

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FENİLKETONÜRİ HASTALARI (PKU) VE
ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BİSKÜVİ ÜRETİMİ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özen PARLAK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN, 2018

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FENİLKETONÜRİ HASTALARI (PKU) VE
ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BİSKÜVİ ÜRETİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Özen PARLAK
(172082701)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR

HAZİRAN, 2018

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 172082701 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Özen PARLAK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "FENİLKETONÜRİ HASTALARI (PKU) VE ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BİSKÜVİ ÜRETİMİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR**
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Aycan CINAR
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Emine AYDIN
Düzce Üniversitesi

Savunma Tarihi : 25 Haziran 2018

FBE Müdürü : **Doç. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi/...../.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Özen PARLAK

İmzası :

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim sırasında ve tez aşamasında beni yönlendiren, her konuda yardımcı olan, öneri ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve kendisini örnek aldığım çok değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR'a,

Bu tez çalışmada Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında bana destek olan Bursa Teknik Üniversitesine,

Bana maddi ve manevi olarak destek veren ve her daim yanımda olan aileme,

Desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşim Haşim PARLAK ve ailesine çok teşekkür ederim.

Haziran 2018

Özen PARLAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR.....	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ.....	14
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	16
2.1 Proteinler ve Amino Asitler	16
2.2 Protein ve Amino Asit Metabolizması Bozuklukları	17
2.2.1 Çölyak hastalığı.....	19
2.2.2 Fenilketonüri (PKU)	25
2.3 Bisküvi	31
2.3.1 Bisküvinin temel bileşenleri.....	32
2.3.1.1 Un.....	32
2.3.1.2 Yağ (Şortening).....	32
2.3.1.3 Tatlandırıcı	33
2.3.1.4 Su.....	33
2.3.1.5 Kabartma tozu	34
2.3.1.6 Kıvam artırıcılar (gamlar)	34
2.3.1.7 Nişasta	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1 Materyal	37
3.2 Yöntem	37
3.2.1 Bisküvi üretimi.....	37
3.2.2 Kimyasal analizler.....	38
3.2.2.1 Nem miktarı tayini	38
3.2.2.2 Toplam kül miktarı tayini.....	38
3.2.2.3 Ham protein miktarı tayini	39
3.2.2.4 Ham yağ miktarı tayini.....	39
3.2.2.5 Amino asit kompozisyon tayini	39
3.2.2.6 Toplam diyet lif miktarı	39
3.2.2.7 Karbonhidrat ve enerji tayini	39
3.2.3 Fiziksel analizler	39
3.2.3.1 Çap ve yayılma oranı	39
3.2.3.2 Renk analizi.....	40
3.2.3.3 Tekstür analizi.....	40
3.2.4 Duyusal analiz.....	40

3.2.5 İstatistiksel analiz.....	40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	41
4.1 Bisküvilerin Kimyasal Özellikler	41
4.1.2 Kül.....	43
4.1.3 Protein	43
4.1.4 Yağ.....	44
4.1.5 Amino asit kompozisyon tayini	44
4.1.6 Diyet lif	45
4.1.7 Karbonhidrat	45
4.1.8 Enerji.....	45
4.2 Bisküvilerin Fiziksel Özellikleri	46
4.2.1 Çap ve yayılma oranı	46
4.2.2 Renk ve tekstür.....	47
4.3 Bisküvilerin Duyusal Özellikleri.....	49
5. SONUÇ.....	55
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	64

KISALTMALAR

AACCI	: Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
CAC	: Uluslararası Gıda Kodeksi Komisyonu
FA	: Fenilalanin
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FHA	: Fenilalanin hidroksilaz enzimi
HFA	: Hiperfenilalaninemi
KMH	: Kalıtsal metabolizma hastalıkları
PKU	: Fenilketonüri
TGKY	: Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
Vb	: Ve benzeri
WHO	: World Health Organization

SEMBOLLER

a	: Kırmızı ve yeşil renk değeri
b	: Sarı ve mavi renk değeri
CO₂	: Karbondioksit
g	: Gram
Kg	: Kilogram
L	: Beyaz ve siyah renk değeri
mg	: miligram
ml	: Mililitre
NH₂	: Amin grubu
ppm	: Milyonda bir
μmol	: Mikromol

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları.	18
Çizelge 2.2 : Türkiye ve dünyadaki çölyak hastalığı görülme riski.	22
Çizelge 2.3 : Türkiye ve diğer bazı ülkelerde PKU sıklığı.	29
Çizelge 3.1 : Bisküvi formülasyonu.	37
Çizelge 4.1 : Bisküvilerin nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, diyet lif,	42
Çizelge 4.2 : Bisküvilerin çap ve yayılma oranları.	47
Çizelge 4.3 : Bisküvilerin renk ve sertlik değerleri.	48
Çizelge 4.4 : Bisküvilerin duyuşal değerleri.	51
Çizelge 4.5 : Bisküvilerin duyuşal değerleri.	54

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Fenilalaninin kimyasal yapısı	25
Şekil 2.2 : Fenilketonüri neden oluşur	26
Şekil 2.3 : Otozomal çekinik gen aktarımı	29
Şekil 3.1 : Bisküvi örnekleri	38



FENİLKETONÜRİ HASTALARI (PKU) ve ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BİSKÜVİ ÜRETİMİ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı fenilketonüri (PKU) ve çölyak hastalarının rahatça tüketebileceği gluten içermeyen, düşük proteinli bisküvi üretimini araştırmak ve farklı kıvam artıcıların bisküvi kalitesi üzerine etkisini belirlemektir. Denemelerde kıvam artırıcı olarak ksantan gam (0,10 g), pektin (0,15 g) ve gliserol monostearat (GMS) (0,40 g) kullanılmıştır. Ayrıca bisküvi üretiminde kuru üzüm, kuş üzümü, hurma, elma tarçın ilave edilmiştir. Sade bisküviler kontrol bisküvisi olarak üretilmiştir. Kimyasal analizler olarak nem, kül, protein, yağ, aminoasit kompozisyonu, diyet lif, karbonhidrat miktarı ve enerji değerlerine bakılmıştır. Fiziksel analiz olarak ise renk, tekstür, çap ve yayılma oranına bakılmıştır. Duyusal analizler 30 panelistin katılması ile yapılmıştır.

GMS içeren bisküvilerin % nem değerlerinin daha düşük olduğu ve pektin içeren bisküvilerin % kül değerlerinin diğer bisküvilere göre düşük olduğu görülmüştür. Protein değerleri pektinli sade (PS), pektinli kuş üzümlü (PU) ve pektinli elma tarçınlı (PE) bisküvilerde önemli düzeyde yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur ve sade bisküvilerin yağ oranı diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Fenilalanin miktarları pektinli kuru üzümlü (PK) bisküvide diğer bisküvilere göre önemli düzeyde yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur. Diyet lif değerleri elma tarçınlı bisküvilerde en yüksek çıkarken en düşük değerler sade olan bisküvilerde çıkmıştır. Karbonhidrat değeri en yüksek gliserol monostearat içeren kuş üzümlü (GU) bisküvide çıkmıştır. Enerji hesaplamasının sonucu olarak ise en yüksek enerji değerine sahip bisküvi gliserol monostearat içeren sade (GS) bisküvidir.

Renk değerleri L^* ksantan içeren sade (KS) bisküvide, a^* pektinli elma tarçınlı (PE) bisküvide, b^* değeri gliserol monostearat içeren hurmalı (GH) bisküvide önemli düzeyde yüksek ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tekstür analizinde sertlik değerini ksantan arttırmıştır. Yayılma oranı incelendiğinde gliserol monostearat içeren sade (GS) bisküvinin önemli düzeyde ($p<0,05$) yüksek olduğu görülmüştür.

Duyusal analiz sonuçlarında yüzey görünümü, kesit özellikleri, tadım özelliklerine ve satın alınabilirliğine bakılmış. En lezzetli bisküvi olarak pektinli kuş üzümlü seçilmiş olmasına rağmen, satın alınabilirlik olarak en yüksek puanı GMS'li elma tarçın içeren bisküvi almıştır.

Anahtar kelimeler: Çölyak, fenilketonüri, PKU, bisküvi, kıvam artırıcı.

PRODUCTION OF COOKIES FOR PHENYLKETONURIC (PKU) and CELIAC PATIENTS

SUMMARY

The purpose of this research to study the production of gluten-free, low-protein cookies that celiac and phenylketonuric patients can easily consume and determine the effect of different stabilisers on cookie quality. Xanthan gum (0,10 g), pectin (0,15 g) and glycerol monostearate (GMS) (0,20 g) were used as stabilisers in the experiments. In addition, raisins, black currant, dates, apple cinnamon were added in the production of cookies. No dry fruit addition cookies were produced as control cookies. As chemical analyzes, moisture, ash, protein, fat, amino acid composition, dietary fiber, carbohydrate amount and energy values were examined. As a physical analysis, the color, texture, diameter and spread ratio are examined. Sensory analysis was done with the participation of 30 panelists.

The moisture values of the cookies containing glycerol monostearate (GMS) were found lower than the other cookies. Ash values were found lower in ash% of cookies containing pectin. Protein values were significantly higher ($p < 0,05$) in control with pectin (PS), black currant with pectin (PU) and apple cinnamon with pectin (PE) cookies. The fat content of control cookies was higher than the others. The amounts of phenylalanine were significantly higher ($p < 0,05$) in the raisin with pectin (PK) cookies. Dietary fiber values were highest in apple cinnamon cookies, while the lowest values appeared in control cookies. Black currant (GU) cookies containing glycerol monostearate with the highest carbohydrate value. As a result of energy calculation, the highest energy value is the control cookie containing glycerol monostearate (GS).

The color values L^* were found to be significantly higher ($p < 0,05$) in the control (KS) cookie with xanthan. The a^* value apple cinnamon with pectin cookie (PE) and b^* value dates with glycerol monostearate cookie (GH) were found to be significantly higher ($p < 0,05$).

In the texture analysis, xanthan increased hardness values. When the spread ratio was examined, it was found that control cookie with GMS (GS) was significantly higher ($p < 0,05$).

As a result of the sensory analysis, surface appearance, section properties, tasting properties and purchasability were examined. Despite being with pectin black currant cookies as the most delicious cookies, the highest score in purchasability is the apple cinnamon with GMS.

Keywords: Celiac, phenylketonuria, PKU, cookie, thickener.

1. GİRİŞ

Gluten; buğday, çavdar, arpa gibi tahılların tanesinde bulunan bir protein çeşidi olmakla beraber hamur yapısının oluşumundaki en temel proteinlerden biridir. Buğdaydan veya diğer tahıllardan elde edilen unların yapısında bulunan gluten kalitesi, fırıncılık ürünlerinde oldukça önemlidir ve bir çok ürünün içinde ham madde veya yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır (Pylar, 1988).

Çölyak günümüzde en yaygın besin intoleranslarından biri olup buğday, çavdar, arpa, tritikale gibi tahıl ürünlerinden alınan glutene karşı, sindirim sisteminde meydana gelen alerjik bir reaksiyondur. Hastalığın belirtileri çok sık tekrarlanan karın şişliği, karın ağrıları, kronik ishal, açık renkli ve kötü kokulu dışkı, kilo kaybı, yorgunluk, kaslarda kramp ve büyüme bozuklukları olarak belirtilmektedir (Fasano, 2003; Lee ve Newman, 2003). Çölyak hastasının ince bağırsaklarında tahrişe sebep olan gluten intoleransının tek tedavi yöntemi ise hayatları boyunca gluten içermeyen besinleri tüketmektir. Ürünlerde mısır ve pirinç gibi doğal yapıları gereği gluten içermeyen tahıllar hammadde olarak kullanılmaktadır (Özkaya, 1999).

Dünya genelinde çölyak hastalığının görülme sıklığı 0,5-1/1000000 olduğu belirtilmiştir (Fasano ve Catassi, 2001; Pinier ve diğ, 2010). Aydoğdu ve Öztürk (2004) yaptıkları çalışmada çölyak hastası sayısının 300 ila 500 kişide bir olduğunu vurgularken buna rağmen yeterli çalışmaların olmadığına değinmiştir.

Fenilalanin elzem bir amino asit çeşididir. İnsanda nörolojik olarak beyin hücrelerin gelişmesinde, merkezi sinir hücrelerinin yapısında önemli rol oynar ve hücre içinde hidrolize olarak tirozine dönüşür. Fenilketonüri (PKU) hastalığı gen mutasyonu sonucu ortaya çıkan kalıtsal bir hastalıktır. Bu mutasyon fenilalanin hidrolizini sağlayan enzimin bulunmamasına veya yetersiz olmasına neden olur. Bu sebep ile kanda bulunan fenilalanin miktarında artış gözlemlenir ve beyin-kan bariyerinin geçmek için diğer alınması gereken önemli aminoasitlerin emilimini engelleyerek zeka geriliğine veya mental bozukluklara sebep olur. (Bélangier-Quintana ve diğ, 2011; Neyzi ve Ertuğrul, 2002). Ayrıca bir amino asit metabolizma bozukluğudur

(Seçkin, 2007; Waisbren ve diğ, 2007). PKU tedavisinde, yeni doğan döneminde tanı konmasıyla başlanması gereken fenilalanince kısıtlı özel diyet (düşük proteinli diyet) uygulaması (Seçkin, 2007) ile PKU'lu çocukların normal gelişimi ve sosyal bütünleşmeleri sağlanabilmektedir (Lee ve Newman, 2003). PKU hastalarının tüketiminin yasak olduğu başlıca gıdalar; et ve et ürünleri, deniz ürünleri, yumurta, süt ve süt ürünleri, fındık, tahıl ürünleri, ayrıca soya, aspartam içeren gıdalar veya bu gıdalardan elde edilmiş ürünlerdir. Kısacası yüksek protein veya yüksek fenilalanin içerikli besinlerdir (Waisbren ve diğ, 2007). Ülkemizde PKU hastalığının görülme sıklığı 1/4500'dir (Başaran, 1992). Bu değer diğer birçok ülkeye göre akraba evliliğinin fazla olması nedeniyle daha yüksektir. Ayrıca PKU Türkiye'de en yaygın amino asit metabolizma bozukluğu hastalığının olduğu rapor edilmiştir (Özgüç ve diğ, 1993).

Bisküvi; tahıl unu veya unları içine kabarmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde kullanılmasına izin verilen maddelerden (toz kakao, taze süt veya süt tozu, fruktoz ve glikoz şurubu, tuz, peyniraltı suyu tozu vb.) biri veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğurularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde edilen bir mamüldür (Maache-Rezzoug ve diğ, 1998).

Bisküvi, içeriğinde bulunan yumuşak buğday unu ve süt tozu gibi ingrediyanler nedeni ile PKU ve çölyak hastalarının yasak gıdalar listesinde yer almaktadır. Bu tez çalışmasının amacı, hazır gıda olarak her yerde rahatlıkla tüketilebilen, doygunluk hissi veren, enerji değeri yüksek olan, her yaştan insanın tercih ettiği bisküviyi çölyak ve PKU hastalarının da tüketebileceği bir formülasyon ile elde etmektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Proteinler ve Amino Asitler

Protein sözcüğünün Latince’de karşılığı “Yaşayan varlıklar için elzem azotlu öge” şeklindedir. Vücudun en küçük parçalarıdır aynı zamanda metabolik tepkimeleri katalize eden enzimlerin yapısını oluştururlar. Hücrelerde en fazla bulunan organik bileşiklerdir. Vücudun hemen hemen her bölümünde yer alırlar ve canlı hücrelerinin temel yapı taşını oluştururlar. Proteinler canlı bir hücrenin kuru ağırlığının %50’sini oluştururlar. Örneğin; karaciğer, yağsız çizgili kas ve böbrek dokularının kuru ağırlığının % 70-80’i proteindir. Memelilerin çizgili ve çizgisiz kaslarının genel olarak %18-20, kan plazmasının %6,5-7,5, beyin yaklaşık % 8, yumurta sarısının % 15’ni oluştururlar. Bitkilerin yaprak, sap, kök ve yumrularında protein miktarı tohumlarına oranla daha azdır. Marulda % 1,2, kuşkonmazda %1,8, lahanada %1,6, patateste %2 protein bulunurken bazı hububat ve baklagilde protein oranı daha yüksektir. Kuru fasulyede %18-22, soya fasulyesinde %37-39 civarında protein bulunur (Gökalp ve diğ, 2002).

Proteinler, vücut dokularının yapımında ve onarımında görev alırlar. Enzimlerin tümü, hormonların birçoğu ve virüslerin protein yapısında yer alırlar. Proteinler vücudun elzem amino asit ihtiyacını giderirler. Genellikle gıdaların duyuşal özelliklerini ve besleyici değerini belirleyen önemli bir etkidir. Organizmada taşıma ve depolama görevlerinde yer alırlar. Proteinlerin bağışıklık sisteminde görev alarak vücudun kendine ait olan ile olmayanın ayırımında önemli bir görevi vardır. Canlıda büyüme ve değişimden sorumludurlar (Saldamlı ve Temiz, 2007).

Amino asitler, değişik kimyasal yapıda bir köke (R) bağlı bir karboksil (COOH) ve bir de amin (NH₂) grubundan oluşan organik yapılardır. Amino asitler, birbiri ile karboksil ve alfa amino gruplarından bir molekül su çıkarak birleşmeleri ile peptitler oluşur. Bu bağa “peptit bağı” denir. Peptit bağında amino asitlerin diziliş sırası o proteinin özelliğini verir. Peptit bağlarının sayısı, amino asitlerin türü, polipeptit içinde bulunma sırası gibi faktörler vücuttaki her organın ve bireyin kendine öz bir

protein yapısını oluşturur. DNA'da meydana gelen herhangi bir bozulma sonucu protein zincirine farklı bir amino asidin gelmesi o proteinin işlevini bozar ve görevini yerine getiremez (Baysal, 2011).

Proteinler ve amino asitler canlı hücreler için çok önemliken bazı hastalıkların temel nedeni olabilmektedir. Örneğin çölyak hastalığında gluten proteini, fenilketonüri hastalığında fenilalanin bunlara birer örnek olmaktadır.

2.2 Protein ve Amino Asit Metabolizması Bozuklukları

İngiliz Doktor Archibald Garrod kalıtsal metabolik hastalıklar (protein ve amino asit metabolizması bozuklukları) açısından ilk önemli keşiflerde bulunmuştur. Bunların başında albinizm, alkaptonüri, sistinüri ve pentozüri gibi metabolizma bozuklukları gelirken, bu hastalıkların enzim eksikliğinden kaynaklandığını ve genetik bir metabolik bozukluk olduğunu ileri sürmüştür. İlerleyen çalışmalarında metabolik bozuklukların bir çoğunu ayrıntılı olarak tanımlamıştır (Garrod, 1923).

Garrod (1923) çalışmasına göre çoğu protein-amino asit metabolizması bozukluklarının sebebi, amino asit grupları veya tek bir amino asidin oksidasyonu için önemli olan geni kodlayan enzimde bir mutasyondur. Bu durumda en yaygın olarak ortaya çıkan sorun ise proteinleri hidrolize eden enzim eksikliğine sebep olmasıdır.

Protein - amino asit metabolizma bozuklukları toplumda çok yaygın değildir. Fakat buna rağmen bir çok çeşidi vardır (Garrod, 1923). Çizelge 2.1'de bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları verilmiştir.

Protein-aminoasit metabolizması bozukluklarının bazıları şu şekildedir;

Akçaağaç şurubu hastalığı (MSUD), protein yapı taşlarından olan lösin, izolösin ve valin amino asitlerinin metabolizmasında rol oynayan enzimlerin eksik veya olmamasından kaynaklanır. Ciddi nörolojik fonksiyon bozukluğu, nöbet, koma, solunum yetmezliği ve birçok hastada ölüme yol açar. Hayatta kalan hastalar genellikle zihinsel gerilik gösterir. İdrar ve kan örneklerinde lösin, izolösin ve valin amino asitleri yüksek düzeyde olur. İdrarda Akçaağaç şurubu veya yanmış şeker kokusu görülür (Karahana ve diğ., 2014).

Çizelge 2.1 : Bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları (Onat, 1996).

Hastalık	Sıklık	Hastalık	Sıklık
Fenilketonüri**	1:10,000	Hipofosfatazya	1: 100,000
Histidinemi	1:12,000	Glisinüri	1: 100,000
Sistinüri***	1:12,000	Hiperglisinemi	1: 100,000
İmminglisinüri	1:13,000	Cori Hastalığı	1: 125,000
Üre siklusu defektleri	1:30,000	Akçaağaç şurubu Hast.	1: 175,000
Menkes Hastalığı	1:35,000	Wilson hastalığı	1: 200,000
Metakromatik lökodistrofi	1:40,000	Alkaptonüri	1: 250,000
Hartnup Hastalığı	1:18,000		

Türkiye'deki bazı hastalıklarının görülme sıklıkları (**Fenilketonüri: 1:4500, ***Sistinüri: 1:1000)

Sistinüri hastalığı, sistin amino asiti idrar fizyolojisi pH'ında çözünürlüğü oldukça düşüktür ve bu yüzden idrar ile aşırı miktarda sistin, lizin, arjin ve ornitin atılır. İdrar ile aşırı miktarda atılan bu amino asitler idrar yollarında veya böbreklerde yaşamları boyunca taş oluşumu riskini artırır (Altınışık, 2006).

Histidinemi, histidin proteinin yıkımında sorumlu olan histidaz enziminin kalıtsal eksikliği ile meydana gelir. Kanda ve dokularda histidin miktarı artar. Histidinemide klinik bulgu olarak mental gerilik ve konuşma güçlüğü saptanır (Altınışık, 2006).

Hartnup hastalığı, triptofan aminoasit metabolizması bozukluğudur ve idrarda yüksek oranda triptofan ve indolasetik asit görülür. Mental geriliğe ve deri hastalıklarına sebep olur (Altınışık, 2006).

Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi kalıtsal metabolizma hastalıklarının görülme sıklığı oldukça düşüktür. Kesin klinik bulgularının olmaması veya kişiye özgü bulguların olmasından dolayı bir çoğunun tanısı atlanmaktadır. Bu nedenle tespit edilen sayıdan daha fazla oldukları düşünülmektedir. Özellikle de Türkiye'de akraba evliliğinin yaygın olması sebebi ile amino asit metabolizma bozukluklarının oranı diğer ülkelere oranla daha yüksektir (Onat, 1996).

2.2.1 Çölyak hastalığı

Çölyak hastalığının başlıca nedeni, gluten proteininin bir alt fraksiyonu olan gliadindir. Gluten proteini, yulaf, buğday, çavdar, pirinç, darı, kuş yemi gibi tahıllarda bulunan proteinlerdir. Eski çağlardan bu zamana kadar insanoğlu için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Mısır, pirinç, buğday dünyada en çok üretilen tahıllarken , un, irmik, nişasta, bulgur, ekmek, makarna, kek, bisküvi, kurabiye gibi yarı mamül veya mamüllerin üretiminde yer alan buğday ise tahıllar içerisinde en önemli yeri alır. Gluten proteini, buğday tanesinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Pylar, 1988).

Glutenin kimyasal yapısı, protein (%7-18), su (%8-14), mineral madde (%1-2), karbonhidrat (%65-75), lipit (% 1-3), eser miktarda vitamin ve enzimden oluşur (Elgün ve Ertugay, 1995). Battais ve diğ. (2005)'e göre unda bulunan proteinler hamur oluşturmayan (%15 albumin, globulin, peptidler ve aminoasitler) ve hamur oluşturanlar (%85 Gliadin ve Glutenin) olmak üzere ikiye ayrılır. Unda bulunan proteinler albumin, globulin, gliadin ve glutenin olmak üzere 4 fraksiyona ayrılır. Değirmencilik açısından en önemli proteinler gliadin ve glutenindir. Bunlar endosperm proteinlerinin yaklaşık % 80-85'ini oluşturur. Gliadin, alkol ile çözünür. Hamurun uzayabilirliğinden sorumludur. Glutenin ise asidik ortamlarda çözünür. Toplam protein miktarının %40-50'sini oluşturur ve hamurun elastikiyetinden sorumludur. Albuminler suda, globulinler ise tuzlu suda çözünürler (Gianibelli ve diğ, 2001). Bu bileşenlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri fırıncılık sektöründe hamurun veya yapılan ürünlerin yapısı için oldukça önemlidir. Çünkü fermentasyon aşamasında oluşan gazlar, elastik yapıyı oluşturan gluten ağ yapısı tarafından tutularak ürünün kabarmasını sağlar (Elgün ve Ertugay, 1995).

Un, tuzlu su ile yıkandığında albumin ve globulin proteinleri ve nişasta ortamdaki uzaklaştırılmaktadır. Geriye kalan gliadin ve glutenin suyu emerek, gluten denen yapıyı oluşturmaktadır. Gluten, hamura elastik ve plastik bir yapı verir. Bu sayede hamurun uzayabilirliği ve geri çekme dayanımı artar. Yoğurma sırasında ağ gibi bir yapı oluşturan gluten, fermentasyon esnasında mayalar tarafından üretilen karbondioksit gazını tutarak ürünün kabarmasını ve gözenekli yapı oluşmasını sağlar. Ayrıca büyük hacimli bir ekmek oluşmasını sağlar. Hamurun reolojik ve pişme özelliklerinin gelişmesinde ve yapının stabilizasyonunda önemli bir rol oynar (Anonim, 1982; Pomeranz, 1987; Hosenev, 1994). Hamur yapısında bulunan glutenin

iç fraksiyonlarının birbirine oranı (glutenin/gliadin) yüksek ise hamur kuvvetinde artış görülmektedir (Uthayakumaran ve diğ, 1999; Gianibelli ve diğ, 2001). Yukarıda da belirtildiği gibi gluten fırıncılık sektörünün yanında et, sosis, çorba vb. hazır gıdalarda da bulunmaktadır. Bu ürünlerde glutenin görevi ise tekstür geliştirici, inceltici, su veya yağı tutucu olarak kullanılmaktadır (Denery-Papini ve diğ, 1999).

Bisküvi, fırıncılık hatta diğer bazı ürünlerin üretimi için bu kadar önemli olan gluten, içeriğindeki protein yapısından dolayı çölyak ve fenilketonüri hastaları tarafından tüketilememektedir. Buğday, arpa ve çavdar unu içeren her türlü besin maddesinin glutensiz beslenmede yenilmesi sakıncalıdır (Battais ve diğ, 2005).

Bazı insanlar tahıl ve ürünlerini tükettikten sonra sindirim ve emilim sırasında rahatsızlıklar yaşarlar. Bu rahatsızlıkların sebeplerinden biri de çölyak rahatsızlığıdır (Özkaya, 1999; Battais ve diğ, 2005). Çölyak hastalığı, gluten veya bazı tahıl proteinlerine karşı bağırsaklarda görülen bir alerjik reaksiyondur. Ayrıca genetik bir hastalıktır. Çölyak hastaları gluten ihtiva eden gıdalar tükettiklerinde ince bağırsağındaki villus yapısı zarar görerek tahriş olur (Fasano ve Catassi, 2001; Thompson, 2003) ve vücut için gerekli olan vitamin ve mineral gibi besin maddelerinin emiliminde güçlük yaşarlar (Özkaya, 1999). Dolayısıyla, vücuttaki tüm sistemler olumsuz yönde etkilenmektedir. Böyle bir durumda hasta tükettiği besinlerden yeterince besin alamaz ve besin yetersizliğinin beraberinde birçok hastalığa maruz kalır.

Çölyak hastalığı ilk olarak 1888 yılında Samuel Gee tarafından tanımlanmasına rağmen çok daha eski zamanlara, millattan önce birinci yüzyıla dayanmaktadır. Dicke 1950 yılında günlük alınan yiyecekler arasından buğdayın uzaklaştırılması ile çölyak hastalığının belirtilerinin azaltılabileceğini göstermiştir (Gobbetti ve diğ, 2007). Hollandalı bir bilim adamı tarafından II. Dünya Savaşı sırasında ekmeğin tüketilemediği zamanlarda çölyaklı çocukların hastalık belirtilerinin azaldığını gözlemlemiştir ve bu sayede çölyak tedavisi hakkında çalışmalar başlamıştır (Ensminger ve diğ, 1995).

Erken çocukluk döneminde (ilk 2 yaş) hastalığın klasik belirtileri ishal, kusma, iştahsızlık, karın şişliği, kilo kaybı, kabızlık ve büyüme geriliğidir. Büyük çocuklarda ve yetişkinlerde ise tedavi edilemeyen veya nedeni bulunamayan kansızlık, kemik zayıflığı gibi durumlar da çölyak hastalığının belirtileri arasındadır (Urgancı, 2005).

Yetişkin çölyak hastalarının % 56'sında vitamin yetersizliği gözlemlenmiştir ve bu durum ciddi sağlık problemlerine sebep olmuştur (Hallert ve diğ, 2002). Çölyak hastalığında kesin bir tolere sınırı bulunmamakla beraber bazı hastalar çok az miktardaki gluteni tolere edebilirken bazı hastalar ise çok daha fazla gluteni tolere edebilmektedir (Türksoy ve Özkaya, 2006). Bebeklik dönemi ve çocukluk çağında bu hastalığa dikkat edilmezse gelişme problemi, depresyon, yaşamın ileri dönemlerinde osteoporoz ve tümör gibi bir çok hastalık meydana gelebilmektedir (Hernell ve diğ, 2001). Uygulanacak tek tedavi yöntemi glutensiz bir yaşam şeklidir. Buğday, arpa ve çavdar unu içeren her türlü besin maddesinin glutensiz beslenmede yenilmesi sakıncalıdır (Battais ve diğ, 2005).

Glutensiz bir şekilde beslenmeye başlayan hastaların bir çoğu uzun süre incelendiğinde, beslenme alışkanlıklarından dolayı kontrol gruplarına göre karbonhidrat, yağ ve protein alımında dengesizlikler olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu hastalarda temel besin maddelerinin alımının da kısıtlı olduğu gözlemlenmiştir (Mariani ve diğ, 1998; Alvarez – Jubete ve diğ, 2009).

Çizelge 2.2'de Türkiye ve dünyadaki çölyak hastalığı görülme riski verilmiştir. 2003 ve 2010 yılları arasında toplam çölyak hastası sayısı yaklaşık olarak 28000 civarındadır. Bu oran Avrupa (Finlandiya, Almanya, İtalya, İngiltere) ülkelerinde 2010 yılında toplam 29212 kişi iken diğer ülkelerde bu rakam yıllara ve yaşlara göre değişiklik göstermektedir (Ivarsson ve diğ, 2003).

Ülkemizde çölyak hastalığı oranının yüksek olmasının bir diğer nedeni ise akraba evliliklerinin çok daha fazla olmasıdır (Onat, 1996). Bu tablo göz önüne alındığında glutensiz beslenme için alternatif bir seçenek oluşturmak gıda sektöründe zorunluluk haline gelmiştir ve buna göre; ülkemizde glutensiz ürünler ile ilgili güncel yasal düzenlemeler 2012 yılında düzenlenen Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY) Glutensiz Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2012/4) ile belirlenmiştir. Bu tebliğe göre; son tüketiciye sunulmak üzere gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, melez çeşitleri de dahil olmak üzere buğday, arpa, yulaf veya çavdarın yerini tutan bir veya daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan gıdada gluten miktarı 20 mg/kg'yi aşamaz. Bu ürünlerin etiketlenmesinde, reklamında ve tanıtımında “glutensiz” ibaresi kullanılır (Anonim, 2012).

Çizelge 2.2 : Türkiye ve dünyadaki çölyak hastalığı görülme riski (Ivarsson ve diğ., 2003).

Ülke/Şehir	Çalışma grubu	Sayı	Çölyak Hastalığı Sıklığı	Yıl
Türkiye	Çocuk (6-17 yaş okul çocuklarında)	20190	1/212	2010
Türkiye(Ankara)	Çocuk (2-18 yaş sağlıklı veya hastaneye başvuran çocuk hastalarda)	1000	1/100 (1/111 biyopsiyle)	2008
Türkiye(Erzurum)	Çocuk (6-17 yaş okul çocuklarında)	1263	1/115 (1/158 biyopsiyle)	2005
Türkiye(Kayseri)	Erişkin (hastaneye başvuran)	906	1/100	2005
Türkiye(Ankara)	Kan vericiler	200	1,3/100	2004
Türkiye(Ankara)	Kan vericiler	5054	1/140	2003
Avrupa (Finlandiya, Almanya, İtalya, İngiltere)	Çocuk ve erişkin	29212	1/100	2010
Yunanistan	Erişkin	2230	1/558	2007
Tunus	Çocuk (6-12 yaş okul çocuklarında)	6286	1/157	2007
İran	Erişkin	2799	1/104	2006
Meksika	Kan vericiler	1009	1/37	2006
Tunus	Kan vericiler	2500	1/335	2006
USA	Erişkin (Afrika kökenliler)	700	1/77	2006
Portekiz	Çocuk	536	1/134	2006
Brezilya	Kan vericiler	3000	1/273	2006
Rusya	Kan vericiler	1740	1/42	2006
Finlandiya	Çocuk	3654	1/99	2003
İsviçre	Çocuk (11-18 yaş okul çocuklarında)	2000	1/132	2002
İngiltere	Erişkin	7550	1/100	2003
İspanya	Çocuk (okul çocuklarında)	3378	1/281	2002
Avustralya	Erişkin	3011	1/251	2001
Macaristan	Çocuk (3-6 yaş)	427	1/85	1999
Sahra(Batı Afrika)	Çocuk	989	1/20	1999
İrlanda	Erişkin	300	1/122	1997
İtalya	Çocuk	17201	1/210	1996

FAO (Food and Agriculture Organization) ve WHO (World Health Organization) tarafından kabul edilen ve gluten içermeyen gıdalar için geliştirilen Kodeks Standardı'na göre glutensiz gıdalar buğday prolamini ile çavdar, arpa, yulaf veya bunların melez varyetelerini içermeyen ingrediyenlerde 20 ppm'in altında; buğday, arpa, yulaf, çavdar ve bunların melezlerini içeren ve glutensiz hale getirilmiş ingrediyenlerde ise 200 ppm'in altında olmalıdır. Glutensiz ingrediyenler ile glutensiz hale getirilmiş ingrediyenler içeren karışımların gluten miktarı 200 ppm'i aşmaması gerektiği ifade edilmektedir (Gallagher ve diğ., 2004).

Literatürdeki bazı glutensiz gıda üretimi çalışmaları aşağıda verilmiştir.

Özmen (2011) yaptığı tez çalışmasında, pirinç ununa %20, %40 oranında mercimek, bezelye veya nohut unları katılarak hazırlanan glutensiz tarhana örneklerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelemiştir. Tarhana örneklerinin protein, tiamin, riboflavin, besinsel lif, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının mercimek, bezelye veya nohut unlarının ilavesiyle arttığı saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu ve genel olarak %40 oranında baklagil unu katkılı tarhanaların daha çok beğenildiği gözlenmiştir. Özellikle %40 mercimek unu katkılı tarhana örneğinin en beğenilen çorba olduğu belirlenmiştir.

Pehlivan (2016) yaptığı tez çalışmasında; yumrusu tropikal bölgelerde yetiştirilen tek yıllık bir bitki olan Gölevez'i (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) kullanarak glutensiz tarhana elde etmiştir ve bunun fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri belirlenmiştir. Gölevez yumruları iki saat süre ile haşlandıktan sonra glutensiz nişasta karışımına farklı konsantrasyonlarda eklenerek elde edilen hamurdan ekmek yapılmıştır (%0, %2,5, %5, %10, %12,5, %15, %17,5, %20). Gölevez yumrusunun glutensiz nişasta karışımına eklenmesinin, ekmeğin duyusal, tekstürel, fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinin gelişmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Ergin (2011), pirinç unu, mısır unu, patates unu, nohut unu, mısır nişastası ve patates nişastasını farklı oranlarda karıştırarak bisküvi, erişte ve pide üretiminde kullanmıştır. Yapılan ürünlerin kimyasal, fiziksel, duyusal ve tekstür analizlerini yaparak kendi aralarında karşılaştırmıştır. Pirinç unu, mısır unu ve mısır nişastası içeren örneklerin analiz sonuçları tüm ürünlerde daha iyi bulunmuş ve glutensiz ürün üretiminde temel hammadde olarak rahatlıkla kullanılabilceği belirlenmiştir. Patates

unu ve nohut unu da glutensiz ürünlerde başarıyla kullanılmış ve farklı tat ve aroma özelliklerine sahip ürünler elde edilmiştir.

Savtekin (2014) çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş mısır erişteleri üretimi yapmıştır. Çalışmada besinsel değeri yüksek olan baklagil unları (soya, nohut ve mercimek) %30, %40 ve %50 oranında mısır ununa eklenerek erişte örnekleri hazırlanmış ve bu erişte örneklerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Üretilen eriştelerin pişme özelliklerinin ilave edilen baklagil unu çeşidi ve oranına bağlı olduğu belirlenmiştir. Mısır, soya, nohut ve mercimek unlarının L^* , a^* , b^* renk değerlerinin farklı olması erişte örneklerinin renk değerlerini de etkilemiştir. Mısır eriştesi örneklerinde nohut veya mercimek unu katkısı kırılma için gerekli olan kuvveti ve kopma direncini mısır eriştesine göre arttırmıştır. Mısır eriştesine baklagil unu eklenerek elde edilen erişte örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu duyu analizi ile gösterilmiştir.

Paucean ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada pirinç ve hindistan cevizi unlarını karıştırarak çölyak hastaları için yeni bir bisküvi formülasyonu denemiştir. Çalışmada hindistan cevizi unu ve pirinç unu 100:0, 50:50, 30:70 oranlarında kullanılmıştır. Nem, kül, yağ, protein, karbonhidrat miktarlarına bakılmıştır. Hindistan cevizi ununun kül (%5,09) ve protein (%17,2) miktarları pirinç ununa göre daha yüksek bulunmuştur. Farklı oranlarda karıştırılan hindistan cevizi unu ve pirinç unu yağ, kül ve protein miktarları önemli bir artışa sebep olmuştur ($p<0,05$).

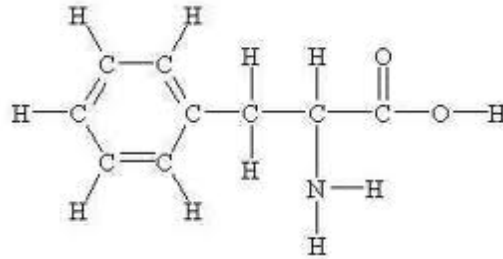
Bedawy ve diğ. (2009) mısır unu (%5-7,5-10-12,5), keçi boynuzu tozu, zerdaçal tozu ve kakao kullanarak çölyak hastaları için bisküvi çalışması denemiştir. Bisküvilerin mineral içeriği ve fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Yapılan bütün bisküvi çeşitlerinde yoğunluk, kalınlık ve spesifik hacim miktarlarında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p<0,05$). Fakat kakao ve zerdaçal tozu içeren bisküvilerde kalınlık, çap ve yayılma oranında önemli bir artış görülmüştür. Mısır unlu bisküvilerin karbonhidrat miktarları %7,5 ve %12,5 belirlenmiş olup, mısır unu ilavesi bisküvilerin karbonhidrat miktarlarını önemli düzeyde ($p<0,05$) düşürmüştür.

Çölyak hastaları için yapılan çalışmalarda ekmeğin yapısında bulunan glutenin çıkarılması denenmiştir. Fakat bu çalışmada ekmeğin pişirilmeden önce normal hamur yapısından daha zayıf ve daha sıvı olduğu gözlemlenmiştir. Pişirildikten sonra ise kolayca parçalan ve istenilen renkte olmayan bir yapı oluşturmuştur ve bir çok

kalite kusuruna sebep olmuştur (İşleroğlu ve diğ, 2009). Yapılan güncel çalışmalarda glutensiz ürünler elde edebilmek için nişasta, hidrokolloidler, gamlar, süt ürünleri ve gluten olmayan diğer protein çeşitleri kullanılmıştır. Bu çalışmaların sonucu olarak kabul edilebilir düzeyde lezzet, tekstür, raf ömrü gözlemlenmiştir (Gobbetti ve Rizzella, 2007).

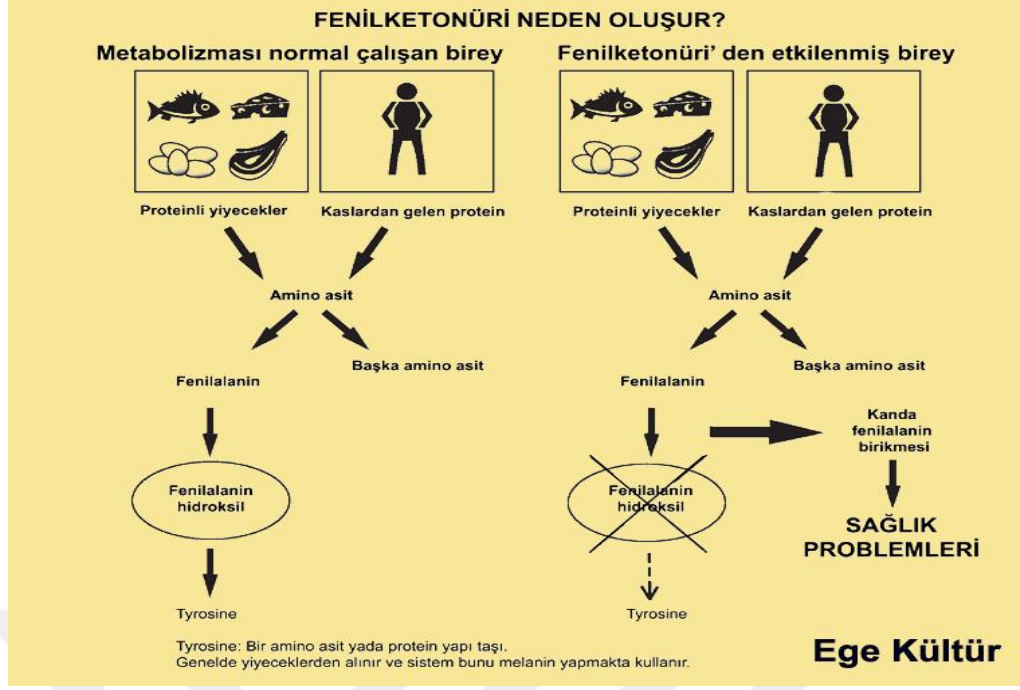
2.2.2 Fenilketonüri (PKU)

PKU hastalığının temelinde fenilalanin amino asidi vardır ve fenilalanin elzem bir amino asittir. Gıdalar ile beraber dışarıdan alınan bu amino asit insan sağlığı ve yapısı için oldukça önemlidir. Şekil 2.1'de fenilalanin yapısı gösterilmektedir (Saldamlı ve Temiz, 2007). Proteinlerin hepsinde %4 ile %5 oranlarında bulunmaktadır. Jelatinde %2, yumurtada ise %6 oranında bulunmaktadır. Fenilalanin vücutta tirozine dönüştürülür (Şekil 2.2) ve vücutta çeşitli görevleri olan dopamin, norepinefrinin, melanin, adrenalin ve tiroksinin yapısına katılır (Saldamlı ve Temiz, 2007; Anonim, 2009; Remko ve diğ, 2011). Özellikle norepinefrin yapımı için kullanılmakta olup, merkezi sinir sisteminde önemli görevlere sahiptir.



Şekil 2.1 : Fenilalaninin kimyasal yapısı (Saldamlı ve Temiz, 2007)

Protein yapımı için gerekli olmayan fazla fenilalanin (%75 kadarı), karaciğerde bulunan fenilalanin hidroksilaz (FAH) (fenilalanin-4-monooksijenaz) enzimi ile tirozine dönüştürülmektedir Bu geri dönüşümsüz bir hidroksilasyon reaksiyonudur (Hendriksz ve Walter, 2004). Fenilalanin eksikliğinde zihinsel düzensizlikler, anksiyete, depresyon, kronik yorgunluk görülebilir (Remko ve diğ, 2011).



Şekil 2.2 : Fenilketonüri neden oluşur (Haziran Ulusal Fenilketonüri Günü)

PKU ilk kez 1934 yılında Norveçli biyokimyacı ve klinisyen doktor Asbjörn Fölling tarafından bildirilmiştir. Doktor Fölling, zeka geriliği olan dört ve altı buçuk yaşında ve vücut kokusu küf kokusuna benzeyen iki çocuğu incelemiştir. İdrarlarına demir-3-klorür eklendiğinde kahve rengi olması gerekirken yeşil renk olmuştur. Benzer çalışmayı 430 zeka geriliğine sahip hastaya da yaparak sekiz hastada da benzer sonucu elde etmiştir. İdrarla atılan bu bileşiğin fenilpirüvik asit olduğunu tanımlamıştır (Centerwall ve Centerwall, 2000).

PKU, fenilalanin metabolizmasında yer alan fenilalanin hidroksilaz enzimini kodlayan gendeki mutasyon sonucu ortaya çıkan kalıtsal bir protein metabolizması bozukluğudur (Smith ve Lee, 2000; Scriver ve Kaufman, 2001; Seçkin, 2007; Waisbren ve diğ, 2007, Belanger-Quintana ve diğ, 2011). Bu mutasyon enzimin bulunmamasına veya yetersiz olmasına neden olur. Bu bozukluk esansiyel bir aminoasit olan ve günlük olarak tükettiğimiz besinlerde yer alan, fenilalaninin metabolize edilemeyerek tirozine dönüşmemesine ve böylece plazmada fenilalanin düzeyinin normalin 20-30 katı kadar artmasına sebep olmaktadır. Kanda aşırı derece biriken fenilalanin, kan-beyin bariyerini geçmek için diğer aminoasitlerin önüne geçer ve beyinde bazı gerekli metabolitlerin azalmasına (Neyzi ve Ertuğrul, 2002) ve bu durumda zeka geriliği gibi mental rahatsızlıklara neden olmaktadır. (Bélanger-Quintana ve diğ, 2011). Bunun yanısıra kasılma nöbetleri, dikkat eksikliği, egzama,

renk pigmentinde azalma, hiperaktivite, otonomi kaybı, agresiflik, asosyallik gibi davranış bozuklukları da meydana gelebilir (Scriver ve Kaufman, 2001; Demirkol ve diğ., 2011). Bu artış sonucunda protein sentezi baskılanmakta, miyelin sentezi azalmakta, serotonin, dopamin, norepinefrin nörotransmitterlerinde önemli azalmalar tespit edilmektedir (Prasad ve diğ., 1998; Küçükkasap, 2006; Seçkin, 2007; Waisbren ve diğ., 2007).

PKU hastalığının tedavisinde, yeni doğan döneminde tanı konmasıyla başlanması gereken fenilalanince kısıtlı özel diyet uygulaması (Seçkin, 2007) ile PKU'lu çocukların normal gelişimi ve sosyal bütünleşmeleri sağlanabilmektedir (Lee ve Newman, 2003). Uygulanması gereken diyet, fenilalanince ve proteince kısıtlı, yaşa ve kiloya uygun vitamin-mineral eklenmiş aminoasit karışımlarından oluşmalıdır (Seçkin, 2007). Tedavide genellikle, gıdalar ile alınan fenilalanin miktarını azaltarak kan fenilalanin düzeyinin normal sınırlar içinde tutulması sağlanmaktadır. Bu diyet tedavisinde, diyetin protein, enerji, vitamin, mineral ve fenilalaninden yana yeterli ve dengeli olması için “tüketilmemesi gereken gıdalar”, “tüketimi serbest gıdalar” ve “sınırlı miktarda tüketilecek gıdalar (tartılarak verilmelidir)”, PKU hastaları tarafından bilinmelidir (Özer ve diğ., 2008).

FAH eksiklikleri, normal yani yaşına uygun miktarda proteinli diyet alırken saptanan kan FA düzeylerine göre sınıflandırılır (Dobrowolski, 2011, Sadubray ve diğ., 2012).

Klasik PKU: Kan FA düzeyi $\geq 1200 \mu\text{mol/L}$ ($\geq 20 \text{ mg/dl}$); FAH aktivitesi $< \%1$

Hafif PKU: Kan FA düzeyi $> 600 \mu\text{mol/L}$ ve $< 1200 \mu\text{mol/L}$ (10 – 20 mg/dl);

FAH aktivitesi $\%1 - 5$

Hafif hiperfenilalaninemi (HFA): Kan FA düzeyi 360 - 600 $\mu\text{mol/L}$ (6 - 10 mg/dl); FAH aktivitesi $> \%5$

Klasik PKU hastaları, günde yaklaşık 500 mg fenilalanini (normal bir diyetteki miktarın yaklaşık %10'u) tolere edebilmektedirler (Ney ve diğ., 2009). 19 yaşından büyük yetişkinlerde tolere edilebilen üst sınır; bayanlar için 220-770 mg fenilalanin/gün, erkekler için ise 290-1200 mg fenilalanin/gün aralığında (Acosta ve Yanicelli, 2001), çocuklarda ise 200-400 mg fenilalanin/gün aralığında değişmektedir (Weetch ve MacDonald, 2006).

PKU hastalarının tüketiminin yasak olduğu başlıca gıdalar; her türlü hayvan etleri, sakatatlar (karaciğer, böbrek, beyin vb.), et ürünleri (sisis, sucuk, salam, pastırma vb.), her türlü kabuklu deniz ürünü ve balık türleri, tavuk, hindi eti ve ürünleri, her türlü yumurta ve içerisine yumurta giren her türlü besin, süt (yağlı, yarım yağlı, yağsız), yoğurt (yağlı, yarım yağlı, yağsız), ayran, cacık, kefir, her türlü peynir, sütü tatlılar, her türlü yağlı tohum (findık, fıstık, ceviz, badem, leblebi, çekirdek vb.), normal ekmek ve un (buğday, çavdar, arpa, yulaf), bazlama, gözleme, kek, kurabiye, kraker ve bisküviler, kuru baklagiller (kuru fasulye, soya, nohut, mercimek, iç bakla, barbunya vb.) ve aspartam gibi gıdalardır. Kısacası yüksek protein veya yüksek fenilalanin içerikli besinlerdir (Waisbren ve diğ, 2007; Köksal ve Özel, 2008; Giovannini ve diğ, 2012).

PKU hastalarının sınırlı tüketebileceği gıdalar; sebzeler, meyveler, zeytin, reçel, bal, marmelat, pekmez, tereyağı, margarin gibi gıdalardır (Sullivan ve Chang, 1999).

Fenilalanin içeriği düşük ve serbest tüketilebilen gıdalar ise; şeker, pişmaniye, sade akide şekeri, sade lokum, naneli şekerler, sütsüz bazı dondurma ve tatlılar, ayçiçek yağı, zeytinyağı, findık yağı, soya yağı, mısırözü yağı, su, maden suyu, soda, limonata, elma suyu, komposto suyu, çay, kahve, bitki çayları (ıhlamur, adaçayı vb.), gazlı içecekler (aspartam içermeyen), meyve aromalı şekerli tozlar ve mısır nişastasıdır (Köksal ve Özel, 2008).

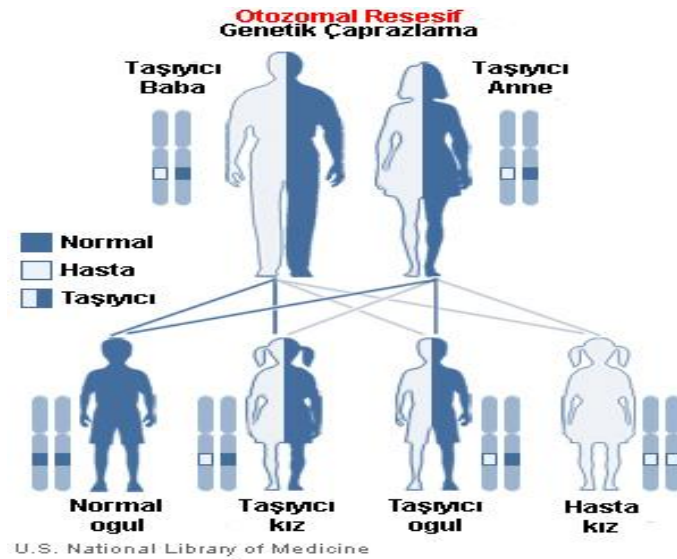
PKU teşhisi ülkemizde yeni doğandan alınan topuk kanı ile teşhis edilebilmektedir. Yeni doğan tarama programları PKU sıklığının ülkeden ülkeye değiştiğini göstermektedir. Etnik gruplara göre PKU sıklığı değiştiğini, beyaz ve yerli Amerikalılarda yüksek, siyahlarda, Asyalılarda ve İspanya'da ise daha düşük olduğu belirtilmektedir. PKU sıklığı Avrupa'da 10000 canlı doğumda 1 olduğu belirtilmekte, ancak bazı bölgelerinde daha yüksek olduğuna dikkat çekilmektedir. Finlandiya 1/100000'lik oranla en düşük sıklığa sahip Avrupa ülkesi olmuştur. Sıklığın ABD'de 1/13000, Latin Amerika'da 1/50000-1/25000 ve genel olarak güney bölgede daha yüksek olduğunun altı çizilmektedir. Asya'daki sıklık 1/15000, Çin'de 1/100500, Tayland'da 1/200000, Japonya'da 1/70000 olarak belirtilmektedir. Afrika'daki PKU sıklığı çok düşük gösterilmektedir (Başaran, 1992; Ahring ve Belanger-Quintana, 2009; Blau ve Spronsen, 2010). Centerwall ve Centerwall

(2000)'e göre ülkemizde ve diğer bazı ülkelerde PKU görülme sıklığı Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Türkiye ve diğer bazı ülkelerde PKU sıklığı (Centerwall ve Centerwall, 2000).

Ülke Adı	Sıklık	Ülke Adı	Sıklık
Türkiye	1/4 500	Hollanda	1/18 000
İrlanda	1/6 110	Fransa	1/18 800
Kuveyt	1/6 500	Çin	1/20 000
İtalya	1/7 000	İsveç	1/20 000
Almanya	1/9 000	Japonya	1/60 000
İngiltere	1/10 000	Finlandiya	<1/71 000
ABD	1/13 000		

Ulusal Çocuk Sağlığı ve Gelişim Birliği'ne göre, en yüksek sıklığın Türkiye'ye ait olduğuna dikkat çekilmektedir (Targum ve Lang, 2009). 2007 yılında 246, 2008 yılında 217, 2010 yılında 182 yenidoğanın PKU tanısı aldığı belirtilerek, ülkemiz için son rakam 1/6228 olarak saptanmıştır (Özbaş, 2011). Şekil 2.4'de otozomal resesif gen aktarımı gösterilmiştir. Taşıyıcı anne ve baba veya akraba evliliği PKU hastalığının ülkemizdeki sıklığını artırmaktadır. Ayrıca Türkiye'de bu hastalığın taşıyıcılık oranı ise %4'tür. Yani her yıl ülkemizde 250-300 çocuk bu hastalıkla doğmakta, her 20-25 kişiden biri bu hastalığı taşımaktadır (Zeybek, 2003).



Şekil 2.3 : Otozomal çekinik gen aktarımı (Genetik Hastalıklar ve Akraba Evlilikleri)

Literatürde fenilalanin miktarı düşük olarak üretilen bisküvi çalışması bulunmadığından literatür taramasında PKU hastalarının tüketebileceği farklı ürünler hakkında bilgi verilmektedir.

Özboy (2002) yaptığı çalışmaya göre, ekmeği üretebilmek için fenilalanin miktarı düşük olan nişastaya beş farklı ticari gıda gamın karışımlarını %1, 2, ve 3 seviyelerinde eklenmiştir. Gam ilave edilmesi, nişasta hamurunda gözle görülür değişiklikler ortaya çıkarmış ve en kaliteli ekmeği, %2 oranında ksantan gam ve karregen karışımının, %105 su ile yoğrulması ile üretilmiştir.

Mohsen ve diğ. (2010), gliadin içermeyen buğday unu kullanarak PKU hastalarına özel tost ekmeği üretmiş ve bu üretilen tost ekmeğinin, normal buğday ekmeğinden daha düşük hacim ve ağırlık değerlerine sahip olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca gliadin içermeyen ekmeğlerde hamurun reolojik özelliklerini negatif yönden etkilediğini ifade etmiştir. Bu yüzden tost ekmeğine pektin, arap gamı ve karboksimetilselüloz sırasıyla %1, %2, %3 oranında kullanmıştır. Sonuç olarak %2 pektin ve %3 karboksimetilselüloz kullanarak üretilen tost ekmeğinin daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmiştir.

Goldar ve diğ. (2016), PKU hastaları için özel bir yoğurt yapmıştır. Ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantre sütte, süt içermeyen iki farklı konsantrede %1,5 ile %2 krema ilave etmiştir. Bu yoğurtlarda pH, asit, protein, yağ, kuru madde ve nem gibi kimyasal özelliklere bakmıştır. Çalışmanın sonucu olarak %5 ultrafiltre edilmiş süt ile %2 süt içermeyen krema karışımının protein, kuru madde, pH, asitlik ve fenilalanin içeriği olarak daha uygun bulmuştur.

Ergül (2011) tez çalışmasında, PKU hastaları için, fenilalanin (FA) içeriği düşük olan kazeinomakropeptit (KMP)'i, peynir altı suyundan izole ederek puding denemesinde kullanmış ve duyu özellikler dikkate alındığında en beğenilen formülasyonun %15 oranında KMP izolatu ve %15 oranında maviyemiş eklenmiş olanda olduğu gözlenmiştir. Bu formülasyona hem toz karışım hem de pişirilmiş pudingte olmak üzere fenilalanin ve tirozin analizi uygulamış ve toz karışımın fenilalanin miktarı $134,05 \pm 2,77$ mg FA/100 g örnek, tirozin miktarı $478,73 \pm 25,965$ mg T/100 g örnek iken, pişmiş pudingte fenilalanin miktarı $32,39 \pm 5,303$ mg FA/100 g örnek, tirozin miktarı $106,41 \pm 10,812$ mg T/100 g örnek olarak tespit edilmiştir.

Çölyak hastalarının ve fenilketonüri hastalarının diğer metabolizma hastalıklarından (galaktozemi vb.) en önemli farkı tüketebilecekleri gıda çeşidinin çok az olması ve bu amaçla üretilmiş ürünlerin çoğunun ithal ürün olmasıdır (Özer ve diğ, 2008). Bu hastaların, ürünlerinin çoğunun ithal edilmesi hem ailelere hem de devlete mali bir yük getirmektedir.

2.3 Bisküvi

Bisküvi içerik olarak, buğday unu, kabartıcılar, yüksek oranda şeker veya meyve şurubu, yüksek oranda yağ, emülgatör, aroma maddeleri, süt, süt tozu, peynir altı suyu tozu gibi maddelerden oluşur. İstek ve arzuya göre gerekirse meyve kurusu, damla çikolata gibi yenebilen maddeler de eklenerek yukarıda sıralanan bileşenlerin içilebilir nitelikte su ile yoğrularak şekil verilip bir süre dinlendirildikten sonra pişirilmesi sonucu hazırlanan bir gıda maddesidir (Maache-Rezzoug ve diğ, 1998; Hosene, 1998; Faridi ve diğ, 2000). İçerik olarak bu kadar zengin olan bisküvi her yaşta insan için besleyici bir besin ögesidir (Ünal, 1991).

Bisküvi kelimesi iki kez pişirilmiş anlamına gelen Latince’de “bis coctus” veya Fransızca’da “bescoit” kelimelerinden türemiştir. 1930’lu yıllarda bisküvi önce sıcak fırında pişirilip daha sonra soğuk fırında bekletilerek kuruması sağlanırdı (Ünal, 1991). Düşük nem içeriği sayesinde çabuk bozulmayan bisküvi önceleri sadece gezginlerin, askerlerin (asker bisküvisi) ve denizcilerin temel besin kaynağı iken zaman içinde özellikle Fransızların beş çaylarında atıştırmalık olarak tercih edildi. Bu şekilde tüketilen bisküvi zengin fakir herkesin evine girmeye başladı. Bunun sonucu olarak her ülkede olduğu gibi bizim ülkemizde de bisküvi çeşitleri ve üretimi artmış oldu (Özkaya, 1984). İlk defa ülkemizde 1924 yılında İstanbul’da küçük bir imalathanede üretim başlamıştır (Türker, 2008).

Türk Standartları Enstitüsü’ne göre (TS 2383) bisküvi; “ Tahıl unu veya unları içine kabarmayı sağlayan maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğurularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi sonucunda elde olunan unlu mamul” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 1991a).

Bisküvi üretiminde temel ingrediyan olan buğday unu, çölyak ve PKU hastalarının yasaklı listesinde yer almaktadır.

2.3.1 Bisküvinin temel bileşenleri

Bisküvi çeşitleri, pişirilme teknikleri ve formülasyonları günümüzde çok fazla değişkenlik gösterirken temel bileşenleri değişiklik göstermemiştir. Bisküvinin temel bileşenleri; yumuşak buğday unu, şeker, şortening, tuz, kabarma tozu ve sudur. Bisküvi formülasyonunda kullanılan bütün maddeler elde edilen bisküvilerin yayılma oranlarını, tekstürünü, rengini ve tüketim kalitesini büyük oranda etkilemektedir (Doğan, 1999).

2.3.1.1 Un

Bisküvi yapımında kullanılan buğday unlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri bisküvi kalitesini etkilemektedir. Örneğin buğday ununun rengi, partikül iriliği, nişasta ve protein içeriği gibi yapılar bisküvide istenen veya istenmeyen yapılara neden olabilir (Türker, 2008). Özellikle buğday ununda bulunan glutenin miktarı ve yapı özelliği son ürünü belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Gluten, hamura elastik ve plastik bir yapı verir. Yoğurma sırasında ağ gibi bir yapı oluşturan gluten, fermantasyon esnasında mayalar tarafından üretilen karbondioksit gazının tutarak ürünün kabarmasını ve gözenekli yapı oluşmasını sağlayarak ürüne hacim kazanmasında yardımcı olur (Anonim, 1982; Pomeranz, 1987; Hosoney, 1994). Bu yüzden miktar olarak %7,5-12 arasında gluten içeren unlar bisküvi üretiminde kullanılmaktadır. Fakat daha fazla yayılma ve daha az kabarma istenilen bisküvilerde düşük ve zayıf glutenli un kullanılmaktadır (Öztürk, 1998).

Glutensiz olarak üretilen fırıncılık ürünlerinde buğday unu yerine yapı olarak gluten içermeyen pirinç unu ve mısır nişastası en yaygın kullanılmaktadır (Gallagher ve diğ, 2004; See ve Murray, 2006; Sciarini ve diğ, 2008; Preichardt ve diğ, 2011).

2.3.1.2 Yağ (Şortening)

Bisküvi, kek ve diğer fırın ürünlerinde kullanılan yağlar (şortening) katı veya sıvı yağlardan oluşur. Mısırözü, ayçiçek, palm, pamuk tohumu yağı en sık kullanılan yağlardır (Chrysam ve diğ, 1985).

Bisküvi üretiminde yağ en önemli bileşenlerden biridir ve bir çok görevi vardır. Temel görevleri; lezzet, dolgunluk, kıvam, yumuşaklık vermek, hava gözeneklerinin etrafını sararak hamuru daha stabil hale getirmektir (Matz, 1978; Giese, 1996). Diğer önemli görevleri ise bisküvinin iç yapısını yumuşatmak, bisküvinin hacim

kazanmasını sağlamak, nem kaybını önleyerek ürünlerin taze kalmasını sağlayarak raf ömrünü uzatmak, bisküvinin daha hazmedilebilir hale gelmesini sağlamaktır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Yağ aynı zamanda bisküvinin pişme süresini, lezzetini ve rengini de etkiler (Ünal, 1991; Ulusoy, 2011). Bisküvinin yayılma oranında etkilidir. Fazla yağ kullanımı bisküvide istenmeyen kusurlara sebep olabilir (Hoseney, 1998).

2.3.1.3 Tatlandırıcı

Bisküvi yapımında tatlandırıcı olarak bir çok çeşit kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları kristal şeker, melas, invert şeker, glikoz şurupları ve malt şuruplarıdır (Ulusoy, 2011). Şeker bisküviye tat vermenin yanı sıra bisküvinin yapısında önemli bir fonksiyona sahiptir ve bisküvi kalitesinde etkisi fazladır. Bisküvinin renginde, aromasında, yayılma oranında, bayatlamasının geçikmesinde etkin bir rol alır (Faridi ve diğ, 2000).

Şekerin gıdalarda kullanım amaçları; şekerin tatlılık, lezzet, enerji verici, yüzey görünümünü iyileştirici, koruyucu, renk düzenleyici, antioksidant, fermentasyon substratı, süsleme maddesi, donma noktasını düşürücü ajan olarak görev yapması gibi fonksiyonları şeklinde listelenebilir. Şeker, maillard reaksiyonu ve karamelizasyonla rengin gelişimine de katkıda bulunmaktadır. Tatlandırıcılar bisküvinin içinde yer alan nişastanın jelatinazyonunu ve proteinin denatürasyonunu engelleyerek bisküvinin gevreklik kazanmasına yardımcı olur. Hamura şeker kristal yapıda veya sıvı halde katılabilmektedir. Kristal formda katıldığında hamurun daha fazla katılaşmasını sağlarken sıvı halde katılması hamurun nemlenmesine yardımcı olmaktadır. Şeker gluten gelişimini azaltırken, pişirme işleminde ise proteinlerin denatürasyon sıcaklığını artırır (Ünal, 1991).

2.3.1.4 Su

Bisküvi yapımında suyun görevi bisküvi bileşenlerinin birbiri içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktır. Şekerin çözünmesini, kek hamurunun yoğunluğunu düzenleyerek kabartma tozlarının etkileşime girmesini sağlar. Ayrıca sıcaklığın bisküvi içinde eşit şekilde yayılmasını sağlayarak pişmesinde yardımcı olur (Mercan ve diğ, 2000). Su kullanımı bisküvide önemli bir kriter olmakla beraber suyun sertliği bisküvinin yapısını etkiler. Bisküvi üretiminde orta sertlikte su kullanılmaktadır (Faridi ve diğ, 2000). Yumuşak sular; hamurda fazla yapışkanlığa,

fazla elastik yapı, gaz tutmama gibi sorunlar ortaya çıkarken, sert su kullanımında ise hamurun yapısı olması gerekenden çok daha fazla sert olmaktadır (Hoseney, 1998).

2.3.1.5 Kabartma tozu

Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC) tarafından "gıda içerisinde oluşan gazı açığa çıkararak hamurun hacminin artmasını sağlayan maddeler" olarak tanımlanan kabartma tozu, "hamur kabartma ajanı" olarak da adlandırılabilir (Türker, 2008).

TS 9053'e göre kabartma tozu; "bazı unlu mamullerin üretiminde teknoloji gereği yardımcı madde olarak kullanılan, ısı ve nem varlığında CO₂ oluşturan, bikarbonatlardan bir veya birkaçı ile asit özelliğindeki kimyevi maddelerden bir veya birkaçı ile yenilebilen nişastanın meydana getirdiği bir ürün" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 1991b).

Kabartma tozları, kraker, bisküvi, çörek ve fırıncılık ürünlerinde hamurun içerisinde karbondioksit üretimini sağlayarak hamurun kabarmasını, hacminin artmasını sağlar (Mercan ve diğ., 2000). Kabarma işlemi sodyum bikarbonat ve gıda asitlerinin kullanımı ile oluşmaktadır. Sodyum bikarbonat hamurun yapısında bulunan suda çözünerek ortaya CO₂ gazı ortaya çıkar. Kabartma tozları genellikle %12'den fazla CO₂ gazı verecek şekilde ayarlanmaktadır (Matz, 1972).

Kabartma tozlarının bir diğer özelliği ise pişirme sonrasında elde edilen üründe ortaya çıkan gözenekli kabarık yapısı sayesinde ürünün iç yapısının yumuşak, iç renginin de daha parlak olmasını sağlar. Bu özellikleri, beğenirliği ve yeme kalitesini artırır (Pyler, 1988).

Sodyum bikarbonat düşük fiyatı, toksik olmaması, son ürüne istenmeyen tat vermemesi ve oldukça saf olması gibi olumlu özellikleri nedeniyle, en yaygın kullanılan kimyasal kabartıcıdır (Ünal, 1991; Lajoie ve diğ., 1996; Hoseney, 1998).

2.3.1.6 Kıvam artırıcılar (gamlar)

Gam kelimesi ilk olarak yapışkan, zankımsı, bitkilerden sıyan doğal maddeler için kullanılmıştır. Günümüzde ise gam terimi, suda çözünebilir, jelleştirici, kıvam artırıcılar olarak bilinir. Gamların önemli fonksiyonları; su tutma, nem buharlaşması oranlarını azaltma, donma derecesini değiştirme, buz kristal oluşumunu modifiye

etme, reolojik özellikleri veya vizkoziteyi düzenleme olarak sıralabilmektedir (Zorba, 2009).

Pektin, bitkisel dokuların hücre çeperlerinde bulunan doğal bir polisakkarittir. Ticari pektinler genellikle turunçgil kabukları ve elma posasından elde edilmektedir. Limondan pektin elde edilmesi oldukça kolay olup elde edilen ürünün kalitesi yüksektir. Pektin, bazı fırıncılık ürünlerinde dolgu olarak kullanılacak meyveler hazırlanırken kullanılmaktadır. Bu amaçlarla kullanılacak olan dolgunun yüksek erime sıcaklığı ve iyi bir jel yapısına sahip olması meyvenin dolgudan sızmasını ve ürünün deformasyonunu önlemede önemli bir yere sahiptir (Walter, 1991; McCleary ve Prosky, 2008; Ngouémazong ve diğ, 2012; Köksel, 2014).

Ksantan gam, lahana ve benzeri bitkilerin yapraklarında bulunan bir bakteri (*Xanthomonas campestris*) ile mısır nişastası fermentasyonundan üretilmektedir (Ferran, 2009). Ksantan gam, gıda sanayinde düşük konsantrasyonlarda ürüne kazandırdığı yüksek viskozite, soğuk ve sıcak suda çözünebilmesi gibi kendine özgü fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı yoğun olarak kullanılmaktadır (Khouryieh ve diğ, 2005). 0-100 °C sıcaklık arasında çözelti vizkozitesi stabildir. Tuz ile çok iyi uyum sağlar. Ayrıca ekmek üzerine yapılan birçok çalışmada nişastaya ilave olarak farklı gamlar kullanılmış ve bu gamlar arasında en etkilisinin ksantan gam olduğu belirlenmiştir (Christianson ve diğ, 1974). Ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, selüloz ve beta-glukanlar gibi polisakkarit hidrokolloidler glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır. (Gallagher ve diğ, 2004; Lorenzo ve diğ, 2009).

Gliserol monostearat ürünlere parlaklık, beyazlık ve hacim kazandırdığı için ekmek ve fırıncılık alanında oldukça yaygın kullanılmaktadır. Ayrıca yumuşak, nemli bir ürün iç yapısı oluşturmada, nemi hapsederek ürünün bayatlamasını geciktirmekte ve raf ömrünü uzatmaktadır. Ekmek ve fırıncılık ürünlerinde %0,3-0,6 oranlarında kullanılmaktadır (Sindhuja ve diğ, 2005).

2.3.1.7 Nişasta

Nişasta, beyaz renkli, tatsız ve kokusuzdur. Bitkilerin, ürettikleri enerjiyi depoladıkları besin maddesidir. Bitkilerin özellikle tohum ve köklerinde depo edilir. Nişasta içeren gıdalar çok önemli enerji kaynağıdır. Hızlı bir şekilde enerjiye dönüşebilen amilopektin ve amiloz polimerlerinin genel adıdır. Nişasta yapısında

yaklaşık %25 amiloz ve %75 amilopektin bulunur (Saldamlı, 2007). Amiloz, başlıca α -1,4 bağlarıyla bağlanmış lineer bir glikoz polimeridir. Düz zincir şeklindeki moleküldür. Birkaç bin glikoz monomerden oluşabilir. Amilopektin α -1,4 bağı ile bağlanması ve α -1,6 bağı ile dallanması sonucu oluşan dallanmış bir polimerdir (Eerlingen ve Delcour, 1995).

Birçok ülkede rahatlıkla yetişebilen bir bitki olan mısırdan elde edilen doğal mısır nişastası, dünyada en çok tüketilen ve ülkemizde de en çok kullanım alanı olan nişasta çeşidir (Kotancılar ve diğ., 2009). Mısır nişastası başta gıda sanayii olmak üzere bir çok sektörde kullanılmaktadır. Gıda sektöründe; nem tutucu, film oluşturucu, stabilizatör, yapı düzenleyici ve bağlayıcı gibi görevlerde kullanılır. Nişastanın bu özellikleri sayesinde önemli fonksiyonlara sahip gıdalar arasında yer almaktadır (Karaoğlu, 1998).

Bu çalışma ile; hazır gıda olarak her yerde tüketilebilen, doygunluk hissi veren ve enerji değeri yüksek olan bisküvinin, ülkemizde görülme sıklığı yüksek olan Çölyak ve PKU hastaları tarafından da kolay ve ucuz olarak temin edilebilmesi ve aynı zamanda ürün çeşitliliğinin artırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan ve bisküvi formülasyonunu oluşturan (nişasta, kıvam artırıcılar, tuz, sodyum bikarbonat, kuru elma, tarçın, kuru üzüm, kuş üzümü, hurma, proteini azaltılmış süt tozu, ayçiçek yağı) materyaller piyasadan satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bisküvi üretimi

Bisküvi üretiminde AACCI Metot No:10.54.01 uygulanmıştır (AACCI, 1995). Bisküviler kıvam artırıcı olarak Ksantan Gam, Pektin, Gliserol Monostearat (GMS), kullanılarak üç farklı formülasyonda üretilmiştir. Ayrıca bu üretilen bisküvilere sırasıyla kuru üzüm, kuş üzümü, hurma, elma + tarçın ilave edilerek (KK, KU, KH, KE, PK, PU, PH, PE, GK, GU, GH, GE) farklı bisküvi çeşitleri üretilmiştir. Kontrol örnek ise sade (KS, PS, GS) olan bisküvi olmuştur. Çizelge 3.1'de bisküvi formülasyonunda kullanılan bileşenlerin miktarları verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Bisküvi formülasyonu.

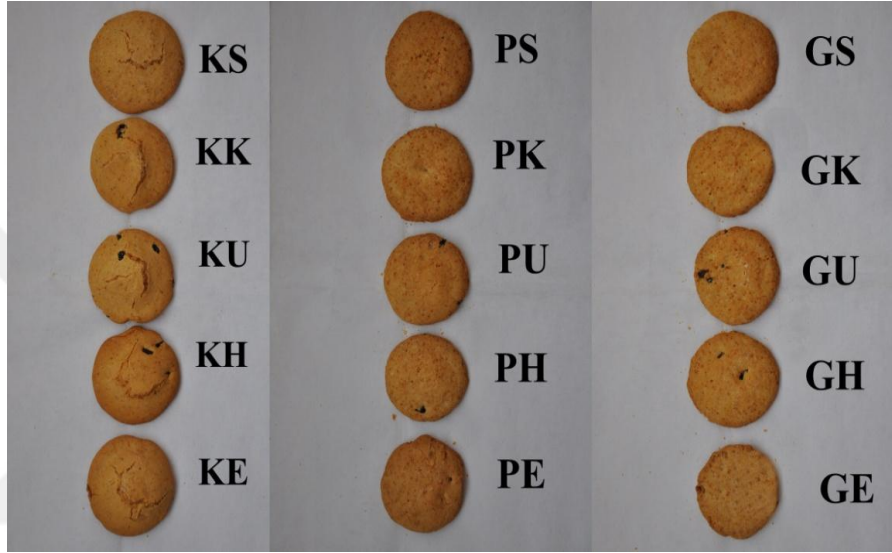
Bileşenler ¹	Oran (g/100g)	Bileşenler ¹	Oran (g/100g)
Mısır	100	Ksantan gam*	0,1
Nişastası ²			
Süt tozu	1	Pektin *	0,15
Sodyum bikarbonat	1,25	Gliserol	0,4
Tuz	1,25	Monostearat(GMS)*	
Bitkisel yağ	20	Şeker	37
Su	40	Pekmez	5
		Kuru meyveler*	10
		Tarçın *	0,4

¹ Bileşenler 21±1°C; ² %13 rutubet esasına göre

* belirlenen bisküvi çeşitlerine göre kullanılmıştır (kuru üzüm, kuş üzümü, elma, hurma).

Mısır nişastası ve kıvam artırıcı dışında diğer kuru bileşenler (şeker, tuz, sodyum bikarbonat, bitkisel yağ, süt tozu) bir kapta Çizelge 3.1 de gösterildiği oranlarda iyice karıştırılıp mikser haznesine aktarılmıştır. Aynı bir kapta su, yağ ve kıvam artırıcısı

karıştırılarak mikser haznesine eklenmiştir. Her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dakika karıştırılarak bisküvi hamuru elde edilmiştir. Hamur mikserin haznesinden alınarak eşit parçalara bölünüp ve her birine oblong şekil verilerek tepsiye yerleştirilmiştir. Oklava ile üzerinden 1 kez ileri ve 1 kez geri geçilerek hamur açılmış ve kalıpla şekil verilmiştir. $180\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki fırında 15 dakika pişirilmiştir, fırından çıkarıldıktan 5 dakika sonra tepside alınmış ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (~30 dakika) gerekli ölçümler yapılmıştır. Pişmiş bisküvi örneklerinin son hali Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 : Bisküvi örnekleri

3.2.2 Kimyasal analizler

3.2.2.1 Nem miktarı tayini

Bisküvi örneğinde nem miktarı, AACCI Metot No:44.01'e göre belirlenmiştir (AACCI, 1990).

3.2.2.2 Toplam kül miktarı tayini

Öğütülen bisküviler beyazımsı kül rengini almaya kadar 900°C 'de kül fırınında yakılmış ve toplam kül miktarı tayin edilmiştir. Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır. Bu analiz AACCI Metot No: 08.01.01 metoduna göre yapılmıştır (AACCI, 1990).

3.2.2.3 Ham protein miktarı tayini

Bisküvi örneğinde protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 kullanılmıştır (AACCI, 1990). Bulunan azot miktarı 5,70 faktörüyle çarpılarak toplam protein hesaplanmıştır (Meredith ve McCarthy, 1988). Protein miktarının hesaplanması kurumadde üzerinden yapılmıştır.

3.2.2.4 Ham yağ miktarı tayini

Bisküvilerde ham yağ miktarı, AOAC Metot No:948.22'e göre belirlenmiştir (AOAC, 1990). Yağ miktarı kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.2.5 Amino asit kompozisyon tayini

Bisküvilerin serbest amino asit kompozisyonunun belirlenmesinde Aristoy ve Toldra (1991), Antoine ve diğ. (1999)'da verilen HPLC yöntemi esas alınmıştır. Amino asit kompozisyonları arasından PKU hastaları için önemli olan fenilalanin oranına bakılmıştır.

3.2.2.6 Toplam diyet lif miktarı

Bisküvilerin toplam diyet lif miktarı analizinde Lee ve diğ. (1992) ve Prosky ve diğ. (1988,1992) (AOAC Metot No: 991.43, AOAC Metot No: 985.29, AACCI Metot No: 32-07.01 ve AACCI Metot No: 35-05.01) metotları baz alınarak geliştirilen Megazyme toplam diyet lif kiti kullanılarak % diyet lif miktarı bulunmuştur.

3.2.2.7 Karbonhidrat ve enerji tayini

Bisküvi örneklerinin karbonhidrat ve enerji değerleri FAO (2003)'e göre Atwater genel faktör sistemi kullanılarak hesaplanmıştır (Anonim, 2003).

$$\% \text{Karbonhidrat} = 100 - (\% \text{Nem} + \% \text{Kül} + \% \text{Protein} + \% \text{Yağ})$$

$$\text{Enerji (kcal)} = (9 \times \% \text{Yağ}) + (4 \times \% \text{Protein}) + 4 \times (\% \text{Karbonhidrat} - \% \text{Diyet Lif})$$

3.2.3 Fiziksel analizler

3.2.3.1 Çap ve yayılma oranı

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACCI Metot No.10.54'e göre standart ekipman (kumpas) kullanılarak belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı, her bisküvi için çapın kalınlığa oranı hesaplanarak tespit edilmiştir (AACCI, 1995).

3.2.3.2 Renk analizi

Bisküvilerin renk değerleri “ L^* ” [(0 siyah, (100) beyaz], “ a^* ” [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve “ b^* ” [(+) sarı, (-) mavi] olarak Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Ölçüm, 3 paralel ile gerçekleştirilmiş çıkan sonuçların ortalaması alınmıştır.

3.2.3.3 Tekstür analizi

Bisküvilerin sertlik özellikleri, bisküviler piştikten 24 saat sonra tekstür analiz cihazı (TA.XTPlus Texture Analyser) ile belirlenmiş ve bu amaçla 3 noktalı bükme probu kullanılmıştır. Her bisküvi çeşidi için 3 paralel çalışılmış çıkan sonuçların ortalaması alınmıştır.

3.2.4 Duyusal analiz

Bisküvilerin duyusal analizlerinde 30 panelist yer almıştır. Değerlendirme dokuzlu hedonik skala üzerinden yapılmış ve en çok beğenilen bisküviye 9 puan, en az beğenilene ise 1 puan verilmiştir. Bisküviler yüzey görünümleri, kesit özellikleri, tadım özellikleri ve satın alınabilirlik başlıkları altında 16 soru ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Her bir panelistin, her bir bisküvi denemesi için verdiği değerlerin ortalaması alınmıştır.

3.2.5 İstatistiksel analiz

İstatistik analiz SPSS (24.0) kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları LSD (Least significant difference: En küçük önemli fark) testi uygulanarak karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1984).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bisküvilerin Kimyasal Özellikler

Bisküvi Üretilen bisküvilerin formülasyonu Çizelge 3.1’de verilmiştir. Toplam 15 farklı örnek grubu yapılmıştır. KS, PS, GS nolu örnekler kontrol örneği olup içine kuru meyveler ilave edilmemiştir. “KS” Ksantan gamlı bisküvilerin (KK, KU, KH, KE) kontrol (sade) örneğidir. PS, Pektin kullanarak üretilen bisküvilerin (PK, PU, PH, PE) kontrol (sade) örneğidir. GS ise GMS kullanarak üretilen bisküvilerin (GK, GU, GH, GE) kontrol (sade) örneğidir. Bisküvinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kimyasal özellik olarak nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, diyet lif ve amino asit kompozisyonuna bakılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce örnekler homojenize edilmiştir.

4.1.1 Nem

Bisküvi örneklerine ait nem değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde nem değeri %4,69 (GS) ile %6,07 (KK) arasında değişmektedir. Çizelge 4.1’de gösterilen değerlere göre sade bisküvilerde (KS, PS, GS) % nem oranı kuru meyve ilave edilenlere göre daha düşüktür ve sade bisküviler arasında da en düşük nem düzeyi GS’de iken en yüksek KS’de tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca elma ve tarçın ilavesinin nem değerlerini diğerlerine göre daha fazla arttırdığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

Sindhuja ve diğ. (2005) GMS kullanılan ürünlerde özellikle ekmek ve fırıncılık ürünlerinde nemi hapsedmek ve raf ömrünü uzatmak için %0,3-0,6 oranlarında kullanıldığını ifade etmiştir. Bu tez çalışmasında 0,4 g GMS kullanılmış ve bu çalışma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.1 : Bisküvilerin nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, diyet lif, fenilalanin miktarı değerleri.

Örnek Adı	Nem (%) [*]	Kül (%) ^{(1)*}	Protein (N% \times 6.25) ^{(1)*}	Yağ (%) ^{(1)*}	Fenilalanin miktarı ^{(1)*} (mg/g)	Diyet lif (%) ^{(1)*}	Karbonhidrat(%) ^{(1)*}	Enerji(kcal) ^{(1)*}
KS	5,76 \pm 0,01 ^g	0,63 \pm 0,01 ^c	0,38 \pm 0,01 ^g	12,21 \pm 0,03 ^{ab}	0,006 ^h	0,4 ^e	81,40 \pm 0,05 ^h	435,47 ^{cd}
KK	6,36 \pm 0,01 ^b	0,64 \pm 0,00 ^{bc}	0,65 \pm 0,02 ^{cd}	11,23 \pm 0,09 ^f	0,033 ^{cd}	0,7 ^{cde}	81,77 \pm 0,10 ^{fg}	427,58 ⁱ
KU	5,90 \pm 0 ^e	0,68 \pm 0,00 ^a	0,67 \pm 0,00 ^c	11,61 \pm 0,22 ^{de}	0,047 ^b	0,8 ^{cd}	81,80 \pm 0,23 ^{efg}	431,61 ^{fgh}
KH	6,00 \pm 0 ^d	0,65 \pm 0,00 ^{bc}	0,64 \pm 0,04 ^d	11,53 \pm 0,11 ^e	0,024 ^f	0,8 ^{cd}	81,83 \pm 0,11 ^{ef}	430,41 ^{gh}
KE	6,43 \pm 0,01 ^a	0,64 \pm 0,01 ^c	0,70 \pm 0,00 ^b	11,62 \pm 0,02 ^{de}	0,025 ^{ef}	1,6 ^b	81,32 \pm 0,02 ^h	426,25 ⁱ
PS	4,63 \pm 0,03 ^l	0,53 \pm 0,01 ^e	0,43 \pm 0,00 ^f	12,07 \pm 0,01 ^{bc}	0,019 ^g	0,6 ^{de}	82,77 \pm 0,04 ^b	439,08 ^b
PK	5,33 \pm 0 ⁱ	0,58 \pm 0,02 ^d	0,74 \pm 0,00 ^a	11,64 \pm 0,07 ^{de}	0,045 ^b	0,9 ^{cd}	82,40 \pm 0,05 ^d	433,37 ^{def}
PU	5,42 \pm 0 ^h	0,59 \pm 0,01 ^d	0,74 \pm 0,01 ^a	11,54 \pm 0,06 ^e	0,064 ^a	1,0 ^c	82,43 \pm 0,06 ^{cd}	432,99 ^{efg}
PH	5,83 \pm 0,21 ^f	0,59 \pm 0,02 ^d	0,65 \pm 0,01 ^{cd}	11,54 \pm 0,03 ^e	0,036 ^c	1,0 ^c	82,05 \pm 0,01 ^e	430,69 ^h
PE	6,06 \pm 0,21 ^c	0,54 \pm 0,01 ^e	0,74 \pm 0,01 ^a	11,85 \pm 0,20 ^{cd}	0,029 ^{de}	2,0 ^a	81,56 \pm 0,21 ^{gh}	427,85 ⁱ
GS	4,18 \pm 0,21 ⁿ	0,64 \pm 0,01 ^{bc}	0,44 \pm 0,00 ^f	12,42 \pm 0,26 ^a	0,010 ^h	0,4 ^e	82,77 \pm 0,23 ^b	443,00 ^a
GK	5,21 \pm 0 ⁱ	0,67 \pm 0,03 ^{ab}	0,70 \pm 0,00 ^b	11,45 \pm 0,04 ^{ef}	0,036 ^c	0,7 ^{cde}	82,67 \pm 0,01 ^{bc}	433,37 ^{def}
GU	4,69 \pm 0,021 ^k	0,64 \pm 0,02 ^{bc}	0,70 \pm 0,00 ^b	11,63 \pm 0,12 ^{de}	0,047 ^b	0,8 ^{cd}	83,04 \pm 0,07 ^a	436,86 ^c
GH	5,08 \pm 0,01 ^j	0,64 \pm 0,01 ^{bc}	0,61 \pm 0,00 ^e	11,52 \pm 0,12 ^e	0,029 ^{de}	0,8 ^{cd}	82,76 \pm 0,15 ^b	433,94 ^{de}
GE	5,34 \pm 0 ⁱ	0,64 \pm 0,01 ^{bc}	0,72 \pm 0,01 ^{ab}	11,66 \pm 0,13 ^{de}	0,024 ^f	1,6 ^b	82,36 \pm 0,12 ^d	430,89 ^{gh}

¹ Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

KS: Ksantan Gamlı Sade (kontrol), KK: Ksantan Gamlı Kuru Üzümlü, KU: Ksantan Gamlı Kuş üzümü, KH: Ksantan Gamlı Hurmalı KE: Ksantan Gamlı Kuru Elma Tarçınlı PS: Pektinli Sade (kontrol), PK: Pektinli Kuru Üzümlü, PU: Pektinli Kuş Üzümlü, PH: Pektinli Hurmalı PE: Pektinli Kuru Elma Tarçınlı, GS: GMS'li Sade (kontrol), GK: GMS'li Kuru Üzümlü, GU: GMS'li Kuş Üzümlü, GH: GMS'li Hurmalı, GE GMS'li Kuru Elma Tarçınlı

Özkaya ve diğ. (1984) de yaptıkları çalışmada benzer sonuçları elde etmişlerdir. Bisküvi çeşitlerinin nem oranlarının %2,1 ile %7,7 arasında değiştiğini ve ortalama nem oranının %4,3 olduğunu bildirmişlerdir. Ünal ve diğ. (1997) ise farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri isimli çalışmalarında, piyasadaki bisküvi örneklerinde nem içeriğinin %3,22-9,15 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.1.2 Kül

Bisküvi örneklerine ait kül değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre ksantan gamlı bisküvilerde KU % kül oranı diğer ksantanlı bisküviler içinde önemli fark ($p<0,05$) gözlemlenmiştir. Pektinli bisküvilerde ise PE ve PS arasında ($p<0,05$) önemli bir fark yokken diğer bisküviler ile PE ve PS arasında önemli bir farklılık vardır. GMS kullanılan bisküvilerde ise farklı meyve kurularının kullanımı istatistiksel açıdan ($p<0,05$) önemli bir fark oluşturmamıştır. Özkaya ve diğ. (1984) yaptıkları çalışmada, kül değerlerinin %0,40 ile %1,54 arasında değiştiğini ve ortalama kül değerinin % 0,74 olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.3 Protein

Bisküvi örneklerine ait protein değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde protein değeri %0,38 (KS) ile %0,74 (PK, PU, PE) arasında değişmektedir. Çizelge 4.1’de de görüldüğü gibi en düşük protein değerleri sade bisküvilerde belirlenirken, kuru meyvelerin ilave edilmesi protein değerlerinde artış meydana getirmiştir.

Kıvam arttıcılar karşılaştırıldığında en yüksek ($p<0,05$) protein değeri pektin ile üretilen bisküvilerde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

İlave edilen kuru meyveler incelendiğinde ise hurma ilaveliler diğerlerine (sade hariç) göre daha düşük protein miktarına sahiptir.

Paucean ve diğ. (2016)’nin çölyak hastaları için yaptığı (yumurta ilaveli) bisküvilerde protein oranı %19,05 ile %21,60 oranında değişmektedir. Bedawy ve diğ. (2009), yaptıkları mısır unlu glutensiz bisküvilerde %7,2 ile %6,85 arası bulunmuştur. Bu çalışmada üretilen bisküvilerin protein miktarları diğer çalışmalara göre oldukça düşüktür. Üretilen bisküviler çölyak ve fenilketonuri hastaları tarafından tüketileceği için, protein miktarının düşük olması istenmektedir.

4.1.4 Yağ

Bisküvi örneklerine ait yağ değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yağ değerleri %11,23 (KK) ile %12,42 (GS) arasında değişmektedir. En yüksek yağ değerleri sade bisküvilerde belirlenmiş, ilave edilen kuru meyvelerin bisküvilerin yağ değerlerini düşürdüğü gözlenmiştir. İlave edilen meyveler ve kıvam arttırıcılar birbirlerine göre önemli ölçüde ($p<0,05$) değişikliğe neden olmamıştır.

Ergin (2011) yaptığı tez çalışmasında bisküvi üretiminde 40 g bitkisel yağ kullanarak yağ oranlarını, %23,98 ile %28,88 arasında bulmuştur. Aydın (2012) yaptığı tez çalışmasında ise keçiboynuzlu bisküvi üretmiştir. 45 g yağ kullanarak yağ oranlarını %30,90 ile %31,21 oranında bulmuştur. Bu çalışmada ise 20 g yağ kullanarak %11,23 ile %12,42 arasında bulunan değerler bu çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

4.1.5 Amino asit kompozisyon tayini

Fenilketonüri hastalarının diyetinde fenilalanin aminoasiti ya düşük bir miktarda bulunabilir ya da hiç bulunmaması gerekmektedir. Bu nedenle aminoasit kompozisyonunda fenilalanin miktarları incelenmiştir.

Bisküvi örneklerine ait fenilalanin değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde fenilalanin değerleri 0,064 mg (PU) ile 0,006 mg (KS) arasında değişmektedir. Sade örneklerin fenilalanin değerleri kuru meyve ilavelilere göre daha düşük tespit edilmiştir. Bunun da kuru meyvelerden gelen fenilalanin miktarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İlave edilen kuru meyvelere göre fenilalanin miktarları incelendiğinde, en yüksek fenilalanin miktarı kuş üzümü ilavelilerde, en düşük ise pektin ve GMS ilavelilerde GH, ksantan gamlı bisküvilerde KE ve KH ilavelilerde bulunmuştur.

Kullanılan kıvam arttırıcılar açısından incelendiğinde ise pektin ilavesinin fenilalanin miktarını önemli ölçüde ($p<0,05$) arttırdığı tespit edilmiştir.

Dobrowolski (2011) ve Sadubray ve diğ. (2012), yaptıkları çalışmalarda PKU hastalarının günlük fenilalanin tüketim miktarının kadınlarda en yüksek 770 mg, erkeklerde ise 1200 mg olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmada bisküvilerin fenilalanin miktarları bu değerlerden çok daha düşük bulunmuştur.

4.1.6 Diyet lif

Bisküvi örneklerine ait diyet lif değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde diyet lif değerleri %0,4 (KS, GS) ile %2 (PE) arasında değişmektedir. Sade bisküvi örneklerin diyet lif değerleri önemli ölçüde ($p<0,05$) düşük olarak tespit edilirken, elma+tarçın ilavelilerinki önemli ölçüde ($p<0,05$) yüksek tespit edilmiştir. Elma+tarçın ilavelilerinin diyet lif miktarlarının yüksek oluşu elmanın diyet lif içeriğinden kaynaklanmaktadır.

Ayrıca kıvam arttıcılardan pektin kullanımı diyet lif oranını arttırmaktadır ($p<0,05$). Pektin genellikle turunçgil meyve kabuklarından veya elma posasından ekstrakte edilmekte ve diyet lif grubuna dahil edilmektedir (Harris ve Ferguson, 1999). Bu nedenle pektin ilavesinin bisküvilerde diyet lif miktarını arttırması beklenen bir sonuçtur.

Bedawy ve diğ. (2009) yaptıkları mısır unlu glutensiz bisküvilerde diyet lif miktarını %1,21 ile %0,78 arasında bulmuştur. Bu değerler bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

4.1.7 Karbonhidrat

Bisküvi örneklerine ait karbonhidrat değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde karbonhidrat değerleri %81,32 (KE) ile %83,04 (GU) arasında değişmektedir. GMS ile üretilen bisküvilerin karbonhidrat değerleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır.

Paucean ve diğ. (2016) çölyak hastaları için pirinç ve hindistan cevizi unlarının karışımı ile bisküvi üretmiş ve ürettikleri bisküvilerde şeker yerine akçaağaç şurubu kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada karbonhidrat değerleri %15,87 ile %17,20 arasında bulunmuştur. Bedawy ve diğ. (2009) yaptıkları mısır unlu glutensiz bisküvilerde keçiboynuzu ve zerdaçal kullanmış ve bu bisküvilerin karbonhidrat oranlarını %71,16 ile %72,26 arasında bulmuştur. Bulgularımız bu araştırmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.1.8 Enerji

Bisküvi örneklerine ait enerji değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre bisküvi örneklerinde enerji değeri 426,51 kcal (KE) ile 443,00 kcal (GS) arasında değişmektedir. Sade bisküvilerin enerji değerleri diğer bisküvilere göre önemli

ölçüde ($p<0,05$) daha yüksek çıkmıştır. Bunun yağ miktarlarının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuru üzümlü bisküvilerin enerji değerleri diğer meyve ilavelilere göre yüksek olarak belirlenirken, elma+tarçın ilavelilerinki daha düşük belirlenmiştir. Kıvam arttıcılar incelendiğinde ise GMS ile üretilenlerin diğerlerine göre daha yüksek enerji değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Pimente ve diğ. (2014), çalışmalarında düşük proteinli yiyeceklerin enerji değerlerine bakarak karşılaştırma yapmıştır. Düşük proteinli bisküvi de enerji değerini 442 kcal ile 468 kcal arası bulunmuştur. Bu değerler bu çalışma ile benzer durumdadır. Çölyak hastalıkları için üretilen bisküviler üzerine yapılan çalışmalarda enerji değerleri ile ilgili bulgulara rastlanmamıştır.

4.2 Bisküvilerin Fiziksel Özellikleri

Bisküvilerin çap ve yayılma oranları Çizelge 4.2, sertlik ve renk değerleri ise Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı, her bisküvi için çapın kalınlığa oranı hesaplanarak tespit edilmiştir ve 3 tekrar yapılarak ölçülmüştür.

L^* , a^* ve b^* den oluşan üçlü skalada $L^*=0$ siyah ve $L^*=100$ beyaz olarak, a^* değeri kırmızı-yeşil ve b^* değeri ise sarı-mavi olarak değerlendirilmektedir. Örneklerde L^* değerindeki artma parlaklığın, a^* değerindeki artma örnek renginde kırmızılığın, b^* değerindeki artma ise renkte sarılık değerinin arttığını ifade etmektedir.

4.2.1 Çap ve yayılma oranı

Farklı oranlarda kıvam arttırıcı içeren bisküvilerde çap ve yayılma oranı ölçüm sonuçları Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. Bisküvi örneklerine ait çap uzunluğu 10,04 cm (KS) ile 10,90 (PE) cm arasında değişmektedir. Bisküviler çaplarına göre incelendiğinde en küçük değerler sade bisküvilerde görülmüştür. Ksantan gam ve pektin ile üretilen bisküviler incelendiğinde en yüksek değer sırasıyla KE ve PE örneklerinde tespit edilmiş olmasına rağmen GMS ile üretilen bisküvilerde en yüksek değer GH örneğinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2'e göre yayılma oranları 5,82 (GE) ile 7,17 (GS) arasında değişmektedir. En yüksek yayılma oranı sade bisküvilerde belirlenmiş olmasına rağmen, en düşük değer elma+tarçın içeren bisküvilerde belirlenmiştir. Çapları en küçük değere sahip

olan sade bisküvilerin yayılma oranlarının yüksek olmasının nedeni diğer bisküvilere göre daha ince olmasıdır.

Yayılma oranı ve çap değerleri bisküvinin kalitesini belirlenmesinde önemli parametrelerden biridir. Genellikle çapın geniş, yayılma oranının ise yüksek olması istenir. İnkaya (2008) kestane unu ile yaptığı bisküvilerde çap değerlerinin 6,70 cm ile 7,79 cm arasında, yayılma oranlarının ise 5,54 ile 7,15 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Anton ve Artfied (2008) yaptıkları çalışmada ise glutensiz bisküvi üretiminde cassava unu kullanmıştır. Bu bisküvilerin çap ve yayılma oranı değerlerini sırasıyla 5,60 cm ve 11,15 olarak tespit etmişlerdir. Bu değişikliğin cassava unundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2 : Bisküvilerin çap ve yayılma oranları.

Örnek Adı	Çap (cm) *	Yayılma oranı*
KS	10,04±0,16 ^f	6,55±0 ^b
KK	10,10±0,13 ^f	6,00±0,13 ^{efg}
KU	10,14±0,18 ^{ef}	6,09±0,04 ^{ef}
KH	10,36±0,08 ^{cdef}	6,10±0,02 ^{ef}
KE	10,64±0,43 ^{abcd}	5,75±0,09 ^g
PS	10,06±0,08 ^f	6,46±0,31 ^{bcd}
PK	10,83±0,01 ^{ab}	6,00±0,06 ^{efgh}
PU	10,22±0,03 ^{ef}	6,45±0 ^{bcd}
PH	10,33±0,04 ^{def}	6,22±0 ^{de}
PE	10,90±0,23 ^a	5,85±0,02 ^{fgh}
GS	10,05±0,02 ^f	7,17±0,15 ^a
GK	10,47±0,51 ^{bcde}	6,57±0,07 ^b
GU	10,20±0,01 ^{ef}	6,48±0,12 ^{bc}
GH	10,76±0,16 ^{ab}	6,25±0,20 ^{cde}
GE	10,73±0,28 ^{abc}	5,82±0,12 ^{gh}

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). KS: Ksantan Gamlı Sade (kontrol), KK: Ksantan Gamlı Kuru Üzümlü, KU: Ksantan Gamlı Kuş üzümü, KH: Ksantan Gamlı Hurmalı KE: Ksantan Gamlı Kuru Elma Tarçını PS: Pektinli Sade (kontrol), PK: Pektinli Kuru Üzümlü, PU: Pektinli Kuş Üzümlü, PH: Pektinli Hurmalı PE: Pektinli Kuru Elma Tarçını, GS: GMS'li Sade (kontrol), GK: GMS'li Kuru Üzümlü, GU: GMS'li Kuş Üzümlü, GH: GMS'li Hurmalı, GE GMS'li Kuru Elma Tarçını

4.2.2 Renk ve tekstür

Bisküvi örneklerine ait L^* değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir ve değerler 46,47 (GU) ile 51,75 (KS) arasında değişmektedir. Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi kıvam

arttırıcıların etkileri incelendiğinde ksantan gam ile üretilen bisküvilerin L^* değerlerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ilave edilen kuru meyvelerin bisküvilerin L^* değeri üzerine önemli etkisi olmamıştır.

Bisküvi örneklerine ait a^* değerleri 5,76 (KE) ile 7,60 (PE) arasında değişmektedir. Ksantan gam ile üretilen bisküviler incelendiğinde en yüksek değer KU, en düşük değer KE örneğinde belirlenmiş olmasına rağmen, pektin ile üretilen bisküvilerde en yüksek değer PE, en düşük değer PH örneğinde, GMS ile üretilen bisküvilerde ise en yüksek değer GH, en düşük değer GS örneğinde belirlenmiştir. Yani üretilen bisküvilerin a^* değerleri üzerine ilave edilen kuru meyvelerin düzenli bir etkisi olmamış, farklı kıvam arttırıcılarda farklı sıralamalar oluşturmuştur.

Çizelge 4.3 : Bisküvilerin renk ve sertlik değerleri.

Örnek Adı	Renk değerleri			Sertlik(N)*
	L^*	a^*	b^*	
KS	51,83±0,18 ^a	6,06±0,01 ^g	33,35±0,27 ^{cde}	34,24±0,16 ^a
KK	49,70±0,81 ^{bc}	6,79±0,09 ^{de}	33,58±0,02 ^{bc}	34,67±1,38 ^a
KU	50,28±0,34 ^{bc}	7,04±0,21 ^{bcd}	33,65±0,72 ^{bc}	34,28±3,00 ^a
KH	50,41±0,11 ^b	6,41±0,03 ^f	33,51±0,05 ^{bcd}	31,75±1,64 ^b
KE	51,18±0,16 ^a	5,76±0,01 ^h	31,97±0,03 ^{gh}	31,35±0,16 ^b
PS	47,07±0,02 ^c	7,02±0 ^{cd}	32,14±0,23 ^{fgh}	25,42±0,28 ^{de}
PK	46,86±0,02 ^c	6,64±0,22 ^{ef}	31,81±0,03 ^{hi}	29,97±0,02 ^{bc}
PU	47,87±0,85 ^d	6,88±0,06 ^{de}	31,23±0,95 ⁱ	23,75±0,14 ^e
PH	50,12±0,11 ^{bc}	6,52±0,08 ^f	34,25±0,17 ^{ab}	28,54±0,71 ^c
PE	46,46±0,27 ^{ef}	7,60±0,25 ^a	32,32±0,08 ^{fgh}	30,72±0,16 ^{bc}
GS	49,83±0,23 ^{bc}	6,39±0,12 ^f	31,74±0,59 ^{hi}	24,74±0,09 ^{de}
GK	49,62±0,13 ^c	6,63±0,09 ^{ef}	32,76±0,13 ^{def}	23,26±0,27 ^e
GU	46,05±0,27 ^f	7,27±0,11 ^{bc}	32,63±0,24 ^{efg}	24,03±0,82 ^{de}
GH	46,75±0,14 ^{ef}	7,60±0,14 ^a	34,44±0,08 ^a	26,03±1,22 ^d
GE	46,41±0,13 ^{ef}	7,30±0,03 ^b	31,29±0,20 ⁱ	28,51±0,50 ^c

L^* : Parlaklık ; a^* : Kırmızılık; b^* : Sarılık

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır($p<0,05$). KS: Ksantan Gamlı Sade (kontrol), KK: Ksantan Gamlı Kuru Üzümlü, KU: Ksantan Gamlı Kuş üzümü, KH: Ksantan Gamlı Hurmalı KE: Ksantan Gamlı Kuru Elma Tarçınlı PS: Pektinli Sade (kontrol), PK: Pektinli Kuru Üzümlü, PU: Pektinli Kuş Üzümlü, PH: Pektinli Hurmalı PE: Pektinli Kuru Elma Tarçınlı, GS: GMS'li Sade (kontrol), GK: GMS'li Kuru Üzümlü, GU: GMS'li Kuş Üzümlü, GH: GMS'li Hurmalı, GE GMS'li Kuru Elma Tarçınlı

Bisküvi örneklerinde b^* değeri 31,23 (PU) ile 34,44 (GH) arasında değişmektedir. Ksantan gam ile üretilen bisküviler incelendiğinde KE örneği diğerlerine göre önemli düzeyde düşük ($p<0,05$) olarak bulunmuş olmasına rağmen, diğerleri arasında

istatistiki açıdan farklılık tespit edilmemiştir. Pektin ve GMS ile üretilen bisküviler incelendiğinde ise PH ve GH örneklerinin diğerlerine göre önemli düzeyde yüksek ($p<0,05$) b^* değerine sahip olduğu bulunmuştur.

Çölyak hastaları için üretilen bisküvilerin yer aldığı çalışmalarda renk değerleri olan bir çalışmaya rastlanmadığından buğday unu ile farklı ürünlerin birleşmesi ile üretilen bisküvilerle kıyaslama yapılabilmektedir.

Can (2015) yaptığı portakal kabuklu bisküvilerde L^* değerini 50,25 ile 74,08 arasında bulurken a^* değerini 6,84 ile 15,62 arasında ve b^* değerini 28,72 ile 30,02 arasında bulmuştur. İnkaya (2008) kestane unu ile yaptığı bisküvilerde L^* değerini 61,47 ile 70,12 arasında bulurken a^* değerini 6,42 ile 10,60 arasında ve b^* değerini 27,94 ile 32,29 arasında bulmuştur. L^* değerleri bu çalışma ile benzerlik göstermemiş olmasına rağmen, a^* ve b^* değerleri paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.3'e göre bisküvilerin sertlik ölçüm sonuçları 23,75 N (PU) ile 34,67 N (KK) arasında değişmektedir. Bisküvi üretiminde kullanılan kıvam arttırıcılar incelendiğinde ksantan gam ile üretilen bisküvilerin diğer bisküvilere göre önemli düzeyde ($p<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Bisküvilere ilave edilen kuru meyvelerin sertlik üzerine düzenli bir etkisi olmamıştır.

Simas ve diğ. (2009), pirinç ve mısır nişastası karışımları ile hurma ununun farklı oranlarda ikame edilmesiyle ürettikleri bisküvilerin sertlik değerlerini 5,21-55,29 arasında olduğunu bildirmişler. Bu değerler çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

4.3 Bisküvilerin Duyusal Özellikleri

Ksantan gamlı, pektinli ve GMS'li bisküvilerin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.

Bisküvilerin yüzey görünümü değerleri parlaklık, renk ve yüzey düzgünlüğü olarak üç ayrı özellik altında incelenmiştir. Parlaklık özelliği incelendiğinde en yüksek değer 7,06 ile KS bisküvisinin iken en düşük değer 6,33 ile GU, GH bisküvilerinindir. Ayrıca KS diğer bisküviler ile kıyaslandığında önemli ölçüde ($p<0,05$) yüksek olarak belirtilmiştir. Ksantan gam ile üretilen bisküviler incelendiğinde en beğenilen bisküvi örneği KS iken, en az beğenilen KE örneğidir. Pektin ile üretilenler incelendiğinde en beğenilen PU örneği iken en az beğenilen PE örneğidir. GMS ile üretilenlerde ise en beğenilen GK, en az beğenilen bisküviler GU

ve GH örnekleridir. Kıvam arttırıcıların veya kuru meyve çeşitlerinin birbirlerine göre üstünlükleri belirlenmemiştir.

Renk özelliğinde en yüksek değer 7,33 ile KS bisküvisinin iken en düşük değer 6,13 ile PS bisküvilerinindir. Ayrıca ksantan gam ile üretilen bisküvilerin renkleri diğer bisküvilere göre daha çok ($p<0,05$) beğenilmiştir. Kuru meyve çeşitlerinin üstünlükleri yoktur.

Yüzey düzgünlüğü özelliği incelendiğinde, en yüksek değer 6,86 ile PU, PH bisküvileri iken en düşük değer 4,80 ile KH bisküvisinindir. Ksantan gam ile üretilen bisküvilerden sade olan en çok beğenilirken, pektin ile üretilende ise kuş üzümü ve hurma ilaveli olan, GMS ile üretilende kuru üzüm ilaveli olan en çok beğenilmiştir.

Bisküvilerin kesit özellikleri belirlenirken bisküvilerin sıkı yapı, gözenek dağılımı, kabuk inceliği, iç renk ve kabuk içi renk farkı özellikleri incelenmiştir. Sıkı yapı özellikleri incelendiğinde; en yüksek değer 6,33 ile KH, KE bisküvileri iken en düşük değer 5,67 ile GH bisküvisinindir. Ksantan gam ile üretilen bisküviler bu özellikleri yönünden incelendiğinde en az beğenilen KS ve KU iken, pektin ile üretilenlerde PU, GMS ile üretilende ise GH örnekleri olarak belirtilmiştir.

Gözenek dağılımı incelendiğinde, en yüksek değer 6,47 ile GH bisküvisinin iken en düşük değer 5,73 ile KU bisküvisinindir. Kıvam arttıcılara göre bisküviler incelendiğinde GMS ilaveli bisküvilerin gözenek dağılımı (elma+tarçın ilaveliler hariç), diğerlerine göre önemli ölçüde daha çok ($p<0,05$) beğenilmiştir.

Kabuk inceliği özelliğinde ise, PK 7,20 değeri ile en yüksek, KU (5,93) en düşük değere sahip bisküvidir. Kıvam arttıcılara göre incelendiğinde, sade, kuş üzümü, kuru üzüm ilavelilerde pektin yüksek olarak belirlenirken, hurma ve elma+tarçın ilavelilerde GMS ile üretilenler daha çok beğenilmiştir. İlave edilen meyvelere göre incelendiğinde ise ksantan ile üretilenlerde en çok beğenilen KE ve GMS ile üretilenlerde GE iken, pektin ile üretilenlerde PK en yüksek beğeni almıştır.

Bisküvi	Yüzey Görünümü*			Kesit Özellikleri*				
	Parlaklık	Renk	Yüzey Düzgünlüğü	Sıkı Yapı	Gözenek Dağılımı	Kabuk İnceliği	İç Renk	Kabuk İçi Renk Farkı
KS	7,06 ^a	7,33 ^a	5,46 ^g	5,73 ^e	6,20 ^e	6,60 ^g	6,60 ^f	6,60 ^f
KK	6,73 ^e	7,00 ^d	5,40 ^h	6,20 ^b	6,27 ^d	6,67 ^f	6,93 ^b	6,40 ⁱ
KU	6,86 ^c	7,20 ^b	4,93 ⁱ	5,73 ^e	5,73 ^j	5,93 ^j	6,20 ⁱ	6,47 ⁱ
KH	6,66 ^f	7,13 ^c	4,80 ^j	6,33 ^a	6,27 ^d	6,20 ⁱ	6,67 ^e	6,47 ⁱ
KE	6,60 ^g	6,80 ^f	5,13 ^l	6,33 ^a	5,87 ⁱ	6,80 ^d	6,73 ^d	6,67 ^e
PS	6,73 ^e	6,13 ^j	6,80 ^b	5,73 ^e	6,07 ^g	6,67 ^f	6,47 ^h	7,00 ^b
PK	6,66 ^f	6,26 ^l	6,66 ^d	5,73 ^e	6,13 ^f	7,20 ^a	6,53 ^g	6,60 ^f
PU	6,93 ^b	6,60 ^h	6,86 ^a	5,60 ^g	6,00 ^h	6,73 ^e	6,20 ⁱ	7,07 ^a
PH	6,80 ^d	6,73 ^g	6,86 ^a	5,73 ^e	5,93 ^l	6,27 ^l	7,00 ^a	6,67 ^e
PE	6,20 ^j	6,06 ^h	6,73 ^c	5,73 ^e	6,27 ^d	6,87 ^c	6,13 ^j	6,53 ^h
GS	6,53 ^h	6,86 ^e	6,73 ^c	6,13 ^c	6,27 ^d	6,53 ^h	6,40 ^l	6,80 ^d
GK	6,80 ^d	7,00 ^d	6,80 ^b	6,13 ^c	6,40 ^b	6,67 ^f	6,40 ^l	6,93 ^c
GU	6,33 ⁱ	6,73 ^g	6,33 ^f	6,00 ^d	6,33 ^c	6,67 ^f	6,80 ^c	7,00 ^b
GH	6,33 ⁱ	6,20 ⁱ	6,00 ^e	5,67 ^f	6,47 ^a	6,73 ^e	7,00 ^a	6,27 ^j
GE	6,46 ^l	6,20 ⁱ	5,66 ^g	5,73 ^e	5,60 ^k	7,00 ^b	6,60 ^f	6,47 ⁱ

Çizelge 4.4 : Bisküvilerin duyuusal değerleri.

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

KS: Ksantan Gamlı Sade (kontrol), KK: Ksantan Gamlı Kuru Üzümlü, KU: Ksantan Gamlı Kuş üzümü, KH: Ksantan Gamlı Hurmalı KE: Ksantan Gamlı Kuru Elma Tarçınlı PS: Pektinli Sade (kontrol), PK: Pektinli Kuru Üzümlü, PU: Pektinli Kuş Üzümlü, PH: Pektinli Hurmalı PE: Pektinli Kuru Elma Tarçınlı, GS: GMS'li Sade (kontrol), GK: GMS'li Kuru Üzümlü, GU: GMS'li Kuş Üzümlü, GH: GMS'li Hurmalı, GE GMS'li Kuru Elma Tarçınlı

İç renk değerlerine göre en yüksek değerler 7,00 ile PH, GH bisküvileridir. En düşük değerli bisküvi ise 6,13 ile PE bisküvisidir. Sade, kuru üzüm ve elma+tarçın ilaveleri ile üretilen bisküvi örneklerinde en yüksek değer ksantan, hurma ilavelilerde pektin ve GMS ve kuş üzümü ilavelilerde GMS ile üretilenlerde tespit edilmiştir.

Kabuk iç renk farkları incelendiğinde ise, en yüksek değer 7,07 ile PU bisküvisinin iken en düşük değer 6,27 ile GH bisküvisidir. Pektin ve GMS üretilen bisküviler arasında en çok beğenilen ($p<0,05$) kuş üzümü ilaveliler iken, ksantan gam ile üretilenlerde en çok elma+tarçın ($p<0,05$) ilaveliler beğenilmiştir.

Bisküvilerin tadım özellikleri belirlenirken panelistlerden sertlik, gevreklik, kumlu kuru olmama, ağızda dağılma, dişe yapışma, lezzet ve koku özellikleri yönünden bisküvileri değerlendirmeleri istenmiştir. Panelistlerin verdiği değerlere göre, sertlik değerleri incelendiğinde; en yüksek değer 6,67 ile GK bisküvisinin iken en düşük değer 5,33 ile KK bisküvisidir. Ksantan gam ile üretilenler incelendiğinde en yüksek değer hurmada, pektinlerde sadede ve GMS'lerde kuş üzümünde belirlenmiştir. Ayrıca kuş üzümü hariç tüm kuru meyve ilavelilerde GMS en yüksek sertlik değere sahip bisküvilerin üretilmesini sağlarken, hurma hariç ksantan ile üretilenler en düşük sertlik değere sahip bisküvilerdir.

Gevreklik bisküvilerde aranan özelliklerin başında gelmektedir. Gevreklik incelendiğinde, en yüksek değere sahip bisküviler PK ve KS (7,27) iken en düşük değer 6,27 ile PH ve GS bisküvileridir. Kıvam arttırıcılar incelendiğinde en yüksek gevreklik değerleri ksantan ile üretilen bisküvilerdedir (kuru üzüm ilaveli bisküviler hariç).

Kumlu-kuru olmama özelliklerine göre en yüksek değer 6,60 ile PS ve PU bisküvilerinin iken en düşük değer 4,60 ile PH bisküvisidir. Sade, kuru üzüm ve kuş üzüm ilavelilerde bu özellik pektinde en yüksek iken, hurma ilavelide ksantanda, elma+tarçın ilavelide GMS ile üretilenlerde bulunmuştur.

Ağızda dağılma özelliğinde panelistler tarafından en beğenilen bisküvi PS (6,73) iken en az beğenilen (4,93) PU bisküvisidir. Pektin ve GMS ile üretilen bisküvilerde bu özellik yönünden en çok sade bisküviler beğenilirken, ksantan gam ile üretilenler arasından kuş üzümü ilaveli olan bisküvi en çok beğenilmiştir.

Dişe yapışma özelliğine göre en yüksek değere sahip olan bisküvi PK (6,73) iken, en düşük değere sahip olan KS (5,40) bisküvisidir. İlave edilen kuru meyvelere göre incelendiğinde kuru üzüm ve kuş üzümü ilaveli bisküvilerden pektin ile üretilenler daha

çok beğenilirken, hurma ve elma+tarçın ilavelilerde en çok GMS ile üretilenler beğenilmiştir.

Lezzet yönünden en yüksek değer 7,67 ile PU bisküvisinin iken en düşük değer GE (6,00) bisküvisininidir. Sade ve kuş üzümü ilaveli bisküvilerde pektin ile üretilenler en çok beğenilmesine ($p<0,05$) rağmen, hurma ve elma+tarçın ilavelilerde en çok ksantan gam ilaveliler beğenilmiştir ($p<0,05$). Kuru üzümü ilaveli pektin ve ksantan gam ile üretilen bisküviler arasında fark bulunmamıştır.

Koku özelliği incelendiğinde en beğenilen bisküvi KE (7,73), en az beğenilen ise GK (5,67) bisküvileridir. Koku özelliklerine göre sade ve kuru üzüm ilavelilerde pektin daha üstün bisküviler sağlarken, kuş üzümü, hurma ve elma+tarçın ilaveli bisküvilerde en yüksek değerler ksantan gam ilaveli bisküvilerden elde edilmiştir. Ksantan gam ve GMS ile üretilen bisküvilerde elma+tarçın ilavesi panelistlerin beğenisini kazanmıştır.

Panelistlere farklı özellikleri yönünden değerlendirmeleri istenilen bisküvilerin satın alınabilirlik durumu sorulduğunda GE (7,33) örneğinin diğer bisküvilere göre daha satın alınabilir olduğunu söylenirken, KS'nin tercih edilme düzeyinin en düşük bisküvi olduğu belirlenmiştir. Hedonik skala ile yapılan duyu analizi testlerinde 5 ve üzeri alınan puanların olumsuz sonuç olmadığı düşünülür ise üretilen tüm bisküvilerin satın alınabilir olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.5 : Bisküvilerin duyuusal değerleri.

Bisküvi Türü	Tadım Özellikleri*						Satın Almabilirlik	
	Sertlik	Gevreklik	Kumlu Kuru Olmama	Ağızda Dağılma	Dişe Yapışma	Lezzet	Koku	Satın Alma
KS	5,87 ^h	7,27 ^a	5,87 ¹	6,13 ^f	5,40 ^j	6,93 ^f	7,00 ^g	5,20 ^l
KK	5,33 ^k	6,67 ^f	6,33 ^d	5,87 ^h	5,73 ^g	7,40 ^c	7,00 ^g	5,33 ^j
KU	5,73 ⁱ	6,80 ^d	5,93 ^h	6,47 ^c	5,60 ^l	7,40 ^c	7,40 ^c	5,47 ⁱ
KH	6,33 ^e	7,13 ^b	6,47 ^b	6,40 ^d	5,47 ⁱ	7,27 ^d	7,07 ^f	5,73 ^h
KE	5,60 ^j	6,73 ^e	5,87 ¹	6,33 ^e	6,13 ^f	7,00 ^e	7,73 ^a	6,20 ^e
PS	6,33 ^e	6,93 ^c	6,60 ^a	6,73 ^a	6,40 ^d	7,60 ^b	7,47 ^b	6,60 ^c
PK	6,27 ^f	7,27 ^a	6,40 ^c	6,60 ^b	6,73 ^a	7,40 ^c	7,33 ^d	6,67 ^b
PU	6,53 ^b	6,60 ^g	6,60 ^a	4,93 ^j	6,40 ^d	7,67 ^a	6,27 ^j	6,27 ^d
PH	5,07 ^c	6,00 ^k	4,60 ^j	5,47 ⁱ	5,73 ^g	6,20 ^l	6,47 ^l	5,33 ^k
PE	5,83 ¹	6,27 ^j	5,47 ⁱ	5,80 ^l	5,67 ^h	6,13 ⁱ	6,27 ^j	5,53 ¹
GS	6,53 ^b	6,27 ^j	6,27 ^e	6,47 ^c	6,40 ^d	6,73 ^g	6,40 ⁱ	5,87 ^f
GK	6,67 ^a	6,53 ^h	6,27 ^e	6,07 ^g	6,53 ^b	6,13 ⁱ	5,67 ^l	5,80 ^g
GU	6,40 ^d	6,47 ^l	6,07 ^f	6,13 ^f	6,20 ^e	6,27 ^h	6,53 ^h	5,87 ^f
GH	6,47 ^c	6,60 ^g	6,00 ^g	5,87 ^h	6,13 ^f	6,27 ^h	6,07 ^k	6,27 ^d
GE	6,07 ^g	6,40 ⁱ	6,40 ^c	6,07 ^g	6,47 ^c	6,00 ^j	7,20 ^e	7,33 ^a

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

KS: Ksantan Gamlı Sade (kontrol), KK: Ksantan Gamlı Kuru Üzümlü, KU: Ksantan Gamlı Kuş üzümü, KH: Ksantan Gamlı Hurmalı KE: Ksantan Gamlı Kuru Elma Tarçınlı PS: Pektinli Sade (kontrol), PK: Pektinli Kuru Üzümlü, PU: Pektinli Kuş Üzümlü, PH: Pektinli Hurmalı PE: Pektinli Kuru Elma Tarçınlı, GS: GMS'li Sade (kontrol), GK: GMS'li Kuru Üzümlü, GU: GMS'li Kuş Üzümlü, GH: GMS'li Hurmalı, GE GMS'li Kuru Elma Tarçınlı

5. SONUÇ

Bu çalışmada, nişasta ve üç farklı kıvam artırıcı kullanarak (ksantan gam, pektin, GMS) düşük proteinli sade ve kuru meyveli (kuru üzüm, kuş üzümü, hurma, elma-tarçın) glutensiz bisküviler elde edilmiştir. Bisküvilerin kimyasal, fiziksel, renk, tekstür ve duyusal analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir:

1. Elde edilen bisküvilerin duyusal özellikleri ve kalite nitelikleri uygun bulunmuştur.
2. Herkes tarafından sevilerek tüketilen bisküvilerde, çölyak ve PKU gibi düşük proteinli beslenmesi gereken bireyler tarafından da rahatlıkla tüketilebilecek seviyede protein içeriğine ulaşılmıştır.
3. Özellikle PKU hastaları için önemli olan fenilalanin miktarı uygun bulunmuştur.
4. Lezzet açısından en çok beğenilen pektinli kuş üzümlü bisküvi olurken, satın alınabilirlik olarak GMS'li elma+tarçınlı bisküvi seçilmiştir.
5. Üretilen bisküviler sayesinde ürün çeşitliliğinin artırılacağı vurgulanmıştır.
6. İthal olarak alınan gıdalara eş ürünler üretilebileceği gösterilerek, ülke ekonomisine destek sağlanabileceği düşünülmektedir.
7. Ayrıca bu tez çalışmasının ileride yapılacak çalışmalara da ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AACCI. *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI)*. (1990). St. Paul, MN: (AACCI). USA.

AACCI. *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI)*. (1995). St. Paul, MN: (AACCI). USA.

Acosta, P. & Yanicelli, S. (2001). *The Ross Metabolic Formula System Nutrition Support Protocols*. 4th ed. Columbus, Ohio: Ross Laboratories, Ross Product Division, 1-32.

Ahring, K., Bélanger-Quintana, A., Dokoupil, K., Gokmen, O.H., Lammardo, AM., MacDonald, A., Motzfeldt, K., Nowacka, M., Robert, M., Van Rijn, M. (2009). Dietary management practices in phenylketonuria across European centres, *Clinical Nutrition*, 28, 231–236.

Altınışık, M. (2006). Protein ve Amino Asit Metabolizması. Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi ders notu. Alınan; <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/sunularim.htm>

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2009). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients, *Food Science & Technology*, 21, 106-113.

Anonim, (1982). *Wheat gluten contributes to nutrition, functionality to meat, baked goods and other foods*. Food Development, 16, 22–23.

Anonim, (1991a). *TS 2383 Bisküvi Standardı*. Türk Standartları Enstitüsü Ankara.

Anonim, (1991b). *Kabartma tozu-hamur için*, TS 9053, Ankara.

Anonim, (2003). *Danish food composition databank*. Erişim: 05 Mayıs 2018. <http://www.foodcomp.dk>

Anonim, (2009). “*Amino acids*”. Literature Education Series on Dietary Supplements. Huntington College of Health

Anonim, (2012). Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliği, Tebliğ no: 2012/4, T.C. Resmi Gazete sayı: 28163

Antoine, F.R., Wei, C.I., Littell, R.C., Marshall, M.R. (1999). HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 5100-5107.

Anton, A.A. & Artfield, S.D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: A review, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59(1), 11-23.

AOAC. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Washington*. (1990). DC, USA.

Aristoy, M.C., Toldra, Ö.F. (1991). Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1792–1795

Aydin, N. (2012). *Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Aydoğdu, S. & Öztürk, Y. (2004). Hastalıktan çok, yeni ve farklı bir yaşam biçimi çölyak hastalığı, *Dünya Gıda Dergisi*, 9, 70-74.

Başaran, N., Cenani, A., Şaylı, B.S., Özknay, Ö., Artan, S., Seven, H., Başaran, A., Dinçer, S. (1992). Consanguineous marriages among parents of down patient. *Clin. Genet.*, 42, 13-15.

Battais F., Courcoux P., Popineau Y., Kenny G. ve Maneret-Vautrin D.A., Denery Paini (2005). Food allergy to wheat; differences in immunoglobuline-binding proteins as a function of age or symptoms, *Journal of Cereal Science*, 42, 109-117.

Baysal, A. (2011). *Proteinler. Beslenme ders kitabı*, Ankara, Hatiboğlu Yatınevi, 53-58.

Bedawy, A.A.E., Mansour, E.A., Beltagy, A.E., Zahran, G.A., Badr, W. (2009). Production of gluten free biscuits for celiac patients, *Minufija J. Agric. Res.* 34, 4, 1573-1586

Bélanger-Quintana, A., Burlina, A., Harding, C.O., Muntau, A.C. (2011). Up to date knowledge on different treatment strategies for phenylketonuria. *Molecular Genetics and Metabolism*, 104, 19-25.

Blau, N., Spronsen, F.J., Levy, H.L. (2010). Phenylketonuria, *Lancet*, 376 (9750), 1417-1427.

Can, F. (2015). *Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi* (yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Centerwall, S. A. & Centerwall, W. R. (2000). The discovery of phenylketonuria: The story of a young couple, two retarded children and a scientist. *Pediatrics*, 105, 89–103.

Chrysam, M.M., Erickson, D.R., Jackson, H.W., Leo, D.A., List, G.R., Norris, F.A, Seter, R.T, Thomas, A.E. (1985). *Bailey's industrial Oil and Fat Products*. Kraft Inc. R&D., 2, 41-111.

Demirkol, M., Gizewska, M., Giovannini, M., Walter, J. (2011). Follow up of phenylketonuria patients. *Molecular Genetics and Metabolism*, 104, 31-39.

Denery-Papini, S., Nicolas, Y., Popineau, Y. (1999). Efficiency and limitations of immunochemical assays for the testing of gluten-free foods. *Journal of Cereal Science*, 30, 121-131.

Dobrowolski, S.F., Heintz, C., Miller T, Ellingson, C., Ozer, I., Gökçay, G., Baykal, T., Thöny, B., Demirkol, M., Blau, N. (2011). Molecular genetics and impact of residual in vitro phenylalanine hydroxylase activity on tetrahydrobiopterinresponsiveness in Turkish PKU population. *Molecular Genetics and Metabolism*, 10, 116-121.

Doğan, İ.S. (1999) *Tahıl işleme Teknolojisi Ders Notları*. Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.

Eerlingen, R.C. & Delcour, J.A. (1995). Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *Journal of Cereal Science*, 22 (2), 129-138.

- Elgün, A. & Ertugay Z.** (1995). *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi ofset tesisi No:718, Erzurum.
- Ensminger, A.H., Ensminger, M.E, Konlande, J.E., John, R.K., Ensminger, R.** (1995). *The Concise Encyclopedia of Foods & Nutrition*, CRC Press.
- Ergin, A.** (2011). *Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi* (Yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ergül, N.** (2011). *Fenilketonüri hastaları için meyveli puding toz karışımının üretim (Yüksek lisans tezi)*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Faridi, H., Gaines, C.S., Strouts, B.L.** (2000). *Soft Wheat Products.*, Handbook of Cereal Science and Technology, Marcel Dekker, USA, 575-614.
- Fasano, A. & Catassi, C.** (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum, *Gastroenterology*, 120 (3), 636-651.
- Fasano, A.** (2003). Celiac disease how to handle a clinical chameleon, *New England Journal of Medicine*, 348 (25), 2568-2570.
- Ferran, A.** (2009). *Front Matter*, Modern Gastronomy, CRC Press.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K.** (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, *Trends in Food Science & Technology*, 15 (3-4), 143-152.
- Garrod, A.E.** (1923). *Inborn Errors of Metabolism*. London: Henry Frowde and Hodder & Stoughton.
- Genetik Hastalıklar ve Akraba Evlilikleri.** (t.y.). Erişim: 14 mart 2018, <http://www.bilim.org/genetik-hastaliklar-ve-akraba-evlilikleri/>
- Gianibelli, MC., Gupta, RB., Lafiandra, D., Margiotta, B., MacRitchie, F.** (2001). Polymorphism of high MR glutenin subunits in triticum tauschii: characterisation by chromatography and electrophoretic methods. *Journal of Cereal Science*,33, 39-52.
- Giese, J.** (1996). Fats and fat replacers, balancing the health benefits. *Food Food Technology*, 50, 6-78.
- Giovannini, M., Verduci, E., Salvatici, E., Paci, S., Riva, E.** (2012). Phenylketonuria: nutritional advances and challenges. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 9, 1 -17.
- Gobbetti, M., Giuseppe Rizzello, C.** (2007). Sourdough lactobacilli and celiac disease, *Food Microbiology*, 24 (2), 187-196.
- Goldar, P., Givianard, M.H., Shams, A.** (2016). Effect of ultrafiltered milk permeate and non-dairy creamer powder concentration on low phenylalanine yoghurt's physicochemical properties during storage, *Journal Food Science Technology*, 53(7), 3053-3059.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Certel, M.** (2002). *Protein ve Amino Asitler, Biyokimya-1 Temel Yapılar ve Kavramlar*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik fakültesi Matbaası, 66-70, Denizli.
- Hallert, C., Grant, C., Grehn, S., Grännö, C., Hultén, S., Midhagen, G., Ström, M., Svensson, H., Valdimarsson, T.** (2002). Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, *Aliment Pharmacol Ther*; 16, 1333-1339.
- Harris, P.J. & Ferguson, L.R.** (1999). Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutr Res*, 443, 95-110.

- Haziran Ulusal Fenilketonüri Günü.** (t.y.). Erişim: 14 mart 2018, <http://karabukgundem.com/1-haziran-ulusal-fenilketonuri-gunu.html>
- Hendriksz, C.J. & Walter, J.H.** (2004). Update on phenylketonuria. *Current Paediatrics*; 14, 400-406
- Hernell, O., Ivarsson, A., Persson, L. Å.** (2001). Coeliac disease: effect of early feeding on the incidence of the disease, *Early Human Development*, 65, 153–160.
- Hoseney, R. C.** (1994). *Principles of Cereal Science and Technology Second Edition*, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Hoseney, R.C.** (1998) *Principles of Cereal Science and Technology*, American Assoc. of Cereal Chemistry Int. St. Paul, Minesota, USA, 275-305.
- Ivarsson, A., Persson, L.A., Nyström, L.** (2003). The Swedish coeliac disease epidemic with a prevailing twofold higher risk in girls compared to boys may reflect gender specific risk factors, *European Journal of Epidemiol*, 18, 677-684.
- İnkaya, A.** (2008). *Bisküvi Üretiminde Kestane Kullanım Olanaklarının Araştırılması* (yüksek lisans tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin, F.K.** (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri, *Gıda*, 34 (1), 29-36.
- Karahan, M.A., Sert, H., Havlioğlu, İ., Yüce, H.H.** (2014). Akçaağaç şurubu hastalığı olan hastada anestezi yaklaşımı, *Turk Journal Anaesth Reanim*, 42, 355-357.
- Karaoğlu, M.** (1998). *Farklı Yöntemler Uygulanarak Elde Edilmiş Modifiye Nişastaların Kek Kalitesi Üzerine Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M., Herald, T.J.** (2005). Physical and sensory characteristics of no-sugar-added/low-fat muffin, *Journal of Food Quality*, 28, 439-451.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., Karaoğlu, M.M., Boz, H.** (2009). Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 103-107.
- Köksal, G. & Özel, H.G.** (2008). Metabolik hastalıklarda beslenme, *Sağlık Bakanlığı Yayınları*, 728, 1-40s.
- Köksel, H.** (2014). *Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 3. basım, Ankara, 47-129.
- Küçükkasap, T.** (2006). *Fenilketonüride Ailenin Bilgi Düzeyinin Hastalığın Metabolik Kontrolü Üzerine Etkisinin Araştırılması ve Uygun Bir Eğitim Modeli Geliştirme*. Hacettepe Üniversitesi (Yüksek Lisans Tezi), Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Lajoie, M. S., Goldsteinn, P. K., Geeding-Schid, D.** (1996). Use of bicarbonates in extrusion processing of ready-to-eat cereals. *Cereal Foods World*, 41, 448-451.
- Lee, A. & Newman, J.M.** (2003). Celiac diet: Its impact on quality of life, *Journal of the American Dietetic Association*, 103 (11), 1533-1535.
- Lee, S. C., Prosky, L. & DeVries, J. W.** (1992). Determination of total, soluble, and insoluble, dietary fiber in foods - enzymatic gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 75, 395-416.

- Lorenzo, G., Zaritzky, N.E., Califano, A.N.** (2009). Rheological characterization of refrigerated and frozen non-fermented gluten-free dough: Effect of hydrocolloids and lipid phase, *Journal of Cereal Science*, 50 (2), 255-261.
- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.M., Allaf, K., Patras, C.** (1998). Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of cookies. *Journal of Food Engineering*, 35, 23-42.
- Mariani, P., Grazia, V. M., la Vecchia, A., Cipolletta, E., Calvani, L., Bonamico, M.** (1998). The gluten-free diet: A nutritional risk factor for adolescents with celiac disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 27, 519-523.
- Matz, S.A. & Matz, T.D.** (1978). *Cookie And Cracker Technology*. Avi publishing company Inc. Westport. 3-56
- Matz, S.A.** (1972). *Bakery Technology and Engineering*, AACCI Publ. Co. USA.
- McCleary, B.V. & Prosky, L.** (2008). *Advanced Dietary Fibre Technology*, Wiley-Blackwell, 562, USA.
- Mercan, N. & Boyacıoğlu, H.** (1999). Kek üretim teknolojisi: kekin tanımı, sınıflandırılması ve üretimi, *Dünya Gıda Dergisi*, 45, 36–39.
- Mercan, N., Boyacıoğlu, H., Boyacıoğlu, D.** (2000). Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması, *Gıda dergisi*, 57, 75-81.
- Meredith, F.I., McCarthy, ve Leffler, R.** (1988). Amino acid concentrations and comparison of different hydrolysis procedures for American and foreign chestnuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36, 1172-5.
- Mohsen, S.M., Yaseen, A.A., Ammar, A.M., Mohammad, A.A.** (2010). Quality characteristics improvement of low-phenylalanine toast bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 2042–2051.
- Ney, D.M., Gleason, S.T., Calcar, S.C., MacLeod, E.L., Nelson, K.L., Etzel M.R., Rice, G.M., Wolff, J.A.** (2009). Nutritional management of PKU with glycomacropeptide from cheese whey, *Journal Inherit Metabolic Disease*, 32, 32–39.
- Neyzi, O. & Ertuğrul, T.** (2002). *Pediatrici*. Nobel Tıp Kitabevleri
- Ngouémazong, D.E., Tengweh, F.F., Fraeye, I., Duvetter, T., Cardinaels, R., Loey, A.V., Moldenaers, P., Hendrickx, M.** (2012). Effect of Demethylesterification on Network Development and Nature of Ca²⁺-pectin Gels: Towards Understanding Structure-Function Relations of Pectin. *Food Hydrocolloids*, 26, 89-98.
- Onat, T.** (1996). *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları*, İstanbul. Eksen Yayınları, Cilt 1, 294- 319
- Özbaş, S.** (2011). Türkiye’de Yenidoğan Tarama Programı. *Uluslararası Katılımlı IX. Metabolik Hastalıklar ve Beslenme Kongre Kitabı*, 19.
- Özboy, Ö.** (2002). Development of corn starch-gum bread for phenylketonuria patients, *Nahrung/Food*, 46(2), 87-91.
- Özer, E.A., Banoğlu, Ş. ve Banoğlu, E.** (2008). Fenilketonüri hastalığı ve fenilalanin kısıtlı diyet, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 1139s.
- Özgüç, M., Özalp, I.Ç., Coşkun, T., Yılmaz, E., Erdem, H., Ayter, S.** (1993), Mutation analysis in Turkish phenylketonuria patients, *Journal of Medical Genetics*, 30, 129-130.

- Özkaya, B.** (1999). Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi-2. *Food Hi-Tech*, Mar. 82-88.
- Özkaya, N., Seçkin, R., Ercan, R.** (1984). Bazı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri ile Mineral ve Vitamin içerikleri Üzerinde Araştırmalar, *Gıda*, 9(5), 245-251.
- Özmen, F.** (2011). *Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Pirinç Tarhanası*. Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, S.** (1998). Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddeler ve özellikleri. *Un Mamulleri Dünyası*, 7(2), 76-78.
- Paucean, A., Man, S., Muste, S., Pop, A.** (2016). Development of gluten free cookies from rice and coconut flour blends. *UASVM Science and Technology*, 73(2), 163-164.
- Pehlivan, C.** (2016). *Çölyak hastaları için ekmek yapımında göleveze (Colocasia Esculenta (L.) Schott) yumrusunun kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Pimente, F.B., Alves, R.C., Costa, A.S.G., Fernandes, T.J.R.** (2014). Nutritional composition of low protein and phenylalanine-restricted dishes prepared for phenylketonuric patients. *Food Science and Technology*, 57, 283-289.
- Pinier, M., Fuhrmann, G., Verdu, E.F., Leroux, J.C.** (2010). Prevention measures and exploratory pharmacological treatments of celiac disease, *The American Journal of Gastroenterology*, 105 (12), 2551- 2561
- Pomeranz, Y.** (1987). *Modern Cereal Science and Technology*. VCH publishers, Washington, U.S.A
- Prasad, C., Dalton, L., CDE R, Levy H.** (1998). Role of diet therapy in management of hereditary metabolic diseases. *Nutr Research*, 18(2), 391-402.
- Preichardt, L.D., Vendruscolo, C.T., ve diğ.** (2011). The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients, *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (12), 2591-2597.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., DeVries, J.W., Furda, I.** (1988). Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *Journal Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71, 1017-1023.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., DeVries, J.W., Furda, I.** (1992). Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 75, 360-367
- Pyler, E.J.** (1988). *Baking Science and Technology*, Kansas, USA, Sosland Publishing Company, 1345.
- Remko, M., Fitz, D., Broer, R., Rode, B.M.** (2011). Effect of metal ions (Ni²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺) and water coordination on the structure of L-phenylalanine, L-tyrosine, L-tryptophan and their zwitterionic forms. *Journal Mol. Model*, 17, 3117-3128.
- Sadubray, J.M., Walter, J.H.** (2012) *Hyperphenylalaninaemia*. In: Inborn Metabolic Diseases, Diagnosis and Treatment, Springer Medizin Verlag Heidelberg: 251 – 264.
- Saldamlı, İ. & Temiz, A.** (2007). *Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 3. basım, Ankara, 587- 266.

- Savtekin, N.** (2014). *Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi Üretimi* (Yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., León, A.E., Gabriela, T. P.** (2008). Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (4), 577-585.
- Scriver, C.R. & Kaufmann, S.** (2001). *Hyperphenylalaninemia: Phenylalanine hydroxylase deficiency*. The metabolic & molecular bases of inherited disease. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1667-1724
- Seçkin, Y.** (2007). Fenilketonüri çocukların pisko-pedagojik sorunları ve çözümleri. IX. Uluslararası Katılımlı Beslenme ve metabolizma Kongresi, İstanbul, 39-43s.
- See, J., & Murray, J.A.** (2006). Gluten-free diet: the medical and nutrition management of celiac disease, *Nutrition in Clinical Practice*, 21(1), 1-15.
- Simas, K.N., Vieira, L.N., Podesta, R., Müller, C.M.** (2009). Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 531-538
- Sindhuja, A., Sudha, M. L., Rahim, A.** (2005). *Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies*, Eur Food Res Technol 221, 597-601.
- Smith, I. & Lee, P.** (2000). *The hyperphenylalaninemias*. Inborn Metabolic Diseases: Diagnosis and Treatment (2nd ed), Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 171-184.
- Sullivan, J.E. & Chang, P.** (1999). Review: emotional and behavioral functioning in phenylketonuria. *Journal Pediatr Psychol*, 24(3):281-99.
- Targum, S.D. & Lang, W.** (2009). Research to practice. Neurobehavioral problems associated with phenylketonuria. *Psychiatry (Edgement)*, 7(12), 29-32.
- Thompson, T.** (2003). Oats and the gluten-free diet, *Journal of The American Dietetic Association*, 103(3), 376-379.
- Türker, S.** (2008). *Yumuşak Buğday Ürünleri Ders Notları*, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Türksoy, S. & Özkaya, B.** (2006). Gluten ve Çölyak Hastalığı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ulusoy, S.** (2011). *Stevia ile Tatlandırılmış Bisküvilerin Kalite Özellikleri ve Akrilamid İçeriğinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Urgancı, N.** (2005), *Çölyak hastalarına ekmeğe zehir oluyor*, http://212.174.46.149/w/dergi/basinpdf/kasim2004/18_19_20.pdf.
- Uthayakumar, S., Gras, P.W., Stoddard, F.L., Bekes, F.** (1999). Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough, *Cereal Chemistry*, 76, 389-394.
- Ünal, S.** (1991). *Hububat Teknolojisi*, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çoğalma Yayını, No:29, İzmir, 191-198.
- Ünal, S.S., Özer, Ç., Olçay, M.** (1997) Farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri. 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman Bildiri Kitapçığı. 197-206.

Waisbren, SE., Noel, K., Fahrbach, K., Cella, C., Frame, D., Dorenbaum, A., Levy, H. (2007). Phenylalanine blood levels and clinical outcomes in phenylketonuria: a systematic literature review and meta-analysis. *Mol Genet Metabol*, 92(1), 63–70.

Walter, R.H. (1991). *The Chemistry and Technology of Pectin*. Academic Press, 276, London.

Weetch, E. & MacDonald, A. (2006), The determination of phenylalanine content of foods suitable for phenylketonuria, *Journal Human Nutrition Dietetic*, 19, 229–236.

Yurtsever, N. (1984). *Deneysel İstatistik Metotları*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanl. Köy Hizm. Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Tekn. Yayın No: 56, Ankara. 169-181.

Zeybek, Ç. (2003). *Fenilketonüri Tarama Programı*. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri 35, 65-71.

Zorba, M. (2009). *Gıda Katkı Maddeleri*, Sidas Medya Yayınları, 3.basım, İzmir, 77-101.





ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Özen PARLAK
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.01.1990
E-posta : ozensokmen@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2017, Gelişim Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Tezsiz Y. L

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Çölyak Hastaları İçin Bisküvi Üretimi, 172L13 nolu BAP projesi, 2018-