EKMEK ZENGİNLEŞTİRMEDE PROTEİN KAYNAĞI OLARAK BALIK ETİNİN KULLANIMI

SEDA DURSUN

Ağustos, 2006
DENİZLİ

EKMEK ZENGİNLEŞTİRMEDE PROTEİN KAYNAĞI OLARAK BALIK ETİNİN KULLANIMI

Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Seda DURSUN

Danışman: Prof. Dr. Aydın YAPAR

Ağustos, 2006
DENİZLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Seda DURSUN tarafından Prof. Dr. Aydın YAPAR yönetiminde hazırlanan "**Ekmek Zenginleştirmede Protein Kaynağı Olarak Balık Etinin Kullanımı**" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Aydın YAPAR

Jüri Üyesi (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK

Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..../..../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin planlanması, yürütülmesi, ve sonuçlarının yorumlanması konularında yardımlarını esirgemeyen ve her konuda bana sabırla yol gösteren değerli hocam ve tez yöneticim Prof. Dr. Aydın YAPAR'a içtenlikle teşekkür ederim.

Danışman hocam kadar büyük bir özveri göstererek karşılaştığım her türlü sorunda bana yardım eden, özel ilgi ve desteğiyle hep yanımda olan saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e, ayrıca Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ ve Arş. Gör. Haluk ERGEZER ile Gıda Mühendisliği Bölümü diğer öğretim üyelerine, arkadaşım Esin ÖZCAN'a ve her konuda olduğu gibi bu tezimin hazırlanmasında da beni yalnız bırakmayan Halim OĞUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, sadece bu tezimi ve yüksek lisans eğitimimi tamamlamamda değil, bütün öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, sabırla beni destekleyen çok değerli aileme sevgilerimle teşekkür ederim.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Seda DURSUN
İmza :

ÖZET

EKMEK ZENGİNLEŞTİRMEDE PROTEİN KAYNAĞI OLARAK BALIK ETİNİN KULLANIMI

Dursun, Seda
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Aydın YAPAR
Ağustos 2006, 89 Sayfa

Bu çalışmada, ekmeğin hayvansal bir protein kaynağı olan balık eti ile zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, un yerine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında yıkanmış balık kıyması ikame edilerek hazırlanan hamur ve ekmeklerin bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, balık eti ikame oranının artışı hamurun yoğurma toleransı ve uzayabilirliğini artırmış ($p<0.05$), su absorbsiyonu, hamur mukavemeti, maksimum direnç ve oran sayısını azaltmıştır ($p<0.05$). Diğer taraftan balık eti ikame oranının artışı hamurun gelişme süresi, 12 dk değeri, stabilite ve enerji değerlerinde önemli bir değişime ($p>0.05$) neden olmamıştır. Tüm uygulama gruplarında hamurların yoğurmadan sonra ölçülen pH değerleri arasında belirgin farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkmıştır. Hamurların pH' sı ilk fermantasyon ve son fermantasyon bitiminde yoğurma sonundaki pH değerine göre azalmış, fakat bu değişim uygulama grupları arasında farklılığa neden olmamıştır ($p>0.05$). Aynı zamanda ikame oranları arasında son fermantasyon süreleri bakımından da fark olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Balık eti ikame oranının artışına bağlı olarak, ekmek hacmi, spesifik hacim, hacim verimi, hamur verimi ve ekmek veriminin azaldığı ($p<0.05$) belirlenmiştir. Ekmeklerin enstrümental olarak ölçülen kabuk L, a ve b renk değerleri arasında fark önemsizken ($p>0.05$), ekmek içinin L renk değeri ikame oranı arttıkça azalmış ($p<0.05$), ekmek içi a ve b renk değerleri ise artmıştır ($p>0.05$). Ekmeklerin 24, 48 ve 72 saat sonraki sertlikleri ikame oranı arttıkça ve geçen süre uzadıkça yükselmiştir ($p<0.05$). Diğer taraftan ekmeklerin kurumadde ve kül değerleri arasındaki değişim önemliyken ($p<0.05$), yağ ve pH değerleri arasında belirgin bir değişim olmamıştır ($p>0.05$). Ancak ikame oranının artışı, ekmeğin protein içeriğini önemli ($p<0.05$) düzeyde artırmıştır. Balık eti ikame oranının artışı aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, treonin, arginin, tirosin, sistin, fenil alanin, izolösin, lisin, hidroksiprolin, asparagin ve prolin amino asitlerinde belirgin ($p<0.05$) bir artış meydana getirmiştir. Ancak histidin ve metiyonin amino asitlerinde azalma ($p<0.05$) meydana gelmiştir. Triptofan %10, valin ise %15 ikame oranından sonra belirgin ($p<0.05$) olarak artmıştır. Tüm ekmek örneklerinde alanin ve lösin amino asitleri belirlenebilen değerlerin altında kalmış ve tespit edilememiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre şekil simetrisi, kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, koku, çiğneme, tat, aroma ve genel kabul puanları arasında önemli ($p<0.05$) farklar ortaya çıkmıştır.

Tüm sonuçlar dikkate alındığında, %5 ve %10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin kabul edilebilirliklerinin yüksek olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zenginleştirme, Ekmek, Balık Eti, Protein, Amino Asit.
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Aydın YAPAR
Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK

ABSTRACT

UTILIZATION OF FISH MEAT AS PROTEIN SOURCE IN BREAD ENRICHMENT

Dursun, Seda
M. Sc. Thesis in Food Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Aydın YAPAR
Agust 2006, 89 Pages

The aim of this study was the enrichment of bread with fish meat, which is an animal protein source. Flour in the bread formulae was substituted with 5%, 10%, 15% and 20% washed minced fish. Then physical, chemical, rheological and sensory changes in doughs and breads were evaluated.

Increasing the substitution of flour with minced fish increased the kneading tolerance and extensibility of dough ($p<0.05$), but decreased the water absorption, dough resistance, maximum resistance and ratio value ($p<0.05$). On the other hand, the substitution of flour with minced fish resulted no significant change in the arrival time, 12 min value, stability and energy values ($p>0.05$). In all treatments, significant differences ($p<0.05$) between the pH values of kneaded doughs were determined. The pH values of doughs after initial fermentation and proof were found less than the pH value of kneaded doughs. But this change resulted no significant difference between the treatments ($p>0.05$). On the other hand proof time of all substitution level were found significantly different ($p<0.05$).

Bread volume, specific volume, volume efficiency, dough efficiency and bread efficiency were decreased significantly as the substitution level increased ($p<0.05$). No significant difference between L, a, b values of bread crusts were found ($p>0.05$). L values of inside of bread were decreased ($p<0.05$), but a and b values of inside of bread were increased ($p<0.05$) with the increasing of substitution of flour with minced fish. Hardness of breads after 24, 48 and 72 hour resting periods were increased with the substitution of flour with minced fish and increasing period ($p<0.05$). On the other hand, significant differences in dry matter and ash contents ($p<0.05$), but no insignificant differences in fat contents and pH values of bread samples ($p<0.05$) were determined. Increasing the substitution of flour with minced fish increased the protein content, aspartic acid, glutamic acid, serine, glycine, threonine, arginine, tyrosine, cystine, phenylalanine, isoleucine, lysine, hydroxyproline, asparagine and proline amino acids of breads significantly ($p<0.05$), but decreased the histidine and methionine amino acids of breads ($p<0.05$). Tryptophan and valine contents of breads were increased after 10% and 15% substitutions of flour with minced fish, respectively ($p<0.05$). Alanine and leucine amino acids were found to be not detectable. Significant differences between the sensory properties of bread samples; symmetry, crust color, crumb color, porosity, texture, odor, chewiness, taste, aroma and overall acceptability, were found ($p<0.05$).

As a result, 5% and 10% substitution levels of fish meat could be successfully used to enrich bread samples.

Keywords: Enrichment, Bread, Fish Meat, Protein, Amino acid.
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Aydın YAPAR
Asst. Prof. Dr. İlyas ÇELİK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu ……..	i
Teşekkür ……	ii
Bilimsel Etik Sayfası ……	iii
Özet ……...	iv
Abstract ……	v
İçindekiler.....	vi
Şekiller Dizini.....	vii
Tablolar Dizini.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Türkiye'de Beslenme Durumu.....	3
1.2 Yeterli ve Dengeli Beslenmede Proteinlerin Önemi.....	8
1.3 Dengeli Beslenmede Tahıl ve Et Ürünlerinin Önemi.....	10
1.4 Fonksiyonel Gıdalar ve Gıdaların Zenginleştirilmesi.....	13
1.5 Tahıl Ürünlerinin Vitamin ve Minerallerle Zenginleştirilmesi.....	15
1.6 Tahıl Ürünlerinin Proteinlerle Zenginleştirilmesi.....	18
1.7 Tahıl Ürünlerinin Balık Proteiniyle Zenginleştirilmesi.....	25
1.8 Balık Kıyması ve Surimi.....	30
2. MATERYAL VE METOT.....	34
2.1 Materyal.....	34
2.2 Metot.....	34
2.2.1 Hammadde analizleri.....	34
2.2.2 Hamur reolojisinin belirlenmesi.....	35
2.2.3 Ekmek pişirme denemeleri.....	35
2.2.4 Ekmek kalitesinin belirlenmesi.....	36
2.2.4.1 Fiziksel analizler.....	36
2.2.4.2 Kimyasal analizler.....	37
2.2.4.3 Duyusal analizler.....	37
2.2.5 İstatistiksel analizler.....	37
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
3.1 Balık Etinin Kimyasal Kompozisyonu.....	39
3.2 Unun Kimyasal Kompozisyonu.....	40
3.3 Kadife Balığı Kıymasının Amino Asit İçeriği….....	40
3.4 Hamurların Reolojik Özellikleri.....	41
3.4.1 Farinograf denemeleri.....	41
3.4.2 Ekstensograf denemeleri.....	44
3.5 Ekmek Pişirme Denemeleri Sırasında Yapılan Ölçümler.....	47
3.6 Ekmeklerin Kalitesi.....	49
3.6.1 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri.....	49
3.6.2 Ekmeklerin renk yoğunlukları.....	51
3.6.3 Ekmeklerin enstrümantel sertlikleri.....	55
3.6.4 Ekmeklerin kimyasal kalite parametreleri	58
3.6.5 Ekmeklerin amino asit içerikleri.....	60
3.6.6 Ekmeklerin duyusal kalite parametreleri.....	68
4. SONUÇ.....	76
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Gıda piramidi..... 2
Şekil 1.2 1984-1998 arasında günlük enerji alımı içerisinde karbonhidrat, protein ve yağın payları..... 4
Şekil 3.1 Hamur su absorpsiyonunun ikame oranına göre değişimi..... 42
Şekil 3.2 Hamur yoğurma toleransının ikame oranına göre değişimi..... 44
Şekil 3.3 Hamur mukavemetinin ikame oranına göre değişimi..... 45
Şekil 3.4 Hamur maksimum direncinin ikame oranına göre değişimi..... 46
Şekil 3.5 Hamur gruplarının fermentasyona bağlı pH değişimi..... 48
Şekil 3.6 Spesifik hacmin ikame oranına göre değişimi..... 51
Şekil 3.7 Ekmek içi L değerinin değişimi..... 53
Şekil 3.8 Ekmek içi a değerinin değişimi..... 54
Şekil 3.9 Ekmek içi b değerinin değişimi..... 55
Şekil 3.10 Ekmek içi enstrümantel sertliğinin değişimi..... 56
Şekil 3.11 Ekmeklerin protein oranının ikame oranına göre değişimi..... 59
Şekil 3.12 Ekmeklerdeki esansiyel amino asitlerin değişimi..... 64
Şekil 3.13 Ekmeklerin görünümü..... 68
Şekil 3.14 Ekmeğin duyusal tekstür puanının ve 24 saat sonraki enstrümantel ekmek sertliğinin karşılaştırılması..... 72
Şekil 3.15 İkame oranına göre ekmeklerin genel kabullerinin değişimi..... 75

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1 Türkiye genelinde kişi başına günlük enerji alımı..... 5
Tablo 1.2 Gıda gruplarının besin öğeleri tüketimine katkıları..... 7
Tablo 1.3 Ekmek ve balık etinin 100 gramlarındaki protein ve esansiyel amino asit miktarları..... 32
Tablo 2.1 Ekmek üretimi amacıyla hazırlanan formulasyonlar..... 35
Tablo 2.2 Ekmeklerin duyusal panel formu..... 38
Tablo 3.1 Kadife balığı kıymasının kimyasal kompozisyonu..... 39
Tablo 3.2 Tip 550 ununun kimyasal kompozisyonu..... 40
Tablo 3.3 Kadife balığı kıymasının amino asit içeriği..... 40
Tablo 3.4 Esansiyel amino asit gereksinimi..... 41
Tablo 3.5 Farinograf denemeleri sonuçları..... 41
Tablo 3.6 Ekstensograf denemeleri sonuçları..... 44
Tablo 3.7 Hamurların pH ölçümleri ve son fermentasyon süreleri..... 48
Tablo 3.8 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri..... 49
Tablo 3.9 Ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerleri..... 52
Tablo 3.10 Ekmek içinin enstrümantel sertlik değerleri..... 55
Tablo 3.11 Ekmeklerin kimyasal kompozisyonu..... 58
Tablo 3.12 Ekmeklerin amino asit miktarları..... 60
Tablo 3.13 Ekmeklerin duyusal özellikleri ve puanları..... 69

1.GİRİŞ

İnsan sağlığı; beslenme, kalıtım, iklim ve çevre koşulları gibi birçok faktörün etkisi altındadır. Bu faktörlerin başında gelen beslenme; büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için gıdaların kullanılmasıdır (Baysal 1997, Pekcan 2001).

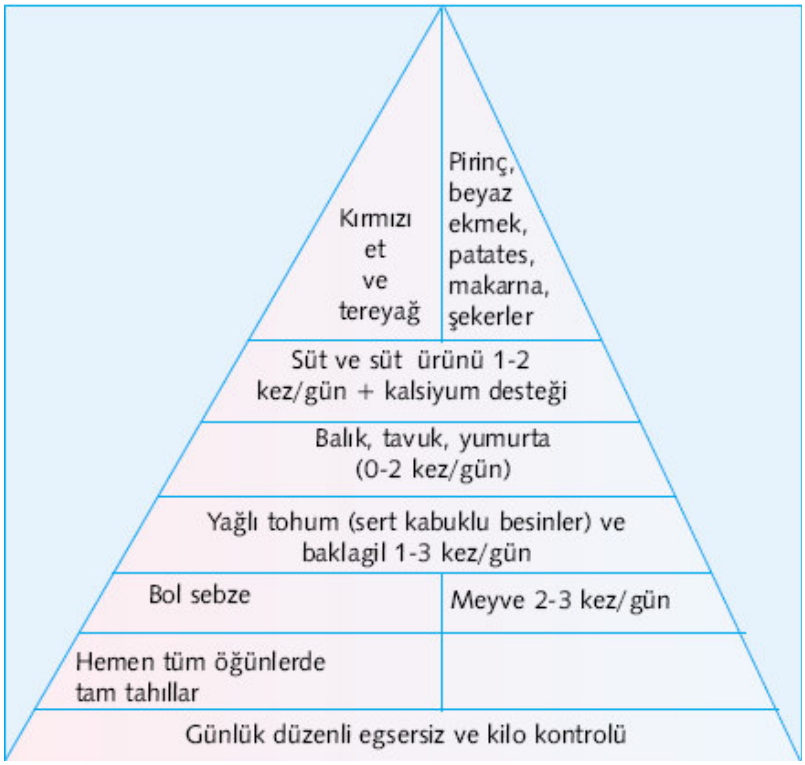
Vücudun büyümesi, yenilenmesi ve çalışması için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda alınması ve vücutta uygun şekilde kullanılması durumu ise "yeterli ve dengeli beslenme" deyimi ile açıklanır. Yeterli ve dengeli beslenme; bireylerin büyüme ve gelişme potansiyellerine ulaşabilmesi, hastalıklardan korunması ve kaliteli bir yaşam sürmeleri için temel bir gereksinimdir. Yaş, cinsiyet, aktivite, genetik ve fizyolojik özellikler ve hastalık durumu, alınması gereken besin öğeleri miktarını etkilediğinden, beslenme bireye özgü olarak planlanmalı ve uygulanmalıdır. Ancak, toplumun sağlığı için bazı temel beslenme ilkelerinin topluma özgü olarak belirlenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir (Anon 2004).

İnsanlar üzerinde yapılan araştırmalar, yetersiz beslenen toplumlarda çocuk ölüm hızının yeterli beslenen toplumlardan on kat daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yine yetersiz diyetle beslenen toplumlardaki çocukların büyüme hızı, yeterli beslenenlerden daha yavaştır. Yetersiz beslenme, yalnız fiziksel büyümeyi değil zeka gelişimini de olumsuz yönde etkilemektedir (Baysal 1997).

Bilimsel araştırmalarla, insanın yaşamı için 50'ye yakın besin öğesine gereksinimi olduğu ve insanın, sağlıklı büyüme ve gelişmesi, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşaması için bu öğelerin her birinden günlük ne kadar alınması gerektiği belirlenmiştir. Bu öğelerin herhangi biri alınmadığında, gereğinden az ya da çok alındığında, büyüme ve gelişmenin engellendiği ve sağlığın bozulduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur. İnsanın gereksinimi olan besinlerin bileşiminde yer alan 50'ye yakın besin öğesi kimyasal yapılarına ve vücut çalışmasındaki etkinliklerine göre 6 grupta toplanabilir. Bunlar, proteinler, yağlar, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve sudur (Anon 2004).

Sağlıklı ve dengeli beslenmek için yetişkin bir kişiye özel, günlük kalorinin % 55-60'ı karbonhidratlardan, % 25-30'u yağlardan (%5-10'u omega 6 ve % 0.6-1.2'si omega 3 yağ asitlerinden), % 10-15'i proteinlerden sağlanmalıdır (Anon 2004).

Kişilerin her gün hangi gıdalardan ne sıklıkta yiyeceklerini tanımlayabilmek için uluslararası platformlarda gıda piramidi (Şekil 1.1) kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, her yaş grubundaki kişilerin sağlıklı olabilmesi için benimsenmesi gereken bir davranış biçimidir. Özellikle adolesan yaş grubunun (10-19 yaş) ileriki yaşamlarında sağlıklı beslenme davranışını yaşam biçimleri haline getirebilmeleri için bu piramide uygun olarak beslenmeleri çok önemlidir (Aslan ve Yeşildal 2003).



Şekil 1.1 Gıda piramidi (Aslan ve Yeşildal 2003)

İnsan metabolizması için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda alınmaması ve vücutta uygun şekilde kullanılmaması durumunda "yetersiz ve dengesiz beslenme" şekli ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde özellikle gelişmekte olan ülkelerde 800 milyon insanın yetersiz beslendiği bilinmektedir. Ayrıca 3 milyar insan, yanlış ve yetersiz beslenme nedenli mikroelement eksikliği problemi yaşamaktadır (TÜBİTAK 2003).

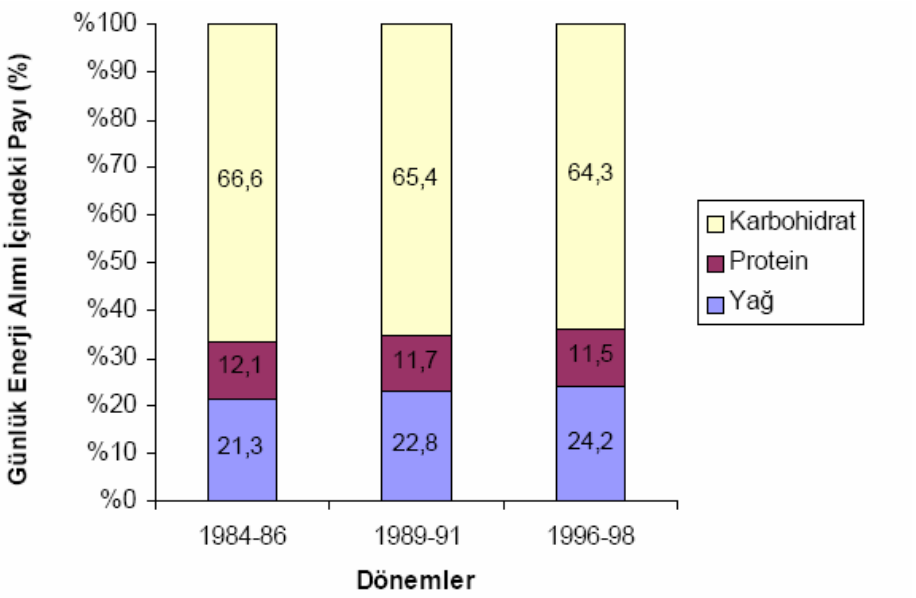
Değişik ülkelerde yapılan araştırmalar, diyetin yetersizliği ile vücut yapısı arasında doğru orantılı ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ülkelerde beslenme biliminin ortaya koyduğu bulgulardan yararlanılarak raşitizm, pellegra, skorbüt, basit guatr gibi hastalıklar hemen hemen yok edilmiştir. Bunun yanında gelişmiş ülkelerde, yetişkinlikte ölüm nedenlerinin başında gelen kalp-damar, kanser ve benzeri kronik hastalıklarda yanlış ve dengesiz beslenmenin birinci derecede risk etmeni olduğu bugün herkes tarafından kabul edilmektedir. Yine bazı toplumlarda enfeksiyon hastalıklarının sık ve ağır seyretmesinde, körlük, topallık gibi sakatlıklarda beslenmenin önemli etmen olduğu açıklanmıştır. Beslenme zeka gelişimini de etkilemektedir. Bu konuda yapılan araştırmalarda üçüncü yaşa kadar olan hızlı beyin gelişimi döneminde yetersiz ve dengesiz beslenen çocuklar arasında zeka geriliği gösterenlerin oranı, yeterli ve dengeli beslenen gruplardan daha yüksek bulunmuştur (Baysal 1997).

FAO/WHO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü) temsilcileri Cenevre'de yaptıkları toplantıda iyi beslenmenin HIV/AIDS virüsü taşıyan insanlara yardımda en önemli araçlardan biri olduğunu ve hatta öldürücü virüsün vücutta ilerlemesini geciktirmede de etkili olduğunu belirtmişlerdir. Dengeli beslenme bağışıklık sistemini güçlendirerek ve enerji seviyesini arttırarak hastalığın sebep olduğu tahribata karşı vücudun mücadele etmesine ve vücudun kilosunu koruyarak ilaç tedavisine destek olmaktadır. Bu sayede dengesiz beslenmenin sebep olabileceği sağlık sorunlarını önlenebilmektedir (FAO/WHO 2003).

1.1 Türkiye'de Beslenme Durumu

Türkiye'de, enerji ve besin öğeleri yönünden beslenme durumu incelendiğinde; enerjiyi yetersiz düzeyde tüketen aile oranı düşüktür. Toplam protein tüketimi kişi başına yeterli düzeydedir. Ancak proteinin çoğu bitkisel kaynaklıdır. Hayvansal protein tüketimi ise yetersizdir. Kalsiyumu (% 13-26), A vitaminini (% 3-31) ve Riboflavini (% 34-40) yetersiz tüketenlerin oranı oldukça yüksektir. Özellikle süt ve ürünlerinin yetersiz düzeyde tüketilmesi kalsiyum ve riboflavin yetersizliğinin temel nedenidir. Demiri yetersiz düzeyde tüketenlerin oranı düşük olmasına karşın, demir yetersizliği anemisi görülme oranı çok yüksektir (DPT 2001, Pekcan 2001).

Şekil 1.2'den izlenebileceği üzere 1984-1998 döneminde "günlük enerji alım değerleri" içerisinde karbonhidratların payında % 2.3'lük ve proteinde % 0.6'lık bir azalma varken yağın payı % 2.9 artmıştır (DPT 2001).



Şekil 1.2 1984-1998 arasında günlük enerji alımı içerisinde karbonhidrat, protein ve yağın payları (DPT 2001)

Türk halkının beslenme durumuna bakıldığında temel gıda maddesinin ekmek ve diğer tahıl ürünleri olduğu görülmektedir. Günlük enerjinin ortalama % 44'ü sadece ekmekten, % 58'i ise ekmek ve diğer tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Yıllar içerisinde gıda tüketim eğilimi incelendiğinde ekmek, süt-yoğurt, et ve ürünleri, taze sebze ve meyve tüketiminin azaldığı; kurubaklagil, yumurta ve şeker tüketiminin ise arttığı söylenebilir. Genelde toplam yağ tüketim miktarında önemli farklılık olmamasına karşın, bitkisel sıvı yağ tüketim miktarının katı yağa oranla arttığı gözlenmektedir (Pekcan 2001).

Buğday ürünleri ve ekmek tüketimi batıdan doğuya gidildikçe ve kırsal bölgelerde artmaktadır. Ekmek, Türk halkının en önemli ve en çok tükettiği yiyecektir. Süt ve ürünleri ile et ve ürünleri tüketimi ailelerin ekonomik durumlarına bağımlı olarak 4-5 katı değişiklik göstermektedir. Et ve ürünleri tüketiminde yıllara göre azalma olmuştur (Pekcan ve Yurttagül 1996).

Kişi başına düşen aylık ortalama kırmızı et tüketimi, 2002'de 0.9 kg iken 2003'te 0.6 kg'a inmiştir. Ekmek tüketimi ise aynı dönemde 4.9 kg'dan 5.4 kg'a yükselmiştir (DİE 2004).

Beslenmede önemli bir yere sahip ekmeğin bazı önemli özellikleri; kendine has nötr karakterde bir aromaya sahip oluşu, dolayısıyla diğer gıdalar için iyi bir taşıyıcı özellik arz etmesi, diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay sağlanabilir olması, doyurucu özellik göstermesi olarak sıralanabilir. Asırlardan beri insanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ekmek toplam protein ihtiyacının % 50'sini karşılamaktadır. Türkiye'de farklı bölge, yaş ve gelir gruplarına göre ekmek tüketiminin günlük 100-800 g arasında değiştiği ve ortalama 400 g olduğu bildirilmektedir (Elgün ve Ertugay 1997).

Türkiye'de kişi başına hayvansal ürün tüketimi dünya ortalamasının üzerinde, ancak gelişmiş ülkelerden düşüktür (TÜBİTAK 2003). Hayvansal ürün üretimimiz yıllar itibariyle önemli düzeyde artışlar göstermiş, fakat aynı sürede nüfus artışı, ürün artışından daha fazla olduğu için kişi başına tüketimde artış olmamıştır (Anon 1999). Çeşitli çiftlik hayvanlarından elde edilen etlerin besleyicilik değerleri dikkate alındığında, protein içeriği en yüksekten en düşüğe doğru; balık, tavşan, kümes hayvanları ve kırmızı et şeklinde sıralanır. Balık eti, doymamış yağ asitlerini fazla miktarda içermesi bakımından da ayrı bir öneme sahiptir. Daha sonra yağ içeriği düşük, protein içeriği yüksek olan kümes hayvanları ve en sonda da yağ kapsamı yüksek olan kırmızı et gelir (Anon 1999).

Türkiye genelinde kişi başına günlük enerji alımı ve gıda gruplarının protein, yağ ve karbonhidrat alımına olan katkıları Tablo 1.1'de verilmiştir (DPT 2001).

Tablo 1.1 Türkiye genelinde kişi başına günlük enerji alımı

Gıda Grubu	Kütlesel Dağılım (%)	Enerji Alımı (%)	Protein Alımı (%)	Yağ Alımı (%)	Karbonhidrat Alımı (%)
Tahıl ve tahıl ürünleri	29	52	55	15	66
Sebzeler	24	7	12	1	9
Meyveler	15	5	4	3	9
Süt, süt ürünleri ve yumurta	12	7	15	13	2
Et ve et ürünleri	3	4	10	8	0
Katı ve sıvı yağlar	3	16	0	55	0
Şeker ve şekerlemeler, tatlılar	4	8	1	1	13
Hazır yiyecekler,diğer gıdalar	1	1	1	1	0
Balık	1	0	3	3	0
İçecekler	7	0	0	0	1

Enerji alınan gıda grupları itibariyle yukarıdaki oranlarda tüketilen gıda gruplarının besin öğeleri tüketimine katkıları ise Tablo 1.2'de gösterilmektedir (DPT 2001).

Biyolojik değeri yüksek hayvansal proteinli gıda tüketimi, milletlerin gelişmişliğinin bir ölçüsü haline gelmiş gibidir. Gelişmiş ülkelerde günlük protein tüketiminin % 59.2'si, gelişmekte olan ülkelerde ise ancak % 12.8'i hayvansal gıdalardan sağlanmaktadır. Türkiye'deki hayvansal protein tüketimi ise, gelişmiş ülkelerin 1/3'ü düzeyindedir. Protein değeri yanında fosfor içeriğiyle de önemli bir beslenme kaynağı olan balığın, Türkiye' deki kişi başına tüketimi, ancak 7-8 kg kadardır. Gelişmiş ülkelerin kişi başına balık tüketimi ise ortalama 27 kg dolayındadır. Oysa; denizleri, ırmakları ve gölleriyle büyük bir balıkçılık potansiyeline sahip Türkiye'de, balık tüketiminin yüksek olması gerekir. Dengeli beslenme yerine, midenin doyurulması, ne yazık ki ülkemizde görülen yaygın bir beslenme tarzıdır. Bitkisel kökenli gıdalar ihtiyaçtan fazla alınırken, hayvansal gıdaların üretimi ve tüketimi yetersizdir (Anon 1999).

Yetersiz ve dengesiz beslenme tüm yaş gruplarını etkilemekle beraber, özellikle bebek ve çocuklarda, büyüme ve gelişme döneminde olduklarından daha büyük olumsuzluklar meydana getirir. Türkiye'deki bebek ölümleri; önceki yıllara göre düşüş göstermiş olmakla birlikte, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bebek ölümlerinin, Batı Anadolu Bölgesi' ne oranla 1.5 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Bebek ve çocuk ölümlerinin çoğu yetersiz beslenmeye bağlı büyüme ve gelişme bozuklukları ile önlenebilir hastalıklar olup, protein, enerji, vitamin ve mineral eksikliğinin neden olduğu beslenme yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (DPT 2001).

Türkiye'de 0-5 yaş grubu çocuklarda; büyüme ve gelişme geriliği, demir yetersizliği anemisi, raşitizm, okul çağı çocuklarda ve gençlerde; zayıflık ve şişmanlık, demir yetersizliği anemisi, vitamin yetersizlikleri, iyot yetersizliği hastalıkları, diş çürükleri, yetişkin kadınlarda; zayıflık ve şişmanlık, demir yetersizliği anemisi, iyot yetersizliği hastalıkları, vitamin yetersizlikleri, yaşlılarda; beslenmeye bağlı kronik hastalıklar sık görülmektedir (Pekcan 2001).

Tablo 1.2 Gıda gruplarının besin öğeleri tüketimine katkıları (toplam arzın %'si olarak)

Gıda Grubu	Posa	Kalsiyum	Demir	Çinko	A Vitamini	E Vitamini	Tiamin	Riboflavin	Niasin	Folik Asit	C Vitamini	Dya*	Tdya*	Çdya*	Kolesterol	Tüketim (%)
Tahıl ve Tahıl Ürünleri	47.9	36.3	66.2	44.6	0.1	11.8	77.5	58.4	69.5	33.2	0.0	11.4	6.9	40.4	0.3	29
Et	0.0	0.8	3.6	13.4	2.8	1.2	1.3	4.7	9.0	2.4	0.2	9.6	6.4	4.7	18.9	3
Balık	0.0	1.0	0.8	1.2	0.1	0.5	0.3	0.7	2.3	0.2	0.0	0.4	0.4	1.1	3.2	1
Süt, Süt Ürünleri ve Yumurta	0.0	38.6	2.2	15.7	6.6	4.6	3.1	19.5	0.9	6.2	0.8	25.2	7.8	4.5	66.4	12
Yağlar	0.0	0.2	0.6	0.2	2.0	48.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	49.6	74.7	36.0	10.7	3
Meyveler	15.6	5.3	3.4	4.8	20.6	15.4	5.8	3.5	3.1	9.0	32.4	1.3	2.6	8.1	0.0	15
Sebzeler	33.3	12.6	18.1	15.0	62.7	15.2	10.8	8.6	9.8	45.2	62.5	0.7	0.3	3.8	0.0	24
Şeker ve Şekerle-meler	0.4	1.6	1.9	0.7	0.1	0.3	0.4	0.9	0.3	0.1	0.0	1.4	0.7	0.3	0.3	4
Tuz ve Baharat-lar	0.6	0.7	0.7	0.4	2.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.5	0.0	1
Hazır Gıdalar ve Diğerleri	0.8	0.4	0.6	0.7	2.6	2.5	0.5	0.6	0.7	0.9	2.4	0.1	0.1	0.5	0.1	1
İçecekler	1.3	2.7	1.9	3.3	0.0	0.0	0.2	2.7	4.2	2.5	1.3	0.1	0.0	0.1	0.1	7
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*Dya : Doymuş yağ asitleri
Tdya : Tekli doymamış yağ asitleri
Çdya : Çoklu doymamış yağ asitleri

Türkiye'de dengeli beslenme olmadığı için 5 yaşından küçük her sekiz çocuktan birinin boyu yaşına göre kısadır. Bu çocukların dörtte biri yaşlarına göre kısa, "bodur" olarak sınıflandırılır. Kısalığın en çok kırsal kesimde ve doğu bölgelerinde yaygın olduğunu görülmektedir (Yiğit ve Tezcan 2004).

1.2 Yeterli ve Dengeli Beslenmede Proteinlerin Önemi

Dengeli beslenmek isteyen bir insanın, günde her kg vücut ağırlığı için 0,9 g protein tüketmesi gerekmektedir. Yetişkin insan vücudunun ortalama % 16'sı proteinden oluşmaktadır. Proteinler organizmaların gereksinimi olan besin maddelerinin en önemli gurubunu oluşturmaktadırlar. Karbonhidratlar aktüel enerji taşıyıcı, yağlar rezerv maddeleri, proteinli maddeler ise organizmanın temel yapı taşıdır. Gıdalardan alınan protein sindirim kanalında yapı taşları olan amino asitlere ayrılarak kana geçerler ve kan ile karaciğere taşınırlar. Burada tekrar belirli düzen içinde birleşerek vücut doku proteinlerini yaparlar. Protein, hücrelerde yalnız vücut için özel doku ve organ proteinlerinin yapı taşı olarak kullanılmaz. Hormon, enzim ve bağışıklık maddeleri için de hammadde olarak görev almaktadır. Günlük enerji tüketiminin yaklaşık % 10-15'i proteinlerden sağlanmaktadır. Yani proteinler metabolizmada doğrudan rol oynamaktadır. Organizmada çok değişik proteinler bulunmaktadır. Bunlar yanlız cinse özel değil, aynı cinsler arasında organlara da özeldir. Yani aynı organizmada çeşitli organlardaki proteinler birbirlerinden farklıdır (Anon 2004).

Protein ihtiyacının en azından üçte biri, hayvansal ürünlerden sağlanmalıdır. Bu ise, günlük ortalama 35 gram hayvansal protein tüketilmesi demektir. Bunun için; süt, yumurta, beyaz et ve kırmızı etin günlük olarak düzenli şekilde tüketilmesi önemlidir. Hayvansal gıdalardaki protein miktarı; ette % 15-20, balıkta % 19-24, yumurtada % 12, sütte % 3-4, peynirde % 15-25 olarak bulunur. Protein, doku ve organlardaki hücrelerin yenilenmesi görevinin yanısıra, kasların, kanın ve çeşitli vücut sıvılarıyla organların yapısında da yer alır (Anon 1999).

Protein enerji kaynaklarındandır. 1 g protein yaklaşık 4 kalori verir. Proteinler kan plazmasında, beyin-omurilik sıvısında ve bağırsak salgılarında tampon görevi görür ve bu sıvıların pH'larının sabit kalmasına katkıda bulunurlar. Kanda ilaçlar, bir çok

hormonlar ve lipidler proteinler vasıtasıyla taşınır. Kan proteinleri bu maddelerin taşınmasını ve bu dokularla belirli oranlarda temasa geçmesini sağlarlar (Sencer 1991).

Tüm bu işlevlerin yerine getirilebilmesi için, proteinin miktar olarak alınmasından çok kaliteli proteinin alınması önemlidir. Kaliteli bir protein ise esansiyel amino asitlerce zengin ve biyolojik değeri yüksek olan protein kaynağıdır. Organizmanın protein ihtiyacı daha çok esansiyel amino asitler üzerine kuruludur. Bitkisel kökenli proteinlerde yeterli oranda bulunmayan 8 adet esansiyel amino asit, hayvansal gıdaların proteinlerinde yeterli ve dengeli şekilde bulunur. Hayvansal proteinler içerdikleri amino asitlerden dolayı; insanın büyüme, gelişme ve sağlıklı kalabilmesinin yanısıra, beynin gelişmesi bakımından da önemlidir. Vücut tarafından sentezlenemeyip dışarıdan gıdalarla alınmak zorunda olan bu esansiyel amino asitler; Valin, İzolösin, Lösin, Fenilalanin, Triptofan, Lisin, Metiyonin ve Trionindir. Histidin ve Argininin de bebekler için esansiyel olduğu bilinmektedir (Baysal 1997). Bir proteinin biyolojik değeri, yani besleyici değeri, bileşimindeki amino asit çeşidine bağlıdır. Biyolojk değer; sindirim kanalından emilen proteinin vücut proteinine dönüşme oranıdır. En yüksek biyolojik değere sahip protein yumurta akı proteinidir. Yumurta akı proteininin biyolojik değeri 100 olarak kabul edilir ve diğer proteinler buna oranlanır. Buna göre; yumurta proteini % 100 biyolojik değere sahip iken, sığır eti proteini % 80, balık eti proteini % 75-80, inek sütü proteinin % 75 biyolojik değere sahiptir (Anon 1999).

Dünyada, en fazla protein oranı yüksek gıda tüketen Kuzey Amerika ülkeleri, en az tüketen Sahraaltı Afrika ülkelerine göre 2.1 kat daha fazla protein almaktadırlar. Sadece hayvansal kaynaklı proteinlere baktığımızda ise bu farkın 6.8 kat olduğu görülmektedir. Dünyanın farklı coğrafi bölgeleri arasında gıda tüketiminde eşitsizlikler gözlenmesinin yanında bölge içinde, ülke içinde de varolan eşitsizlikler göz önüne alındığında milyonlarca insanın yetersiz beslendiği ortaya çıkmaktadır. Son 20 yılda gıda tüketiminde ülkeler arası fark artmıştır. En fazla protein tüketimi olan Kuzey Amerika ülkeleri bundan 20 yıl önce, en az protein tüketimi olan Sahraaltı ülkelerinden 5.4 kat fazla protein tüketimine sahipken, 2000 yılında bu fark 6.8 katına çıkmıştır. Dünyada en çok protein tüketen ülkelerin aynı zamanda gelişmiş ülkeler olduğu görülmektedir. Kuzey Amerika ve Avrupa Birliği ülkelerinin günlük protein tüketimlerine bakıldığında, bir insanın tüketmesi gerekli olan hayvansal protein miktarının en az 2 katını tükettikleri görülmektedir (Anon 2003).

Vücuda yeterli protein alınmadığı durumlarda vücut kendi hücrelerini kullanır. Bunun sonucunda önce büyüme durur, daha sonra vücut ağırlığında azalma başlar ve insanlar zihinsel kapasitesini yeterince kullanamaz. Bununla beraber vücudun hastalıklara karşı direnci azalır ve hastalıklar uzun süreli ve daha ağır seyreder. Hemoglobin sentezlenemediği için kansızlık meydana gelir, serum albumini 3 g'ın altına düşünce ödem oluşmaya başlar. Serum albumini 2.5 g'ın altına düşünce tırnaklarda enine beyaz bantlar görülebilir. Bir büyüme faktörü olan somatomedin C düzeyindeki düşme, albumindekinden daha önce oluşur. Bunun sonucunda lenfosit sayısı azalır ve karaciğer yağlanır (Kwashiorkor sendromu). Pankreas yetersizliğine bağlı steatore ve yağda eriyen vitaminlerin eksiklikleri meydana gelir (Semerci 1991, Anon 1999).

1.3 Dengeli Beslenmede Tahıl ve Et Ürünlerinin Önemi

Ekmek, karbonhidrat içeriği bakımından zengin ve enerji düzeyi yüksek olan bir gıda olmasına karşın, insanlar sağlıklı bir vücut gelişiminde ve metabolik faaliyetlerde, temel yapı maddesi olarak görev alan protein, vitamin ve mineral madde ihtiyaçlarının tamamını ekmekten sağlayamaz. Tahıl, protein miktarı bakımından küçümsenemez, fakat proteinlerinin biyolojik değeri, daha açık şekliyle esansiyel amino asit içeriği bakımından et, süt ve yumurta gibi hayvansal gıdalara göre eksiklik göstermektedir. Ekmek proteininde özellikle çocukların gelişmesinde esansiyel olarak kabul edilen lisin amino asiti sınırlı oranda bulunmaktadır (Elgün ve Ertugay 1997).

Et, yüksek biyolojik değerde oluşu, doyuruculuğu ve değişik lezzet maddelerini içermesi nedeniyle beslenmede önemli bir yer işgal eder. Ayrıca B, C, E grubu vitaminleri, demir ve çinko mineralleri bakımından da zengindirler. Et, organizmanın ihtiyacı olan proteinlerin hemen hemen tamamını karşılayacak özelliğe sahiptir (Anon 2004).

Kırmızı ete göre daha çok proteine sahip olan balık eti daha az oranda yağ içermektedir. Türü ne olursa olsun tüketilen balığın birçok faydası vardır. Örneğin; kırmızı et, yumurta ve süt ürünlerinden farklı olarak çok yüksek kaliteli protein sağlamakta ve yağ asitleri kombinasyonuyla kalp sağlığına faydalıdır (Patterson 2002). Balık vücudundaki yağın çoğunluğunu, eikosapentoenoik asit (20:5 n-3),

dekosapentaenoik asit (22:5 n-3) ve dekosahegzaenoik asit (22:6 n-3) gibi çoklu doymamış yağlar oluşturur (Calder 2001). Çoklu doymamış yağ asitlerinin fizyolojik faydası nedeniyle kan kolesterolü yüksek olanlara kırmızı et yerine balık eti tüketmeleri önerilmektedir.

Ayrıca, sinir sisteminin gelişmesinde, esansiyel olan omega-3 yağ asitlerini içeren birkaç gıdadan biri olan balığın, sağlık üzerine başka faydaları da vardır. Hamilelik sırasında önemli miktardaki balık tüketimi erken doğumu engellemekte ve böylece daha yüksek doğum ağırlığına sahip bebeklerin gelişimine neden olmaktadır. Balığın sağladığı n-3 yağ asitlerinin doğmamış bebeklerdeki ve küçük çocuklardaki (12 yaşına kadar) retina, beyin ve diğer merkezi sinir sistemi yapılarının gelişmesinde önemli rolleri bulunmaktadır. Balık tüketen kişiler uzun yıllardır sigara içseler bile daha iyi akciğer fonksiyonuna sahiptirler. Sık balık tüketimi sigaranın akciğerlere verdiği zararı azaltabilmektedir. Haftada iki veya daha fazla porsiyon ızgarada pişmiş balık romatoid kireçlenme riskini azaltmaktadır. 1996 yılında 71 astımlı çocukla yapılan çalışmada ayda bir kez yağlı balık yediklerinde astım riskinin azaldığı görülmüştür. Ülseratif kolit ve adenomatöz polip gibi gastrointestinal hastalıkların balık yağı katkılarıyla başarılı şekilde tedavi edilebildiği ifade edilmektedir (Daviglus vd 2002).

Balık, kalsiyum, demir, çinko, selenyum, A vitamini, niasin, B_3 vitamini, B_6 vitamini, D vitamini gibi mineral ve vitaminleri önemli miktarda içermektedir (Patterson 2002). Balıkta bulunan omega-3 yağ asidinin kadınlarda koroner kalp hastalığı riskini azalttığı görülmüştür (Stampfer vd 2000).

Düzenli balık tüketimi (haftada 1-2 porsiyon) koroner kalp hastalığına karşı koruyucudur. Bir porsiyon, ekosapentoenoik ve dokosahekzaenoik asidin 200-500 mg'ını sağlayabilmektedir. Balık etinde bulunan n-3 yağ asitleri tip 2 diyabetin ve bazı kanser türlerinin oluşum riskini de azaltmaktadır (Fernandez vd 1999, WHO 2003). 1970' li yıllardan sonra İngiliz epidemiyolojistler, Nobel Laureate ve bazı araştırmacılar tarafından yapılan ekolojik çalışmalarda, yağ ve bazı kanserlerin meydana gelmesi arasında ilişki olduğu öne sürülmüştür. Bu dönemlerde çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonundan kaynaklanan hücre duvarı yıkımına karşı faaliyet gösteren vitamin C ve E'nin antioksidan rolleri, prostaglandinlerin biyolojik etkisi ve selenyum gibi

mineraller, diyetlerde kanser önleyici faktörler olarak ortaya çıkmıştır (Demirci ve Bölükbaşı 2003).

Balık proteinin VLDL, HDL_2, HDL_3 ve doku lipid konsantrasyonlarını azalttığı, böylece antihipertansif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu yüzden balık proteini alımı hipertansiyonlu hastalar için yararlı olabileceği ifade edilmektedir (Yahia vd 2005).

Beslenme ve sağlık arasındaki yakın ilişkinin somut kanıtı olarak görülen ve beslenme biçimlerini değiştirmeye başlayan "Akdeniz diyeti" son yıllarda oldukça gündemdedir ve doktorlar tarafından önerilen bir beslenme biçimi olmuştur (Demirci ve Bölükbaşı 2003).

Geleneksel Akdeniz diyeti, Akdeniz Gıda Piramidi olarak şekillenmiştir. Geleneksel gıda piramidinden oldukça farklı olan akdeniz gıda piramidinin temelinde her gün yapılması gereken fiziksel aktivite bulunmaktadır. Besin gruplarından ise ilk sırada ekmek ve diğer tahıl ürünleri yer almaktadır. Bunu daha sonra meyve, sebze, kurubaklagiller, zeytin yağı, peynir ve yoğurt takip etmektedir. Ayrıca günde 6 bardak su içilmesi tavsiye edilmektedir. Piramidin üst kısımlarını oluşturan balık, kümes hayvanı, yumurta ve tatlıların haftada bir kaç kez tüketilmesi önerilirken piramidin ucunda yer alan kırmızı etin ise ayda bir kaç kez tüketilmesi önerilmektedir (Demirci ve Bölükbaşı 2003).

Akdeniz diyetinin diğer karakteristik bir yönünü oluşturan su ürünlerinden olan balık tüketimine ilişkin olarak FAO, 1960 yılında kişi başına balık tüketimini İspanya'da 519 g ve Portekiz'de 1057 g olarak bildirirken, aynı yılda bireysel diyet araştırmalarına göre; Akdeniz'deki balık tüketimi Girit'te haftada kişi başına 126 g, Corfu'da 420 g'a kadar değişmiştir. Bu iki bölge de geleneksel Akdeniz gıda ve sağlık özelliklerini göstermektedirler. Dünyada en uzun ömrün görüldüğü Japonya'da, son 25 yıldan daha uzun bir süredir haftada kişi başına balık tüketim miktarı 532-672 g arasında değişmektedir. Kontrollü balık tüketiminin sağlık üzerindeki yararlarını gösteren araştırmalar da yapılmıştır. Uluslararası kalp sağlığı yayın organı Trento Kardiyoloji 2001 gazetesinde yayınlanan 11.324 hasta üzerinde yapılan araştırmada, Akdeniz diyeti ve özellikle zeytinyağının kalp krizine karşı koruyucu etkisi kanıtlanmıştır. İlaç olarak balık yağının ölüm riskini % 20 oranında düşürdüğü

belirlenmiştir. İtalya'nın Monza kentindeki San Gerardo Hastanesi Kardiyoloji bölümü başhekimi Franco Valagussa, özellikle E vitamini ve Omega-3 yağ asidinin olumlu etkilerini teyit etmiştir. E vitaminini 3,5 yıllık inceleme süresince ölüm oranlarını düşüren bir etkisi görülmediğini açıklayan Valagussa, Omega-3 yağ asidinin ise genel ölümleri % 20, kalp ve damar hastalıkları ölümlerini % 30 ve ani ölümleri % 45 oranında azalttığını açıklamıştır (Demirci ve Bölükbaşı 2003).

1.4 Fonksiyonel Gıdalar ve Gıdaların Zenginleştirilmesi

Son yıllarda sağlığın korunması ve yeniden kazanılmasında beslenmenin ne denli önemli olduğu tüm dünyada kabul edilmiş ve bu konuda daha önem kazanan fonksiyonel gıdalar üzerinde yoğunlaşılmıştır (Gürdağ vd 2001). İlk kez 1984 yılında Japonya'da gündeme gelen fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşeni olarak ifade edilmektedir. Sağlıkla ilişkilendirilen fonksiyonel gıdalar, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser riskinin azaltılması, obezitenin ve diyabetin önlenmesi, özellikle kas, kemik, diş, bağırsak, göz sağlığında ve bu hastalıkların iyileştirilmesinde etkili olmaktadırlar (Özçelik 2003).

Düşük yağlı süt ve süt ürünleriyle, et ve balık fonksiyonel besinlerin başında yer almaktadır. Bu besinlerdeki ana bileşenler; toplam yağ ve doymuş yağ alımında olan azalmadır, olası yararları ise kanser ve koroner kalp hastalığında azalmadır (Yücecan 2001, Gürdağ vd 2001).

Zenginleştirilmiş gıdalar da fonksiyonel gıda sınıfına girmektedir. Codex-Alimentarius'a göre "gıda zenginleştirme (food fortification)", bir gıdaya içeriğinde doğal olarak bulunan/bulunmayan bir veya birden fazla esansiyel besin öğesinin populasyonda veya populasyonun spesifik bir grubunda kanıtlanmış bir eksikliği gidermek amacıyla ilave edilmesidir (Özçelik 2003).

Gıda zenginleştirme; gıdaların, besin öğesi veya öğeleri miktarını arttırarak hedef grupta besin öğesi alımını arttırmak amacıyla yapılan halk sağlığına yönelik bir

uygulamadır. Orta ve uzun süreli dönemde etkindir. “Güçlendirme (enrichment)” terimi de gıda zenginleştirme ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (FAO/WHO 1994).

Gıdaların besin öğeleri ile zenginleştirilmesinin tarihsel gelişimine bakıldığında, 1940'lı yıllardan bu yana uygulandığı görülmektedir. Bu amaçla tiamin, riboflavin, niasin, demir, iyot, A, C ve D vitaminleri gıda maddelerine eklenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri' nde FDA (Food and Drug Administration) gıda zenginleştirmeye yönelik görüşünü 1980 yılında bildirmiştir (FAO 1995). Roma'da 1992 yılında yapılan Uluslararası Beslenme Konferansında-ICN (International Conference on Nutrition) gıdaya dayalı aktivitelerin ve gıda zenginleştirmenin vitamin ve mineral yetersizliklerinde önemi belirtilmiş ve gıda zenginleştirilmesinin bir zorunluluk olduğu vurgulanmıştır (FAO/WHO 1992).

Tahıllar ve tahıla dayalı ürünler (buğday unu, pirinç, makarna, kahvaltılık tahıl ürünleri vb.); süt ve ürünleri; katı ve sıvı yağlar; diğer bazı özel ürünler (tuz, monosodyum glutamat, şeker, soslar vb.); çay ve diğer içecekler, bebek mamaları zenginleştirilen ürünlerdir (FAO 1995).

Tahıllar dünyada genellikle tüm ülkelerin temel gıdası olması nedeniyle sıklıkla zenginleştirilen ürünlerdir (DPT 2001). ABD’de 1999 yılındaki fonksiyonel gıda satışlarındaki en büyük payı % 38 ile ekmek ve tahıllar teşkil etmektedir (Özçelik 2003).

ABD, Kanada ve İngiltere 50 yılın üzerinde süregelen bir tahıl zenginleştirme programına sahiptir. 1900’lerin başlarında, gıdalardaki bazı kimyasal bileşiklerin, vitamin ve minerallerin sağlık için esansiyel olduğunun keşfedilmesi, 1936’da R. A. Williams tarafından thiamininin sentezi ve sentetik vitaminlerin düşük maliyetinin, zenginleştirmeyi ekonomik olarak uygulanabilir hale getirmesi, buğdayda doğal olarak oluşan vitamin ve minerallerin geniş bir kısmının öğütme prosesi sayesinde yok olduğunun bulunması ve daha fakir nüfus arasında beslenme yetersizliği hastalıklarının, özellikle pellegranın (niasin yetersizliği) sık görülmesi A.B.D.’de zenginleştirme programının adaptasyonunu sağlayan buluşlar ve olaylardır (Ranum 2000).

1939'da AMA (American Medical Association), gıdalar üzerine teşvik edici bir teklif yayınladıktan sonra, birkaç fırıncı gönüllü olarak ekmeği zenginleştirmeye başlamışlardır. Ulusal Araştırma Konseyinin Gıda ve Besin Yönetim Kurulu (FNB) 1940'ta şekillenmiştir. İlk faaliyetlerinden birisi tahıl zenginleştirmesi için yönergeler teklif etmek olmuştur. 1941'de Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) zenginleştirilmiş un ve farina için tanımlayıcı standartları yayınlamıştır. Beyaz unun ve ekmeğin zenginleştirilmesi 2. Dünya Savaşı sırasında zorunlu hale gelmiştir. Bu düzenleme savaşın ardından iptal edilmesine rağmen, daha sonra 19 eyalet tarafından kendi zorunlu zenginleştirme kanunları kabul edilmiş ve Amerikan zenginleştirme programı mısır unu, pirinç, makarna gibi diğer tahıl ürünlerini kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Ranum 2000).

Türkiye'de gıdaların zenginleştirilmesi bazı firmalarca yapılmaya çalışılsa da, devlet ve toplum tarafından bu konuya gereken önem verilmemiş ve henüz böyle bir program uygulanmamıştır. Ancak beslenme ile ilgili kısa vadeli önlemler arasında gıda zenginleştirmesi uygulamalarının kısa sürede başlatılması da yer almaktadır (DPT 2001).

1.5 Tahıl Ürünlerinin Vitamin ve Minerallerle Zenginleştirilmesi

Tahıl ürünlerinin zenginleştirilmesine, 1941'de, demir ve üç adet vitaminin un ve ekmeğe ilave edilmesiyle başlanmıştır. Yemeye hazır tahıllar da hemen hemen aynı zamanda zenginleştirilmiştir. Bu güçlendirmeler diyetten demir alımını artırmaya ve ABD'de demir yetersizliği anemisinde azalmaya katkıda bulunmuştur (Whittaker vd 2001).

Tahıl ve tahıl ürünlerine; B_1, B_2, niasin, demir ve kalsiyum eklenmesi genel bir uygulamadır. Genellikle iki karışım kullanılmaktadır. Birinci karışımda vitamin A, piridoksin, folik asit, tokoferol asetat, tiamin, riboflavin, niasin ve demir; ikincisinde ise kalsiyum, magnezyum ve çinko kullanılmaktadır. Bu karışım depolamaya dayanıklı bulunmuştur. Hollanda'da ekmeğe iyotta katılmaktadır (DPT 2001).

Türkiye'de ulusal ve yerel araştırmaların çoğunda bireylerde vitamin ve mineral yetersizliğinin ters etkileri görülmüştür. Bebekler, gelişme çağındaki çocuklar ve

emziren kadınlar gibi hassas gruplar gıda yetersizliğinden oldukça etkilenmektedir. Bu bağlamda, TÜBİTAK tarafından yapılan bilimsel bir çalışma ile geleneksel ekmek, diyetle önerilen miktara, diyet örneklerine, halkın belirlenen gıda yetersizliğine, işlem kayıplarına, yetişkinlerin ve 1-18 yaşındaki bireylerin günlük ekmek tüketim oranlarına göre vitamin ve minerallerle güçlendirilmiş ve zenginleştirilmiştir. C, B_1, B_2, B_6, B_{12}, folik asit, niasin vitaminleri, demir, çinko ve kalsiyum mineralleri 650-750 tip buğday unlarına ultra mikro enkapsullerle ilave edilmiştir. Formulasyonlar organoleptik özelliklere göre en iyi hale getirilmiştir. Son ürün için kimyasal analizler uygulandıktan sonra yetişkin ve 1-18 yaşındaki bireylerin tüketimine sunulmuştur. Zenginleştirilmiş ekmeğin yaygın olarak tüketiminin ülkemizdeki yetersiz ve dengesiz beslenmeye bağlı olan vitamin-mineral yetersizliğinin üstesinden geleceği düşünülmektedir (Loker 2004).

Ekmeklerin zenginleştirilmesinde vitaminlere dönüştükleri için antioksidanlar da kullanılmıştır. Beyaz ekmekler, her 100 g un için, ayrı ayrı, 64 mg L-askorbik asit, 5 mg beta-karoten ve 100 mg alfa tokoferil asetat ile zenginleştirildiğinde, somunlar ilave edilen antioksidanların sırasıyla % 76, % 67 ve % 96'sını tutmuşlardır. Antioksidantlardan birisiyle zenginleştirilmiş üç günlük ekmeklerin bir dilimi (28 g), yetişkinler için günlük diyetle önerilen miktara göre; C vitamininin % 7'sini, E vitamininin % 120-150'sini ve A vitamininin % 13-16'sını sağlamışlardır (Park vd 1997).

Betakaroten, tam buğday ekmeği ve krakerlere katıldığında; karoten her iki üründe de pişirmeden önceki aşamalarda ve ürünlerin raf ömrü sırasında son derece stabil kalmıştır. Her bir ürünün bir porsiyonu, 500 IU'in üzerinde vitaimin A aktivitesi (vitamin A'nın iyi bir kaynağı olarak tanımlanabilir) ve yaklaşık 0.4 mg karoten sağlamıştır (Ranhotra vd 1995).

İran tipi yufka ekmeği olan "sangak"ı A vitaminiyle zenginleştirmek için, A vitamininin iki kimyasal formu (palmitat ve asetat) kullanılmıştır. Her 100 g için 48.42 mg palmitat veya 49.02 mg asetat eklenen un pişirilip ekmek üretilmiştir. Zenginleştirilen ekmeğin ortalama tüketimi göz önüne alındığında, yetişkin erkekler için günlük diyetle önerilen miktarın % 50-70'ini sağlamak için yeterli A vitamini kaldığı görülmüştür (Vaghefi ve Delgosha 1975).

Ekmeğin vitamin ve minerallerle zenginleştirilmesi, besleyicilik değerinin geliştirilmesinin yanısıra ekmek kalitesinin de geliştirilmesini sağlamaktadır. Bunu kanıtlamak amacıyla; Amerikan Ulusal Bilim Akademisi/Ulusal Araştırma Konseyinin Gıda ve Besin Yönetim Kurulunca önerilen vitamin ve mineral katkılarıyla zenginleştirilmiş ekmek üretilmiştir. Tam vitamin ve mineral katkılarıyla zenginleştirilen ekmeğin mikrobesin stabilitesi, pişirme ve depolama sırasında mükemmel olmuştur. Oda sıcaklığında 5 gün veya dondurma sıcaklığında 4 hafta saklanan ekmekte panelistler tarafından tat bozukluğu belirlenmemiştir (Emodi ve Scialpi 1980).

Demir içeren hayvansal gıdaların yeterince tüketilmemesi veya demir elementince fakir olan bitkisel ürünlerin veya demir kullanımını artırıcı etkisi olan C vitamini bakımından fakir olan tahıl ürünlerinin fazla tüketilmesi insanlarda demir eksikliği anemisine yol açmaktadır. Bu hastalığı önlemek amacıyla ekmeğin demirce zenginleştirilmesi düşünülmüştür. Bunun için demirce zengin olan Karkade (*Hibiscus sabdariffa*) ile buğday unu karıştırılmıştır. Karkade % 5 oranında karıştırıldığında Fe içeriği kuru ekmek içinde 0.14 mg Fe/g veya taze ekmekte 6.22 mg Fe/60 g olmuştur. % 0.5 oranında Karkade karıştırıldığında maksimum ekmek yüksekliği ve spesifik hacim (cm^3/g) gözlenmiştir (Hayashi ve Seguchi 1998).

Vücuda yetersiz miktarda alındığında bazı kronik hastalıklara neden olan diğer bir vitamin de folattır. Nöral tüp kusurları gibi bebek doğum bozukluklarına, koroner kalp hastalıklarına ve kanserin bazı türlerine karşı koruyucu etkisi olan folat, DNA ve RNA'nın sentezinde ve homosisteinin, metiyonine remetilasyonunda önemli bir kofaktördür. Total plazma homosistein konsantrasyonunun biraz yükselmesi folat metabolizmasında farkedilir bir bozukluğa veya folat yetersizliğine neden olur. Yüksek total plazma homosistein konsantrasyonu kardiyovasküler hastalık, nöral tüp kusurları, alzheimer hastalığı ve kolon kanseri için bir risk faktörüdür. Şilili ve İsveçli uzmanlar bütün fertil kadınların folatça zengin gıdaları yiyerek folat alımlarını 400 µg/gün'e çıkarmalarını önermektedirler. Bunu sağlamak için bir çok gıda ürünü folik asitle zenginleştirilmiştir. FDA, 1998'den sonra buğday, pirinç veya mısırdan üretilen bütün tahıl ürünlerinin her 100 g için 140 µg'la zenginleştirilmesini tavsiye etmiştir. Bugün İsveç'te folik asitle zenginleştirilmemiş neredeyse hiç ürün yoktur. Zorunlu olan bu folik asit zenginleştirmesinin sonucu olarak, çocuk doğurma yaşındaki kadınların folat

alımları artmış ve böylece nöral tüp doğum kusuruyla etkilenen bir hamilelik prevalansında % 19 azalma olmuştur (Whittaker vd 2001, Johansson vd 2002, Hertrampf vd 2003, Hertrampf ve Cortes 2004).

Ancak, demir ve folik asitle zenginleştirmenin bir çok gıda ürününe uygulanır hale gelmesiyle birlikte bu gıdaların gereken miktardan fazla tüketilmesi durumunda demir ve folat alımındaki aşırılığın toksik belirtilere yol açabileceğinden endişe edilmiştir. Bunun bir risk oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla ABD'deki halk sağlığı görevlileri tarafından kahvaltılık tahılları tüketen kişilerin demir ve toplam folat içeriği ölçülmüş ve etiket değerleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda 30 g kadar tüketilmesi gereken ürünlerden kadınlar 47 g, erkekler ise 61 g tükettiği için kanlarındaki demir içeriği % 120-150 veya daha fazla, folat içeriği ise tahıl örneklerinin yarısında % 150'den daha fazla olmuştur (Whittaker vd 2001). Bu yüzden zenginleştirilmiş ürünlerin tüketiminde dikkatli olunmalı, günlük diyette önerilen miktarların üzerine çıkılmamalıdır. Aksi halde, insanların yeterli ve sağlıklı beslenmesi için geliştirilmiş bir uygulama olan gıdaların zenginleştirilmesi, sağlığı bozucu toksik etkilere neden olabilir.

1.6 Tahıl Ürünlerinin Proteinlerle Zenginleştirilmesi

İnsanların günlük diyetlerinde tükettikleri gıda gruplarının başında yer alan ekmek ve tahıl ürünlerinin vitamin, mineral ve bunları sağlayan ajanlarla zenginleştirmesi uygulamaları bir çok ülke tarafından kabul görüp sürekli uygulanır hale geldikten, bu konuda çok sayıda araştırma yapıldıktan ve bu uygulamanın gıda ürünleri ve insanlar üzerinde oldukça faydalı olduğu kanısına varıldıktan sonra bu ürünlerin metabolizmada gerekli olan kaliteli protein ihtiyacını da tam olarak karşılayamadıkları gündeme gelmiştir. Kaliteli protein, protein yapı taşlarını oluşturan amino asitlerden esansiyel olanlarını yeterli miktarda içeren ve proteinlerin faydalanma oranı yüksek olan proteindir (Baysal 1997).

Bu nedenlerle, insanların hem ekmek ihtiyaçlarını hem de protein ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri amacıyla ekmeğin ya esansiyel amino asitlerle, veya esansiyel amino asitleri içeren biyolojik değeri yüksek protein kaynaklarıyla zenginleştirilmesi düşünülmüştür. Tahıl ürünlerinde bulunan proteinlerden faydalanma oranlarının düşük

olması nedeniyle, ekmeğin proteinlerden faydalanma oranı yüksek olan, ekonomik protein kaynakları ile zenginleştirilmesi, enerji ihtiyaçlarının karşılanmasının yanı sıra yapısal fonksiyona sahip proteinlerin de vücuda alınmasına fayda sağlayacaktır. Tahıl ürünleri ve unlu mamullerin zenginleştirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmış ve ekmekler ile bazı tahıl ürünleri proteince zengin değişik kaynaklarla katıkılanmıştır (Hegsted 1968, Hallab vd 1974, Tsen vd 1974, Patel vd 1977, El-Dash vd 1980, Taha vd 1982, Gayle vd 1986, Buck vd 1987, Reinhard vd 1988, Yaseen vd 1991, Gomez vd 1998, Kadharmestan vd 1998, Sanchez vd 1998, Callejo vd 1999, Kenny vd 2000, Abdel 2001, Crowley vd 2002, Doxastakis vd 2002, Gallagher vd 2003, Haupt vd 2003).

Ekmeğin proteince zenginleştirilmesinde ilk olarak, esansiyel amino asitlerin yeterli bulunduğu gıdalardan bu amino asitlerin saflaştırılması ve ekmeğe ilave edilmesi düşünülmüştür. Buğday unundaki miktarı düşük olduğundan ekmeğe ilavesi düşünülen esansiyel amino asitlerin başında lisin gelmiştir. Hindistan'da lisin ilave edilerek üretilen ekmeklere modern ekmek denilmiş ve bu ekmekler lisinle zenginleştirilmiş ürünler olarak iyi bir ticari başarı elde etmiştir (Hegsted 1968).

Esansiyel amino asitler, buğday tanesinin, albumin ve globulince zengin olan aleuron tabakasında lokalize olmuşlardır. Buğdayın öğütülmesi sırasında aleuronun büyük kısmı kepekle atıldığından buğday unu esansiyel amino asitlerce fakir hale gelmektedir. Yine mısır ve sorgumda triptofan esansiyel amino asidinin miktarı düşüktür. Bu amino asit anti-pellegra fonksiyonludur. Bu nedenle mısıra dayalı beslenmenin söz konusu olduğu bölgelerde pellegra belirtilerine raslanmaktadır. Yulaf ve pirinç, büyüme çağındaki çocuklar için esansiyel olan arginin amino asidini yüksek miktarda içerdiğinden çocuk mamalarının formülasyonunda yaygın kullanım alanı bulmaktadır (Elgün ve Ertugay 1997).

Tahıl ürünleri ve ekmek, esansiyel amino asitlerle zenginleştirilmelerinin dışında bu amino asitleri önemli miktarda içeren soya, domates tohumu, süt, bakla, ayçiçeği, nohut, bezelye, gluten, mısır germi, vb. protein kaynaklarının kendileri veya konsantre ve hidrolizatlarıyla da zenginleştirilmiştir. Değişik protein kaynaklarıyla zenginleştirilen ürünler sadece besleyici yönden değil, fiziksel, kimyasal, reolojik, duyusal ve fonksiyonel yönlerden de incelenmiş, bütün faktörler için en uygun protein kaynağı ve

katkı oranı bulunmaya çalışılmıştır (Hallab vd 1974, Tsen vd 1974, Patel vd 1977, El-Dash vd 1980, Taha vd 1982, Gayle vd 1986, Buck vd 1987, Reinhard vd 1988, Yaseen vd 1991, Gomez vd 1998, Kadharmestan vd 1998, Sanchez vd 1998, Callejo vd 1999, Kenny vd 2000, Abdel 2001, Crowley vd 2002, Doxastakis vd 2002, Gallagher vd 2003, Haupt vd 2003).

Domates işlem atıklarından hazırlanan, proteince zengin, tam ve yağı alınmış domates tohum unu, İran Baladi ekmeğinin hazırlanmasında buğday ununun yerine % 5, % 10 ve % 15'i oranlarında eklendiğinde su absorbsiyonu, hamur gelişme süresi ve hamur stabilitesi, ilave oranının yükselmesiyle artmıştır. Yağı alınmış domates tohum unu, tam unların çoğuyla karşılaştırıldığında, mix tolerans indeksini ve hamur gücünü azaltmıştır. Buğday unu içeren formulasyondaki ekstensograf sonuçları, domates tohum ununun artırılmasıyla hamurun uzama kabiliyetinin, uzamaya karşı gösterdiği direncin ve hamur enerjisinin minimize edildiğini göstermiştir. Domates tohum unu ilavesi gaz üretimini, nem içeriğini ve pişirmeden sonra somunun çapını geliştirmiştir. Organoleptik değerlendirme sonuçları, baladi ekmeğinin % 10 ve % 10'dan daha az domates tohum unuyla iyi derecede kabul gördüğünü, fakat bu orandan daha fazlasının ekmek içi ve kabuk renginde koyulaşmaya neden olduğunu göstermiştir (Yaseen vd 1991).

"Moroccan" tipi ekmekte ve suspansiyonlarda bakla unu ve bakla protein izolatının organoleptik değerlendirmesi aroma ve flavor karakteristiklerinde farklılıklar göstermiştir. Bakla protein izolatı acı tadı oldukça azaltsa da, panelistler değerlendirmelerine ekşi ve bayat ifadelerini eklemişlerdir. Katkının oranı ve tipi, ekmek flavoru ve tekstürel kalitesi üzerinde oldukça etkili olmuştur. Genel olarak, bakla unu katkılı ekmekleri eşdeğer miktarda bakla protein izolatı içeren ekmeklerden daha tatlı, daha canlı, daha acı ve daha az buğdayımsı ve ekşi olmuştur. Bakla protein izolatı ekmekleri, ekmek benzeri aromayı, flavoru ve yeme kalitesini değiştirmemiştir. Görünüş ve yeme kalitelerinde olduğu gibi, % 20 bakla protein unundan daha fazlasına eşdeğer olan bakla protein izolatı, bakla protein unundan daha iyi tüketici kabulüyle karşılaşmıştır (Patel vd 1977).

Proteince zengin (% 39.7), lisin, lösin ve treonin esansiyel amino asitlerinin oldukça yüksek konsantrasyonuna sahip olan tam yağlı tatlı bakla unu, % 7 ve % 10 oranlarında

(un üzerinden) ekmeği zenginleştirmek için kullanıldığında; % 7 tatlı bakla unu ile zenginleştirilmiş ekmeğin proteinlerinin faydalanma oranı (PER) (0.90), kontrolünkünden (0.81) biraz daha yüksek olmuştur. Ancak, % 10 tatlı bakla unu ile zenginleştirilmiş ekmeğin proteinlerinin faydalanma oranı, kontrolünkünden % 58'lik bir artış göstermiştir. Fermentasyon, lisin amino asidi oranında bir artışa neden olmuştur. Fermente hamurun pişirilmesi sırasında, iki bazlı amino asitlerden lisin ve argininde bir azalma meydana gelmiştir. Lisin, arginin, aspartik asit, izolösin, ve tirosin konsantrasyonları zenginleştirilmiş ekmekte kontroldekinden daha yüksek olmuştur, fakat prolin ve fenilalanin amino asitleri daha düşük olmuştur (El-Dash vd 1980).

Durum buğday irmiği (%3 vital gluten içeren), bakla unlarının veya bunların protein konsantrelerinin % 10' uyla güçlendirilmiş ve spagettiye ekstrude edilmiştir. Pişmiş spagettinin ağırlığı, güçlendirilmiş örneklerde daha düşük olmuştur. Kuru bakla unları ve konsantreleriyle hazırlanan örnekler daha yüksek su absorbsiyonuna sahip olmuştur. Depolama sırasında bakla unları ve konsantreleri içeren spagettinin, kontrollerle karşılaştırıldığında daha fazla dayanıklılığa sahip olduğu görülmüştür. Bakla unları ve kuru bakla ürünleriyle güçlendirilmiş spagetti panelistler tarafından bakla protein konsantreleriyle güçlendirilmiş spagettilerden daha çok tercih edilmiştir. Depolama sırasında spagettinin asiditesi yükselmiştir (özellikle bakla protein konsantreleriyle hazırlanmış spagettide). Bakla ürünleriyle hazırlanmış spagetti, kontrollerden daha az nem içeriğine ve renk puanına sahip olmuştur (Reinhard vd 1988).

Mısır "Baladi" ekmeğinde buğday ununun % 5, % 10, % 15 ve % 20'si yerine kabuğu soyulmuş, kırılmış bakla unu kullanıldığında, kırılmış bakla unuyla güçlendirme % 0'dan % 20'ye yükseldiğinde, proteinde % 36'lık, yağda % 18'lik, kalsiyumda % 123'lük, fosforda % 52'lik ve demir içeriğinde % 40'lık bir artış olmuştur. Kırılmış bakla ununda lisin ve histidin daha fazla bulunmaktadır. Bakla unu % 0-20 arasında buğday ununa ikame edildiğinde, azalan metiyonin dışında, bütün esansiyel amino asitler artmıştır. % 10 bakla unu ekmeğinin proteinlerinden faydalanma oranı (1.60), % 5 bakla unu ekmeğinin proteinlerinden faydalanma oranından (1.48) ve buğday ekmeğinin proteinlerinden faydalanma oranından (1.17) daha fazla bulunmuştur (Abdel 2001).

Lisin, protein ve mineral içeriğiyle, normal buğday unundan iki kat daha zengin olan yağı alınmış mısır germi, ekmek için besin güçlendiricisi olarak uygun bulunmuştur. Optimum koşullardaki kabul edilebilir ekmeğin, % 12 mısır germ unuyla güçlendirilmiş buğday unundan yapılabileceği belirtilmiştir. Somun hacmi belirtilmemiş bir çok ülkede, güçlendirme oranı % 24'e kadar yükselebilmiştir (Tsen vd 1974).

Yapılan bir çalışmada, geleneksel ekmeğin yeniden yapılandırılması işleminde, besleyici özelliklerini daha da arttırmak amacıyla % 0, 5, 10, 15 ve 25 oranlarında güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) unu kullanılarak katkılanmış çok amaçlı buğday unu ekmekleri üretilmiştir. Ekmeklerdeki güvercin bezelyesi ununun miktarının arttırılmasına karşın tat panelleri ve ölçülebilir karakteristiklerin ortalamaları arasında önemli derecede farklılıklar olmamamıştır. Güvercin bezelyesi ununun % 0'dan % 25'e kadar arttırılması, protein içeriğini (% 9.19'dan % 13'e), lisini (% 0.3 mg lisin/16 g N'ten % 171.0 mg lisin/16 g N'e) ve çinkoyu (5.26 µg/g'dan 5.80 µg/g'a) yükseltmiştir. Bununla birlikte, fitatta (1.6-2.5 mg/g) ve fitat/çinko molar oranlarında da (30-43) yükselme olmuştur. Bu molar oranlarına göre ekmeklerdeki çinkonun biyolojik kullanılabilirliği de artmıştır (Gayle vd 1986).

Ayçiçeği protein konsantresi ve teksturize edilmiş soya proteini karışımı buğday ununa % 0-25 oranında ikame edildiğinde; hamurlar daha güçlü ve daha uzatılabilir olmuştur. Hamurların şekil alma süresi artmış ve daha fazla su tutma kapasitesine sahip olmuşlardır. Farklı ikame oranlarıyla detaylandırılmış ekmekler kontrolle karşılaştırıldığında yoğun bir yapı ve koyu bir renk göstermiştir (Gomez vd 1998).

Mısır yaş öğütme endüstrisinin bir ürünü olan mısır gluten unu ve soya unu, tatlı bisküvi, beyaz tava ekmeği, makarna ve ekstrude edilmiş çerezlerle hem ayrı ayrı, hem de bunların kombinasyonuyla birleştirilmiş, mısır gluten ununun ekmeğin ve ekstrude ürünlerin fonksiyonel özellikleri üzerinde soyadan daha etkili olduğu görülmüştür. Soya bisküvi ve pastanın fonksiyonel özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Dört ürünün de sindirilebilirliliği % 80'den daha fazladır. Bu yüzden, katkılanan bisküvi, ekmek ve ekstrude edilmiş ürünlerin proteinlerinin faydalanma oranları, katkısız undan ve mısır gluten unundan daha yüksek olmuştur (Buck vd 1987).

Ayçiçeği protein konsantresi, soya protein konsantresi, acıbakla unu, pirinç kepeği unu ve balık protein konsantresi olarak adlandırılan beş protein kaynağı, buğday ekmeğini zenginleştirmek için % 5 ve % 10 seviyelerinde kullanıldığında, zenginleştirilmiş ekmeğin protein içeriğinde % 16'dan % 62'ye kadar değişen oranlarda artış olmuştur. Aroma, ekmek içi rengi, kabuk rengi, tekstür, flavor ve genel kabulü içeren duyusal değerlendirme karakteristikleri için verilmiş ortalama puanlar protein kaynaklarının uygun ilavesinin özellikle % 5 seviyesinde olduğunu göstermiştir (Taha vd 1982).

Fransız ekmeğine, soya unu ve süt protein konsantresi ayrı ayrı ve birlikte eklendiğinde, soya unu su absorpsiyonunu arttırırken, süt protein konsantresi absorpsiyon değerinde azalmaya neden olmuştur. Alveografik değerlere göre, hamurun gerilmesi üzerinde aynı etkiyi göstermişlerdir. Ekmek üretiminde soya unu ve süt protein konsantresi ayrı ayrı kullanıldıklarında ürün kalitesi azalmıştır. Besinsel parametreler özellikle düşük sıcaklık muamelesiyle kullanılarak üretilmiş soya ununda gelişmiştir (Sanchez vd 1998).

Beyaz Arap ekmeğine % 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50 nohut unu ve % 4, % 6, % 8 ve % 10 soya fasulyesi ununun her ikisinin ilave edilmesi besleyici değerini geliştirmiştir. Katkılı ekmeğin amino asit analizleri lisin seviyesinde net bir artış göstermiştir. Nohut ilave edilmiş ekmeğin organoleptik özellikleri katkısız ekmekle kıyaslandığında, ilavenin % 20 seviyesinden yukarıda olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Soya fasulyesi ilaveli ekmek, katkısız ekmekle veya L-lisin ilaveli ekmekle karşılaştırıldığında, elde edilebilir proteinde net bir artış göstermiştir. % 10'un üzerinde soya fasulyesi unuyla katkılanmış Arap ekmeği katkısız ekmekle karşılaştırıldığında, kabul edilebilirliği yüksek olmuştur (Hallab vd 1974).

Tam yağlı acıbakla, soya ve triticale [(*Triticosecale wittmack*) buğday ve çavdarın genetik olarak birleştirilmesiyle oluşturulan bir tahıl tipi] unu, orta kuvvetli buğday ununun % 5 ve % 10'u yerine kullanıldığında acıbakla ve soya unu, hamurun stabilitesini ve tolerans indeksini artırmıştır. Acıbakla ve soya ununun artan seviyelerinde, ilave protein tarafından gluten yapısının dilusyonu nedeniyle ekmeklerin hacimleri azalmıştır. Triticale ikamesi durumunda, triticale ununun artan seviyelerinde, gluten ilavesi tarafından gluten yapısının güçlendirilmesi nedeniyle ekmeklerin

hacimleri artmıştır. Bununla birlikte, % 5 veya % 10 ikame, hemen hemen kontrol örneği gibi en az değerleri vermiştir ve ağırlık, hacim, tekstür ve ekmek içi yapısı şartlarında kabul edilebilir bir ekmek oluşturmuştur (Doxastakis vd 2002).

Beyaz tava ekmeğinin kalitesini etkileyen en önemli faktör undaki glutenin miktarıdır. Ticari olarak elde edilebilen birçok glutensiz ekmek, gluten içeren ekmeklere göre daha düşük kalitede olup ve daha kısa raf ömrüne sahiptir. Üç farklı su içeriği ve her birine ilave glutenin üç oranı (% 0, % 1, % 2) kullanılarak üç tip ekmek hazırlanmış ve ekmeklerin sertlikleri 24, 48 ve 72 saatte değerlendirilmiştir. Gluten ilavesi elastikiyeti önemli derecede artırmış ve daha yüksek su içeriği seviyelerinde sertliği önemli derecede azaltmıştır. İlave gluten, zamanla sertlikte yavaşlayan bir artış sayesinde ekmeğin dayanıklılık özelliklerini geliştirmiştir; bu etki daha yüksek su içeriği seviyelerinde daha yüksek olmuştur (Callejo vd 1999). % 3 süt protein izolatı ve % 3 pirinç nişastasının glutensiz ekmek formulasyonuna ilavesi somun hacmini artırmıştır, somunlar daha iyi bir görünüşe sahip olmuş ve eğitimsiz kişilerden oluşan panelde kontrol örneğine tercih edilmiştir. Bu somunlar daha yumuşak kabuğa ve daha iyi ekmek içi karakteristiklerine sahip olmuşlardır. Her iki formulasyondan da elde edilen somunlar aynı sürede bayatlamıştır (Gallagher vd 2003).

Laktalbumin (süt protein konsantresi), yüksek bir lisin formulasyonuna (11.8 g/100 g) sahip olduğundan, beş yaşındaki çocukların günlük diyetle önerilen miktarın % 25'ini sağlayan mısır ekmeğinin zenginleştirilmesinde kullanıldığında, ortalama yaşları 4.68 olan 19 çocuktan 13'ü zenginleştirilmiş ekmeği beğenmiştir. Bu sonuç mısır ekmeğinde sütle güçlendirmenin kabul edilebilir olabileceği ve diyetsel proteinin geliştirilmiş bir kaynağını sağlayabileceği izlenimini uyandırmıştır (Haupt vd 2003).

Farklı tahıl ürünleri, aynı proteinin farklı işlem prosesleriyle üretilen kaynaklarıyla zenginleştirildiğinde farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Sıcaklıkla veya yüksek hidrostatik basınçla işlem görmüş ticari süt protein konsantresinin (SPK) buğday ununa ikame edilmesiyle üretilen bisküviler, işlem görmemiş ticari SPK ile zenginleştirilen bisküvilere göre daha küçük olmuştur. İşlem görmüş SPK'nın % 5'ten % 10'a kadar artan zenginleştirme seviyesi, bisküvi çapını daha da azaltmıştır. Erişte hamurunda ise su absorbsiyonu, işlem görmemiş SPK'nın % 10' uyla zenginleştirmede % 5 kadar azalmıştır. Sıcaklık ve yüksek hidrostatik basıncın her ikisiyle işlem görmüş SPK'nın su

absorbsiyonu kotroldeki % 33 değerinden % 35.8'e yükselmiştir. İşlem görmemiş SPK ile birleştirme eriştelerin sertlik ve yapışkanlığını artırmıştır. İşlem görmüş SPK ile zenginleştirilmiş erişteler benzer sertlikte, kontrolden ve işlem görmemiş SPK ile zenginleştirilmiş eriştelerden daha yumuşak olmuştur. % 10 oranında işlem görmemiş SPK ile zenginleştirilmiş buğday unu, ıslak ve yapışkan ekmek hamuru ve küçük bir somun (730 ml) oluşturmuştur. İşlem görmüş SPK ile birleştirmede hamurun işleme özellikleri gelişmiş ve ekmek hacmi 50 ml kadar artmıştır. % 10 SPK ile birleştirme, ekmeğin protein içeriğini % 20.2'nin üzerine yükseltmiş ve esansiyel amino asit oranını da artırmıştır (Kadharmestan vd 1998).

Süt ingredientleri, besleyici faydaları ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı ekmek yapımında kullanılmaktadır. Tam ve yağsız süt tozları duyusal karakteristikleri geliştirmektedir. Sodyum kazeinat ve kazein hidrolizat ekmek yapımında düşük kabarma süresi, yüksek hacim ve düşük sertlik gibi yararlı fonksiyonel özellikler göstermektedir. Her iki ingredient reofermentometre ile ölçülen hamur yüksekliğini artırmaktadır. % 2 veya % 4 sodyum kazeinat ilave edilmiş ekmek, duyusal değerlendirmede çok iyi olarak değerlendirilmektedir. Süt protein konsantreleriyle birleştirme genelde kabarma süresini artırmakta, somun hacmini azaltmakta ve reofermentometre ile ölçülen hamur yüksekliğini azaltmaktadır (Kenny vd 2000). %1 ve % 4 (un esasına göre) seviyesinde geniş ölçüde hidrolize edilmiş asit kazein hidrolizatla birleştirme, performansı geliştirirken; aynı seviyedeki sodyum kazeinat hidrolizat kullanılarak yapılmış ekmek, kontrolle karşılaştırıldığında genelde daha düşük kalitede olmuştur. Geniş ölçüde hidrolize edilmiş asit kazein hidrolizatı yalnızca yüksek moleküler ağırlıklı peptidlerden oluşmaktadır ve bu yüzden proteince zenginleştirilmiş buğday ekmeğinin geliştirilmesinde potansiyel uygulamalara sahiptir (Crowley vd 2002).

1.7 Tahıl Ürünlerinin Balık Proteiniyle Zenginleştirilmesi

1960'lı yıllarda balık protein konsantresi (FPC) konusunda gıda teknologları büyük çaba göstererek araştırmalar yapmışlardır. Balık proteinlerinin organoleptik özelliklerinden dolayı tüketimi diğer protein kaynaklarından daha azdır. FPC'nin besleyici değer ve protein kalitesi açısından çok önemli bir gıda olduğu vurgulanmaktadır. Eğer balık proteinleri yemek veya gıdalara fonksiyonel özellikleri

dikkate alınarak, diğer katkılarla birleştirilerek kullanılırsa yararlı sonuçlar vereceği o günlerden itibaren düşünülmeye başlanmıştır (Barzana ve Garcia-Garibay 1994).

1960'lı yılların sonlarında ise ekmeğin balık protein konsantresi (FPC) ile katkılanması gündeme gelmiş ve bu fikir ABD'de hükümet politikası olarak da uygulanmıştır. Buradaki amaç, ekmeğin zenginleştirilmesinin yanısıra, taze tüketimde yer bulamayan ekonomik değeri düşük balıklardan protein konsantresi elde edilmesi ve böylece bu balıkların da değerlendirilmesi olmuştur (Skorski 1994). Balık protein konsantresi yüksek kaliteli protein içerdiğinden ekmeğe ilave edildiğinde protein miktarını da artırabileceği ifade edilmektedir (Sidwell ve Hammerle 1970).

Balık protein konsantresi insanların tüketimi için tasarlanmış, içinde orjinal balıktan daha konsantre halde protein bulunan stabil bir balık preparatıdır. Protein kaynakları olarak sayılan işlenmemiş balıklarda protein içeriği yaklaşık % 20'dir. FPC'de ise bu değer % 80'lere kadar ulaşmaktadır. Ayrıca protein kalitesinin de çok yüksek olmasının ayrı bir avantajı vardır. Bu sayede insan beslenmesinde günlük alınması gereken aminoasitlerin ve proteinlerin dengelenmesini sağlamaktadır (Windsor 2001).

FPC'nin katkı maddesi olarak makarna ürünleri, milk shake, spagetti sosları, bebek mamaları, diyetetik ürünler ve kahvaltılık tahıllarda kullanıldığında iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Windsor 2001).

Yapılan bir çalışmada buğday ununa % 0.4 oranında ilave edilen lisinin ve % 5 oranında ilave edilen FPC'nin, unun protein yönünden besleyicilik değerini aynı ölçüde artırdığı görülmüştür (Hegsted 1968). Ancak, Sidwell vd (1970) yaptıkları çalışmada FPC ilave edilen ekmeklerdeki proteinlerin faydalanma oranlarının lisin ilave edilen ekmeklerden daha yüksek olduğunu kanıtlamışlardır.

Arap ekmeği ve Hindistan ekmeğine (puri) farklı çeşitlerdeki FPC'den % 10 oranında ikame edildiğinde, ekmeklerin kabul edilebilirlikleri iyi olmuştur. FPC içeren ekmekler standart ekmeklerden biraz daha fleksibl hale gelmiştir. En iyi FPC ile katkılama, ekmek proteininin faydalanma oranını, kazein proteininin faydalanma oranına eşit değere yükseltmiştir. Farklı çeşitlerdeki FPC'ler ekmeklerin besinsel değerlerinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir. FPC ilaveli ekmeklerle ilgili

çalışmalarda % 3-9 oranlarında katılan FPC'lerin, kalitelerine de bağlı olarak kabul edilebilir sonuçlar verdiği görülmesine rağmen; bu çalışmada kabul edilebilir uygun katkılama seviyesi % 5 olmuştur. % 10 seviyesi de nispeten kabul edilebilir bulunmuştur (Nikkila vd 1976).

Stillings vd (1971) ve Hegsted'in (1968) her ikisi de, buğday ununa % 0.4 lisin ilavesinin, % 5 FPC ilavesi ile aynı besleyici protein değerinde olduğunu kaydetmişlerdir. Ancak, Stillings vd (1971), FPC'li ekmeklerdeki ağırlık artışının, protein faydalanma oranının (PER) ve net protein kullanımının (NPU) maksimum değerlerinin, lisinli ekmeklerdekinden daha fazla olduğunu gözlemlemiştir.

Bitkisel protein konsantreleri arasında, soya proteini en iyi sonuçları vermiş ve bir çok kişi tarafından kullanılmıştır. Ancak, karşılaştırmalı incelemelerde, soya proteinin biyolojik değerinin FPC'den daha aşağıda olduğu bulunmuştur (Nikkila vd 1976).

FPC veya lisinin değişik miktarlarıyla zenginleştirilmiş ekmeklerin fiziksel ve duyusal karakteristiklerini belirlemek amacıyla; buğday unu ve % 0, % 5, % 10, % 15, % 20, % 25 oranlarında FPC ya da % 0.2, % 0.4, % 0.6, % 0.8, % 1.0 oranlarında lisin içeren karışımlardan hamurlar hazırlanmıştır. % 20 veya daha az oranda FPC ilave edilen hamur, FPC ilave edilmeyen hamura göre daha fazla suyu absorbe etmiştir. FPC, farinograf gelişme zamanını ve sürekliliğini arttırmış ve ekstensograf testinde uzama kabiliyetinde azalmaya ve uzamaya karşı dirençte artışa neden olmuştur. Buğday ununun değişik miktarlardaki lisinle zenginleştirilmesi hamurun özelliklerini önemli derecede değiştirmemiştir. FPC ilavesiyle somunların hacmi azalmış, ekmek içi daha koyu ve daha yoğun hale gelmiştir. Lisinin ekmeğe ilavesi somun hacmi veya görünüş üzerinde önemsiz derecede etkili olmuştur. Duyusal değerlendirmede % 5 veya % 10 FPC'li ekmeğin tat ve tekstürü hemen hemen FPC'siz ekmekteki gibi kabul edilmiştir. Daha yüksek miktarlarda FPC içeren ekmeklerin kabul edilebilirlikleri daha az olmuştur. Değişik miktarlarda lisin içeren ekmeklerin kabul edilebilirlikleri arasında önemli farklılıklar olmadığı görülmüştür (Sidwell ve Hammerle 1970).

Gelişmiş ülkelerdeki insanların protein alımına katkıda bulunabilmek amacıyla pirinç, soya ve tapyoka unlarına FPC ilave edilmiştir. Makarna evrensel bir gıda olarak düşünüldüğünde, FPC için iyi bir taşıyıcı olarak seçilmiştir. % 10 ve % 20 FPC ilavesi,

makarnaların besinsel değerinin ve protein içeriğinin arttırılmasında etkili olmuştur. % 10 FPC içeren pirinç makarnasının protein içeriği (% 16, % 17), sade pirinç içeren makarnanın protein içeriğinin (% 7) yaklaşık iki katıdır. % 20 FPC ve % 10 FPC içeren örneklerin, protein kalitesi bakımından kazein kadar besleyici olduğu sonucuna varılmıştır. Duyusal ve objektif değerlendirmeler sonucunda, en yüksek kabul edilebilirlik pirinç makarnasında görülmüştür. Mısır, soya ve tabyoka makarnalarının içinde, tabyoka tohumları umut verici sonuçlar vermiştir. Daha güzel bir rengin gelişmesini sağlamıştır. Fakat pişirme sırasında tekstür çok yumuşak hale gelmiştir (Kwee vd 1969).

Farklı kombinasyonlardaki un ve FPC'den (% 0, % 4 ve % 6) yapılmış, Mısır' a özgü dört unlu mamülden (crescent, hurma bar, brouche ve tuzlu çubuk), crescent ile beslenen farelerin ağırlık artışı hurma barlarla, brouche ile ve tuzlu çubuklarla beslenen farelerden daha fazla olmuştur. Maksimum ağırlık artışı % 6 FPC ilave edilmiş crescent ile beslenen farelerde bulunmuştur, ardından % 6 FPC ilave edilmiş hurma barları gelmiştir. % 4 FPC ilave edilmiş tuzlu çubukla beslenen farelerdeki ağırlık artışı ise en düşük olmuştur. Ağırlık artışı artan protein alımıyla artmaktadır. Ticari hamur işlerinin benzerleriyle beslenen farelerdeki besin tüketimi, hurma barlarıyla beslenenler hariç daha düşük olmuştur. Ticari hamur işleri düşük ağırlık artışına ve düşük protein faydalanma oranına neden olmuştur. Buğday ununun % 6 oranında FPC ile katkılanması en yüksek ağırlık artışını ve en yüksek protein faydaklanma oranını vermiştir (Shehata 1992).

FPC veya L-lisin ile zenginleştirilen Baladi ekmeğinin 400 °C'de pişirilmesi L-lisinin % 12 ve % 21'inin kaybıyla sonuçlanmıştır. Kontrol ekmeğinin protein içeriği % 13 iken; FPC ile zenginleştirilen ekmekte % 88 ve yeşil alg ile zenginleştirilen ekmekte % 73 olmuştur. % 6.6 FPC ve % 91.2 tam buğday unu içeren karışık undan pişirilmiş baladi ekmeği, % 0.35 lisin, % 0.13 DL-treonin ve % 0.7 DL-metiyonin içeren buğday unundan yapılmış ekmekte olduğu gibi, fareler için yaklaşık aynı büyüme oranını vermiştir. Her iki ekmekte de, protein faydalanma oranı, katkısız ekmekteki 1.0 ortalama değerine karşılık 2.6 olmuştur. % 11 kazein ve % 0.5 DL-metiyonin içeren diyet için protein faydalanma oranı 3.0 olmuştur. Alg içeren (karışık un içinde % 6 oranında) ekmekten oluşan diyetler, farelerin büyüme oranını geliştirmemiştir. % 6.56 FPC kullanıldığında, farenin ağırlık artışı, kontrol diyetindekinden daha yüksek

olmuştur. % 6.56 FPC ile edilen sonuçlar treonin ve metiyonin ile birleşmiş, % 0.347 lisin içeren diyettekiyle benzer çıkmış ve % 0.28 lisinli diyette elde edilenden biraz daha yüksek olmuştur. FPC veya lisinin daha yüksek seviyelerde ilavesi, PER ve PPV (Protein Verimlilik Değeri) değerlerinin, kontrol ile elde edilen değerlerden daha yüksek çıkmasını sağlamıştır. Bu durumda; önemli gelişmelerin ortaya çıkması için, diyetin % 0.28 seviyesinde lisinle katkılanması gereğini ortaya çıkarmıştır (Arafah vd 1980).

Buğday unu ve % 0-25 arasında FPC veya % 0.1-1.0 arasında lisinden birini içerecek şekilde hazırlanan, işlem görmemiş karışımlar doğrudan fare diyetlerine % 1.6 azot seviyesinde ilave edilmiş, % 15 FPC ve % 0.2-0.4 lisin katkılaması; farelerdeki ağırlık artışının, protein faydalanma oranının (PER), net protein kullanımının, toplam protein ve toplam yağ miktarının maksimum değerlere ulaşmasına neden olmuştur. FPC ile elde edilen maksimum sonuçlar lisin ile elde edilenlerden daha fazla olmuştur. % 10-25 FPC ile katkılanmış ekmeğin protein değeri, lisinle katkılanmış ekmeğin değerinden % 35-150 daha yüksektir. Ekmek, diyet ağırlığının % 80' inini oluşturursa, % 10 FPC ve % 0.4 lisinin her ikisiyle de en yüksek ağırlık artışı görülmüştür. % 10 FPC ile olan ağırlık artışı, % 0.4 lisinle olan ağırlık artışından % 36 daha yüksek olmuştur (Stillings vd 1971).

Makarna % 5, % 10, % 15 ve % 20 seviyelerinde parlak renkte, kötü tatta olmayan, yüksek protein (84.3 g/100 g) ve lisin (484 mg/g N) seviyesine ve düşük yağ (0.4 mg/100 g) ve nem (8.6 g/100 g) seviyesine sahip FPC ile katkılanmış ve makarnanın protein kalitesi FPC ilavesiyle gelişmiştir. % 10 FPC seviyesinde kazeinin protein kalitesine ulaşılmış ve FPC'nin daha yüksek seviyeleriyle protein kalitesinde bir gelişme olmamıştır. FPC, yüksek lisin içeriği nedeniyle tahıllar için umut verici bir katkıdır. Besleyicilik değeri ve duyusal yönlerden, FPC'nin % 10'luk seviyesinin makarnanın katkılanması için en uygun oran olduğu ifade edilmiştir (Costa vd 1990).

Balık protein konsantresi yanında balık protein hidrolizatı da instant çorba hazırlamak için tahıllarla karıştırılmıştır. Hazırlanan çorba yeterli derecede kabul görmüştür. Tat ve aromada % 95 güven eşiğinde belirgin farklılıklar olmamıştır (Galvez vd 1985).

Balık protein ürünleri dışında, balık yağındaki doymamış yağ asitleri de gıdaların zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bir çok çalışmanın sonuçlarına göre; omega-3 yağ asitiyle zenginleştirilmiş gıda ürünlerinin tüketimi potansiyel sağlık faydalarına neden olmaktadır. Bu ürünler özellikle kalp hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkiye sahiptirler ve beyin gelişimi ve fonksiyonlarının düzenlenmesini sağlamaktadırlar. Bu amaçla omega-3 yağ asitiyle zenginleştirilmiş gıdalardan bazıları; et ve domuz ürünleri, ekmek ve fırın ürünleri, sürülebilir yağlar, yumurta ve yumurta ürünleri, makarna, sosis, meyve suyu, gazlı içecekler ve instant konsantrelerdir (Kolanowski ve Laufenberg 2005).

1.8 Balık Kıyması ve Surimi

Balık etinden hazırlanan ve yarı mamul bir ürün olan yıkanmış balık kıyması, nötr tat ve aromalı bir balık protein ürünü olan suriminin hammaddesini oluşturmaktadır. Surimi üretiminde genellikle ekonomik değeri düşük balıklar kullanılmaktadır. Baş, kuyruk, iç organ, deri, yüzgeç ve kemiksi yapılarından arındırılan balıklar; kıyma haline getirildikten sonra 3-4 kez suyla yıkanmakta ve süzülmektedir. Yıkanan balık kıymasına karyoprotektan, sorbitol, sükroz, polifosfat gibi bileşenlerin belli oranlarda ilave edilmesiyle üretilen surimi dondurularak muhafaza edilmektedir (Yetim ve Aras 1995).

Surimiye işlenecek balıklar; kuvvetli jel oluşturma özelliğinde olmalı, tat, koku, görünüş açısından iyi organoleptik kalite göstermeli, beyaz etli olmalı, yıl boyunca bol bulunabilmeli ve uygun fiyata sahip olmalıdır. Yarı işlenmiş kıyma materyali olan surimi, tüketime uygun hazır ürünlerin hazırlanmasında geniş çapta kullanılmaktadır (Kolsarıcı ve Ensoy 1996).

İlk olarak Japonya, Çin, Hindistan gibi diğer bazı Uzak Doğu Ülkelerinde çeşitli balıklardan üretilen surimi, 1980'li yıllardan sonra ABD ve Avrupa ülkelerinde de giderek önem kazanmış ve yaygınlaşmıştır (Lee 1986, Roussel ve Cheftel 1988, Hall 1994).

Lanier ve Lee (1992) dünyada yaygın olan sardalya (*Sardina pilchardus*), bakalaryo (*Merluccius merluccius*), uskumru (*Scomber scombrus*), sarı ağız (*Argymous agentata*) gibi pek çok balık türünün surimi üretiminde hammadde olarak kullanıldığını

belirtmişlerdir. Türkiye'de de balık kıyması üretiminde kullanılabilecek hammaddeyi, hem iç sulardan hem de denizlerden temin edebilmek mümkündür (Yetim ve Aras 1995).

Balık kıymasından üretilen surimiden değişik yemekler, salatalar, soslar, emülsiyon ürünleri, jel ürünleri, kekler, sosisler ve köfteler yapılmaktadır. Uzak doğu ülkelerinde yüzlerce çeşidi üretilen Kamaboko (balık keki) surimiden üretilen ürünlerin % 90'ınını oluşturan bir çeşit balık protein jel ürünüdür. Kamaboko ürünlerinin haricinde suriminin batı ülkelerindeki yaygın kullanım alanı, imitasyon ürünleridir (yengeç, karides, istiridye vb. deniz kabuklularının aynı tat ve lezzetindeki taklit ürünler) (Yetim ve Aras 1995, Kolsarıcı ve Ensoy 1996).

Yapılan araştırmalarda surimi ve surimiye dayalı ürün teknolojisi konusunda pek çok çalışmanın olduğu görülmüştür (Lee 1984, Lee 1986, Lanier 1986, Lee ve Kim 1986, Wray 1987, Lanier ve Lee 1992, Anon 1993, Çaklı ve Duyar 2001). Ancak tahıl ürünlerinin surimiyle zenginleştirilmesi üzerine çok az sayıda ve yüzeysel çalışmalara rastlanırken (Pigott 1986, Scott 1988, Anon 1993, Gormley vd 2003); tahıl ürünlerinin işlenmemiş balık etiyle zenginleştirilmesi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Pirinç ve patates nişastasından oluşan glutensiz bir ekmek nişasta ağırlığının % 10 seviyesinde dört çeşit balık surimisiyle katkılanmıştır. Pişirmeden sonraki tekstür profil analizi, surimili ekmeklerin üçünün (uskumru, blue whiting ve pollock surimili) kontrolden daha yumuşak bir kabuğa ve içe, daha yüksek somun hacmine sahip olduğunu göstermiştir. Ancak, kırmızı kırlangıç balığı surimili ekmekler kontrolden daha sert bir kabuk ve iç tekstürüne, daha düşük bir hacme sahip olmuştur. Dört surimili ekmeğin de bayatlama seyirleri aynı olmuştur. Bu veriler göstermektedir ki; surimilerin üçü glutensiz ekmeklerde kabuk ve iç yumuşatıcıları olarak potansiyele sahiptir (Gormley vd 2003).

Balık etindeki protein ve esansiyel amino asit miktarı yüksek olduğundan (Tablo 1.3) ekmeğin balık kıymasıyla zenginleştirilmesiyle ekmekteki esansiyel amino asitlerin miktarı artacak ve insanlar sadece ekmek yiyerek biyolojik değerliği yüksek protein kaynaklarını sağlamış olacaklardır.

Tablo 1.3 Ekmek ve balık etinin 100 gramlarındaki protein ve esansiyel amino asit miktarları (Baysal 1997)

Gıda	Protein g	Tireonin mg	Tiriptofan mg	İzolösin mg	Lösin mg	Lisin mg	Metiyonin mg	Fenilalanin mg	Valin mg
Balık	19.0	203	889	1040	1548	1797	597	761	1092
Ekmek	7.8	91	282	429	668	225	142	465	435

Balık proteinleri çözünürlüklerine bağlı olarak farklı gruplara ayrılırlar. Balık kasının yaklaşık % 70-80'i yapısal (miyofibriler) proteinlerdir. Bu yapısal protein oldukça yüksek iyonik kuvvetin soğuk nötral tuz solusyonunda çözülebilmektedirler. Geriye kalan % 20-30'luk kısım su ve seyreltik tamponlarda çözülebilen sarkoplazmik proteinleri içerir ve yapısal proteinlerin % 2-3'lük son kısmı çözülmeyen bağ doku proteinleridir. Miyofibriler proteinler balığın en önemli proteinleridir ve miyosin ve aktin parçalarından oluşmuştur. Bunlar sırasıyla kalın ve ince flamentlerin temel bileşenleridir. Miyosin; miyofibriler kontraktil proteinlerin % 50-60'ını, aktin ise sadece % 15-30'unu oluşturmaktadır. Miyosin kas proteinlerinin en fazla olan kısmıdır, toplam proteinin yaklaşık % 38'ini oluşturur ve iki özdeş ağırlıklı zincir (233 kDa) ve iki hafif zincir (22 ve 18 kDa) içeren büyük bir moleküldür. Molekül hafif zinciri ve ağır zincirlerin önemli bir fraksiyonunu içeren iki özdeş globular baş bölgesine sahiptir. Ağır zincirlerin kuyrukları birbirlerinin etrafını saran çok uzun α-heliksler oluşturmuştur. Miyosin molekülleri baş bölgesindeki moleküllerin ATPaz aktivitesi nedeniyle baş bölgesi sayesinde ince flamentlerdeki polimerleşmiş aktinle bağlanmaktadır. Bu kompleks aktomiyosin olarak adlandırılır ve kasın kasılma ve gevşemesinden sorumludur. Aktomiyosin tamamen kararsız olduğundan ve işleme ve depolama sırasında kolayca etkilendiğinden balık kalitesini belirlemede büyük bir rol oynamaktadır. Aktin molekülerinin bir kompleksi olan ince flament çift heliks oluşturmaktadır. Tropomiyosin, ince flamentlerin oluklarında bulunmaktadır ve iki troponin molekülü aktin molekülünü herbir sarmal döngüde bağlamaktadır. Aktin, ince flamentlerdeki en önemli proteindir, toplam kas proteinlerinin yaklaşık % 13'ünü oluşturmaktadır. Aktin, küresel bir monomer olan G-aktin ve miyosine bağlanan büyük bir polimer olan F-aktin olarak iki şekilde meydana gelmiştir. İnce flamentler kas kasılmasının düzenlenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadırlar. Diğer kasılma proteinleri C-protein, α- ve β-aktinin, konnektin ve paramiyosindir, ancak gıda proteinleri olarak sınırlı ilgiye sahiptirler (Krinstinsson ve Rasco 2000).

Türkiye Dünya balıkçılığı içerisinde, 0.5-1 milyon/ton yıl üretimle ikinci grup üreticiler arasında yer almaktadır (Hoşcucu 1991). Türkiye'deki toplam üretimin miktar olarak % 93'ü denizlerden, % 7'si ise iç sulardan temin edilmektedir. Deniz ve iç sularımızdaki ekonomik olarak faydalanılan balık türü sayısının ise 93 civarında olduğu ifade edilmektedir (Atay vd 1995). Oysa, Türkiye sularında faydalanılmayan daha birçok balık türü mevcuttur.

Bu çalışmada öncelikle, su ürünleri bakımından oldukça zengin kaynaklara sahip olan ülkemizdeki taze tüketimde yer bulamayan ekonomik değeri düşük veya belirli dönemlerde oldukça fazla avlanıp, usulüne uygun teknolojik işlem uygulanarak muhafaza edilemeyen balıkların balık kıymasına işlenerek değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Diğer taraftan, FPC ve surimi katkılı ekmekler üzerine yapılan araştırmaların ışığında, balık kıyması katkılı ekmeklerin de benzer sonuçlar ortaya çıkarabileceği, kabul edilebilirliklerinin yüksek olabileceği ve bu nedenle ekmeklerin kolay elde edilebilen balık kıyması ile katkılanarak protein oranının ve yararlılığının artırılması düşünülmektedir. Böylece biyolojik değeri yüksek proteinleri içeren balık etinden üretilen ve yarı mamul bir ürün olan balık kıymasının, fazla miktarda tüketilen ekmeğe katkılanarak, hem balık ürünlerinin tüketiminin artırılması hem de ekmeğin proteince zenginleştirilmesi sağlanacaktır.

Balık etinin ekmeğin zenginleştirilmesinde kullanılmasıyla çeşitli nedenlerle faydalanılamayan balık türleri de değerlenmiş olacak, ayrıca artan tek tip ekmek tüketimi azaltılarak ekmek çeşitlendirilecektir.

Son zamanlarda dengeli beslenmede oldukça önemli fonksiyonları olduğu kabul edilen su ürünlerinin tüketimine yönelen insanların, ekmek tüketim alışkanlıklarında değişiklik yapmadan yiyebilecekleri alternatif bir ürün üretilmiş olacaktır. Bu sayede yeni bir tat ve lezzetin ortaya çıkması ile, balık ürünü çeşidi ve tüketimi artacaktır. Ayrıca bu çalışmayla ucuz ve kolay elde edilebilen protein kaynağı olan ve ülkemizde bol miktarda bulunan balığın farklı şekillerde kullanım yolları olduğu ve balık kıymasının sadece ekmeğe değil farklı gıda ürünlerine de katılabileceği konusu gündeme getirilecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Denizli ili Çivril ilçesi Işıklı Gölü'nden ilkbahar mevsiminde temin edilen Kadife (*Tinca tinca L.*, 1758) balığı kullanılmıştır.

Yeni avlanmış balık örnekleri kırılmış buz içinde de laboratuvara ulaştırıldıktan sonra öncelikle baş, kuyruk, iç organ, deri, yüzgeç ve kemiksi yapılarından arındırılmıştır. Balık etleri kıyma haline getirildikten sonra ağırlığının 5-10 katı su içerisinde 3-4 kez yıkanmıştır. Ancak, son yıkama suyuna % 0.01-0.3 arasında tuz ilave edilmiştir. Ayrıca, her yıkama suyunun sıcaklığının 10 °C'yi geçmemesi için gerektiğinde buz ilavesi yapılmıştır. Yıkanan balık kıymaları, su oranı % 80 civarına ininceye kadar pres sayesinde süzüldükten sonra doğrudan derin dondurucuya konulmuş ve analizlerde kullanılıncaya kadar bu şekilde muhafaza edilmiştir.

Diğer taraftan analizlerde kullanılacak olan un örneği (Tip 550) de uygun koşullarda laboratuvara ulaştırılmış ve kapalı durumda muhafaza edilmiştir.

Analizlerde kullanılacak olan tüm kimyasal maddelerin analitik saflıkta olmasına özen gösterilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1 Hammadde analizleri

Kapalı durumda muhafaza edilen un örneğinde AOAC (2003) 920.87 metoduna göre ham protein tayini, kurutma metoduna göre nem tayini, yakma metoduna göre kül tayini ve soxhelet-ekstraksiyon yöntemine göre yağ tayini yapılmıştır (Elgün vd 1998).

Balık kıymalarında kurumadde, nem, kül, yağ (Gökalp vd 1995), AOAC (2003) 928.08 metodu kullanılarak protein tayini ve amino asit analizi yapılmıştır. Amino asit analizinde AOAC (2003) 994.12 Alternatif I. Asit Hidroliziyle Performik Asit

Oksidasyonu-Sodyum Metabisülfit Standart Metodu referans alınmış ve Agilent 1100 HPLC cihazı kullanılmıştır.

2.2.2 Hamur reolojisinin belirlenmesi

Denemeler sırasında, balık etiyle zenginleştirilmiş ekmek üretimine geçilmeden önce kontrol grubu ile un yerine % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ilave edilmesiyle oluşturulan hamurların reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla fizikokimyasal analiz olarak farinograf ve ekstensograf denemeleri (Elgün vd 1998) yapılmış, bu ölçümlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda ekmek pişirme denemelerine geçilmiştir.

2.2.3 Ekmek pişirme denemeleri

Ekmek pişirme denemeleri direkt hamur metodu ile yapılmıştır (Elgün vd 1998). Ekmeklerin üretimi için kullanılacak balık eti 1000 g un üzerinden hesaplanarak % 5 (950 g un, 50 g balık kıyması), % 10 (900 g un, 100 g balık kıyması), % 15 (850 g un, 150 g balık kıyması) ve % 20 (800 g un, 200 g balık kıyması) oranlarında un yerine ikame edilmiştir. Farinograf denemeleri sonucunda bulunan su miktarının % 2 eksiği ilave edilmiştir. Her ikame oranı için % 2 maya ve % 1.5 tuz eklenmiştir. Bütün hamurlar 7 dk. yoğurulmuştur. Ayrıca balık kıyması katkılı ve katkısız ekmekler arasındaki farkı ve balık etinin ekmeğin özelliklerini ne ölçüde değişitirdiğini belirlemek amacıyla balık kıyması ilave edilmemiş kontrol ekmekleri de üretilmiştir. Ekmek üretiminde kullanılan formulasyonlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Ekmek üretimi amacıyla hazırlanan formulasyonlar

İkame Oranı	Un (g)	Maya (g)	Tuz (g)	Su (ml)	Yıkanmış Balık Kıyması (g)
% 0 (Kontrol)	1000	20	15	557	0
% 5	950	20	15	512	50
% 10	900	20	15	457	100
% 15	850	20	15	408	150
% 20	800	20	15	357	200

Ekmek pişirme denemeleri sırasında, balık kıyması ikame edilen ve edilmeyen hamurların yoğurmadan sonraki pH'ları, ilk fermentasyondan sonraki pH'ları ve son

fermentasyondan sonraki pH'ları ile son fermentasyon süreleri ölçülmüştür (Elgün vd 1998).

2.2.4 Ekmek kalitesinin belirlenmesi

Üretilen kontrol ve balık kıyması ile zenginleştirilmiş ekmeklerin kalitesini belirlemek amacıyla fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır.

2.2.4.1 Fiziksel analizler

Hamur ve ekmeklerde fiziksel analizler olarak; hacim ölçümü, spesifik hacim, hacim verimi, hamur verimi ve ekmek verimi parametrelerinin hesaplanması, ekmek kabuğu ve ekmek içi renk yoğunluklarının belirlenmesi ve ekmek içi sertliğinin enstrümantel olarak ölçümü yapılmıştır (Elgün vd 1998). Spesifik hacim 100 g undan yapılan ekmeğin hacminin ağırlığına oranıdır. Hamur verimi 100 g undan su, tuz, ve maya katılarak elde edilen hamur ağırlığıdır. Ekmek verimi 100 g undan elde edilen ekmeğin 24 saat sonraki ağırlığıdır. Hacim verimi 100 g undan yapılan ekmeğin hacmidir.

Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk yoğunluğu Hunter Labscan Colorimeter (Hunterlab MiniScan XE) cihazıyla belirlenmiştir. Bu cihaz üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, Y eksenindeki L(lightness); 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil(-a), kırmızı(+a), Z eksenindeki b; sarı(+b), mavi(-b) renk boyutunu veya yerini gösterir (Anon 1995, Elgün vd 1998).

Ekmek içi sertliğinin ölçümü ise TA.XTPlus Texture Analyzer (Stable Micro systems Ltd.) ile AACC 74-09 Standart Metoduna göre yapılmıştır (AACC 1996). Yaklaşık 0.8 mm'lik iki ekmek dilimi üst üste konulmuş ve ön test hızı: 2 mm/s, test hızı: 1 mm/s, test sonrası hız: 1 mm/s, deformasyon oranı: % 40 ve tetikleyici kuvvet: 10 g olarak ayarlanmıştır (Rasmussen ve Hansen 2001, Sangnark ve Noomhorm 2003, Gambaro vd 2004, Hallen vd 2004, Fermin vd 2005).

2.2.4.2 Kimyasal analizler

Pişirme denemelerinin sonucunda üretilen ekmeklerde kimyasal analiz olarak; nem tayini, kül tayini, yağ tayini, pH tayini (Elgün vd 1998) ve AOAC (2003) 920.87 metoduna göre protein tayini yapılmıştır. Ekmeklerin besleyicilik değerini belirlemek amacıyla esansiyel amino asit oranları saptanmıştır. Amino asit analizinde AOAC (2003) 994.12 Alternatif I. Asit Hidroliziyle Performik Asit Oksidasyonu-Sodyum Metabisülfit Standart Metodu referans alınmış ve Agilent 1100 HPLC cihazı kullanılmıştır.

2.2.4.3 Duyusal analizler

Ekmekler üretildikten sonra duyusal analiz için eğitilmemiş panelistlere sunularak şekil simetrisi, kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, koku, çiğneme, tat, aroma ve genel kabul özellikleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir (Altuğ 1993, Elgün vd 1998, Vulicevic vd 2004, Khalil vd 2000, Sangnark ve Noonhorm 2004, Gomez vd 2003). Değerlendirmede kullanılan özelliklerin tanımlamaları ve puanları Tablo 2.2'de verilmiştir.

2.2.5 İstatistiksel analizler

Denemelerde elde edilen analiz sonuçları uygun tablolar halinde hazırlanmış ve Minitab programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Her bir analizdeki ortalamalar ise Tukey testine göre değerlendirilmiştir ve analiz değerleri arasında önemlilik farkı olup olmadığı saptanmıştır.

Yürütülen çalışma sonucunda, ekmeğin hangi formda (balık kıyması ilave edilerek veya edilmeden) üretildiğinde ve hangi oranda balık kıymasıyla katkılandığında fiziksel, kimyasal, reolojik, duyusal özellikler ve besinsel değerler açısından en uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2.2 Ekmeklerin duyusal panel formu

Ekmeğin Dış Özellikleri	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
Şekil Simetrisi	Çok düzgün simetriye sahip	Düzgün simetriye sahip	Bazı kenar ve yüzey kısımlarında düzensizlik var	Ortası çukur veya eğimli görünümde	Kenarları buruşuk ve kabukları patlamış veya basık görünümde
Kabuk Rengi	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Kendine has altın sarısı renkte ve parlak, renk dağılımı ve parlaklığı üniform	Kendine has altın sarısı renkte ve renk dağılımı üniform	Renk dağılımı ve parlaklığı üniform değil	Rengi çok açık veya çok koyu, parlak değil	Mat veya çizgili görünümde
Ekmeğin İç Özellikleri	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
İç Rengi	Beyaz krem renkte ve renk homojen dağılmış	Beyaz krem renkte	Renk dağılımı yer yer düzensiz	Koyu krem ve düzensiz renk dağılımı	Koyu renkli, mat veya çizgili görünümde
Gözenek	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Gözenek büyüklüğü üniform, gözenekler dilimin her tarafında eşit ve gözenek cidarları eşit incelikte	Gözenek büyüklüğü üniform, gözenekler eşit dağılmış, ancak gözenek cidarlarının kalınlığı düzensiz	Gözeneklerin dağılımında ve büyüklüğünde yer yer düzensizlik var	Büyük delikler mevcut, gözenek büyüklüğü tutarsız	Büyük delikler mevcut, gözenekler kaba ve büyüklüğü tutarsız ve gözenek cidarlarının kalınlığı da düzensiz
Tekstür	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Dilim ipeksi, yumuşak ve elastik	Dilim düz, yumuşak	Dilimde biraz yumuşaklık mevcut	Dilim pürüzlü, kaba, gevrek, esnek değil	Dilim bükülgen, yapışkan topaklı
Koku	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Güçlü, belirgin, keskin ekmek kokusu	Belirgin ekmek kokusu	Ekşi ekmek kokusu	Zayıf ekmek kokusu ve biraz balık kokusu	Zayıf ekmek kokusu ve belirgin balık kokusu
Çiğneme	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Ağızda sıkıştırdıktan sonra esnek ve elastik, ayrıca nemli	Biraz esneklik ve elastiklik mevcut	Biraz esneklik mevcut, elastiklik yok, dilimde biraz kuruluk mevcut	Ağızda dolgunluk hissi yok, esneklik yok, dilimdeki kuruluk belirgin	Dilim sert, çok kuru, yapışkan ve iyice ıslanmış
Tat	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Güçlü, belirgin ekmek tadı	Belirgin ekmek tadı	Ekşi ekmek tadı	Biraz balık tadı	Belirgin balık tadı
Aroma	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Güçlü, belirgin, keskin ekmek tadı ve kokusu	Belirgin ekmek tadı ve kokusu	Ekşi ekmek tadı ve kokusu	Biraz balık tadı ve kokusu	Belirgin balık tadı ve kokusu
Genel Kabul	**Çok İyi(5)**	**İyi(4)**	**Orta(3)**	**Zayıf(2)**	**Çok Zayıf(1)**
	Çok beğendim	Beğendim	Biraz beğendim	Beğenmedim	Hiç beğenmedim

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Balık Etinin Kimyasal Kompozisyonu

Çalışmada kullanılan kadife balığı kıymasının yıkanmadan önce ve yıkandıktan sonraki kimyasal kompozisyonu Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Kadife balığı kıymasının kimyasal kompozisyonu (%)

	Kurumadde	**Su**	**Protein (Nx6.25)**	**Kül**	**Yağ**
Yıkanmamış Balık Kıyması	20.07	79.93	16.15	1.06	2.74
Yıkanmış Balık Kıyması	18.62	81.38	16.79	0.31	1.36

Balık etlerinin hazırlanması sırasında uygulanan yıkama işlemine bağlı olarak kurumadde % 7.22 azalmış, kül içeriğinin % 70.75'i ve yağ içeriğinin % 50.36'sı yıkamaya bağlı olarak uzaklaşmış, fakat kurumaddedeki protein oranı % 3.96 artmıştır.

Ünlüsayın vd (2002), balık köftesi yapımında kullandıkları kadife balığı etinin, % 83.41 su, % 12.68 protein, % 1.10 yağ ve % 1.66 kül içerdiğini belirtmektedirler. Atay (2005) ise kadife balığının % 18.78 kurumadde, % 16.00 protein, % 1.79 yağ ve % 0.73 oranında kül içeriğine sahip olduğunu ifade etmiştir. Zenginleştirmede kullanılan kadife balığı etinin kompozisyonu bu çalışmalardaki balık eti kompozisyonlarıyla benzerlik göstermemektedir. Bunun nedeni, Varlık vd (2004) tarafından belirtildiği gibi balıkların avlandığı bölgelerin, beslenme durumlarının, bulundukları çevre sıcaklıklarının, büyüklüklerinin, yaşlarının, cinsiyetlerinin ve daha birçok faktörün farklılık göstermesi olabilir.

Babbitt (1986) tarafından yapılan bir çalışmada belirtildiği gibi, balık eti yıkandıktan sonra suda çözünen bazı maddeler uzaklaşarak kurumadde, kül ve yağ içeriği azalırken; protein konsantrasyonu artmaktadır.

3.2 Unun Kimyasal Kompozisyonu

Araştırmada kullanılan Tip 550 ununun kimyasal kompozisyonu Tablo 3.2'de verilmiştir. Protein, kül ve yağ değerleri % kurumaddede hesaplanmıştır.

Tablo 3.2 Tip 550 ununun kimyasal kompozisyonu (%)

Kurumadde	Su	Protein (Nx5.70)	Yağ	Kül
86.04	13.96	11.03	0.94	0.55

3.3 Kadife Balığı Kıymasının Amino Asit İçeriği

AOAC (2003) 994.12 standart metoduna göre elde edilen kadife balığı kıymasının amino asit içeriği Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Kadife balığı kıymasının amino asit içeriği (mg/100 g)

Amino asitin adı	Miktarı	Amino asitin adı	Miktarı
Lösin*	217	Tirosin	538
Lisin*	1510	Sistin	433
İzolösin*	3362	Aspartik asit	2578
Valin*	379	Glutamik asit	3773
Metiyonin*	2951	Aspargin	142
Fenilalanin*	645	Serin	1305
Treonin*	326	Glisin	229
Triptofan*	784	Alanin	162
Histidin*	136	Hidroksiprolin	552
Arginin*	341	Prolin	1134

*: Esansiyel amino asitler

Diğer hayvansal protein kaynaklarında olduğu gibi, kadife balığı etinin amino asit içeriği de bitkisel ürünlerin amino asit içeriğinden daha zengindir. Zira balık etinin mükemmel bir amino asit kompozisyonuna sahip, besleyici değeri yüksek ve kolay sindirilebilir bir protein kaynağı olduğu ifade edilmektedir (Krinstinsson ve Rasco 2000).

Vücut için gerekli olan esansiyel amino asitler Lösin, Lisin, İzolösin, Valin, Metiyonin, Fenilalanin, Treonin ve Triptofan'dır. Ayrıca çocuklar için histidin ve argininin de esansiyel amino asit olduğu bildirilmektedir. Metiyonin gereksiniminin % 30'u sistin ile, fenilalanin gereksiniminin % 50'si tirosin ile karşılanabilir. Bu yüzden sistin metiyoninle, tirosin de fenilalaninle birlikte düşünülür. İnsanın normal protein

metabolizmasını sürdürebilmesi için bu amino asitlere olan günlük gereksinimi Tablo 3.4'te verilmiştir (Baysal 1997).

Tablo 3.4 Esansiyel amino asit gereksinimi (mg/kg/gün)

Esansiyel Amino Asit	Bebek (3-6 aylık)	Çocuk (2 yaşında)	Çocuk (10-12 yaşında)	Yetişkin
İzolösin	70	31	30	10
Lösin	161	73	45	14
Lisin	103	64	60	12
Metiyonin + Sistin	58	27	27	13
Fenilalanin + Tirosin	125	69	27	14
Treonin	87	37	35	7
Triptofan	17	12.5	4	4
Valin	93	38	33	10
Histidin	28	-	-	-

Kadife balığı eti insanların günlük esansiyel amino asit gereksinimini karşılayabilecek kalitede proteine sahip olduğu için; zenginleştirilen ekmeklerin de insanların günlük esansiyel amino asit gereksinimini karşılayabilecek düzeye gelmeleri beklenebilir.

3.4 Hamurların Reolojik Özellikleri

3.4.1 Farinograf denemeleri

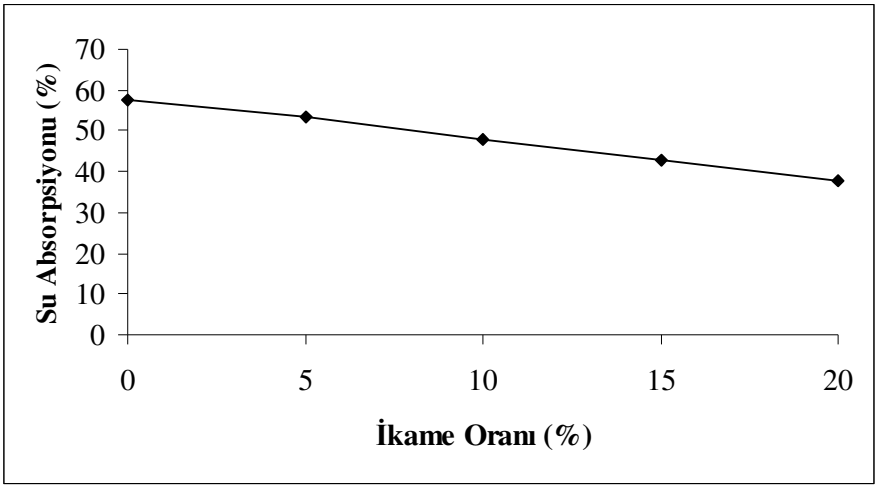
Balık etinin, un miktarı üzerinden farklı oranlarda formulasyona ikame edilmesiyle üretilen hamurların farinograf denemelerinin sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5 Farinograf denemeleri sonuçları

İkame Oranı	Su Absorpsiyonu (%)*	Gelişme Süresi (dk)*	Stabilite (dk)*	Yoğurma Toleransı (FU)*	12 dk Değeri (FU)*
% 0 (Kontrol)	57.7 ± 0283^{a}	1:37 ± 0.092^{a}	2:17 ± 0.156^{a}	92.4 ± 24.32^{b}	154 ± 15.56^{a}
% 5	53.2 ± 0.071^{b}	1:30 ± 0.000^{a}	1:40 ± 0.078^{a}	126.7 ± 4.88^{b}	155 ± 4.24^{a}
% 10	47.7 ± 0.071^{c}	1:37 ± 0.990^{a}	1:38 ± 0.212^{a}	147.3 ± 14.50^{ab}	158 ± 12.73^{a}
% 15	42.8 ± 0.071^{d}	1:40 ± 0.057^{a}	2:00 ± 0.658^{a}	154.1 ± 4.88^{ab}	156 ± 1.41^{a}
% 20	37.7 ± 0.495^{e}	1:40 ± 0.141^{a}	1:48 ± 0.120^{a}	184.9 ± 9.76^{a}	154 ± 1.41^{a}

FU: Farinograf Unit
*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

En yüksek su absorpsiyonu kontrol grubunda (% 57.7), en düşük su absorpsiyonu ise % 20 oranında balık kıyması ilave edilen örneklerde (% 37.7) görülmüştür (Tablo 3.5). Tablo 3.5'te ve Şekil 3.1'de görüldüğü gibi ikame oranı arttıkça hamurun su absorpsiyonu azalmaktadır ve istatistiki açıdan da her bir uygulama grubu arasında önemli ($p<0.05$) derecede farklılık meydana gelmiştir.



Şekil 3.1 Hamur su absorpsiyonunun ikame oranına göre değişimi

Balık proteininin su tutma kapasitesi yumurta albumini ve soya protein konsantratından daha yüksek olmasına rağmen (Krinstinsson ve Rasco 2000); un yerine balık eti ikame edildiğinde hamurun su absorpsiyonu azalmaktadır. Bunun nedeni; unda suyu bağlayıcı özelliğe sahip olan gluten proteininin hamurdaki miktarının azalması veya ilave protein tarafından gluten yapısının dilusyona uğraması (Doxastakis vd 2002) veyahutta ilave edilen balık kıymasının da su içermesi olabilir. Yapılan bir çalışmada süt protein konsantresi, Fransız ekmeğine ilave edildiğinde de hamurun su absorpsiyonunu azalttığı ifade edilmektedir (Sanchez vd 1998).

Kontrol grubu olarak hazırlanan hamurun gelişme süresi 1:37 dk iken, % 5 balık kıyması ilave edilen grubun gelişme süresi 1:30 dk' ya düşmüştür. Daha sonra % 10, % 15 ve % 20 oranlarında ikame edilen balık kıymasının gelişme süresini arttırdığı, % 15 ve % 20 ikame oranlarına sahip hamurların gelişme süresinin 1:40 dk' ya yükseldiği görülmektedir (Tablo 3.5).

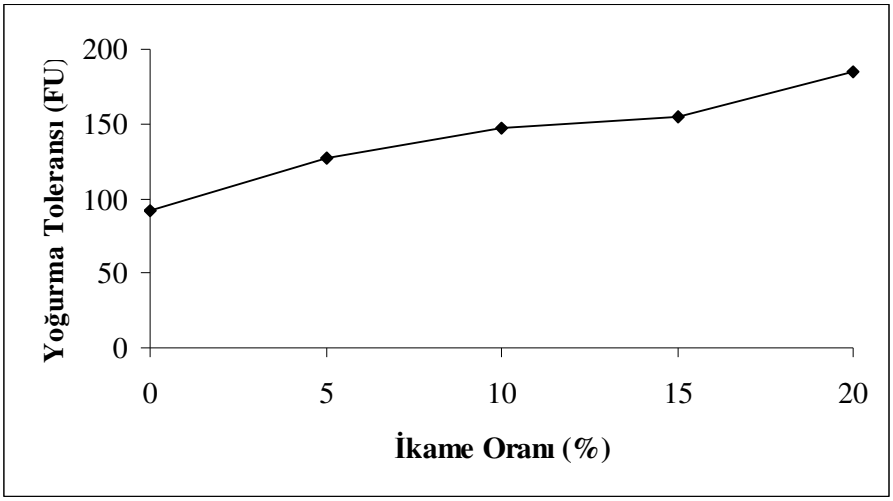
Tüm uygulama gruplarında hamurların gelişme süreleri, stabiliteleri ve 12 dk değerleri (yumuşama derecesi) arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$).

Kontrol grubu hamurunun stabilitesi 2:17 dk iken, % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilmesiyle hamurların stabiliteleri 2 dk' nın altına düşmüştür. Daha sonra % 15 oranında balık kıyması ikame edilen hamurun stabilitesi 2:00 dk' ya yükselmiş, ancak % 20 ikame oranına sahip hamurun stabilitesi yine 2 dk' nın altında tespit edilmiştir (Tablo 3.5).

% 5, % 10 ve % 15 balık kıyması ikame edilen hamurların 12 dk değerleri kontrol grubu olarak hazırlanan hamurun 12 dk değerinden (154 FU) yüksek olmasına rağmen, % 20 ikame oranındaki hamurun 12 dk değeri kontrol grubu hamurunun 12 dk değeri ile aynı bulunmuştur (Tablo 3.5).

Unun teknolojik değerinin ve ekmekçilik kalitesinin yüksek olması için gelişme süresinin ve stabilitesinin yüksek, 12 dk değerinin düşük olması gerekmektedir (Elgün vd 1998). Unun yerine balık eti ikame edilmesinin gelişme süresi ve 12 dk değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$), stabiliteyi önemsiz ($p>0.05$) derecede azalttığı görülmektedir (Tablo 3.5). Yani, un yerine balık eti ikamesi bu reolojik özellikleri belirgin şekilde etkilememektedir.

Yoğurma toleransı kontrol hamurunda 92.4 FU iken, balık eti ikame oranının artmasıyla giderek yükselme göstermiştir. En yüksek yoğurma toleransı 184.9 ile % 20 ikame oranında belirlenmiştir (Tablo 3.5). Bu verilerden ve Şekil 3.2'de de görüleceği gibi; hamurların yoğurma toleransları arasındaki fark belirgin ve istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İkame oranı arttıkça gelişme süresi, stabilite ve 12 dk değerinde önemli bir değişim olmazken ($p>0.05$), hamurların yoğurma toleransları artmaktadır. Bu durumda, un yerine balık kıyması ikamesinin, hamurun yoğurma toleransını geliştirdiği söylenebilir. Ancak, kontrol grubu hamurunun yoğurma toleransı % 5, % 10 ve % 15 balık kıyması ikame edilen hamurların yoğurma toleranslarıyla önemli farklılık göstermezken ($p>0.05$), % 20 ikame oranına sahip örneklerin yoğurma toleransından belirgin derecede ($p<0.05$) düşük olmuştur (Tablo 3.5).



Şekil 3.2 Hamur yoğurma toleransının ikame oranına göre değişimi

3.4.2 Ekstensograf denemeleri

Balık kıymasının un miktarı üzerinden farklı oranlarda ikame edilmesiyle üretilen hamurların 135 dakika sonunda elde edilen ekstensograf denemelerinin sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

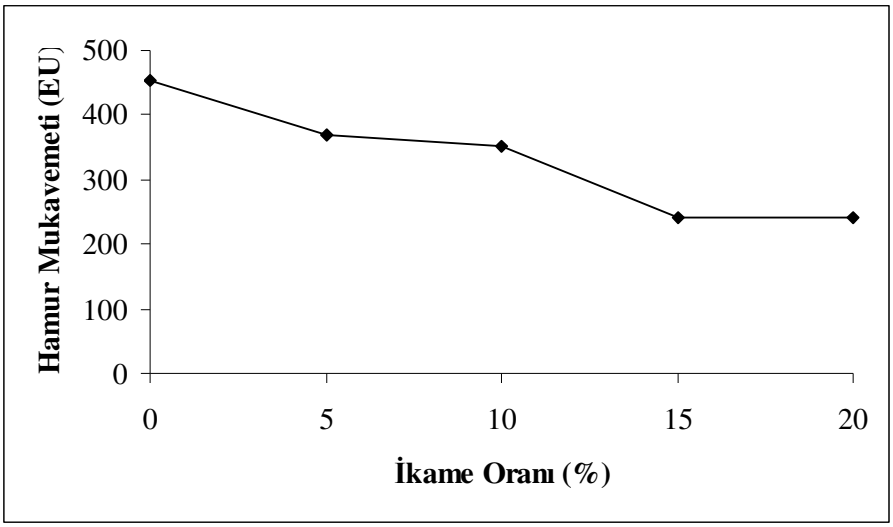
Tablo 3.6 Ekstensograf denemeleri sonuçları

İkame Oranı	Hamur Mukavemeti (EU)*	Uzayabilirlik (mm)*	Max. Direnç (EU)*	Enerji (cm^2)*	Oran Sayısı (EU/mm)*
% 0 (Kontrol)	453 ± 12.73^{a}	119 ± 13.44^{b}	587 ± 127.99^{a}	102 ± 11.31^{a}	4.67 ± 1.711^{a}
% 5	369 ± 0.00^{ab}	186 ±11.31^{a}	501 ± 55.86^{ab}	143 ± 24.75^{a}	1.99 ± 0.141^{ab}
% 10	353 ± 7.07^{ab}	201 ± 19.09^{a}	492 ± 4.95^{ab}	156 ± 15.56^{a}	1.76 ± 0.206^{b}
% 15	242 ± 77.78^{b}	210 ±15.56^{a}	381 ± 12.73^{ab}	166 ± 35.36^{a}	1.13 ± 0.290^{b}
% 20	241 ± 103.94^{b}	195 ± 5.66^{a}	345 ± 24.75^{b}	121 ± 3.54^{a}	1.23 ± 0.495^{b}

EU: Ekstensograf Unit
*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

Kontrol grubu olarak hazırlanan hamurun mukavemeti 453 EU iken, % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık kıyması ikame oranlarında giderek azalan değerler tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Kontrol grubu hamurunun mukavemeti ile, % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen hamurların mukavemetleri arasındaki fark anlamsız (p>0.05) iken; % 15 ve % 20 balık kıyması ikame edilmiş hamurların mukavemetleri arasındaki fark önemli (p<0.05) bulunmuştur. Şekil 3.3'te de görüldüğü gibi ikame oranı arttıkça hamur mukavemeti azalmaktadır. Ancak, kontrol grubu hariç tutulduğunda balık

kıyması ikame oranının artmasıyla hamur mukavemetinde meydana gelen bu azalma istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.



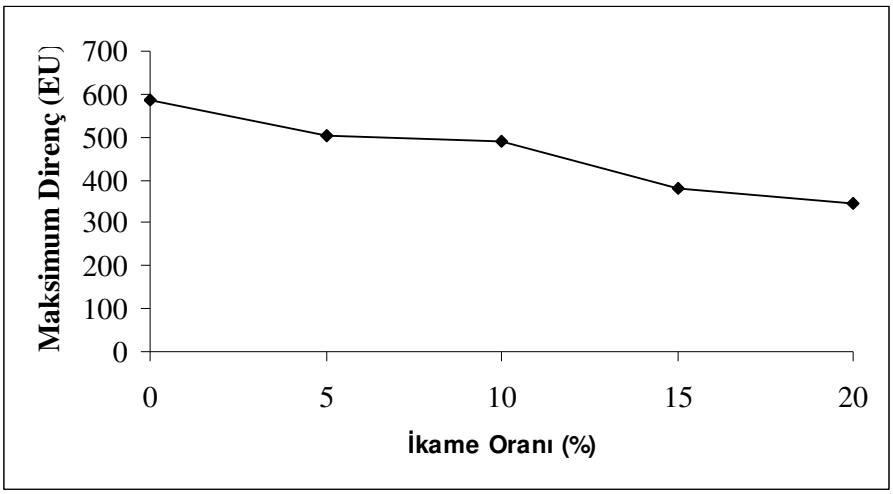
Şekil 3.3 Hamur mukavemetinin ikame oranına göre değişimi

Balık kıyması ikame edilen hamurların hepsinde uzayabilirlik, kontrol grubu hamurunun uzayabilirliğinden daha yüksektir. Kontrol hamurunun uzayabilirliği 119 mm iken, ikame oranına bağlı olarak % 15'e kadar artarak 210 mm'ye yükselmiş, % 20 ikame oranında ise 195 mm'ye düşmüştür (Tablo 3.6). Kontrol grubu hamurunun uzayabilirliği ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların uzayabilirliği arasındaki fark belirgin ve önemlidir ($p<0.05$). Ancak, % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların uzayabilirliği arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir ($p>0.05$).

Yapılan bir çalışmada ayçiçeği protein konsantresi ve teksturize edilmiş soya proteini karışımı buğday ununa % 0-25 oranında ikame edildiğinde de hamurun uzayabilirliğinin arttığı ifade edilmektedir (Gomez vd 1998). Bu durum buğday ununa ikame edilen farklı protein kaynaklarının hamurun uzama kabiliyetini arttırabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

Şekil 3.4'te de görüldüğü gibi balık eti ikame oranı arttıkça hamurların maksimum dirençleri, artan orana bağlı olarak düşmektedir. Maksimum direncin en yüksek değeri 587 EU ile konrtol grubunda, en düşük değer ise 345 EU ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Balık kıyması ilave

edilmemiş hamurun maksimum direnci ile % 5, % 10 ve % 15 balık kıyması ikame edilmiş hamurların maksimum dirençleri arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) iken, % 20 ikame oranına sahip örneklerden belirgin derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Ancak, ikame oranı değişmesine rağmen; % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların maksimum dirençleri arasında istatistiki açıdan önemli fark olmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 3.4 Hamur maksimum direncinin ikame oranına göre değişimi

En düşük hamur enerjisi kontrol grubunda 102 cm^2 olarak tespit edilirken, en yüksek hamur enerjisi % 15 oranında balık kıyması ikame edilen hamurlarda 166 cm^2 olarak bulunmuştur. Kontrol grubu hamurunun enerjisi ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların enerjileri arasındaki fark anlamsızdır ($p>0.05$). Ancak, balık kıyması ikame edilen hamurların hepsinin enerjisi kontrol grubu hamurunun enerjisinden yüksek bulunmuştur. % 5, % 10 ve % 15 balık kıyması ikame edilen hamurların enerjisi giderek yükselirken, % 20 balık kıyması ikame edilen hamurun enerji değeri düşüş göstermiştir (Tablo 3.6).

Balık eti ilave edilmemiş hamurun oran sayısı 4.67 EU/mm, balık eti ikame edilmiş hamurların oran sayısı ise 1.13-1.99 EU/mm arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.6). Balık eti ilave edilmemiş hamurun oran sayısı (hamur mukavemeti/uzayabilirlik) ile % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların oran sayıları arasındaki fark belirgindir ($p<0.05$). Ancak, % 5, % 10, % 15 ve % 20 ikame oranlarında hamurların oran sayıları arasındaki fark istatistiki açıdan anlamsızdır ($p>0.05$). Hamura balık eti

ikame edildikten sonra hamurun mukavemeti azalıp uzayabilirliği arttığı için oran sayısı azalmaktadır.

Un yerine balık eti ikame edilen hamurların uzayabilirlikleri kontrol grubuna göre artmasına rağmen; maksimum dirençlerinin düştüğü, enerjilerindeki değişimin önemsiz olduğu ve oran sayılarının azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Bu özelliklere sahip hamurların işlemeye elverişli olmadıkları ifade edilmektedir (Elgün vd 1998).

3.5 Ekmek Pişirme Denemeleri Sırasında Yapılan Ölçümler

Ekmek pişirme denemeleri sırasında, balık kıyması ikame edilen ve edilmeyen hamurların yoğurmadan sonraki, ilk fermentasyon bitimi ve son fermentasyon bitimi pH'ları ile son fermentasyon süreleri belirlenmiş ve bu değerler Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 Hamurların pH değerleri ve son fermentasyon süreleri

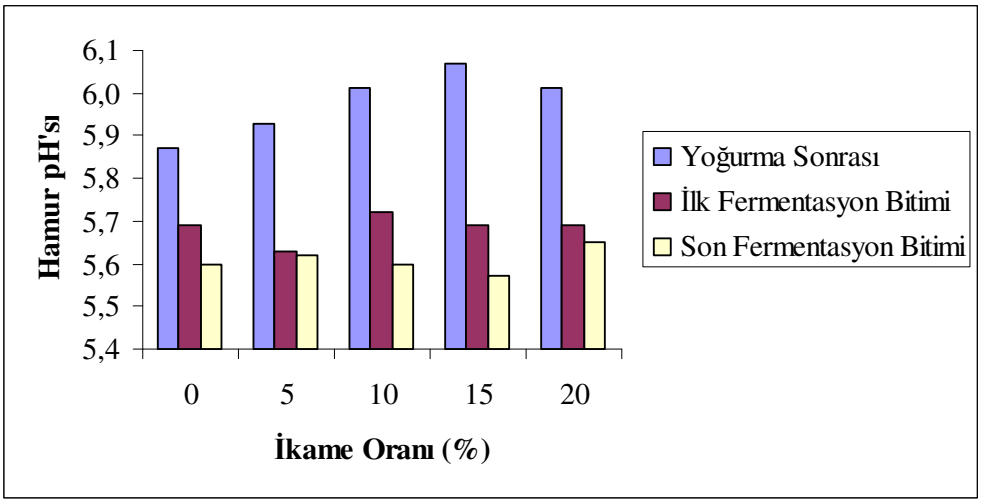
İkame Oranı	Yoğurmadan Sonraki Hamur pH' sı*	İlk Fermentas-yondan Sonraki Hamur pH' sı*	Son Fermentas-yondan Sonraki Hamur pH' sı*	Son Fermentasyon Süresi (dk)*
% 0 (Kontrol)	5.87 ± 0.035^{b}	5.69 ± 0.127^{a}	5.60 ± 0.141^{a}	41.5 ± 2.121^{ab}
% 5	5.93 ± 0.042^{b}	5.63 ± 0.156^{a}	5.62 ± 0.035^{a}	38.0 ± 0.000^{ab}
% 10	6.01 ± 0.021^{ab}	5.72 ± 0.099^{a}	5.60 ± 0.084^{a}	32.5 ± 3.536^{b}
% 15	6.07 ± 0.021^{a}	5.69 ± 0.085^{a}	5.57 ± 0.042^{a}	37.0 ± 4.243^{ab}
% 20	6.01 ± 0.050^{ab}	5.69 ± 0.326^{a}	5.65 ± 0.000^{a}	43.0 ± 0.000^{a}

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P<0.05$).
±: Standart sapma

Şekil 3.5'te de görüldüğü gibi yoğurmanın ardından tespit edilen hamur pH'sı, kontrol grubu hamurunda ve balık kıyması ikame edilen hamurlarda ilk fermentasyondan sonra azalmış ve son fermentasyonun bitiminde ilk fermentasyondaki değerlerin de altına inmiştir.

Yoğurmanın ardından ölçülen en yüksek hamur pH'sı (6.07) % 15 balık kıyması ikame edilen hamurlarda tespit edilirken, en düşük hamur pH'sı (5.87) kontrol grubu hamurunda bulunmuştur (Tablo 3.7). Kontrol grubu hamurunun yoğurmadan sonraki pH'sı ile balık eti ikame edilen hamurların yoğurmadan sonraki pH'ları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). Ancak, kontrol hamurunun yoğurmadan sonraki pH'sı ile % 5, %

10 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurun yoğurmadan sonraki pH'sı arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir (p>0.05).



Şekil 3.5 Hamur gruplarının fermentasyona bağlı pH değişimi

Kontrol grubu hamurunun ilk fermentasyondan sonraki pH'sı ile % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilmiş hamurların ilk fermentasyondan sonraki pH'ları aynı değerlere (5.69) sahip olmuştur (Tablo 3.7). İlk fermentasyondan sonra ölçülen en düşük hamur pH'sı % 5 oranında balık kıyması ikame edilen hamurlarda (5.63), en yüksek hamur pH'sı ise % 10 oranında balık kıyması ikame edilen hamurlarda (5.72) tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Tüm uygulama gruplarının ilk fermentasyon bitiminde belirlenen hamur pH'ları istatistiki olarak değerlendirildiğinde, hamur gruplarının birbirinden farklı olmadığı (p>0.05) sonucuna varılmıştır.

Son fermentasyon bitiminde ölçülen en yüksek hamur pH'sı 5.65 değeri ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen hamurda, en düşük hamur pH'sı ise 5.57 değeri ile % 15 oranında balık kıyması ikame edilen hamurda görülmüştür (Tablo 3.7). Balık eti ilave edilmemiş hamurun son fermentasyondan sonraki pH'sı ile farklı oranlarda balık eti ikame edilmiş hamurların son fermentasyondan sonraki pH'ları arasında istatistiksel anlamda önemliliğin olmadığı (p>0.05) ortaya çıkmıştır.

Yoğurmadan sonra ölçülen hamur pH'larının ilk fermentasyondan sonra azalmaya başlamasının nedeni; mayanın fermentasyon sırasında laktik asit üretmesi sonucu

hamurdaki asitliğin artmasıdır (Elgün ve Ertugay 1997). Fermentasyon süresi uzadıkça maya çalışmaya devam etmiş ve son fermentasyondan sonra belirlenen pH değerleri ilk fermentasyondaki değerlerinde altına inmiştir.

Kontrol hamurunun son fermentasyon süresi 41.5 dk iken, balık kıymasının her bir ikame oranında düzenli olmayan değişim göstermiştir (Tablo 3.7). En düşük son fermentasyon süresi 32.5 dk ile % 10 ikame oranında, en yüksek son fermentasyon süresi ise 43 dk ile % 20 ikame oranında tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Balık eti ilave edilmemiş hamurun son fermentasyon süresi ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş hamurların son fermentasyon süreleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). En belirgin fark ($p<0.05$) ise, % 10 ile % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen hamurlar arasında görülmüştür (Tablo 3.7).

3.6 Ekmeklerin Kalitesi

3.6.1 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri

Balık eti kullanılarak protein bakımından zenginleştirilen ekmeklerin ve kontrol ekmeklerinin kalitelerini belirlemede kullanılan hacim, spesifik hacim, hacim verimi, ekmek verimi ve hamur verimi parametreleri tespit edilmiş ve sonuçlar Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri

İkame Oranı	Hacim (cm^3)*	Spesifik Hacim (cm^3/g)*	Hacim Verimi (cm^3)*	Hamur Verimi (%)*	Ekmek Verimi (%)*
% 0 (Kontrol)	522 ± 16.26^{a}	3.66 ± 0.078^{a}	798.86 ± 24.91^{a}	159.2 ± 0.000^{a}	217.545 ± 2.23^{a}
% 5	489 ± 15.56^{a}	3.42 ± 0.078^{b}	674.66 ± 21.46^{b}	154.7 ± 0.000^{b}	196.498 ± 1.81^{b}
% 10	444 ± 12.73^{b}	3.06 ± 0.063^{c}	546.25 ± 15.66^{c}	149.2 ± 0.000^{c}	177.751 ± 1.20^{c}
% 15	409 ± 5.66^{bc}	2.85 ± 0.029^{cd}	458.93 ± 6.35^{d}	144.3 ± 0.000^{d}	159.531 ± 0.14^{d}
% 20	384 ± 8.49^{c}	2.68 ± 0.070^{d}	394.73 ± 8.73^{e}	139.2 ± 0.000^{e}	146.477 ± 0.70^{e}

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P<0.05$).
±: Standart sapma

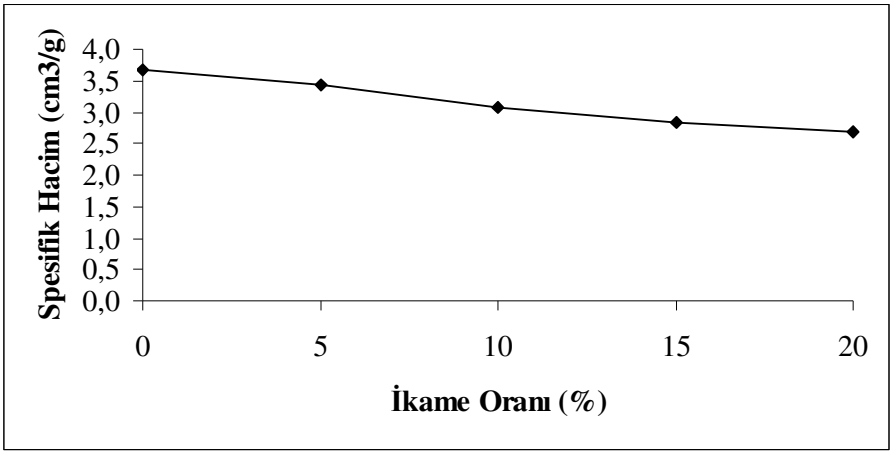
Kontrol ekmeğinin hacmi 522 cm^3 iken; % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin hacimleri ikame oranının artışıyla ters orantılı olarak azalmıştır (Tablo 3.8). Ancak, kontrol ekmeğinin hacmi ile % 5 balık eti ikame edilmiş ekmeğin hacmi arasında istatistiki açıdan bir fark ($p>0.05$) olmamasına karşın, diğer

uygulamalarda belirgin derecede ($p<0.05$) azalma gözlenmiştir. Yine % 10 ile % 15 ve % 15 ile % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin hacimleri arasındaki fark da önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.8).

Un yerine balık kıyması ikamesinin ekmek hacmini azaltmasının nedeni; su absorpsiyonunun azalması, hamurdaki protein miktarının artmasına rağmen gluten oranının azalması veya gluten yapısının ilave protein tarafından dilusyonu (Doxastakis vd 2002) veyahutta enerjide meydana gelen artışın önemsiz olması sebebiyle gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyon toleransının düşük olması olabilir. Balık eti ikamesinde olduğu gibi, bazı FPC çeşitlerinin ekmeğe ilavesi de ekmek hacmini azalttığı ifade edilmektedir (Sidwell ve Hammerle 1970). Oysa una balık eti yerine gluten proteinini içeren başka bir protein kaynağı ilave edilirse ekmek hacminin artacağı bildirilmektedir (Doxastakis vd 2002).

Balık eti ikame oranının artmasıyla birlikte azalan ekmek hacmine bağlı olarak, ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin de azaldığı görülmüştür (Şekil 3.6). En yüksek spesifik hacim değeri (3.66 cm^3/g) kontrol grubu hamurunda tespit edilirken, en düşük spesifik hacim değeri (2.68 cm^3/g) % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde bulunmuştur (Tablo 3.8). Kontrol grubu ekmeğinin spesifik hacmi ile balık kıyması ikame edilen ekmeklerin spesifik hacimleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Ancak, kontrol grubu hariç tutularak balık kıyması ikame edilen örnekler kendi aralarında değerlendirildiklerinde, % 10 ile % 15 ve % 15 ile % 20 ikame oranlarının spesifik hacim bakımından birbirleriyle benzer ($p>0.05$) oldukları tespit edilmiştir (Tablo 3.8).

Spesifik hacim değeri ekmeklerin kalitesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Elgün vd (1998) 3.20-3.80 cm^3/g aralığında spesifik hacme sahip ekmeklerin 8 puan ile değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Buna göre; balık eti ilave edilmemiş ekmeğin spesifik hacmi (3.66 cm^3/g) ile % 5 balık eti ikame edilmiş ekmeğin spesifik hacmi (3.42 cm^3/g) bu puan sınırı içinde olduğundan, bu ekmeklerin balık kıyması ikame edilen diğer uygulama gruplarından daha fazla kabul görebileceği söylenebilir.



Şekil 3.6 Spesifik hacmin ikame oranına göre değişimi

Balık kıyması ikame oranının artmasıyla birlikte azalan ekmek hacmine bağlı olarak ekmeklerin hacim verimleri de giderek azalmıştır. Kontrol ekmeğinin hacim verimi diğer tüm uygulamalardaki değerlerden belirgin derecede ($p<0.05$) yüksek (798.86 cm^3) bulunmuştur (Tablo 3.8).

Kontrol grubu ekmeğinin hamur verimi % 159.2 iken, balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerin hamur verimleri de giderek azalmış ve % 20 ikame oranında % 139.2' ye düşmüştür (Tbalo 3.8). Dolayısıyla kontrol grubu ekmeğinin hamur verimi ile balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin hamur verimleri arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu ortaya çıkmıştır.

Balık eti ikame oranı arttıkça hamur verimi giderek azaldığı için ekmeklerin verimleri de azalmıştır. Balık eti ilave edilmemiş ekmeğin verimi % 217.545 iken, % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin verimleri % 196.498-146.477 arasında değişmiştir (Tablo 3.8). Kontrol ekmeğinin verimi ile farklı oranlarda balık eti ikame edilmiş ekmeklerin verimleri arasında istatistiki açıdan belirgin derecede farklılık olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

3.6.2 Ekmeklerin renk yoğunlukları

Hunter Labscan Colorimeter cihazıyla belirlenen kontrol ekmeklerinin ve balık kıyması ikamesiyle zenginleştirilen ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerleri Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 Ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerleri

		İkame Oranı				
		% 0 (Kontrol)	**% 5**	**% 10**	**% 15**	**% 20**
Ekmek Kabuğu Renk Yoğunluğu	**L***	45.23 ± 0.622[a]	46.81 ± 3.946[a]	46.91 ± 0.177[a]	44.90 ± 5.763[a]	45.95 ± 0.057[a]
	a*	11.69 ± 0.488[a]	11.05 ± 0.467[a]	11.41 ± 0.198[a]	10.91 ± 2.524[a]	10.96 ± 0.311[a]
	b*	17.55 ± 0.757[a]	17.87 ± 1.909[a]	18.93 ± 0.537[a]	17.49 ± 1.068[a]	18.92 ± 0.276[a]
Ekmek İçi Renk Yoğunluğu	**L***	65.12 ± 2.319[a]	63.14 ± 0.707[ab]	62.28 ± 0.064[ab]	59.71 ± 1.761[b]	59.52 ± 0.629[b]
	a*	0.59 ± 0.078[b]	0.60 ± 0.063[b]	0.65 ± 0.064[ab]	0.79 ± 0.035[ab]	0.86 ± 0.078[a]
	b*	13.68 ± 0.297[b]	14.23 ± 0.042[ab]	14.26 ± 0.325[ab]	14.70 ± 0.071[a]	14.59 ± 0.148[a]

*: Aynı satırda farklı harfi olan ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

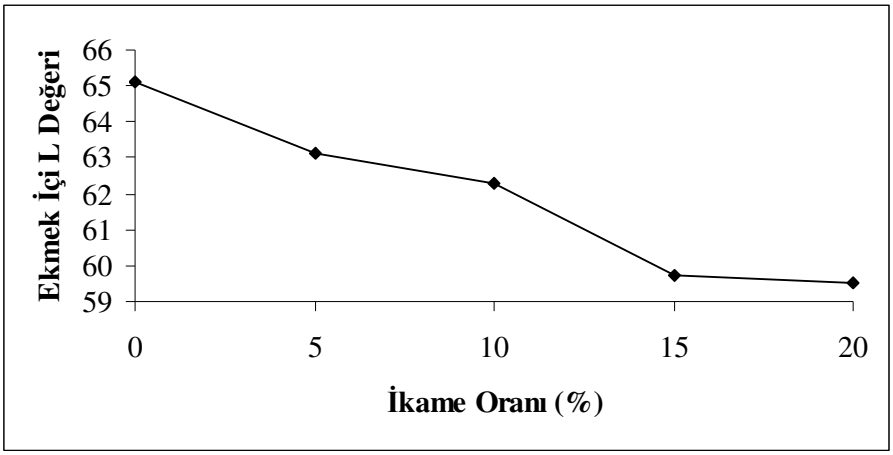
Çalışmada üretilen ekmeklerin kabuk renk yoğunluklarındaki değişim incelendiğinde, kontrol grubu ekmeğinin kabuk L değeri 45.23 iken, % 5, % 10 ve % 20 balık kıyması ikame edilen ekmeklerin L değerlerinde çok az da olsa artış gözlenmiş, % 15 ikame oranına sahip ekmeğin kabuk L değerinde ise çok az bir azalma olduğu görülmüştür (Tablo 3.9). En yüksek kabuk L değeri 46.71 ile % 10 ikame oranında, en düşük kabuk L değeri ise 44.90 ile % 15 ikame oranında tespit edilmiştir. Tüm örnek grupları dikkate alındığında ekmek kabuğu L değerlerinin istatistiki olarak birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur.

Kontrol grubu ekmeğinin kabuk a değeri ile balık eti ikame edilen ekmeklerin kabuk a değerleri arasında belirgin bir fark gözlenemediği ($p>0.05$) için, balık eti ikamesinin ekmek kabuğu a değerinde önemli bir değişime neden olmadığı söylenebilir.

% 10 oranında balık kıyması ikame edilen ekmek en yüksek kabuk b değerine (18.93) sahip iken, kontrol grubu ekmeği en düşük kabuk b değerine (17.55) sahiptir (Tablo 3.9). Kontrol ekmeğinin kabuk b değeri ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin kabuk b değerleri arasındaki fark anlamsızdır ($p>0.05$).

Ekmek kabuğu renk yoğunluğu parametrelerine göre ekmek kabuklarının nisbeten mat ve sarımsı kırmızı renkte olduğu söylenebilir. Ekmeklerin kabuk renk yoğunluğu değerlerinin tümü arasında belirgin bir fark olmadığı için, sadece bu değerler dikkate alındığında kabul edilebilirliklerinin aynı olabileceği söylenebilir.

Ekmek içi renk yoğunlukları değerlendirildiğinde ise, balık kıyması ikame oranının artmasıyla birlikte ekmek içi L değerinin azaldığı görülmüştür (Şekil 3.7). Ekmek içi L değerindeki azalmaya bağlı olarak da balık kıyması ikame edilen ekmeklerin iç rengi, kontrol ekmeğine göre daha koyu olmuştur.



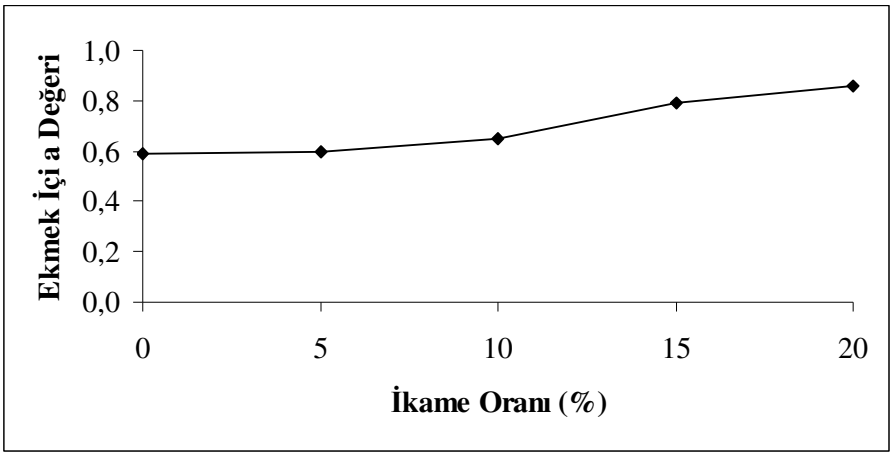
Şekil 3.7 Ekmek içi L değerinin değişimi

Kontrol grubu ekmeğinde 65.12 olan ekmek içi L değeri, % 20 balık kıyması ikame edilen ekmeklerde 59.52'ye düşmüştür (Tablo 3.9). Bu parametre ile ilgili olarak yapılan istatistiki değerlendirmede, kontrol grubu ekmeği ile % 5 ve % 10 balık kıyması ikame edilen örneklerin benzer olduğu ($p>0.05$), ancak kontrol grubu ekmeğinin % 15 ve % 20 ikame oranlarına sahip ekmeklerden daha parlak (açık renkli) olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Diğer taraftan kontrol grubu hariç tutulduğunda ikame oranlarının değişimi ekmek içi L değerini belirgin olarak değiştirmemiş ve bu değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Yapılan bazı çalışmalarda balık eti ikamesinde olduğu gibi, değişik protein kaynaklarıyla (FPC, ayçiçeği protein konsantresi+soya proteini, bakla proteini)

katkılanan ekmeklerde de koyu bir renk elde edildiği ifade edilmektedir (Sidwell ve Hammerle 1970, Gomez vd 1998, Reinhard vd 1998).

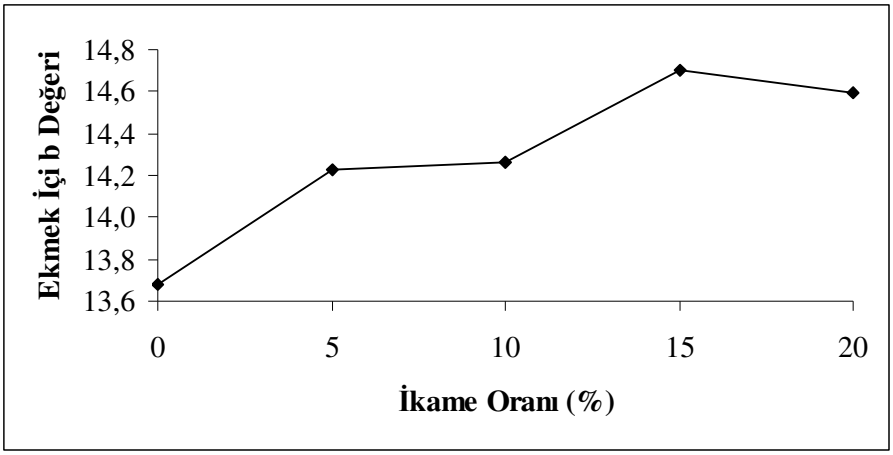
En düşük ekmek içi a değeri 0.59 ile kontrol grubu ekmeğinde, en yüksek ekmek içi a değeri ise 0.86 ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde gözlenmiştir (Tablo 3.9). Şekil 3.8'de görüldüğü gibi balık eti ikame oranı arttıkça ekmek içi a değeri giderek artmıştır. Ekmek içi a değerinin artması ekmek içinin grimsi renkte olmasına neden olmuştur. Kontrol grubu ekmeğinin iç a değeri % 5, % 10 ve % 15 balık eti ikame edilen ekmeklerin iç a değerleri ile benzer olmasına ($p>0.05$) karşın, % 20 balık eti ikame edilen ekmeklerin iç a değerinden belirgin derecede ($p<0.05$) düşüktür. Balık eti ikame edilen ekmekler kendi aralarında değerlendirildiğinde de, % 20 ikame oranına sahip ekmeklerin iç a değerinin diğer ikame oranına sahip ekmeklerden daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$).



Şekil 3.8 Ekmek içi a değerinin değişimi

Kontrol ekmeğinde tespit edilen ekmek içi b değeri, balık eti ikamesinin % 20 oranına kadar artmış, % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerde ise tekrar düşmüştür (Şekil 3.9). Buna bağlı olarak balık kıyması ikamesinin ekmek içinin doğal beyaz krem rengini koyulaştırdığı (sarıya doğru) söylenebilir. Balık eti ikame edilen ekmeklerin iç b değerleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılık ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubu ekmeğinin iç b değeri % 5 ve % 10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin iç b değeriyle benzer ($p>0.05$) iken, % 15 ve % 20 ikame oranına sahip ekmeklerin iç b değerlerinden daha düşük ve farklıdır ($p<0.05$).

Ekmek içi renk yoğunlukları incelendiğinde, kontrol grubu ekmeğinde beyaz krem olan ekmek içi rengi balık kıyması ikamesiyle birlikte koyulaştığı ve grimsi sarı renkte olduğu görülmüştür.



Şekil 3.9 Ekmek içi b değerinin değişimi

3.6.3 Ekmeklerin enstrümantel sertlikleri

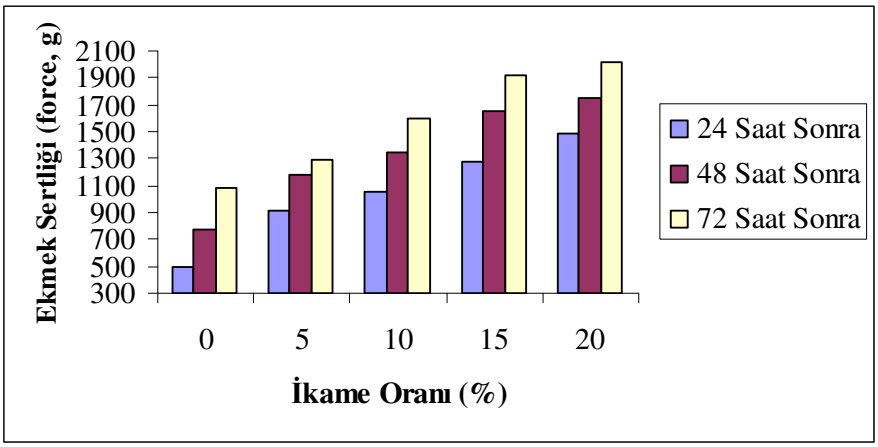
Ekmek içi sertliğinin enstrümantel olarak ölçümü pişmeden 24 saat sonra, 48 saat sonra ve 72 saat sonra yapılmıştır. Texture Analyzer cihazı ile ölçülen ekmek içi sertlik değerleri Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10 Ekmek içinin enstrümantel sertlik değerleri (force, g)

İkame Oranı	24 Saat Sonra*	48 Saat Sonra*	72 Saat Sonra*
% 0 (Kontrol)	501.2 ± 56.6^{c}	778.0 ± 81.5^{c}	1084.0 ± 43.8^{c}
% 5	920.7 ± 97.6^{b}	1177.7 ± 82.5^{b}	1297.5 ± 141.8^{c}
% 10	1052.8 ± 2.6^{b}	1344.3 ± 1.1^{b}	1603.2 ± 13.2^{b}
% 15	1282.9 ± 110.7^{ab}	1649.7 ± 52.6^{a}	1913.5 ± 55.7^{a}
% 20	1479.5 ± 104.5^{a}	1750.9 ± 33.9^{a}	2010.4 ± 48.3^{a}

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

Şekil 3.10'da görüldüğü gibi ikame oranı arttıkça ve geçen süre uzadıkça ekmeklerin sertlik değerleri de giderek artmıştır. Un yerine balık eti ikame edilmesi ekmek hacmini azalttığı için; balık eti ikame edilen ekmeklerde daha sert bir yapı oluşmuştur.



Şekil 3.10 Ekmek içi enstrümantel sertliğinin değişimi

Yapılan bir çalışmada, ekmeğe gluten ilave edildiğinde, ekmeğin 24, 48 ve 72 saat sonundaki sertliğinin azaldığı ifade edilmektedir. Diğer taraftan, ilave glutenin zamanla sertlikte yavaşlayan bir artışa neden olarak, ekmeğin dayanıklılık özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (Callejo vd 1999, Gallegher vd 2003).

Ekmek setliğinin artmasının ve bu şekilde ekmeğin bayatlamasının nedeni nişasta retrogradasyonudur. Retrogradasyon; ortamda iki veya daha fazla amiloz molekülü birbirine yaklaştığı zaman, amiloz moleküllerinde bulunan serbest hidroksil grupları arasında oluşturulan hidrojen bağı veya fiziksel çekim kuvvetleri sonucu, fermuar gibi birbirleriyle birleşerek kristal bir yapı meydana getirmeleri sonucu oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay 1997).

24 saat sonraki enstrümantel sertlik değerlerine göre, en yumuşak ekmek içi 501.2 force, g ile balık eti ilave edilmemiş ekmekte, en sert ekmek içi ise 1479.5 force, g ile % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerde tespit edilmiştir (Tablo 3.10). Balık eti ikame oranının artmasıyla birlikte 24 saat sonunda ölçülen ekmek içi sertlik değerleri de yükselmiştir. Kontrol grubu ile balık eti ikame edilen ekmeklerin enstrümantel sertlikleri arasındaki fark anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Ancak, % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin sertlik değerleri arasındaki fark önemsizdir ($p>0.05$). Yine % 5, % 10 ve % 15 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin 24 saat sonraki sertliklerinin de birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır.

Balık kıyması ikame oranı arttıkça, 24 saat sonundaki sertlik değerlerinde olduğu gibi, ekmeklerin 48 saat sonraki sertlikleri de artış göstermiştir. 48 saat sonra belirlenen ekmek içi sertlik değerlerine göre en düşük ekmek sertliği, yine kontrol grubunda olmuştur. En yüksek ekmek sertliğinin de yine % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde olduğu görülmüştür (Tablo 3.10). Ancak % 15 ve % 20 balık kıyması ikame oranlarında, ekmeklerin 48 saat sonraki enstrümantel sertlik değerlerinde belirgin bir değişim bulunamamıştır ($p>0.05$). Balık eti ilave edilmemiş ekmeğin 48 saat sonraki sertlik değerleri ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin 48 saat sonraki sertlik değerleri arasında önemli ($p<0.05$) fark gözlenirken; % 5 ve % 10 ikame oranlarında ekmeklerin sertlikleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ($p>0.05$).

Ekmeklerin 72 saat sonraki sertlikleri ölçüldüğünde de önceki ölçüm sonuçlarıyla benzer olarak, en sert ekmeğin 2010.4 force, g ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmek olduğu ve en yumuşak ekmeğin de 1084.0 force, g ile kontrol grubu olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.10). Balık kıyması ikame oranının artmasıyla birlikte 72 saat sonraki ekmek sertlikleri de yükselmiştir. Kontrol grubu ekmeğinin 72 saat sonraki enstrümantel sertliği ve % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeğin 72 saat sonraki sertlik değerleri arasında belirgin bir değişim olmamasına ($p>0.05$) karşın, diğer ikame oranlarından önemli derecede farklıdır ($p<0.05$). Ancak % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin 72 saat sonraki sertlikleri arasında diğer ölçüm periyotlarında olduğu gibi istatistiki olarak önemli bir fark gözlenememiştir ($p>0.05$).

% 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin enstrümantel sertlik değerleri üç ölçümde de, diğer ikame oranlarındaki (% 5 ve % 10) ekmeklerin sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu için, bu ekmeklerin daha az kabul görebileceği söylenebilir. Kontrol grubu ekmekleri ise bütün ölçümlerde en düşük sertlik değerlerine sahip olduğundan ekmek içi sertliği bakımından değerlendirilen kabul edilebilirlikleri daha yüksek olabilir.

3.6.4 Ekmeklerin kimyasal kalite parametreleri

Pişirme denemelerinin sonucunda balık kıyması ikame edilerek hazırlanan zenginleştirilmiş ekmeklerin ve kontrol ekmeklerinin kimyasal kompozisyonu ve pH değerleri Tablo 3.11'de verilmiştir. Protein, kül ve yağ içerikleri kurumaddede % olarak hesaplanmıştır.

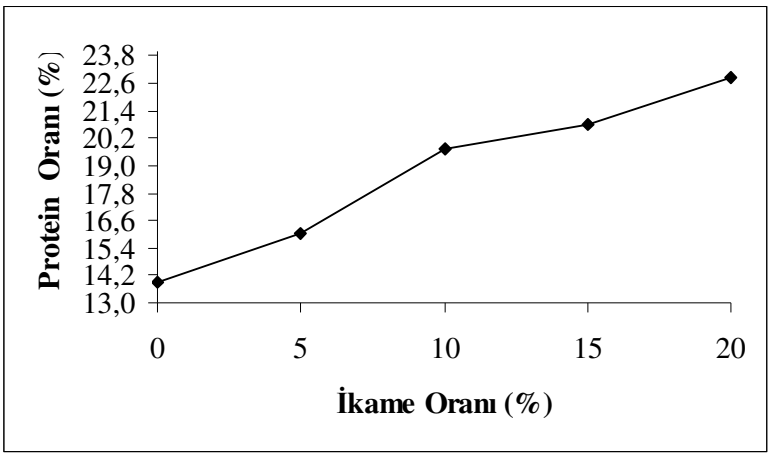
Tablo 3.11 Ekmeklerin kimyasal kompozisyonu (Protein çevirme faktörü kontrol grubunda Nx5.70, diğerlerinde Nx6.25 olarak kullanılmıştır.)

İkame Oranı	Kurumadde (%)*	Protein (KM' de, %)*	Kül (KM' de, %)*	Yağ (KM' de, %)*	pH*
% 0 (Kontrol)	61.76 ± 0.516^{a}	13.89 ± 0.523^{d}	1.76 ± 0.156^{b}	1.73 ± 0.353^{a}	6.33 ± 0.028^{a}
% 5	61.49 ± 0.530^{ab}	16.06 ± 0.205^{c}	1.90 ± 0.106^{ab}	2.08 ± 0.120^{a}	6.34 ± 0.014^{a}
% 10	60.32 ± 0.057^{b}	19.71 ± 0.078^{b}	1.96 ± 0.156^{ab}	2.20 ± 0.106^{a}	6.34 ± 0.014^{a}
% 15	60.16 ± 0.247^{b}	20.81 ± 0.141^{b}	1.90 ± 0.106^{ab}	2.28 ± 0.092^{a}	6.34 ± 0.035^{a}
% 20	60.16 ± 0.481^{b}	22.85 ± 0.587^{a}	2.24 ± 0.056^{a}	2.37 ± 0.113^{a}	6.38 ± 0.014^{a}

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

Kontrol grubu ekmeklerde % 61.76 olarak belirlenen kurumadde oranı, balık kıyması ikame oranı arttıkça giderek azalmış ve % 15 ve % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde % 60.16 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.11). Kontrol grubu ekmeğinin kurumaddesi ile %5 ikame oranı dışındaki balık kıyması ikame edilen tüm uygulama örneklerinin kurumaddeleri arasındaki fark istatistiki açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur. Ancak balık kıyması ikame edilen ekmekler kendi aralarında değerlendirildiklerinde, kurumaddelerindeki değişimin önemsiz ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

Şekil 3.11'de de görüldüğü gibi, un yerine ikame edilen balık kıymasının oranı arttıkça ekmeklerin protein oranları da artmıştır. Kontrol grubu ekmeğinin kurumaddesinde % 13.89 olan protein oranı, % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeğin kurumaddesinde % 22.85 ile en yüksek değerine ulaşmıştır (Tablo 3.11). Protein oranları dikkate alınarak yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre; % 10 ve % 15 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin benzer ($p>0.05$) olduğu ancak, diğer uygulama grupları arasında anlamlı farklılıkların ($p<0.05$) ortaya çıktığı görülmüştür (Tablo 3.11).



Şekil 3.11 Ekmeklerin protein oranının ikame oranına göre değişimi

Farklı FPC türlerinin ilave edildiği ekmek çeşitlerinde (Hegsted 1968, Sidwell 1970, Sidwell ve Hammerle 1970, Stillings vd 1971, Nikkila vd 1976, Arafah 1980, Taha vd 1982, Shetata 1992) olduğu gibi, balık kıyması ikame edilen ekmeklerin protein oranlarının da kontrol ekmeğinin protein oranından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kadife balığı eti ikame edilen ekmeklerin protein oranları balık eti ilave edilmeyen ekmeğin protein oranından daha fazla olduğu için, besleyicilik değerleri gözönüne alınırsa bu ekmeklerin kabul edilebilirlikleri daha yüksek olabilir.

En düşük kül içeriği kurumaddede % 1.76 ile kontrol grubu ekmeklerinde tespit edilirken, en yüksek kül içeriği kurumaddede % 2.24 ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde bulunmuştur (Tablo 3.11). Kontrol grubu ekmeği ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin kurumaddedeki kül içerikleri arasında önemli derecede ($p<0.05$) farklılık olduğu görülürken, diğer ikame oranlarına sahip ekmeklerin kül içerikleriyle benzer ($p>0.05$) olduğu ortaya çıkmıştır. Yine balık kıyması ikame edilen uygulamalar kendi içinde değerlendirildiklerinde, ikame oranları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ($p>0.05$).

Kontrol grubu ekmekte belirlenen yağ miktarı, balık kıyması ikame oranının artmasıyla yükselmiştir (Tablo 3.11). Ancak, tüm uygulama grupları kurumaddedeki yağ içeriklerine göre istatiksel değerelendirmeye tabi tutulduğunda gruplar arasında belirgin farklılık olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Kontrol ekmeğinin pH'sı 6.33 iken, % 5, % 10 ve % 15 ikame oranlarına sahip ekmeklerde 6.34 olmuş, % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde ise 6.38'e yükselmiştir (Tablo 3.11). Yine de, balık eti ilave edilmemiş ekmeğin pH'sı ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin pH'ları arasındaki farkın anlamsız ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

3.6.5 Ekmeklerin amino asit içerikleri

Ekmeklerin besleyicilik değerini belirlemek amacıyla ölçülen amino asit oranları Tablo 3.12'de sunulmuştur.

Tablo 3.12 Ekmeklerin amino asit miktarları (mg/100 g)

Amino Asit	İkame Oranı				
	% 0 (Kontrol)	% 5	% 10	% 15	% 20
Lösin$_e$ *	-	-	-	-	-
Lisin$_e$ *	373.01 ± 1.48^e	397.63 ± 2.14^d	417.70 ± 0.85^c	443.23 ± 1.58^b	527.14 ± 1.48^a
İzolösin$_e$ *	1728.24 ± 1.26^e	1827.65 ± 0.93^d	1923.41 ± 2.28^c	2010.96 ± 1.07^b	2396.74 ± 2.06^a
Valin$_e$ *	187.87 ± 0.48^d	185.14 ± 2.80^{cd}	180.58 ± 1.54^c	193.34 ± 0.91^b	214.32 ± 0.69^a
Metiyonin$_e$ *	1524.86 ± 0.66^a	1503.89 ± 1.65^b	1357.06 ± 0.95^c	1104.43 ± 1.03^d	1068.86 ± 0.24^e
Fenilalanin$_e$ *	93.94 ± 1.471^e	142.27 ± 0.467^d	154.13 ± 0.028^c	166.90 ± 0.042^b	237.12 ± 1.047^a
Treonin$_e$ *	67.49 ± 1.43^e	89.38 ± 2.87^d	138.62 ± 0.81^c	162.34 ± 0.85^b	178.75 ± 2.22^a
Triptofan$_e$ *	101.23 ± 2.88^c	99.41 ± 2.19^c	144.10 ± 1.15^b	152.30 ± 1.37^b	309.17 ± 1.33^a
Histidin$_e$ *	57.46 ± 1.146^a	53.81 ± 0.990^b	49.25 ± 0.820^c	20.06 ± 0.424^d	15.50 ± 0.651^e
Arginin$_e$ *	189.70 ± 2.18^e	204.29 ± 0.95^d	219.79 ± 1.16^c	258.10 ± 0.59^b	274.51 ± 1.17^a
Tirosin *	83.90 ± 2.31^e	116.74 ± 0.68^d	130.42 ± 1.78^c	150.48 ± 0.20^b	195.17 ± 0.64^a
Sistin *	207.94 ± 1.20^e	220.70 ± 1.44^d	233.47 ± 1.48^c	249.89 ± 0.91^b	269.95 ± 2.43^a
Aspartik asit *	1836.50 ± 1.43^e	2074.8 ± 2.6^d	2228.02 ± 2.64^c	2290.94 ± 0.01^b	2484.29 ± 0.14^a
Glutamik asit *	1646.16 ± 1.92^d	1751.95 ± 1.68^c	1820.35 ± 0.69^b	1824.91 ± 0.83^b	1930.70 ± 0.57^a
Aspargin *	98.50 ± 0.47^e	165.98 ± 1.91^d	195.17 ± 0.06^b	248.98 ± 1.48^a	183.31 ± 0.96^c
Serin *	106.70 ± 1.09^e	117.65 ± 0.83^d	130.42 ± 2.87^c	144.10 ± 1.58^b	190.61 ± 2.15^a
Glisin *	370.27 ± 1.88^e	428.64 ± 0.34^d	439.58 ± 0.04^c	452.35 ± 1.39^b	462.38 ± 0.85^a
Alanin *	-	-	-	-	-
Hidroksiprolin*	223.44 ± 1.216^e	263.57 ± 0.255^d	274.51 ± 0.057^c	343.82 ± 0.083^b	414.96 ± 1.174^a
Prolin *	3095.33 ± 2.80^e	3162.82 ± 2.87^d	3269.52 ± 1.80^c	3319.68 ± 2.15^b	3467.42 ± 1.30^a

e: Esansiyel amino asit
*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P<0.05$).
±: Standart sapma
(-): Belirlenebilen sınır değerin altındadır.

Balık etinde 217 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) lösin bulunmasına rağmen; kontrol ekmeğinde ve balık kıyması ikame edilmiş tüm ekmeklerde lösin esansiyel amino asitine rastlanmamıştır (Tablo 3.12). Bunun nedeni; balık etinde bulunan lösin amino asitinin yüksek pişirme sıcaklığında (200°C) denaturasyona uğrayarak kimyasal yapısının bozulması veya başka bileşiklerle kimyasal reaksiyona girerek farklı bir forma dönüşmesi veyahutta fermentasyon sırasında maya tarafından katabolize edilerek aromatik bileşiklerin oluşturulmasında kullanılması olabilir.

Balık etinde 1510 mg/100 g düzeyinde tespit edilen lisin amino asiti (Bkz. Tablo 3.3), kontrol ekmeğinde 373.01 mg/100 g miktarında bulunmuştur (Tablo 3.12). Balık eti ikame oranı arttıkça ekmeklerin lisin miktarları artış göstermiştir. İstatiksel değerlendirme sonuçlarına göre, üretilen tüm ekmeklerin içerdikleri lisin amino asitleri arasında önemli derecede farklılık ($p<0.05$) ortaya çıkmıştır.

Lisin ekmekte sınırlı düzeyde bulunması ve vücut için esansiyel olması nedeniyle dikkate alınması gereken en önemli amino asittir (Elgün ve Ertugay 1997). Lisin eksikliğinin ortadan kaldırılması amacıyla yapılan değişik çalışmalarda farklı protein kaynakları (nohut unu+soya unu, bezelye, FPC) ve direkt lisin amino asiti ekmeğe ilave edilerek ekmeklerin istenilen lisin seviyesine ulaştığı belirtilmiştir (Hegsted 1968, Stillings vd 1971, Hallab vd 1974, Gayle vd 1986, Costa 1990). Buna göre; un yerine balık kıyması ikamesinin de ekmekteki lisin eksikliğini giderebileceği söylenenbilir.

Balık etindeki izolösin esansiyel amino asitinin miktarı 3362 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) olarak saptanmıştır. Kontrol ekmeğinin izolösin miktarı ise 1728.24 mg/100 g düzeyinde bulunmuştur. Un yerine ikame edilen balık kıymasının oranı arttıkça ekmeklerin izolösin miktarı da giderek artmıştır (Tablo 3.12). Kontrol ekmeğinin izolösin miktarı ile farklı oranlarda balık eti ikame edilmiş ekmeklerin izolösin miktarları arasındaki farkın belirgin ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Kontrol ekmeğinde 187.87 mg/100 g olan valin miktarı balık kıymasında 379 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) seviyesinde tespit edilmiştir. Balık kıymasında daha yüksek oranda bulunduğu için, balık kıyması ikame edilen bütün ekmeklerde yükselmesi beklenen valin miktarı, % 5 ve % 10 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde düşüş göstermiş ve kontrol ekmeğinin altındaki değerlerde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.12). Diğer bir ifade ile, balık kıymasının % 5 ve % 10 oranlarında ikame edilmesi, valin esansiyel amino asitinin artması için yeterli olmamıştır. Ancak, % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerdeki valin miktarı artış göstermiştir (Tablo 3.12). Yani, ekmekteki diğer amino asitlerde görülen artışın valin amino asitinde de olması ve ekmeğin bu esansiyel amino asitce de zengin hale gelmesi için balık kıyması ikamesinin % 15 ile % 20 oranlarında olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kontrol ekmeğinin valin miktarı ile % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin valin miktarı ve % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin valin miktarları arasında önemli bir farklılık yokken ($p>0.05$), diğer uygulama grupları arasındaki fark anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.12).

Balık kıymasındaki metiyonin miktarının 2951 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) ve kontrol ekmeğindeki metiyonin miktarının 1524.86 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Balık kıymasındaki metiyonin miktarı kontrol ekmeğindeki metiyonin miktarından yüksek olduğu için, balık kıyması ikamesinde de ekmeklerin metiyonin miktarlarının artması beklenmiştir. Ancak, ekmeğe ikame edilen balık kıyması oranı arttıkça metiyonin esansiyel amino asitinin miktarı ters orantılı bir değişim göstermiş ve giderek azalmıştır (Tablo 3.12). Kontrol ekmeğinin metiyonin miktarı ile farklı oranlarda balık eti ikame edilmiş ekmeklerin metiyonin miktarları arasında istatistiki açıdan belirgin derecede ($p<0.05$) farklılık ortaya çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada ekmeğe ilave edilen bakla proteininin de metiyonin miktarını azalttığı ifade edilmiştir (Abdel 2001). Balık etindeki metiyonin miktarının yüksek olmasına rağmen, balık eti ikame edilen ekmeklerin metiyonin miktarının artmamasının nedeni; ekmekteki bazı bileşiklerle reaksiyona girmesi veya maya tarafından katabolize edilerek başka bir forma dönüşmesi olabilir. Aynı kimyasal yapıya sahip olmaları dolayısıyla sistin amino asitinin metiyonin gereksiniminin % 30'unu karşılayabileceği belirtilmiştir (Baysal 1997). Balık eti ikame oranı arttıkça sistin miktarı arttığı için metiyonin eksikliğinin % 30'luk kısmının bu sayede giderilebileceğini söylemek mümkündür.

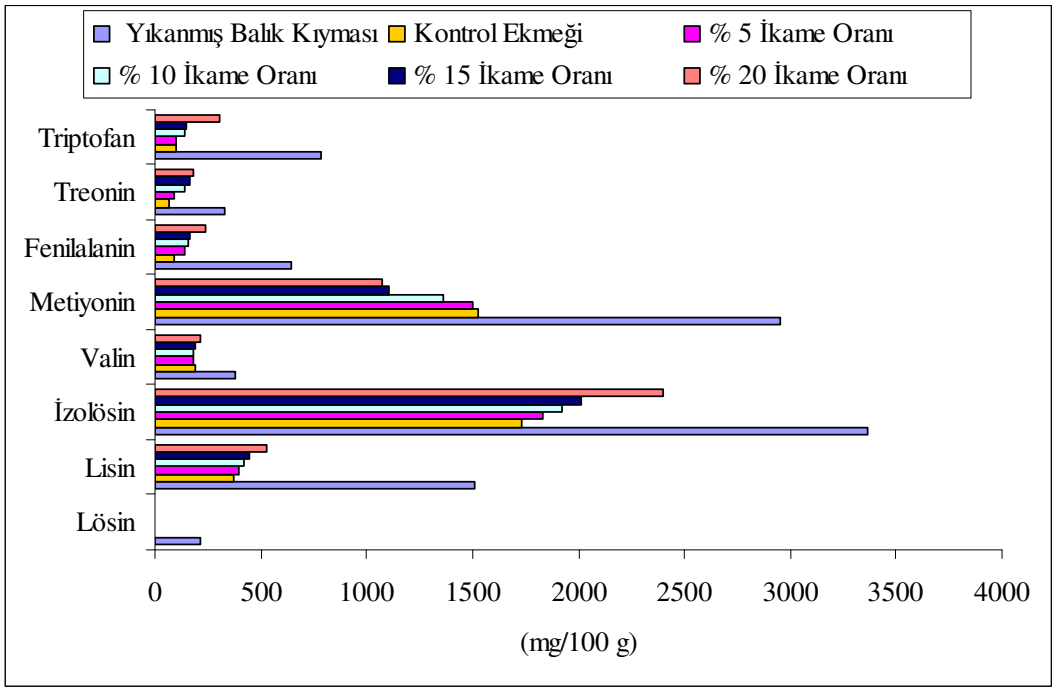
Kontrol grubu ekmeklerinde 93.94 mg/100 g olarak belirlenen fenilalanin miktarının (Tablo 3.12) bebek, çocuk ve yetişkinlerin metabolizmalarını sürdürebilmeleri için gerek duydukları miktarın oldukça altında olduğu gözlenmiştir (Bkz. Tablo 3.4). Fenilalanin esansiyel amino asitinin miktarı, balık kıymasında 645 mg/100 g seviyesinde olduğundan (Bkz. Tablo 3.3), un yerine ikame edilen balık kıymasının oranı attıkça ekmeklerin fenilalanin miktarlarının da beklenen şekilde arttığı tespit edilmiştir. % 5-% 20 arasında değişen balık kıyması ikamesinde ekmeklerin fenilalaninin miktarları 142.27-237.12 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.12). Kontrol

ekmeğinin fenilalanin miktarı ile balık kıyması ikame edilmiş tüm ekmeklerin fenilalanin miktarlarının belirgin olarak arttığı ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Balık etindeki treonin esansiyel amino asitinin miktarı 326 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) ve balık eti ilave edilmemiş ekmeğin treonin miktarı ise 67.49 mg/100 g olarak bulunmuştur (Tablo 3.12). Balık eti ikame oranı arttıkça, ekmeklerin treonin miktarları da giderek artmıştır (Tablo 3.12). Kontrol grubu ekmeğindeki treonin miktarının insanların günlük gereksinim duydukları miktarın çok altında (Bkz. Tablo3.4) kaldığı ancak, un yerine belli oranlarda ikame edilen balık kıymasının ekmekteki treonin seviyesini daha iyi hale getirdiği görülmüştür. Uygulama gruplarındaki ekmeklerin içerdikleri treonin miktarları istatiksel açıdan değerlendirildiğinde, tüm uygulama grupları arasında önemli derecede ($p<0.05$) farklılık oluştuğu gözlenmiştir.

Kontrol ekmeğinin triptofan miktarı 101.23 mg/100 g iken, balık etinin triptofan miktarının 784 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) gibi yüksek bir değerde olduğu tespit edilmiştir. % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerdeki triptofan amino asitinin kontrol ekmeğine göre bir miktar azaldığı ancak, bu azalmanın önemli olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür (Tablo 3.12). % 10 ve daha sonraki ikame oranlarında ise triptofan miktarı giderek artmış ve % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde 309.17 mg/100 g seviyesinde bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 3.12). Bu oranda triptofan esansiyel amino asiti içeren ekmeklerin yetişkin insanların gereksinim duyduğu günlük ihtiyacını karşılayabileceği söylenebilir (Bkz. Tablo 3.4). Ancak, daha önce kullanılan ikame oranları triptofan amino asitinin miktarını gereken ölçüde geliştirmemiştir. % 5 ikame oranından sonra balık kıyması ikame oranı arttıkça triptofan miktarının yükselmesine rağmen, % 10 ve % 15 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin triptofan miktarlarının istatistiksel anlamda benzer ($p>0.05$) olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.12).

Şekil 3.12'de görüldüğü gibi ekmeklerin zenginleştirilmesi amacıyla un yerine ikame edilen balık kıyması treonin, fenilalanin, izolösin ve lisin esansiyel amino asitlerinin miktarının artmasına neden olmuştur. Triptofan % 10, valin amino asiti ise % 15 ikame oranından sonra yükselirken; metiyonin amino asiti ikame oranı arttıkça azalmıştır. Lösin amino asiti ise bütün ekmeklerde tespit edilmeyecek kadar iz (az) miktarda bulunmuştur.



Şekil 3.12 Ekmeklerdeki esansiyel amino asit miktarlarının değişimi

Balık etinin histidin miktarı 136 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) olarak bulunmuştur. Kontrol grubu ekmeğinin histidin miktarı 57.46 mg/100 g ile en yüksek değerde iken, un yerine ikame edilen balık eti oranı arttıkça giderek azalmış ve % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerde 15.50 mg/100 g ile en düşük değerine ulaşmıştır (Tablo 3.12). Balık eti ikame oranının artışıyla ters orantılı olarak azalan histidin miktarı uygulama grupları arasında belirgin ($p<0.05$) farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Histidin amino asiti yetişkinler için olmasa bile bebekler için esansiyeldir (Baysal 1997). Ancak hiçbir ekmek grubunda bebeklerin günlük gereksinim duydukları miktarda (Bkz. Tablo 3.4) tespit edilememiştir. Bu yüzden balık eti ikamesinin bu esansiyel amino asiti istenilen düzeyde geliştirmediği, hatta aksine kaybına neden olduğu söylenebilir. Histidin amino asitinin bu şekilde azalmasının nedeni, fermentasyon sırasında maya tarafından katabolize edilerek ekmek aromasını teşkil eden bileşikleri oluşturması veya başka bileşiklerle reaksiyona girerek farklı bir forma dönüşmesi olabilir.

Kontrol ekmeğindeki arginin miktarı 189.70 mg/100 g, balık etindeki arginin miktarı ise 341 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) olarak belirlenmiştir. Balık etinin arginin miktarının yüksek olması nedeniyle, balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerin arginin miktarları da doğru orantılı olarak artış göstermiştir (Tablo 3.12). Balık kıyması ikame edilen ekmek grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde, arginin esansiyel amino asitinin en yüksek seviyesinin (274.51 mg/100 g) % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde, en düşük seviyesinin (204.29 mg/100 g) ise % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde olduğu görülmüştür (Tablo 3.12). Tüm uygulama gruplarının arginin miktarları arasındaki fark istatistiki açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur.

Balık etinin ikame oranı arttıkça ekmeklerin tirosin miktarları da paralel şekilde yükselmiştir (Tablo 3.12). Balık etinde 538 mg/100 g miktarında (Bkz. Tablo 3.3) tespit edilen tirosin amino asiti, kontrol ekmeklerinde 83.90 mg/100 g oranında saptanmıştır. Kontrol grubu ekmeklerinde balık etine göre oldukça düşük oranda bulunan tirosin miktarının, un yerine balık eti ikamesiyle geliştirilmesi sağlanmış ve % 20 ikame oranında en yüksek seviyeye (195.17 mg/100 g) ulaştığı görülmüştür (Tablo 3.12). Balık eti ikame oranının artmasıyla yükselen tirosin miktarı uygulama grupları arasında belirgin derecede ($p<0.05$) farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kontrol grubu ekmeklerinin sistin miktarı 207.94 mg/100 g iken, balık kıymasının sistin miktarı 433 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) olarak tespit edilmiştir. Birçok amino asitte olduğu gibi balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerdeki sistin amino asitinin de arttığı gözlenmiştir (Tablo 3.12). Tüm ekmek grupları içerdikleri sistin amino asitleri bakımından istatistiki olarak değerlendirildiğinde, uygulama gruplarının birbirinden farklı ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Balık etinin aspartik asit miktarı 2578 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3), balık eti ilave edilmemiş ekmeğin aspartik asit miktarı ise 1836.50 mg/100 g olduğu için, balık eti ikame oranı arttıkça ekmeklerin aspartik asit miktarları artmıştır (Tablo 3.12). Un yerine balık eti ikame edilerek zenginleştirilen ekmeklerin aspartik asit miktarları 2074.8-2484.29 mg/100 g arasında bulunmuştur. Kontrol grubu ekmeğinde daha düşük oranda olan aspartik asit miktarı, balık eti ikamesiyle yükseldiği için uygulama grupları arasında anlamlı derecede ($p<0.05$) değişim gözlenmiştir (Tablo 3.12).

Balık kıymasında 3773 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) olarak belirlenen glutamik asit miktarı, balık eti ilave edilmemiş kontrol ekmeğinde 1646.16 mg/100 g seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 3.12). Balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerin glutamik asit miktarları da artmıştır. Ancak, bu artışın % 10-% 15 uygulama grupları arasında önemli bir farka neden olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Balık kıyması ikame edilen ekmeklerdeki en düşük glutamik asit miktarı 1751.95 mg/100 g (% 5 ikame oranında) iken, en yüksek glutamik asit miktarı ise 1930.70 mg/100 g (% 20 ikame oranında) olarak saptanmıştır. Uygulama gruplarındaki ekmekler glutamik asit miktarları dikkate alınarak istatistiki değerlendirmeye tabi tutulduğunda, tüm ekmek grupları arasında belirgin ($p<0.05$) farklılıkların olduğu bulunmuştur.

Kontrol grubu ekmeğinde 98.50 mg/100 g oranında bulunan aspargin amino asiti, balık kıyması ikame edildikten sonra % 15 ikame oranına kadar yükselmiş; ancak % 20 ikame oranında düşüş göstererek % 10 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerdeki aspargin miktarının (195.17 mg/100 g) da altına inmiştir (Tablo 3.12). Bu nedenle en yüksek aspargin miktarına (248.98 mg/100 g) % 15 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde ulaşılmıştır. Dolayısıyla, balık kıyması ikame oranının % 15' ten sonra arttırılması arginin amino asiti miktarının artışına fayda sağlamamıştır. Yine de, balık kıyması ikame edilen ekmeklerin aspargin miktarları 142 mg/100 g olan balık etindeki aspargin miktarının (Bkz. Tablo 3.3) üzerine çıkmıştır. Balık kıyması ilave edilmemiş ekmeğin aspargin miktarı ile % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin aspargin miktarları arasında değişim önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Balık etinin serin miktarı 1305 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) iken, kontrol ekmeğinin serin miktarı 106.70 mg/100 g gibi oldukça düşük oranda tespit edilmiştir (Tablo 3.12). Zenginleştirmede kullanılan balık etinin ikame oranının artmasıyla birlikte, ekmeklerin serin miktarları da giderek artış göstermiştir. % 5 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerde 117.65 mg/100 g olan serin miktarının, ikame oranı % 20'ye yükseldiğinde 190.61 mg/100 g olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.12). Bu nedenle kontrol grubu ekmeği ve balık eti ikame edilen tüm ekmekler arasında anlamlı ($p<0.05$) farklılık ortaya çıkmıştır.

Kontrol grubu ekmeklerinin glisin miktarı 370 mg/100 g iken, balık kıymasının glisin miktarı 229 mg/100 g olarak bulunmuştur (Bkz. Tablo 3.3). Balık kıymasının glisin miktarı kontrol ekmeğinin glisin içeriğinden daha düşük olmasına rağmen, balık kıyması ikame edilerek zenginleştirilen ekmeklerin glisin miktarlarının ikame oranı arttıkça yükseldiği görülmüştür (Tablo 3.12). Balık kıyması ikame edilen ekmekler kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek glisin miktarı 462.38 mg/100 g ile % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde, en düşük glisin miktarı ise 370.27 mg/100 g ile % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde tespit edilmiştir. Kontrol grubu ekmekleri ve diğer uygulama gruplarındaki ekmekler arasında belirgin derecede fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Balık etinin 162 mg/100 g (Bkz. Tablo 3.3) oranında alanin amino asiti içerdiği belirlenmesine rağmen; kontrol ekmeğinde ve % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmeklerde alanin amino asiti tespit edilememiştir (Tablo 3.12). Balık etindeki alanin amino asiti, yüksek pişirme sıcaklığında (200 °C) denature olarak yapısı bozulmuş olabilir veya maya tarafından fermentasyon sırasında katabolize edilerek aromatik bileşiklerin oluşumuna katılabilir veyahutta hamurdaki başka bileşiklerle reaksiyona girerek farklı bir kimyasal forma dönüşmüş olabilir.

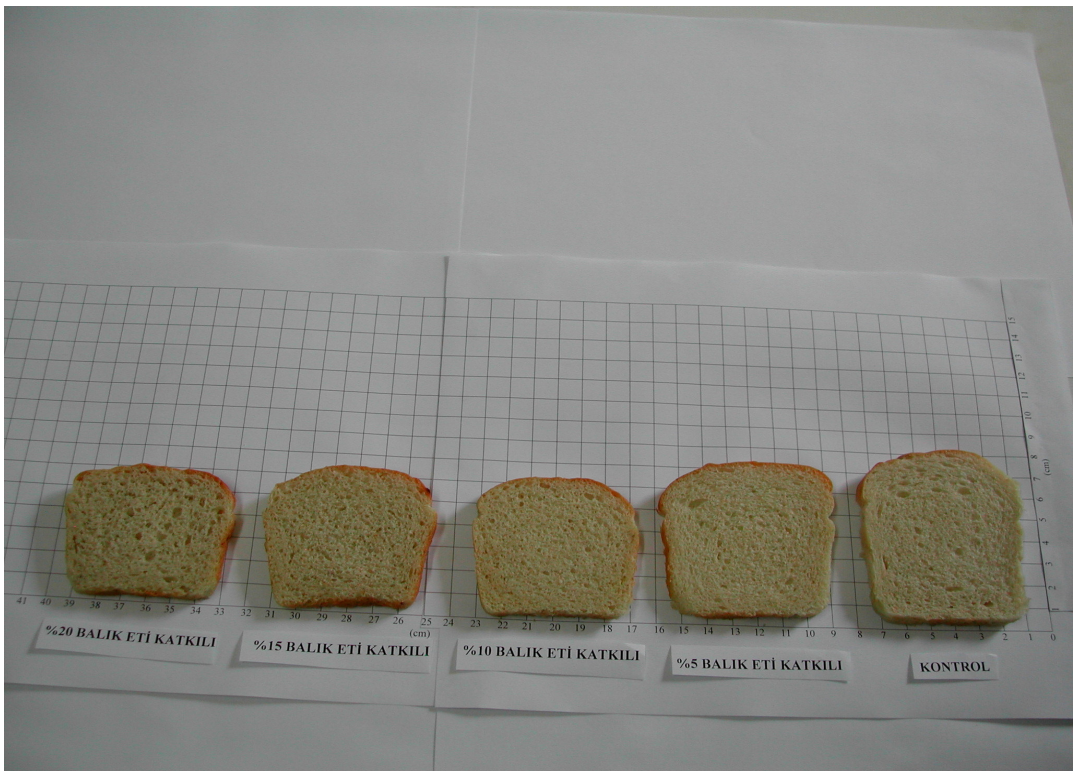
Balık kıymasında 552 mg/100 g olan hidroksiprolin miktarı (Bkz. Tablo 3.3), kontrol ekmeklerinde 223.44 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 3.12). Balık kıymasındaki hidroksiprolin miktarı kontrol ekmeğine göre daha yüksek olduğu için, ekmeklerin zenginleştirilmesi amacıyla un yerine ikame edilen balık kıyması oranı arttıkça hidroksiprolin amino asitinin miktarı da yükselmiştir. % 5-% 20 arasında değişen balık kıyması ikamesinde, ekmeklerin hidroksiprolin miktarları 263.57-414.96 mg/100 g arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.12). İçerdikleri hidroksiprolin miktarları bakımından değerlendirilen tüm uygulama gruplarının, istatitistiki olarak birbirleriyle farklı ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Kontrol ekmeğinin prolin miktarı (3095.33 mg/100 g), balık etinin prolin miktarından (1134 mg/100 g) daha yüksek olmasına rağmen; balık eti ikame oranı arttıkça ekmeklerin prolin miktarlarında daha da artış görülmüştür (Tablo 3.12). Tüm uygulama grupları, içerdikleri prolin amino asiti bakımından birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($p<0.05$).

Sekiz adet esansiyel amino asitin dışında kalan amino asitler genel olarak değerlendirildiğinde; histidin amino asitinin balık kıyması ikamesiyle azaldığı, alaninin hiçbir ekmek grubunda tespit edilemediği, bunların dışında kalan tüm amino asitlerin (arginin, tirosin, sistin, aspartik asit, glutamik asit, aspargin, serin, glisin, hidroksiprolin ve prolin) miktarının ise balık kıyması ikame edilen ekmeklerde kontrol ekmeğine göre arttığı gözlenmiştir (Tablo 3.12).

3.6.6 Ekmeklerin duyusal kalite parametreleri

Kontrol ekmekleri ve balık kıyması ikame edilmesiyle hazırlanan zenginleştirilmiş ekmekler (Şekil 3.13) üretildikten sonra duyusal analiz için eğitilmemiş panelistlere sunularak şekil simetrisi, kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, koku, çiğneme, tat, aroma ve genel kabul özellikleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Panel sonucunda elde edilen her ekmek grubuna ait duyusal özellikler ve ekmeklerin kalitesini belirten duyusal puanlar (5-Çok iyi, 4-İyi, 3-Orta, 2-Zayıf, 1-Çok zayıf) Tablo 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13 Ekmeklerin görünümü

Tablo 3.13 Ekmeklerin duyusal özellikleri ve puanları

Duyusal Özellik	İkame Oranı				
	% 0	% 5	% 10	% 15	% 20
Şekil Simetrisi*	2.71 ± 0.028[b]	3.69 ± 0.057[a]	3.69 ± 0.057[a]	2.19 ± 0.276[c]	2.69 ± 0.057[b]
Kabuk Rengi*	2.77 ± 0.120[ab]	3.26 ± 0.184[a]	3.13 ± 0.000[ab]	2.58 ± 0.339[ab]	2.56 ± 0.127[b]
İç Rengi*	4.10 ± 0.149[a]	4.08 ± 0.064[a]	3.91 ± 0.127[a]	2.69 ± 0.431[b]	2.43 ± 0.240[b]
Gözenek*	3.04 ± 0.127[ab]	3.34 ± 0.248[a]	3.36 ± 0.092[a]	2.58 ± 0.396[ab]	2.56 ± 0.057[b]
Tekstür*	4.21 ± 0.368[a]	3.99 ± 0.191[a]	3.75 ± 0.035[a]	2.49 ± 0.276[b]	2.49 ± 0.276[b]
Koku*	3.86 ± 0.127[a]	3.62 ± 0.219[a]	2.93 ± 0.523[a]	1.99 ± 0.064[b]	1.67 ± 0.028[b]
Çiğneme*	3.75 ± 0.099[a]	3.91 ± 0.000[a]	3.53 ± 0.092[a]	2.63 ± 0.325[b]	2.39 ± 0.368[b]
Tat*	3.93 ± 0.156[a]	3.52 ± 0.000[ab]	2.86 ± 0.488[b]	1.82 ± 0.057[c]	1.52 ± 0.000[c]
Aroma*	3.91 ± 0.000[a]	3.49 ± 0.035[a]	2.91 ± 0.551[a]	1.80 ± 0.028[b]	1.73 ± 0.120[b]
Genel Kabul*	3.84 ± 0.275[a]	3.66 ± 0.169[ab]	3.01 ± 0.276[b]	1.89 ± 0.156[c]	1.80 ± 0.028[c]

*: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir (P<0.05).
±: Standart sapma

Ekmeklerin şekil simetrisi puanları incelendiğinde, 3.69 (Orta) olan en yüksek puan % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde görülmüştür (Tablo 3.13). Bu ekmeklerin şekil simetrisi puanı diğer uygulama gruplarındaki ekmeklerden daha iyi olmasına rağmen "bazı kenar ve yüzey kısımlarında düzensizlikler var" şeklinde tanımlanmıştır (Bkz. Tablo 2.2). En düşük şekil simetrisi puanı (2.19) ise, % 15 oranında balık kıyması ikame edilen ekmekte saptanmıştır. Kontrol grubu ekmekleri ve % 15-% 20 oranında balık kıyması ikame edilerek hazırlanan ekmeklerin şekil simetrisi puanlarına bakıldığında "ortası çukur veya eğimli görünümde" olarak değerlendirildikleri tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Bu verilere göre; şekil simetrisi bakımından % 5 ve % 10 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmeklerin kabul edilebilirliğinin diğer ekmeklere göre daha yüksek olabileceği söylenebilir.

Şekil simetrisi puanlarının istatiksel incelemesinde, kontrol ekmeğinin % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmekle benzer ($p>0.05$) olduğu, fakat diğer ekmek gruplarından belirgin şekilde farklı ($p<0.05$) olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.13). % 5 ve % 10 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin şekil simetrisi puanları arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Panel testinde belirlenen en düşük kabuk rengi puanı 2.56 (Zayıf) ile % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerde bulunmuştur (Tablo 3.13). % 5 oranında balık eti ikame edilen ekmekler ise en yüksek kabuk rengi puanına (3.26) sahip olmuştur. Kabuk rengi puanlarına göre kontrol grubu ekmekleri ile % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilen ekmekler "rengi çok açık veya çok koyu, parlak değil" şeklinde değerlendirilirken, % 5 ve % 10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmekler "kabuk

renk dağılımı ve parlaklığı üniform değil" tanımlamasıyla nitelendirilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Bu yüzden duyusal kabuk rengi bakımından % 5-% 10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin diğer ekmeklere göre daha çok kabul görebileceği ifade edilebilir. Ancak, % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmek hariç tutulduğunda kontrol grubu ekmeği ile diğer ekmek gruplarının benzerlik ($p>0.05$) gösterdiği saptanmıştır (Tablo 3.13). % 5 ikame oranına sahip ekmek hariç tutulduğunda ise, diğer ekmek grupları arasında da önemli derecede farklılığın olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür.

Duyusal değerlendirmelerde elde edilen kabuk rengi puanları, Hunter Labscan Colorimeter cihazıyla belirlenen ekmek kabuğu renk yoğunluklarıyla karşılaştırıldığında, aletsel olarak ölçülen kabuk renk değerleri (L, a ve b) arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmamasına ($p>0.05$) rağmen (Bkz. Tablo 3.9), duyusal panel testinde elde edilen kabuk rengi puanları arasında belirgin ($p<0.05$) fark olduğu gözlenmiştir. Kabuk renginin enstrümental ölçümüne göre bütün ekmeklerin kabul edilebilirliğinin aynı olabiliceği; duyusal panel testinde elde edilen kabuk rengi puanlarına göre ise, % 5-% 10 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmeklerin diğer ekmeklerden daha çok kabul görebileceği daha önce de belirtilmiştir.

Kontrol grubu ekmeğinde yüksek olan iç rengi puanı (4.10-İyi) balık kıyması ikame oranı arttıkça ters orantılı olarak azalmıştır ($p<0.05$). İç rengi puanları bakımından benzerlik ($p>0.05$) gösteren % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin "koyu krem ve düzensiz renk dağılımı"na sahip oldukları tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Balık eti ilave edilmemiş ekmek ve % 5 oranında balık kıyması ikame edilmiş ekmeğin iç rengi puanlarına göre "beyaz krem renkte" oldukları görülmüştür (Bkz. Tablo 2.2). % 10 oranında balık eti ikame edilmiş ekmekler ise iç renklerine göre "renk dağılımı yer yer düzensiz" olarak tanımlanmıştır (Bkz. Tablo 2.2). Ancak, kontrol ekmekleri ve % 5-% 10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmekler arasında ekmek içi renk puanları bakımından önemli fark olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Bu verilere göre duyusal ekmek içi rengi bakımından balık eti ilave edilmemiş ekmek ile % 5 ve % 10 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin diğer ekmeklere göre daha çok beğenilebileceği söylenebilir.

Duyusal panel testinde elde edilen ekmek içi renk puanları, Hunter Labscan Colorimeter cihazıyla ölçülen ekmek içi renk yoğunluk değerleriyle (L, a ve b)

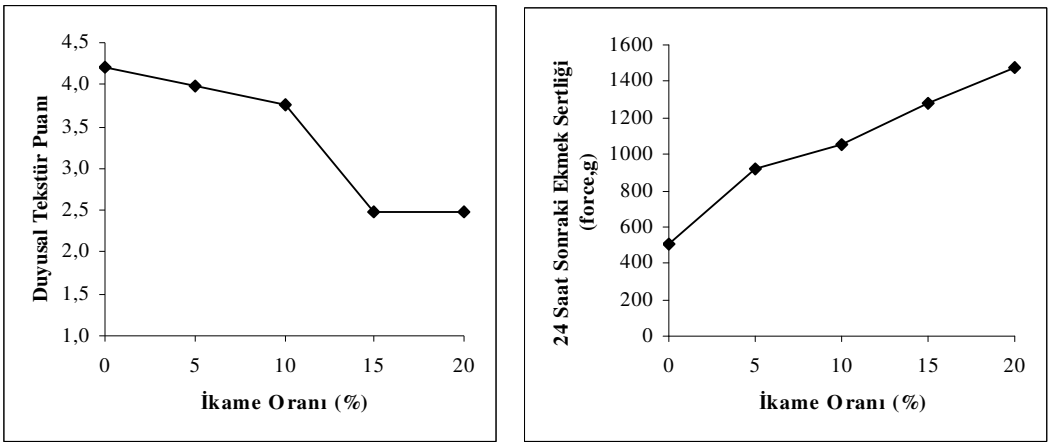
karşılaştırıldığında, daha önce de ifade edildiği gibi ekmeklerin iç L, a ve b değerleri arasında ve duyusal panel testinde elde edilen ekmek içi renk puanları arasında istatistiki açıdan belirgin şekilde değişim ($p<0.05$) oluştuğu gözlenmiştir. Enstrümantel olarak yapılan ekmek içi renk ölçümüne göre balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerin L değerleri ters orantılı şekilde azalmış ve ekmek içi rengi giderek koyulaşmış veya matlaşmıştır. Balık kıyması ikamesinden sonra ekmeklerin a değerleri giderek artmış ve ekmeklerin grimsi renkte oldukları tespit edilmiştir. % 20 ikame oranı hariç tutulduğunda, balık kıyması ikame oranıyla doğru orantılı olarak artan b değeri ekmeğin beyaz krem renginin sarıya doğru koyulaşmasına neden olmuştur (Bkz. Tablo 3.9). Duyusal panel testine göre ise, balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmeklerin iç rengi puanları düşmüştür. Bu durumda duyusal değerlendirmelere göre matlığın ve grimsi sarı rengin daha yoğun olduğu ekmeklerin daha az beğenildiği, kontrol ekmeği ile % 5 ve % 10 oranında balık eti ikame edilmiş ekmeklerin kabul edilebilirliklerinin diğer ekmeklere göre daha yüksek olabiliceği sonucuna varılmıştır.

Ekmeklerin duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, % 10 oranında balık kıyması ikame edilen ekmekler en iyi gözenek puanına (3.36-Orta) sahip olmuşlardır (Tablo 3.13). Duyusal gözenek puanlarına göre, balık kıyması ilave edilmemiş kontrol ekmeği ile % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin diğer ekmeklerden daha fazla beğenildiği söylenebilir. Ancak, bu ekmeklerin gözenek puanına karşılık gelen tanımlama incelendiğinde "gözeneklerin dağılımı ve büyüklüğünde yer yer düzensizlikler olduğu" görülmüştür (Bkz. Tablo 2.2). % 20 ikame oranı hariç tutulduğunda diğer uygulama gruplarının benzerlik ($p>0.05$) gösterdiği, % 5 ve % 10 ikame oranları hariç tutulduğunda ise, geriye kalan ekmek grupları arasında yine önemli bir farkın olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Panel testinde elde edilen en düşük ekmek tekstürü puanı 2.49 (Zayıf) ile % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde saptanırken, en yüksek tekstür puanı 4.21 (İyi) ile kontrol grubu ekmeğinde bulunmuştur (Tablo 3.13). Balık eti ilave edilmemiş kontrol ekmeği dilimleri "düz ve yumuşak" olarak tanımlanırken, % 5 ve % 10 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmek dilimleri "biraz yumuşaklık mevcut" şeklinde değerlendirilmiştir. % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş ekmek dilimleri ise "pürüzlü, kaba, gevrek, esnek değil" ifadesiyle nitelendirilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Ekmek grupları istatistiki olarak incelendiğinde, ekmek tekstür puanlarında gözlenen

değişimin anlamlı ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. % 15 ve % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklere göre daha yüksek tekstür puanına sahip olan kontrol ekmeği ile % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin tekstür puanları arasında belirgin bir fark olmadığı ($p>0.05$) ve % 15 ile % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin tekstür puanları benzer ($p>0.05$) olduğu için, ekmek tekstürü bakımından kontrol ve % 5 ile % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin daha çok kabul görebileceği belirtilebilir (Tablo 3.13).

Duyusal panel testinde elde edilen tekstür puanları, Texture Analyzer cihazıyla tespit edilen 24 saat sonraki enstrümantel sertlik değerleriyle karşılaştırılmış ve Şekil 3.14'teki grafikler elde edilmiştir.



Şekil 3.14 Ekmeğin duyusal tekstür puanının ve 24 saat sonraki enstrümantel ekmek sertliğinin karşılaştırılması

Tüm uygulama grupları değerlendirildiğinde daha önce de belirtildiği gibi, 24 saat sonraki ekmek sertlikleri ve duyusal tekstür puanları arasında önemli derecede ($p<0.05$) farklılık ortaya çıkmıştır. Şekil 3.14'te de görüldüğü üzere, balık kıyması ikame oranı arttıkça enstrümantel olarak ölçülen ekmek içi sertliği artarken (Bkz. Tablo 3.10); duyusal panel testinde elde edilen tekstür puanları düşüş göstermiştir. Her iki parametrenin değerlendirilmesi sonucunda da, balık eti ilave edilmemiş ekmek ile % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin kabul edilebilirliklerinin diğer ekmeklere göre daha yüksek olabileceği söylenebilir.

Ekmeklerin kokularına göre yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, % 20 oranında balık eti ikame edilen ekmeklerin en düşük koku puanına (1.67), kontrol ekmeklerinin ise en yüksek koku puanına (3.86) sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.13). Un yerine ikame edilen balık etinin oranının artmasıyla birlikte ekmeklerin koku puanlarında düşüş gözlenmiştir ($p<0.05$). Balık eti ilave edilmemiş kontrol grubu ekmeğinin ve % 5 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin koku puanlarına bakıldığında "ekşi ekmek kokusu" tanımı kullanılarak nitelendirildikleri görülmüştür (Bkz. Tablo 2.2). % 10 oranındaki balık eti ikamesinde 2.93'e düşen koku puanına göre, bu ekmeklerde "zayıf ekmek kokusu ve biraz balık kokusu"na rastlandığı; % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmeklerde ise "zayıf ekmek kokusu ve belirgin balık kokusu" hissedildiği ifade edilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Bu değerlendirmelere göre ve istatiksel açıdan da kontrol grubu ekmekleri ve % 5-% 10 oranlarında balık eti ikame edilen ekmeklerin koku puanları arasındaki farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu belirlendiği için, bu ekmeklerin diğer uygulama gruplarından daha çok beğenilebileceği söylenebilir.

Duyusal panel testine göre en yüksek çiğneme puanı 3.91 (Orta) ile % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerde tespit edilmiştir. En düşük çiğneme puanına (2.39) sahip ekmek grubunun ise % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmekler olduğu saptanmıştır (Tablo 3.13). Kontrol ekmekleri ile % 5-% 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmek gruplarının benzer ($p>0.05$) olan çiğneme puanlarına göre, "biraz esneklik mevcut, elastiklik yok, dilimde biraz kuruluk mevcut" şeklinde değerlendirildikleri ve bu nedenle üç ekmek grubunun kabul edilebilirliğinin aynı ve diğer ekmek gruplarından daha yüksek olabileceği belirtilebilir. % 15 ve % 20 balık eti ikame edilmiş ekmeklerin ise "ağızda dolgunluk hissi yok, esneklik yok, dilimdeki kuruluk belirgin" ifadesiyle tanımlandığı görülmüştür (Bkz. Tablo 2.2). Uygulama gruplarına verilen çiğneme puanlarının istatistiksel incelemesinde, ekmekler arasındaki farkın anlamlı ($p<0.05$) olduğu; % 15-% 20 ikame oranlarına sahip ekmeklerin çiğneme puanlarındaki değişimin ise önemsiz ($p>0.05$) bulunduğu gözlenmiştir (Tablo 3.13).

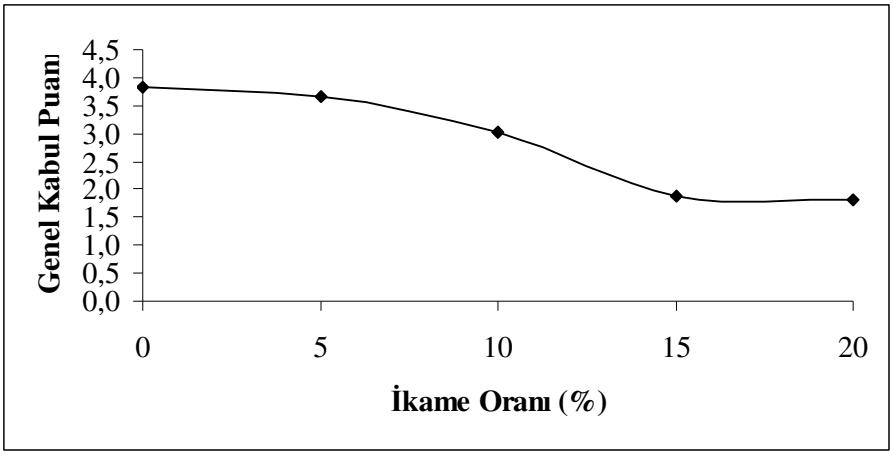
Ekmeklerin tat puanları kontrol grubu ekmeğinde en yüksek değerde (3.93) iken, balık kıyması ikamesiyle ters orantılı olarak azalma göstermiş ($p<0.05$) ve % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmek grubu en düşük tat puanına (1.52) sahip olmuştur (Tablo 3.13). Tat puanlarına göre, istatistiki olarak aralarında anlamlı bir fark gözlenmeyen ($p>0.05$) kontrol ekmeği ve % 5 oranında balık kıyması ikame edilen

ekmeklerde "ekşi ekmek tadı" hissedilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeğin tat puanı (Tablo 3.13) ile benzerlik ($p>0.05$) gösterdiği anlaşılan % 10 ikame oranına sahip ekmekte ise "biraz balık tadı" olduğu belirtilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Bu nedenle, kontrol grubu ve % 5-% 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin tatlarının daha çok beğenilebileceği söylenebilir. % 15 ve % 20 oranlarında balık eti ikame edilmiş ekmeklerde ise "belirgin balık tadı" tanımlaması kullanılmış ve bu ekmek grupları arasında tat puanları bakımından önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Duyusal değerlendirme sırasında belirlenen ekmek aroması puanları, ekmeklerin koku ve tat puanlarıyla paralellik göstermiş ve kontrol grubu ekmeğinde yüksek (3.91) iken, balık kıyması ikame edilen ekmeklerde giderek azalmıştır (Tablo 3.13). Tüm uygulama grupları arasında aroma puanları bakımından meydana gelen farkın belirgin ($p<0.05$) olduğu gözlenmiştir. Balık kıyması ilave edilmeyen kontrol ekmeği ile % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin "ekşi ekmek tadı ve kokusu" içerdiği belirtilmiştir. % 10 oranında balık kıyması ikame oranına sahip ekmekler ile bu iki ekmek grubu arasında istatistiki açıdan bir fark bulunamamasına ($p>0.05$) rağmen; panel sonuçlarına göre % 10 ikame oranındaki ekmeklerde "biraz balık tadı ve kokusu" hissedilmeye başlamıştır (Bkz. Tablo 2.2). % 15 ve % 20 oranında balık kıyması ikame edilen ekmeklerdeki aroma puanları ise anlamlı derecede farklılık göstermemiş ($p>0.05$) ancak, artan ikame oranına bağlı olarak bu ekmeklerde "belirgin balık tadı ve kokusu"na rastlanmıştır (Bkz. Tablo 2.2).

Ekmeklerin duyusal özellikleri ayrı ayrı incelendikten sonra bütün ekmekler genel olarak değerlendirilmiş ve bu sonuçlara göre kontrol ekmeği ile % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmekler "biraz beğendim" ifadesiyle tanımlanmıştır. Şekil 3.15'te de görüldüğü gibi balık kıyması ikame oranı arttıkça koku, tat ve aroma puanlarındaki azalmaya bağlı olarak ekmeklerin genel kabul puanları da düşüş göstermiştir (Tablo 3.13). % 15 ve % 20 oranlarında balık kıymasıyla ikame edilen ekmek grupları ise çok zayıf puan (sırasıyla; 1.89 ve 1.80) alarak "hiç beğenmedim" şeklinde değerlendirilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Genel kabul puanlarına göre, tüm ekmek grupları arasında istatistiksel olarak belirgin derecede ($p<0.05$) değişim gözlenmiştir. Ancak, kontrol grubu ekmeği ile % 5 oranında balık eti ikame edilen ekmek arasında ve % 5 ile % 10 ikame oranlarına sahip ekmekler arasında

anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05). Yine % 15 ile % 20 oranlarında balık kıyması ikame edilen ekmeklerin genel kabul puanlarının da biribirine benzer (p>0.05) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.13).



Şekil 3.15 İkame oranına göre ekmeklerin genel kabullerinin değişimi

Duyusal panel değerlendirme sonuçlarına göre; un yerine balık kıyması ikame edilen ekmeklerin, FPC ilave edilen ekmeklerle (Nikkila vd 1976, Taha vd 1982) benzer sonuçlar göstererek % 5 ve/veya % 10 seviyelerinde daha çok beğenildiği tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

Yürütülen çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile ortaya çıkan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır;

1. Yıkanmamış kadife balığı etinin protein oranı % 16.15 iken, yıkama işleminin ardından % 3.96 oranında artmış ve yıkanmış kadife balığı etinin protein oranı % 16.79 olarak bulunmuştur. Tip 550 ununun kurumaddedeki protein oranı ise % 11.03 olarak belirlenmiştir. Unun protein oranı balık etinin protein oranından daha düşük olduğu için, un yerine balık eti ikamesinin ekmeğin protein oranını arttırması beklenmiştir. Nitekim Kontrol ekmeğinin protein oranı %13.89 iken , %5, %10, %15 ve %20 balık kıyması ikame oranlarında sırasıyla %16.06, %19.71, %20.81 ve %22.85 bulunmuştur (Tablo 3.11). Bu da balık eti kullanımının ekmeğin protein içeriğinde önemli düzeyde artışa neden olabileceğini ortaya koymaktadır.

2. Kadife balığı kıymasında 217 mg/100 g lösin, 1510 mg/100 g lisin, 3362 mg/100 g izolösin, 379 mg/100 g valin, 2951 mg/100 g metiyonin, 645 mg/100 g fenilalanin, 326 mg/100 g treonin, 784 mg/100 g triptofan, 136 mg/100 g histidin, 341 mg/100 g arginin, 538 mg/100 g tirosin, 433 mg/100 g sistin, 2578 mg/100 g aspartik asit, 3773 mg/100 g glutamik asit, 142 mg/100 g aspargin, 1305 mg/100 g serin, 229 mg/100 g glisin, 162 mg/100 g alanin, 552 mg/100 g hidroksiprolin ve 1134 mg/100 g prolin tespit edilmiştir. Bu nedenle, kadife balığı etinin insanların günlük esansiyel amino asit gereksinimini karşılayabilecek kalitede proteine sahip olduğu ve bu balık kıymasıyla zenginleştirilen ekmeklerin de günlük esansiyel amino asit gereksinimini karşılayabilecek düzeye getirilebileceği söylenebilir.

3. Hamurların reolojik özellikleri incelendiğinde, balık kıyması ikame oranı arttıkça su absorpsiyonunun, yoğurma toleransının ve uzayabilirliğin arttığı ($p<0.05$), gelişme süresindeki ve 12 dk değerindeki değişimin, stabilitedeki azalmanın ve enerjideki artışın önemsiz olduğu ($p>0.05$), hamur mukavemetinin, maksimum direncin ve oran sayısının azaldığı ($p<0.05$) gözlenmiştir. Un yerine balık eti ikame edildiğinde; hamurların yoğurma toleranslarının gelişmesine ve uzayabilirliklerinin artmasına rağmen;

maksimum dirençleri düştüğü, enerjilerindeki değişim önemsiz olduğu ($p>0.05$) ve oran sayıları azaldığı için işlemeye çok elverişli hale gelmedikleri tespit edilmiştir. Bu özellikler, hamur reolojisi anlamında olumlu olmayan sonuçları ortaya çıkarmasına rağmen, diğer parametreler bakımından sağlayacağı katkılar düşünüldüğünde ihmal edilebilir özellikler olabileceği söylenebilir. Ayrıca balık eti ilave edilerek üretilecek ekmeklerde hamur relojisini düzeltici başka uygumlalar yapılabilirse, bu olumsuz özelliklerin ortadan kaldırılabilmesi mümkün olabilir.

4. Yoğurmanın ardından ölçülen hamur pH'sı bütün ekmeklerde, ilk fermentasyondan sonra azalmış, ancak bu azalma belirgin olmamıştır($p>0.05$). Son fermentasyon bitiminde ise ilk fermentasyondaki değerlerin de altına inmiş, ancak bu azalma da belirgin olmamıştır ($p>0.05$). Diğer taraftan hamurların son fermentasyon süreleri arasındaki farkın belirgin ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Hamur pH'sının azalması, maya faaliyetinden dolayı beklenen bir sonuçtur. Ancak son fermantasyon sürelerinde, %10 ikame oranına kadar gözlenen azalma %15 ve %20 ikame oranlarında tekrar artışa neden olmuştur. Bunun nedeni, ilave edilen balık etinin hamur kimyasal yapısını değiştirmesi olabilir.

5. Balık kıyması ikame oranı arttıkça ekmek hacmi, spesifik hacim, hacim verimi, hamur verimi ve ekmek verimi değerleri ters orantılı şekilde azalma göstermiştir ($p<0.05$). Spesifik hacme göre yapılan puanlandırmada sadece % 5 oranında balık kıyması ikame edilen ekmek puan (8 puan) almıştır. Diğer ikame oranlarına sahip ekmekler spesifik hacim puanlandırma sınırının altında kalmıştır. Dolayısıyla bu parametreler bakımından %5 ikame oranının, kontrol ekmeğine benzer sonuçları ortaya çıkardığı ve bu parametreler bakımından kabul edilebilirliğinin yüksek olabileceği söylenebilir.

6. Ekmeklerin kabuk L, a ve b değerleri arasındaki fark önemsizken ($p>0.05$); ikame oranı arttıkça ekmek içi L değeri azalmış ($p<0.05$), ekmek içi a ve b değerleri ise artmıştır ($p<0.05$). Kabuk renk yoğunluklarına göre yapılan değerlendirmede ekmeklerin kabul edilebilirlikleri arasında bir fark bulunamazken, ekmek kabuğunun mat ve sarımsı kırmızı renkte olduğu belirlenmiştir. Ekmek içi renk intensitesi değerlerine göre ise, % 5 ve % 10 balık eti ikame edilen ekmeklerin kabul edilebilirliklerinin daha yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır. Çünkü balık

kıymasının daha da artan seviyelerinde ekmek içi renginin koyulaştığı ve grimsi sarılığın belirginleştiği gözlenmiştir.

7. Ekmeklerin 24, 48 ve 72 saat sonraki enstrümantel sertliklerinin balık kıyması ikame oranı arttıkça ve geçen süre uzadıkça arttığı ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Un yerine balık eti ikame edilmesi ekmek hacmini azalttığı için, balık eti ikame edilen ekmeklerde daha sert bir yapı oluşmuştur. Her üç ölçüm periyodundaki sertlik değerlerine göre, % 5 ve % 10 oranlarında balık kıyması ikame edilmiş ekmeklerin sertlikleri diğer ikame oranlarına sahip ekmeklerin sertlik değerlerinden daha az olduğu için bu ekmeklerin daha çok kabul görebileceği söylenebilir.

8. Un yerine ikame edilen balık kıymasının oranı arttıkça aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, treonin, arginin, tirosin, sistin, fenilalanin, izolösin, lisin, hidroksiprolin ve prolin amino asitlerinin miktarının arttığı ($p<0.05$), histidin ve metiyonin amino asitlerinin ise giderek azaldığı ($p<0.05$) saptanmıştır. Triptofan amino asiti % 10 ikame oranından sonra, valin ise % 15 ikame oranından sonra yükselmiştir ($p<0.05$). Alanin ve lösin amino asitlerinin ise bütün ekmeklerde tespit edilemeyecek kadar iz miktarda oldukları gözlenmiştir. Un yerine balık eti ikamesinin ekmeğin amino asit içeriğini genel olarak zenginleştirdiği görülmüştür. Bu nedenle ekmeğin protein bakımından zenginleştirilmesinde balık etinin önemli katkılar sağlayabileceği, hayvansal potein yetersizliğinin çözümünde alternatif olarak düşünülebileceğini ortaya koymaktadır.

9. Ekmek gruplarının şekil simetrisi, kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, koku, çiğneme, tat, aroma ve genel kabul puanları arasında istatistiki açıdan belirgin derecede ($p<0.05$) farklılık olduğu bulunmuştur. Bu duyusal özelliklerin puanlandırma sonuçlarına göre, yine % 5 ve % 10 balık eti ikame edilen ekmeklerin diğer ikame oranına sahip ekmeklerden daha çok beğenilebileceği ortaya çıkmıştır.

10. Bu çalışmada, biyolojik değeri yüksek proteinleri içeren balık etinden üretilen ve yarı mamul bir ürün olan balık kıymasının, fazla miktarda tüketilen ekmeğe katkılanarak, hem balık ürünlerinin tüketiminin arttırılması hem de ekmeğin hayvansal proteince zenginleştirilmesi düşünüldüğünden, balık etinin un yerine ikamesiyle, Türkiye'de oldukça fazla tüketilen ve karbonhidratça zengin olan ekmeğin, protein bakımından zenginleştirilerek insanların protein ihtiyacını da karşılayacak düzeye

gelmesine katkı sağlayabileceği belirlenmiştir. Dolayısıyla sadece ekmek tüketerek sağlıklı ve dengeli beslenme için gerekli olan, faydalanma oranı yüksek proteinin vücuda alınmasının mümkün olduğu görülmüştür.

11. Bu çalışma ışığında, su ürünleri bakımından oldukça zengin kaynaklara sahip olan Türkiye'de taze tüketimde yer bulamayan ekonomik değeri düşük veya belirli dönemlerde oldukça fazla avlanıp, usulüne uygun teknolojik işlem uygulanarak muhafaza edilemeyen balıkların, balık kıymasına işlendikten sonra farklı ürünlerin üretiminde kullanılarak değerlendirilebileceği gündeme getirilmiştir.

12. İnsanlar son zamanlarda sağlıklı ve dengeli beslenmede oldukça önemli fonksiyonları olduğu kabul edilen su ürünlerinin tüketimine yönelmektedir. Ancak, yine de ekmek tüketim alışkanlıklarından vazgeçememektedirler. Ekmeğin balık kıymasıyla zenginleştirilmesiyle, gerekli ve vazgeçilemeyen bu iki ürün bir araya getirilmiş, proteince zengin ve alternatif bir ürün ortaya çıkmış olacaktır.

13. Bu çalışma örnek alınarak yeni balık ürünleri, zenginleştirilmiş tahıl ve diğer gıda ürünleri geliştirilebilir. Balık gibi, besleyicilik değeri yüksek diğer gıdaların da tüketimi arttırılarak insanların sağlıklı ve dengeli beslenmeleri sağlanabilir.

KAYNAKLAR

AACC (1996). Cereal Laboratory Methods: Bread Firmness by Universal Testing Machine, Method 74-09. **Journal of American Association of Cereal Chemistries**.

Abdel, K. ZM. (2001). Enrichment of Egyptian 'Balady' Bread. Part 2. Nutritional Values and Biological Evaluation of Enrichment with Decorticated Cracked Broadbeans Flour (Vicia faba L.). **Nahrung**, 45(1): 31-34.

Altuğ, T. (1993). Duyusal Test Teknikleri (Yardımcı Ders Kitabı), **Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları** (1. Baskı), Yayın No:28, İzmir, 56 s.

Anon (1993). Surimi-The Functional Designer Seafood Ingredient. **Asia&Middle East Food Trade**, 10(2): 14-15.

Anon (1995). Hunterlab MiniScan XE User's Guide Firmware Version 3.5 and Above Manual Version 1.2. **Hunter Associates Labroratory Inc.**, Reston Virginia U.S.A.

Anon (1999). Gap Yöresi Eğitim ve Yayım Projesi Kapsamında Basılan Broşürler: GAP Yöresinde Sosyal ve Kültürel Faaliyetler II. **Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı**, Ankara, http://www.tb-yayin.gov.tr/basili/1999/sosyalkulturel faaliyetler_II_.htm (17.06.2004).

Anon (2003). Dünyadaki Protein Tüketimi. **Tıp Dünyası**, http://www.ttb.org.tr/TD115/21.php3 (15.12.2003).

Anon (2004). Türkiye' ye Özgü Beslenme Rehberi. **T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü**, Ankara, 72 s.

AOAC (2003). Association of Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Edited by Dr. William Horwitz.,17th ed, Rev. 2. Gaithersburg, MD: 2,200 pp.

Arafah, A., Abassy, M., Morcos, S. and Hussein, L. (1980). Nutritive Quality of Baladi Bread Supplemented with Fish Protein Concentrate, Green Algae, or Synthetic Amino Acids. **Cereal Chemistry**, 57: 35-39.

Aslan, D. ve Yeşildal, N. (2003). Halk Sağlığı Bakış Açısıyla Adolesanlarda Beslenme. **Sted**, 12(10): 386-389.

Atay, D., Korkmaz, A. Ş., Polatsü, S., Yaltıc, H. ve Red, F. (1995). Su Ürünleri Üretim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. **Doğu Anadolu Bölgesi II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu**, Erzurum, s. 201-220.

Atay, S. (2005). Üç Farklı Tür Tatlı Su Balığı (Sazan, Turna, Kadife) Etinin Emülsiyon Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, **Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstirüsü**, Denizli, 85s.

Barzana, E. and Garcia-Garibay, M. (1994). Fisheries Processing: Biotechnological Applications: Production of Fish Protein Concentrates, (Edited by A. M. Martin), **Department of Biochemistry Memorial University of Newfoundland St John's**, Canada, s. 206-222.

Baysal, A. (1997). Beslenme. **Hacettepe Üni. Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü**, Ankara, 494 s.

Buck, J. S., Walker, C. E. and Watson, K. S. (1987). Incorporation of Corn Gluten Meal and Soy into Various Cereal-Based Foods and Resulting Product Functional, Sensory, and Protein Quality. **Cereal Chemistry**, 64: 264-269.

Calder, P. C. (2001). More Good News About Fish Oil. **Nutrition**, 17(2): 158-160.

Callejo, M. J., Gil, M. J., Rodriguez, G. and Ruiz, M. V. (1999). Effect of Gluten Addition and Storage Time on White Pan Bread Quality: Instrumental Evaluation. **Zeitschrift Für Lebensmittel Untersuchung Und Forschung A Food Research And Technology**, 208: 27-32.

Costa, N. M., Coelho, D. T. ve Bicudo, M. H. (1990). Nutritional and Sensory Evaluation of Macaroni Supplemented with Fish Protein Concentrate. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición** , 40(2): 240-251.

Crowley, P., O'Brien, C. M., Slattery, H., Chapman, D., Arendt, E. K. and Stanton, C. (2002). Functional Properties of Casein Hydrolysates in Bakery Applications. **European Food Research and Technology**, 215: 131-137.

Çaklı, Ş. ve Duyar, H. A. (2001). Surimi Teknolojisi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 18(1/2): 255-269.

Daviglus, M., Sheeshka, J. and Murkin E. (2002). Health Benefits from Eating Fish. **Comments on Toxicology**, 8: 345-374.

Demirci, M. ve Bölükbaşı, B. (2003). Akdeniz Beslenme Tarzında Zeytinyağının Önemi. **Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü ve Tariş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği**, http://www.aeri.org.tr/zeytin sempozyumu/sunumlar/akdeniztarzibeslenme.ppt (2.10.2003).

DİE (2004). Hanehalkı Tüketim Harcaması Sonuçları, 2003. **Devlet İstatistik Enstitüsü Haber Bülteni**, http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/ HHGELTUK/140904/140904.htm (14.09.2004).

Doxastakis, G., Zafiriadis, I., Irakli, M., Marlani, H. and Tananaki, C. (2002). Lupin, Soya and Triticale Addition to Wheat Flour Doughs and Their Effect on Rheological Properties. **Food Chemistry**, 77: 219-227.

DPT (2001). Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu, **Devlet Planlama Teşkilatı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü,** Yayın No DPT: 2670, Ankara, 87 s.

El-Dash, A. A., Sgarbieri, V. C. and Campos, J. E. (1980). Sweet Lupine-Fortified Bread: Nutritional Value and Amino Acid Content. **Cereal Chemistry**, 57: 9-11.

Elgün, A. ve Ertugay, Z. (1997). Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 718, Ziraat Fakültesi Yayın No: 297, Ders Kitapları Seri No: 52, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi**, Erzurum, 376 s.

Elgün, A., Certel, M., Ertugay, Z. ve Kotancılar, H. G. (1998). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Seri No: 82, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi**, Erzurum, 283 s.

Emodi, A. S. and Scialpi, L. (1980). Quality of Bread Fortified with Ten Micronutrients. **Cereal Chemistry**, 57: 1-3.

FAO/WHO (2003). Feeding Hope: Nutrition Plays Key Role in HIV/AIDS Care. **World Health Organization**, http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr 18/en/ (25.02.2003).

Fermin, B. C., Hahm, T. S., Radınsky, J. A., Kratochvil, R. J., Hall, J. E. and Lo, Y. M. (2005). Effect of Proline and Glutamine on the Functional Properties of Wheat Dough in Winter Wheat Varieties. **Journal of Food Science**, 70(4): 273-278.

Fernandez, E., Chatenoud, L., Vecchia, C. L., Negri, E. and Franceschi, S. (1999). Fish Consumption and Cancer Risk. **American Journal of Clinical Nutrition**, 70: 85-90.

Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T. R. and Arendt, E. K. (2003). The Effect of Dairy and Rice Powder Addition on Loaf and Crumb Characteristics, and on Shelf Life (Intermediate and Long-Term) of Gluten-Free Breads Stored in a Modified Atmosphere. **European Food Research and Technology**, 218: 44-48.

Galvez, A., Morales de Leon, J. ve Bourges Rodriguez H. (1985). Development of an Enzymatic Fish Hydrolysate and Its Use in Instant Soup Bases. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 35(4): 686-695.

Gambaro, A., Fiszman, S., Gimenez, A., Varela, P. and Salvador, A. (2004). Consumer Acceptability Compared with Sensory and Instrumental Measures of White Pan Bread: Sensory Shelf-life Estimation by Survival Analysis. **Journal of Food Science**, 69(9): 401-405.

Gayle, P. E., Knight, E. M., Adkins, J. S. and Harland, B. F. (1986). Nutritional and Organoleptic Evaluation of Wheat Breads Supplemented with Pigeon Pea (Cajanus cajan) Flour. **Cereal Chemistry**, 63: 136-138.

Gomez, J. C., Castellanos, M. R. and Salazar, Z. A. (1998). Evaluation of Reological and Sensorial Characteristics of Breads Prepared with a Mix of Sunflower Protein Concentrate and Texturized Soy Protein. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 48(2):165-168.

Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C. A., Caballero, P. A. and Apesteguia, A. (2003). Effect of Dietary Fibre on Dough Rheology and Bread Quality. **European Food Research and Technology**, 216: 51-56.

Gormley, T. R., Elbel, C., Gallagher, E. ve Arendt, E. K. (2003). Fish Surimi as an Ingredient in Gluten-Free Breads. **WEFTA(West European Fish Technologists' Association)/TAFT(Trans Atlantic Fisheries Technology) Conference,** Reykjavik-Iceland, s: 246-248 .

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. (1995). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Ders Kitapları Seri No: 69, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi**, Erzurum, 268 s.

Gürdağ, M., Kurtsan, D. ve Bağlı, B. (2001). "21. Yüzyılın Gelişen Trendi Fonksiyonel Besinler ve Sağlıklı Beslenme", Kritek-2001. **Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü**, s. 255-261.

Hall, G.M. (1994) Fish Processing Technology, **Blackie Academic and Professional Publishers, Published in North America by VCH Publishers, Inc.,** New York, 309s.

Hallab, A. H., Khatchadourian, H. A. and Jabr, I. (1974). The Nutritive Value and Organoleptic Properties of White Arabic Bread Supplemented with Soybean and Chickpea. **Cereal Chemistry**, 51: 106-111.

Hallen, E., İbanoğlu, Ş. and Ainsworth, P. (2004). Effect of Fermented/Germinated Cowpea Flour Addition on the Rheological and Baking Properties of Wheat Flour. **Journal of Food Engineering**, 63: 177-184.

Haupt, M. F., McKee, D. M., Mayers, G. and Pollina, L. K. (1997). Fortification of Cornbread with Lysine. **Journal of the American Dietetic Association**, 97:83-88.

Hayashi, M. and Seguchi, M. (1998). Iron-Enriched Bread with Karkade (*Hibiscus sabdariffa*) and Wheat Flour. **Cereal Chemistry**, 75(5):686-689.

Hegsted, D. M. (1968). Amino Acid Fortification and The Protein Problem. **American Journal of Clinical Nutrition**, 21: 688-694.

Hertrampf, E. and Cortes, F. (2004). Folic Acid Fortification of Wheat Flour: Chile. **Nutrition Review.**, 62(6 Pt 2): 44-49.

Hertrampf, E., Cortes, F., Erickson, J. D., Cayazzo, M., Freire, W., Bailey, L. B., Howson, C., Kauwell, G. P. and Pfeiffer, C. (2003). Consumption of Folic Acid-Fortified Bread Improves Folate Status in Women of Reproductive Age in Chile. **Journal of Nutrition**, 133(10): 3166-3169.

Hoşcucu, H. (1991). Av Araçları ve Avlanma Sistemleri, **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu**, Yayın No: 22, İzmir, s. 5-6.

Johansson, M., Witthöft, C. M., Bruce, A. and Jagerstad, M. (2002). Study of Wheat Breakfast Rolls Fortified with Folic Acid: The Effect on Folate Status in Women During a 3-month Intervention. **European Journal of Nutrition**, 41: 279-286.

Kadharmestan, C., Baik, B. K. and Czuchajowska, Z. (1998). Whey Protein Concentrate Treated with Heat or High Hydrostatic Pressure in Wheat-Based Products. **Cereal Chemistry.**, 75(5):762-766.

Kenny, S., Wehrle, K., Stanton, C. and Arendt, E. K. (2000). Incorporation of Dairy Ingredients into Wheat Bread: Effects on Dough Rheology and Bread Quality. **European Food Research and Technology**, 210: 391-396.

Khalil, A. H., Mansour, E. H. and Dawoud, F. M. (2000). Influence of Malt on Rheological and Baking Properties of Wheat-Cassava Composite Flours. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, 33: 159-164.

Kolanovski, W. and Laufenberg, G. (2005). Enrichment of Food Products with Polyunsaturated Fatty Acids by Fish Oil Addition. **European Food Research and Technology**, 217: 89-98.

Kolsarıcı, N. ve Ensoy, Ü. (1996). Surimi Teknolojisi. **Gıda**, 21(6): 389-401.

Krinstinsson, H. G. and Rasco, B. A. (2000). Fish Protein Hydrolisates: Production, Biochemical and Functional Properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 40(1): 43-81.

Kwee, W. H., Sidwell, V. D., Wiley, R. C. and Hammerle, O. A. (1969). Quality and Nutritive Value of Pasta Made from Rice, Corn, Soya, and Tapioca Enriched with Fish Protein Concentrate. **Cereal Chemistry**, 46: 78-84.

Lanier, T. C. (1986). Functional Properties of Surimi. **Food Technology**, 40: 107-124.

Lanier, T. C. and Lee, C. M. (1992). Surimi Technology, **Marcel Dekker, Inc.**, New York, NY, 528s.

Lee, C. M. (1984). Surimi Process Technology. **Food Technology**, 38: 69-80.

Lee, C. M. (1986). Surimi Manufacturing and Fabrication of Surimi Based Products. **Food Technology**, 40(11): 115-124.

Lee, C. M. (1986). Surimi Process Technology. **Food Technology**, 38: 69-80.

Lee, C. M. ve Kim, J. M. (1986). The Relationship of Composite Characteristics to Reological Properties of Surimi Gel, In Food Engineering and Process Applications (Le Maguer, M. and Jelen, P. eds.), **Elsevier Applied Science**, England, s. 63-79.

Loker, G. B. (2004). Fortification of Turkish Traditional Bread with Vitamins-Minerals and Evaluation in Vulnerable Group Diets. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, 13: 160-160.

Nikkila, E. M., Constantinides, S. M. and Meade, T. L. (1976). Supplementation of Arabic and Indian Breads with Fish Protein Concentrate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 24(6): 1144-1147.

Özçelik, B. (2003). Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık: Yeni Ürün Tasarımları. İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, http://www.food.itu.edu.tr/Fonksiyonel_gida_BO.pdf (16.10.2003).

Park, H., Seib, P. A., Chung, O. K. and Seitz, L. M. (1997). Fortifying Bread with Each of Three Antioxidants (1). **Cereal Chemistry**, http://www.aaccnet.org/cerealchemistry/abstracts/1997/0401-03r.asp (21.06. 1997).

Patel, K. M., Caul, J. F. and Johnson, J. A. (1977). Horsebean as Protein Supplement in Breadmaking. III. Effects of Horsebean Protein on Aroma and Flavor Profile of Moroccan-Type Bread. **Cereal Chemistry**, 54: 379-387.

Patterson, J. (2002). Introduction-Comparative Dietary Risk: Balance the Risk and Benefits of Fish Consumption. **Comments on Toxicology**, 8: 337-343.

Pekcan, G. ve Yurttagül, M. (1996). Beslenme. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP): **Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Serisi**, Yayın Seri No: 20, Ankara, 135 s.

Pekcan, G. (2001). Türkiye' de Beslenme Sorunları ve Boyutları: Besin ve Beslenme Politikaları ve Önemi. **DSÖ Türkiye İrtibat Ofisi-WHO Turkey Liaison Office**, http://www.un.org.tr/who/bulten/turk/bul5beslenmesorun.HTM(01.10.2001).

Pigott, G. M. (1986). Surimi: The High Tech Raw Materials From Minced Fish Flesh. **Food Reviews International**, 2(2): 213-246.

Ponte, J. G., Ovadia JR. and Ovadia D. Z. (1996). Baked Goods Freshness, Technology, Evaluation and Inhibition of Staling. **Marcel Dekker, Inc.**, s. 151-170.

Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Langemeier, J. and Rogers, D. E. (1995). Stability and Contribution of Beta Carotene Added to Whole Wheat Bread and Crackers. **Cereal Chemistry**, 72: 139-141.

Ranum, P. M. (2000). Cereal Enrichment and Nutrient Labelling. Handbook of Cereal Science and Technology, (Kulp, K. and Ponte, J., G. Eds.), **Marcel Dekker, Inc.**, New York, s. 697-704.

Rasmussen, P. H. and Hansen, A. (2001). Staling of Wheat Bread Stored in Modified Atmosphere. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, 34: 487-491.

Reinhard, W. D., Khan, K., Dick, J. W. and Holm, Y. (1988). Shelf Life Stability of Spaghetti Fortified with Legume Flours and Protein Concentrates. **Cereal Chemistry**, 65: 278-281.

Roussel, H. and Cheftel, J. C. (1988). Characteristics of Surimi and Kamaboko from Sardines. **International Journal of Food Science and Tecnology**, 23: 607-623.

Sanchz, H. D., Osella, C. A. and de la Torre, M. A. (1998). Nutritional Improvement of French Type Bread. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 48(4): 349-353.

Sangnark, A. and Noomhorm, A. (2003). Effect of Particle Sizes on Functional Properties of Dietary Fibre Prepared from Sugarcane Bagasse. **Food Chemistry**, 80: 221-229.

Sangnark, A. and Noomhorm, A. (2004). Effect of Dietary Fiber From Sugarcane Bagasse and Sucrose Ester on Dough and Bread Properties. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, 37: 697-704.

Scott, D. (1988). Use of Surimi in Food Industry. **Food Technology in New Zealand**, 23(7): 31-34.

Sencer, E. (1991). "Proteinler". Beslenme ve Diyet, **İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi**, İstanbul, s. 21-36.

Shehata, N. A. (1992). Biological Study on the Effect of Supplementing Wheat Flour with Fish Protein Concentrate. **Nahrung**, 36(5): 473-476.

Sidwell, V. D. and Hammerle, O. A. (1970). Changes in Physical and Sensory Characteristics of Doughs and of Bread, Containing Various Amount of Fish Protein Concentrate and Lysine. **Cereal Chemistry**, 47: 739-745.

Sidwell,V. D., Stillings, B. R. and Knobl, G. M. (1971). A Premix of FPC and Wheat Flour can be Made and Transported. **Commercial Fisheries Review**, 33(1): 39-41.

Sipahi, T., Duyuluer, G., Tavil, B. ve Arcasoy, A. (2003). Okul Öncesi Çocuklarda Marginal Çinko Eksikliği. **Turkish Journal of Haematology**, http://www.tjh.com.tr/supplement-summary.php3?id=136&journal=33 (01.09. 2003).

Sikorski, Z. E., (1994). Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. **Department of Food Preservation and Technical Microbiology Technical University**, Gdansk, Poland, s. 139-141.

Stampfer, M. J., Hu, F. B., Manson, J. E., Rimm, E. B. and Willett, W. C. (2000). Primary Prevention of Coronary Heart Disease in Women through Diet and Lifestyle. **The New England Journal of Medicine**, 343: 16-22.

Stillings, B. R., Sidwell, V. D. and Hammerle, O. A. (1971). Nutritive Value of Wheat Flour and Bread Supplemented With Either Fish Protein Concentrate or Lysine. **Cereal Chemistry**, 48: 292-302.

Taha, F. S., Attia, M. and Shehata, N. A. (1982). Protein Enrichment of Bread: I. Chemical and Sensoric Evaluation. **Zeitschrift für Ernährungswissenschaft**, 21(1): 77-82.

Tsen, C. C., Mojibian, C. N. and Inglett, G. E. (1974). Defatted Corn-Germ Flour as a Nutrient Fortifier for Bread. **Cereal Chemistry**, 51: 262-271.

TÜBİTAK (2003). Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörüsü Projesi, Tarım ve Gıda Paneli (Ön Rapor), **TÜBİTAK**, Ankara, s. 6-11.

Ünlüsayın, M., Bilgin, Ş., İzci, L. ve Gülyavuz, H. (2002). Sudak (*Sander Lucioperca* L. Kottelat, 1997) ve Kadife (*Tinca Tinca* L. 1758) Balığı Fileto Artıklarından KöfteYapımı ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 6(3): 34-43.

Vaghefi, A. S. B. and Delgosha, M. (1975). Fortification of Persian-Type Bread with Vitamin. **Cereal Chemistry**, 52: 753-756.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T. (2004). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. **İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi**, Yayın No: 4465, İstanbul, 491 s.

Vulicevic, I. R., Abdel-Aal, E-S. M., Mittal, G. S. and Lu, X. (2004). Quality and Storage Life of Par-Baked Frozen Breads. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, 37: 205-213.

Whittaker, P., Tufaro, P. R. and Rader, J. I. (2001). Iron and folate in fortified cereals. **Journal of the American College of Nutrition**, 20(3): 247-54.

Windsor, M. L. (2001). Fish Protein Concentrate. **Torry Research Station**, No:39. www.fao.org/wairdocs/tan (2001).

World and Health Organization, (2003). Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases, **WHO Technical Report Series (916)**, Geneva, s. 1-3.

Wray, T. (1987). Surimi: A Protein for the Future. **Food Manufacture**, 62: 48-49.

Yahia, D. A., Madani, S., Prost, J., Bouchenak, M. and Belleville, J. (2005). Fish Protein Improves Blood Pressure But Alters HDL2 and HDL3 Composition and Tissue Lipoprotein Lipase Activities in Spontaneously Hypertensive Rats. **European Journal of Nutrition**, 44: 10-17.

Yaseen, A. A., El-Din, M. H. A. S. and El-Latif, A. R. A. (1991). Fortification of Baladi Bread with Tomato Seed Meal. **Cereal Chemistry**, 68: 159-161.

Yetim, H. ve Aras, N. M. (1995). Su Ürünlerinin Değerlendirilmesi Açısından Surimi Teknolojisi, **Doğu Anadolu Bölgesi II. (1995) Su Ürünleri Sempozyumu**, Erzurum, s. 375-389.

Yiğit, E.K. ve Tezcan S. (2004) Bebeklerin Beslenme Alışkanlıkları,Çocukların ve Annelerin Beslenme Durumu**. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması, 2003. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Sağlık Bakanlığı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması**

Genel Müdürlüğü, Devlet Planlama Teşkilatı ve Avrupa Birliği, Ankara, 141-155. http://www.hips.hacettepe.edu.tr/tnsa2003/index.htm

Yücecan, S. (2001). Sağlıklı Yaşam Sürecinde Fonksiyonel Besinlerin Yeri ve Önemi. **DSÖ Türkiye İrtibat Ofisi-WHO Turkey Liaison Office,** http://www.un.org.tr/who/nutrition/..%5Cbulten%5Cturk%5Cbul5fonksiyonbesinler.HTM (Ekim 2001).

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Seda DURSUN

Ana Adı : Sema

Baba Adı : Sedat

Doğum yeri ve tarihi : İstanbul/08.07.1981

Lisans eğitimi ve mezuniyet tarihi: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü/04.07.2002

Bildiği yabancı dil : İngilizce