T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAĞSIZ SÜT TOZU VE SOYA ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEK ÖZELLİKLERİNE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Halime ALP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya/2006

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAĞSIZ SÜT TOZU VE SOYA ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEK ÖZELLİKLERİNE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Halime ALP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya/2006

Bu tez 08 / 12 / 2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy çokluğu/ oy birliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Nermin BİLGİÇLİ	Prof. Dr. Adem ELGÜN	Yrd. Doç. Mehmet AKBULUT
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞSIZ SÜT TOZU VE SOYA ÜRÜNLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEK ÖZELLİKLERİNE TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİNİN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Halime ALP

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2006, 66 Sayfa

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Adem ELGÜN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

Bu araştırmada süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek formülasyonunda transglutaminaz enziminin farklı kaynaklı proteinler üzerine etkisi araştırılmıştır. İki farklı tipteki una (Tip 550 ve kadayıflık un), zenginleştirmek amacıyla 3 farklı protein kaynağı (süt tozu, soya unu ve soya sütü) ve transglutaminaz enzimi (% 0 ve 0.09) ilave edilerek kek hamurları hazırlanmıştır. Kek hamurlarında pH, yoğunluk, keklerde fiziksel (ağırlık, hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi, sertlik, kabuk ve iç rengi "L, a ve b"), kimyasal (su, kül, protein ve yağ) ve duyusal analizler yapılmıştır.

İlave protein kaynaklarının kek formülasyonunda kullanılması ağırlık ve hacim indeksini artırırken, sertliği düşürmüştür. Kadayıflık un ve transglutaminaz kullanımı daha hacimli, simetrik ve yumuşak kek elde edilmesini sağlamıştır. En kırmızı kek kabuğu süt tozu, kadayıflık un ve transglutaminaz kullanımıyla elde edilmiştir. Soya unu ve sütü keklerde yağ oranını artırmıştır. İlave protein kaynaklarının hepsi kül ve proteini yükseltmiştir. Soya sütlü kekler tekstür, gözenek, koku ve nemlilik açısından en fazla beğenilen ürün olmuştur. Sonuç olarak soya sütü, kadayıflık un ve transglutaminaz ilavesiyle hacim, yumuşaklık, renk ve duyusal özellikler açısından daha kaliteli kek elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kek, yağsız süttozu, soya unu, soya sütü, transglutaminaz.

ABSTRACT

Master Thesis

A RESEARCH ON THE EFFECT OF TRANSGLUTAMINASE ENYZME ON THE PROPERTIES OF CAKE ENRICHED WITH NON FAT DRY MILK AND SOY PRODUCTS

Halime ALP

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2006, 66 Page

Jurj : Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Adem ELGÜN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

In this research, the effect of transglutaminase enyzme on the qualitative properties of cake enriched with non fat dry milk and soy products was investigated. The cake doughs were prepared with addition of three types of protein sources (non fat dry milk powder, soy flour and soy milk) and transglutaminase enyzme (% 0 and % 0.09) to two different types of flour (Type 550 and kadayıf flour). pH and density of cake doughs and physical (weight, volume index, symmetry index, uniformity index, hardness, crust colour and crumb colour " L, a and b "), chemical (moisture, ash, protein and fat) and sensorial analysis of cake samples were made.

Addition of all protein sources to cake formulation increased cake weight and volume index and decreased hardness. More puffed, symmetry and soft cake samples were obtained with usage of kadayıf flour and transglutaminase. Non fat dry milk, kadayıf flour and transglutaminase gave most redish cake crust color. Soy flour and soy milk increased fat content of cake samples. Addition of all protein sources rised ash and protein contents of the cake. The cakes with soy milk were to be liked by the panelists in terms of texture, pore structure, odor and wetness. As a result, soy milk, kadayıf flour and transglutaminase addition gave high quality cake in terms of volume, softness, color and sensory properties of cake .

Key Words : Cake, non fat dry milk, soy flour, soy milk, transglutaminase.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN, Prof. Dr. Selman TÜRKER, Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırmanın yürütülmesinde ve laboratuvar çalışmalarında bana desteğini esirgemeyen tüm asistan hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Konya, Aralık - 2006

Halime ALP

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ 1

2. LİTERATÜR ÖZETİ 3

3. MATERYAL VE METOT 19

3.1. Materyal 19

3.2. Metot 19

3.2.1. Deneme planı 19

3.2.2. Soya sütünün hazırlanması 19

3.2.3. Kek denemeleri 19

3.2.4. Laboratuvar analizleri 20

3.3. İstatistik Analizler 20

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 22

4.1. Analitik Sonuçlar 22

4.2. Araştırma Sonuçları 23

4.2.1. Ph 23

4.2.2. Yoğunluk 27

4.2.3 Kek örneklerinin fiziksel özellikleri 29

4.2.3.1 Ağırlık 29

4.2.3.2 Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi 32

4.2.3.2.1 Hacim indeksi 32

4.2.3.2.2 Simetri indeksi 33

4.2.3.2.3 Tekdüzelik indeksi 35

4.2.3.3 Sertlik 36

4.2.4. Renk 40

4.2.5 Kimyasal analizler 49
4.2.5.1 Su miktarı 49
4.2.5.2 Kül miktarı 49
4.2.5.3 Protein miktarı 52
4.2.5.4 Yağ miktarı 52
4.2.6 Duyusal analizler 52
5. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER 59
6. KAYNAKLAR 60

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1.	Kek Hamuru Formülasyonu…….	21
Çizelge 4.1.	Kek Üretiminde Kullanılan Hammaddeye Ait Bazı Analiz Sonuçları	22
Çizelge 4.2.	Kek Üretiminde Kullanılan Un Örneklerine Ait Reolojik Analiz Sonuçları	22
Çizelge 4.3.	Farklı Formülasyonlarda Hazırlanan Kek Hamurlarının pH ve Yoğunluk Analiz Sonuçları……..	24
Çizelge 4.4.	Kek Örneklerinin pH ve Yoğunluk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları……..	25
Çizelge 4.5.	Kek Örneklerinin Protein Kaynağı. Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait pH ve Yoğunluk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları….	25
Çizelge 4.6.	Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Analiz Sonuçları……...	30
Çizelge 4.7.	Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları…….	31
Çizelge 4.8.	Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları…….	31
Çizelge 4.9.	Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Bazı Fiziksel Özellik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları….	31
Çizelge 4.10.	Kek Örneklerinin Kabuk ve İç Renklerine Ait Sonuçlar……..	41
Çizelge 4.11.	Kek Örneklerinin Kabuk Rengi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları…….	42
Çizelge 4.12.	Kek Örneklerinin İç Rengi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları…….	42
Çizelge 4.13.	Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Kabuk ve İç Rengi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları……...	42
Çizelge 4.14.	Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları……..	50
Çizelge 4.15.	Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları……..	51
Çizelge 4.16.	Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Duyusal Analiz Testi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları……...	51
Çizelge 4.17.	Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Testi Sonuçları……...	55
Çizelge 4.18.	Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları……..	56
Çizelge 4.19.	Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları……..	56

Çizelge 4.20. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Duyusal Analiz Testi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları……... 56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Kek Hamuru pH Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu ……..……	26
Şekil 4.2	Kek Hamuru Yoğunluk Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu ……	28
Şekil 4.3	Kek Örneklerinin Simetri İndeksi Üzerinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu ……	35
Şekil 4.4	Kek Örneklerinin Simetri İndeksi Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz Enzim Seviyesi" İnteraksiyonu ……...	36
Şekil 4.5	Kek Örneklerinin 1. Gün Sertlik Değerleri Üzerinde Etkili "Protein Kaynağı x Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi" İnteraksiyonu ……..	39
Şekil 4.6	Kek Örneklerinin 3. Gün Sertlik Değerleri Üzerinde Etkili **"**Protein Kaynağı x Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi**"** İnteraksiyonu ……..	39
Şekil 4.7.	Kabuk Renginin L Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu ……...	46
Şekil 4.8.	Kabuk Renginin a Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……	46
Şekil 4.9.	Kabuk Renginin b Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……	47
Şekil 4.10.	İç Renginin L Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……	47
Şekil 4.11.	İç Renginin a Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……	48
Şekil 4.12.	İç Renginin b Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……	48
Şekil 4.13.	Kek Örneklerinin Tekstüründe Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……...	57
Şekil 4.14.	Kek Örneklerinin Kabuk Renginde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu…….....	58
Şekil 4.15.	Kek Örneklerinin Nemliliğinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu……...	58

1.GİRİŞ

Kek orta kuvvette, % 8-9 proteinli ince çekilmiş zayıf buğday unu, şeker, yağ ve yumurta ile hazırlanmış yumuşak hamurdan, usulüne göre pişirilmiş hazır gıda maddesidir. Kabartıcı olarak kimyasal kabartıcılar kullanılır. Ayrıca çırpılmış yumurta akı katkısı ve hızlı yoğurma işlemi de kabartıcı olarak rol oynar (Elgün ve Ertugay 1995).

Kek formülasyonuna süt, süttozu, soya, meyve parçaları, peynir, krem peynir ve çeşitli baharatlar eklenerek, yapı, tekstür, tat ve lezzet açısından farklı kek çeşitleri geliştirilebilmektedir. Soya unu ve soya sütünün ilave edildiği unlu mamüllerde en önemli fonksiyonu besin değerini artırarak yapı ve tekstürü geliştirmesidir. Soya unu ve soya sütünün sahip olduğu yüksek protein ve esansiyel amino asitler, gıdaların besin değerini önemli ölçüde geliştirir. Ayrıca soya unu kek üretiminde kullanılan pahalı bileşenler olan süt, yumurta ve gevrekleştirici miktarının azaltılmasına olanak sağlar. Emülsifikasyon özelliği de çok yüksektir (Stauffer 1999).

Soya sütü, soya fasulyesinin su ekstraktı veya soya ununun ince bir emülsiyonudur. Görünüşü ve bileşimi açısından inek sütüne çok benzeyen bir üründür. Ayrıca besinsel olarak çoğu baklagilden daha üstündür (Olanca ve Köksel 2002). Soya sütünün protein etkinlik oranı değeri 1.6-2.3, biyolojik değeri 79 ve sindirilme düzeyi ise 91' dir. Biyolojik değer ve sindirilme düzeyi insan sütünde sırasıyla 100 ve 90' dır. Bu özelliği ile soya sütü önemli bir gıda maddesidir (Artık 1989).

Transglutaminaz, amino asitler veya peptitler arasında çapraz bağlar oluşturarak proteinlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirebilen bir enzimdir. Transglutaminaz unlu mamüllerin tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde etkilidir. Çok az bir dozu bile hamur özelliklerinde modifikasyona neden olabilmektedir (Kurt ve Zorba 2004).

Transglutaminaz enzimi et, süt ve tahıl gibi birçok gıdada katkı olarak kullanılabilmektedir. Proteinlerin jel oluşturması, viskoziteleri, su tutma kapasiteleri, emülsifikasyon özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır (Kurt ve Zorba 2004). Soya proteinlerinin transglutaminaz için en iyi substrat olduğu bildirilmektedir (Başman ve ark. 2001).

Transglutaminaz düşük kaliteli unların kullanıldığı erişte ve makarnalarda bile pişirme sonrası yapıdaki bozulmaları engelleyip bu ürünlerin dayanıklılığını artırmaktadır (Motoki ve Seguro 1998). Çok düşük dozlarda bile hamur formülasyonlarına ekmeklik kalitesini geliştirmek için eklenebileceği bildirilmiştir (Başman ve ark. 2002).

Bu araştırmada yağsız süttozu, normal soya unu ve sütü ile katkılanmış kek örneklerinde, transglutaminaz enziminin keklerin teknolojik, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

Kek ürünleri, unlu mamüller endüstrisinin en önemli ürünlerinden olup çok çeşitli formlarda bulunabilmektedir. Endüstrideki kek çeşitlerinin ve kek formüllerinin çok fazla olması nedeniyle de kekin tanımını yapmak oldukça zordur. Bununla birlikte, çok genel bir ifade ile kek un, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su (bazen süt) ve tatlandırıcı kullanılarak hazırlanan yumuşak hamurun pişirilmesiyle elde edilen bir unlu mamul olarak tanımlanabilir (Anon. 1966, Pyler 1988, Mercan 1998).

Kekler, üretim tipine göre; 1) Maya ile kabartılmış kekler; meyveli ekmek, Danish pastry, savarin, sponge kek, 2) Kimyasallarla kabartılmış kekler, 3) Hava ile kabartılmış kekler; sponge kek, food kek, pound kek, chiffon kek. 4) Kabartılmış kekler; gofret, puff pastry olarak sınıflandırılır (Macrae ve ark. 1993).

Kek, kimyasal ve mekanik olarak kabartılan, birçok çeşidi bulunan ve sevilerek tüketilen unlu mamüllerden olup formülasyona giren bileşenlerin miktarının ayarlamasıyla çeşitlilik sağlanabilir. Bu nedenle formüldeki bileşenlerin fonksiyonlarının bilinmesi, üretimin başlangıcından sonuna kadar olan aşamalarda kalitenin sürekliliğinin sağlanması için oldukça önemlidir (Mercan 1998).

Kek unları düşük α-amilaz aktivitesine sahip buğdaylardan elde edilen parlak ve krem renkli, nispeten düşük kül içerikli unlardır (Hlynka 1964, Fance 1966, Matz 1970, Hanneman 1980, Aurand ve ark. 1987, Lorenz ve Kulp 1991, Mercan 1998). Özkaya ve Demir (1992) aşırı zedelenmiş nişastaya sahip ince unların uygun olmadığını; uniform ve orta irilikteki partiküllere sahip unların kek kalitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kek unu, ekmek hamurundaki gibi güçlü, sert özellikleri olmayan, yumuşak ve sulu kek hamurunda uygun bir gluten sistemi oluşturmalıdır. Diğer taraftan gluten yeterli güce sahip olmalı ve kekte ince bir köpük yapısının oluşumu için yeterli olmalıdır. Tipik bir kek unu şu özelliklerde olmalıdır; % 8.5±0.5 protein, % 0.36±0.04 kül, pH= 4.7±0.2, partikül büyüklüğü 100±0.5 μm (Pyler 1988). Gaines ve Donelson (1985) beyaz layer kekin hacmi ve gevrekliğinin unun protein içeriği tarafından önemli derecede etkilenmediğini, angel food kekin yükseklik ve

gevrekliğinin unun protein içeriği artarken düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca bu özelliklerde önemli bir değişikliğin sağlanabilmesi için unun protein içeriğinde en az % 2' lik bir artışın olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kek ununun absorbsiyon kapasitesi ekmeklik unun aksine protein içeriğinden daha az etkilenir. Ekmeklik unun absorbsiyon kapasitesi buğdayın protein içeriği ve protein gücünden etkilenir. Bu özellikler ekmek hacmini ve ekmek içi özelliklerini etkiler. Bunun aksine kek ununda düşük protein içeriğine sahip, orta kuvvette un tercih edilir. Kek ununda aranan en önemli özellik yüksek sıvı kaldırma kapasitesidir. Bu özellik undaki protein miktarına bağlı olduğu halde, öncelikle granülasyonun inceliği, partikül büyüklüğünün homojenliği ve klorinasyon gibi bazı faktörlerden etkilenir (Pyler 1988). Yamazaki ve Donelson (1972) kek hacmi ile unun partikül büyüklüğü arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Gaines (1982) de yaptığı çalışmada kek içinin yapışkanlığı ile un klorinasyon oranı arasında negatif bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

Daha hacimli, daha tekdüze yapılı, daha beyaz iç rengine sahip ve simetrik bir kekin elde edilmesi için kek unu klorlanarak unların asitlikleri (pH 4.5-5.2) ve daha fazla su, şeker ve yağ kaldırabilme gibi özellikleri artırılır (Anon. 1966, Fance 1966, Pomeranz 1987, Lorenz ve Kulp 1991, Thomasson ve ark. 1995, Mercan 1998).

Türkiye' de üretilen kadayıflık unun kek üretiminde kullanılması uygundur. Bir kadayıflık unun özellikleri; su, en çok % 14.5; protein, % 8-10; yaş öz, en çok % 22; su kaldırma, en çok % 54; stabilite, en çok 2 dk.; yumuşama derecesi, en çok 150 BU' dir (Pekak 2006).

Şeker, kek yapısını etkileyen önemli bileşenler arasında olup nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını artırır (Hoseney 1986). Jelatinizasyonun gecikmesi ile hamurdaki hava kabarcıkları karbondioksit ve su buharının yardımıyla kek hamuru tamamen genişlemekte ve daha hacimli simetrik kekler elde edilmektedir (Frye ve ark. 1991, Kim ve Walker 1992, Lin ve ark. 1994, Mercan 1998). Viskozitedeki değişim ise şöyle açıklanabilir: ortam sıcaklığında su şekerin tamamını çözmek için yetersiz kaldığı için eklenen şekerin çoğu katı halde kalarak viskoziteyi artırır. Sıcaklık yükseldiğinde daha fazla şeker çözünür ve sadece katı partiküllerde azalma değil aynı zamanda çözünmede de artış olduğu için viskozite düşer (Hoseney 1986). Şeker hamurun karıştırılması esnasında gluten gelişimini yavaşlatır, pişirme sırasında

proteinlerin denaturasyon sıcaklığını artırır ve böylece iç yapıdaki gözenek duvarlarının gergin duruma geçmesi için gerekli olan süreyi uzatır (Aurand ve ark. 1987, Frye ve ark. 1991, Mercan 1998).

Ekmek, bisküvi, kek ve diğer fırın ürünlerine gerekli kalitatif özelliklerin kazandırılmasında, ürünlerin muhafaza kalitesinin ve kalori değerinin artırılmasında uniform ve stabil yapıda, arzu edilen aromada ürün elde edilmesinde shortening denilen katı ve sıvı yağlar kullanılmakta olup başta kek olmak üzere fırın ürünlerinde meydana getirdikleri başlıca etkiler; shortening etkisi (ürüne yumuşaklık ve işlenebilirlik sağlama etkisi), hamur içerisinde küçük hücrelerde havayı hapsederek hamuru havalandırma, fırın ürünlerine gevreklik kazandırma, ürünün yeme kalitesini artırma, ürünün daha üniform olmasını sağlama ve kek hamurlarının stabilitesini artırma etkileridir (Elgün ve Ertugay 1995). Yağın en önemli fonksiyonu olan kek içi gevrekliğini; doğal dayanıklılığında sürekli bir gluten matriksi oluşumunu önlemek suretiyle gluten ve nişasta partiküllerini bir yağ filmi ile kaplayarak sağlar (Pyler 1988). Yağ kek hacmini arttırmakta, kabuk ve iç yapının oluşmasını etkilemekte, nişastanın şişme oranını düşürmekte, ürünün nem kaybını önleyerek üründe tazelik sağlamakta ve ürünün raf ömrünü uzatmakta olup formüldeki yağ miktarı azaldığında kek hamurunun özgül ağırlığı artmakta ve kekin iç yapısında tüneller oluşmaktadır (Hlynka 1964, Birnbaum 1978, Hoseney 1986, Aurand ve ark. 1987, Anon. 1992, Kamel 1992, Mercan 1998).

Kek üretiminde yağsız süttozu, bileşimindeki şeker ve protein nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Yağsız süttozu hamur absorbsiyonunu arttırmaktadır. Hamur hazırlama aşamasında tuz kullanımı yağsız süttozunun absorbsiyon özelliğini arttırmaktadır (Pyler 1988, Roach ve ark. 1992, Mercan 1998). Bileşimi nedeniyle kekin besleyici değerini arttırmakta, tat ve kokunun oluşmasında rol oynamaktadır. Yağsız süttozu pişme sırasında su kaybını düşürerek nemi muhafaza etmektedir. Ayrıca kabuk renginin oluşumunda aktif rolü vardır (Anon. 1966, Pyler 1988, Mercan 1998). Pearce ve ark. (1984) yaptıkları çalışmada kekte farklı miktarlarda yağsız süttozunun kullanılmasıyla su kaybı oranlarının azaldığını belirtmişlerdir. Yağsız süttozunun artan oranlarında ise kekin kabuk renginin daha koyu olduğunu, nişasta granüllerinin daha az şiştiğini ve lipit içeren matriks içinde daha ince yayıldığını da bildirmişlerdir.

Yumurta kekte, yapıyı, hacmi, gevrekliği ve yeme özelliklerini etkileyen bir çok fonksiyona sahiptir (Pyler 1988). Yumurta akı tozu da kekin yapısını geliştirmekte, hacmini, simetri indeksini (profilini), yumuşaklığını ve yeme kalitesini artırmada önemli rol oynamaktadır (Dıxon ve ark. 1994, Raeker ve Johnson 1995, Mercan 1998). Yumurta proteinin önemli bir özelliği bağlayıcılığı ve bir köpük halinde çırpılabilmesi olup uygun bir biçimde karıştırılmış kek hamurunda, yumurta proteini un gluteni ile birlikte yapısal bir destek sağlayan kompleks bir yapı oluşturur ve fırında pişirme süresince kek içi katılığını oluşturmak suretiyle hamurun yumurta proteini ağı denatüre olur. Yumurta sarısı aynı zamanda etkili bir emülsifiye edici madde olan lesitin içerir (Pyler 1988). Yumurta akı ise keklere yapısını oluşturmaya yardımcı olmak amacıyla eklenerek ortam sıcaklığında yumurta akındaki protein havayı birleştirerek viskoziteyi artırır (Hoseney 1986).

Kimyasal olarak tuz, bir asit ile bir bazın interaksiyonu sonucu oluşan bir bileşiktir. Genel anlamda ise, soydum ve klorür elementlerinden ibaret beyaz kristal bir maddedir (Elgün ve Ertugay 1995). Kekte ve unlu mamullerde kullanılan tuzun tat ve kokunun oluşumunda sinerjist bir etkisi olup formülasyonunda bulunan diğer bileşenlerle birlikte tadın oluşumunu dengeler ve koku özelliğini geliştirir . Ayrıca proteinlerin çözünürlüğünü de etkilemekte, düşük tuz konsantrasyonlarında gluten proteinlerinin çözünürlüğünü arttırmaktadır (Matz 1989, Roach ve ark. 1992, Anon. 1998, Mercan 1998).

Kabartma tozları, kekte karakteristik iç yapının oluşmasını sağlamakta olup hamur ürünlerinin kabarması, kabartma tozlarının kimyasal faaliyeti sonucu hamur içerisinde küçük karbondioksit kabarcıklarının oluşması ile gerçekleşir. Kabarma karakteristik bir şekilde hafifleme, gözenekli bir yapıya sahip olma, daha lezzetli ve hazmı kolay hale getirme işlemidir (Anon. 1994, Çelik ve Kotancılar 1998, Mercan 1998). Kekte genel olarak çift etkili kabartma tozu kullanılır. İlk etkisi oda sıcaklığında hamuru kabartır, ikinci etkisi ise pişirme aşamasında etki etmesidir. Bu şekilde hamur gelişmesi devam ederken gaz üretilir (Hoseney 1986). Kabartıcıların oluşturduğu gaz hamurda belirli oranda tutulabilir ve fazla kullanılan kabartıcılar son üründe hoş olmayan koku ve lezzet oluşturabilmekte olup başlıca kullanılan kabartıcılar ekmek sodası (sodyum bikarbonat), kabartma tozu (sodyum bikarbonat+kabartıcı asitler+taşıyıcı), potasyum bikarbonat ve amonyum bikarbonat,

sodyum karbonat, tartarik asidin mono potasyum tuzu, sodyum asit pirofosfattır (Ünal 1991).

Gıdaların uzayan raf ömrüne bağlı olarak oluşabilecek fiziksel kusurları önleyen, viskozite, doku ve duyusal özellikler üzerinde olumlu gelişmeler sağlayan emülgatörler çok yaygın kullanılan maddeler olup yüzey gerilimini azaltıcı ve bu şekilde gıdaların homojen yapıya kavuşmalarını sağlayan maddelerdir (Mercan 1998, Sinanoğlu 1998). Emülgatörler; kek hamuru özgül ağırlığını düşürür, hamur viskozitesini, kekin spesifik hacmini, yenme kalitesini artırır, kekin iç yapısal özelliklerini geliştirir, bayatlamasını geciktirir, yağın nişasta ve protein molekülleri arasında kolayca hareket edip dağılmasını ve bu şekilde istenen yumuşaklıkta ve gevreklikte kekler elde edilmesini sağlar (Birnbaum 1978, Ebeler ve Walker 1984, Baker ve ark. 1990, Anon. 1993, Henry 1995, Friberg 1997, Anon. 1998, Mercan 1998).

Kek karışımlarına belirli emülgatörlerin eklenmesi (yüzey aktif maddelerin) hamurun karıştırılması sırasında yeterli havanın hamur içine alınması için gereklidir (Hoseney 1986). Kek hamurunda aynı büyüklükte, küçük ve çok sayıda hava kabarcığının bulunması keklerin doku ve simetri özelliklerini artırır (Birnbaum 1978, Hoseney 1986, Mercan 1998, Stauffer 1998). Bir kek formülüne emülgatörlerin eklenmesi hamur viskozitesini artırır ve ısıtma süresince bu yüksek viskoziteyi muhafaza eder (Hoseney 1986).

Sodyum stearoyl-2-laktilat (SSL) iyonik bir emülgatör olup stearik asidin laktik asitle yaptığı laktilik stearatın sodyum tuzudur ve farklı tanecik boyutunda toz halde bulunabilmekte olup, yağda su tipi emülsiyonlarda lipofilik karakterdedir. Yapısındaki hidrofilik ve lipofilik gruplar gluten ve nişastanın amiloz fraksiyonu ile kompleks oluşturabilirler (Anon. 1983, Anon. 1987, Pyler 1988, Kamel ve Hoover 1992, Mercan 1998, Sinanoğlu 1998). Mono ve digliseritlerin diasetil tartarik asit esterlerinin ise hidrofilik ve lipofilik eğilimleri eşit olup yayılma, ıslatma ve nüfuz etme özelliklerinin uygunluğu sayesinde hamurda yağın ince ve üniform bir şekilde dağılmasını sağlar. Gluten ve nişastanın yağlanması sayesinde ince, düzgün, homojen bir hamur elde edilmesine yardımcı olur (Elgün ve Ertugay 1995).

Su kek formülünde yer alan tüm bileşenlerin birbiri içinde dağılmasını sağlamaktadır. Ayrıca şekerin çözünmesini kolaylaştırmakta ve gluteni

geliştirmektedir. Kabartma tozlarının reaksiyona girmesine ortam hazırlayan su kek hamurunun yoğunluğunu ve sıcaklığını düzenleyerek kekin yapısının gelişmesine yardım etmektedir (Mercan 1998).

TS 9779 Soya Fasulyesi Unu-Yenilebilir-Standardına (TSE 1992) göre soya fasulyesi unu; "Yenilebilir soya fasulyesi unu, kurutulmuş soya fasulyesi (Glycine max. L. Merril) danesinin kabuğu çıkarıldıktan sonra gereken teknolojik muamelelere tabi tutularak acılığı giderilmiş, tripsin inhibitör enzimleri tamamen bertaraf edilmiş ve üreaz aktivitesi müsaade edilen en az sınıra kadar indirilmiş, rutubeti önemli ölçüde azaltılmış, gerektiğinde katkı maddeleri ilave edilen, ince öğütülmüş soya mamulüdür" şeklinde tarif edilmekte ve ihtiva ettiği yağ miktarına göre tam yağlı, az yağlı, yağsız olarak sınıflandırılmaktadır (Arduzlar ve Boyacıoğlu 2002).

Soya yağının bir çözücüyle ayrılmasından sonra elde edilen küspe, ısıtılarak çözücüden arındırılır. Soya küspesinin bu durumda öğütülmesi halinde "enzimce aktif soya unu" elde edilir. Düşük derecede ısıl işlem görmüş olan bu unda lipoksigenaz enzimi ile diğer enzimlerin aktiflikleri önemli derecede korunmaktadır. (Stauffer 1999). Aktif soya unu, un esasına göre % 0.5-1.0 kadar katıldığında bünyesinde mevcut lipoksigenaz aktivitesi sonucu hamur ve ekmek özellikleri üzerine yağsız ve inaktif olanın aksine olumlu etkide bulunmakta, sonuçta daha kaliteli ve geç bayatlayan ekmek elde edilebilmektedir (Certel 1986).

Tohum kabuğunun ayrılmasından hemen sonra uygulanacak öğütme işlemi ile de "tam yağlı soya unu" elde edilir. Birçok unlu mamülün üretiminde tam yağlı soya ununa yer verilebilir. Isıl işlem görmemiş olmasından dolayı lipoksigenaz enziminin aktifliğini koruyor olması bu tür kullanımlarda tam yağlı soya ununun, enzim için gerekli yağın kaynağını oluşturmasını sağlar (Stauffer 1999).

Isıl işlem görmemiş soya unu amilaz, proteaz ve özellikle lipoksigenaz içeren çoğu enzimce zengindir (Pyler 1988). Lipoksigenaz, undaki karotenoid pigmentlerini oksidasyonla ağartır, ekmek üretiminde eklendiğinde ekmek ve hamuru geliştirici etkisi vardır (Pyler 1988, Stauffer 1999). Soya ununda bulunan yağ, lif ve belirli bir ölçüde şeker ürünün iç kısmına bir miktar yumuşaklık verir. Çözünür protein de kek donatlar gibi ürünlerin derin tavada yağda kızartılması sırasındaki yağ alım miktarını

azaltır. Bu etkiye fiziko-kimyasal açıdan bakıldığında yüzeyi kapatma denir (Stauffer 1999).

Soya ununun unlu gıdalarda pek çok değişik etkisi vardır. Unlu gıdanın protein içeriğini artırmak için, ısıyla bozulmuş olsun veya olmasın, mevcut proteinin tümü işlevselдir. Nemli bir unlu gıdanın üretiminde ise emülsifikasyonda (kek hamurlarında olduğu gibi) veya hamur suyunda sadece çözünür protein aktiftir (Stauffer 1999). Her ne kadar soya ununda karbonhidratlar; su bağlayıcı, şişme ve viskozite kontrolünü sağlayıcı özelliklere sahipse de, soyanın başlıca fonksiyonel elemanı proteinlerdir. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri, fizikokimyasal özellikleri ile ilgilidir. Soyadaki proteinlerin yaklaşık % 90' ı globulindir. Globulinler soyada dehidrate olmuş depo proteinleri olarak bulunurlar. Diğer proteinler; hücreler arası enzimler, lipoksigenaz, üreaz, amilaz, proteaz, hemaglutininler, protein inhibitörleri ve zar lipoproteinlerdir (Certel 1986). Lesitin ise hamurdaki yağın emülsifikasyonuna yardımcı olur. Ayrıca, pişen ürünün tavadan ayrılmasında da etkilidir (Stauffer 1999).

Soya unu, soya protein konsantratları ve isolatlarının tahıl ürünlerinde kullanımının en önemli sebebi sindirilebilirlikteki yüksek biyolojik değeri ve aminoasit kompozisyonundan dolayıdır. Diğer tahıl proteinleriyle karşılaştırıldığında soya proteininin besinsel bir destek olarak soya proteininin etkisi yüksek lisin içeriğindendir. Buğday ununa soya ununun eklenmesi gluten proteinini ve nişastayı seyreltir. Diğer taraftan soya unu güçlü bir bağlayıcılık sergiler. Bu bağlayıcılık etkisi kısmen hamur yapımındaki su miktarının artışı ile ve daha uzun bir proof süresi ile sağlanır. Soya ununun bağlayıcılık etkisi ağırlığının % 110' una eşit olan su absorbsiyon kapasitesi ile yakından ilgilidir. Bu nedenle soya unu buğday unu ile karıştırıldığında ağırlığına eşit miktarda su absorbe eder (Pyler 1988). Pollock ve Geddes (1960) da yaptıkları çalışmada ısıl işlem uygulamasının hamurda soya ununun su absorbsiyonunu artırdığını bildirdi.

Soya sütü, soya fasulyesinin su ekstraktı veya soya ununun ince bir emülsiyonudur. Görünüşü ve bileşimi açısından inek sütüne çok benzemekte ve az miktarda metiyonin ile birlikte bütün esansiyel amino asitleri önemli miktarda içerdiği için çoğu baklagilden daha üstündür (Olanca ve Köksel 2002). Soya sütünün protein etkinlik oranı değeri 1.6-2.3, biyolojik değeri 79 ve sindirilme düzeyi ise 91

dir. Bu değerlerden biyolojik değer ve sindirilme düzeyi insan sütünde sırasıyla 100 ve 90 dır. Bu özelliği ile soya sütü önemli bir gıda maddesidir (Artık 1989).

Soya sütünün bileşimine ıslatma işleminin etkisinin incelendiği bir araştırmada, bileşim üzerinde ıslatmanın en önemli etkisinin; karbonhidratların azalması ve artan sıcaklık dereceleri ile lipit içeriğinin artması olduğu, proteinlerin ise nispeten etkilenmediği belirtilmiştir (Wilkens ve Hackler 1969). Türkiye'de yetiştirilen soya varyetelerinden elde edilen soya sütleri ile Japon soya varyetesi "Tsurunoko" dan elde edilen soya sütü, amino asit bileşimi açısından benzerlik göstermekte olup amino asitler içinde ilk sırayı glutamik asit almaktadır 1.587-1.627 (mg/g). Onu aspartik asit, lösin, serin, glisin ve alanin izlemektedir (Artık 1989). Genellikle soya sütü, %8-10 toplam kuru maddeye sahiptir. İnek sütü ve anne sütüne göre daha fazla protein, demir, doymamış yağ asidi, niasin ve daha az yağ, karbonhidrat, kalsiyum içermektedir. Ayrıca laktoz ve kolesterol içermez, yapısında fitokimyasallar bulunmaktadır (Olanca ve Köksel 2002).

Soya sütündeki ve geleneksel soya ürünlerindeki karakteristik tat-koku, özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin veya esterlerin lipoksigenaz enzimi ile katalizlenen peroksidasyon reaksiyonları sonucu oluşan gaz kromatografisi ile belirlenebilen ketonlar, aldehitler ve alkoller gibi uçucu bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Sağlam fasulyeler 8-12 saat veya ağırlığı iki kat oluncaya kadar süren ıslatma aşaması sırasında fasulyemsi tat-koku oluşmaz. Bir araştırmada da soya fasulyelerinin 80^0 C veya üzerindeki sıcaklıklarda su ile öğütüldüğünde, ransid tat-koku oluşumunun yaklaşık tamamının önlendiğini ve sonuçta oldukça hoş tat-kokuya sahip soya sütünün üretildiği belirtilmiştir. Kötü tat-koku oluştuktan sonra yağın rafinasyonunda uygulanan deodorizasyon aşamasındaki gibi proses ile pişmiş soya sütünü, yüksek sıcaklıkta kuvvetli bir vakum ortamından geçirilmesiyle sülfür içeren tat-koku maddeleri, kısa zincirli yağ asitleri, vinil veya sterol bileşikleri içeren çok fazla sayıda uçucu bileşik uzaklaştırılabilir (Olanca ve Köksel 2002).

Soya proteini, buğdayınkinden biyolojik değer ve protein etkinlik nispeti yanında; fiziksel özellik olarak elastikiyet yokluğu ile de farklı olup, buğday ununa soya unu katıldığında gluten ve nişastanın seyrelmesi ile hamurun viskoelastik özelliklerinde değişim olur. Hamur uzaması azalır, hamurun uzamaya karşı mukavemeti ise artar. Bu sıkı hamur yapısı daha fazla su verilerek giderilebilir.

Böylece soya unu katkısının unun su absorbsiyonunu artırıcı etkisi olmaktadır. Soya ununun inceliğindeki fazla artış ekmek kalitesini düşürmekte, biraz daha kaba çekilmiş soya unu ise daha yüksek hacim ve daha iyi iç özelliklerine sahip ekmek vermektedir (Certel 1986).

Yapılan bir çalışmada farklı kalitelerdeki unlara, ısıl işlem uygulanmış % 3 ve % 7 oranlarda tam yağlı ve yağsız soya unu veya tam yağlı ve yağsız buğday ruşeymi katılarak bunların ekmek kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Bu örneklere % 0.2 ve % 0.4 oranında SSL katılarak bunun ekmek özelliklerini düzeltici etkileri tespit edilmiştir. Soya unu katılmış unlardan yapılan ekmeklerin genelde hacim verimi düşmekte, iç rengi, tekstür, tat ve aroması olumsuz yönde etkilenmektedir. Soyanın bu etkilerinin azaltılması için formüle süttozu, lesitin ve oksidan maddeler ve özellikle de potasyum bromat ilave edildiğinde bunların olumlu etkileri görülmüştür. Ayrıca SSL katkısının da hacim verimine olumlu etkileri olmuştur. Ekmek içi gözenek yapısı, una katılan soya unu miktarına bağlı olarak bütün örneklerde bozulmuştur. SSL katkısı ise soyanın bu etkisini hemen hemen katkısız seviyesine kadar düzeltmiştir. Isıl işlem soyanın ekmek içi gözenek yapısı üzerine etkilerini fazla değiştirmemiştir (Özkaya ve Kahveci 1991).

Besinsel amaçla ekmeğe katılan inaktif-yağsız soya ununu tolere edici ajan olarak SSL yerine aktif soya ununun kullanılmasının hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmada, % 3 ve 6'lık inaktif yağsız-kavrulmuş soya ununu (YSU) tolere etmede kontrole karşı % 0.5 SSL' nin ve % 1 aktif soya ununun % 70, 75, 80 randımanlı unlarda kullanım imkanları ortaya konulmuştur. Aktif soya unu ve yağsız soya unu her ikisi de katkı oranları ile orantılı olarak unun su absorbsiyonunu ve hamurun yoğrulma toleransını artırıcı etkide bulunmuştur. Sonuç olarak yoğurmada su absorbsiyonu, enerji ihtiyacı ve hamur toleransı, fermentasyonda gaz tutma kapasitesi göz önüne alındığında, % 3 yağsız soya unu katkısını tolere etmede % 1 aktif soya unu, % 0.5 SSL' nin yerine kullanılabilmektedir. Ayrıca % 1'lik aktif soya unu ile % 3 ve 6 yağsız soya unu katkıları kontrole göre daha yüksek ekmek verimi, hacim verimi ve kabukta renk yoğunluğu göstermiştir. Ekmekte iç rengi yağsız soya unu katkısı esmerleştirirken, aktif soya unu ilavesi ağartıcı etkide bulunmuştur. % 1 aktif soya unu, SSL' ye

benzer fakat daha düşük düzeyde gözenek yapısı ve ekmek içi yumuşaklığına olumlu etkide bulunmuştur (Elgün ve Certel 1988).

Keklerde soya ununu uygun şekilde kullanarak pahalı bileşenler olan yumurta, süt ve gevrekleştirici miktarı azaltılabilir, yüksek kek kalitesi korunabilir. En önemli işlevi soya ununun emülsifikasyondur. Kek hamurunda bulunan yağ hamurun sulu fazında ince şekilde dağılmalıdır. Klasik kek tarifinde yumurta sarısındaki lesitin ve yumurta beyazı ile sütteki çözünür protein bu işlevi görür. Yüksek PDI' lı bir lesitinli soya unu kullanarak da aynı işlev yerine getirilebilir. Yumurta sarısındaki yağ, aynı zamanda kekin içini belirli bir düzeyde yumuşatır, fakat tam yağlı soya unuyla birlikte bulunan yağ ve lif daha etkilidir. Son olarak, soya unundaki lesitin, sadece bir ekstra etki olmasına rağmen pişen kekin tavadan ayrılmasına yardımcı olur (Stauffer 1999).

Soya unu, en iyi sonuç için beyaz veya sarı keklerde (hafif dokulu kekler) % 3-6 seviyesinde kullanılmalıdır. Daha yüksek miktarda soya unu kullanarak yumurta ve süt katı maddesi miktarı yarıya düşürülebilir. Bu değişiklik yapıldığında hamur viskozitesini sabit tutmak için her birim soya unu için yaklaşık bir birim su ilave edilmelidir. Daha yoğun ve nemli bir kek için % 2-5 seviyesinde yağsız beyaz soya unu (PDI > 70) kullanılmalıdır. Bu miktarlarla daha kararlı emülsiyon oluşturmuş ve kabuk rengi iyileştirilmiş bir ürün elde edilebilir (Stauffer 1999).

Kalsiyum laktat, kalsiyum sülfat ve askorbik asit eklenmesi ile modifiye edilmiş özel bir soya ununun, fonksiyonel ve besinsel olarak yağsız süttozuna eşit olarak yeterli olacağı bildirilmiştir. Beyaz-krem renkteki soya ununun kabul edilmediği beyaz kek hariç, yumuşak keklerin üretiminde % 5-10 düzeyinde yüksek yağlı soya ununun kullanımı tavsiye edilmektedir (Pyler 1988).

Sim ve Tam (2001) soya unu ile hazırlanan muffinlerin yeme kalitesini araştırdıkları çalışmalarında soya unu kullanılan ve kullanılmayan muffinlerde gevreklikte, aromada, genel kabul edilebilirlikte önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Soya unu kötü tat oluşturmamıştır. Aslında % 10 soya unu ile hazırlanan muffinlere özellikle aroma ve tüketimi açısından standart muffine göre daha çok eğilim vardır. Sonuç olarak; muffinlerde % 10 soya ununun kullanılmasının iyi bir lezzetin elde edilmesi ve sağlık açısından yararlı olması nedeniyle iyi bir alternatif olacağını bildirmişlerdir.

Limroongreungrat ve Huang (2005) yaptıkları çalışmada hamur ürünlerinde yağsız soya unu ve soya protein konsantratının artmasıyla pişirme kayıplarının arttığını belirtmişlerdir. Yağsız soya unu ve soya protein konsantratı parlaklık değerini (L) 40.6' dan 48.7' ye arttırmış, kırmızılığı (a) 21.6' dan 15.2' ye, sertliği 1.8' den 0.4 N' a , yayılmayı 1.2' den 1.1 mm' ye düşürmüştür.

Sievert ve ark. (1990) yaptıkları çalışmada % 5–10 soya polisakkaritinin (% 10 protein, % 4.2 kül, % 68.7 çözünmeyen diyet lifi, % 8.9 çözünür diyet lifi, % 77.6 toplam diyet lifi) Çin ekmeğinin su absorbsiyonunu arttırdığını, hacmi azalttığını, tekstür değerlerini arttırdığını bildirmiştir. Bisküvide ise soya polisakkaritinin artmasıyla bisküvinin yayılması düşmüş, daha açık renk vermiştir. Kekte % 4 oranına kadar hacmi arttırmış ve genel özellikleri (kek içi gözenek, tekstür) olumlu etkilemiştir. % 4 oranında ise hacmi düşürmüş, daha büyük gözenek oluşmuş, tekstür olumsuz etkilenmiştir.

Muzlu kekin üretildiği bir araştırmada normal süt yerine düşük yağlı soya sütü, kek unu yerine tam buğday unu veya soya unu kullanılmasının kekin görünümüne, yumuşaklığına, nemine ve yeme kalitesine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada dört farklı kek üretilmiştir. Birinci örnekte çok amaçlı un ile standart muzlu kek yapılmış, ikinci örnekte çok amaçlı un yerine soya unu ve normal süt yerine soya sütü kullanılmıştır. Üçüncü örnek ikinci örnek gibi yapılmış fakat tüm yumurta yerine yumurta beyazı kullanılmış. Son örnekte çok amaçlı un yerine % 50 kek unu ve % 50 tam buğday unu kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre üçüncü ve dördüncü örneklerin en iyi yumuşaklık, nem, aroma ve yeme kalitesinde olduğu belirtilmiştir. Şaşırtıcı bir şekilde kontrol ürün olan birinci örnek en az arzu edilen ürün olarak derecelendirilmiştir. Bu çalışmada soya sütü, soya unu veya tam buğday ununu muzlu kek üretiminde kullanarak ekstra sağlıklı ve aynı zamanda yüksek kaliteli muzlu kekin elde edilmesinin mümkün olduğu belirtilmiştir (Ghaddar ve Ark. 1997).

Son yıllarda bisküvi formülasyonlarına protein ve selülozca zenginleştirmek amacıyla soya unu ilave edilmektedir. Bisküvinin yayılması, gevrekliği ve sertliği, hamur konsistensi ve elastikiyeti ile hoşa gitmeyen esmerleşme reaksiyonları üzerine en az etki etmesi nedeniyle kullanılmaktadır. Isıl işlem uygulanmış yağlı ve yağsız soya unlarının bisküvilerde kullanım olanaklarını araştıran bir çalışmada 110˚C' de 2

saat buhar uygulaması ile ısıl işlem uygulanmış yağlı ve yağı alınmış soya unları % 2, 4, 6 ve 10 oranlarında bisküvilik unlara ilave edilmiştir. Isıl işlem uygulanmış yağlı ve yağsız soya unları bisküvilerin genişlik ve kalınlığını dolayısıyla yayılma oranını etkilemiştir. Katkı oranı arttıkça bisküvi genişlik ve kalınlığı azalmış, yayılma oranı artmıştır. Ayrıca bisküvi iç ve dış renginde açılmalar meydana gelmiş, tatta acılaşma başlamıştır. % 2 yağlı, % 2 yağsız ve % 4 yağsız soya unu katkıları en iyi sonuçları vermiştir (Arduzlar ve Boyacıoğlu 2002). Gluten ve soya proteinin düşük karbonhidratlı bisküvilerin kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada su aktivitesi ve bisküvilerin sertliğinin artan un ikamelerinden etkilenmediği, protein karışımının % 20' nin üzerine çıktığında daha koyu renkte bisküvi elde edildiği, karbonhidrat oranı azaltılırken besinsel kalitesinin arttırıldığı belirtilmiştir (Singh ve Mohammed 2005). McWatters (1978) soya ununun bisküvinin pişirme özelliklerini araştırdığı çalışmada bisküvilerin % 100 buğday unu kontrolüne göre 2 kat protein içerdiğini, pişirme performansı ve duyusal özelliklerin ise ters olarak etkilendiğini belirtmiştir.

Transglutaminazlar, peptidler veya proteinler arasında çapraz bağ oluşumunu katalizleyen enzimler olup geniş bir pH ve sıcaklık aralığında aktivite göstermeleri nedeniyle et, süt ve tahıl gibi bir çok gıdada kullanılabilmektedirler. Amino asitler veya peptitler arasında izopeptid bağlarını katalizleyerek molekül içi ve moleküller arası çapraz bağlar oluşturup, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedirler. Dolayısıyla proteinlerin termal stabiliteleri, jel oluşturma kabiliyetleri, viskoziteleri, su tutma kapasiteleri, emülsifikasyon özellikleri ve besinsel özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadırlar (Kurt ve Zorba 2004).

Transglutaminazlar çeşitli hayvan dokularında, bitkilerde ve mikroorganizmalarda bulunup canlıların çeşitli biyolojik aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde önemli aktivite göstermektedir (Im, Russel ve Feng 1997, Kuraishi, Yamazaki ve Susa 2001, Kurt ve Zorba 2004). *Streptovercitillium*' dan elde edilen mikrobiyal transglutaminazın memeli kanından elde edilen plazma ve eritrosit transglutaminazından daha fazla protein substratı ile ve Ca^{+2} yokluğunda reaksiyona girebildiği bildirilmiştir. Süt kazeinleri, soya fasulyesi globulinleri ve myosin gibi bir çok protein Ca^{+2}'a karşı hassastır. Dolayısıyla, bu gibi nedenlerden dolayı hem yüksek aktivite gösteren hem de hücre dışı enzime sahip olan

Streptovercitillium mobaraense' nin ticari kullanımının önemi oldukça artmıştır. Ayrıca mikrobiyal transglutaminaz daha fazla çapraz bağ oluşturabilmekte ve tercih edilen rijit ve elastik jellerin oluşumu sağlayabilmektedir (Motoki ve Seguro 1998, Matsumura, Lee ve Mori 2000, De Jong ve Koppelman 2002, Kurt ve Zorba 2004).

Mikrobiyal transglutaminazın iki potansiyel glikozilasyon kısmı bulunmasına rağmen, basit bir protein olduğu düşünülmekte ve geniş bir pH aralığında (4-9) aktivite göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda oluşan dipeptid bağının stabil olmasından dolayı, ısıl işlem uygulanan bir çok gıdada da kullanımı mümkün görülmektedir. Maksimum aktivitesine yaklaşık olarak 50-60ºC' de ulaşmakla birlikte, tam aktivitesini 50ºC' de 10 dakika göstermektedir. Ancak 70 ºC' de birkaç dakika içerisinde aktivitesini yitirebilmektedir (Motoki ve Seguro 1998, Kurt ve Zorba 2004).

Transglutaminazlar proteinlerin modifikasyonunda 3 önemli reaksiyonu katalizlemektedirler. Peptid veya proteine bağlı glutaminin γ-karboksiamidi ile primer amin arasında açil transfer reaksiyonunu , protein veya peptidlerin glutamin ve lizin rezidüleri arasında ε-(γ-Glu) Lizin çapraz bağının (G-L bağı) oluşumunu, ortamda uygun bir primer amin bulunmaması veya lizinin ε-amin grubunun belirli ajanlarla bağlanması durumunda, suyun kullanımını katalizlerler (Kurt ve Zorba 2004). Protein içeren gıdalarda transglutaminazın çapraz bağlama reaksiyonu öncelikli olarak gerçekleşmekte olup, hem çapraz bağlı proteinlerin hem de ε-(γ-Glu) Lizin' deki lizinin vücutta metabolize edilebildiği doğrulanmıştır (Kuraishi ve ark., 1996, 2001, Başman ve Köksel 2003).

Transglutaminazın oluşturduğu ε-(γ-Glu) Lizin bağının neden olduğu değişimler jel oluşturma yeteneği, viskozitede artış, termal stabilite, su tutma kapasitesidir. Jel oluşturmayan bir protein çözeltisi transglutaminazın oluşturduğu çapraz bağlarla jel oluşturabilir, jel oluşturabilen bir proteinde ise daha sıkı jel oluşmaktadır. Soya proteinleri ve miyozin ısıl işlemle jel oluşturabilmektedir. Fakat bu protein çözeltileri transglutaminaz ilave edilirse ısıl işleme gerek kalmadan jel oluşturabilmektedirler. Fazla miktarda ε-(γ-Glu) Lizin bağları içeren jellerde ise sineresis görülebilmektedir. Viskozitedeki artışın sebebi de protein polimerize olduğunda moleküler ağırlığı ve bundan dolayı da çözeltinin viskozitesinin artmasıdır. Ayrıca transglutaminaz tarafından oluşturulan ε-(γ-Glu) Lizin bağları

kovalent bağlar olduğu için sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklıdır ve jelin su tutma kapasitesini artırmaktadır (Kuraishi ve ark., 1996, 2001, Başman ve Köksel 2003).

Transglutaminaz enzimi düşük kalite unlarla yapılan çeşitli tahıl ürünlerinde ortaya çıkan tekstürel bozuklukların düzeltilmesinde ve ekmek hacminin artırılmasında da etkilidirler. Çok az bir dozda kullanıldığında bile hamur özellikleri üzerinde modifikasyona neden olmaktadırlar. Transglutaminaz dolaylı olarak çözünebilir proteinlerin, disülfit kovalent bağların oluşumu ile çözünemeyen yüksek molekül ağırlıklı protein polimerlerine dönüşümünü sağlar (Gerrard ve ark. 1998, Gerrard ve ark. 2000, Larre ve ark. 2000, Başman ve Köksel 2002, Tseng ve Lai 2002, Kurt ve Zorba 2004). Başman ve ark. (2001) transglutaminazın buğday ve arpa proteinlerinde benzer etki göstermektedir. Ancak soya proteinlerinin transglutaminaz için en iyi substrat olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca transglutaminazın, süne proteaz enzimi ile hidrolize edilmiş hamurun yapısını yeniden oluşturduğu bildirilmiştir.

Birçok araştırma, ısıtma ile bile jel oluşturma yeteneği olmayan süt kazeininin farklı transglutaminazlar için çok iyi bir substrat olduğunu göstermiştir. Kazeinden transglutaminaz reaksiyonu ile ısıya dayanıklı sıkı bir jel oluştuğu bulunmuştur. Mikrobiyal transglutaminazı yoğurt üretiminde kullanarak, sıcaklıktaki değişim ve fiziksel etkenler ile ortaya çıkan serumun ayrılması problemi, mikrobiyal transglutaminazın jelin su tutma kapasitesini geliştirmesi ile çözülebileceği bildirilmiştir (Motoki ve Seguro 1998).

Bir soya fasulyesi loru olan Tofu, Ca^{2+}, Mg^{2+} ve glukano-γ-lakton eklenerek soya proteinlerinin koagulasyonu ile üretilir. Yumuşak, düzgün tekstür sterilizasyonla kolayca bozulabilir. Buna rağmen mikrobiyal transglutaminaz düzgün tekstürün uzun süre korunabilmesini olanaklı kılar. Ayrıca bu enzim, geleneksel bir Japon mezesi olan yenilebilir soya filmi yubanın yapısını geliştirir (Motoki ve Seguro 1998). Babiker (2000) yaptığı çalışmada sindirilmiş soya proteininin polimerizasyonunun normal protein polimerine göre protein çözünürlüğünü, ısıya dayanıklılığını, köpürme ve emülsifikasyon özelliklerini geliştirmede daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Transglutaminaz, çeşitli Çin ve Japon erişte ve makarnalarında kaliteyi iyileştirmektedir. Makarnada 0.2 ünite/g un seviyesinde kullanılması enzim ilave edilmemiş makarnaya göre daha yüksek sertlik değeri vermiştir. Çin eriştelerinde de

sertlik değerinin arttırmaktadır. Transglutaminazın oluşturduğu çapraz bağlar ısıya dayanıklı olduğu için eriştelerin sertlik ve elastikiyeti pişirmeden sonra uzun süre kalıcıdır. Transglutaminaz hamurun yapısını kuvvetlendirdiği için nişasta gluten ağı içinde daha iyi tutulur ve suya geçen madde miktarı da azalır. Nişasta miktarı azaldığı için makarna ve eriştelerin yüzeyi daha az yapışkan olur (Kuraishi ve ark. 2001, Başman ve Köksel 2003). Mikrobiyal transglutaminaz, düşük kaliteli unların kullanıldığı erişte ve makarnalarda bile pişirme sonrası yapıdaki bozulmaları engeller ve bu ürünlerin dayanıklılığını arttırır. Ayrıca enzimin eklenmesi ile ekmeklerin hacminin artırıldığı ve kuvvetlendirildiği bildirilmiştir (Motoki ve Seguro 1998). Wu ve Corke (2004) yaptıkları çalışmada mikrobiyal transglutaminazın kurutulmuş, beyaz tuzlu eriştelerin tekstürel özelliklerini genel olarak arttırdığını, pişme kaybının az etkilendiğini, pişmiş eriştenin randımanının önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Başman ve ark. (2003) ekmek kalitesinde bozmadan, çapraz bağ oluşumunu katalizleyen transglutaminaz enzimi kullanarak buğday ununa soya ve arpa ununun eklenebilirliğini araştırmışlardır. Yumuşak ve sert buğday kültürlerinde soya ve arpa ununun artan seviyelerde eklenmesi farinograf su absorpsiyonunu yükseltmiş ve transglutaminaz uygulaması hamurun dayanıklılığını artırmış, uzayabilirliğini düşürmüştür. Yumuşak buğday unundan yapılmış ekmekte transglutaminaz uygulanmamış örneklere göre daha yüksek hacim, daha iyi ekmek içi ve kabuk özellikleri vermiş. Hacimdeki artışın, transglutaminazın buğday ve arpa proteinlerindeki çapraz bağ reaksiyonlarını katalizleyerek zayıf gluteni kuvvetli bir glutene dönüştürmesinden olabileceği bildirilmiştir. Fakat soya unu eklenmiş ekmek kalitesinde önemli bir gelişme yapmadığı da belirtilmiştir.

Bauer ve ark. (2003) mikrobiyal transglutaminazın buğdayın gluteni üzerine etkisini araştırmışlardır. Transglutaminazın artan konsantrasyonu hamurun uzayabilirliğinde şiddetli bir düşme ve uzamaya karşı direncinde artışa neden olmuştur. Tseng ve Lai (2002) buğdayın farklı tabakalarından elde edilen 3 farklı undan hazırlanan hamurların viskoelastik özelliklerini modifiye etmek için mikrobiyal transglutaminaz kullanmışlar. 16 ppm mikrobiyal transglutaminaz eklendiğinde hamurlarda uzamaya karşı direncin arttığını, hamurların uzayabilirliğinin düştüğünü ve yapışkanlığın azaldığını bildirmişlerdir.

Moore ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada transglutaminaz enziminin yağsız süttozulu ekmekte daha kompakt bir yapı oluşturduğunu, bu enzimle glutensiz bir ekmekte bile bir protein ağının oluşturulabileceğinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Bu enzimin etkinliği hem protein kaynağına hem de protein konsantrasyonuna bağlıdır.

Transglutaminaz enziminin kek, bisküvi ve pastacılık ürünlerinde de olumlu etkileri olduğu, transglutaminaz ilavesi ile bazı keklerde pişme sonrası çökmenin önlendiği, hacim, iç yapı ve kek tekstürünün iyileştiği bildirilmiştir. Puff pastry gibi katmanlı ürünlerde pişme sonrası, hamur katmanlarının daha iyi kabardığı, gevrekliğin ve hacmin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca bisküvide de gevrekliği arttırmış ve gevreklik uzun süre korunmuştur (Kuraishi ve ark. 2001, Başman ve Köksel 2003).

Pirinç unu besinsel özelliğinden dolayı değerli bir tahıl unu olmasına rağmen fermente edilmiş fırın ürünlerinde fermentasyonda üretilen gazı tutamamasından dolayı kullanımı sınırlıdır. Gujral ve Rosell (2004) farklı konsantrasyonlarda mikrobiyal transglutaminazı pirinç ununa uygulamışlar ve modifikasyonun ölçüsünü amino ve tiyol gruplarının miktarı ile değerlendirerek transglutaminazın pirinç unu hamurunun dinamik reolojik özelliklerini geliştirdiğini, % 2 hidroksipropilmetilselüloz ve % 1 transglutaminaz ile daha yumuşak ekmek içi ve daha yüksek spesifik hacimli pirinç ekmeği elde edildiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Kek üretiminde Tip 550 ve kadayıflık un (Ova Un Fabrikası, Konya) kullanıldı. Soya fasulyesi, şeker, yumurta, margarin, vanilya, tuz, süttozu, mısır nişastası ve kabartma tozu piyasadan temin edildi. SSL ve DATEM Norbaran A.Ş, Konya; Transglutaminaz (Alphamalt PT 8001 microbial transglutaminase) Mühlenchemie GmbH, Germany firmasından temin edildi.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Deneme 2 farklı un (Tip 550 ve kadayıflık un), zenginleştirmek amacıyla 3 farklı protein kaynağı (süttozu, soya unu ve soya sütü) (soya unu ve soya sütü % 8 oranında, süttozu yerine ikame edilerek kullanıldı), transglutaminaz enzimi ilaveli (% 0.09) ve ilavesiz olarak 2 x 4 x 2 x 2 deneme düzenine göre gerçekleştirildi.

3.2.2. Soya sütünün hazırlanması

Kek yapımında kullanılan soya sütünü hazırlamak için 150 gr soya fasulyesi önce temizlendi. Sonra 10-16 saat ıslatıldı. Islak soya fasulyeleri yaklaşık 1 saat pişirildi. Pişmiş soya fasulyeleri 1000 ml su eklenerek blender ile ezildi. Soya-su karışımının elek ile katı kısmı ayrıldıktan sonra soya sütü elde edildi (Anonymous 2003).

3.2.3. Kek denemeleri

Kek denemelerinde kullanılan formülasyon ön denemelerle belirlenmiş olup, Çizelge 3.1'de verilmiştir. Kek üretiminde; yumurta ve şeker krema görüntüsü

alıncaya kadar karıştırıldı, karışımın üzerine shortening ilave edilerek homojen bir yapı sağlanıncaya kadar işleme devam edildi. Sonra diğer tüm bileşenler eklenip homojen bir kek hamuru elde edildi. Pişirilmeden önce hamurların özgül ağırlık ölçümü yapıldı. Kek hamurları mini fırında (Bosch HBT 112) 160˚C sıcaklıkta 50 dk süreyle pişirildi. Keklerin fırından çıkar çıkmaz ağırlıkları ve 20 dk soğutulduktan sonra ise hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ölçüldü (AACC, 1991; Mercan 1998).

3.2.4. Laboratuvar analizleri

Bazı hammadde ve keklerde su (AACC 44-19), kül (AACC 08-03), protein (AACC 46-12) miktarları belirlendi. Unlarda gluten miktarı (AACC 38-12), düşme sayısı değerleri belirlendi (AACC 1990).

Kek hamurlarının özgülağırlığı; hacmi bilinen bir kaptaki hamurun ağırlığını, aynı kaptaki suyun ağırlığına bölerek ölçüldü (Khalil 1998, Masoodi ve ark. 2002, Mercan 1998). Kek hamurlarının pH' sı digital pHmetre (WTW pH315i/set) kullanılarak ölçülmüştür.

Keklerin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri AACC' nin Standart Metotlarından Metot 10-91' e belirlenmiştir. Ölçme işlemi için milimetrik şablon kullanıldı. Kekler soğutulduktan sonra dikey olarak merkezlerinden kesildi. Milimetrik kağıt ile hazırlanan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilip B, C ve D yükseklikleri milimetrik şablondan okundu. Hacim indeksi (mm); B+C+D, simetri indeksi (mm); 2C-B-D, tekdüzelik indeksi (mm); B-D formülü ile hesaplandı.

3.3. İstatistik Analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulup; farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak karşılaştırıldı (Düzgüneş ve ark. 1987).

Çizelge 3.1 Kek Hamuru Formülasyonu

Bileşenler	Miktar (gr)	Una göre %
Un	125	100
Şeker	110	88
Yumurta	100	80
Shortening	90	72
Kabartma tozu	2	1.6
Vanilya	2	1.6
Tuz	2	1.6
Mısır nişastası	10	8
SSL	0.3	0.24
Datem	0.3	0.24
Soya sütü*	10	8
Soya unu	10	8
Yağsız süttozu	10	8

* Kuru madde esasına göre

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

Kek yapımında kullanılan hammadde üzerinde yapılan bazı analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2' de verilmiştir. Kadayıflık un düşük protein değeri ile dikkat çekmektedir. Süt tozu en yüksek kül ve protein değerine sahip olan bileşenlerdir. Soya unu ve bundan hazırlanan soya sütünün pH değerleri diğer bileşenlerden yüksek olup, soya sütünün parlaklık değeri diğer bileşenlerin oldukça altındadır. (Çizelge 4.1) Farinograf değerleri incelendiğinde Tip 550 unun, kadayıflık una göre su absorbsiyon değerinin yüksek, gelişme süresi ve stabilitesinin ise düşük olduğu görülmektedir. Alveograf değerlerinden de kadayıflık unun enerjisinin oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Kek Üretiminde Kullanılan Hammaddeye Ait Bazı Analiz Sonuçları*

	Su (%)	Kül (%)	Protein** (%)	Yağ (%)	pH	L	a	b
Tip 550 Un	13.3	0.49	11.4	1.2	5.59	90.70	-4.02	9.69
Kadayıflık Un	11.2	0.53	8.6	0.7	6.05	91.78	-4.26	8.91
Süt Tozu	3.1	8.20	40.5	0.3	6.25	94.11	-6.94	11.61
Soya Unu	10.9	4.17	38.4	19.9	6.50	84.66	-5.24	20.46
Soya Sütü	75.0	1.25	10.2	5.59	6.75	48.50	-1.07	10.59

* Kuru Madde Esasına Göre ** Protein = N * 5.75

Çizelge 4.2. Kek Üretiminde Kullanılan Un Örneklerine Ait Reolojik Analiz Sonuçları

	Farinogram değerleri*			Alveogram değerleri		
	Su absorb. (%)	Gelişme süresi (dk)	Stabilite (dk)	Max basınç (mmH_2O)	Uzama (mm)	Enerji (Joule)
Tip 550 Un	61	3.3	11.9	84	76	251
Kadayıflık Un	56.1	1.9	4.7	62	98	91

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Ph

Kek hamuru örneklerine ait pH ölçüm sonuçları Çizelge 4.3' te verilmiştir. Ortalama pH değeri kek hamurlarında 7.11±0.9' dir. pH önemli derecede kek içi rengini etkiler. Bu nedenle beyaz keklerde hamur pH' sı 0.2 birim düşürülerek kek içi beyazlığı geliştirilir (Pyler 1988). Masoodi ve ark.' nın (2002) çalışmasında kek pH değerleri 6.82-7.19 arasındadır. Karaoğlu (1998) ve Pyler (1988) da benzer pH değerleri bulmuştur.

pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Kek hamurlarının pH değerleri üzerine protein kaynağı, un tipi, "protein kaynağı x un tipi" interaksiyonu ($p<0,01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Farklı ilave protein kaynaklarının kullanılması kek hamuru pH değerini istatistiki olarak değiştirmiştir (Çizelge 4.5). İlave protein kaynağı kullanılmayan kek hamurunda pH değeri en yüksek (7.20) bulunmuştur. Süttozu ise pH' da en fazla düşüşü sağlamış olup kek hamuru pH' sını 6.99' a düşürmüştür. Şurup, un, meyve, meyve suyu, süt, süt yağı ve emülgatörler genel olarak kek hamuru pH sını düşürür (Pyler 1988).

Un tipinin kek hamuru pH değerine olan etkisi incelendiğinde; Tip 550 un kullanılan kek hamurunun pH değeri (7.09), kadayıflık un kullanılan kek hamurunun pH değerinden (7.12) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5). Kek pH' sı major bileşenler ve kabartıcı maddeler ile belirlenir (Pyler 1988). Kek formülasyonunda kullanılan Tip 550 ve kadayıflık unlar da major bileşen olup pH' yı etkilemiştir.

Transglutaminaz enzimi kullanılan ve kullanılmayan kek hamurlarının pH değerleri istatistiki olarak birbirinden farksızdır (Çizelge 4.5).

Kek hamuru pH değerinin üzerinde etkili "un tipi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.1' de verilmiştir. Süttozu katkısı her iki un tipinden hazırlanan kek hamurlarında en düşük pH değerini vermiştir. Soya unu katkısı ise şahit kek

Çizelge 4.3. Farklı Formülasyonlarda Hazırlanan Kek Hamurlarının pH ve Yoğunluk Analiz Sonuçları

Protein Kaynağı	Un Tipi	TG* İlavesi (%)	pH	Yoğunluk g/cm^3
Kontrol	Tip 550	0	7.21**	0.86
			7.20***	0.86
		0.09	7.19	0.85
			7.20	0.86
	Kadayıflık	0	7.22	0.84
			7.20	0.85
		0.09	7.20	0.85
			7.21	0.85
Süt Tozu	Tip 550	0	6.98	0.87
			7.00	0.88
		0.09	6.96	0.88
			7.00	0.88
	Kadayıflık	0	6.99	0.86
			6.97	0.86
		0.09	7.02	0.85
			6.99	0.86
Soya Unu	Tip 550	0	7.08	0.89
			7.05	0.90
		0.09	7.08	0.89
			7.09	0.89
	Kadayıflık	0	7.10	0.87
			7.08	0.86
		0.09	7.08	0.86
			7.09	0.85
Soya Sütü	Tip 550	0	7.10	0.92
			7.08	0.93
		0.09	7.14	0.92
			7.12	0.92
	Kadayıflık	0	7.17	0.89
			7.20	0.90
		0.09	7.20	0.91
			7.20	0.90
Ortalama			**7.11**	**0.88**
Standart sapma (±)			**0.09**	**0.03**
Minimum			**6.69**	**0.84**
Maximum			**7.22**	**0.93**

***** Transglutaminaz ** I. Tekerrür *** II. Tekerrür

Çizelge 4.4. Kek Örneklerinin pH ve Yoğunluk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	pH		Yoğunluk	
		KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	0.069	307.71 **	0.005	159.06 **
Un Tipi (B)	1	0.006	26.89 **	0.004	115.60 **
(A x B)	3	0.003	12.00 **	0.000	5.47 **
TG ilavesi (C)	1	0.001	2.72 ns	0.000	0.40 ns
(A x C)	3	0.000	1.83 ns	0.000	1.20 ns
(B x C)	1	0.000	0.05 ns	0.000	0.40 ns
(A x B x C)	3	0.000	1.83 ns	0.000	2.26 ns
Hata	16	0.000		0.000	

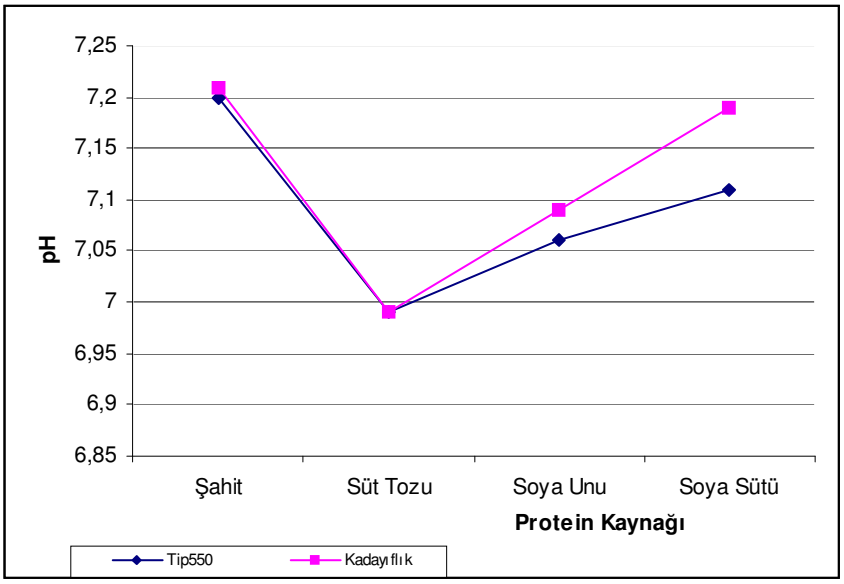
* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.5. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait pH ve Yoğunluk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Faktör		N	pH	Yoğunluk
Protein Kaynağı	Şahit	8	7.20 a	0.85 c
	Süt tozu	8	6.99 d	0.87 b
	Soya unu	8	7.08 c	0.88 b
	Soya sütü	8	7.15 b	0.91 a
Un Tipi	Tip 550	16	7.09 b	0.89 a
	Kadayıflık	16	7.12 a	0.87 b
TG**	0	16	7.10 a	0.88 a
İlavesi (%)	0.09	16	7.11 a	0.88 a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)
** Transglutaminaz ilavesi

hamurlarına göre pH' ı düşürmüştür ve Tip 550 ile yapılan kek hamurlarında daha fazla pH düşüşü göstermiştir. Soya sütü katkısı diğer protein kaynaklarına göre her iki un tipinde de daha yüksek pH vermiştir. Kadayıflık un ile yapılan kek hamurlarında soya sütü katkısı ile şahite daha yakın pH değeri sağlanmıştır. Tip 550 un ise daha düşük pH değeri vermiştir. Kekin pH değeri, özellikle Çikolatalı Kek ve Devil' in Gıda kekinde kek içi ve kabuk rengini etkiler. Optium kek hacmi, kek içi taneciği ve tekstürü ancak uygun pH değerinde sağlanır. Kekin pH' sı artarsa kek hacmi artarken kekin tanecikleri daha ince hücre duvarı ile kaba olur. Aksine pH azalırsa kek içi daha sıkı, ince olur ve kek hacmi düşer (Pyler 1988).



Şekil 4.1. Kek Hamuru pH Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu

4.2.2. Yoğunluk

Kek hamuru örneklerine ait yoğunluk ölçüm sonuçları Çizelge 4.3' te verilmiş olup ortalama yoğunluk değeri 0.88±0.03 g/cm^3 (0.84–0.93)' dir. Khalil (1998) yoğunluk değerlerini 0.84–0.95 g/cm^3, Raeker ve ark. (1995) ise 0.765–0.815 g/cm^3 arasında bulmuşlardır. Kek hamurlarının yoğunluğu keklerin hacmi, gevrekliği ve tekstürünü etkilediği için kek üretiminde sürekli kontrol edilmesi gereken bir parametredir (Yıldız ve ark. 2004).

Yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Kek hamurlarının yoğunluk değerleri üzerine protein kaynağı, unun tipi, "protein kaynağı x unun tipi" interaksiyonu ($p< 0.01$) önemli bulunmuştur.

Protein kaynağı, unun tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir.

İlave protein kaynağına bağlı olarak yoğunluk değerleri değişmiştir. Şahit kek hamurunu yoğunluğu 0.85 g/cm^3 olup en düşük yoğunluk değeridir (Çizelge 4.5). Protein kaynağına bağlı olarak yoğunluk artış göstermiştir. Kek hamuru örneklerinde süt tozu ve soya unu katkısında yoğunluk değerleri istatistiki olarak farksız olup sırasıyla 0.87 ve 0.88 g/cm$^{3'}$ dir. Pearce ve ark. (1984) ve Pyler (1988) yağsız süttozunun yoğunluğu etkilediğini bildirmişlerdir. Soya sütü katkısında yoğunluk değerindeki artış en yüksek olmuştur.

Un tipinin kek hamuru yoğunluk değerine olan etkisi (Çizelge 4.5) incelendiğinde; Tip 550 un kullanıldığında daha yüksek yoğunluk değeri (0.89) belirlenmiştir. Kadayıflık un ise yoğunluk değerini düşürmüştür (0.87). Marx ve ark. (1990) 2 farklı un tipi ile yaptıkları çalışmada kek unu ve çok amaçlı unun kek hamuru yoğunluğu üzerinde istatistiki olarak etkili olmadığını fakat deskriptif değerlendirmede çok amaçlı unun yoğunluğu yükselttiğini bulmuşlardır.

Kek hamurlarında % 0 ve 0.09 transglutaminaz katkısında yoğunluk değerleri istatistiki olarak farksız ve 0.88 g/cm^{3}' dir.

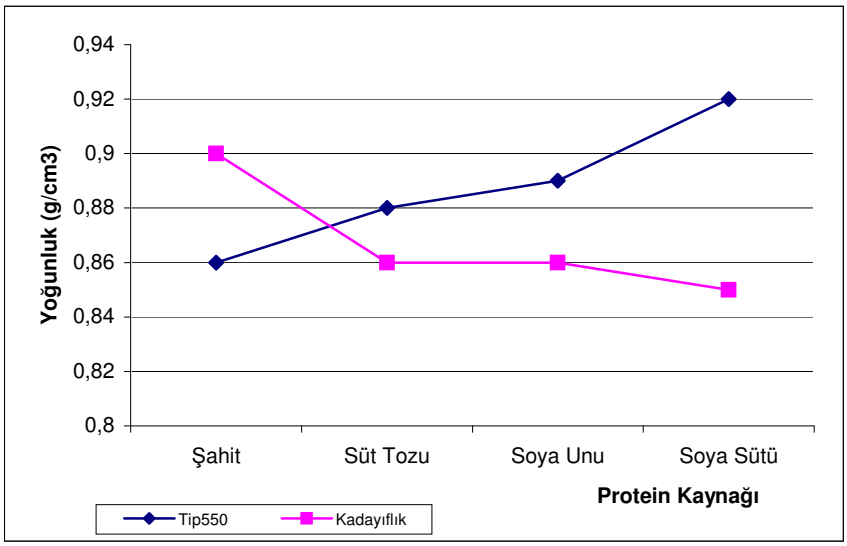
Kek hamurlarının yoğunluğu üzerinde etkili "un tipi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.2' de verilmiştir. Tip 550 un şahit keklerin hamurunda kadayıflık una göre daha düşük yoğunluk değeri vermiştir. Süt tozu katkısında Tip 550 unun verdiği yoğunluk değeri 0.88 olup tersine yoğunlukta bir artış olmuştur.

Kadayıflık unda ise yoğunluğu düşürmüştür. Burada muhtemelen, protein kaynaklarının ilavesi ile, Tip 550 unda yoğunluk artarken, zayıf kadayıflık unda düşüş göstermiştir.

Soya unu katkısı şahite göre Tip 550 unda yoğunluk değerini artırmıştır. Kadayıflık unda ise yoğunlukta düşüşe neden olmuştur. Kadayıflık unda süt tozu ve soya unu katkılarının verdiği yoğunluk değerleri birbirinden farksızdır.

Soya sütü katkısının Tip 550 unda verdiği yoğunluk değeri 0.92 olup şahit kek hamuruna göre en yüksek yoğunluk değerini vermiştir. Kadayıflık unda ise yoğunluğu düşürmüştür. Pyler (1988) de hamurun yoğunluğu ile son ürün kekte hacim, gevreklik, tekstür ve kek içi taneciklerin kalitesi arasında direkt bir ilgi olduğunu ve optimum kalitede kek elde etmek için, hamur sisteminde optimum yoğunluk sağlanması gerektiğini bildirmiştir.

Burada, kadayıflık unda protein kaynakları, özellikle soya unu ve sütü ile daha alkali ortam oluşturulduğu, bunun da daha yumuşak hamur yapısı ve daha havaleli, düşük yoğunluklu hamura sebep olduğu söylenebilir. Süttozu ise baskın buffer etkisi ile pH ve hamur yoğunluğunda fazla değişim göstermemiştir.



Şekil 4.2. Kek Hamuru Yoğunluk Değeri Üzerinde Etkili ″Un Tipi x Protein Kaynağı″ İnteraksiyonu

4.2.3 Kek örneklerinin fiziksel özellikleri

4.2.3.1 Ağırlık

Kek örneklerine ait ağırlık ölçüm sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Ortalama kek ağırlığı 119.13±1.35 (115.6-121.4) gr' dır.

Ağırlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Kek örneklerinin ağırlık değeri üzerinde ilave protein kaynağının ($p < 0.01$) etkisi önemli bulunmuştur. Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait bazı fiziksel özellik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

İlave protein kaynağının kek ağırlığına olan etkisi incelendiğinde; şahit keklere göre daha ağır keklerin elde edildiği ve ilave protein kaynağı çeşidinin kek ağırlığı üzerindeki etkisinin birbirinden farksız olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9). İlave protein kaynağı ilave edilen keklerdeki ağırlık artışının bu protein kaynaklarının su tutma kapasitelerinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Kek formülasyonunda farklı miktarlarda yağsız süttozunun kullanılmasıyla su kaybı oranlarının pişme sırasında nem kaybını düşürerek azaldığı belirtilmiştir (Pearce ve ark. 1984, Pyler 1988, Anon. 1966, Mercan 1998). Süttozu, soya unu ve soya sütü hamur absorbsiyonunu arttırmaktadır. Soya unu ağırlığının % 110' una eşit miktarda su absorbe eder (Certel 1986, Pyler 1988, Roach ve ark. 1992, Mercan 1998).

Farklı un tiplerinin kek ağırlık değerine olan etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Transglutaminaz enziminin farklı dozlarıda kek ağırlığı üzerinde istatistiki olarak bir değişikliğe neden olmamıştır.

Çizelge 4.6. Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Analiz Sonuçları

Protein Kaynağı	Un Tipi	TG* İlavesi(%)	Ağırlık (g)	Hacim indexi (mm)	Simetri İndexi (mm)	Tekdz. indexi (mm)	Sertlik(N/cm^2) 1.gün	3.gün
Kontrol	Tip 550	0	115.6**	151	13	1	89.1	93.5
			118.2***	151	14	1	87.0	90.3
		0.09	116.5	155	11	3	71.9	88.5
			118.4	154	11	1	71.6	85.3
	Kadayıflık	0	116.7	154	8	1	49.0	54.0
			116.8	155	9	1	45.6	51.2
		0.09	116.9	155	7	1	52.0	57.2
			118.8	156	8	1	53.4	58.6
Süt Tozu	Tip 550	0	119.8	155	12	1	62.0	66.5
			119.6	152	10	2	57.3	65.1
		0.09	120.1	157	5	3	51.0	62.0
			119.7	157	7	2	52.6	60.0
	Kadayıflık	0	119.6	158	8	1	47.3	48.5
			118.7	160	8	2	44.3	47.7
		0.09	119.7	160	7	1	46.2	48.0
			118.6	161	7	1	43.2	44.9
Soya Unu	Tip 550	0	121.2	153	11	2	54.0	57.0
			120.3	155	12	1	53.6	56.6
		0.09	119.8	161	8	2	51.5	59.0
			121.4	164	8	1	50.3	58.6
	Kadayıflık	0	119.4	155	6	2	50.0	61.0
			118.7	158	6	2	50.0	60.4
		0.09	120.0	163	5	2	41.5	50.0
			119.5	162	6	3	40.3	51.8
Soya Sütü	Tip 550	0	119.6	155	12	1	59.5	63.5
			120.6	155	14	1	55.6	59.9
		0.09	119.5	161	11	1	60.5	59.0
			120.3	154	8	1	50.2	57.8
	Kadayıflık	0	119.4	160	11	2	42.0	56.0
			119.6	161	12	1	41.0	57.8
		0.09	119.5	167	11	2	43.0	48.5
			119.7	157	11	1	42.6	48.3
Ortalama			**119.13**	**157.63**	**9.28**	**1.47**	**53.41**	**60.20**
Standart sapma (±)			**1.35**	**4.09**	**2.61**	**0.62**	**12.03**	**12.50**
Minimum			**115.6**	**151.0**	**5.0**	**1.0**	**40.3**	**44.9**
Maximum			**121.4**	**167.0**	**14.0**	**3.0**	**89.1**	**93.5**

* Transglutaminaz ** I. Tekerrür *** II. Tekerrür

Çizelge 4.7. Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Ağırlık		Hacim indexi		Simetri indexi	
		KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	13.11	19.18 **	52.75	5.74 **	22.87	27.09 **
Un Tipi (B)	1	2.47	3.62 ns	60.50	6.58 *	42.78	50.70 **
(A x B)	3	0.64	0.94 ns	14.58	1.58 ns	9.11	10.80 **
TG ilavesi (C)	1	0.69	1.10 ns	45.13	4.91 *	38.28	45.37 **
(A x C)	3	0.29	0.43 ns	14.54	1.58 ns	0.62	0.73 ns
(B x C)	1	0.26	0.39 ns	1.13	0.12 ns	16.53	19.59 **
(A x B x C)	3	0.09	0.13 ns	6.70	0.73 ns	0.53	0.63 ns
Hata	16	0.68		9.19		0.84	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.8. Kek Örneklerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Tekdüzelik indexi		Sertlik (1.gün)		Sertlik (3. gün)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	1.36	4.85 *	476.79	82.59 **	525.45	246.94 **
Un Tipi (B)	1	0.28	1.00 ns	1829.66	327.86 **	1780.55	836.80 **
(A x B)	3	0.62	2.18 ns	205.64	35.62 **	396.48	186.33 **
TG ilavesi (C)	1	0.03	0.11 ns	130.00	22.52 **	82.88	38.95 **
(A x C)	3	0.19	0.70 ns	12.42	2.15 ns	12.66	5.95 **
(B x C)	1	0.28	1.00 ns	84.83	14.69 **	1.57	0.74 ns
(A x B x C)	3	0.11	0.41 ns	66.45	11.51 **	46.52	21.86 **
Hata	16	0.28		5.77		2.13	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.9. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Bazı Fiziksel Özellik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Faktör		N	Ağırlık (g)	Hacim indexi	Simetri indexi	Tekdz. indexi	Sertlik(N/cm^2) 1.gün	3.gün
Protein Kaynağı	Şahit	8	117.24 b	154.00 b	10.13 a	1.00 b	64.95 a	72.33 a
	Süt tozu	8	119.48 a	157.75 ab	8.00 b	1.75 ab	50.51 b	55.34 b
	Soya unu	8	120.03 a	159.86 a	7.75 b	1.88 a	48.90 b	56.80 b
	Soya sütü	8	119.78 a	158.88 a	11.25 a	1.25 ab	49.30 b	56.35 b
Un Tipi	Tip 550	16	119.41 a	156.25 b	10.44 a	1.37 a	61.10 a	67.66 a
	Kadayıflık	16	118.85 a	159.00 a	8.13 b	1.56 a	45.73 b	52.74 b
TG**	0	16	118.98 a	156.43 b	10.38 a	1.50 a	55.43 a	61.81 a
İlavesi (%)	0.09	16	119.28 a	158.81 a	8.19 b	1.44 a	51.40 b	58.59 b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)
** Transglutaminaz ilavesi

4.2.3.2 Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksi

Kek örneklerine ait hacim, simetri ve tek düzelik indeksleri Çizelge 4.6' da, hacim, simetri ve tekdüzelik indekslerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait bazı fiziksel özellik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

4.2.3.2.1 Hacim indeksi

Kek örneklerinin hacim indeksi ortalama 157.63±4.09 mm' dir Hacim indeksi, keklerin gerçek hacimlerini ölçmemekle birlikte, keklerin hacmi hakkında fikir vermekte ve hacim indeksleri ile hacimleri arasında doğru bir ilişki vardır (Bath ve ark. 1992, Çelik ve Kotancılar 1998, Mercan 1998). Masoodi ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada hacim indeksini 111-122 mm arasında, Kim ve Walker (1992) farklı nişasta ve şekerler kullanarak yaptıkları keklerin hacim indekslerini ise 109.3–170.5 mm arasında bulmuşlardır. Farklı emülgatörlerin kek kalitesine etkisini araştıran Mercan (1998) da hacim indekslerini 113–141 mm arasında bulmuştur. Farklı araştırmacıların sonuçlarının farklı olması formülasyon farklılıkları, tavaya konulan kek hamuru miktarları gibi proses koşullarının farklılığından kaynaklanabilir (Mercan 1998).

Kek örneklerinin hacim indeksi üzerinde protein kaynağı ($p<0.01$), un tipi ($p<0.05$), transglutaminaz ilavesi ($p<0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Farklı protein kaynaklarının kullanılması hacim indeksi değerini istatistiki olarak değiştirmiştir (Çizelge 4.9). Soya unu ve soya sütü kullanılan keklerde hacim indeksi diğer protein kaynaklarına göre daha yüksektir. Şahit keklerin hacim indeksi ortalama 154.00 mm olup en düşüktür. Protein kaynağının eklenmesi keklerin hacim indekslerinde bir artışa neden olmuştur. Soya unu ve soya sütü katkısının keklerin hacim indeksi üzerindeki etkisi birbirinden istatistiki olarak farksız olup sırası ile 159.86 mm ve 158.88 mm'dir. Elgün ve Certel (1988) % 1 aktif soya unu ile % 3 ve 6 yağsız soya unu katkıları kontrole göre daha yüksek ekmek verimi ve hacim verimi sağlandığını belirtmiştir. Sievert ve ark. (1990) soya polisakkaritini Japon sponge

kek üretiminde kullanmışlar ve % 4 soya polisakkariti oranına kadar kek kalitesi ve kek hacmi artmış, % 4 oranında ise kek hacmini düşmüş ve daha büyük gözenek, bozuk kek içi oluşmuştur.

Un tipinin kek örneklerinin hacim indekslerine olan etkisi, incelendiğinde (Çizelge 4.9), Tip 550 un kullanılan kek örneğinin hacim indeksi (156.25 mm) daha düşük, kadayıflık un kullanılan kek örneğinin hacim indeksi (159.00 mm) ise daha yüksektir. Marx ve ark. (1990) çok amaçlı un ile yapılan keklerin hacim indekslerinin, kek unu ile yapılan keklerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Transglutaminaz enziminin farklı dozlarının (% 0 ve 0.09) hacim indeksi üzerindeki etkisi istatistiki olarak birbirinden farklıdır. Transglutaminaz enzimi kullanılan kek örneklerinin hacim indeksi (158.81) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9). Transglutaminaz enzimi çok az bir dozda kullanıldığında bile hamur özelliklerini modifiye eder (Gerrard ve ark. 1998, Gerrard ve ark. 2000, Larre ve ark. 2000, Basman ve Köksel 2002, Tseng ve Lai 2002, Kurt ve Zorba 2004). Başman ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada yumuşak buğday ununda yapılmış ekmekte transglutaminaz uygulanmamış örneklere göre daha yüksek hacim sağlanmıştır. Hacimdeki artışın, transglutaminazın buğday ve arpa proteinlerindeki çapraz bağ reaksiyonlarını katalizleyerek zayıf gluteni kuvvetli bir glutene dönüştürmesinden olabileceği bildirilmiştir (Larre ve ark. 2000, Başman ve ark. 2003). Düşük fakat kaliteli glutenin kek özelliklerine olumlu etkisi bulunmaktadır (Pyler 1988).

Soya proteinleri transglutaminaz için en iyi substrattır (Başman ve ark. 2001). Babiker (2000) yaptığı çalışmada sindirilmiş soya proteininin polimerizasyonunun normal protein polimerine göre protein çözünürlüğünü, ısıya dayanıklılığını, köpürme ve emülsifikasyon özelliklerini geliştirmede daha etkili olduğunu, normal protein polimerizasyonunun proteinin özellikle jel oluşturma gibi fiziksel özelliklerini geliştirdiğini bildirmiştir.

4.2.3.2.2 Simetri indeksi

Kek örneklerinin simetri indeksi ortalama 9.28±2.61 mm' dir. Kek endüstrisinde simetri indeksi keklerin dış hatlarının profillerini belirlemek için kullanılmakta olup simetri indeksinin artması kekin merkezden yukarıya doğru

kabarıp bombe oluşturmasını, azalması ise kekin düz bir üst yüzeye sahip olduğunu gösterir (Bath ve ark. 1992, Mercan 1998). Farklı protein kaynakların kek örneklerinin simetri indeksi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Süt tozu ve soya unu kullanılan kek örneklerinin simetri indeksleri sırası ile 8.00 ve 7.75' tir ve istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Şahit ve soya sütü kullanılan kek örneklerinin simetri indeksleri (Çizelge 4.9) de birbirine yakın olup diğer örneklerden daha yüksektir. Burada soya sütünün üstünlüğü görülmektedir. Mercan (1998) yaptığı çalışmada ise simetri indeksi değerlerini 0.0–6.0 mm arasında bulmuştur. Formülasyon farklılıkları da göz önünde bulundurularak Masoodi ve ark. (2002) simetri indeksi değerlerini 0.0-8.8 mm arasında bulmuşlardır.

Simetri indeksleri üzerinde ise protein kaynağı, un tipi, "protein kaynağı x un tipi" interaksiyonu, transglutaminaz ilavesi, "un tipi x transglutaminaz enzimi" interaksiyonu ($p<0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

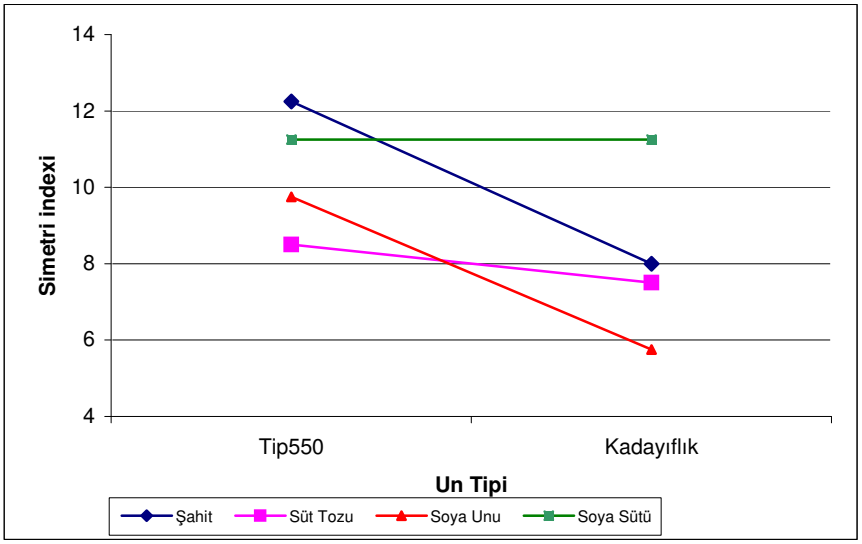
Farklı un tiplerinin kek örneklerinin simetri indeksine olan etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.9), Tip 550 un kullanıldığında daha yüksek simetri indeksi değeri (10.44) elde edilmiş, kadayıflık un kullanıldığında ise daha düşük simetri indeksi (8.13) elde edilmiştir.

Transglutaminaz enziminin simetri indeksine olan etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.9) transglutaminaz enzimi kullanılan kek örneği daha düşük simetri indeksi değeri vermiş olup 8.19'dur.

Kek örneklerinin simetri indeksi üzerinde etkili "un tipi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.3' de verilmiştir.

Soya sütü ilavesi her iki un tipinden hazırlanan keklerde de benzer simetri değerini verirken diğer protein kaynakları kadayıflık un kullanıldığında daha düşük simetri değerleri vermişlerdir (Şekil 4.3). Bu düşüş özellikle şahit ve soya unu ilavesi yapılan keklerde çok belirgindir.

Kek örneklerinin simetri indeksi üzerinde etkili "un tipi x transglutaminaz enzim seviyesi" interaksiyonu Şekil 4.4' de verilmiştir.

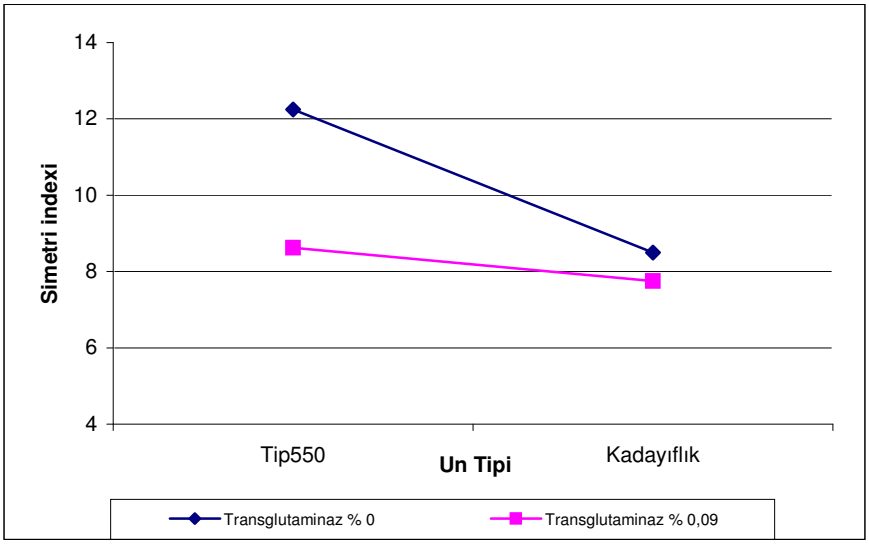


Şekil 4.3 Kek Örneklerinin Simetri İndeksi Üzerinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu

4.2.3.2.3 Tekdüzelik indeksi

Tekdüzelik indeksi ortalama 1.47±0.62 mm' dir. Kek endüstrisinde tekdüzelik indeksi kekin simetrisini belirlemek için kullanılır (Mercan 1998, Masoodi ve ark. 2002). Eklenen farklı protein kaynaklarının tekdüzelik indeksi değerine (Çizelge 4.9) olan etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Soya unu katkısı en yüksek tekdüzelik indeksi değeri vermiş olup 1.88' dir. Şahit kek örneğinde ise daha düşük bir değer vermiştir. Süt tozu ve soya sütü katkısının verdiği tekdüzelik indeksi değerleri istatistiki olarak birbirinden farksızdır. Mercan (1998) tekdüzelik indeksini 0–2 mm arasında, Masoodi ve ark. (2002) ise 1.3–3.3 mm arasında, Karaoğlu ve ark. (2001) ise 0.4–3.3 mm arasında bulmuşlardır. Elde edilen sonuçların sıfıra yakın olması arzu edilen bir sonuçtur (Bath ve ark. 1992, Mercan 1998).

Kek örneklerinin tekdüzelik indeksi üzerinde protein kaynağının etkisi ($p<0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).



Şekil 4.4 Kek Örneklerinin Simetri İndeksi Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz Enzim Seviyesi" İnteraksiyonu

Un tipinin tekdüzelik indeksi üzerindeki etkisi incelendiğinde ise (Çizelge 4.9), Tip 550 undaki ve kadayıflık undaki tekdüzelik indeksi değerleri sırası ile 1.37 ve 1.56 bulunmuş olup istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Transglutaminaz enziminin farklı dozlarının (% 0 ve 0.09) tekdüzelik indeksi değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

4.2.3.3 Sertlik

Kek örneklerine ait 1.gün ve 3.gün ölçüm sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. 1.gün ortalama sertlik değeri 53.41±12.03' N/cm^2 olup, minumum 40.3 N/cm^2 maksimum 89.1 N/cm^2'dir. 3.gün ortalama sertlik değeri 60.20±12.50 N/cm^2'dir.

Sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Kek örneklerinin 1. gün sertlik değerleri üzerinde protein kaynağı, un tipi, transglutaminaz ilavesi, "protein kaynağı x un tipi" interaksiyonu, "un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu, "protein kaynağı x un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin 3. gün sertlik değerleri üzerinde de protein kaynağı, un tipi, transglutaminaz ilavesi, "protein kaynağı x un tipi" interaksiyonu, "protein kaynağı x

transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu, "protein kaynağı x un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait bazı fiziksel özellik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Farklı protein kaynaklarının kek örneklerinin sertlik değerine olan etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.9) 1. ve 3. gün şahit keklerin sertlik değerleri daha yüksek bulunmuştur. Süt tozu, soya unu, soya sütü katkılı keklerin 1. ve 3. gün sertlik değerleri birbirine yakın olup istatistiki ($p<0.05$) olarak farksızdır. Yağsız süttozu pişme sırasında nem kaybını düşürerek nemi muhafaza eder (Pyler 1988, Anon. 1966, Mercan 1998). Kek içi gözeneklerini, esnekliğini ve yapısal dayanıklılığını geliştirir (Dubois ve Dreese 1984, Pyler 1988). Soya unu ise buğday unu ile karıştırıldığında ağırlığına eşit miktarda su absorbe eder (Pyler 1988). Gluten ve nişastanın seyrelmesi ile hamurun viskoelastik özelliklerinde değişim olur (Certel 1986). Soya ununda bulunan yağ, lif ve belirli ölçüde şeker ürünün iç kısmına bir miktar yumuşaklık verir (Stauffer 1999). Elgün ve Certel (1988) yaptıkları çalışmada % 1' lik aktif soya unu ile % 3 ve 6 yağsız soya ununun ekmek içi yumuşaklığında olumlu etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Ghaddar ve ark. (1997) de soya unu ve soya sütü ile yaptıkları kekin en iyi yumuşaklıkta olduğunu bildirmişlerdir.

Un tipinin kek örneklerinin sertlik değerine olan etkisi incelendiğinde kadayıflık un kek örneklerinin sertlik değerinde bir düşüşe neden olmuştur (Çizelge 4.9) Tip 550 un ise en yüksek sertlik değeri vermiştir.

Kek örneklerinde % 0 ve 0.09 transglutaminaz katkısının 1. ve 3. gün sertlik değerinde olan etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Transglutaminaz enziminin % 0.09 dozunda daha düşük sertlik değeri elde edilmiştir. Bu transglutaminaz enziminin proteinlerin yapısını etkilemesinden kaynaklanabilir.

Kek örneklerinin 1. ve 3. gün sertlik değerleri üzerinde etkili "protein kaynağı x un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' da verilmiştir.

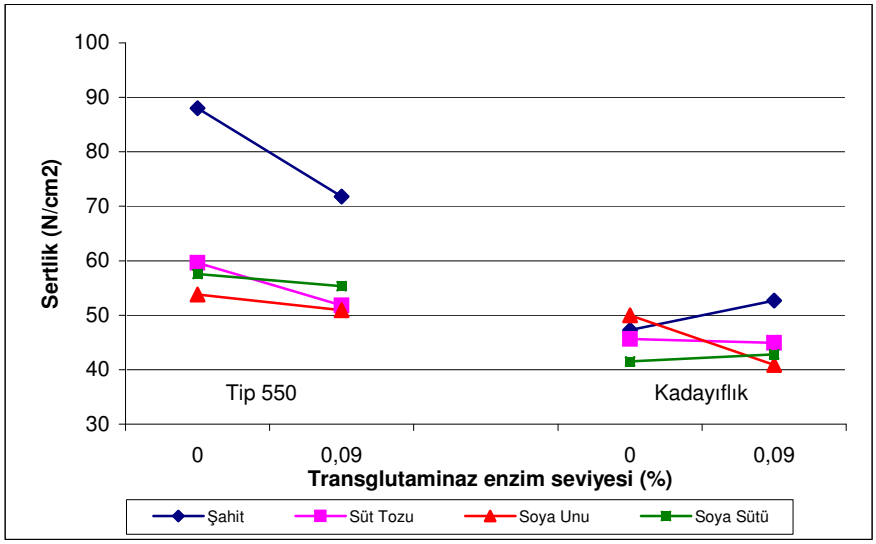
Tip 550 un ve farklı protein kaynakları kullanılarak transglutaminaz enziminin farklı dozlarının kek örneklerinin 1. gün sertlik düzeyine etkileri incelendiğinde transglutaminaz katkısız şahit kek örneği 1. gün sertliğinde en yüksek

sertlik değerini vermiştir. % 0.09 transglutaminaz katkısında ise sertlik değerinde bir düşme görülmüştür (Şekil 4.5). Süt tozu ve % 0 transglutaminaz enzimi katkılı kek örneği şahit kek örneğine göre daha düşük sertlik değeri vermiştir. Transglutaminaz katkısı ile (% 0.09) sertlik değeri düşmüştür. Soya unu ve transglutaminaz katkılı kek örneği ise şahit örneğe göre en düşük sertlik değeri vermiştir. Soya sütü kullanılmasında ise % 0 transglutaminaz katkısında süt tozu kullanılan kek örneğine yakın bir sertlik değeri bulunmuştur. Transglutaminaz enzimi ise diğer protein kaynaklarına göre sertlik değerinde daha az bir düşme göstermiştir (Şekil 4.5). Bunun nedeni soya sütünün hazırlanma aşamasında proteinlerin ısıl işlemden etkilenmesinden dolayı olabilir.

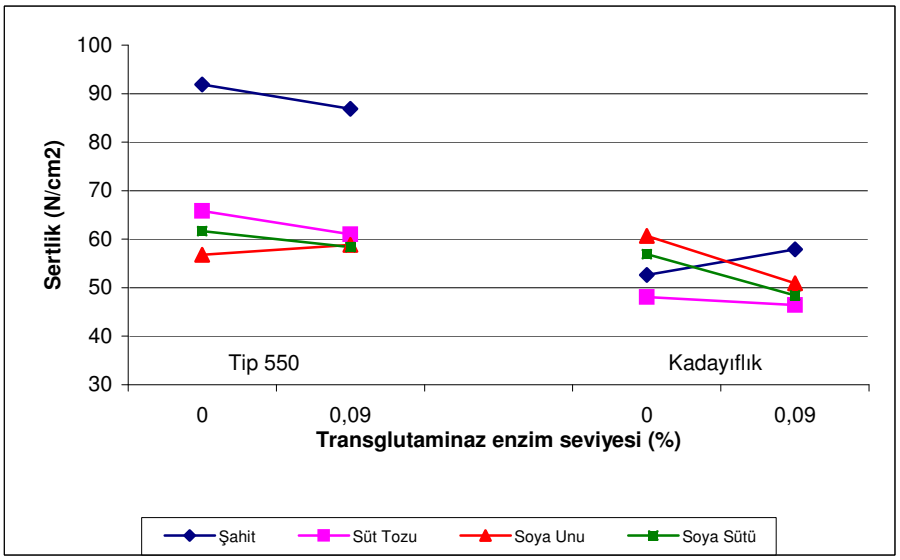
Kadayıflık un kullanıldığında ise tüm protein kaynaklarından Tip 550 una göre daha düşük sertlik değeri görülmüştür (Şekil 4.5). Şahit kek örneklerinde % 0 transglutaminaz katkısında, % 0.09 transglutaminaz katkısına göre daha düşük sertlik değeri bulunmuştur. Transglutaminaz katkısı sertliği artırmıştır. Süt tozu kullanıldığında % 0 transglutaminaz katkısı şahite yakın bir sertlik değeri vermiştir. Transglutaminaz katkısı ise (% 0.09) sertlik değerinde az bir düşüşe neden olmuştur. Soya unu ise % 0 transglutaminaz katkısında şahite göre daha yüksek sertlik değeri vermiştir. Fakat % 0.09 transglutaminaz enzimi soya unu üzerinde önemli düzeyde etki göstermiş olup sertlik değerinde azalışa neden olmuştur. Soya sütü kullanımında ise transglutaminaz enziminin farklı düzeylerinde önemli bir değişme izlenmemiş olup , şahite göre daha düşük sertlik değeri vermiştir.

Tip 550 un ve farklı protein kaynağı kullanılarak üretilen keklerin 3. gün sertlik değerleri incelendiğinde şahit kekte % 0 transglutaminaz katkısı en yüksek sertlik değeri vermiştir. % 0.09 transglutaminaz katkısı ise sertlik değerini düşürmüştür (Şekil 4.6) . Süt tozu ve soya sütü şahite göre daha düşük sertlik değeri vermiş olup, transglutaminaz katkısı şahit kek örneklerine göre sertlik değerinde düşme göstermiştir. Soya unu katkısı ise kek örneklerinde en düşük sertlik değerini vermiştir. Fakat transglutaminaz katkısı bu örneklerde sertlik değerini arttırmıştır (Şekil 4.6).

Kadayıflık un kullanılan şahit kek örneklerinde % 0.09 transglutaminaz katkısı % 0 transglutaminaz katkısına göre sertlik değerini arttırmıştır.



Şekil 4.5 Kek Örneklerinin 1. Gün Sertlik Değerleri Üzerinde Etkili "Protein Kaynağı x Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi" İnteraksiyonu



Şekil 4.6 Kek Örneklerinin 3. Gün Sertlik Değerleri Üzerinde Etkili "Protein Kaynağı x Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi" İnteraksiyonu

Süt tozu katkısı % 0 ve 0.09 transglutaminaz enzimi kullanılan kek örneklerinde şahite göre daha düşük sertlik değeri vermiş olup, enzimli ve enzimsiz örneklerin değeri birbirinden çok farklı değildir. Soya unu ve soya sütü ile yapılan kek örnekleri şahite göre % 0 transglutaminaz katkısında daha yüksek sertlik değeri vermiş olup, transglutaminaz enzimi katkısı sertliği düşürmüştür.

Genelde kadayıflık ve Tip 550 unda katkılar kek iç sertliğini önemli düzeyde düşürmüştür. Soya ürünleri yumuşaklık sağlamada daha etkili görülmüştür (Şekil 4.5 ve 4.6).

4.2.4. Renk

Kek örneklerine ait kabuk ve iç renk değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir. Kabuk renginin ortalama L (parlaklık) değeri 59.24±3.44, a (kırmızılık) değeri ortalama 13.10±2.24, b değeri (sarılık) 33.76±1.25' dır. İç renginin ortalama L değeri, 69.89±3.95, a değeri 2.08±1.09, b değeri 25.83±2.26' dır. Ronda ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada kabuk rengi L değerlerini 50-63 arasında, kek içi L değerini 62-71 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Kabuk ve iç rengin a ve b değerleri de benzerdir. Farklı yağların düşük yağlı kek kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada kabuk rengi L değerleri 47.37–59.60 arasında, a değeri 3.61–5.71, b değeri 5.30–7.11 arasında, kek içi rengi L değerleri 77.81–84.10, a değeri 0.38–1.58, b değeri 2.31–2.71 arasında bulunmuştur (Khalil 1998). Ayrıca Karaoğlu ve ark. (2001) de kek içi renginde benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Kek örneklerinin kabuk ve iç renklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Kek örneklerinin kabuk renginde L, a ve b değerleri üzerinde "protein kaynağı x un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Örneklerin iç renginde ise L, a, b değerleri üzerinde "protein kaynağı x un tipi x transglutaminaz ilavesi" interaksiyonu ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait kabuk ve iç rengi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.13' te verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kek Örneklerinin Kabuk ve İç Renklerine Ait Sonuçlar

Protein Kaynağı	Un Tipi	TG* İlavesi(%)	Kabuk rengi			İç rengi		
			L	a	b	L	a	b
Kontrol	Tip 550	0	60.54**	13.21	34.12	74.25	1.58	25.80
			60.67***	13.12	35.51	74.37	1.43	25.41
		0.09	61.61	13.89	34.97	72.69	1.63	24.57
			61.47	13.34	33.91	72.61	1.60	24.21
	Kadayıflık	0	59.41	14.07	33.14	69.00	1.38	23.45
			58.97	13.89	33.23	68.97	1.32	23.20
		0.09	59.11	13.80	33.24	67.21	2.23	25.12
			59.01	13.71	33.37	67.00	2.19	25.11
Süt Tozu	Tip 550	0	56.79	15.87	34.89	75.24	2.13	24.61
			56.22	15.76	34.70	75.23	2.17	24.21
		0.09	53.44	16.48	33.64	73.61	2.11	25.01
			53.07	16.21	33.32	73.50	2.10	25.00
	Kadayıflık	0	53.22	15.99	33.61	74.08	2.61	24.63
			53.72	15.29	33.50	74.21	2.60	24.60
		0.09	52.20	16.99	33.16	73.07	1.80	27.24
			52.69	17.34	33.11	72.89	1.92	27.18
Soya Unu	Tip 550	0	61.30	11.00	32.21	67.41	2.44	26.78
			61.00	11.00	32.41	67.20	2.37	26.71
		0.09	59.59	11.45	32.00	62.19	4.65	30.46
			59.78	11.37	32.20	62.00	4.63	30.42
	Kadayıflık	0	63.70	11.96	32.73	66.95	2.52	27.27
			63.75	11.93	32.94	67.01	2.42	27.21
		0.09	59.88	12.45	31.23	62.91	4.47	31.34
			60.11	12.44	31.54	62.55	4.37	31.30
Soya Sütü	Tip 550	0	62.75	9.06	34.68	70.19	1.23	23.37
			62.85	9.00	34.99	70.00	1.21	23.30
		0.09	60.84	12.01	35.01	68.92	1.01	24.41
			60.95	12.11	35.41	69.00	0.89	24.00
	Kadayıflık	0	62.11	10.96	35.17	72.47	0.65	25.07
			62.00	10.59	35.00	72.31	0.98	24.99
		0.09	61.53	11.43	35.11	68.71	1.00	25.38
			61.50	11.40	35.00	68.61	1.00	25.19
Ortalama			**59.24**	**13.10**	**33.76**	**69.89**	**2.08**	**25.83**
Standart sapma (±)			**3.44**	**2.24**	**1.25**	**3.95**	**1.09**	**2.26**
Minimum			**52.20**	**9.00**	**31.23**	**62.00**	**0.65**	**23.20**
Maximum			**63.75**	**17.34**	**35.51**	**75.24**	**4.65**	**31.34**

* Transglutaminaz ** I. Tekerrür *** II. Tekerrür

Çizelge 4.11. Kek Örneklerinin Kabuk Rengi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	104.77	2334.89 **	46.15	1223.06 **	11.59	204.47 **
Un Tipi (B)	1	3.12	69.50 **	2.74	72.56 **	3.29	58.11 **
(A x B)	3	5.36	119.501 **	0.16	4.34 **	1.32	23.32 **
TG ilavesi (C)	1	15.39	342.92 **	5.88	155.90 **	1.99	35.17 **
(A x C)	3	3.52	78.52 **	1.13	30.06 **	0.46	8.17 **
(B x C)	1	0.009	0.21 ns	0.49	12.99 **	0.024	0.42 ns
(A x B x C)	3	2.17	48.39 **	1.03	27.32 **	0.65	11.41 **
Hata	16	0.045		0.038		0.057	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.12. Kek Örneklerinin İç Rengi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	116.28	9099.85 **	8.86	1463.21 **	34.40	1539.18 **
Un Tipi (B)	1	13.12	1026.76 **	0.00	0.41 ns	31.13	136.12 **
(A x B)	3	16.47	1288.86 **	0.06	10.56 **	1.92	83.72 **
TG ilavesi (C)	1	53.69	4201.76 **	2.29	378.09 **	20.05	871.63 **
(A x C)	3	4.42	345.50 **	2.42	399.22 **	5.35	232.74 **
(B x C)	1	0.23	17.96 **	0.00	0.99 ns	2.85	123.90 **
(A x B x C)	3	1.25	97.76 **	0.22	36.56 **	1.309	56.922 **
Hata	16	0.013		0.01		0.023	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.13. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Kabuk ve İç Rengi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Faktör		N	Kabuk rengi			İç rengi		
			L	a	b	L	a	b
Protein Kaynağı	Şahit	8	60.10 c	13.63 b	34.11 b	70.76 b	1.67 c	24.61 c
	Süt tozu	8	53.92 d	16.24 a	33.74 b	73.98 a	2.18 b	25.31 b
	Soya unu	8	61.14 b	11.70 c	32.16 c	64.78 d	3.48 a	28.94 a
	Soya sütü	8	61.82 a	10.82 d	35.05 a	70.03 c	0.99 b	24.65 c
Un Tipi	Tip 550	16	59.54 a	12.81 b	34.08 a	70.53 a	2.07 a	25.52 b
	Kadayıflık	16	58.93 b	13.39 a	33.44 b	69.25 b	2.09 a	26.14 a
TG**	0	16	59.94 a	12.67 b	34.01 a	71.18 a	1.82 b	25.04 b
İlavesi (%)	0.09	16	58.55 b	13.53 a	33.51 b	68.59 b	2.35 a	26.62 a

- Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

Kabuk renginin incelenmesinde şahit, süt tozu, soya unu ve soya sütü katkılı keklerin L değerleri sırasıyla 60.10 , 53.92 , 61.14 ve 61.82'dir. Soya sütü kullanılan kek en yüksek L değerlerine sahiptir ve daha parlaktır. Süt tozu katkılı örnek ise en yüksek a değerine (16.24) sahiptir ve daha kırmızı kabuk rengine sahiptir. Bunun nedeni süt tozundaki laktozun sıcaklığın etkisi ile karamelizasyona ve proteinlerin de maillard reaksiyonuna uğraması olabilir. Soya sütü kullanılan kek ise en düşük (10.82) a değerine sahiptir. Kek örneklerinin b değerleri incelendiğinde ise soya sütü örneklerde daha yüksek değer vermiştir. Şahit ve süttozu katkılı örneklerin b değerleri ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Tip 550 un ile yapılan kek örneklerinin L (59.54) ve b (34.08) değeri kadayıflık una göre yüksek bulunmuştur. Fakat bu örneğin a değeri (12.81) kadayıflık una göre düşük çıkmıştır (Çizelge 4.13). Marx ve ark. (1990) yaptıkları çalışmada kek kabuk renginde çok amaçlı un ve kek ununun istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığını, kek unu ile yapılan kekin, çok amaçlı un ile yapılan kekten daha koyu renk olduğunu bildirmişlerdir. Enzim katkısı kullanılmayan örneklerin L (59.54) ve b (34.01) değerleri daha yüksek, a değeri ise (12.67) daha düşüktür.

Kek örneklerinin iç rengi incelendiğinde ise şahit, süt tozu, soya unu ve soya sütü kullanılan keklerin L değerleri 70.76, 73.98, 64.78, 70.03 tür. Süt tozu katkılı örnekler en yüksek L değerine sahiptir. pH' yı en çok düşüren (6.99) süttozu katkısı ile en parlak iç rengi, en kırmızı kabuk elde edilir (Pyler 1988). Soya unu ise en düşük L değerine ve en yüksek a (3.48) değerini vermiştir. Süt tozu ve soya sütü katkılı örnekleri a değerleri 2.18 ve 0.99 olup istatistiki olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 4.13). Şahit, süt tozu, soya unu ve soya sütü katkılı kek örneklerinden b değerleri 24.61, 25.31, 28.94 ve 24.65 olup şahit ve soya sütü katkılı örneklerin değerleri istatistiki olarak farksızdır. Soya unu katkılı örneğin b değeri de diğerlerinden yüksek bulunmuştur.

Un tipinin kek iç rengine olan etkisi incelendiğinde Tip 550 unun verdiği L değeri (70.53) daha yüksektir. Örneklerin a değeri Tip 550 ve kadayıflık unda 2.07 ve 2.09 bulunmuş olup istatistiki olarak farksızdır. Kadayıflık un kullanılan kek örneği en yüksek a değerine (26.14) sahiptir. Marx ve ark. (1990) kek içi renginde kek ununun çok amaçlı una göre daha koyu renk verdiğini bildirdiler. Bu farklılığın

un renginden ve unun protein içeriğinin bir sonucu olarak maillard reaksiyonu sonucu oluşan kahverengilikten dolayı olabileceğini belirttiler.

Transglutaminaz enzimli kek örneklerinin a ve b değerleri daha yüksek bulunmuştur. L değeri (71.18) ise transglutaminaz enzimi kullanılmayan kek örneğinde daha yüksektir (Çizelge 4.13).

Kek örneklerinin kabuk rengi L, a, b değerleri üzerinde etkili "un tipi x transglutaminaz ilavesi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9' da verilmiştir.

Tip 550 un kullanımını kadayıflık una göre şahit örnekte daha yüksek L değeri vermiştir. Transglutaminaz enzimi Tip 550 unda L değerini artırmış, kadayıflık unda önemli bir yükselişe neden olmamıştır. Transglutaminaz enzimi bu unda; şahit kekte L değerinde yükselişe neden olurken protein kaynağı katkılı örneklerde düşmeye neden olmuştur. Bu unda soya sütü katkısı diğer protein kaynaklarından daha yüksek L değeri vermiştir.

Kadayıflık un kullanılan örneklerde ise soya unu en yüksek L değerini verirken süt tozu en düşük L değeri vermiştir. Transglutaminaz enzimi soya ununda L değerinde önemli bir düşmeye neden olurken diğer protein kaynaklarında daha az bir düşmeye neden olmuşlardır (Şekil 4.7).

Her iki un tipi kullanılarak üretilen keklerde süt tozu katkısı a değerini en fazla yükseltmiş, soya sütü ise en düşük a değerini vermiştir. Soya sütü hazırlama aşamasında ısıl işlem uygulandığı için proteinlerin bir kısmı denatüre olmuş ve maillard reaksiyonuna katılan protein miktarı azalmış olabileceğinden kaynaklanabilir.

Tip 550 un kullanılan örneklerde transglutaminaz katkısı soya sütü kullanılan örneklerde en yüksek a değerini vermiştir. Kadayıflık un kullanılan örneklerde ise şahit numunede diğer protein katkılı ürünlerin aksine a değerini düşürmüştür (Şekil 4.8).

Tip 550 un ile yapılan kek örneklerinde soya unu katkısı en düşük b değerini, şahit örnek ise en yüksek b değerini vermiştir. Süt tozu ve soya sütü katkılarının verdiği b değerleri birbirine yakındır. Transglutaminaz katkısı diğer protein kaynaklarında düşüşe neden olurken soya sütü katkısı b değerinde yükselişe neden olmuştur (Şekil 4.9). Kadayıflık un ile yapılan kek örneklerinde soya sütü katkısı en

yüksek b değerini vermiştir. Süt tozu katkılı ve şahit örneklerin b değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Soya unu katkılı kek örneklerinin b değerleri en düşüktür. Transglutaminaz katkısı ise soya ununun b değerini diğer gruplardan daha fazla düşürmüştür.

Kek örneklerinin iç renginin L, a, b değerleri üzerinde etkili "un tipi x transglutaminaz ilavesi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12' de verilmiştir.

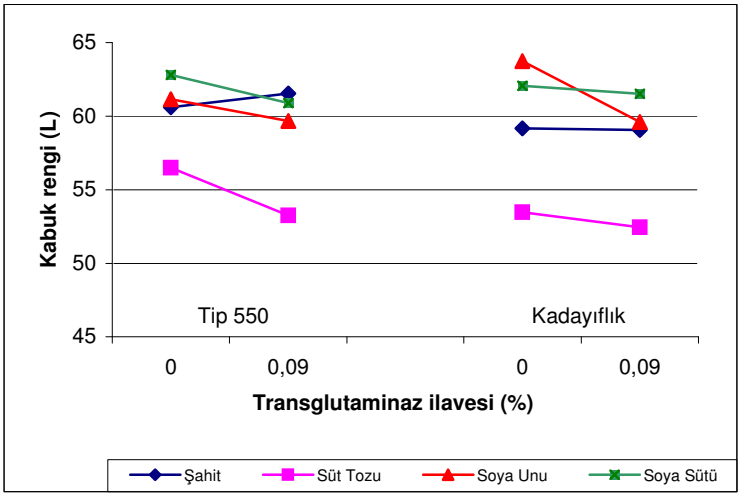
Süt tozu katkısı Tip 550 un ile üretilen kekler en yüksek L değerine sahiptir. Soya unu katkısı ise en düşük L değerini vermiştir. Transglutaminaz katkısı protein kaynakları içerisinde soya ununu daha çok etkilemiş olup bu keklerde L değerini daha çok düşürmüştür. Kadayıflık un ile üretilen kek örneklerinde de süt tozu katkılı örneklerin L değerleri en yüksek, soya unu katkılı örneklerin ise daha düşüktür (Şekil 4.10).

Tip 550 un ile üretilen keklerde soya unu en yüksek a değerini, soya sütü en düşük a değerini vermiştir. Soya unu katkılı örneklerde transglutaminaz enzimi a değerini arttırmıştır. Süt tozu ve soya sütü katkılı örneklerde transglutaminaz enzimi a değerini düşürmüştür. Kadayıflık un kullanılan keklerde süt tozu katkısı en yüksek a değeri vermiştir. Soya sütü katkılı örneklerin a değeri ise en düşüktür (Şekil 4.11).

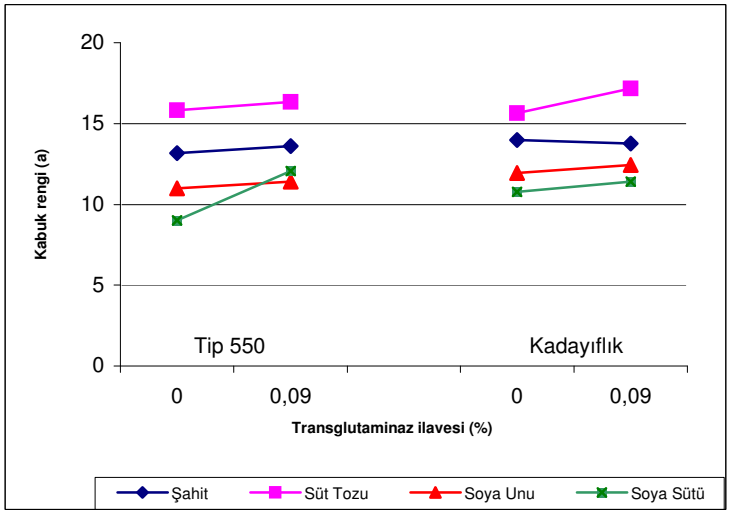
Tip 550 ve kadayıflık un kullanılan keklerde soya unu katkısı en yüksek b değerini vermiştir. Transglutaminaz enzimi b değerinde önemli bir yükselmeye neden olmuştur. Tip 550 kullanılan örneklerde soya sütü en düşük b değeri vermiştir. Kadayıflık un kullanılan örneklerde şahit örneğin b değeri en düşüktür. Soya sütü ve süt tozu katkılarının verdiği b değerleri birbirine yakındır. Bu örneklerde transglutaminaz katkısı b değerini artırmıştır (Şekil 4.12).

Kabuk renginde süttozu hariç diğer katkılar daha parlak ve açık renk vermiş, soya sütü en etkilisi olmuştur. Transglutaminaz parlaklığı düşürürken, kırmızılığı artırmıştır.

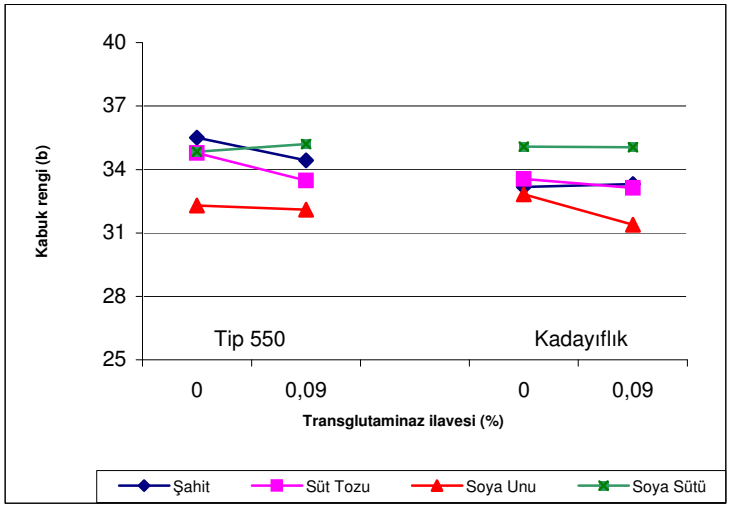
İç renginde, parlaklığı düşürmede soya unu, kızıl iç renginde süttozu, iç sarılığında yine soya unu etkili olmuş, en beyaz kek içi soya sütü ile elde edilmiştir. Transglutaminaz, parlaklığı düşürücü, iç rengini koyulaştırıcı etkide bulunmuştur.



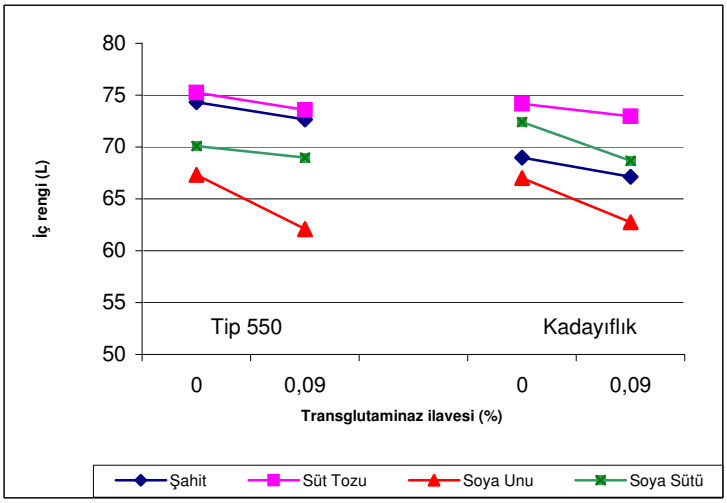
Şekil 4.7 Kabuk Renginin L Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi x Transglutaminaz İlavesi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



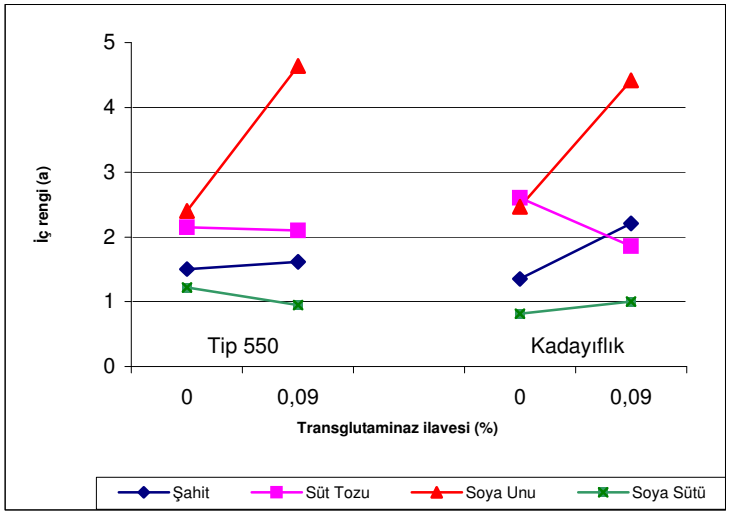
Şekil 4.8 Kabuk Renginin a Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi X Transglutaminaz İlavesi X Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



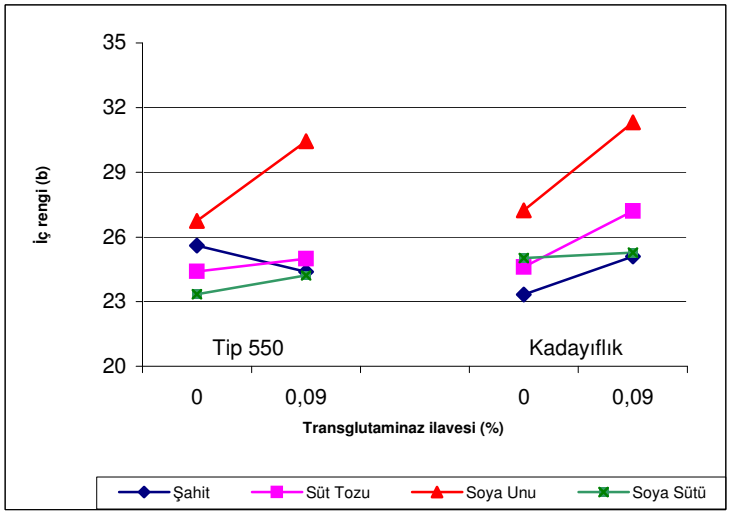
Şekil 4.9 Kabuk Renginin b Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi X Transglutaminaz İlavesi X Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



Şekil 4.10 İç Renginin L Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi X Transglutaminaz İlavesi X Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



Şekil 4.11 İç Renginin a Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi X Transglutaminaz İlavesi X Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



Şekil 4.12 İç Renginin b Değeri Üzerinde Etkili "Un Tipi X Transglutaminaz İlavesi X Protein Kaynağı" İnteraksiyonu

4.2.5 Kimyasal analizler

Kek örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.14' te verilmiştir. Örneklerin ortalama su, kül, protein ve yağ değerleri % 17.34±1.18, % 0.90±0.02, % 9.11±1.14 ve % 28.41±1.44 dir.

Kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15' te verilmiştir.

Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait kimyasal analiz testi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.16' da verilmiştir.

4.2.5.1 Su miktarı

Kek örneklerinin su miktarları üzerinde protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Örneklerin kül, protein ve yağ oranları üzerinde protein kaynaklarının etkileri ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin su değerlerini soya sütü düşürmüş, diğer protein kaynakları artırmıştır. Örneklerin su değerleri üzerinde un tipi, transglutaminaz etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.16).

4.2.5.2 Kül miktarı

Süt tozu ve soya unu katkılı örneklerin kül miktarı istatistiki olarak birbirinden farksızdır ve diğer örneklerden yüksektir. Şahit örneğin kül değerleri (0.89), soya sütü katkılı örneğin kül değerinden (0.90) istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Soya unu, sütü ve süttozunun yüksek kül içerikleri (Çizelge 4.1) ilave edildikleri kek örneklerinin de kül değerinin artmasına neden olmuştur. Kek örneklerinde kül değerleri iki farklı un tipinde de 0.90 bulunmuş olup istatistiki olarak farksızdır. Transglutaminaz enzim katkısı da kül değerinde değişiklik yapmamıştır.

Çizelge 4.14. Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Protein Kaynağı	Un Tipi	TG* İlavesi(%)	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Kontrol	Tip 550	0	17.11**	0.87	7.2	27.5
			17.27***	0.85	7.1	26.0
		0.09	17.15	0.88	7.3	27.8
			19.71	0.89	7.2	27.0
	Kadayıflık	0	16.47	0.89	7.1	27.4
			18.10	0.90	7.3	26.0
		0.09	15.75	0.88	7.2	26.2
			17.46	0.88	7.1	28.3
Süt Tozu	Tip 550	0	17.33	0.92	9.8	27.8
			18.24	0.90	9.7	27.4
		0.09	17.00	0.92	9.9	27.5
			18.05	0.91	9.6	26.9
	Kadayıflık	0	18.00	0.93	9.9	27.5
			17.67	0.92	9.9	27.0
		0.09	17.48	0.92	9.8	27.0
			17.44	0.91	10.0	28.0
Soya Unu	Tip 550	0	16.33	0.91	9.8	29.2
			18.18	0.90	9.8	30.4
		0.09	16.41	0.92	10.0	30.1
			17.88	0.91	9.7	28.9
	Kadayıflık	0	18.62	0.92	9.8	28.9
			18.67	0.91	9.7	30.0
		0.09	17.16	0.92	10.0	31.0
			18.58	0.90	9.6	28.2
Soya Sütü	Tip 550	0	14.02	0.91	9.6	29.0
			17.69	0.90	9.5	30.2
		0.09	16.48	0.91	9.7	30.3
			17.56	0.90	9.6	28.9
	Kadayıflık	0	15.01	0.91	9.7	28.7
			18.42	0.90	9.7	31.2
		0.09	15.51	0.90	9.5	29.0
			18.30	0.90	9.8	29.7
Ortalama			**17.34**	**0.90**	**9.11**	**28.41**
Standart sapma			**1.18**	**0.02**	**1.14**	**1.44**
Minimum			**14.02**	**0.85**	**7.10**	**26.0**
Maximum			**19.71**	**0.93**	**10.0**	**31.20**

* Transglutaminaz ** I. Tekerrür *** II. Tekerrür

Çizelge 4.15. Kek Örneklerinin Kimyasal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Su		Kül		Protein		Yağ	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	2.03	1.15 ns	0.01	8.02 **	13.23	729.98**	15.54	15.02**
Un Tipi (B)	1	0.13	0.07 ns	0.00	0.83 ns	0.01	0.62 ns	0.02	0.02 ns
(A x B)	3	1.35	0.76 ns	0.00	0.61 ns	0.01	0.94 ns	0.01	0.01 ns
TG ilavesi (C)	1	0.01	0.01 ns	0.00	0.15 ns	0.05	0.28 ns	0.01	0.01 ns
(A x C)	3	0.56	0.30 ns	0.00	1.01 ns	0.01	0.04 ns	0.31	0.29 ns
(B x C)	1	1.77	1.00 ns	0.00	2.05 ns	0.01	0.62 ns	0.02	0.02 ns
(A x B x C)	3	0.32	0.18 ns	0.00	0.38 ns	0.01	0.21 ns	0.16	0.15 ns
Hata	16	1.77		0.00		0.02		1.03	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.16. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Kimyasal Analiz Testi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Faktör		N	Su	Kül	Protein	Yağ
Protein Kaynağı	Şahit	8	17.36 a	0.89 b	7.19 b	27.03 b
	Süt tozu	8	17.65 a	0.92 a	9.83 a	27.39 b
	Soya unu	8	17.73 a	0.91 a	9.80 a	29.59 a
	Soya sütü	8	16.63 b	0.90 ab	9.64 a	29.63 a
Un Tipi	Tip 550	16	17.27 a	0.90 a	9.10 a	28.43 a
	Kadayıflık	16	17.40 a	0.90 a	9.12 a	28.38 a
TG** İlavesi (%)	0	16	17.32 a	0.90 a	9.10 a	28.39 a
	0.09	16	17.35 a	0.90 a	9.12 a	28.43 a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

4.2.5.3 Protein miktarı

Şahit örneğin protein değeri 7.19 bulunmuş olup diğer protein katkılı örneklerin protein değerlerinden düşüktür. Protein katkılı keklerin protein miktarları ise istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Un tipinin ve transglutaminaz ilavesi protein değeri üzerinde etkisi istatistiki olarak önemsizdir. Süttozu, soya unu ve soya sütünün protein oranlarının yüksek olması, doğal olarak ürüne ilave edildiklerinde protein değerini arttırmıştır. McWaters (1978) yaptığı çalışmada bisküvilere % 30 soya unu eklendiğinde % 100 buğday unu kontrolüne göre 2 kat protein içerdiğini bildirmiştir. Dhingra ve Jood (2002) ' un yaptığı çalışmada ise buğday ekmeğinde % 5-10 tam yağlı ve yağsız soya ununun kullanılması, ekmeğin protein içeriğini % 12.1' den 13.7' ye, % 12.4' ten 13.8'e çıkarmıştır.

4.2.5.4 Yağ miktarı

Soya unu ve soya sütü katkılı örneklerin yağ değerleri 29.59 ve 29.63 olup diğer örneklerden yüksektir ve istatistiki olarak farksızdır (Çizelge 4.16). Çünkü bu raştırmada yağlı soya unu kullanılmış olup yağ oranları yüksektir. Tip 550 ve kadayıflık un kullanılan keklerin yağ değerleri 28.43 ve 28.38 olup istatistiki olarak farksızdır. Transglutaminaz enzimi katkısıda örneklerin yağ değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

Genelde katkılar, kül ve protein miktarını artırmış, sadece yağ miktarında yağsız sütozu etkisiz kalmıştır.

4.2.6 Duyusal analizler

Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.17' de verilmiştir. Duyusal özelliklerden tekstür, gözenek, kabuk rengi, iç rengi, koku, nemlilik ve dağılma değerleri ortalama sırasıyla 3.83±0.45, 3.67±0.39, 3.38±0.68, 3.56±0.63, 3.96±0.33, 3.93±0.43 ve 3.89±0.26 dur. Kek örneklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19' da verilmiştir.

Kek örneklerinin tekstür üzerinde protein kaynağı, un tipi, transglutaminaz ilavesi ($p<0.01$), "protein kaynağı x un tipi" ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Gözenek üzerinde ($p<0.01$) un tipi ($p<0.05$), kabuk rengi üzerinde protein kaynağı, un tipi, "protein kaynağı x un tipi" ($p<0.01$) iç rengi üzerinde protein kaynağı önemli bulunmuştur. Kek örneklerinin koku üzerinde protein kaynağı ($p<0.01$), un tipi ($p<0.05$) nemlilik üzerinde protein kaynağı, un tipi, "protein kaynağı x un tipi", dağılma üzerinde protein kaynağı, un tipi ($p<0.01$) önemli bulunmuştur.

Kek örneklerinin protein kaynağı, un tipi ve transglutaminaz ilavesi değişkenine ait duyusal analiz testi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Soya sütü katkılı örneğin tekstür değeri diğer örneklerden daha yüksektir. Şahit örneğin ise en düşüktür. Süt tozu katkılı örneğin tekstür (3.91) değeri, soya unu katkılı örneğin değerinden (3.86) istatistiki olarak farksızdır. Kadayıflık un ile yapılan keklerin tekstür değeri daha yüksek bulunmuştur. Transglutaminaz enzimi ise kek örneklerinin tekstür değerini yükselterek olumlu bir etkide bulunmuştur.

Soya sütü katkısı kek örneklerinde daha yüksek gözenek değeri vermiştir. Şahit ve soya unu katkısının gözenek değeri üzerindeki etkisi istatistiki olarak farksızdır. Farklı un tiplerinin kullanılması ve transglutaminaz enzim katkısı gözenek değeri üzerinde etkisi istatistiki olarak farksızdır.

Süt tozu katkısı kabuk rengi üzerinde en yüksek değeri vermiştir. Soya unu ise en düşük değeri vermiştir. Kadayıflık unun verdiği kabuk rengi değeri diğer un tipinden daha yüksektir. Transglutaminaz enzim katkısının kullanılması kabuk rengi değerinde istatistiki olarak bir fark göstermemiştir.

Şahit, süt tozu ve soya sütü en yüksek iç rengi değerine sahiptir. Soya unu ise en düşüktür. Farklı un tipi ve transglutaminaz enzim katkısı iç renk değeri üzerinde istatistiki olarak önemli bir fark göstermemiştir.

Soya sütü katkısı en hoşa giden koku değeri, soya unu ise en düşük yani hoşa gitmeyen koku değeri vermiştir. Soya fasulyesine ısıl işlem uygulaması ile fasulyemsi tat ve kokunun azaldığı bildirilmiştir (Olanca ve Köksel 2002). Soya sütü katkılı örneklerin nemlilik değeri daha yüksek olup süt tozu katkılı örneklerde en düşüktür. Kadayıflık unun verdiği nemlilik değeri diğer un tipinden daha yüksektir.

Bu da tüketim kolaylığını gösterir. Transglutaminaz enzim katkısının nemlilik değeri istatistiki olarak farksızdır.

Süt tozu ve soya sütü katkılarının verdiği dağılma değeri en yüksektir. Kadayıflık unda da en yüksek değeri vermiştir.

Genelde, zayıf-yumuşak karakterli kadayıflık un ve soya sütü kombinasyonu, keklerde görünüş, tekstür, gözenek yapısı, cazip kabuk ve iç rengi, hoşa giden tad ve koku, tüketim sırasında hoşa giden ıslak ve kolay dağılan ağız hissiyati açısından olumlu etkide bulunmuştur.

Diğer taraftan soya sütünün mineral (kül), protein ve yağ bakımından katkısı (Çizelge 4.16) göz önüne alındığında önemli bir zenginleştirme ajanı olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.17. Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Testi Sonuçları

Protein Kaynağı	Un Tipi	TG* İlavesi(%)	Tekstür	Gözenek	Kabuk Renk	İç Renk	Koku	Nem-Lilik	Dağılma
Kontrol	Tip 550	0	3.0**	3.4	4.0	4.0	3.8	3.6	3.8
			3.4***	3.2	3.5	3.6	3.8	3.7	3.6
		0.09	3.4	3.5	3.6	4.0	3.8	3.5	3.7
			3.4	3.1	3.7	3.9	3.8	3.6	3.7
	Kadayıflık	0	3.3	3.2	3.7	4.5	4.0	3.7	3.8
			3.5	3.3	3.8	3.5	3.7	3.6	4.0
		0.09	3.4	3.3	3.6	4.0	3.8	3.9	4.1
			3.5	3.6	3.9	3.2	3.8	4.0	4.2
Süt Tozu	Tip 550	0	3.5	3.6	3.9	4.0	3.9	3.5	3.8
			3.6	3.7	4.1	4.2	3.8	3.5	3.7
		0.09	3.5	3.7	4.1	4.0	4.1	3.8	3.8
			3.9	3.8	4.1	4.0	3.7	3.3	3.9
	Kadayıflık	0	4.0	3.8	4.2	3.5	4.3	3.7	4.2
			4.2	3.8	4.1	3.7	4.1	3.8	4.0
		0.09	4.2	3.8	4.1	4.0	4.2	3.7	3.9
			4.4	3.9	4.0	3.8	4.2	3.6	4.3
Soya Unu	Tip 550	0	3.2	3.4	2.0	2.5	3.6	3.7	3.5
			3.5	3.3	2.0	2.1	3.5	3.9	3.4
		0.09	3.5	3.1	2.1	2.5	3.7	4.0	3.4
			3.6	3.5	2.2	2.1	3.5	3.8	3.6
	Kadayıflık	0	4.1	3.4	3.2	3.5	3.7	4.0	4.0
			4.3	3.5	3.1	2.5	3.5	3.8	3.8
		0.09	4.2	3.5	3.2	3.5	3.5	3.7	3.8
			4.5	3.5	3.3	2.6	3.8	3.9	3.7
Soya Sütü	Tip 550	0	3.5	3.7	2.6	4.0	4.3	4.1	4.0
			3.9	3.8	2.7	3.7	4.4	4.3	4.1
		0.09	4.0	4.2	2.5	4.0	4.5	4.2	3.9
			4.4	4.3	2.9	3.5	4.2	4.4	4.2
	Kadayıflık	0	4.3	4.6	3.3	4.0	4.5	4.9	4.5
			4.3	4.4	3.5	3.5	4.3	5.0	3.9
		0.09	4.5	3.9	3.5	4.0	4.5	4.8	4.2
			4.6	4.5	3.6	3.6	4.5	4.7	4.1
Ortalama			**3.83**	**3.67**	**3.38**	**3.56**	**3.96**	**3.93**	**3.89**
Standart sapma			**0.45**	**0.39**	**0.68**	**0.63**	**0.33**	**0.43**	**0.26**
Minimum			**3.0**	**3.1**	**2.0**	**2.1**	**3.5**	**3.3**	**3.4**
Maximum			**4.6**	**4.6**	**4.2**	**4.5**	**4.5**	**5.0**	**4.5**

* Transglutaminaz ** I. Tekerrür *** II. Tekerrür

Çizelge 4.18. Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Tekstür		Gözenek		Kabuk renk		İç renk	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	0.95	29.63**	1.21	41.79**	3.32	158.74**	2.80	18.61**
Un Tipi (B)	1	2.00	62.75**	0.22	7.84*	2.05	97.93**	0.05	0.35 ns
(A x B)	3	0.17	5.28*	0.03	1.13 ns	0.59	28.19**	0.39	2.64 ns
TG ilavesi (C)	1	0.36	11.33**	0.04	1.30 ns	0.02	0.73 ns	0.00	0.02 ns
(A x C)	3	0.03	0.78 ns	0.04	0.15 ns	0.01	0.65 ns	0.02	0.12 ns
(B x C)	1	0.02	0.63 ns	0.10	1.30 ns	0.00	0.02 ns	0.00	0.02 ns
(A x B x C)	3	0.01	0.26 ns	0.03	3.52 ns	0.01	0.49 ns	0.08	0.54 ns
Hata	16	0.03		0.03		0.02		0.15	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.19. Kek Örneklerinin Duyusal Analiz Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Koku		Nemlilik		Dağılma	
		KO	F	KO	F	KO	F
Protein Kaynağı (A)	3	0.94	48.30 **	1.45	81.52 **	0.29	10.80 **
Un Tipi (B)	1	0.12	6.45 *	0.48	26.68 **	0.61	22.00 **
(A x B)	3	0.04	1.94 ns	0.13	7.22 **	0.02	0.76 ns
TG ilavesi (C)	1	0.01	0.26 ns	0.00	0.02 ns	0.05	0.18 ns
(A x C)	3	0.01	0.13 ns	0.01	0.48 ns	0.01	0.46 ns
(B x C)	1	0.00	0.00 ns	0.01	0.44 ns	0.01	0.05 ns
(A x B x C)	3	0.03	0.13 ns	0.05	2.78 ns	0.02	0.68 ns
Hata	16	0.02		0.02		0.03	

* p<0.05 seviyesinde önemli. ** p<0.01 seviyesinde önemli. ns önemsiz

Çizelge 4.20. Kek Örneklerinin Protein Kaynağı, Un Tipi ve Transglutaminaz İlavesi Değişkenine Ait Duyusal Analiz Testi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

Faktör		N	Tekstür	Gözenek	Kabuk Renk	İç Renk	Koku	Nem-lilik	Dağılma
Protein Kaynağı	Şahit	8	3.36 c	3.33 c	3.73 b	3.84 a	3.81 c	3.70 bc	3.86 ab
	Süt tozu	8	3.91 ab	3.76 b	4.08 a	3.90 a	4.04 b	3.61 c	3.95 a
	Soya unu	8	3.86 b	3.40 c	2.64 d	2.67 b	3.60 d	3.85 b	3.65 b
	Soya sütü	8	4.19 a	4.18 a	3.08 c	3.79 a	4.40 a	4.55 a	4.11 a
Un Tipi	Tip 550	16	3.58 b	3.58 a	3.31 b	3.51 a	3.90 a	3.81 b	3.76 b
	Kadayıflık	16	4.08 a	3.75 a	3.63 a	3.59 a	4.03 a	4.05 a	4.03 a
TG**	0	16	3.73 b	3.63 a	3.36 a	3.55 a	3.95 a	3.93 a	3.88 a
İlavesi (%)	0.09	16	3.94 a	3.70 a	3.40 a	3.54 a	3.98 a	3.93 a	3.91 a

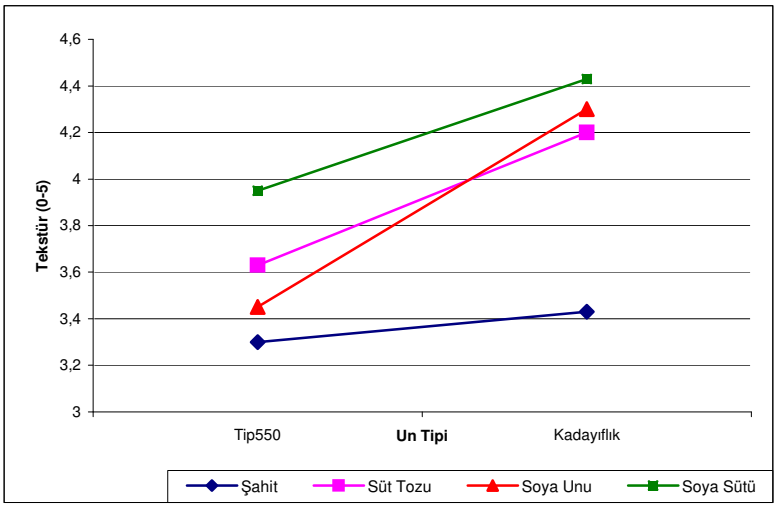
* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05)

Kek örneklerinin duyusal özelliklerinde etkili "un tipi x protein kaynağı" interaksiyonu Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15' de verilmiştir.

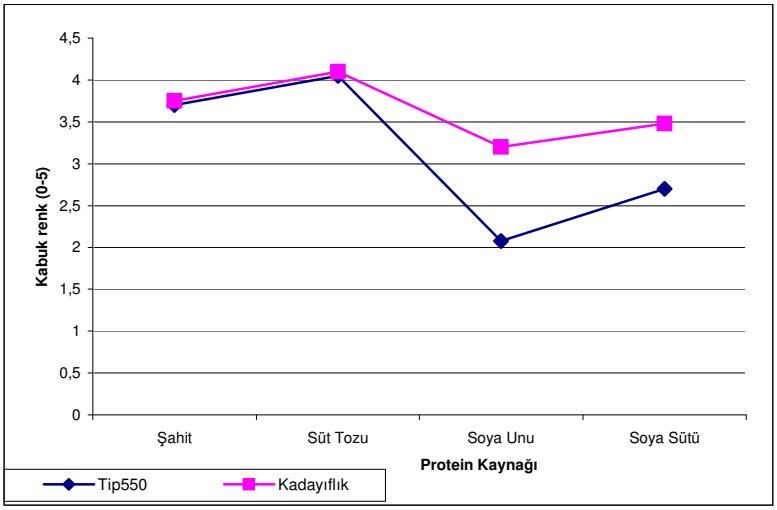
Kadayıflık un kullanıldığında daha yüksek tekstür değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.13). Özellikle soya sütü katkılı keklerde Tip 550 yerine kadayıflık un kullanımı kek tekstürünü en fazla düzeltici etkiyi göstermiştir.

Şahit ve süttozu katkısı ile Tip 550 ve kadayıflık unlarla hazırlanan keklerin kabuk renkleri birbirine çok yakın bulunmuştur (Şekil 4.14). Ancak soya unu ve soya sütü katkısı ile hazırlanan keklerde kadayıflık un kullanılması daha cazip kabuk rengi sağlamıştır.

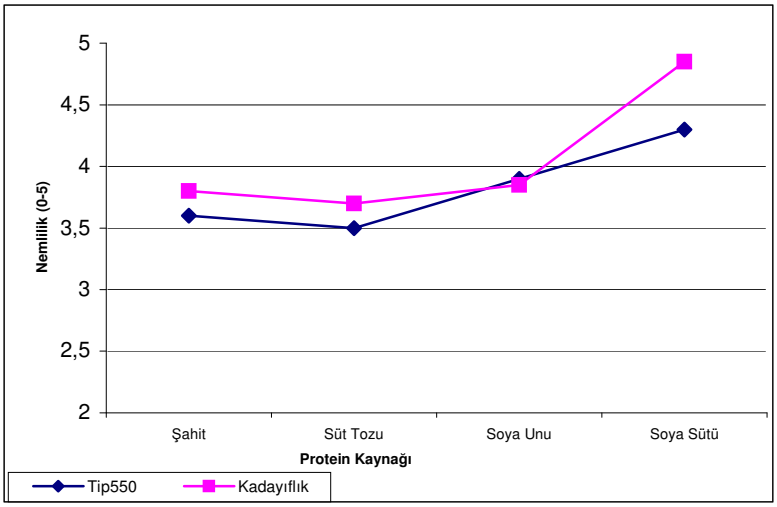
Soya unu ve soya sütü katkısı hem Tip 550 hem de kadayıflık unla hazırlanan kekte nemliliği artırmıştır. Bu artış soya sütü katkısında daha yüksek olmuştur. En nemli kek kadayıflık una soya sütü katkısı ile elde edilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.13 Kek Örneklerinin Tekstüründe Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



Şekil 4.14 Kek Örneklerinin Kabuk Renginde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu



Şekil 4.15 Kek Örneklerinin Nemliliğinde Etkili "Un Tipi x Protein Kaynağı" İnteraksiyonu

5. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Araştırmamızda bir faktör olarak ele alınan transglutaminaz enzimi enstrümantal ölçümlerde hacim artışı ve iç yumuşaklığında olumlu sonuçlar verirken, duyusal test sonuçlarından sadece tekstür üzerinde olumlu bir etkisi gözlenmiştir.

2. Daha zayıf-yumuşak kadayıflık un, Tip 550 kuvvetli-yarı sert ekmeklik una göre daha hacimli ve simetrik özellikte, çok daha yumuşak iç yapısında kek örnekleri verirken, kabuk ve iç renginde parlaklık azalmış, renk intesitesi biraz yükselmiştir.

3. Protein kaynağı olarak ele alınan katkılar kekte iç yumuşaklığını artırıp, bayatlamayı geciktirirken, bunlardan soya sütü hacim artışı ve simetri bakımından diğerlerine göre daha iyi performans göstermiştir. Yine soya sütü en iyisi olmak üzere, soya ürünleri daha parlak kabuk ve iç rengi sağlamışlardır.

Besinsel açıdan önemli olan kimyasal bileşenler açısından, tüm protein kaynakları mineral ve protein miktarı bakımından, soya ürünleri ise ilaveten yağ bakımından katkıda bulunmuşlardır.

Duyusal özelliklerde soya sütü-kadayıflık un kombinasyonu görünüş, tad-koku ve ağız hissiyati bakımından en iyi sonucu vermiştir. Transglutaminaz ise yapısal özellikleri düzeltirken, duyusal bakımdan tekstür üzerinde olumlu etkide bulunmuştur.

Bu sonuçlara dayanılarak, farklı kuvvetlilikte ve randımandaki kadayıflık özellikteki unlarla, soya sütü katkısını transglutaminaz eşliğinde deneyerek, transglutaminaza en iyi cevap veren soya proteinleri ile gluten arasındaki interaksiyonlar araştırılıp, daha iyi yapıda kek ve diğer fırın ürünleri için, bilimsel ve grafiksel sonuçlar elde edilebilir.

6. KAYNAKLAR

Anonymous, 1966. Pastry Baking Dept.of The Army Technical Manual 10-411.and Dept.of The Air Force Manuel 146-11(10) : 53-79. US. Army. A.B.D.

Anonymous, 1983. Food Additives Analytical Mannual.Vol:1. U.S.Food and Drug Administration. A.B.D.

Anonymous, 1987. Un Randımanı, Ekmek Gramajı ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesi ve Maliyeti Üzerine Etkileri. Toprak Mahsulleri Ofisi, Ankara.

Anonymous, 1992. Fat Reduction Systems Keep Quality Formulations. Prepared Foods (5) : 125.

Anonymous, 1993. Emülsifiers in Foods. Quest International, Zwijndrecht, Hollanda.

Anonymous, 1994. Kimyasal kabartıcılar. Un Mamülleri Dünyası. (3) : 21-22.

Anonymous, 1998. Global Baking Competence. Aromatic, Stockholm, İsveç. Anonymous, 1998. Wajh Its Salt Baking and Snack (4) : 57-58.

Anonymous, 2003. www.soya.be

Arduzlar, D., Boyacıoğlu H. 2002. Soya unu, protein konsantresi ve izolatının unlu mamullerin beslenme değerine ve fonksiyonel özelliklerine etkisi. 375-386. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep, 3-4 Ekim.

Artık, N. 1989. Türkiye' de yetiştirilen bazı soya varyetelerinden elde edilen soya sütlerinin amino asit profilinin belirlenmesi. Gıda. 14 (6) : 381-384.

Aurand, L.W., Woods, A.E. and Wells, M.R. 1987. Food Composition and Analysis. The Avi Book, New York, A.B.D.

Babiker, E.E. 2000. Effect of transglutaminase treatment on the functional properties of native and chymotrypsin-digested soy protein. Food Chem. 70 : 139-145.

Baker, B.A., Davis, E.A. and Gordon, J. 1990. The influence of sugar and formula emulsifier type during microwave and conventional heating of a lean cake batter. Cereal Chem. 67 (5) : 451-457.

Başman, A., Köksel, H. and Ng, P.K.W. 2001. Examining of polymer formation of wheat, soy and barley proteins with transglutaminase enzyme. 2001 AACC Annual Meeting.

Başman, A., Köksel, H. and Ng, P.K.W. 2002. Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality

characteristics of two wheat flours. European Food Research and Technology. 215 : 419-424.

Başman, A., Köksel, H. and Ng, P.K.W. 2003. Transglutaminaz enziminin gıda endüstrisindeki bazı uygulamaları. 209-399. 3.Gıda Mühendisliği Kongresi. Ankara, 2-4 Ekim.

Bath, D.E., Shelke, K. and Hoseney, R.C. 1992. Fat replacers in high ratio cake layer cakes. Cereal Foods World. 37 (7) : 495-500.

Birnbaum, H. 1978. Surfactans and shortenings in cake making. The Baker Digest, (2) : 28-38.

Bauer, N., Koehler, P., Wieser, H. and Schieberle, P. 2003. Studies on effects of microbial transglutaminase on gluten proteins of wheat. II. Rheological properties. Cereal Chem. 80 (6) : 787-790.

Çelik, P. ve Kotancılar, H.G. 1998. Farklı bileşimdeki kabartma tozlarının kek ve kalitesi üzerine etkisi. Un Mamülleri Dünyası. (6) : 5-13.

Certel, M. 1986. Soya ununun hamurun fiziksel özellikleri ve ekmek kalitesine etkisi üzerine araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

De Jong, G.A.H. and Koppelman, S.J. 2002. Transglutaminase catalyzed reactions: Impact on food applications. Journal of Food Scinence. 67 (8) : 2798-2806.

Dhingra, S. and Jood, S. 2002. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. Food Chem. 77 (4) : 479-488.

Dixon, B.B.M., Klopfenstein, C.F. and Walker, C.E. 1994. Freeze-dried wheat watersolubles from a starch-gluten washing stream: Functionality in angel food cakes and nutritional properties compared with oat bran. Cereal Chem. 71 (3) : 287-291.

Dubois, D.K., and Dreese, P. 1984. Functionality of nonfat dry milk in bakery products. In Dairy Products for the Cereal Processing Industry. James, L.Vetter, editor. American Association of Cereal Chemists St. Paul, M.N.

Ebeler, S.E. and Walker, C.E. 1984. Effects of various sucrose fatty acid ester emulsifiers on high ratio white layer cakes. J. Food Science. 49 : 380-388.

Elgün, A., Certel, M. 1988. Besinsel amaçla ekmeğe katılan inaktif-yağsız soya ununu tolere edici ajan olarak sodium stearoyl 2- lactilate (SSL) yerine aktif soya ununun kullanım imkanları I. Hamurun reolojik özellikleri. Gıda 13 (4) : 269-275.

Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No : 297, Erzurum.

Fance, W.J. 1966. The Student's Technology of "Bread Making and Flour Confectionary". Routledge, London, İngiltere.

Friberg. 1997. Food Emulsions. Vol: 5, Marcel Dekker, Inc., New York, A.B.D.

Frye, A.M. and Setser, C.S. 1991. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. Cereal Chem. 69 (3) : 338-343.

Gaines, C.S. 1982. Note: Technique for objectively measuring a relationship between flour chlorination and cake crumb stickiness. Cereal Chem. 59 : 149-150.

Gaines, C.S. and Donelson, J.R. 1985. Note: Effect of varying flour protein content on angel food and high–ratio white layer cake size and tenderness. Cereal Chem. 62 : 63-66.

Gerrard, J.A., Fayle, S.E., Wilson, A. J., Newberry, M.P., Ross, M. And Kavale, S. 1998. Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. Journal of Food Science. 63 (3) : 472-475.

Gerrard, J.A., Newberry, M.P., Ross, M., Wilson, A.J., Fayle, S.E. and Kavale, S. 2000. Pastry lift and croissant volume as affected by microbial transglutaminase. Journal of Food Science. 65 (2) : 312-314.

Ghaddar, S., Sim, J. and Josef, S. 1997. The effect on the appearance, texture and flavor of banana cake made with all-purpose flour, soy flour and whole wheat flour. Journal of the American Dietetic Association. 97 (9) : A 83.

Gujral, H.S. and Rosell, C.M. 2004. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. Journal of Cereal Science. 39 : 225-230.

Henry, C. 1995. Monoglycerides: The universal emülsifier. Cereal Food Worlds. 40 (10) : 734-735, 738.

Hlynka, I. 1964. Wheat Chemistry and Technology. Vol: 3. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN, AB.D.

Honneman, L.J. 1980. Bakery: Bread and Fermented Goods. Heinemann, London, İngiltere.

Hoseney, R.C. 1986. Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemist. 2nd. Edt. USA.

Im, M.J., Russel, M.A .and Feng, J.F. 1997. Transglutaminase II: A new class of GTP-binding protein with new biological functions .Cell Signal. 9 (7) : 477-482.

Kahveci, B., Özkaya, H. 1991. Soya ve buğday ruşeymi katkılı unların kalitesini düzeltme imkanları üzerine araştırmalar. Gıda. 16 (1) : 67-77.

Kamel, B.S. 1992. Characteristics of bread and buns made with lard vegetable oils of different iodine value. J. of The American Oil Chemists' Society. 69 (8) : 705-711.

Kamel, B.S. and Hoover, R. 1992. Production of bread using sodium stearoly lactylate as a replacement for shortening. Food Research International. 25 : 285-288.

Karaoğlu, M,M. 1998. Farklı yöntemler uygulanarak elde edilmiş modifiye nişastaların kek kalitesi üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Karaoğlu, M.M, Kotancılar, H.G. ve Çelik, İ. 2001. Effect of utilization of modified starches on the cake quality. Starch. 53 : 162-169.

Khalil, A.H. 1998. The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake. Plant Foods for Human Nutrition. 52 : 299-313.

Kim, C.S. and Walker, C.E. 1992. Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems. Cereal Chem. 69 (2) : 206-212.

Köksel, H., Olanca, B. 2002. Soya sütü ve soya sütü ürünleri. 617-627. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep, 3-4 Ekim.

Kuraishi, C., Sakamato, J. and Soeda, T., 1996. The Usefulness of Transglutaminase for Food Processing, Biotechnology for Improved Foods and Flavors edited by: Gory R. Takeoka, Roy Teronishi, Patrick J.Williams, Akio Kobayashi, ACS Symposium Series 637, USA.

Kuraishi, C., Yamazaki, K. and Susa, Y. 2001. Transglutaminase: Its utilization in the food ındustry. Food Reviews International. 17 (2) : 221-246.

Kurt, Ş., Zorba, Ö. 2004. Transglutaminaz ve proteinlerin modifikasyonunda kullanımı. Gıda. 29 (5) : 357-364.

Larre, C., Donery-Papini, S., Popineau, Y., Deshasey, G., Desserne, C. And ,Lefebure, J. 2000. Biochemical analysis and rheological properties of gluten modified by transglutaminase. Cereal Chem. 77 : 32-38.

Limroongreungrat, K. and Huang, Y.W. 2005. Pasta products made from sweet potato fortified with soy protein. Food Science and Technology. Article in Press.

Lin, P., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. 1994. Enzyme resistant starch in yellow layer cake. Cereal Chem. 71 (1) : 69-75.

Lorenz, K.J. and Kulp, K. 1991. Hand Book of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., NJ, A.B.D.

Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. 1993. Cakes. Encyplopedia of Food Science Food Technology and Nutrition, pp: 572-585. USA.

Marx, J.T., Marx, B.D., Johnson, J.M. 1990. High-fructose corn syhrup cakes made whit all-purpose flour or cake flour. Cereal Chem. 67 (5) : 502-504.

Masoodi, F.A., Sharma, B. and Chauan, G.S. 2002. Use of apple pomace as a source of diet dry fiber in cakes. Plant Foods for Human Nutrition. 57 : 121-128.

Matz, S.A. 1970. Cereal Tecnology. The Avi Publishing Company, Inc., Wesport-Connecticut, A.B.D.

Matz, S.A. 1989. Technology of The Materials of Baking. Elseiver Science Publishers Ltd., Texas, A.B.D.

Matsumura, Y., Lee, D.S. and Mori, T. 2000. Moleculer weight distributions of α-lactalbumin polymers formed by mammalion and microbial transglutaminase. Food Hydrocolloids. 14 : 49-59.

Mc Watters, K.H. 1978. Cookie baking properties of defatted peanut, soybean and field pea flours. Cereal Chem. 55 : 853-863.

Mercan, N. 1998. Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M. and Arendt, E.K. 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. Cereal Chem. 83 (1) : 28-36.

Motoki, M. and Seguro, K. 1998. Transglutaminase and its use for food processing. Trends İn Food Science &Technology. 9 : 204-210.

Özkaya, B. ve Demir, Z. 1992. Yumuşak buğdaylardan yapılan fırın ürünleri. Un Mamülleri Dünyası. 1 : 4-8.

Pearce, L.E., Davis, E.A. and Gerdon, J. 1984. Cereal Chem. 61 : 549.

Pekak, R. 2006. Bir ticari değirmende kadayıflık un üretiminin optimizasyonu üzerine bir çalışma. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Pollock, J.M. and Geddes, W.F. 1960. Soy flour as a white bread ingredient. I. Preperation of raw and heat-treated soy flours and their effects on dough and bread. Cereal Chem. 37 : 19-29.

Pomeranz, Y. 1987. Modern Cereal Science and Technology. VCH Publishers, Inc., Washington, A.B.D.

Pyler, E.J. 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publishing Company. 3th. Edt. USA.

Raeker, M.Ö., Johnson, L.A. 1995. A micro method for cake baking (high ratio, white layer). Cereal Chem. 72 (2) : 167-172.

Roach, R.R., Lai, C.S. and Hoseney, R.C. 1992. Effect of certain salts on bread loaf volume and on soluble nitrogen of wheat flour and non-fat dry milk slurries. Cereal Chem. 69 (5) : 574-576.

Ronda, F., Gömez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chem. 90 : 549-555.

Sievert, D., Pomeranz, Y., Abdelrahman, A. 1990. Functional properties of soy polysaccharides and wheat bran in soft wheat products. Cereal Chem. 67 (1) : 10-13.

Sim, J. and Tam, N. 2001. Eating qualities of muffins prepared with 10 % and 20 % soy flour. Journal of Nutrition In Recipe & Menu Development. 3 (2) : 25.

Sinanoğlu, E. 1998. Bisküvi Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri. Bitirme Ödevi. İ.T.Ü. Gıda Müh. Böl., İstanbul.

Singh, M. and Mohammed, A. 2005. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. Food Science and Technology. Article in Press.

Stauffer, C.E. 1998. Fats and oils in bakery products. Cereal Foods World. 43 (3) : 120-126.

Stauffer, C.E. 1999. Soya ununun unlu gıdalardaki özel kullanımları. Unlu Mamüller Teknolojisi. 8 (5): 16-22.

Thomasson, C.A., Miller, R.A. and Hoseney, R.C. 1995. Replacement of chlorine treatment for.cake flour. Cereal Chem. 72 (6) : 616-620.

Tseng, C.S. and Lai, H.M. 2002. Physicochemical properties of wheat flour dough modified by microbial transglutaminase. Journal of Food Science. 67 (2) : 750-755.

Ünal, S.S. 1991. Bisküvi Teknolojisi. Hububat Teknolojisi. 3.Baskı, İzmir.

Yamazaki, W.T. and Donelson, D.H. 1972. The relationship between flour particle size and cake-volume potential among eastern soft wheats. Cereal Chem. 49 : 649-652.

Yıldız, Ö., Doğan, I.S. 2004. Düşük kalorili kek üretimi: II. Standart yağlı kek ile karşılaştırma. Gıda. 29 (3) : 229-235.

Wilkens, W.F., Hackler, L.R. 1969. Effect of processing conditions on the composition of soy milk. Cereal Chem. 46 : 391-396.

Wu, J. and Corke, H. 2004. Quality of dried white salted noodles affected by microbial transglutaminase. Journal of The Science of Food and Agriculture. 85 (15) : 2587-2594.