T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİF İÇERİKLİ BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE LÜPEN (*Lupinus albus* L.) KEPEĞİ KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Filiz BEĞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz -2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÜKSEK LİF İÇERİKLİ BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE LÜPEN (*Lupinus albus* L.) KEPEĞİ KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Filiz BEĞEN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2012, 91 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof. Dr. Selman TÜRKER
Yrd. Doç. Dr. Kürşat DEMİR

Bu çalışmada lüpen *(Lupinus albus* L.*)* kepeği kullanılarak yüksek lif içerikli bisküvi üretimi amaçlanmıştır. Bisküvilik una farklı oranlarda lüpen kepeği (%0, 5, 10, 15 ve 20) katılarak hazırlanan un paçallarında, hamur reolojik özellikleri belirlenmiştir. Bisküvi üretiminde, bu un paçallarına farklı oranlarda şortening (%35, 40 ve 45) ve ksilanaz enzimi (%0 ve 0.5) ilave edilmiştir. Bisküvi denemeleri (5x3x2)x2 faktöriyel desene göre yürütülmüş ve elde edilen bisküvilerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri araştırılmıştır.

Lüpen kepeği, farinogramda hamurun su absorpsiyonunu ve stabilite değerini artırırken, yumuşama derecesini azaltmıştır. Yüksek oranlarda lüpen kepeği kullanımı (%15-20) ise ekstensogramda enerji, uzamaya karşı direnç ve maksimum direnç değerlerini artırırken uzayabilirlik değerini azaltmıştır.

Lüpen kepeği kullanımı bisküvilerin fiziksel özelliklerinden çap değerini düşürücü, kırılma kuvveti değerini ise artırıcı etki göstermiştir. Formülasyonda artan şortening oranı ve ksilanaz ilavesi, yayılma oranı ve kırılma kuvveti değeri üzerinde olumlu etki göstermiştir. Lüpen kepeği ilavesi ile bisküvi sertliğinde meydana gelen artış, ksilanaz enzimi yardımıyla %5 daha az şortening kulanılarak giderilebilmiştir. Bisküvilerin renk ölçüm sonuçlarına göre, formülasyonda artan lüpen kepeği oranı bisküvi yüzeyini koyulaştırmıştır. Şortening ve ksilanaz kullanımı ise a* ve b* değerlerini yükseltmiştir.

Bisküviler kimyasal analiz sonuçları bakımından incelendiğinde, lüpen kepeği ilavesi kül, selüloz, Ca, Mn ve Mg miktarını arttırırken, K ve protein miktarını düşürücü etki göstermiştir. Formülasyonda artan şortening miktarı ise bisküvilerin bazı mineral madde miktarlarında oransal bir azalmaya neden olmuştur.

Yüksek lüpen kepeği oranı tüm duyusal analiz puanlarını düşürmüştür. %10'un üzerinde lüpen kepeği kullanımı, genel beğeni puanının düşmesine neden olmuş, artan oranlarda şortening kullanımı ise tekstür ve tat puanlarını yükseltmiştir. Fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikler birlikte değerlendirildiğinde bisküvi formülasyonunda %10 lüpen kepeği, %40 şortening ve %0.5 ksilanaz enziminin birlikte kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyet lif, bisküvi, lüpen, kepek, ksilanaz, şortening

ABSTRACT

MS THESIS

USAGE OF LUPIN (*Lupinus albus* L.) BRAN IN HIGH FIBER COOKIE PRODUCTION

Filiz BEĞEN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Associate Professor Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2012, 91 pages

Jury
Assoc.Prof.Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Prof.Dr. Selman TÜRKER
Asst.Prof.Dr. Kürşat DEMİR

In this study, high fiber cookie production was aimed by using lupin (*Lupinus albus* L.) bran. The lupin bran were incorporated into cookie flour at different ratios (0, 5, 10, 15 and 20%), and the rheological properties of dough were investigated. In cookie production, different ratios of shortenings (35, 40 and 45%), and xylanase enzyme (0% and 0.5%) were added into these flour blends. Cookie trials was conducted according to (5x3x2)x2 factorial design. Some physical, chemical and sensory properties of the cookies were researched.

The lupin bran increased water absorption and stability values of dough, and also decreased softening degree in farinogram. Lupin bran usage at high ratios (15-20%) increased the energy, resistance to extension and maximum resistance however reduced the extensibility on extensogram values.

Lupin bran decreased the value of the diameter of the physical properties of cookies however it increased cookies' breaking force value. Xylanase and increased shortening content in cookie formulation showed positive effect on spread ratio and breaking force value. The increment in hardness of cookie with lupin bran addition could be eliminated by the aid of xylanase with 5% less shortening usage. According to color values of cookies, increasing lupin bran in cookie formulation darkened the cookie surface. Shortening and xylanase usage increased the values of a * and b *.

The results of the chemical analysis indicated that lupin bran usage increased the ash, cellulose, Ca, Mn and Mg content but reduced K and protein content of the cookies. Increasing shortening ratio in cookie formulation reduced the some mineral contents as proportional.

High lupin bran ratios reduced the all sensory analysis scors. Using lupin bran over 10% ratio reduced the overal acceptability score, and increasing shortening levels improved texture and taste scores.

When the physical, chemical and sensory properties were evaluated together, 10% lupine bran, 40% shortening and 0.5% xylanase enzyme combination was found suitable for cookie formulation.

Keywords: Dietary fiber, cookie, lupin, bran, xylanase, shortening

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın hazırlanmasının her aşamasında desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye tüm yardımları ve vermiş olduğu manevi destek için,

Saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Selman TÜRKER ve Yrd. Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR'e yardımları için,

Aileme ve sevgili eşim Dr. Mehmet Atilla BEĞEN'e sabır, anlayış ve desteği için teşekkürü borç bilirim.

Filiz BEĞEN
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **v**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **x**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Bisküvi 4
2.2. Diyet Lifi 6
2.3. Diyet Lif Katkılı Bisküvi Üretimi Üzerine Araştırmalar 8
2.4. Lüpen ve Lüpen Ürünleri 11
2.5. Ksilanaz 18

3. MATERYAL VE YÖNTEM **21**

3.1. Materyal 21
3.2. Yöntem 21
3.2.1. Deneme planı 21
3.2.2. Bisküvi üretimi 22
3.2.3. Bazı hammaddeler ve un paçallarında yapılan analizler 22
3.2.3.1. Buğday ununa ait fizikokimyasal analizler ve düşme sayısı testi 22
3.2.3.2. Renk ölçümü 23
3.2.3.3. Bazı hammaddelere ait kimyasal analizler 23
3.2.3.3.1. Su miktarı 23
3.2.3.3.2. Kül miktarı 23
3.2.3.3.3. Protein miktarı 23
3.2.3.3.4. Yağ miktarı 24
3.2.3.3.5. Selüloz miktarı 24
3.2.3.3.6. Mineral madde miktarı 24
3.2.3.4. Un paçallarına ait reolojik analizler 24
3.2.4.Bisküvi analizleri 25
3.2.4.1. Fiziksel analizler 25
3.2.4.1.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı 25
3.2.4.1.2. Kırılma kuvveti 25
3.2.4.1.3. Renk değerleri 25
3.2.4.2. Kimyasal analizler 25
3.2.4.2.1. Su miktarı 25
3.2.4.2.2. Kül miktarı 26
3.2.4.2.3. Protein miktarı 26
3.2.4.2.4. Yağ miktarı 26
3.2.4.2.5. Selüloz miktarı 26

3.2.4.2.6. Mineral madde miktarı 26
3.2.4.3. Duyusal analizler 26
3.2.5. İstatistiki analizler 27

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 28

4.1. Bazı Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları 28
4.1.1. Buğday ununa ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve düşme sayısı değeri .. 28
4.1.2. Renk değerleri 29
4.1.3. Kimyasal analiz sonuçları 29
4.2. Un Paçallarına Ait Reolojik Analiz Sonuçları 32
4.2.1. Farinogram sonuçları 32
4.2.2. Ekstensogram sonuçları 34
4.3. Bisküvi Analiz Sonuçları 35
4.3.1. Fiziksel analizler 35
4.3.1.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı 35
4.3.1.1.1. Çap 35
4.3.1.1.2. Kalınlık 39
4.3.1.1.3. Yayılma oranı 40
4.3.1.2. Kırılma kuvveti 41
4.3.1.3. Renk değerleri 44
4.3.1.3.1. L* (parlaklık) değeri 44
4.3.1.3.2. a* (kırmızılık) değeri 48
4.3.1.3.3. b* (sarılık) değeri 50
4.3.1.3.4. SI ve Hue değerleri 52
4.3.2. Kimyasal analizler 55
4.3.2.1. Su miktarı 55
4.3.2.2. Kül miktarı 58
4.3.2.3. Protein miktarı 58
4.3.2.4. Yağ miktarı 59
4.3.2.5. Selüloz miktarı 59
4.3.2.6. Mineral madde miktarı 60
4.3.2.6.1. Kalsiyum (Ca) 60
4.3.2.6.2. Bakır (Cu) 64
4.3.2.6.3. Demir (Fe) 65
4.3.2.6.4. Potasyum (K) 65
4.3.2.6.5. Magnezyum (Mg) 66
4.3.2.6.6. Mangan (Mn) 67
4.2.2.6.7. Çinko (Zn) 68
4.3.3. Duyusal analizler 69
4.3.3.1. Renk 69
4.3.3.2. Görünüş 72
4.3.3.3. Tekstür 73
4.3.3.4. Tat 74
4.3.3.5. Koku 74
4.3.3.6. Genel beğeni 75

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 76

5.1. Sonuçlar 76
5.2. Öneriler 78

KAYNAKLAR 79

EKLER 90

ÖZGEÇMİŞ 91

SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	:Kalsiyum
Cu	:Bakır
Fe	:Demir
dk	:Dakika
g	:Gram
ha	:Hektar
Hue	:Renk özü
K	:Potasyum
L*	:Parlaklık renk değeri
LDL	:Düşük yoğunluklu lipoprotein
VDLP	:Çok düşük yoğunluklu lipoprotein
LK	:Lüpen kepeği
mg	:Miligram
Mg	:Magnezyum
mm	:Milimetre
Mn	:Mangan
Na	:Sodyum
NDF	:Nötral detarjan lif
NOP	:Nişasta olmayan polisakkarit
P	:Fosfor
RDA	:Tavsiye edilen günlük alım miktarı
RWAM	:Hızlı visco amilograf
S	:Kükürt
SI	:Doygunluk indeksi
Zn	:Çinko

1. GİRİŞ

Bisküvi, tahıl unu veya unları içine kabartmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri veya bir kaçı katıldıktan sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde edilen bir mamuldür (Anonim, 1986).

Bisküvi ayaküstü yenilebilen, lezzetli ve çocuklar için eğlenceli olan ve tüketici açısından çikolataya oranla daha sağlıklı bulunan bir ürün olması sebebiyle, tüketimi gün geçtikçe artan bir gıda maddesidir. Ülkemizde kişi başına bisküvi tüketimi 3.8-4.0 kg civarındadır. Bu oran Avrupa'da ise kişi başına 10 kg'ın üzerindedir (Anonim, 2010). Türkiye'de endüstriyel bisküvi üretimi 2010 yıllında 563.823 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2011b).

Günümüzde, daha sağlıklı bir hayat için tüketicilerin tercihleri düşük kalorili, yüksek lifli, düşük şeker ve tuz içerikli ve daha az katkılı gıdalar yönünde olmaktadır (Meuser ve ark., 1994). Kalorisi yüksek bir ürün olan bisküvi, diyet liflerce zenginleştirilerek daha sağlıklı bir gıda maddesi haline getirilebilmektedir. Bu amaçla çeşitli hububat, meyve sebze lifleri ve tahıl kepekleri kullanılabilmektedir.

Diyet lifler; esas olarak karbonhidratlardan oluşan ve insan vücudunda sindirilemeyen bitkisel kaynaklı maddelerdir (Saldamlı, 1998). Diyet lifler, insan ince bağırsağında sindirilmezken, kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olmaktadır. Düşük enerji değeri nedeniyle son yıllarda giderek önemi artan diyet ürünlerin temel bileşenini oluşturmaktadırlar. Gıda formülasyonlarında kullanılan diyet lifin sağlık üzerinde çok sayıda olumlu etkisi bulunmaktadır. Diyet liflerin kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği, glukoz ve lipid metabolizması ile mineral absorbsiyonu üzerinde fizyolojik etkilerinin olduğu, divertiküloz, kabızlık, hemoroit, kolon kanseri, şişmanlık, diyabet ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Dülger ve Şahan, 2011).

Lüpen (*Lupinus spp.*), protein, diyet lif, yağ ve mineral madde oranı yüksek, glisemik indeksi düşük ve çok az miktarda nişasta içeren bir baklagildir (Sipsas, 2008). Ülkemizde lüpen (*Lupinus albus* L.) tarımı sadece Orta Güney Anadolu'da (Göller Bölgesi) özellikle Beyşehir, Akşehir, Eğridir ilçelerinde yapılmakta olup, lüpen; acı bakla, delice bakla, gavur baklası, kurt baklası, mısır baklası, yahudi baklası ve termiye olarak adlandırılmaktadır (Yorgancılar, 1996; Mülayim ve ark., 2002).

Ülkemizde lüpen, yaygın olarak acılığı giderilip kabuğu ayrıldıktan sonra çerezlik olarak tüketilmektedir. Dünya üzerinde ise lüpen ve ürünleri pek çok gıda maddesinin formülasyonunda kullanılmaktadır. Lüpen kepeği bunlardan biri olup lüpen tanesinin yaklaşık %20'sini oluşturmakta ve yüksek oranda selüloz ve diyet lif içermektedir. Lüpen kepeği bileşiminde; ortalama %9 nem, %10-12 protein, %3-4 kül, %75 diyet lifi, %1'den daha az oranda yağ ve %1'den daha az oranda sindirilebilir karbonhidrat bulunmaktadır (Anonymous, 2012). Lüpen kepeği özellikle lif içeriği yükseltilmiş fonksiyonel ürünlerin üretimi açısından önemli bir hammadde olarak dikkat çekmektedir. Ülkemizde lüpen kepeğinin gıda sektöründe herhangi bir kullanım alanı söz konusu değildir.

Bisküvinin diyet lifçe zenginleştirilmesine yönelik olarak, literatürde çok sayıda çalışma mevcut olup bunların bir kısmında hububat kaynaklı olarak buğday, arpa, yulaf, mısır kepeği ya da lifi (Jeltema ve ark., 1983) bir kısmında meyve ve sebze lifleri (Uysal, 2005; Ajila ve ark., 2008; Özkaya ve Türksoy, 2010; Chunli ve ark., 2011) bir kısmında ise çeşitli baklagillerin yan ürünleri (DeFouw ve ark., 1982; Tiwari ve ark., 2011) kullanılmıştır.

Gıda sektöründe birçok gıdanın üretim prosesinde, ticari enzim preparatları kullanılmaktadır. Ticari enzim preperatlarının üretiminde daha çok mikroorganizmalardan yararlanılır ve bu enzimlerin en yoğun kullanıldığı gıda endüstrisi dalları; peynir üretimi, ekmekçilik, bira ve şarap gibi fermente içki üretimi, et ürünleri, meyve suyu, şeker şurubu ve bisküvi sektörleridir (Anonim, 2011a).

Bisküvi sektöründe enzimler, bisküvi hamurunun kimyasal modifikasyonunu gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bu amaçla en yaygın kullanım alanına sahip olan enzim proteazdır. Ksilanaz enzimi (E.C. 3.2.1.8, β-1,4-D-xylan xylanohydrolase) ise zaman zaman hemiselülaz olarak da adlandırılmakta olup hücre duvarını parçalayarak, undaki suda çözünmeyen pentozanları suda çözünebilir forma dönüştürmekte, hamurun su absorbsiyonuna ve suyun hamur içerisindeki dağılımına etki etmektedir. Bu sayede hamurun yumuşamasını ve elastikiyet kazanmasını sağlamaktadır. Ksilanaz enzimi genel olarak unlu mamüllerin iç yapısında, tekstüründe ve hacminde iyileşme sağlamaktadır (Türker ve ark., 2003; Dağdelen, 2004).

Düşük yağlı ve yüksek lifli bisküvilerde yağın yumuşatma etkisinin daha çok su kullanılarak sağlanmaya çalışıldığı, bu durumun daha fazla gluten gelişimine neden olduğu ve daha sert yapıda hamur oluşturduğu bilinmektedir. Hemiselülaz/ksilanaz

enzimi kullanılarak daha az su ihtiyacı oluşturulduğundan daha kaliteli yapıda bisküvi elde edilebilmektedir (Manley, 2000).

Bu çalışmada bisküvinin diyet lif içeriğini arttırmak amacıyla lüpen kepeği kullanılmış ve farklı oranlardaki şortening ile ksilanaz enzimi ilavesinin bisküvi kalitesine etkisi araştırılmıştır. Üretilen bisküvilerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bisküvi

Bisküvi zayıf-yumuşak buğday unundan, şeker ve yağ ilavesiyle hazırlanan hamurun şekillendirilip pişirilmesiyle elde edilen, hazır gıda maddesidir. Ayrıca bisküvi formülasyonuna tekstür sağlayıcı, besin değerini arttırıcı ve aromatizan olarak çok değişik katkı maddeleri ilave edilebilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Buğday unu, bisküvinin ana ham maddelerinden biri olup, bisküvinin un içeriği bisküvi çeşidine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bisküvi üretiminde kullanılan unun fiziksel ve kimyasal özellikleri son ürünün kalitesi üzerinde direk olarak etkili olmaktadır. Bisküvi sanayinde, protein oranı düşük, nişasta oranı yüksek, yumuşak buğdaylardan elde edilen unlar tercih edilmektedir (Gündoğdu, 1997). İnce partikül iriliğine sahip olan unlar, daha gevrek bisküvi tekstürü elde edilmesini sağlamaktadır. Unlar inceldikçe yüzey alanı genişlemekte, daha çabuk ve kolay mayalanmakta ve daha fazla su emmektedir (Bode ve ark., 1964). Bisküvi imalinde genellikle beyazlatılmamış sarımtırak un rengi istenmektedir. Çok beyazlatılmış un bisküvide, grimsi kül rengi bir görüntü oluşturmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Bisküvi kalitesini etkileyen önemli un bileşenlerinden biri de glutendir. Glutenin bisküvideki görevi; elastik yapıyı oluşturmak, diğer maddeleri hamur içinde tutmak, fermantasyon ve pişirme anında çıkan gazları hamur içinde hapsetmektir. Rotatif bisküviler için %7.5-8.5 kuru glutenli zayıf unlar, kesme bisküviler için ise %8.5-10 kuru glutenli orta kuvvette unlar tercih edilmektedir. Yüksek glutenli ve gluteni kuvvetli olan unlar bisküvi yapımında kullanıldığında, bisküvide gereksiz bir kabarma ve yeterince yayılamama problemleri oluşmakta, bu da şekil bozuklukları ile birlikte gramaj sorunlarına sebep olmaktadır (Gündoğdu, 1997; Türker, 2008).

Bisküvi üretiminde yaygın olarak yüzey aktif madde ve antioksidan katkılı hidrojene katı yağlar/şorteningler kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Bisküvi formülasyonunda kullanılan yağın/şorteningin kalitesi ve miktarı bisküvi özelliklerini önemli derecede etkilemektedir. Şortening miktarı bisküvi çeşidine göre formülasyonda %20 ile 50 arasında değişim göstermektedir. Şortening, bisküvi hamurunda yağlayıcı ve yumuşatıcı etki göstererek bisküvi hamurunun plastisitesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, karıştırma sırasında gluten proteinlerinin aşırı gelişimini önlemekte, arzulanan yeme özelliklerini sağlamakta, tekstüre ve ürünün tadına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca,

karıştırma sırasında oluşan hava zerreciklerini stabilize etmek için kullanılmaktadır. Şortening tipi ve miktarı hamur viskoelastik özellikleri üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.

Bisküvi formülasyonunda kullanılan şorteningin azaltılması bisküvi sertliğinde önemli bir artışa sebep olabilmektedir. Düşük kalorili bisküvi üretimi üzerine yapılan bir araştırmada, bisküvide hamurunda kullanılan yağ oranınının %20'den %6'a düşürülmesiyle, hamur sertliğinde ve hamur ekstrüzyon süresinde artışın belirlendiği rapor edilmiştir (Sudha ve ark., 2007a).

Bisküvi sanayisinde şeker, granüler veya toz halinde ya da şurup gibi solüsyon şeklinde kullanılmaktadır. Şekerin solüsyon olarak kullanımı teknik olarak daha pratiktir. Fakat bisküvi yapımında çoğu formülasyonlarda, bisküvi kremalarında ve süslemede granüler şeker kullanılmaktadır (Manley, 2000). Şeker, bisküviye gevreklik vermekte, hamur karıştırma esnasında gluteni yumuşatarak ihtiyaç duyulan su miktarını azaltmaktadır. Formülde uygun miktarda invert şeker kullanımı nem muhafazasını sağlamaktadır. Fırından çıkıp soğuduğunda sertleşen şeker, bisküviye muhtelif şekil vermektedir. Fırın içinde şeker 140-160°C'ye kadar ısınmakta, bu arada kabartıcı maddelerin etkisiyle kısmen karamelize olmakta ve bisküviye renk vermektedir. Daha sonra soğuyarak sertleşmektedir (Altuğ, 2003; Türker, 2008).

Bisküvi üretiminde kullanılan diğer hammaddeler ile katkı maddeleri ise; çeşitli kabartıcılar, nişasta, laktoz, invert şeker, süt veya süttozu, yumurta, tuz, antioksidantlar, aroma maddeleri, renklendiriciler, kakao, jelatin, enzimler, un işleme ajanları, lezzet maddeleri, lesitin ve aljinatlardır (Türker, 2008).

Yukarıda verilen majör ve minör bisküvi ham maddelerinin yanı sıra bisküvinin besinsel ve fonksiyonel özelliklerini arttırabilmek için, çeşitli bileşenler kullanılabilmektedir. Son yıllarda sağlık ve beslenme üzerinde olumlu etkileri ispatlanmış olan diyet lifler, diğer hububat ürünlerinde olduğu gibi bisküvi üretiminde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (DeFouw ve ark., 1982; Jeltema ve ark., 1983; Uysal, 2005; Ajila ve ark., 2008; Özkaya ve Türksoy, 2010; Chunli ve ark., 2011; Tiwari ve ark., 2011).

2.2. Diyet Lifi

Diyet lifler ince bağırsaklarda enzimatik hidrolize karşı dayanıklı olan, buna karşılık kalın bağırsakta fermente olabilen, sebze hücre duvarı kalıntısı, oligosakkaritler, polisakkaritler ve türevleri şeklinde tanımlanmaktadır (Bijlani, 1985; Roberfroid, 1993; Thebaudin ve ark., 1997; Guillon ve Champ, 2000; Prosky, 2000). Diyet lifler, selüloz, hemiselüloz, pektin, lignin, gam, deniz yosunu veya bakterilerin polisakkaritleri gibi heterojen maddelerden oluşmaktadır (Uysal, 2005).

Diyet lifler, gıdaların bağırsaktan geçiş süresini azaltmakta ve kabızlığın önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Schneeman, 1999; Bosaeus, 2004). Ayrıca diyet lifler, özellikle kolon kanseri olmak üzere bazı kanser çeşitlerini önlemekte, (Anderson ve Young, 1995; Ferguson ve Haris, 1999), su absorbe etme özelliği ile tokluk hissi vererek kilo kaybını hızlandırmakta (Sakata, 1995; Howarth ve ark., 2001), lipit metabolizmasına etki ederek toplam ve LDL kolesterolü düşürmektedir (Rimm ve ark., 1996; Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Lifçe zengin gıdalar karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek, glukozun absorbsiyonunu azaltıcı etkisiyle kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır (Vinik ve Jenkins, 1988; Nuttall, 1993; Guillon ve Champ, 2000; Liu, 2003). Ayrıca diyet lif tüketiminin osteoporozis ve apandisit gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu literatürde yer almaktadır (Slavin ve ark., 1997).

Diyet liflerin kolon kanserine karşı koruyucu etkileri çeşitli hipotezlerle açıklanmıştır. Bunlardan ilki, diyet liflerin bağırsaklardaki epitelyum (mukozanın dış kısmı) ile reaksiyona girmek için fekal mutajenlere daha az fırsat vermesidir. İkinci hipotez, liflerin karsinojenler ve mutajenlere bağlanarak kanser riskini azaltmaları şeklindedir. Mevcut liflerin fermantasyonu ile kolonda oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin etkisi üçüncü bir hipotez olarak ele alınmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri (örneğin bütirat) kanserli hücre çoğalma oranını düşürmesinden dolayı mukoza için önemli bir enerji kaynağıdır (Karaoğlu ve Kotancılar, 2001).

Prebiyotikler, mide ve ince bağırsakta sindirilemeyen, kalın bağırsakta mevcut yararlı bakteriler için potansiyel substrat vazifesi görerek, kolonda mevcut yararlı bakterilerin aktivitesini teşvik eden gıda bileşenleridirler (Gibson ve Roberfroid, 1995; Brauns ve ark., 2002; Topping ve ark., 2003; Kotancılar ve ark., 2009). Diyet lifin prebiyotik özelliği literatürde pek çok araştırmada ortaya konmuş olup, inülin ve

oligofruktoz gibi diyet lifi oligosakkaritleri prebiyotiklere örnek olarak verilebilmektedir (Roberfroid, 1993).

Çözünür diyet lifin lipit metabolizması üzerine etkisi, toplam kolesterol ve LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterolü düşürme potansiyeline sahip olmaları şeklinde açıklanmaktadır. Çözünür diyet lifi kolesterol birikimini engellemekte, VLDL'yi (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) azaltmakta ve VLDL'nin LDL'ye dönüşümünü engellemektedir (Karadeniz ve Burdurlu, 2003). Yağ ve kolesterol absorbsiyonunu sağlayan misellerin oluşumu için gerekli safra tuzlarının diyet lifine bağlanarak, diyet lifinin kolesterol miktarını azalttığı düşünülmektedir (Roberfroid, 1993; Thebaudin ve ark., 1997). Kandaki kolesterolün azalmasında çözünür özellikteki diyet lifinin viskoz yapı oluşturması nedeniyle bağırsaktaki yağ emilim hızını yavaşlatmasının etkili olabileceği de literatürde yer almaktadır (Schneeman, 1998; Karadeniz ve Burdurlu, 2003).

Lifçe zengin gıdalar, glukozun absorbsiyonunu azaltarak, karbonhidrat metabolizmasına etki etmekte ve bu sayede kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır (Guillon ve Champ, 2000). Diyet lifinin, viskoz yapıda olması nedeniyle midenin boşalmasını yavaşlattığı, α-amilazın aktivitesini düşürdüğü, nişastanın hidrolizi ile oluşan glukozun absorbsiyonunu azalttığı ve böylece kan şekerinin düşmesini sağladığı literatürde bildirilmektedir (Roberfroid, 1993; Karadeniz ve Burdurlu, 2003).

Diyet lifi, sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra ürünün teknolojik özellikleri üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Diyet liflerinin; su tutma kapasitesi, su bağlama kapasitesi, şişme ve çözünürlük gibi ürünün hidrasyon özellikleri üzerinde etkileri mevcuttur (Thebaudin ve ark., 1997).

Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağı absorplama özellikleri sayesinde et ürünlerinde ve diğer gıdaların pişirilmesi sırasında kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Böylece gıdadaki lezzetin korunmasına ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır (Thebaudin ve ark., 1997). Ayrıca bu özellikleri, yağ-su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önemlidir (Grigelmo-Miguel ve ark., 1999).

Diyet lifler su bağlama özellikleriyle, gıdaların yapısını, stabilitesini, tekstürel özelliklerini değiştirebilmektedir. Ksantan ve locust bean gum yapıyı sıkılaştırarak; karragenan ve pektin jel oluşturarak gıdanın yapısının stabil kalmasını sağlamakta; bu yapı, dispersiyon, emülsiyon ve köpük gibi oluşumların devamını sağlamaktadır (Soyer ve Karadeniz, 2003).

2.3. Diyet Lif Katkılı Bisküvi Üretimi Üzerine Araştırmalar

Özkaya ve Türksoy (2010) yaptıkları bir çalışmada, portakal, greyfurt, kayısı ve limon lifi konsantrelerinin bisküvi hamuru reolojik özelliklerine, bisküvi kalitesine ve bisküvilerin diyet lifi içeriği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Meyve lifi konsantreleri genellikle, farinografta unun su absorpsiyonunu ve gelişme süresini arttırmış, katılma oranlarına bağlı olarak ekstensogram değerlerini de değiştirmiştir. Meyve lifi konsantreleri bisküvi renk özelliklerinden, L değerini düşürücü, a değerini arttırıcı yönde etki etmiştir. Bisküvilerin b değerini portakal, greyfurt lifleri düşürürken, kayısı ve limon lifleri yükseltmiştir. Lif katkıları çoğunlukla bisküvilerin yayılma oranını ve kırılma kuvveti değerlerini azaltmıştır. Katıldıkları orana bağlı olarak, meyve lifleri bisküvilerin asit ve nötral deterjan lif miktarlarını arttırmıştır. Yüksek meyve lifi oranlarının bisküvilerin duyusal özeliklerinden, kabul edilebilirlik düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir.

Şeker (2005) düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kayısı ve elma liflerinin bisküvi kalitesi ve toplam diyet lif miktarına etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında, diyet lif örneklerini bisküvi formülasyonuna %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında ilave etmiş ve yüksek lif içeriğine sahip kayısı ve elma liflerinin iyi birer diyet lif kaynağı olabileceğini bildirmiştir. Genel olarak %20 ilave oranına kadar iyi kalitede (yayılma oranı, Hunter renk değerleri, duyusal test sonuçları ve tekstür özellikleri açısından) bisküvi üretiminin gerçekleştirilebildiğini bildirmiştir.

Uysal (2005) yaptığı çalışmada dört farklı diyet lif (elma, limon ve buğday lifleri ve buğday kepeği) kaynağını %0, 15, 20 ve 30 oranlarında bisküvilik una karıştırarak ksilanaz enzimi ilaveli ve ilavesiz olarak bisküvi üretiminde kullanmıştır. Üretilen bisküvilerin kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini araştırmıştır. Kalite açısından ürüne en iyi tekstür, renk, görünüş ve besin değeri sağlayan lifin buğday kepeği, ardından elma lifi olduğunu bildirmiştir. Katkı oranı arttıkça, kalitenin düştüğünü ancak ksilanazın tekstürel özellikleri ve kaliteyi arttırıcı etki gösterdiğini ve buğday kepeğinin %30 ikame düzeyine kadar, ksilanaz katkısı ile birlikte kullanılabileceğini bildirmiştir.

Larrea ve ark. (2005) ekstürüde portakal pulpunun bazı fonksiyonel özellikleri ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, portakal pulpunun fonksiyonel ve yapısal özelliklerini değiştirmek amacıyla ekstrüde etmişlerdir. Ekstrüde portakal pulpunun toplam 74.87 g/100 g diyet lifi içerdiğini ve bunun 54.81 g/100 g'ının çözünmeyen lif, 20.06 g/100 g'ının ise çözünür lif olduğunu bildirmişlerdir. İyi

kalitede bisküvi üretimi için, kabul edilebilir portakal pulpu oranının yer değiştirme esasına göre 15 g/100g olduğunu ayrıca kontrol bisküviye göre toplam kalori değerinin artan portakal pulpu oranlarında düştüğünü belirlemişlerdir.

Tiwari ve ark. (2011) bezelye unu ve bezelye yan ürünlerini %5-25 oranlarında buğday ununa ikame ederek bisküvi üretiminde kullanmış ve üretilen bisküvilerde fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenmişlerdir. Buğday unundan üretilen kontrol bisküvisiyle karşılaştırıldığında bezelye unu ve bezelye yan ürünleri kullanılarak üretilen bisküvilerin protein miktarı sırasıyla 1.3 ve 1.4 kat artış göstermiş, aynı zamanda diyet lif içeriği önemli miktarda artmıştır. %15 oranında bezelye unu yada %10 oranında bezelye yan ürünü ilavesinin, duyusal kaliteye zarar vermeksizin besinsel kaliteyi arttırmak amacıyla kullanılabileceği belirlenmiştir.

Özboy ve Köksel (1997) yaptıkları çalışmada şeker pancarı lifini %0-15 arasında değişen oranlarda bisküvi üretiminde kullanarak, bisküvilerin kalitesi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bisküvilerde sertlik değeri 7.7-13.0 kg/cm^2 arasında değişmiş olup pancar lifi ilavesi bisküvi sertliğini arttırmıştır. Şeker pancarı lifi ilave oranı arttıkça, L değeri de yükselmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, düşük seviyede şeker pancarı lifi ilave edilmiş olan bisküviler kontrol örnekleri ile eşit kalitede bulunmuştur.

Artz ve ark. (1990) bisküviye mısır lifi ilave ettikleri çalışmalarında 1. grup bisküvi hamuruna %15 oranında ekstrüde mısır lifi, 2. grup bisküvi hamuruna %15 oranında ekstrüde olmayan mısır lifi eklemişlerdir. Bisküvilerin nem içeriği lif kompozisyonuna göre değişiklik göstermiş ve lif ilave edilmeyen bisküviler en iyi rutubet içeriğini vermiştir. Her iki mısır lifi de bisküvi rengini koyulaştırmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre ekstrüde ve ekstrüde olmayan lifler arasında önemli bir değişiklik görülmemiştir. Mısır lifi kullanımının bisküvi kalitesi üzerine olumsuz etkisinin olduğu ve bisküvinin duyusal olarak kabul edilebilirliği için daha az mısır lifi kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Thebaudin ve ark. (1997) çeşitli liflerin (meyve, şeker pancarı, buğday kepeği, selüloz ve patates kabuğu) kek, kurabiye, bisküvi ve kızarmış ürünlerde un veya yağ yerine kullanılması üzerine yaptıkları çalışmalarında, liflerin son ürünlerde sıkı bir tekstüre sebep olduğunu, kek ve bisküvide bu sıkı yapının depolama boyunca korunduğunu belirlemişlerdir.

Leelavathi ve Haridas (1993) yüksek lifli bisküvi geliştirme çalışmalarında diyet lif kaynağı olarak ham buğday kepeğinin, bisküvilik unun genel kalitesini etkilemeden

%30 seviyesine kadar ikame edilebileceğini bildirmişlerdir. Formülasyonda gerekli yağ ve şekerin minimum seviyelerini ise sırasıyla %15 ve 26 olarak belirlemişlerdir. %0.5 sodyum stearoyl lactylate ilavesinin bisküvi kalitesini arttırdığını ve bu bisküvilerin diyet lif içeriğinin kontrol bisküviye göre yaklaşık 7 kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Gorczyca ve Zabik (1979) yaptıkları çalışmada, bisküvi ununa, %0-30 oranında farklı partikül iriliğinde selüloz, karboksimetil selüloz veya pektin kaplanmış selüloz ilave etmişlerdir. Yüksek oranda selüloz ilavesinin bisküvi yayılmasını, gevrekliğini, kırılgan yapıyı, renk gelişimini ve duyusal kalitesini düşürdüğü, %10 selüloz ikame oranın ise en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir.

Türksoy ve Özkaya (2004) yaptıkları çalışmalarında bisküvi hamuruna suda çözünmeyen pentozanları ilave etmişler ve bisküvilerin yayılma oranının olumsuz olarak etkilendiğini belirlemişlerdir.

Ashoush ve Gadallah (2011) bisküvide fitokimyasal kaynağı olarak farklı yer değiştirme oranlarında (%5, 10, 15 ve 20) mango kabuğu ve farklı yer değiştirme oranlarında (%20, 30, 40 ve 50) mango çekirdek kabuğu tozunu kullandıkları çalışmalarında; bisküvinin reolojik, fiziksel, duyusal ve antioksidan özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Mango kabuğu tozunun yüksek oranda kül, ham lif ve su tutma kapasitesi olmasına karşın mango çekirdek kabuğu tozunun, mango kabuğu tozundan yüksek yağ ve protein içeğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Farinograf sonuçlarına göre, mango kabuğu tozu içeren buğday ununun su absorbsiyonunun %60.4'ten %67.6'ya yükseldiğini ancak mango çekirdek kabuğu tozunun su absorbsiyonunu düşürdüğünü belirlemişlerdir. Mango kabuğu tozu ve mango çekirdek kabuğu tozu ilave edilen bisküvilerin antioksidan içeriğinin arttığını, kabul edilebilir mango tadının %10'a kadar mango kabuğu tozu ve %40'a kadar mango çekirdek kabuğu tozu ile elde edildiğini bildirmişlerdir.

Sekhon ve ark. (1997) öğütülmüş pirinç kepeğinin farklı gıda ürünlerinde kullanımının uygunluğunu araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, buğday ununa pirinç kepeği eklenmesiyle ekmek hacminin azaldığını buna karşın kek hacminin arttığını belirlemişlerdir. Bisküvi yayılmasının tam yağlı pirinç kepeği ilave edilmesinden etkilenmediğini ve pirinç kepeğinin %5-10 oranlarında farklı gıda ürünlerine eklenebileceğini bildirmişlerdir.

2.4. Lüpen ve Lüpen Ürünleri

Lüpen, ekonomik ve tarımsal değeri olan, farklı toprak ve iklim koşullarında yetişebilen bir baklagildir. Potansiyel protein kaynağı olmasının yanı sıra, ilaç üretimi ve yeşil gübre olarak kullanılması, ayrıca yüksek alkoloid içeriğinden dolayı pestisitlerin doğal bir bileşeni olması sebepleriyle lüpen üretimine olan ilgi günden güne artmaktadır. Lüpen; Akdeniz'de özellikle dağlık bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen ve kullanılan bir bitki olmasına rağmen, Avrupa'da yetiştirilen diğer baklagillere oranla çok geride kalmaktadır (Sujak ve ark., 2006).

2006 yılı verilerine göre Dünya lüpen üretimi 1.086.006 ha alanda gerçekleşmiştir. Bu üretimin 950.000 ha'lık kısmı Avusturalya'ya ait olup, Türkiye bu üretimde 500–600 ha alan ile oldukça düşük seviyede kalmaktadır. Lüpenin Türkiye'deki toplam üretim miktarının diğer tarım ürünlerinden az olması nedeniyle Türkiye ekonomisinde önemli bir payı bulunmamaktadır (Yorgancılar ve ark., 2007). Türkiye'de lüpen üretimi, 2007 yılı verilerine göre; Konya ilinde 287 ton, Isparta'da 112 ton ve Kütahya'da 2 ton olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2007).

Ülkemizde lüpen tarımı için Göller Bölgesi daha fazla yağış alması ve topraklarının daha düşük kireç oranına (%6.2) ve pH'ya (6.5-7.0) sahip olması nedeniyle uygundur. Türkiye topraklarının %80'lik kısmı kireçli (%20'nin üzeri $CaCO_3$) ve yüksek pH'ya (7.5-8.5) sahiptir, bu nedenle bu tür topraklarda lüpen tarımı görülmemektedir. Toprak özellikleri arasındaki bu fark lüpen tarımını sınırlamaktadır (Mülayim ve ark., 2002; Yorgancılar ve ark., 2007).

Lüpen gıda ve yem ürünlerine eklendiği zaman protein içeriğini arttırmakta, besin değerleri açısından zenginleştirmekte ve ürünlere fonksiyonel gıda olma özelliği kazandırmaktadır. Lüpen, genellikle hayvan yemi olarak az miktarlarda diğer protein kaynaklarıyla yer değiştirilerek kullanılmakta, ayrıca insan tüketimine yönelik olarak gıda uygulamalarında yer almaktadır (Porres ve ark., 2005).

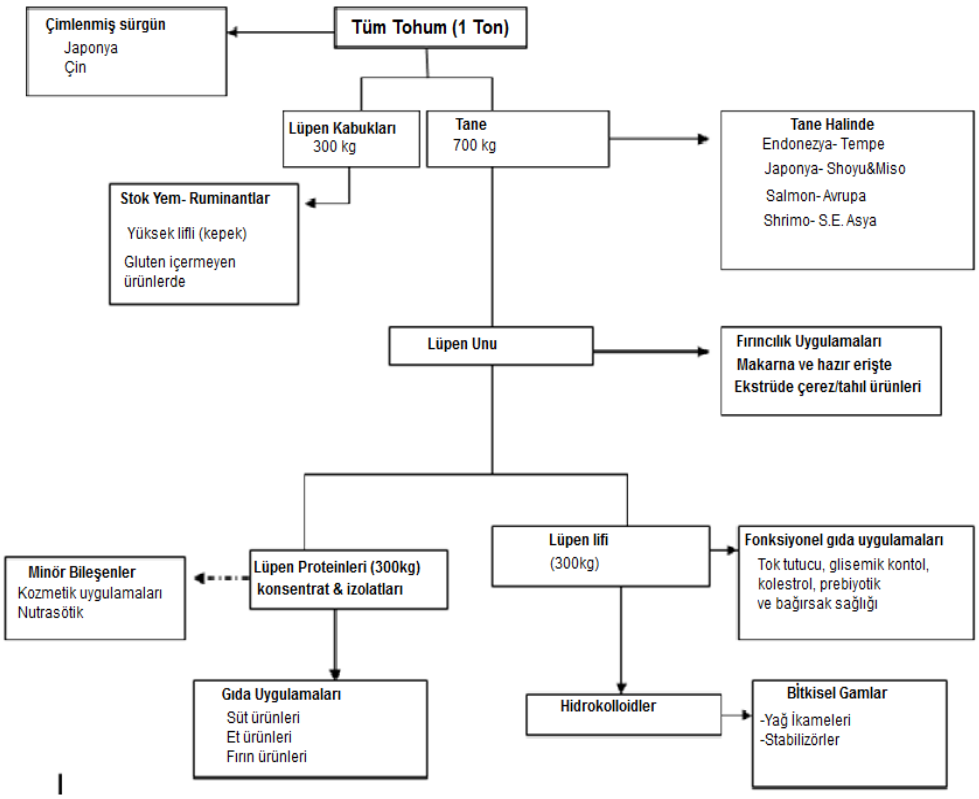
Lüpen tohumları diyet gıda üretiminde potansiyel selüloz kaynağı olabilmektedir. Ancak lüpenin yüksek alkoloid içeriğine sahip olması, insan gıdası olarak tüketimini sınırlamaktadır. Bu nedenle genetik olarak düşük alkoloid içeren tatlı lüpen (*Lupinus angustifolius)* çeşitleri geliştirilmiştir (Sujak ve ark., 2006; Anonymous, 2009).

Lüpen, insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra, mera ıslahı, süsleme, erozyon kontrolü ve toprak stabilizasyonu gibi amaçlarla kullanılmakta olup ayrıca, gübre

olarak, topraktaki atmosferik nitrojeni sabitlemek için ve yeşil yem olarak da kullanılmaktadır (Kohajdová ve ark., 2011).

Dünya lüpen üretiminin büyük bir kısmı, yem üreticileri tarafından hayvan yemi olarak kullanılmakta, küresel lüpen üretiminin %4'den daha azının insan gıdası olarak tüketildiği tahmin edilmektedir. Lüpenin insan tüketimi için, un da dahil olmak üzere, makarna, unlu mamuller, soya peyniri, tempe, soya sosu, aperatif yiyecekler, çerez, kahve gibi pek çok kullanım alanı vardır. Günümüzde lüpen tohumları gıda endüstrisinde soya alternatifi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Huntington ve Jenkinson, 1997). Ayrıca lüpen tohumlarından lüpen yağı da elde edilmektedir (Mülayim ve Acar, 2008). Şekil 2.1'de lüpen'den elde edilen ürünler şematik olarak gösterilmiştir.

Lüpen unu, çekici sarı renkte, sulu sistemlerde iyi dağılabilen iyi bir emülsifiyer madde özelliğindedir. Lüpen unu, yüksek protein içeriği nedeniyle kek, krep, bisküvi ya da kraker gibi gıda ürünlerinde yumurta yerine kullanılabilecek mükemmel bir hammadde olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda tereyağı yerine kek, kraker ve kruvasan üretiminde kullanılabilmektedir (Camacho ve ark., 1989).



Şekil 2.1. Lüpenden elde edilen ürünler

Birçok gıda maddesinin formülasyonunda lüpen ununun %5-10 oranında kullanılabileceği rapor edilmektedir (Anonymous, 2009). Petterson ve Crosbie (1990), Avustralya'nın bazı şehirlerinde %30 lüpen unu içeren glutensiz ekmek ile %5-10 lüpen unu içeren buğday ekmeğinin satışa sunulduğunu bildirmektedir.

Lüpen ve öğütme ürünleri, gluten içermediğinden fonksiyel bir bileşen olarak glutensiz gıdalarda kullanılabilmektedir. Ancak, lüpen için fıstık alerjisi olan kişilerde alerjik reaksiyonlar görülebildiğinden, bu durumun lüpen ve ürünlerinden üretilen gıda maddelerinin etiketlerinde bildirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Lüpen cipsleri, Avrupa'da yeni bir ürün olarak piyasaya sürülmüştür (Kohajdová ve ark., 2011).

Lüpen, protein, yağ, diyet lif, mineral madde ve vitaminler açısından çok iyi bir kaynaktır. Lüpen yaygın olarak tüketilen baklagillerde bulunan proteinlerin yaklaşık iki katı miktarda protein içermektedir. Lüpen dengeli bir esansiyel aminosit kaynağıdır. Diyet lifi lüpende diğer birçok baklagilden daha yüksek düzeyde bulunmakta ve tane ağırlığının yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır (Kohajdová ve ark., 2011).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada Antalya Gazipaşa'da yetiştirilen lüpenin (*Lupenus albus* L.) kimyasal bileşimi, %32.2 protein, %16.2 lif, %5.95 yağ ve %5.82 şeker olarak belirlenmiştir. Tane yağının %13.5'i doymuş, %55.4'ü tekli doymamış, %31.1'i ise çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Tane toplam şekerinin %71'i sükrozdur. Lüpen taneleri 3.9 mg/kg tiyamin, 2.3 mg/kg riboflavin ve 39 mg/kg niasin içermektedir (Erbaş ve ark., 2005).

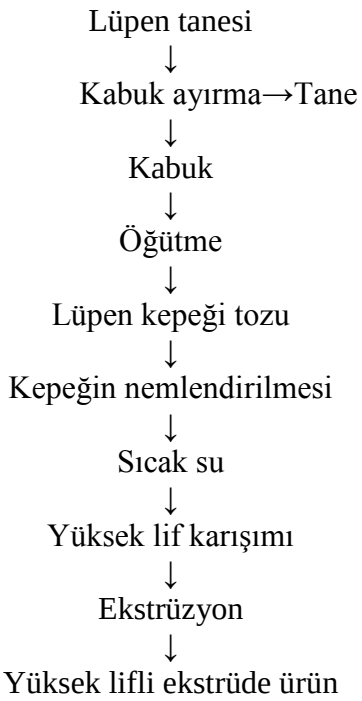
Konya bölgesinde ekimi yapılan lüpenin mineral içeriği fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), bor (B), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) için sırasıyla, 479.7 mg/100g, 24.9 mg/100g, 551.4 mg/100g, 93.6 mg/100g, 69.1 mg/100g, 3.6 mg/100g, 0.7 mg/100g, 3.9 mg/100g, 110.9 mg/100g ve 5.3 mg/100g olup; lüpen tanesinde P'un %94'ü iç'te %6'sı kabukta, K'un %74'ü içte %26'sı kabukta, Ca'un %55'i içte %45'i kabukta, Mg'un %70'i içte %30'u kabukta ve Na'un %77'si içte %23'ü kabukta, B'un %81'i içte %19'u kabukta, Cu'ın %91'i içte %9'u kabukta, Fe'in %92'si içte %8'i kabukta, Mn'ın %80'in içte %20'si kabukta, Zn'nun %91'i içte %9'u kabukta bulunmaktadır. K, Ca, Mg ve Na içe göre kabukta daha fazla biriktiği için kabuk uzaklaştırılarak tüketilen lüpen tanelerinde önemli miktarda K, Ca ve Mg kaybı olduğu bildirilmektedir. Tohum kabuğunun kalın olması sebebiyle insan gıdası olarak kabuklu tüketimi tercih edilmemekte, bu durum da lüpenin mineral içeriğini bir miktar düşürmektedir. Hayvancılıkta kabukları ile birlikte

kullanılabilen lüpen, mineral madde bakımından daha da zengin bir yem olma özelliği taşımaktadır (Yorgancılar ve ark., 2009).

Literatürde Avustralya tatlı lüpeninin Ca, Mg, P, K, Na, S, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğinin sırasıyla, 220 mg/100g, 160 mg/100g, 300 mg/100g, 800 mg/100g, 40 mg/100g, 230 mg/100g, 0.47 mg/100g, 6.85 mg/100g, 1.9 mg/100g ve 3.41 mg/100g olduğu bildirilmektedir (Anonymous, 2006).

Lüpenin tanen ve fitik asit miktarı ile oligosakkaritlerden r-galaktozit içeriği diğer baklagillere benzer miktarlardadır. Ancak bazı kaynaklarda lüpenin diğer baklagillerden çok daha düşük fitik asit içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir. Lüpenin, iyi besinsel özelliklerine ek olarak, hipokolesterolemik kapasite, antimikrobiyal ve antioksidan aktivite gibi önemli fonksiyonel özelliklerinin de olduğu rapor edilmektedir (Porres ve ark., 2005).

Lüpen iki önemli diyet lifinin kaynağıdır. Bunlardan ilki tane ağırlığının %10-30'unu oluşturan tane kabuğudur. Lüpen tanesinin dış kabuğu hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Potansiyel gıda uygulamalarında ise "lüpen kepeği" adıyla bilinmektedir Lüpenin diğer bir lif kaynağı ise lüpen tanesinin hücre duvarlarını içeren, tanenin kabuğu soyulduktan sonra kalan kısmıdır. Bu kısım tane ağırlığının %30 ile %40'ını oluşturmaktadır. Lüpen kepeği ve diğer lüpen ürünlerinin üretim akım şeması Şekil 2.2'de verilmiştir. (Anonymous, 2009).



Şekil 2.2. Lüpen kepeği üretim akım şeması (Anonymous, 2009)

Lüpen tane lifi, hemen hemen renksiz, kokusuz ve 8 kat su tutma kapasitesine sahiptir. Kolesterol düşürücü özellikleri, bağırsaktaki lif miktarını ve bunun bağırsaktan geçiş zamanını arttırma özelliklerinin yanı sıra diyabetiklerin kan şekeri düzeylerini belirgin şekilde düşürdüğü bilinmektedir (Sipsas, 2008). Farelerin beslenmesi üzerinde yapılan çalışmalar, plazma kolesterolünü düşürücü etkisi olduğunu göstermiştir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ise lüpen lifi, çözünür ve çözünmez diyet lifi özellikleri göstermiştir (Anonymous, 2006). Lüpen lifinin bileşimde bulunan selüloz, bağırsakların peristaltik hareketlerini kolaylaştırarak kabızlığı önlemekte ve diğer yiyeceklerin sindirilmesine yardım etmektedir. Bağırsakta bulunan kanserojen maddeler posa ile birlikte atılmakta, bu sayede kolon kanseri gibi kolonla ilgili problemlerin gelişme riski azalmaktadır (Ünver, 1997; Baysal, 1999; Müftüoğlu, 2003; Uzundikme, 2007).

Lüpen kepeğinin bileşiminde pektine benzer özelliklere sahip olduğu bildirilen bir hidrokolloid fraksiyonu mevcuttur. Hidrokolloidler; ürünün kalorisini arttırmadan ağıza verdiği kremsi dokusu ile gıda ürünlerinde geniş bir yelpazede yağ ikamesi olarak kullanılabilen, ayrıca dondurulmuş tatlılarda kristalizasyon hızını yavaşlatan bir işleve sahip olduğu bilinen kompleks karbonhidratlardır (Sipsas, 2008).

Lüpen kepeği ve tane lifi arasında önemli kimyasal ve fiziksel farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar renk (kahverengi-beyaz), kimyasal kompozisyon (selüloz/ hemiselüloz ve pektin benzeri materyal), fonksiyonel karakteristik (orta/düşük ya da yüksek su tutma kapasitesi) ve besinsel değer (çözünür ya da çözünmeyen lifler) ile ilişkilidir (Anonymous, 2009).

Ticari lüpen kepeğinin kimyasal bileşiminde, %9 rutubet, %10-12 protein, %75 diyet lifi, %3-4 kül, %1'den daha düşük oranda yağ ve % 1'den daha düşük oranda sindirilebilir karbonhidratlar bulunmaktadır (Anonymous, 2012). Acılığın giderilmesi işleminden sonra lüpen kepeği %89 oranında çözünmeyen diyet lif içermekte, bu lifin ana bileşenini %79 oranında selüloz, geri kalan kısmını ise hemiselüloz ve lignin oluşturmaktadır (Kohajdová ve ark., 2011).

Lüpen lifi, soyadan 3-5 kat daha fazla miktarlarda selüloz, hemiselüloz, lignin, pektin ve doğal gamlar içermektedir. Yenilebilir life olan büyük talep ve kullanım alanının çok yaygın olması, lüpen lifine hızla büyüyen bir pazar oluşturmuştur. Lüpen lifi, su emici özelliğiyle ürüne yumuşaklık verdiğinden, insan ve hayvan tüketiminde kullanılmak üzere sıkça talep görmektedir. Ayrıca üretimi oldukça basit olup, tohumun

mekanik olarak soyulmasından sonra, kabuk öğütülüp, temizlenip, lif olarak paketlenmektedir (Anonymous, 2003).

Dünyanın en büyük lüpen üreticisi, dünya ticaretinin %85'ini karşılayan Avustralya'dır. Batı Avustralya'daki ticari hayvan yemi üretiminde, lüpenler mekanik olarak soyularak kullanılmaktadır. Avustralya'da yıllık 10000 ton civarında kepek üretilmektedir. Lüpen kepeği üretiminin önemli bir kısmı da Kore tarafından gerçekleştirilmektedir. Fransa'da bir şirket tarafından da lüpen kepeği unu piyasaya sürülmektedir. Lüpen kepeği günümüzde, yaygın olarak geviş getiren hayvanların beslenmesinde yem olarak kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde ise, yüksek lif içeriğine sahip ingredient olarak çeşitli ürünlerin formülasyonunda yer almaktadır (Anonymous, 2009).

Lüpenin en fazla üretildiği ülke olan Avustralya'da bazı ekmek çeşitlerini lifçe zenginleştirmek amacıyla, yılda yaklaşık 200 ton lüpen kepeği kullanılmaktadır. Ekmek üretiminde özellikle ince partikül boyutlarında öğütülmüş lüpen kepeği tercih edilmektedir. Lüpen kepeğinin kahverengi renkte olması nedeniyle ekmek formülasyonuna yüksek oranlarda katıldığında kalite üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu bildirilmekte ve düşük oranlarda kullanımı tavsiye edilmektedir. Mevcut çalışmalar, lüpen kepeğinin yüksek lif içerikli gıdalarda kullanımını arttırmıştır (Anonymous, 2009).

Gıda maddelerinde kullanılmak üzere yüksek lifli lüpen kepeği üretimi üzerine yapılan bir patent çalışmasında insan tüketimine uygun lüpen kepeği üretim aşamaları, lüpen kepeğinin taneden ayrılması ve 10-40000 µm partikül boyutunda öğütülmesini kapsamaktadır. Üretilen bu kepek yüksek lifli ekstrüde çerez gıdalarda, ekstrüde kahvaltılık tahıllarda ve ekstrüde çerez-barlarda %1-50 oranında kullanılabilmektedir. Bisküvi ve kraker üretiminde ise %1-40 oranında 50-4000 µm partikül boyutuna sahip lüpen kepeğinin başarılı bir şekilde kullanıldığı bu çalışmada rapor edilmektedir (Anonymous, 2009).

Lüpen kepeği, havyan yemi olarak kullanıldığında %46 lif ve %8.5 ham protein içeriği ile pelet yemlerde hem ucuz lif kaynağı hemde yem tekstürünü iyileştirici özellik göstermektedir (Huntington ve Jenkinson, 1997). Lüpen, geviş getiren hayvanlar (sığır) ve tek mideli hayvanlar (özellikle kümes hayvanları) için farklı besinsel özelliklere sahiptir. Lüpen kepeği, geviş getiren hayvanlar için kolayca sindirilebilir bir lif iken, tek mideli hayvanlar için kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle lüpen tanesinin kepeği ayrıldıktan sonra tane kısmının tek mideli hayvan yemi olarak; kepek ve diğer kısımlarının ise

geviş getiren hayvanların beslenmesinde kullanılması, lüpenden yararlanmayı arttırmaktadır. Lüpenin balıkçılık sektöründe kullanımı da günden güne artmaktadır. Bu sektör lüpeni, yüksek proteinli balık yemi yerine kullanmaktadır. Özellikle yüksek protein içeriğine ihtiyaç duyulan somon ve karides yemlerinde lüpen kullanımı yaygınlaşmıştır (Lawrance, 2007).

Górecka ve ark. (2000) bazı lüpen çeşitlerinin farklı fraksiyonlarının diyet lif içeriğini ve diyet lifin kompozisyonu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada fraksiyonların su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesini de belirlemişlerdir. Kepeğin NDF (nötral detarjan lif) içeriği %75.7 ile %78 arasında değişmiştir. Lüpen ununun ana NDF bileşeni hemiselüloz iken, lüpen kepeğininki ise selüloz olarak belirlenmiştir. Su tutma kapasiteleri pH değeri ile değişmekle birlikte, lüpen kepeğinde 5.14 g/g kuru madde, lüpen ununda 3.83 g/g kuru madde, olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada lüpen unu ve kepeği %5, 10 veya 15 oranlarında kek, zencefilli ekmek, krep ve köfte üretiminde kullanılmış ve duyusal değerlendirme sonuçlarına göre %10 oranına kadar lüpen unu yada kepeği kullanımının ürünlerin duyusal kalitesini bozmadığı belirlenmiştir.

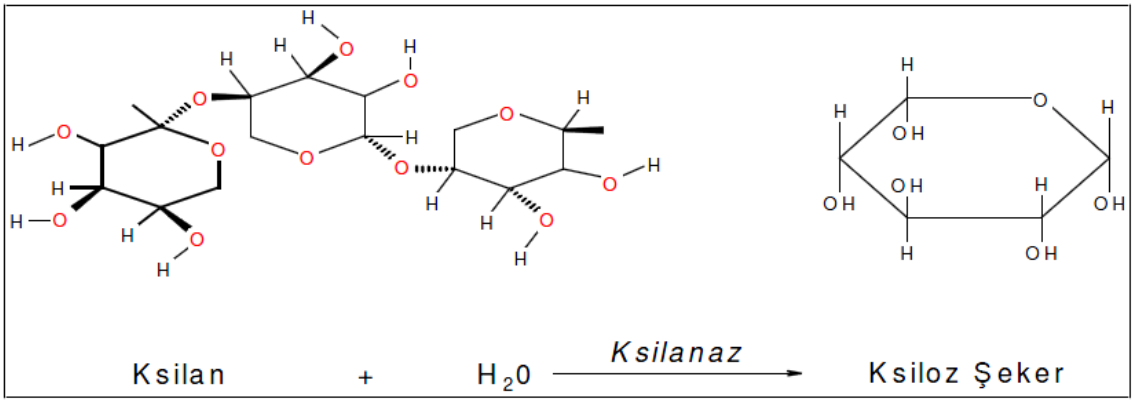
Yüksek lifli lüpen ürünlerinin hamur reolojisi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, buğday ununa %10-20 oranlarında yüksek lifli lüpen ürünleri ilave ederek buğday unundan hazırlanan kontrol hamuru ile karşılaştırılmıştır. Hamurda artan lüpen miktarı ile diyet lif oranının ve hamurun su tutma kapasitesinin arttığı, gelişme süresi, stabilite ve yoğurma toleransı üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Kohajdová ve ark., 2011).

Lüpen unu, yağı ve lifinin yanı sıra lüpen protein konsantratları ve izolatları gıda endüstrisi açısından önemli gıda ingredientleridir. Lüpenden elde edilen, protein konsantratları (%60-70 protein) ve izolatları (%90 minimum protein) fonksiyonel ve besleyici özellikleri ile insan beslenmesi için ek protein kaynaklarıdır. Yüksek protein içerikli lüpen unundan protein konsentratı hazırlamak için undan bazı düşük molekül ağırlıklı bileşenleri (suda çözünür şekerler, kül ve diğer minör bileşenler) uzaklaştırmak gerekmektedir. Farklı lüpen protein fraksiyonları, makarna, cips, ekmek, bisküvi, kek, fırın ürünleri ve çeşitli gıda maddelerinin üretimi için mükemmel ingredientlerdir. Özellikle, lüpen protein izolatlarının muffin ve yüksek protein içerikli diyet bisküvi üretiminde yumurta ve süt proteinlerinin neredeyse tamamını ikame eden maddeler olduğu literatürde belirtilmiştir. Lüpen kaynaklı protein bileşenleri, gıda maddelerine

eklendiğinde ürünün besin değerini arttırarak olumlu teknolojik özellikler kazanmasını sağlamaktadır (Kohajdová ve ark., 2011).

2.5. Ksilanaz

Ksilan ana hemiselüloz bileşeni olup bitki hücre duvarı kuru ağırlığının yaklaşık %20-35'ini oluşturarak selülozdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca ksilan, tahıl tanelerinin diyet lif içeriklerinin de büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. 1,4 ksilanlar, β -1,4 bağlantılı D-ksilozil ünitelerinden oluşmaktadır. Ksilanın heterojen yapısı ksilan-parçalayıcı enzimlerinde çeşitliliğine yol açmaktadır (Özcan ve Özcan, 2001; Soliman ve ark., 2012). Ksilanazlar (E.C. 3.2.1.8, β-1,4-D-xylan xylanohydrolase), zaman zaman hemiselülazlar veya pentozanazlar olarak adlandırılabilmektedir. Ksilanaz enzimleri, arabinoksilan zincirlerine rastgele noktalardan etki ederek polimer yapıyı ksilobioz ve ksiloz oligomerlerine ve bunların çeşitli alt birimlerine parçalamaktadır (Şekil 2.3) (Güner ve Dağlıoğlu, 2008).



Şekil 2.3. Ksilanaz enziminin ksilan yapıları üzerine etkisi

Ksilinatik enzimler, bakteriler, mayalar ve mantarlar gibi çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilmektedir (Souza ve ark., 2001). Ksilanaz, diyet lif içeren unlu mamullerde, suda çözünmeyen arabinoksilanı, suda çözünebilen arabinoksilana hidrolize ederek, hamurun reolojik özellikleri ve pişmiş ürün kalitesini etkili bir şekilde geliştirmektedir (Jia ve ark., 2011). Ekmek yapımında kullanılan ksilanaz, hemiselüloz molekülüne etki ederek hamur reolojisini olumlu yönde etkilemektedir. Hamurun işlenebilme özelliklerini geliştirerek, daha iyi bir fırın sıçraması ve dolayısı ile tekstürel özellikler bakımından daha iyi bir son ürün eldesine yardımcı olmaktadır (Güner ve Dağlıoğlu, 2008). Ksilanazların ekmek hacmi üzerindeki

bu olumlu etkisinin amilazlarla birlikte kullanıldığında sinerjistik etki göstererek daha da arttığı literatürde yer almaktadır (Aygan, 2008).

Bisküvi üretiminde hamur formülasyonunda düşük yağ, yüksek lif kullanıldığı durumda, yağın yumuşatma etkisinin daha çok su kullanılarak sağlanmaya çalışıldığı, bu durumun daha fazla gluten gelişimine neden olduğu ve daha sert yapıda hamur oluşturduğu bilinmektedir. Bu tip hamurlarda ksilanazı da içine alan hemiselülaz grubu enzimlerin kullanımı ile daha az su ihtiyacı oluşmakta ve bu sayede daha kaliteli yapıda bisküvi elde edilebilmektedir (Manley, 2000).

Ksilanaz enzimi, ülkemizde etlik piliç üretiminde, kanatlı yemi katkısı olarak kullanılmaktadır. Tahıl bazlı yemler, yapılarında nişasta olmayan polisakkaritleri (NOP) içermektedir. NOP'in su tutma kapasitesi yüksek olduğundan, bağırsak viskozitesini artırmaktadır. Viskozitenin artışı ile ince bağırsaktaki besin maddelerinin sindirimi azalmaktadır. Ksilanaz enziminin yemlerde kullanımı ile polisakkaritler su tutma kapasitelerini kaybetmekte ve viskozite düşmektedir (Sargın ve Öngen, 2003).

Ksilanazlar endüstride, kâğıt sanayinde, biyokütle atıklarının biyo-dönüşümü sırasında hamuru ağartma ve gıda işleme uygulamaları konularından dolayı büyük ilgi görmektedir. Bunlar aynı zamanda oligosakkaritlerin ve ksilozun üretiminde de uygulama alanlarına sahiptir. Ayrıca ksilanaz enzimi gıda endüstrisinde prebiyotik üretiminde, selülaz ve pektinaz enzimine gerek kalmadan meyve suyu üretiminde kullanılabilmektedir (Aygan, 2008).

Ksilanaz enziminin hububat ürünlerinde kullanımına yönelik bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Uysal (2005) bisküvi üretiminde 4 farklı lif kaynağını (elma, limon, buğday lifi ve kepeği) ksilanaz enzimi ilaveli ve ilavesiz olarak bisküvi üretiminde kullandığı çalışmasında, ksilanaz enzimi ilavesinin, bisküvi sertliğini düşürürken yayılmayı arttırıcı etkide bulunduğunu ve kalite özelliklerini hissedilir derecede düzelttiğini bildirmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2012) buğday ununa sırasıyla %10-30 lüpen unu ve %10-20 oranında lüpen kepeği unu ilave ederek %0.4 ksilanaz enzimi ilavesiyle hazırladıkları bisküvi çalışmalarında, ksilanaz ilavesinin örneklerin sertlik değerini önemli ($p<0.05$) derecede azalttığı bildirilmiştir.

Jia ve ark. (2011) badem kabuğu unu (%5, 10, 15, 20 ve 25) ve ksilanaz (0 ve 40 ppm) kullanarak yaptıkları bisküvi çalışmasında, hamur reolojisi ve bisküvi özelliklerini belirlemişlerdir. Hamur özellikleri mixolab ve rapid visco analizör ile tespit edilmiştir.

Buna göre ksilanaz kullanımının yüksek su absorbsiyonu ve peak viskozitesi verdiği ve gelişme süresini düşürdüğü belirlenmiştir. Badem kabuğu unu, hamurun yapışkanlığını azaltmış ancak ksilanaz bu durumu tersine çevirici rol oynamıştır. Ksilanaz kullanımı, protein ve özellikle suda çözülebilen diyet lif içeriğini arttıran badem kabuğu ununun bisküvi formülasyonunda kullanım oranının %20'den %23'e çıkabilmesini sağlamıştır.

Hilhorst ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada ksilanaz, peroksidaz, glukoz oksidaz ve bunların kombinasyonlarını kullanarak hazırlanan hamur ve ekmek denemelerinde; hamur özellikleri, pişirme performansı, ekmek hacmi ve ekmek içi yapısı bakımından, ksilanazla birlikte peroksidaz içeren örneklerin en iyi performansı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Selinheimo ve ark. (2006) ksilanaz, lakkaz ve bunların kombinasyonlarının buğday ununun reolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, ksilanazın glutenin yumuşamasına sebep olduğunu, lakkaz ve ksilanaz kombinasyonunda ise özellikle düşük ksilanaz oranlarında lakkazın etkisinin baskın olduğunu ama ksilanazın hamura yüksek konsantrasyonlarda ilave edildiği durumda, lakkazın hamuru sertleştirici etkisinin azaldığını belirlemişlerdir.

Jiang (2005) un esasına göre 10-200 ppm düzeylerinde ksilanaz enzimi kullanarak hazırladıkları ekmek hamurlarının farinogram değerleri ile pişmiş ekmek özelliklerini inceledikleri çalışmada, kullanılan enzim miktarı arttıkça hamurun; su absorbsiyonu, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi değerlerinde azalma belirlemiştir. Ekmeklerin spesifik hacim değerleri 120 ppm ksilanaz enzimi kullanım düzeyine kadar artış göstermiş, daha yüksek konsantrasyonlarda ise azalmıştır. Ayrıca ksilanaz enzimi ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin raf ömrünün daha uzun olduğu ileri sürülmüştür.

Martinez-Anaya ve Jimenez (1997) ksilanaz ilaveli olarak yapılan ekmeklerin bayatlamalarında bir yavaşlama olduğunu belirlemişlerdir. Başka çalışmalarda ise ksilanaz kullanımın, ekmek içi sertliğini azalttığı fakat ekmeğin bayatlaması üzerine bir etkisi bulunmadığı bildirilmiştir (Courtin, 2001; Güner ve Dağlıoğlu, 2008).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak ticari bir bisküvi fabrikasından (Şimşek Bisküvi ve Gıda Sanayi A.Ş, Karaman, Türkiye) temin edilen bisküvilik buğday unu, süt tozu, pudra şekeri, vanilin, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat ve piyasadan sağlanan şortening ve tuz kullanılmıştır. Ksilanaz enzimi (Endo 1,4 B-D Xylanase, 10,000 Xyl u/ml) Biobake BCC (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Lüpen kepeği elde etmede kullanılan lüpen taneleri (*Lupinus albus* L.) Konya'nın Beyşehir ilçesinden acılığı geleneksel yöntemle giderilmiş olarak temin edilmiştir. Acılığı giderme işlemi, tohumlar 60-70 °C'de 2 saat bekletildikten sonra özel havuzlara alınıp burada durağan suda 4 gün boyunca en az 4-5 defa su değiştirilerek gerçekleştirilmiştir.

Lüpen taneleri yıkama ve elle kabuk soyma işleminden geçirildikten sonra elde edilen lüpen kabukları etüvde (Nüve KD-200, Türkiye) 55 ºC'de %10 nem içeriğinin altına düşecek şekilde kurutulmuştur. Kurutulmuş kabuklar laboratuvar değirmeni (Moulinex Super Junior S, Paris, Fransa) kullanılarak oda şartlarında öğütülmüş ve 212 mikron delik çapına sahip elekten geçirilerek elenmiştir. Örnekler daha sonra ağızları kilitlenebilen poşetlere konularak oda şartlarında muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Bisküvi üretiminde buğday unu, lüpen kepeği ile beş farklı oranda (%0, 5, 10, 15 ve 20) yer değiştirmiştir. 100g un esasına göre üç farklı oranda (%35, 40 ve 45) şortening kullanılmıştır. Bisküviler, ksilanaz ilaveli (%0.5) ve ilavesiz olarak üretilmiştir. Deneme (5x3x2)x2 faktöriyel düzenleme şeklindeki deneme desenine göre yürütülmüştür.

Bisküvi analizlerinden, çap, kalınlık, yayılma, kırılma kuvveti ve renk ölçümleri tüm bisküvi örneklerine; su, kül, protein, yağ, selüloz ve mineral madde miktarı tayinleri ve duyusal analizler ise teknolojik olarak üstün bulunan ksilanaz ilaveli bisküvi örneklerine uygulanmıştır.

3.2.2. Bisküvi üretimi

Bisküvi formülasyonu AACC Standart Metot No: 10-54'ün (AACC, 2002) modifikasyonu ile hazırlanmıştır. Genel bisküvi formülasyonunda 100 g buğday unu esasına göre; 42 g pudra şekeri, 1 g yağsız süt tozu, 1.25 g tuz, 1 g sodyum bikarbonat, 0.5 g amonyum bikarbonat, 40 g şortening, 0.03 g vanilin, 100 g bisküvilik buğday unu ve su kullanılmıştır. Deneme desenine göre farklı formülasyonlarda hazırlanan bisküvilerde ise buğday unu %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında lüpen kepeği ile yer değiştirmiş ve şortening ise 100 g un esasına göre %35, 40 ve 45 oranlarında kullanılmıştır. Çalışmada AACC 10-54 metodunda verilen şortening oranı olan %40'ın, 5 puan altı (%35) ve 5 puan üstü (%45) denenmiştir. Ksilanaz ilaveli bisküvilerde 100 g un esasına göre %0.5 ksilanaz enzimi kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda kullanılan su miktarı özellikle lüpen kepeği ilave oranından etkilenerek artmış ve 5.0 ml ile 9.2 ml arasında değişim göstermiştir.

Formülasyonda belirtilen materyal, laboratuvar mikserinde karıştırılarak elde edilen hamur 5 mm yüksekliğinde inceltilmiş, 50 mm çapında dairesel şekil verilerek 170 °C' ye ısıtılmış fırında (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 17dk süreyle pişirilmiştir. Örnekler soğutulduktan sonra kilitli polietilen ambalajda muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Bazı hammaddeler ve un paçallarında yapılan analizler

3.2.3.1. Buğday ununa ait fizikokimyasal analizler ve düşme sayısı testi

Bisküvilik buğday ununda yaş gluten ile gluten indeks miktarı AACC 38-12'ye göre belirlenmiştir. Analizde Glutomatic-2200 yıkama aleti ve Centrifuge 2015 santrifüj sistemlerini içeren cihazlar (Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) kullanılmıştır (AACC, 2002).

Buğday unu örneğinde Zeleny sedimentasyon değeri, ICC-Standart No:116/1 metoduna göre (ICC, 2002) belirlenmiştir.

Buğday ununda düşme sayısı tayini, AACC 56-81B'ye göre yapılmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.2. Renk ölçümü

Buğday unu ve lüpen kepeği örneklerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Minolta Camera, Co., Ltd., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L* (parlaklık), a* (kırmızı, yeşil) ve b* (sarı, mavi) değerleri saptanmıştır. Hue (renk özü) değeri, arctan (b^*/a^*) formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Oliver ve ark., 1992).

3.2.3.3. Bazı hammaddelere ait kimyasal analizler

3.2.3.3.1. Su miktarı

Buğday unu ve lüpen kepeği örneklerinde 135 ^{o}C' de 2 saatlik kurutma uygulaması ile AACC 44-19 metoduna göre su tayini yapılmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.3.2. Kül miktarı

Kül miktarı tayini, buğday unu ve lüpen kepeği örneklerinde AACC 08-01 metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC, 2002). 3-5 g arasında örnek porselen krozelere tartılmış ve kül fırınında 550 ^{o}C'de siyah nokta kalmayıncaya kadar yakılarak kül analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

3.2.3.3.3. Protein miktarı

Hammaddelerin protein miktarı AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (AACC, 2002). Örnek sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun $(NaH_4)_2SO_4$ halinde belirlenmesinden sonra, NaOH ile muamele edilmiş ve çıkan NH_4OH miktarından titrasyonla azotlu madde miktarı hesaplanmıştır. Buğday ununda 6.25 çarpım faktörü, lüpen kepeğinde ise 5.70 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır.

3.2.3.3.4. Yağ miktarı

Buğday unu ve lüpen kepeği örneklerindeki yağ miktarı AACC 30-25 metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC, 2002). Un ve kepek örnekleri, Soxhlet cihazında dietil eter ile ekstrakte edildikten sonra, solventin uzaklaştırılması ile elde edilen yağ miktarı % ham yağ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

3.2.3.3.5. Selüloz miktarı

Hammadde ve bisküvi örneklerinde ham selüloz miktarı tayini AACC 32-10'a göre yapılmıştır (AACC, 2002).

3.2.3.3.6. Mineral madde miktarı

Buğday unu ve lüpen kepeği örneklerindeki Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarlarının belirlenmesi için, 0.3 g kuru örnek 7 ml (HNO_3 + H_2SO_4) kullanılarak mikrodalga yakma sistemi (Mars 5, CEM Corporation, USA) ile yakılmış, elde edilen süzüklerdeki mineral madde içerikleri ICP-AES (Inductively-coupled plasma atomic emission spectrometer) cihazı ile (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) belirlenmiştir (Skujins, 1998).

3.2.3.4. Un paçallarına ait reolojik analizler

Bisküvi üretiminde kullanılan buğday unu ve %5, 10, 15 ve 20 oranlarında lüpen kepeği ilave edilmiş un paçallarında hamur reolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu unlardan hazırlanan hamurların farinogram özellikleri AACC 54-21 metodu, ekstensogram özellikleri ise AACC 54-10 metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC, 2002).

3.2.4. Bisküvi analizleri

3.2.4.1. Fiziksel analizler

3.2.4.1.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bisküvi örneklerinde çap ve kalınlık değerleri AACC 10-54 metodunda belirtildiği gibi kumpas kullanılarak ölçülmüştür (AACC, 2002). Bisküvilerin yayılma oranı ise çapların kalınlıklarına bölünmesiyle elde edilmiştir.

3.2.4.1.2. Kırılma kuvveti

Bisküvi örneklerinin kırılma kuvveti (sertlik) değerlerinin tayininde AACC 74-09 metodu esas alınmış ve tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Microsystems, UK) kullanılarak 3 nokta kırılma testi (three point bend rig) tekniğine göre kırılma kuvveti değeri (F, g) belirlenmiştir (load cell: 3 kg, ön-test hızı: 1.0 mm/s, test hızı: 3.0 mm/s, son-test hızı: 10.0 mm/s, uzaklık: 5 mm, trigger kuvveti: 50 g (AACC, 2002).

3.2.4.1.3. Renk ölçümü

Bisküvi örneklerinde renk ölçümü madde 3.2.3.2.'de verilen metotla, bisküvi yüzeyinde 5 ayrı noktadan ölçülerek gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2. Kimyasal analizler

Bisküvilerde kimyasal analizler, teknolojik olarak üstün bulunan ksilanaz ilaveli bisküvi örneklerinin öğütülmüş (< 1mm) numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2.1. Su miktarı

Bisküvi örneklerinde su miktarı tayini, madde 3.2.3.3.1'de belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.4.2.2. Kül miktarı

Kül miktarı tayini, bisküvi örnekleri öğütülüp analize hazırlandıktan sonra madde 3.2.3.3.2'de belirtilen şekilde yapılmıştır.

3.2.4.2.3. Protein miktarı

Bisküvi örneklerinde protein miktarı tayini madde 3.2.3.3.3'de belirtildiği gibi yapılmış ve 6.25 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AACC, 2002).

3.2.4.2.4. Yağ miktarı

Bisküvi örneklerinde yağ miktarı tayini, madde 3.2.3.3.4'te belirtildiği şekilde yapılmıştır. Öğütülmüş bisküvi örnekleri Soxhlet cihazında dietil eter ile ekstrakte edildikten sonra, solventin uzaklaştırılması ile elde edilen yağ miktarı, % ham yağ olarak belirlenmiştir.

3.2.4.2.5. Selüloz miktarı

Bisküvi örneklerinde ham selüloz miktarı tayini madde 3.2.3.3.5'de belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.4.2.6. Mineral madde miktarı

Bisküvi örneklerinde mineral madde miktarı tayini madde 3.2.3.3.6'da belirtildiği gibi yapılmıştır.

3.2.4.3. Duyusal analizler

Bisküvi örneklerinin duyusal analizi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve doktora öğrencilerinden oluşan yaşları 25-55 arasında değişen 12 kişilik bir grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Bisküviler renk,

görünüş, tekstür, tad, koku ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirme 1-5 arasındaki puan skalası kullanılarak yapılmıştır.

5 Puan: Çok iyi

4 Puan: İyi

3 Puan: Kabul edilebilir

2 Puan: Yeterli değil

1 Puan: Kötü

3.2.5. İstatistiki analizler

İstatistiki analizlerde JMP istatistik programı, 8.0 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Student's t-test ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar, şekiller üzerinde gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Bazı Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları

4.1.1. Buğday ununa ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve düşme sayısı değeri

Bisküvi üretiminde kullanılan buğday ununa ait fizikokimyasal analiz sonuçları ile düşme sayısı değeri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Gluten, gluten indeks, Zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerleri sırasıyla %21, %84, 21 ml ve 338 sn olarak belirlenmiştir. Buna göre bisküvi üretiminde kullanılan un zayıf karakterli, bisküvilik un niteliğindedir. Bisküvi üretiminde kullanılan buğday unlarında, ekmek üretiminde olduğu gibi yüksek gluten miktarı ve kalitesine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu sebeple yumuşak buğdaylardan elde edilecek un, bisküvi ve gofret sanayii için istenilen özelliktedir. Bisküvi üretiminde genelde %70-76 randımanlı, düşük protein içerikli ve zayıf özlü un kullanılmaktadır.

Uysal (2005) farklı kaynaklardan elde ettikleri diyet liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, bisküvilik buğday ununun gluten, Zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değerlerini sırasıyla %22.72, 18.61 ml ve 295 sn olarak belirlemiştir.

Aktaş (2011) zenginleştirilmiş unlardan farklı koşullarda üretilen bisküvilerin B vitamini içeriğini incelemek amacıyla yaptığı çalışmasında bisküvilik buğday ununa ait gluten miktarı ve Zeleny sedimentasyon değerlerini sırasıyla %27.2 ve 20 ml olarak tespit etmiştir.

Çizelge 4.1. Bisküvi üretiminde kullanılan buğday ununa ait fizikokimyasal analiz sonuçları ve düşme sayısı değeri[1]

	Gluten (%)	Gluten indeks (%)	Zeleny sedimentasyon (ml)	Düşme sayısı (sn)
Buğday unu	21±1.41	84±2.82	21±1.41	338±4.24

[1]%14 su üzerinden verilmiştir.

4.1.2. Renk değerleri

Bisküvi üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin renk (L*, a*, b*, SI ve Hue) değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Buğday ununun parlaklık (L*) değeri, lüpen kepeğinden daha yüksek bulunmuştur. Kırmızılık/yeşillik (a*) değeri bakımından ise lüpen kepeği buğday unundan daha yüksek değer vermiştir. Lüpenin doğal sarı pigmentasyonu, lüpen kepeğinde sarılık (b*) değerinin, buğday unundan daha yüksek bulunmasına neden olmuştur. Lüpen kepeğinin SI ve Hue değerleri ise buğday unundan yüksek bulunmuştur.

Doğan ve Uğur (2004) Van ve çevresinde yetiştirilen bisküvilik buğdayların kalitesini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında bisküvilik buğday unlarının L değerini 79.5-83.0, a değerlerini (-1.0)-(-1.5) arasında ve b değerini ise 5.0-14.5 arasında bulmuşlardır.

Lüpen kepeği için belirlenen renk değerleri ise Bilgiçli ve Levent (2012) tarafından verilen renk değerleri ile uyumludur.

Çizelge 4.2. Bisküvi üretiminde kullanılan un ve lüpen kepeğine ait renk değerleri[1]

	L*	a*	b*	SI	Hue
Buğday unu	94.05 ± 0.83^{a}	-0.78 ± 0.08^{b}	9.07 ± 0.11^{b}	9.10 ± 0.12^{b}	-85.12 ± 0.43^{b}
Lüpen kepeği	80.99 ± 0.54^{b}	4.48 ± 0.28^{a}	19.08 ± 0.57^{a}	19.87 ± 0.61^{a}	76.69 ± 0.40^{a}

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p< 0.05$).

4.1.3. Kimyasal analiz sonuçları

Bisküvilik un ve lüpen kepeği örneklerine ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buna göre buğday unu ve lüpen kepeği için su ve kül miktarı sırasıyla %11.10 ve %9.70; %0.66 ve %2.53 olarak bulunmuştur. Lüpen kepeğinin, buğday ununun yaklaşık dört katı kadar kül miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2012) İç Anadolu bölgesinden acılığı giderilmiş olarak temin ettikleri lüpenin un ve kepeğinin kül miktarlarını sırasıyla %1.55 ve %2.01 olarak belirlemişlerdir. Avustralya'da üretilen tatlı lüpenden elde edilen ticari kepeklerin kül miktarları ise %3-4 olarak rapor edilmiştir (Anonymous, 2012).

Çizelge 4.3. Bisküvi üretiminde kullanılan un ve lüpen kepeğine ait kimyasal analiz sonuçları[1]

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Protein[2] (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)
Buğday unu	11.10±0.04[a]	0.66±0.03[b]	8.75±0.07[a]	0.40±0.07[b]	0.60±0.21[b]
Lüpen kepeği	9.70±0.03[b]	2.53±0.04[a]	6.03±0.10[b]	1.26±0.08[a]	54.50±0.35[a]

[1] Kül, protein, yağ ve selüloz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] Buğday ununda N x 5.70, lüpen kepeğinde 6.25 faktörü kullanılmıştır.

Buğday unu ve lüpen kepeğine ait protein miktarları sırasıyla %8.75 ve %6.03 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Daha öncede belirtildiği gibi bisküvi üretiminde yüksek gluten miktarı yani protein oranına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu sebeple kullanılan buğday unu bisküvilik kalitesi açısından uygun özelliktedir.

Taş (2011) bazı kabartıcı kombinasyonlarının bisküvi kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında bisküvilik unun protein miktarını %9.80 olarak belirlemiştir. Doğan ve Uğur (2005) yaptıkları bir çalışmada bazı bisküvilik buğdaylardan elde edilen unların protein miktarının %8.2 ile 9.9, kül miktarının %0.81 ile 0.93 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Lüpen, soya ile rekabet edebilecek düzeyde yüksek proteine sahip bir baklagildir. Çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak lüpen tanesinde protein miktarı %33'le %47 arasında değişebilmektedir. Kabuğu uzaklaştırılmış lüpen tanelerinde ise %30-35 oranında protein içeriğinin bulunduğu bildirilmektedir (Desmaison, 1987; Erbaş ve ark., 2005). Ancak lüpen kepeğinin protein içeriği kotiledon kısmından oldukça düşük olup ortalama %10-12 arasında değiştiği literatürde yer almaktadır (Anonymous, 2012). Çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak lüpen tanesinde olduğu gibi kepeğinde de protein miktarı değişkenlik göstermektedir. Nitekim bu çalışmada kullanılan lüpen kepeğinde de literatürde belirtilen değerin altında bir protein oranı belirlenmiştir.

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu ve lüpen kepeğine ait yağ miktarı değerleri sırasıyla %0.40 ve %1.26 olarak bulunmuştur. Buğdayda yağ ruşeym kısmında lokalize olduğundan rafine buğday ununda yağ miktarı oldukça düşük oranda bulunmaktadır. Bisküvilik buğday ununda da tahmin edildiği gibi çok düşük oranda yağ miktarı belirlenmiştir. Lüpen tam tane halinde yaklaşık olarak %4.49-8.03, kabuğu soyulmuş olarak ise %5.55-9.70 yağ içeriğine sahiptir (Suchi ve ark., 2008). Ayrıca, literatürde çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak lüpenin yağ içeriğinin %10-20 arasında değişebildiği de ifade edilmektedir (Ballester ve Carreno, 1986; Levent ve Bilgiçli, 2011). Buna bağlı olarak lüpen kepeğinin yağ içeriği değişkenlik

gösterebilmektedir. Huntington ve Jenkinson (1997) lüpen kepeğinin yağ içeriğini %1.7 olarak rapor etmişlerdir.

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu ve lüpen kepeğine ait selüloz miktarı değerleri sırasıyla %0.60 ve %54.50 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Buğday ununun selüloz içeriği unun randımanına bağlı olarak değişim göstermektedir. Elgün ve Ertugay (1995) beyaz buğday ununda selüloz içeriğinin %0.1-0.3 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sipsas (2012) saf lüpen kepeği kompozisyonunda selüloz miktarının %51 olduğunu belirtmektedir.

Bisküvilik buğday unu ve lüpen kepeğine ait mineral madde miktarları ise Çizelge 4.4'de verilmiştir. Buğday ununa ait Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn ve Zn miktarları sırasıyla 19.30 mg/100g, 0.29 mg/100g, 0.85 mg/100g, 157.20 mg/100g, 25.50 mg/100g, 0.33 mg/100g ve 1.11 mg/100g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Bisküvi üretiminde kullanılan un ve lüpen kepeğine ait mineral madde miktarları (mg/100g)[1]

Hammadde	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
Buğday unu	19.3±0.42[b]	0.29±0.03[b]	0.85±0.06[a]	157.2±1.70[a]	25.5±1.41[b]	0.33±0.04[b]	1.11±0.16[a]
Lüpen kepeği	649.4±1.98[a]	0.59±0.06[a]	0.74±0.04[a]	57.1±1.56[b]	128.6±2.26[a]	27.60±0.85[a]	1.37±0.24[a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p< 0.05$).

Buğday ununun mineral madde içeriği de çeşit ve yetiştirme koşullarının yanı sıra randımana bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Rennan ve ark. (2008), 54 farklı buğday unu örneğinde Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğinin sırasıyla 11-196, 19-51, 76-316, 81-715, 0.1-0.28, 1.05-14.66, 0.39-1.47 ve 0.51-1.39 mg/100g arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Lüpen kepeği için ise Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn ve Zn içerikleri sırasıyla 649.40 mg/100g, 0.59 mg/100g, 0.74 mg/100g, 57.10 mg/100g, 128.60 mg/100g, 27.60 mg/100g ve 1.37 mg/100g olarak belirlenmiştir. Lüpen kepeğinin Ca, Mg, Cu ve Mn miktarı buğday unundan yüksek bulunmuştur. Buğday unuyla karşılaştırıldığında lüpen kepeğinin Ca, Mg ve Mn içeriklerinin sırasıyla 34, 5 ve 84 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Sonuçlar yetişkin bir erkeğin günlük alması gereken Ca miktarı açısından değerlendirildiğinde, 100g lüpen kepeğinin günlük alınması tavsiye edilen 800 mg Ca'un %81'ini karşıladığı görülmektedir. Bu nedenle lüpen kepeği gıdaların Ca açısından zenginleştirilmesinde önemli bir kaynak olarak, dikkat çekici bulunmuştur.

Lüpen kepeğinde diğer dikkat çekici mineral Mn'dir. Yorgancılar ve ark. (2009) lüpen tanesinde Mn'ın oldukça yüksek olduğunu, bunun sebebinin de, yetiştirilen toprakların yüksek Mn içeriğine sahip olması veya lüpen bitkisinin bünyesine yüksek miktarda Mn alarak biriktirmesinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Aynı araştırmacılar, acılığı giderilmiş lüpen tohumlarının mineral içeriğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada lüpen tanesinin kabuğunda Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn ve Zn içeriğini sırasıyla, 1239.92, 0.30, 1.64, 32.38, 141.14, 109.17 ve 2.40 mg/100g olarak bulmuşlardır.

Yapılan başka bir çalışmada ise lüpen kepeğinin Ca ve P miktarının sırasıyla, 300 mg/100g ve 180mg/100g olduğu bildirilmiştir (Huntington ve Jenkinson, 1997).

4.2. Un Paçallarına Ait Reolojik Analiz Sonuçları

4.2.1. Farinogram sonuçları

Farklı oranlarda lüpen kepeği içeren un paçallarının farinogram özellikleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Farinogram sonuçları incelendiğinde, lüpen kepeğinin su absorpsiyonunu arttırdığı görülmektedir. Lüpen kepeği ilave edilmeyen hamurda su absorpsiyonu %55.30 iken %20 lüpen kepeği katılma oranında bu değer %61.80'e çıkmıştır. Lüpen kepeğinin yüksek selüloz içeriği bu artışta etkili olmuştur. Eastwood (1973) selülozik bileşiklerin yüksek oranda su tutma kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

Bezelye mercimek ve nohut gibi baklagillerin kepeklerinin ve liflerinin farklı oranlarda (%3-7) buğday ununa katıldığı bir çalışmada hamurun su absorpsiyonunun şahit örneğe göre %2-16 arasında değişen oranlarda artış gösterdiği bildirilmiştir (Dalgetty ve Baik, 2006).

Çizelge 4.5. Farklı oranda lüpen kepeği ilave edilmiş un paçallarına ait farinogram değerleri[1]

LK[2] oranı (%)	Su absorbsiyonu (%)	Gelişme süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yumuşama derecesi (BU)
0	55.30±0.85 [c]	1.60±0.28 [c]	3.00±0.14 [d]	116±4.24 [a]
5	57.80±0.42 [b]	1.80±0.14 [c]	4.60±0.28 [c]	97±2.83 [b]
10	61.40±0.85 [a]	4.50±0.28 [b]	4.80±0.28 [c]	94±4.24 [b]
15	61.65±0.35 [a]	5.40±0.14 [a]	5.40±0.14 [b]	64±2.83 [c]
20	61.80±0.57 [a]	6.00±0.28 [a]	7.80±0.14 [a]	49±2.83 [d]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] LK: Lüpen kepeği.

Farklı araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarda una kepek ilavesi ile hamurun su absorbsiyonu değerinin arttığı ve bu artışın ilave edilen kepek oranı ile doğru orantılı olduğu ifade edilmiştir (Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Rao ve Rao, 1991; Özboy, 1992; Özer, 1998; Gül, 2007).

Farklı lüpen kepeği ilave oranlarıyla hazırlanan hamurların gelişme süresi değerleri 1.60-6.00 dk arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5). Hamur formülasyonunda artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak hamur gelişme süreside uzamıştır. Lüpen kepeği ilaveli örneklerin hamur gelişim süresinin uzaması, kepeğin hidrasyon hızını ve hamurdaki gluten gelişimini etkilemesinden kaynaklanmaktadır (Chen ve ark., 1988; Sudha ve ark., 2007b).

Literatürde farklı lif kaynakları kullanılarak hazırlanan hamurların su absorpsiyonu ve gelişme sürelerinin lif ilavesi ile arttığı ifade edilmiştir (Masoodi ve ark., 2001; Larrea ve ark., 2005; Sudha ve ark., 2007b).

Farklı oranlarda lüpen kepeği katılmış olan hamurların stabilite değerleri 3.00-7.80 dk arasında değişim göstermiş ve artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak stabilite değerleri artmıştır (Çizelge 4.5). Benzer şekilde, Özkaya ve Türksoy (2010) bisküvi hamurunda limon ve kayısı lifleri kullanıldığında hamur stabilitesinin arttırdığını, bunun sebebinin de liflerin unun gluten özelliklerini iyileştirmesinden ziyade hamurdaki suyu yoğurma sırasında daha uzun süre tutmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Hamur örneklerinin yumuşama derecesi değerleri lüpen kepeği ilavesinden etkilenmiş ($p<0.05$) olup, lüpen kepeği katılmayan hamurda 116 BU olan yumuşama derecesi değeri %20 lüpen kepeği ilave oranında 49 BU'ya düşmüş ve genel olarak kepek oranı yükseldikçe farinogramlarında yumuşama derecesi değeri giderek azalmıştır. Lüpen kepeği ilavesine bağlı olarak hamurun gluten miktarı seyrelmekte dolayısıyla yumuşama derecesi değerinin yükselmesi beklenmektedir. Ancak bu çalışmada beklenene ters bir sonuç elde edilmiştir. Benzer şekilde Özkaya (1997) şeker pancarı kaynaklı diyet liflerinin hamur reolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada iri partiküllü liflerin hamurun yumuşama derecesini düşürdüğünü bildirmiştir. Yine aynı çalışmada şeker pancarı kaynaklı liflerin unun su absorbsiyonunu ve hamurun gelişme süresini katıldığı orana bağlı olarak arttırdığı bildirilmiştir.

4.2.2. Ekstensogram sonuçları

Farklı oranlarda lüpen kepeği içeren un paçallarının ekstensogram özellikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Unların bisküvilik kalitesinin belirlenmesinde ekstensografta hamurun uzama kabiliyetinin, uzamaya karşı gösterdiği dirence oranı önemlidir. Bisküvi üretiminde uzama kabiliyetinin yüksek uzamaya karşı gösterdiği direncin düşük olması arzu edilen bir husustur (Doğan ve Uğur, 2005).

Hamurların enerji değerleri 20-32 cm^2 arasında değişmiş olup %15 ve 20 lüpen kepeği katılma oranında, lüpen kepeği katılmadan hazırlanan şahit örneğe göre daha yüksek enerji değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, beklenene ters bir durum oluşturmuştur. Çünkü kepek ilavesiyle seyrelen gluten oranıyla birlikte hamur enerjisinde bir azalma olacağı tahmin edilmektedir. Nitekim, Özkaya (1999) değirmenin değişik yerlerinden alınan kepek fraksiyonlarının hamur reolojik özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında, kullanılan kepek örneklerinin tamamının hamurun uzama kabiliyetini ve enerji değerini düşürdüğünü bildirmiştir.

Uzamaya direnç ve maksimum direnç değerleri de enerji değerine paralel bir seyir izlemiş ve hamurda artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak uzamaya direnç ve maksimum direnç değerleri artış göstermiştir. Enerji değerinde olduğu gibi, direnç ve maksimum direnç değerlerinin de artan kepek oranına bağlı olarak düşmesi beklenirken tahmin edilmeyen bir artış gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuca benzer şekilde, Özkaya (1997) şeker pancarı kaynaklı diyet liflerinin hamur reolojik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında, şeker pancarı kaynaklı liflerin hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnci katıldığı orana bağlı olarak attırdığını bildirmiştir. Aynı çalışmada, hamurun uzama kabiliyetini düşürüp direncini yükselttiği için, makinede işlenmesi zor olan zayıf hamurların otomasyona uygunluğunun sağlanması bakımından iyi bir katkı olduğu ifade edilmiştir.

Uzayabilirlik değerleri ise hamur formülasyonunda kullanılan lüpen kepeği oranına bağlı olarak 111 dk ile 56 dk arasında değişim göstermiş ve formülasyonda artan lüpen kepeği ile birlikte hamur uzayabilirliği düşmüştür.

Çizelge 4.6. Farklı oranda lüpen kepeği ilave edilmiş un paçallarına ait ekstensograf değerleri[1]

LK[2] oranı (%)	Enerji (cm^2)	Uzamaya karşı direnç (BU)	Uzayabilirlik (dk)	Maksimum direnç (BU)
0	20±1.41 [c]	121±2.83 [e]	111±2.83 [a]	128±2.83 [d]
5	21±2.83 [c]	174±4.24 [d]	98±4.24 [b]	197±7.07 [c]
10	23±2.83 [bc]	184±5.66 [c]	81±2.83 [c]	210±8.49 [c]
15	29±1.41 [ab]	219±7.07 [b]	61±4.24 [d]	258±5.66 [b]
20	32±1.24 [a]	237±8.49 [a]	56±2.83 [d]	275±4.24 [a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş olanlar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] LK: Lüpen kepeği.

Sudha ve ark. (2007b) farklı oranlarda buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeğini %10, 20, 30 ve 40 oranlarında kullandıkları hamurların, uzayabilirlik değerlerinin artan lif oranına bağlı olarak azaldığını bunun sebebinin de lifin hamuru sertleştirici etkisinden kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

4.3. Bisküvi Analiz Sonuçları

Unların bisküvilik kalitesinin değerlendirilmesinde en güvenilir sonuçlar, pişirme testi sonuçlarıdır. Bu test, unun katkı maddeleri ile yoğrulup standart kalıpta şekil verildikten sonra pişirilmesi ve elde edilen bisküvilerin değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmektedir (Özkaya, 1995). Bu çalışmada elde edilen pişirme testi sonuçları, fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler başlıkları altında değerlendirilmiştir.

4.3.1. Fiziksel analizler

4.3.1.1. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Çap kalınlık ve yayılma oranı değerleri bisküvinin teknolojik kalitesinin belirlenmesi açısından önemli parametreler olup, çapı geniş, yayılması yüksek ve kalınlığı düşük bisküviler tercih edilmektedir (Kissell ve ark., 1971). Ancak aşırı yayılma pratikte çok istenen bir durum değildir.

4.3.1.1.1. Çap

Deneme desenine göre üretilen bisküvilerin ortalama çap değerleri, 61.32 ile 70.70 mm aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına

göre; bisküvilerde çap değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca çap değeri üzerinde *"lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Student's t-testi sonuçlarına göre, bisküvilerin çap değeri formülasyonda artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak azalma göstermiştir. Lüpen kepeği ilavesiz bisküvinin çapı 67.61 mm iken, formülasyona %20 oranında lüpen kepeği ilave edildiğinde çap 63.84 mm'ye düşmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.6'da verilen ekstensogram sonuçlarına göre, artan lüpen kepeği oranı hamurun uzayabilirliğini düşürürken, enerji ve direncini arttırmaktadır. Bu durum çapın azalmasında etkili bir faktör olmuş olabilir.

Çizelge 4.7. Bisküvi örneklerine ait çap kalınlık, yayılma oranı ve kırılma kuvveti değerleri[1]

LK[2] oranı (%)	Şortening oranı (%)	Ksilanaz ilavesi (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı (çap/kalınlık)	Kırılma Kuvveti (F, g)
0	35	0	64.28±0.64	10.67±0.19	6.03±0.17	10.67±0.19
	35	0.5	67.78±0.63	9.70±0.28	6.99±0.14	9.70±0.28
	40	0	65.89±0.61	10.00±0.42	6.59±0.22	10.00±0.42
	40	0.5	69.76±0.32	9.00±0.42	7.76±0.40	9.00±0.42
	45	0	67.21±0.25	9.54±0.64	7.06±0.50	9.54±0.64
	45	0.5	70.70±0.17	8.60±0.74	8.25±0.73	8.60±0.74
5	35	0	63.63±0.95	10.45±0.31	6.09±0.27	10.45±0.31
	35	0.5	66.00±0.29	10.10±0.54	6.54±0.38	10.10±0.54
	40	0	65.50±0.34	10.04±0.29	6.53±0.15	10.04±0.29
	40	0.5	67.93±0.23	9.38±0.21	7.24±0.19	9.38±0.21
	45	0	66.15±0.21	9.71±0.26	6.82±0.20	9.71±0.26
	45	0.5	69.74±0.66	8.61±0.01	8.10±0.09	8.61±0.01
10	35	0	63.14±0.66	10.28±0.02	6.14±0.08	10.28±0.02
	35	0.5	65.49±0.72	9.41±0.22	6.96±0.24	9.41±0.22
	40	0	64.76±0.02	9.43±0.13	6.87±0.10	9.43±0.13
	40	0.5	67.40±0.69	8.78±0.34	7.68±0.38	8.78±0.34
	45	0	65.55±0.29	8.96±0.14	7.32±0.08	8.96±0.14
	45	0.5	68.50±0.23	8.62±0.02	7.96±0.01	8.62±0.02
15	35	0	62.00±0.56	9.07±0.63	6.86±0.54	9.07±0.63
	35	0.5	64.40±0.49	9.23±0.10	6.97±0.02	9.23±0.1
	40	0	63.09±0.13	9.69±0.32	6.52±0.23	9.69±0.32
	40	0.5	65.67±0.26	8.83±0.02	7.44±0.04	8.83±0.02
	45	0	64.56±0.47	8.93±0.07	7.23±0.11	8.93±0.07
	45	0.5	66.99±0.56	8.29±0.08	8.08±0.15	8.29±0.08
20	35	0	61.32±0.45	9.69±0.22	6.32±0.19	9.69±0.22
	35	0.5	63.35±0.40	9.53±0.46	6.66±0.36	9.53±0.46
	40	0	63.11±0.74	9.39±0.17	6.72±0.20	9.39±0.17
	40	0.5	65.06±0.42	8.85±0.12	7.35±0.05	8.85±0.12
	45	0	64.00±0.73	8.74±0.22	7.33±0.27	8.74±0.22
	45	0.5	66.10±0.24	8.36±0.22	7.92±0.24	8.36±0.22
Minimum-maksimum			61.32-70.70	8.29-10.67	6.03-8.25	2700-7526
Ortalama-standart sapma			65.63±2.31	9.33±0.26	7.08±0.62	4901±1207.35

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. [2] Lüpen kepeği.

Çizelge 4.8. Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve kırılma kuvveti değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma oranı[3]		Kırılma kuvveti	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
LK[2] oranı (A)	4	111.01	112.01**	4.55	10.91**	0.66	2.14 ns	9197353	4107.92**
Şortening oranı (B)	2	80.72	162.89**	9.60	46.02**	11.03	72.08*	54485358	48670.82**
(AxB)	8	0.88	0.45 ns	1.01	1.21 ns	0.60	0.99 ns	2252941	503.13**
Ksilanaz ilavesi (C)	1	109.14	440.48**	5.79	55.48**	8.77	114.60*	16705927	29846.22**
(AXC)	4	4.28	4.32**	0.67	1.59 ns	0.60	1.96 ns	687648	307.13**
(BXC)	2	0.41	0.83 ns	0.25	1.22 ns	0.40	2.63 ns	959554	857.15**
(AXBXC)	8	0.92	0.46 ns	0.81	0.98 ns	0.47	0.77 ns	687648	307.13**

[1]* $p < 0.05$ düzeyinde önemli. ** $p < 0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] LK: Lüpen kepeği. [3] Yayılma oranı: Çap/Kalınlık

Çizelge 4.9. Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve kırılma kuvveti ortalamalarına ait Student's t-testi sonuçları[1]

Faktör	N	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı (Çap/Kalınlık)	Kırılma kuvveti (F, g)
LK[2] oranı (%)					
0	12	67.61[a]	9.58[a]	7.11	4246.83[e]
5	12	66.49[b]	9.71[a]	6.89	4734.33[d]
10	12	65.81[c]	9.25[b]	7.15	4944.83[c]
15	12	64.46[d]	9.00[b]	7.18	5231.83[b]
20	12	63.84[e]	9.09[b]	7.05	5347.50[a]
Şortening oranı (%)					
35	20	64.14[c]	9.81[a]	6.56[c]	6082.00[a]
40	20	65.82[b]	9.34[b]	7.07[b]	4872.90[b]
45	20	66.97[a]	8.83[c]	7.61[a]	3748.30[c]
Ksilanaz ilavesi (%)					
0	30	64.29[b]	9.64[a]	6.70[b]	5428.73[a]
0.5	30	66.99[a]	9.02[b]	7.46[a]	4373.40[b]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] Lüpen kepeği.

Tiwari ve ark. (2011) buğday ununa %5-25 oranlarında bezelye yan ürünleri ikame ederek yaptıkları bisküvi çalışmasında çap değerlerini sırasıyla 58.20 mm ile 56.75 mm arasında tespit etmiş olup, bisküvi formülasyonunda artan bezelye yan ürünleri oranı ile bisküvilerin çap değerinin azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Bisküvi üretiminde mango lifi kullanılarak yapılan başka bir çalışmada, çaptaki azalmanın formülasyonda lif ilavesi ile seyrelen gluten oranından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Ajila ve ark., 2008).

Bisküvi formulasyonunda kullanılan şortening oranının artması tahmin edildiği gibi bisküvilerin çap değerinin artmasına neden olmuştur. Şortening oranı %35'den %45'e çıkarıldığında bisküvi çapı 64.14 mm'den 66.97mm'ye yükselmiştir (Çizelge 4.9).

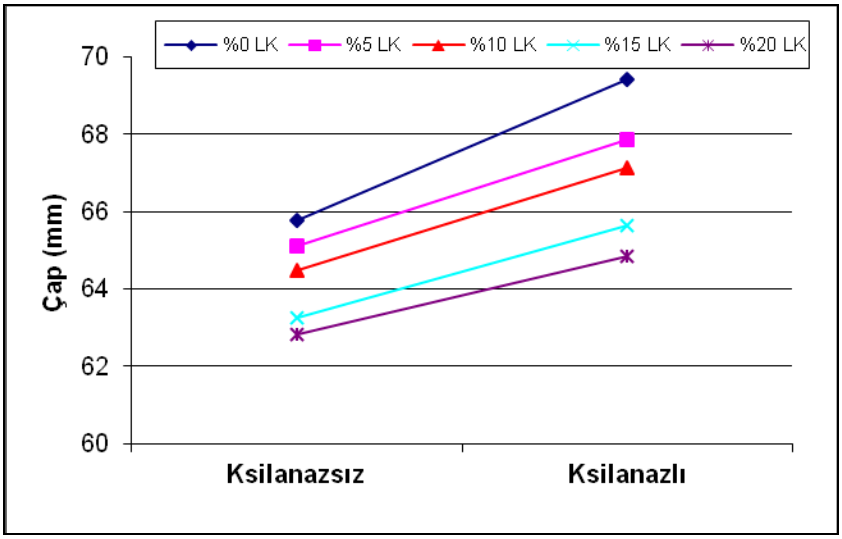
Bisküvi formülasyonunda şortening oranının artmasına bağlı olarak bisküvi çapının da artması beklenen bir durumdur. Benzer şekilde Pareyt ve ark. (2009) şeker ve yağın bisküvi yapı ve tekstürel özellikleri üzerindeki rolünü incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, artan yağ oranının bisküvi çapını arttırdığını rapor etmişlerdir. Formülasyonda artan yağ oranının, bisküvilerin çapını arttırıcı etkisi, pişme sırasında yağın eriyerek sistemde mobilitenin artmasıyla açıklanmaktadır (Pareyt ve ark., 2009).

Örneklerin çap değeri, bisküvi formülasyonunda ksilanaza yer verilmesiyle artış göstermiş ve ksilanaz ilave edilmemiş örneklerde 64.29 mm olan çap değeri ksilanaz

ilavesiyle 66.99 mm'ye yükselmiştir (Çizelge 4.9). Ksilanaz enzimi ilavesi çapı genişletici etkisiyle olumlu özellik sergilemiştir.

Uysal (2005) faklı diyet lif kaynaklı bisküvi hamurlarına ksilanaz enzimi katkısının bisküvi çapını arttırdığını bu durumun muhtemelen ksilanazın suda erimeyen pentozanları parçalayarak, akışkanlığı arttırıcı etkisinden kaynaklandığını bildirmektedir.

Bisküvi çap değeri üzerine etkili ($p<0.01$) *"lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi interaksiyonu"* Şekil 4.1'de verilmiştir. Ksilanaz ilavesi tüm lüpen kepeği katılma oranlarında bisküvi çapını arttırmış, en fazla artış lüpen kepeği ilave edilmeyen şahit bisküvilerde gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Bisküvi örneklerinde çap üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

4.3.1.1.2. Kalınlık

Bisküvilerin ortalama kalınlık değerleri, 8.29 ile 10.67 mm aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvilerde kalınlık değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Student's t-testi sonuçlarına göre, bisküvilerin kalınlık değeri, %5 lüpen kepeği katılma oranından sonra, lüpen kepeği katılmayan bisküvi örneklerinin kalınlık değerine

göre azalma göstermiştir. Ancak %10-20 lüpen kepeği katılma oranlarında bisküvilerin kalınlık değerleri arasında istatistiki bir fark oluşmamıştır (Çizelge 4.9).

Özkaya ve Türksoy (2010) yaptıkları çalışmada artan oranlarda kayısı lifi konsantresinin bisküvilerde kalınlığı azalttığını, bunun sebebinin lif ilavesiyle azalan gluten oranı olduğunu rapor etmişlerdir. Glutenin unlu mamullerde kabarmayı teşvik edici etkisi bilinmektedir. Bu çalışmada da artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak seyrelen gluten miktarı kalınlığın azalmasına neden olmuştur.

Formülasyonda artan oranlarda şortening kullanımı bisküvilerin kalınlık değerini düşürücü etki göstermiştir. Şorteningin çapı arttırıcı etkisi kalınlığın azalmasına sebep olmuştur. Şortening oranı %35'den %45'e çıkarıldığında bisküvi kalınlığı 9.81 mm'den 8.83 mm'ye düşmüştür (Çizelge 4.9).

Bisküvi formülasyonunda ksilanaz kullanılması ile bisküvi kalınlığı düşmüş, ksilanaz ilave edilmemiş örneklerde 9.64 mm olan kalınlık değeri, ksilanaz ilavesiyle 9.02 mm olmuştur (Çizelge 4.9). Burada da çapın artmasına sebep olan ve daha önce açıklanan etki kalınlığın azalmasına neden olmuştur.

4.3.1.1.3. Yayılma oranı

Bisküvi çapının bisküvi kalınlığına oranı, yayılma oranını vermektedir. Farklı oranda lüpen kepeği, şortening ve ksilanaz kullanılarak hazırlanan bisküvilerin ortalama yayılma oranı değeri 7.08 (6.03-8.25) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına göre, bisküvilerde yayılma oranı değeri üzerinde şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Student's t-testi sonuçlarına göre, %10 ve 15 lüpen kepeği katılma oranlarında elde edilen yayılma oranı değerleri diğer bisküvi örneklerinden deskriptif olarak yüksek bulunmuştur. Ancak istatistiki değerlendirme sonucunda aralarında istatistiki bir fark belirlenememiştir (Çizelge 4.9).

Özkaya ve Demir (1999) unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, zayıf karakterdeki una bitkisel lif örneklerini faklı oranlarda katmış ve bisküvi kalınlığının azda olsa düşme etkisi gösterdiğini belirlemişlerdir. Ancak katkıların bisküvi yayılma oranlarına etkilerinin, katkı oranına bağlı olarak istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmadığını bildirmişlerdir.

Jeltema ve ark. (1983) diyet lif bileşenlerinin bisküvi kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, buğday kepeği, yulaf kepeği, kuru fasulye kepeği ve soya kepeğini bisküvi hamuruna %20 oranında katmışlardır. Kuru fasulye lifi içeren bisküvi ile kontrol bisküvisinin en yüksek yayılma değerini verdiğini belirlemişlerdir. Yulaf, soya ve buğday kepekleri içeren bisküvilerde yayılma oranı kontrolden düşük bulunmuş olup, yayılma oranı değerlerinin aynı sırada azaldığını ($p<0.05$) bildirmişlerdir.

Bisküvi formulasyonunda %35, 40 ve %45 oranlarında şortening kullanıldığında bisküvi örneklerinin yayılma oranı değerleri sırasıyla 6.56, 7.07 ve 7.61 olarak bulunmuş ve artan şortening oranına bağlı olarak yayılma değerinin de arttığı görülmüştür (Çizelge 4.12).

Abboud ve ark. (1985) şeker ve yağın bisküvi yayılmasına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yağ miktarının bisküvi yayılması üzerinde etkili olduğunu, azalan oranlarda yağ kullanımı ile düzensiz şekilli bisküvi elde edildiğini bildirmişlerdir.

Maache-Rezzoug ve ark. (1998) bisküvi hamurunun ana bileşenlerinin bisküvi hamuruna ve kalitesine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında yağın bisküvi yayılmasına katkı sağladığını rapor etmişlerdir. Bu katkının şekil verme esnasında yağ varlığının, hamurun doğasında bulunan elastikiyet ve büzülme özelliklerini azaltmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Ksilanaz ilaveli ve ilavesiz örneklerin yayılma oranı değerleri, sırasıyla 6.70, 7.40 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12). Ksilanaz enzimi ilavesi, yayılma oranını arttırıcı etkisiyle olumlu özellik göstermiştir.

Bilgiçli ve Levent (2012) buğday ununa lüpen ürünleri ikame edilerek ksilanaz enzimi ilaveli ve ilavesiz olarak hazırladıkları bisküvi çalışmalarında, ksilanaz enzimi ilavesinin örneklerin yayılma oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Daha öncede ifade edildiği gibi ksilanazın suda erimeyen pentozanları parçalayarak akışkanlığı arttırıcı etkisi çapı ve dolayısıyla yayılma oranını artırıcı özellik göstermiştir.

4.3.1.2. Kırılma kuvveti

Deneme desenine göre hazırlanan bisküvilerin ortalama kırılma kuvveti değeri 4901 F,g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına göre; bisküvilerde kırılma kuvveti değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve

ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca kırılma kuvveti değeri üzerinde *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9'da verilen Student's t-testi sonuçlarına göre bisküvilerin kırılma kuvveti değeri, formülasyonda artan lüpen kepeği oranı ile artmıştır. Lüpen kepeği ilavesiz bisküvinin kırılma kuvveti değeri 4246.83 F,g iken, bisküvi formülasyonuna %20 oranında lüpen kepeği ilave edildiğinde kırılma kuvveti değeri 5347.50 F,g olarak ölçülmüştür. %20 lüpen kepeği ilavesi bisküvi sertliğini lüpen kepeği katılmamış örneğe göre yaklaşık %26 oranında arttırmıştır. Lüpen kepeği ilavesi ile bisküvi kırılma kuvvetinde meydana gelen bu artış, bisküvileri daha sert ve daha dayanıklı hale getirmiş ancak diğer taraftan da ağız hissiyatı ve çiğneme özellikleri bakımından yüksek bisküvi sertliği olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Ajila ve ark. (2008) bisküvi formülasyonunda mango lifi kullanılması ile artan bisküvi sertliğinin, lif ilaveli bisküvi hamurlarının yüksek su içeriğinden kaynaklanmış olabileceğini rapor etmektedir.

Sudha ve ark. (2007b) buğday pirinç yulaf arpa kepeklerini %10-40 oranında bisküvi hamuruna ilave ederek bisküvi kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada kepek katılmayan şahit örneğe göre %20 oranında buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepekleri katılmış bisküvilerin sertliğinin sırasıyla %14.7, %31.6 %3.6 ve %28.7 oranlarında arttığını belirlemişlerdir. Kullanılan kepeğin çeşidine göre bisküvide meydana gelen sertlik artışı değişkenlik göstermektedir. Mevcut çalışmada da yüksek lüpen kepeği katılma oranında %26 oranında sertlik artışı belirlenmiştir.

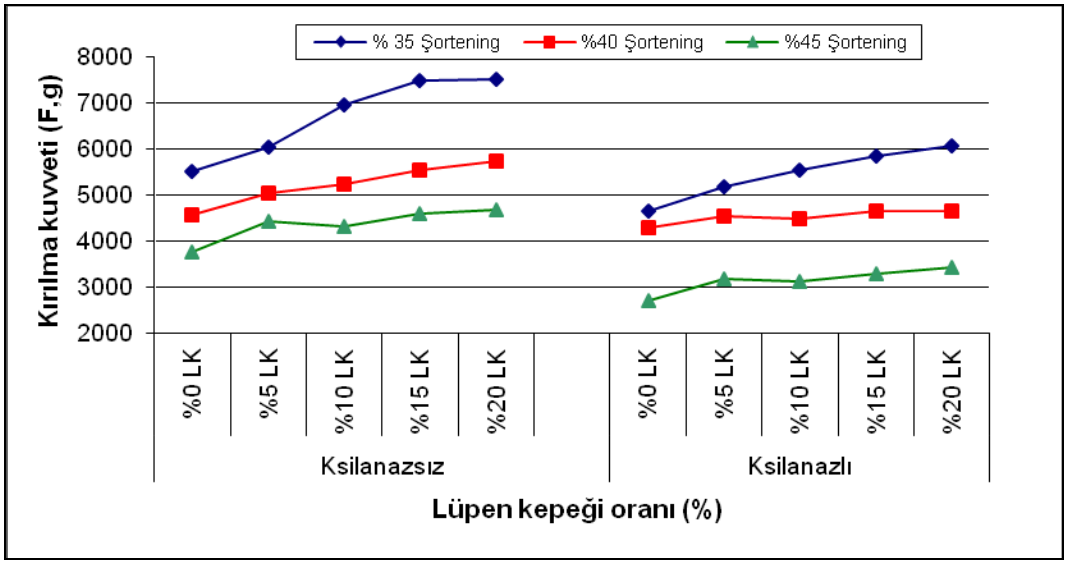
Student's t-testi sonuçlarına göre, bisküvilerin kırılma kuvveti değeri, formülasyonda artan şortening oranına bağlı olarak azalma göstermiştir. %35 oranında şortening ilave edilmiş bisküvi 6082.00 F,g ile en yüksek kırılma kuvveti değerini, %45 oranında şortening ilave edilmiş bisküvi 3748.30 F,g ile en düşük kırılma kuvveti değerini vermiştir (Çizelge 4.9). Literatürde şortening oranının artışına bağlı olarak bisküvilerde tekstürün yumuşadığı, sertliğin azaldığı, dolayısıyla kırılma kuvvetinin düştüğü pek çok araştırmada yer almaktadır (Maache-Rezzoug, 1998; Sudha ve ark., 2007a).

Örneklerin kırılma kuvveti değerleri bisküvi formülasyonunda ksilanaza yer verilmesiyle azalma göstermiştir. Ksilanaz ilave edilmemiş örneklerde 5428.73 g olan kırılma kuvveti değeri ksilanaz ilavesiyle 4373.4 0 g'a düşmüştür (Çizelge 4.9).

Uysal (2005) farklı diyet lif örneklerini bisküvilik una karıştırılarak ksilanaz enzimi katkılı ve katkısız olarak bisküvi üretiminde kullandığı çalışmasında, enzim katkısız bisküvi örneklerinde daha yüksek sertlik değeri tespit etmiş, ksilanaz enzimi katkısının sertlik değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Ayrıca ksilanaz ilavesinin bisküvinin çapını ve yayılmasını arttırması da sertliğin azalmasında etkili bir faktör olabilir.

Bisküvi örneklerinde kırılma kuvveti üzerine ($p<0.01$) etkili *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.2'de verilmiştir. Buna göre hem ksilanazlı hem de ksilanazsız örneklerde şortening oranının artması kırılma kuvveti değerini düşürmüş yani bisküvilerin sertliğini azaltmıştır. Bu şortening oranının artışına bağlı beklenen bir sonuçtur.

Grafik ksilanaz ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise ksilanazsız örneklerin bütün şortening oranlarında kırılma kuvveti değerleri ksilanazlılardan daha yüksek çıkmıştır. Burada ksilanaz ilavesinin bisküviyi yumuşatıcı, bisküvi sertliğini düşürücü, kırılma kuvvetini azaltıcı bir etkisi vardır. Özellikle kepek ilavesiyle tekstürün sertleştiği ve kırılma kuvvetinin çok arttığı düşünülecek olursa ksilanazın bisküviyi yumuşatıcı etkisinin teknolojik olarak çok olumlu bir sonuç gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.2. Bisküvi örneklerinde kırılma kuvveti üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

Ksilanazın bisküvi tekstürünü yumuşatıcı etkisi sayesinde, bisküvide şortening kullanım oranının azaltılması mümkün gözükmektedir. Nitekim Şekil 4.2. incelendiğinde ksilanaz ilavesiz %45 şortening içeren bisküvinin sertlik değerlerinin

ksilanaz kullanıldığı durumda %40 şortening içeren bisküvinin sertlik değerlerine eşdeğer olduğu görülmektedir. Hatta %35 şortening kullanılan bisküvilerde artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak ksilanazın bisküvi tekstürünü yumuşatıcı etkisi daha fazla olmuştur.

Ksilanazların arabinoksilanları parçalamasıyla hamurda serbest kalan su, hamurdaki farklı polimer bağlarıda etkilemektedir. Gluten ve arabinoksilanlar arasındaki kuvvetli kovalent bağlar, arabinoksilanların parçalanmasıyla belli bir zayıflama göstererek hamurun daha kolay işlenebilmesin sağlamaktadır (Güner ve Dağlıoğlu, 2008).

Düşük yağ ve yüksek lif içeriğine sahip bisküvi formülasyonlarında, daha fazla su ihtiyacı nedeniyle gluten gelişiminin artması sert yapıda hamur oluşturmaktadır. Hemiselülaz grubu enzimler bu tip hamurlarda su ihtiyacını azaltarak daha yumuşak ve daha kaliteli bisküvi üretimine katkı sağlamaktadır (Manley, 2000). Ayrıca, ekmek hamurunda kullanılan ksilanaz enziminin ekmek içi sertliğini de azalttığı Courtin ve ark. (2001) tarafından rapor edilmiştir.

4.3.1.3. Renk değerleri

Bisküvi örneklerinin yüzeylerinde ölçülen renk değerleri Çizelge 4.10'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de ve Student's t- testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

4.3.1.3.1. L* (parlaklık) değeri

Bisküvi örneklerinin, minimum ve maksimum L* değerleri sırasıyla 66.77 ve 76.02 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin L* değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. L* değeri üzerinde *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı", "lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* $p<0.01$ düzeyinde, *"şortening oranı x ksilanaz ilavesi" ve "lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonları ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12'de verilen Student's t-testi sonuçlarına göre, lüpen kepeği katılma oranındaki artış bisküvilerin L* değerini düşürmüştür. Lüpen kepeğinin buğday ununa göre daha koyu olan rengi (Çizelge 4.2) burada etkili olmuş ve yüksek oranlarda

kullanımı son ürünün rengini de koyulaştırmıştır. Literatürde lüpen kepeği ilavesinin unlu mamullerin rengini koyulaştırdığı, bu nedenle yüksek oranlarda kullanımının ürünün duyusal kalitesini bozduğu ve optimum %10-15 civarında ürün rengini çok fazla bozmadan kullanılabileceği yer almaktadır (Anonymous, 2009; Górecka ve ark., 2000; Kohajdová ve ark., 2011).

Çizelge 4.10. Bisküvi örneklerine ait renk değerleri[1]

LK[2] oranı (%)	Şortening oranı (%)	Ksilanaz ilavesi (%)	L*	a*	b*	SI	Hue
0	35	0	76.02±0.15	-0.24±0.06	25.40±0.07	25.40±0.07	-89.46±0.13
	35	0.5	73.50±0.12	0.65±0.07	26.82±0.10	26.83±0.10	88.61±0.15
	40	0	75.19±0.26	-0.07±0.04	26.30±0.12	26.30±0.12	-89.85±0.09
	40	0.5	73.00±0.21	0.81±0.08	27.22±0.10	27.23±0.10	88.30±0.18
	45	0	73.21±0.30	0.83±0.11	26.77±0.11	26.78±0.11	88.22±0.25
	45	0.5	71.24±0.18	1.62±0.07	27.70±0.99	27.75±0.99	86.65±0.03
5	35	0	74.99±0.16	0.90±0.07	24.80±0.13	24.82±0.13	87.92±0.15
	35	0.5	73.43±0.14	1.42±0.04	26.20±0.11	26.24±0.11	86.90±0.08
	40	0	74.51±0.19	0.96±0.04	25.50±0.13	25.52±0.13	87.84±0.08
	40	0.5	72.96±0.28	1.79±0.06	26.18±0.10	26.25±0.11	86.09±0.11
	45	0	72.41±0.16	2.15±0.06	26.13±0.08	26.22±0.09	85.30±0.11
	45	0.5	70.86±0.10	2.62±0.10	26.80±0.11	26.93±0.12	84.42±0.19
10	35	0	73.05±0.16	1.93±0.03	25.46±0.08	25.53±0.08	85.66±0.08
	35	0.5	71.83±0.17	2.41±0.06	26.80±0.11	26.91±0.11	84.86±0.10
	40	0	71.91±0.13	2.01±0.10	25.70±0.07	25.78±0.06	85.53±0.23
	40	0.5	71.17±0.14	2.53±0.03	26.78±0.10	26.90±0.09	84.60±0.08
	45	0	71.08±0.14	2.44±0.07	26.20±0.11	26.31±0.12	84.68±0.13
	45	0.5	69.38±0.14	3.10±0.06	27.48±0.08	27.65±0.07	83.56±0.14
15	35	0	70.80±0.24	2.87±0.07	26.58±0.09	26.73±0.10	83.84±0.13
	35	0.5	68.97±0.22	3.70±0.07	27.26±0.06	27.51±0.05	82.27±0.16
	40	0	69.87±0.14	3.03±0.07	26.83±0.05	27.00±0.06	83.56±0.14
	40	0.5	68.36±0.22	4.15±0.06	27.45±0.05	27.76±0.06	81.40±0.10
	45	0	69.41±0.14	3.48±0.04	27.11±0.11	27.34±0.10	82.69±0.12
	45	0.5	67.60±0.11	4.46±0.06	27.68±0.10	28.04±0.11	80.85±0.08
20	35	0	69.80±0.17	3.98±0.06	25.26±0.07	25.57±0.08	81.05±0.10
	35	0.5	68.12±0.10	4.61±0.01	26.18±0.09	26.58±0.08	80.01±0.06
	40	0	68.52±0.14	4.12±0.04	25.41±0.28	25.74±0.27	80.79±0.19
	40	0.5	67.31±0.11	4.66±0.07	26.05±0.14	26.47±0.12	79.86±0.20
	45	0	67.82±0.12	4.40±0.04	25.59±0.11	25.97±0.10	80.24±0.13
	45	0.5	66.77±0.30	5.11±0.06	26.41±0.09	26.90±0.10	79.05±0.08
Minimum-maksimum			66.77-76.02	-0.24-5.11	24.80-27.70	24.82-28.04	-89.85-88.6
Ortalama-standart sapma			71.10±2.56	2.55±1.50	26.40±0.78	26.57±0.13	72.51±0.13

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. [2] LK: Lüpen kepeği.

Çizelge 4.11. Bisküvi örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	L*		a*		b*		SI		Hue	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
LK[2] oranı (A)	4	290.39	2188.51**	114.13	7170.91**	14.55	80.65**	14.08	77.78**	29004.75	407412.00**
Şortening oranı (B)	2	43.97	662.71**	7.03	883.51**	5.17	57.32**	6.17	68.21**	3665.11	102963.20**
(AxB)	8	4.29	16.18**	1.03	32.37**	1.12	3.11*	1.06	2.92*	17026.68	119581.60**
Ksilanaz ilavesi (C)	1	38.72	1167.09**	7.85	1972.36**	13.05	289.36**	14.89	328.99**	7680.81	431550.80**
(AXC)	4	1.90	14.35**	0.40	25.06**	0.68	3.79*	0.50	2.75*	34263.86	481283.50**
(BXC)	2	0.26	3.95*	0.03	3.67*	0.38	4.21*	0.34	3.78*	4301.50	120841.00**
(AXBXC)	8	0.63	2.38*	0.13	4.00**	0.22	0.60 ns	0.23	0.63ns	17221.71	120951.50**

[1]* p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] Lüpen kepeği.

Çizelge 4.12. Bisküvi örneklerinin renk değerleri ortalamalarına ait Student's t-testi sonuçları[1]

Faktör	N	L*	a*	b*	SI	Hue
LK[2] oranı (%)						
0	12	73.69[a]	0.60[e]	26.70[b]	26.72[b]	28.75[e]
5	12	73.20[b]	1.64[d]	25.94[d]	25.99[e]	86.41[a]
10	12	71.40[c]	2.40[c]	26.40[c]	26.51[c]	84.86[b]
15	12	69.17[d]	3.62[b]	27.15[a]	27.40[a]	82.43[c]
20	12	68.06[e]	4.48[a]	25.82[d]	26.21[d]	80.17[d]
Şortening oranı (%)						
35	20	72.05[a]	2.22[c]	26.08[c]	26.21[c]	67.17[b]
40	20	71.28[b]	2.40[b]	26.34[b]	26.49[b]	66.81[c]
45	20	69.98[c]	3.02[a]	26.79[a]	26.99[a]	83.57[a]
Ksilanaz ilavesi (%)						
0	30	71.91[a]	2.19[b]	25.94[b]	26.07[b]	61.20[b]
0.5	30	70.30[b]	2.91[a]	26.87[a]	27.06[a]	83.83[a]

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] Lüpen kepeği.

Jeltema ve ark. (1983) diyet lif bileşenlerinin bisküvi kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, farklı hububat ve baklagil kepeklerini bisküvi hamuruna %20 oranında ilave etmişler ve bisküvi yüzey renginin kepek renginden etkilendiğini, tüm diyet liflerin kontrole göre L* değerinde azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Bisküvi formülasyonunda kullanılan şortening oranının artması bisküvi örneklerinin L* değerinin düşmesine neden olmuştur. %35 şortening kullanım oranında 72.05 olan L* değeri, %45 şortening kullanım oranında 69.98'e düşerek bisküvi yüzeyinde parlaklığın azalmasına ve yüzeyin koyulaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4.12).

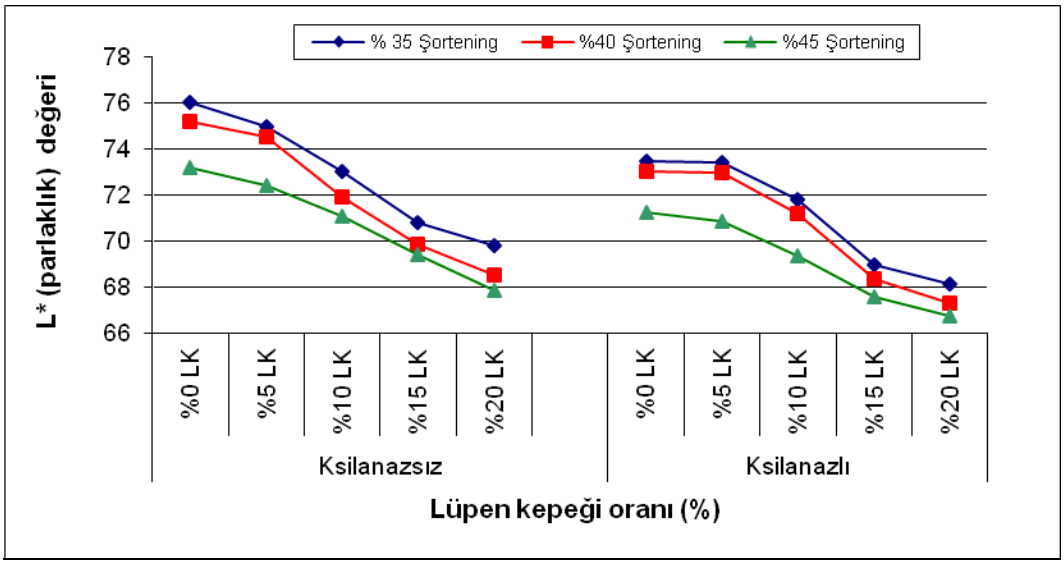
Student's t testi sonuçları ksilinaz enzimi kullanımı açısından incelendiğinde; bisküvi formülasyonunda kslilanaz enzimi kullanılması ile bisküvi yüzeyinde L* değerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Bisküvi örneklerinde L* değeri üzerine ($p<0.05$) etkili *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.3'de verilmiştir. Buna göre hem ksilanazlı hem de ksilanazsız örneklerde şortening oranının artması L* değerini düşürmüş yani bisküvilerin parlaklığını azaltmıştır.

Grafik ksilanaz ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise ksilanazsız örneklerin bütün şortening oranlarında L* değerleri ksilanazlılardan daha yüksek çıkmıştır. Burada ksilanaz ilavesinin bisküvi rengini koyulaştırıcı, bisküvi parlaklığını azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Bisküvilere artan oranlarda lüpen kepeği ilavesiyle L* değerlerinin

düştüğü görülmektedir. Bu durum lüpen kepeğinin koyu rengine bağlı beklenen bir sonuçtur (Çizelge 4.2).

DeFouw ve ark. (1982) %10, 20 ve 30 oranlarında kuru fasulye kabuğunun bisküvi kalitesine etkisini inceledikleri çalışmalarında artan kuru fasulye kabuğunun bisküvilerin L ve b değerlerini azalttığını a değerini ise önemli derecede etkilemediğini rapor etmişlerdir.



Şekil 4.3. Bisküvi örneklerinde L* değeri üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

4.3.1.3.2. a* (kırmızılık) değeri

Bisküvi örneklerine ait a* değerleri Çizelge 4.10'da verilmiş olup, örneklerin a* değeri -0.24 ile 5.11 arasında değişmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre a* değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.11). Ayrıca a* değeri üzerinde *"şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu $p<0.05$ düzeyinde, *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı", "lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* ve *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonları ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student's t-testi sonuçlarına göre bisküvi örneklerinin a* değeri, bisküvi formülasyonunda artan lüpen kepeği oranı ile yükselmiştir (Çizelge 4.12). Lüpen kepeği ilavesiz bisküvinin a* değeri 0.60 iken, %20 lüpen kepeği ilave edilerek üretilen

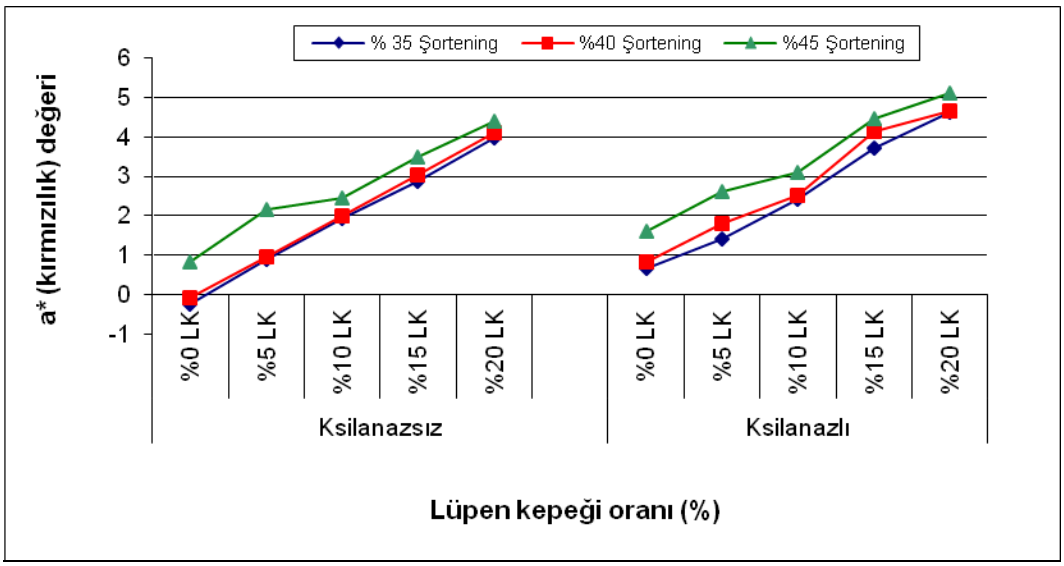
bisküvinin a* değeri 4.48 olarak ölçülmüştür. Lüpen kepeği katılma oranına bağlı oluşan bu artış, lüpen kepeğinin a* değerinin buğday ununun a* değerinden yüksek (Çizelge 4.2) olmasından kaynaklanmış olabilir.

Özkaya ve Demir (1999) unların bisküvilik özelliklerine farklı bitkisel liflerin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, bisküvilik una %0, 5, 10 ve 15 oranlarında buğday kepeği lifi ilave etmiş ve liflerin katıldıkları orana bağlı olarak bisküvilerin a* değerini yükselttiğini ($p<0.05$) bildirmişlerdir.

Bisküvilerde kullanılan şortening oranın artması, bisküvilerin a* değerinin de artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.12).

Bisküvi üretiminde ksilanaz kullanımı da a* değerini arttırmıştır (Çizelge 4.12). Ksilinaz kullanılmayan örneklerde 2.19 olarak ölçülen a* değeri, ksilinaz ilavesi ile 2.91'e yükselmiştir.

Bisküvi örneklerinde a* değeri üzerine ($p<0.01$) etkili *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre hem ksilanazlı hem de ksilanazsız örneklerde %45 şortening oranının kullanılması daha yüksek a* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Grafik ksilanaz ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise ksilanazlı örneklerin bütün şortening oranlarında a* değerleri ksilanazsız örneklerden biraz daha yüksek çıkmıştır. Burada ksilanaz ilavesinin bisküvilerin kırmızılık değerini arttırıcı etkisi görülmektedir. Benzer şekilde artan lüpen kepeği ilave oranlarında, tüm şortening seviyelerinde bisküvi örneklerinin a* değerlerinin de arttığı görülmektedir.



Şekil 4.4. Bisküvi örneklerinde a* değeri üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

4.3.1.3.3. b* (sarılık) değeri

Bisküvi örneklerinin b* değerlerinin 24.80 ile 27.70 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Renk değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, b* değeri üzerinde, lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca b* değeri üzerinde *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı", "lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* ve *"şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonları $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student's t-testi sonuçlarına göre, en yüksek b* değeri %15 lüpen kepeği katılma oranında, en düşük b* değeri ise %5 ve 20 lüpen kepeği katılma oranlarında belirlenmiştir.

Bisküvi formülasyonundaki şortening oranı artışı b* değerinin artmasına neden olmuştur. %35, 50 ve 45 şortening oranlarında sırasıyla 26.08, 26.34 ve 26.79 b* değerleri elde edilmiştir.

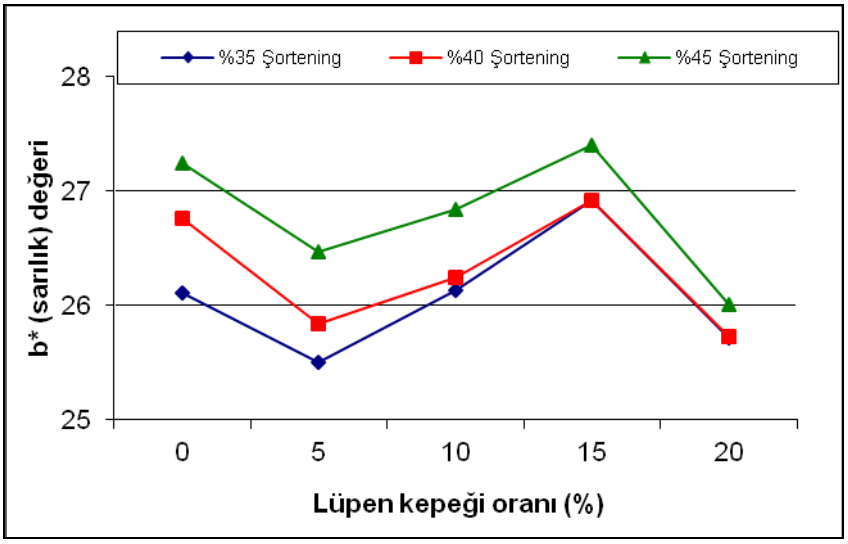
Bisküvi formülasyonunda ksilanaz kullanılması da bisküvi örneklerinin sarılık değerinin artmasına sebep olmuştur (Çizelge 4.12).

Bisküvi örneklerinde b* değeri üzerine etkili ($p<0.05$) "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı"* interaksiyonu Şekil 4.5.'de gösterilmiştir. Bütün lüpen kepeği katılma oranlarında en yüksek b* değerleri %45 şortening oranında belirlenirken, yine bütün lüpen kepeği katılma oranlarında en düşük b* değerleti %35 şortening oranında belirlenmiştir. %5 lüpen kepeği ilave oranı, bütün şortening ilave oranlarında b* değerini düşürürken, %5'ten sonra bir artış olmuş ancak bu artış %15 lüpen kepeği ilave oranından sonra tekrar yön değiştirmiştir.

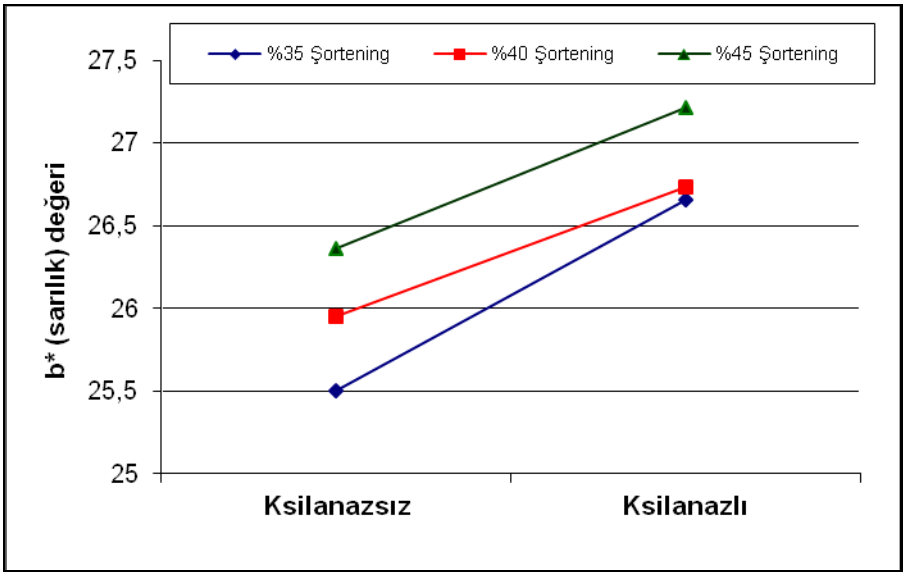
Bisküvilerde b* değeri üzerine etkili ($p<0.05$) "*şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.6.'da verilmiştir. Artan şortening oranı hem ksilanazsız örneklerde hem de ksilanazlı örneklerde b* değerini arttırmış, ancak %40 şortening oranında bu artış daha sınırlı kalmıştır. Bütün şortening oranlarında, ksilanaz kullanımı b* değerini artırıcı etki göstermiştir.

Bisküvi örneklerinde b* değeri üzerine etkili ($p<0.05$) "*lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.7.'de verilmiştir. %20 lüpen kepeği hem ksilanaz katkılı hem de ksilanaz katkısız bisküvi örneklerinde en düşük; %15 lüpen kepeği ise hem ksilanaz katkılı hem de ksilanaz katkısız bisküvi örneklerinde en yüksek

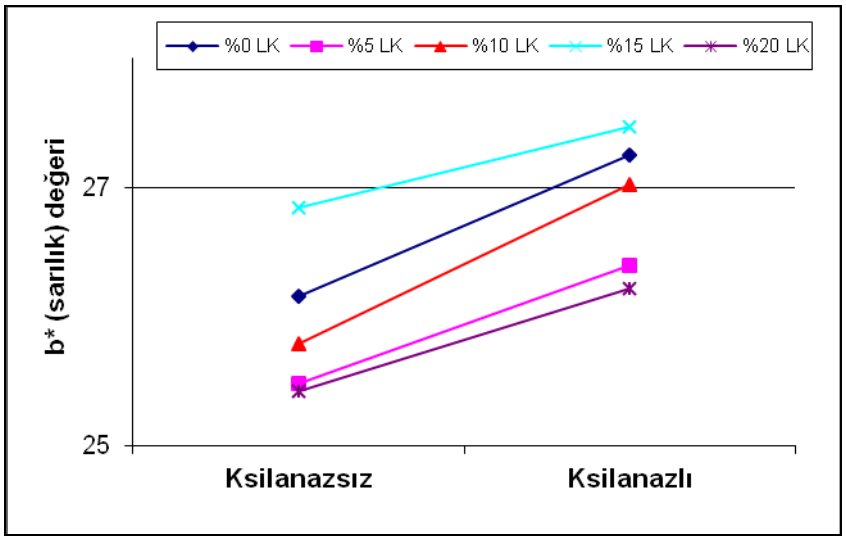
b* değerlerini vermiştir. Tüm lüpen kepeği katılma oranlarında ksilanaz kullanımı b* değerini artırıcı etki göstermiştir.



Şekil 4.5. Bisküvi örneklerinde b* değeri üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı* x şortening *oranı"* interaksiyonu



Şekil 4.6. Bisküvi örneklerinde b* değeri üzerine etkili "*şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu



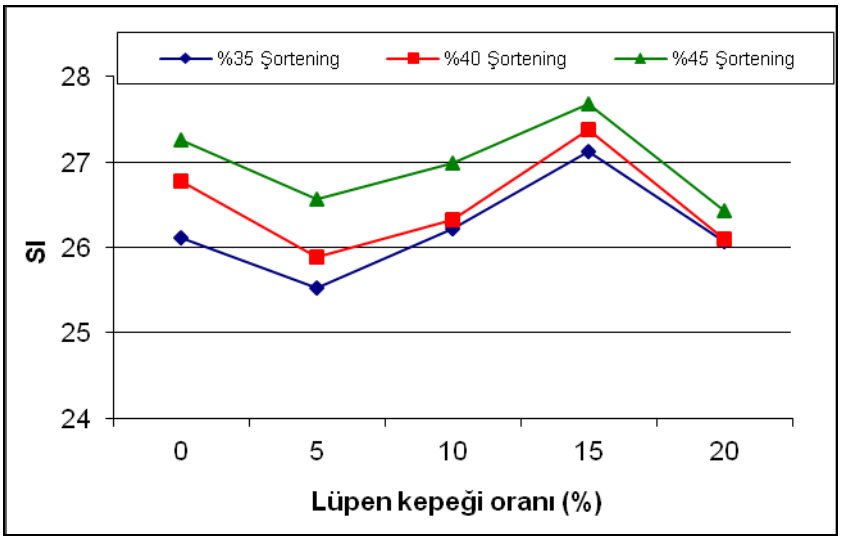
Şekil 4.7. Bisküvi örneklerinde b* değeri üzerine etkili *"lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

4.3.1.3.4. SI ve Hue değerleri

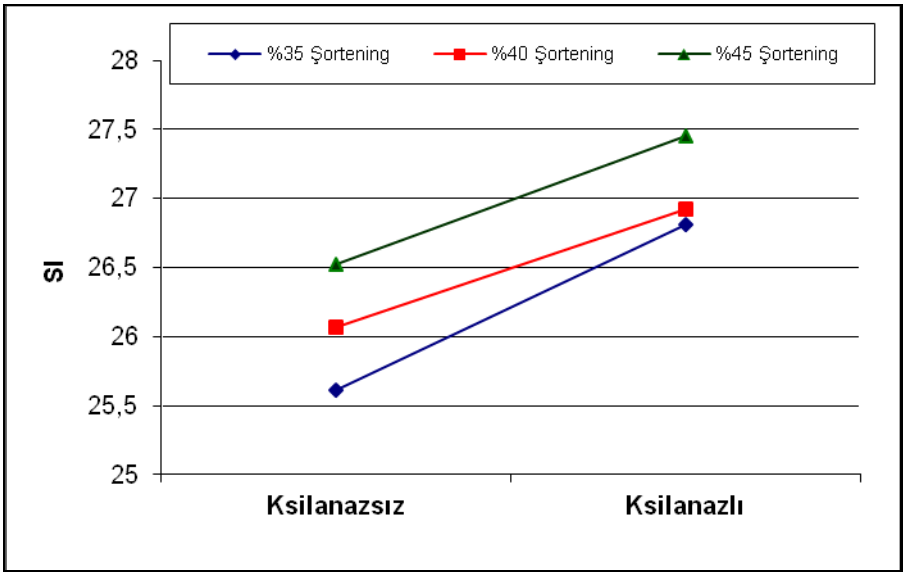
Bisküvilerin ortalama SI değeri 26.57±0.13, minimum ve maksimum değerleri ise sırasıyla, 24.82 ve 28.04 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre SI değeri üzerinde lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca SI değerleri üzerinde etkili *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı", "lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* ve *"şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonları $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Bisküvi formülasyonuda %15 lüpen kepeği kullanımı en yüksek SI değerini verirken, %5 lüpen kepeği kullanımı en düşük SI değerinin elde edilmesine neden olmuştur. Formülasyonda şortening oranın artmasına paralel olarak bisküvilerin SI değerleri de yükselmiştir. Ayrıca formülasyonda ksilanaz enzimine yer verilmesi de SI değerinin artmasına sebep olmuştur (Çizelge 4.12).

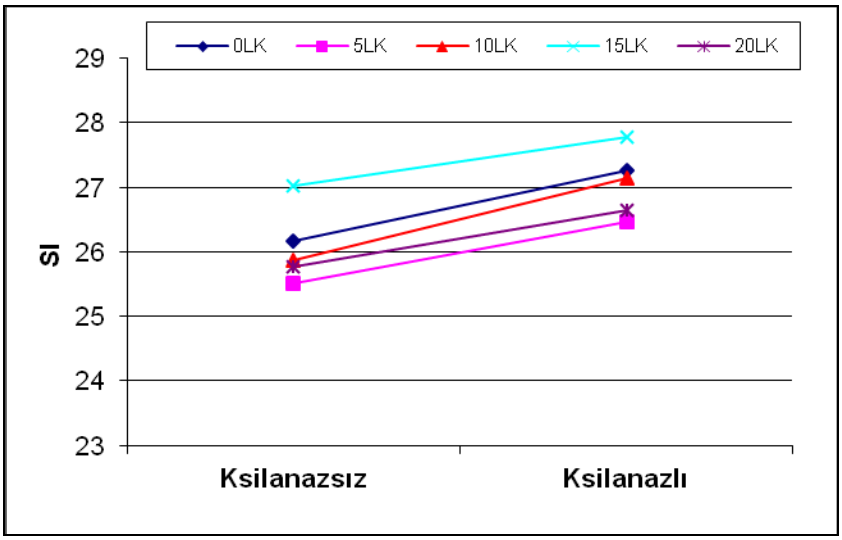
Bisküvi örneklerinde SI değeri üzerine etkili ($p<0.05$) *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı"* interaksiyonu Şekil 4.8.'de, *"şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu Şekil 4.9.'da *"lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu ise Şekil 4.10.'da verilmiştir. İnteraksiyonlarda belirlenen SI değerleri daha önce tartışılmış olan b* değerine ait interaksiyonlara paralel çıkmış ve burada tekrar tartışılmamıştır.



Şekil 4.8. Bisküvi örneklerinde SI üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı* x şortening *oranı"* interaksiyonu



Şekil 4.9. Bisküvi örneklerinde SI üzerine etkili "*şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu



Şekil 4.10. Bisküvi örneklerinde SI üzerine etkili *"lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonu (LK: Lüpen kepeği)

Bisküvilerin Hue değeri minimum -89.85, maksimum 88.61 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Hue değeri üzerinde ise lüpen kepeği oranı, şortening oranı ve ksilanaz ilavesi faktörleri ve *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı", "lüpen kepeği oranı x ksilanaz ilavesi", "şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* ayrıca *"lüpen kepeği oranı x şortening oranı x ksilanaz ilavesi"* interaksiyonları $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Ancak interaksiyonlar anlamlı bulunmadığı için şekiller üzerinde tartışılmamıştır.

Student's t-testi sonuçlarına göre örneklerin Hue değeri lüpen kepeği ilavesiz bisküvide 28.75 ile en düşük değeri verirken, lüpen kepeği kullanımı ile Hue değeri yükselmiş ve %20 lüpen kepeği ilavesinde 80.17 değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Sonuçlar şortening miktarı bakımından incelendiğinde, artan şortening oranı Hue değerini yükseltmiş en yüksek Hue değeri %45 şortening oranında belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Ksilanaz ilavesi ise örneklerin Hue değerini, ksilanaz ilavesiz örneklere göre önemli miktarda artırmıştır. Ksilanaz kullanılmayan örneklerde 61.20 olan Hue değeri, ksilanaz kullanılan örneklerde 83.83'e yükselmiştir (Çizelge 4.12).

Bilgiçli ve Levent (2012) buğday ununa lüpen unu ve lüpen kepeği unu ikame ederek ksilanaz enzimi ilaveli ve ilavesiz olarak hazırladıkları bisküvi çalışmalarında, yüksek seviyede lüpen unu oranında ksilanaz enzimi ilavesinin SI değerini arttırdığını, Hue değerinin ise L* değeri ile paralel sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

4.3.2. Kimyasal analizler

Bisküvi denemelerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'de, Student's t-testi sonuçları ise Çizelge 4.15'de özetlenmiştir.

4.3.2.1. Su

Bisküvilerin su içerikleri %4.16 ile 4.86 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Özkaya ve ark (1984) bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral içeriklerini incelediği çalışmada, bisküvilerin ortalama su miktarını %4.3 olarak belirlemişlerdir.

Örneklerin su miktarlarına ait varyans analizi sonuçlarına göre, lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri su miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Bisküvi örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]

LK[2] oranı (%)	Şortening oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein[3] (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)
0	35	4.86±0.06	1.56±0.08	5.86±0.07	15.35±0.31	0.8±0.14
	40	4.78±0.07	1.52±0.04	5.80±0.10	17.30±0.33	0.7±0.14
	45	4.76±0.06	1.48±0.04	5.73±0.07	19.23±0.22	0.7±0.28
5	35	4.78±0.04	1.65±0.03	5.80±0.10	15.50±0.22	2.7±0.28
	40	4.76±0.06	1.62±0.04	5.76±0.12	17.38±0.21	2.6±0.14
	45	4.70±0.11	1.59±0.05	5.70±0.10	19.34±0.40	2.8±0.14
10	35	4.70±0.07	1.74±0.05	5.75±0.06	15.78±0.32	4.3±0.28
	40	4.55±0.07	1.70±0.03	5.65±0.07	17.43±0.31	4.3±0.28
	45	4.50±0.11	1.65±0.06	5.55±0.10	19.41±0.26	4.2±0.14
15	35	4.62±0.17	1.78±0.04	5.65±0.08	15.91±0.21	5.9±0.14
	40	4.30±0.13	1.76±0.04	5.45±0.08	17.85±0.25	5.7±0.28
	45	4.25±0.07	1.75±0.06	5.35±0.06	19.50±0.23	5.6±0.14
20	35	4.51±0.16	1.86±0.06	5.48±0.08	15.95±0.38	7.6±0.14
	40	4.19±0.10	1.83±0.04	5.29±0.08	17.96±0.11	7.5±0.14
	45	4.16±0.17	1.80±0.04	5.26±0.04	19.58±0.41	7.3±0.28
Minimum-maksimum		4.16-4.86	1.48-1.86	5.26-5.86	15.35-19.58	0.7-7.6
Ortalama-standart sapma		4.56±0.24	1.69±0.12	5.61±0.20	17.56±1.59	4.18±2.42

[1] Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. [2] LK: Lüpen kepeği.
[3] N x 6.25 faktörü kullanılmıştır.

Çizelge 4.14. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Su		Kül		Protein		Yağ		Selüloz	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
LK[2] oranı (A)	4	1.18	26.37**	0.35	35.97**	0.87	30.36**	1.23	3.67*	163.75	870.15**
Şortening oranı (B)	2	0.28	12.37**	0.02	4.18*	0.18	12.89*	68.95	412.21**	0.10	1.11ns
(AxB)	8	0.10	1.13ns	0.00	0.10ns	0.03	0.58ns	0.18	0.27ns	0.15	0.40ns

[1] * p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] Lüpen kepeği.

Çizelge 4.15. Bisküvi örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerinin ortalamalarına ait Student's t-testi sonuçları [1]

Faktör	N	Su (%)	Kül (%)	Protein[2] (%)	Yağ (%)	Selüloz
LK[3] oranı (%)						
0	6	4.80[a]	1.52[e]	5.80[a]	17.29[c]	0.73[e]
5	6	4.75[a]	1.62[d]	5.75[ab]	17.41[bc]	2.70[d]
10	6	4.58[b]	1.69[c]	5.65[b]	17.54[abc]	4.27[c]
15	6	4.39[c]	1.76[b]	5.48[c]	17.75[ab]	5.73[b]
20	6	4.29[c]	1.83[a]	5.34[d]	17.83[a]	7.47[a]
Şortening oranı (%)						
35	10	4.70[a]	1.72[a]	5.71[a]	15.70[c]	4.26
40	10	4.52[b]	1.69[ab]	5.59[b]	17.58[b]	4.16
45	10	4.47[b]	1.65[b]	5.52[b]	19.41[a]	4.12

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] N x 6.25 faktörü kullanılmıştır. [3] LK: Lüpen kepeği.

Student's t-testi sonuçlarına göre %0, 5, 10, 15 ve 20 lüpen kepeği ilave oranlarında bisküvilerin ortalama su miktarları sırasıyla, %4.80, 4.75, 4.58, 4.39 ve 4.29 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15). %10 lüpen kepeği ilave oranından sonra bisküvilerin su miktarı, hiç lüpen kepeği katılmayan örneklere göre düşme eğilimi göstermiştir.

Uysal (2005) 4 farklı diyet lif örneğini faklı oranlarında bisküvilik una karıştırılarak yaptığı bisküvi çalışmasında, lif katkı oranıyla birlikte su miktarının da arttığını, en yüksek su miktarının %20 ve 30 katkı oranında elde edildiğini belirlemiştir.

Jeltema ve ark. (1983) faklı diyet lif bileşenlerinin bisküvi kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, buğday kepeği, yulaf kepeği, kurufasülye kepeği ve soya kepeğini bisküvi hamuruna %20 oranında ilave etmişler, kepek katılmamış kontrol bisküvi hamurunun daha az su kaldırmasından dolayı, tüm kepekli örneklerden daha düşük su miktarına sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Sonuçlar şortening oranı bakımında değerlendirildiğinde, %40 ve 45 şortening ilave edilmiş olan bisküvilerin su miktarı, %35 şortening ilave edilen bisküvilerden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.15). Düşük şortening kullanım oranında optimum hamur elde etmek için daha fazla suya ihtiyaç olması bisküvilerde pişme sonrasında kalan su miktarınıda arttırmıştır. Pareyt ve ark. (2009) bisküvi formülasyonunda kullanılan yağ oranındaki azalışın bisküvinin toplam nem oranını arttırdığını rapor etmişlerdir.

4.3.2.2. Kül

Bisküvi örneklerinin kül miktarı %1.48 ile 1.86 arasında değişmiş olup, ortalama %1.69±0.12 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonucuna göre kül miktarı üzerinde Lüpen kepeği oranı $p<0.01$ düzeyinde, şortening oranı faktörleri ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15'de verilen Student's t-testi sonuçlarına göre bisküvilerin kül miktarları formülasyonda artan lüpen kepeği oranı ile artmıştır. Lüpen kepeği ikamesiz bisküvinin kül miktarı %1.52 iken, bisküvi formülasyonuna %20 oranında lüpen kepeği ikame edildiğinde kül miktarı %1.83 olarak belirlenmiştir. %20 lüpen kepeği ilavesi bisküvi külünü lüpen kepeği katılmamış örneğe göre %20.39 oranında arttırmıştır. Çizelge 4.3 incelendiğinde lüpen kepeğinin kül miktarının (%2.53), buğday ununun kül miktarından (%0.66) yüksek olduğu görülmektedir. Lüpen kepeğinin yüksek kül içeriği son ürüne de yansımış, artan lüpen kepeği oranına bağlı olarak bisküvilerin kül miktarı da artış göstermiştir.

Tiwari ve ark. (2011) buğday ununa farklı oranlarda bezelye yan ürünlerini ilave ederek yaptıkları bisküvilerde kül miktarının, formülasyonda artan bezelye yan ürünleri unu oranı ile artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bisküvi formülasyonunda artan miktarlarda şortening oranı kullanımı bisküvilerin kül miktarını deskriptif olarak azaltmış, %35 şortening katılmış bisküvilerin kül içeriği %45 şortening katılmış bisküvilerin kül içeriğinden istatistiki olarak farklı ve yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15).

4.3.2.3. Protein

Bisküvi örneklerinin protein miktarları %5.26 ile 5.86 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Özkaya ve ark (1984) bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özelliklerini incelediği çalışmada, bisküvilerin ortalama protein miktarını %6.9 olarak belirlemişlerdir.

Varyans analizi sonucuna göre protein miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı $p<0.01$ düzeyinde, şortening oranı ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Bisküvi örneklerinin protein miktarı lüpen kepeği katılma oranı açısından incelendiğinde; lüpen kepeği katkısız örneklere göre %10 ve üzerinde lüpen kepeği

katılmış bisküvilerin protein miktarını düşük bulunmuş ve en düşük protein miktarı da %20 lüpen kepeği katılma oranında elde edilmiştir (Çizelge 4.15). Bu azalmanın nedeni lüpen kepeğinin protein miktarının (%6.03), buğday ununun protein miktarından (%8.75) düşük olmasına bağlanabilir (Çizelge 4.3).

Sonuçlar şortening miktarı bakımından incelendiğinde %40 ve 45 şortening ilave oranı, %35 şortening ilave oranına göre bisküvilerin protein miktarını düşürmüştür (Çizelge 4.15). Bu durum bisküvi formülasyonunda artan şortening miktarının diğer bisküvi bileşenlerinin oranını seyreltmesiyle açıklanabilir.

4.3.2.4. Yağ

Bisküvi örneklerinin ham yağ içerikleri %15.35 ile 19.58 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Özkaya ve ark. (1984) 30 farklı bisküvi örneğinin ortalama yağ miktarını %16.10 olarak tespit etmişlerdir. Örneklerin yağ miktarlarına ait varyans analizi sonuçlarına göre, yağ miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı $p<0.05$, şortening oranı faktörü ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Lüpen kepeği katılmamış örneklerle karşılaştırıldığında, bisküvi formülasyonunda %15 ve üzerinde lüpen kepeği kullanımı bisküvilerin yağ miktarını arttırmış ve en yüksek yağ miktarı %20 lüpen kepeği ilavesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.15). Lüpen kepeğinin buğday unundan daha yüksek yağ içeriğine sahip olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.3).

Bisküvi formülasyonunda kullanılan şortening oranı arttıkça örneklerin yağ miktarı da artarken, %35, 40 ve 45 şortening katılma oranlarında bisküvi örneklerinde elde edilen yağ miktarları %15.70, 17.58 ve 19.41 olarak belirlenmiştir. Bu durum artan şortening içeriğine bağlı beklenen bir sonuçtur.

4.3.2.5. Selüloz

Bisküvi örneklerinin selüloz içerikleri %0.7 ile 7.6 değerleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonucuna göre selüloz miktarı üzerinde lüpen kepeği katılma oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Student's t-testi sonuçlarına göre, formülasyona artan oranda ilave edilen lüpen kepeği bisküvilerin selüloz içeriğini istatistiki olarak arttırmıştır (Çizelge 4.15). Lüpen kepeği ilave edilmeyen bisküvide %0.73 olan selüloz miktarı, %20 lüpen kepeği

ilavesinde %7.47'ye ulaşmış ve yaklaşık 10.2 katlık bir artış gerçekleşmiştir. Bu sonuç, lüpen kepeğinin buğday unundan yaklaşık 90 kat daha fazla selüloz içeriğine sahip olması ile açıklanabilmektedir (Çizelge 4.3).

Leelavathi ve Haridas (1993) buğday ununa %30 oranında ham buğday kepeği ikame ederek yaptıkları bisküvi çalışmasında, lif ilaveli bisküvilerin diyet lif içeriğinin kontrol bisküviye göre yaklaşık 7 kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Formülasyona artan oranlarda ilave edilen şortening miktarı örneklerin selüloz içerikleri arasında istatistiki bir fark oluşturmamıştır (Çizelge 4.15).

4.3.2.6. Mineral madde

Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları Çizelge 4.16'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17'de ve Student's t-testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

4.3.2.6.1. Kalsiyum (Ca)

Ca'un vücuttaki en önemli görevi, kemik ve dişlerin gelişimini ve sağlığını korumaktır. İskelet dışında, Ca'un sinir iletimi, kas kontraksiyonu, kan pıhtılaşması ve membran geçirgenliği gibi hayati fonksiyonlar üzerinde de önemli görevi bulunmaktadır. Ayrıca Ca iyonları, vücut sinyallerinin hücreye aktarılmasında, iskelet kaslarının kasılması için gerekli sinir uyarılarının iletilmesinde, kalp kasının düzenli kasılmasında ve gevşemesinde görevlidir (Saldamlı, 1998).

Bisküvi örneklerinin Ca miktarı 18.30 mg/100g ile 80.40 mg/100g aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16). Çizelge 4.17'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, bisküvilerin Ca miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ayrıca Ca miktarı üzerine etkili ($p<0.01$) "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı"* interaksiyonu Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Bisküvi formülasyonunda lüpen kepeği kullanılması bisküvilerin Ca miktarını artırmıştır (Çizelge 4.18). Lüpen kepeği ilave edilmemiş bisküvide 21.33 mg/100g olan Ca miktarı, %20 lüpen kepeği ilavesinde 77.07 mg/100g'a yükselmiş ve yaklaşık 3.6 katlık bir artış gerçekleşmiştir. Lüpenin ve kepeğinin önemli bir Ca kaynağı olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuştur (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.18).

Sonuçlar şortening oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda artan şortening oranına bağlı olarak bisküvilerin Ca miktarlarında oransal bir azalmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.18).

Ca miktarı üzerine etkili "*şortening oranı x lüpen kepeği oranı"* interaksiyonu incelendiğinde, bisküvi formülasyonuna lüpen kepeği katılma oranı arttıkça Ca miktarının arttığı görülmektedir (Şekil 4.11). Tüm lüpen kepeği katılma oranlarında, şortening ilave oranının artması ise bisküvilerin Ca miktarında bir miktar azalışa sebep olmuştur.

Yetişkin bir erkek için RDA değeri (tavsiye edilen günlük alım miktarı) Ca için 800 mg'dır. Student's t testinden elde edilen ortalama mineral madde değerleri göz önünde bulundurulduğunda 100 gram (kuru madde üzerinden) lüpen kepeği ilavesiz ve %20 oranında lüpen kepeği ilaveli bisküviler tüketildiğinde sırasıyla günlük alınması gereken Ca miktarının, %2.7 si ve %9.63'ü karşılanmış olacaktır.

Çizelge 4.16. Bisküvi örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100 g)[1]

LK[2] oranı (%)	Şortening oranı (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
0	35	25.60±0.42	0.17±0.00	0.98±0.01	164.92±2.43	16.14±0.48	0.48±0.03	0.43±0.01
	40	20.10±0.57	0.17±0.01	0.95±0.00	160.22±2.66	14.55±0.55	0.41±0.01	0.40±0.00
	45	18.30±0.42	0.18±0.01	0.88±0.03	155.32±1.45	13.04±0.37	0.37±0.04	0.39±0.01
5	35	40.40±0.57	0.18±0.00	0.94±0.01	152.10±2.97	18.21±0.69	1.21±0.05	0.43±0.01
	40	34.80±0.71	0.19±0.01	0.89±0.04	143.50±1.98	15.55±0.49	1.09±0.08	0.40±0.01
	45	29.40±0.57	0.19±0.01	0.81±0.01	141.20±1.56	14.49±0.58	0.94±0.08	0.39±0.01
10	35	54.20±0.57	0.19±0.03	0.89±0.03	136.40±1.13	21.20±0.51	1.85±0.03	0.43±0.03
	40	46.70±0.71	0.20±0.03	0.84±0.03	130.40±1.70	18.70±0.54	1.66±0.01	0.41±0.00
	45	40.10±0.85	0.21±0.01	0.79±0.03	125.10±2.26	16.80±0.28	1.54±0.04	0.40±0.01
15	35	70.10±0.71	0.20±0.03	0.84±0.01	119.32±1.02	22.10±0.57	2.70±0.07	0.45±0.03
	40	66.30±0.57	0.22±0.01	0.82±0.01	116.30±1.27	21.41±0.69	2.54±0.07	0.41±0.01
	45	60.30±0.99	0.22±0.01	0.76±0.03	106.40±1.56	19.94±0.51	2.48±0.11	0.40±0.01
20	35	80.40±0.85	0.21±0.01	0.81±0.02	107.80±2.12	23.35±0.49	3.21±0.12	0.45±0.03
	40	77.80±0.99	0.22±0.03	0.79±0.03	105.10±1.13	22.90±0.28	3.12±0.11	0.42±0.01
	45	73.00±0.57	0.22±0.01	0.74±0.03	98.30±2.12	21.13±0.24	3.02±0.14	0.40±0.01
Minimum-maksimum		18.30-80.40	0.17-0.22	0.74-0.98	98.30-164.92	13.04-23.35	0.37-3.21	0.39-0.45
Ortalama-standart sapma		49.17±21.31	0.20±0.02	0.85±0.07	130.83±21.71	18.63±3.37	1.77±1.01	0.41±0.02

[1] Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.[2] LK: Lüpen kepeği.

Çizelge 4.17. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları[1]

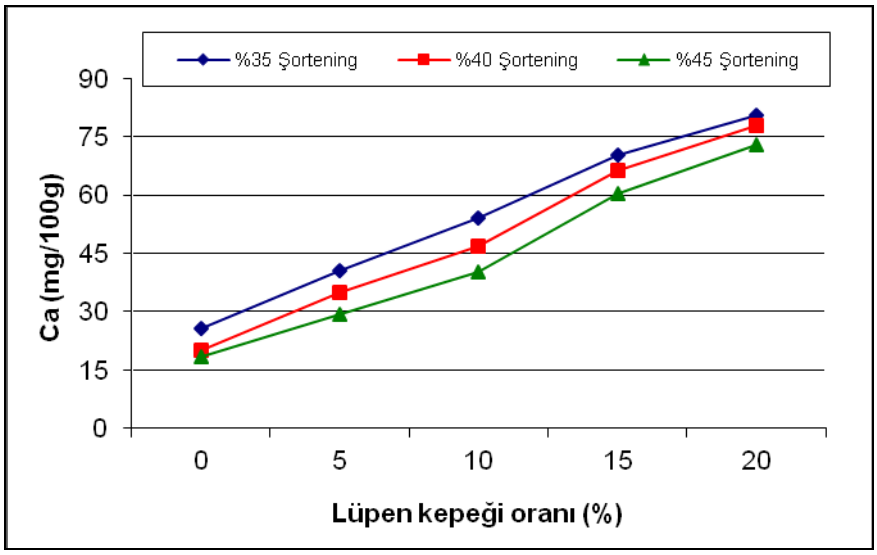
VK	SD	Ca		Cu		Fe		K		Mg		Mn		Zn	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
LK[2] Oranı (A)	4	12187.49	6365.33**	0.01	5.96**	0.09	37.86**	12572.47	859.48**	264.10	261.79**	28.55	1182.71**	0.00	1.18ns
Şortening oranı (B)	2	492.04	513.97**	0.00	1.56ns	0.05	39.77**	589.00	80.53**	48.69	96.53**	0.24	20.21**	0.01	15.95**
(AxB)	8	39.93	10.43**	0.00	0.11ns	0.00	0.48ns	41.51	1.42ns	5.49	2.72*	0.03	0.57ns	0.00	0.16ns

[1] * $p < 0.05$ düzeyinde önemli. ** $p < 0.01$ düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] LK: Lüpen kepeği.

Çizelge 4.18. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarlarının (mg/100g) ortalamalarına ait Student's t-testi sonuçları[1]

Faktör	N	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
LK[2] oranı (%)								
0	6	21.33^{e}	0.17^{c}	0.94^{a}	160.16^{a}	14.58^{e}	0.42^{e}	0.41
5	6	34.87^{d}	0.19^{bc}	0.88^{b}	145.60^{b}	16.08^{d}	1.08^{d}	0.41
10	6	47.00^{c}	0.20^{ab}	0.84^{c}	130.63^{c}	18.90^{c}	1.68^{c}	0.41
15	6	65.57^{b}	0.21^{a}	0.81^{d}	114.01^{d}	21.15^{b}	2.57^{b}	0.42
20	6	77.07^{a}	0.22^{a}	0.78^{d}	103.73^{e}	22.46^{a}	3.12^{a}	0.42
Şortening oranı (%)								
35	10	54.14^{a}	0.19	0.89^{a}	136.11^{a}	20.20^{a}	1.89^{a}	0.44^{a}
40	10	49.14^{b}	0.20	0.86^{b}	131.10^{b}	18.62^{b}	1.76^{b}	0.41^{b}
45	10	44.22^{c}	0.20	0.80^{c}	125.26^{c}	17.08^{c}	1.67^{c}	0.40^{b}

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] LK: Lüpen kepeği.



Şekil 4.11. Bisküvi örneklerinde Ca miktarı üzerine etkili "*şortening oranı x lüpen kepeği oranı*" interaksiyonu

4.3.2.6.2. Bakır (Cu)

Cu'ın fizyolojik işlevleri arasında iskelet mineralizasyonu, bağ doku sentezi, miyelin formülasyonu, antioksidan koruma, kardiak işlevinin korunması, kolesterol metabolizması ve bağışıklık fonksiyonu yer alır. Ayrıca hemoglobin oluşumunda, deri, saç ve gözlerin pigmentasyonunda da rol alır (Saldamlı, 1998).

Bisküvilerin Cu miktarı 0.17 mg/100g ile 0.22 mg/100g arasında değişmiş olup ortalama 0.20±0.02 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi

sonuçlarına göre örneklerin Cu miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

%0, 5, 10, 15 ve 20 lüpen kepeği ilave oranlarında, bisküvi örneklerinin Cu miktarı sırasıyla 0.17, 0.19, 0.20, 0.21 ve 0.22 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Bisküvi formülasyonuna %10 ve üzerinde lüpen kepeği katılması, bisküvilerin Cu miktarını arttırmış ve en yüksek Cu miktarı %15 ve 20 lüpen kepeği ilavesinde elde edilmiştir. Bisküvi formülasyonunda artan şortening oranı miktarı ise örneklerin Cu miktarını istastiki açıdan değiştirmemiştir (Çizelge 4.18).

4.3.2.6.3. Demir (Fe)

Fe, vücutta, başlıca oksijen ve karbondioksit taşınmasında görevlidir. Ayrıca bağışıklık sistemi ve bilişsel performans içinde gereklidir. Yetersizliğinde 'Fe yetersizliği anemisi' görülür. Bu durumda kansızlık, baş dönmesi, halsizlik, iştahsızlık, nefes darlığı, vücut ısısının korunmasında yetersizlik ve kavram bozukluklarına rastlanır (Saldamlı, 1998).

Bisküvi örneklerinin Fe miktarının 0.74 ile 0.98 mg/100g arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin Fe miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Lüpen kepeği ilavesi örneklerin Fe miktarını düşürmüş %15 ve %20 lüpen kepeği oranları istatistiki olarak farksız ve en düşük Fe miktarını vermiştir (Çizelge 4.18).

Formülasyona %35, 40 ve 45 oranlarında ilave edilen şortening ile bisküvi örneklerindeki Fe miktarı sırasıyla 0.89, 0.86 ve 0.80 mg/100g olarak belirlenmiş ve artan şortening oranı örneklerin Fe miktarlarının azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.18).

4.3.2.6.4. Potasyum (K)

K, su-elektrolit dengesi dolayısıyla hücre içi sıvısının devamlılığında, asit-baz dengesinde, çizgili-iskelet ve kalp kası aktivitesinde, karbonhidrat metabolizmasında, protein sentezinde görevlidir (Aksoy, 2000).

Bisküvilerin K miktarı 98.30 mg/100g ile 164.92 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin K miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Student's t-testi sonuçlarına göre bisküvi formülasyonuna lüpen kepeği ilavesi bisküvilerin K miktarının azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.18). Lüpen kepeğinin K miktarı (57.1 mg/100g), buğday ununun K miktarından (157.2 mg/100g) düşük olduğundan son üründe bu azalma gerçekleşmiş olabilir.

Sonuçlar şortening oranı bakımından değerlendirildiğinde; formülasyonunda %35 şortening kullanılan bisküvi örneklerinin K miktarı 136.11 mg/100g iken, %45 şortening kullanım oranında bu değerin 125.26 mg/100g'a gerileyerek oransal bir azalmanın gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 4.18).

4.3.2.6.5. Magnezyum (Mg)

Kemik ve dişlerin yapısında Ca ve P ile birlikte, ayrıca vücut sıvılarında bulunan Mg, osmatik basıncın, asit-baz dengesinin sağlanmasına yardımcı olur. Metabolizmada birçok enzimin çalışmasında, kan basıncının düzenlenmesinde etkilidir (Demirci, 2009).

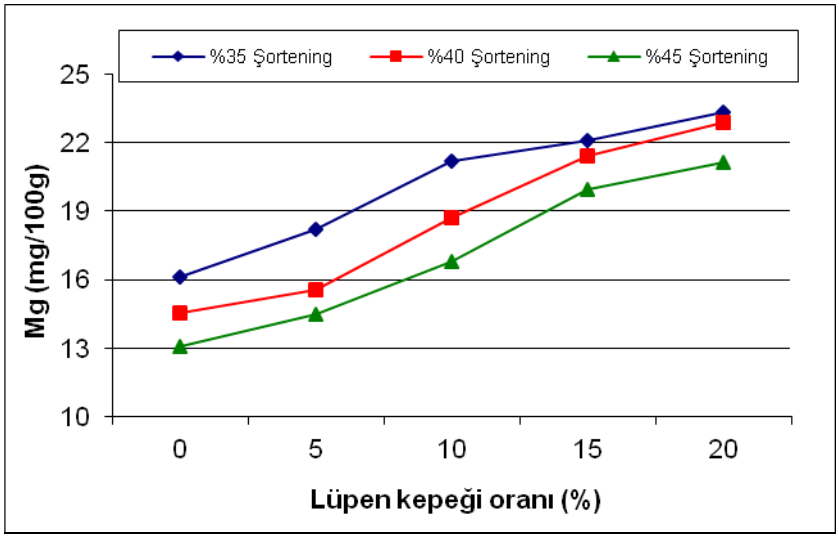
Bisküvi örneklerinin Mg miktarı 13.04 mg/100g ile 23.35 mg/100g arasında değişim göstermiş olup ortalama 18.63±3.37mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi sonuçlarına göre, Mg miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri $p<0.01$ düzeyinde, "*lüpen kepeği oranı x şortening oranı*" interaksiyonu ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Student's t-testi sonuçlarına göre, bisküvi formülasyonunda kullanılan lüpen kepeği miktarının artması ile bisküvilerin Mg miktarı artmıştır (Çizelge 4.18). %0, 5, 10, 15 ve 20 lüpen kepeği ilave oranlarında bisküvilerin Mg miktarı sırasıyla 14.58, 16.08, 18.90, 21.15 ve 22.46 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Bisküvilerin Mg miktarı artan şortening oranı ile oransal bir azalış göstermiştir (Çizelge 4.18). %35 şortening ilaveli bisküvinin Mg miktarı 20.20 mg/100g iken %45 şortening ilaveli bisküvinin Mg miktarı ise 17.08 mg/100g olarak bulunmuştur.

Bisküvi örneklerinde Mg miktarı üzerinde etkili ($p<0.05$) *"lüpen kepeği x şortening oranı"* interaksiyonu Şekil 4.12'de verilmiştir. Buna göre bisküvi formülasyonunda lüpen kepeği oranı arttıkça Mg miktarının da arttığı; artan şortening oranının ise Mg miktarını azalttığı görülmektedir. Lüpen kepeğinin buğday ununa

oranla daha yüksek Mg içeriğine sahip olmasından dolayı bu artış beklenen bir durumdur.



Şekil 4.12. Bisküvi örneklerinde Mg miktarı üzerine etkili "*lüpen kepeği oranı x* şortening *oranı"* interaksiyonu

4.3.2.6.6. Mangan (Mn)

Mn hücrede metal enzim kompleksi olarak birçok besin öğesi metabolizması reaksiyonlarını katalize eder. Protein metabolizmasında birçok aminoasidin birbirine dönüşümünü katalize eden enzimleri aktive eder. Glikoz oksidasyonunda birçok reaksiyona katılır. Serumdan yağ temizlemede görev alır (Aksoy, 2000).

Bisküvi örneklerinin Mn miktarı ortalama 1.77±1.01 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin Mn miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Bisküvi formülasyonunda %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında lüpen kepeği kullanılması ile bisküvi örneklerinde Mn miktarı sırasıyla 0.42, 1.08, 1.68, 2.57 ve 3.12 mg/100 g olarak bulunmuş ve artan lüpen kepeği oranı ile örneklerin Mn miktarı artış göstermiştir (Çizelge 4.18). Mn miktarındaki artış oldukça dikkat çekici olup, %20 lüpen kepeği ilavesindeki artış 7.2 kat olmuştur. Daha öncede belirtildiği gibi lüpen kepeği önemli bir Mn kaynağıdır. Bu durum lüpen yetiştirilen toprakların yüksek Mn içeriğine sahip olması yada lüpen bitkisinin bünyesine yüksek miktarda Mn alarak biriktirmesi şeklinde açıklanmaktadır (Yorgancılar ve ark., 2009)

Ca, K, Mg minerallerinde olduğu gibi, bisküvi formülasyonunda kullanılan şortening oranının artması, bisküvilerin Mn miktarında oransal bir düşüşe neden olmuştur (Çizelge 4.18).

4.2.2.5.7. Çinko (Zn)

Enzimlerin yapısında yer alan Zn, hücresel bağışıklığın oluşmasında etkilidir. Eksikliğinde büyümede gerilik, hastalıklara hassasiyet, yaraların geç iyileşmesi gibi problemler meydana gelmektedir (Elgün ve ark., 1994).

Bisküvilerin Zn miktarı 0.39 ile 0.45 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin Zn miktarı üzerinde lüpen kepeği oranı faktörü istatistiki olarak önemsiz bulunurken, şortening oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Student's t-testi sonuçlarına göre formülasyonda %40-45 oranlarında kullanılan şortening bisküvi örneklerinin Zn miktarlarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.18).

Sharma ve ark. (2011) buğday unundan yapılan fırın ürünleri ve ekstürüde ürünlere, mısır yan ürünleri ilavesinin etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında mısır kepeğini bisküviye ilave etmiş ve artan oranlarda mısır kepeği ilavesinin, bisküvinin Ca içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

McKenzie-Parnell ve Guthrie (1986) bazı tahılların, tahıl ürünlerinin, baklagillerin ve baklagil yan ürünlerinin fitat ve mineral (Ca, Zn, Fe, Cu ve Mn) içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, baklagil ürünleri içeren gıdaların, tahıllılardan 10 kat daha fazla Ca içerdiğini belirlemişlerdir.

Sharif ve Butt (2006) lif ve mineral içeriğince zenginleştirilmiş tava ekmeği yapımında yağı alınmış pirinç kepeğini %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday ununa ikame ederek kullanmış ve ekmeklerin kimyasal analizleri sonucunda mineral içeriklerinin arttığını, maksimum Ca ve Mg içeriğinin %20 pirinç kepeği ilavesinde, gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Faqir ve ark. (2006) buğday ununa ilave edilen soya kepeğininin unun mineral (Fe, Zn, Cu, Mn, Ca ve Mg) ve fitik asit içeriğini önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir.

4.3.3. Duyusal analizler

Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20'de ve Student's t-testi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Teknolojik açıdan üstün görülen ksilanaz ilaveli bisküviler duyusal değerlendirmede kullanılmıştır.

4.3.3.1. Renk

Farklı lüpen kepeği ve şortening ilave oranlarında elde edilen bisküvi örneklerinin duyusal renk değerleri 3.25 ile 5.00 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre, örneklerin renk değeri üzerinde lüpen kepeği oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Student's t-testi sonuçlarına göre, bisküvi formülasyonunda %5 lüpen kepeği kullanılması ile en beğenilen bisküvi rengi elde edilirken %20 lüpen kepeği kullanımı en düşük ancak lüpen kepeği kullanılmayan şahit bisküvi örneğine eşdeğer renk beğenisi sergilemiştir (Çizelge 4.21).

Jeltema ve ark. (1983) farklı tahıl ve baklagil kepeklerinin bisküvi kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, açık renk bisküvilerin, koyu renkli olanlara göre daha çok beğenildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da lüpen kepeğinin bisküvi formülasyonunda yüksek oranda kullanılması, rengi koyulaştırmış, aletsel olarak ölçülen L* değerini düşürerek a* değerinin de yükselmesine neden olmuştur (Çizelge 4.12). Bu nedenle koyulaşan bisküviler duyusal renk değerlendirmesinde de daha düşük puanların elde edilmesine neden olmuştur. Benzer şekilde Vratanina ve Zabik (1978) %10, 20 ve 30 oranlarında kırmızı ve beyaz buğday kepeğini yüksek lifli bisküvi üretiminde kullandığı çalışmalarında, buğday unu yerine kepek kullanılmasının rengi koyulaştırdığını bildirmişlerdir.

Bisküviler %35, 40, 45 şortening katılma oranlarına göre sırasıyla 3.79, 4.02 ve 4.20 renk beğeni değerleri toplamıştır. Bisküvi örneklerinde artan oranlarda şortening kullanımı, örneklerin renk beğeni puanlarını deskriptif olarak arttırmıştır. Şortening oranı bisküvilerin rengi üzerinde olumlu etki göstermiş ancak istatistiki olarak birbirinden farksız değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.19. Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçları[1]

LK[2] oranı (%)	Şortening oranı (%)	Renk	Görünüş	Tekstür	Tat	Koku	Genel beğeni
0	35	3.70±0.28	4.00±0.18	4.13±0.18	4.13±0.18	4.25±0.35	4.30±0.28
	40	3.80±0.42	4.00±0.00	5.00±0.71	4.30±0.28	4.25±0.17	4.50±0.35
	45	4.00±0.35	4.50±0.35	5.00±0.35	4.50±0.00	4.40±0.14	4.80±0.28
5	35	4.20±0.28	4.00±0.18	4.25±0.35	3.75±0.54	4.38±0.53	4.13±0.53
	40	4.50±0.35	4.25±0.35	4.38±0.53	4.50±0.52	4.25±0.35	4.50±0.00
	45	5.00±0.42	4.40±0.14	5.00±0.71	5.00±0.00	4.50±0.35	4.90±0.14
10	35	4.00±0.35	4.13±0.18	4.00±0.71	3.75±0.35	3.75±0.35	4.00±0.71
	40	4.30±0.42	4.25±0.00	3.88±0.18	3.75±0.54	4.13±0.18	4.00±0.71
	45	4.50±0.42	4.38±0.18	3.88±0.18	4.00±0.35	4.25±0.17	4.25±0.35
15	35	3.80±0.64	4.13±0.18	3.50±0.35	3.50±0.35	3.75±0.35	3.50±0.35
	40	4.00±0.35	4.13±0.18	4.13±0.18	3.50±0.00	3.75±0.35	3.70±0.61
	45	4.00±0.28	4.20±0.42	3.88±0.18	4.00±0.18	4.13±0.18	4.00±0.35
20	35	3.25±0.35	3.25±0.00	3.25±0.35	3.00±0.35	3.25±0.35	3.25±0.35
	40	3.50±0.71	3.50±0.35	3.88±0.18	3.50±0.49	3.38±0.17	3.50±0.35
	45	3.50±0.35	3.38±0.18	3.88±0.18	3.50±0.35	3.50±0.35	3.50±0.00
Minimum-maksimum		3.25-5.00	3.25-4.50	3.25-5.00	3.00-5.00	3.25-4.50	3.25-4.90
Ortalama-standart sapma		4.00±0.45	4.03±0.37	4.13±0.52	3.91±0.51	3.99±0.40	4.06±0.50

[1] Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. [2] LK: Lüpen kepeği.

Çizelge 4.20. Bisküvi örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları[1]

VK	SD	Renk		Görünüş		Tekstür		Tat		Koku		Genel beğeni	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
LK[2] oranı (A)	4	4.59	6.58**	3.26	15.25**	5.11	7.67**	4.88	9.80**	3.82	9.85**	5.68	8.25**
Şortening oranı (B)	2	0.84	2.42 ns	0.37	3.44ns	1.45	4.36*	1.65	6.64**	0.42	2.18ns	1.04	3.02ns
(AxB)	8	0.29	0.21 ns	0.26	0.61ns	1.15	0.86ns	0.82	0.82ns	3.82	9.85ns	0.24	0.17ns

[1] * p< 0.05 düzeyinde önemli. ** p< 0.01 düzeyinde önemli. ns: önemsiz. [2] LK: Lüpen kepeği.

Çizelge 4.21. Bisküvi örneklerinin duyusal analiz değerleri ortalamalarına ait Student's t-testi sonuçları[1]

Faktör	N	Renk	Görünüş	Tekstür	Tat	Koku	Genel beğeni
LK[2] oranı (%)							
0	6	3.83^{bc}	4.17^{a}	4.71^{a}	4.31^{a}	4.30^{a}	4.53^{a}
5	6	4.57^{a}	4.22^{a}	4.54^{a}	4.42^{a}	4.38^{a}	4.51^{a}
10	6	4.27^{ab}	4.25^{a}	3.92^{b}	3.83^{b}	4.04^{ab}	4.08^{ab}
15	6	3.93^{b}	4.15^{a}	3.83^{b}	3.67^{bc}	3.88^{b}	3.73^{bc}
20	6	3.42^{c}	3.38^{b}	3.67^{b}	3.33^{c}	3.38^{c}	3.42^{c}
Şortening oranı (%)							
35	10	3.79	3.90	3.83^{b}	3.63	3.88^{c}	3.84
40	10	4.02	4.03	4.25^{a}	3.91	3.95^{b}	4.04
45	10	4.20	4.17	4.33^{a}	4.20	4.16^{a}	4.29

[1] Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). [2] LK: Lüpen kepeği.

4.3.3.2. Görünüş

Bisküvilerin görünüş puanları 3.25 ile 4.50 arasında değişim göstermiş, ortalama olarak 4.03 puanı elde edilmiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre görünüş puanı üzerinde lüpen kepeği oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

En yüksek lüpen kepeği katılma oranında (%20) bisküvilerin görünüş puanlarının, diğer lüpen kepeği katılma oranlarına göre düştüğü belirlenmiştir. Muhtemelen yüksek lüpen kepeği katılma oranında renkte meydana gelen koyulaşma görünüş puanının düşmesinde etkili olmuş olabilir.

Sonuçlar şortening ilave oranı açısından değerlendirildiğinde, renk değerlerinde olduğu gibi görünüş değerlerinde de şortening ilave oranı bisküvi örneklerinin görünüş puanlarını deskriptif olarak arttırmıştır (Çizelge 4.21).

Maache-Rezzoug ve ark. (1998), bisküvi bileşenlerinin bisküvi kalitesine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada yağın bisküviye hacim vererek, genel görünüşün güzelleşmesini sağladığını rapor etmişlerdir.

4.3.3.3. Tekstür

Bisküvilerin tekstür puanları 3.25 ile 5.00 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre tekstür puanı üzerinde lüpen kepeği oranı $p<0.01$ düzeyinde, şortening oranı ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Student's t-testi sonuçlarına göre, %5 oranında lüpen kepeği ilavesinin bisküvi tekstürü açısından lüpen kepeği ilavesiz örnekle istatistiki olarak bir fark oluşturmadığı ve en çok tercih edilen bisküviler olduğu, bu oranın arttırılmasının ise tekstür beğenisini olumsuz etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Daha önce verilen kırılma kuvveti değerleri incelendiğinde bisküvi formülasyonunda artan lüpen kepeği oranının bisküvilerin sertliğini arttırarak tekstürü olumsuz etkilediği görülmektedir (Çizelge 4.9). Duyusal değerlendirmede ise %5 lüpen kepeği katılma oranı panelistler tarafından kontrol bisküvi örneğine (%0 lüpen kepeği) eşdeğer tekstür beğenisi toplamıştır. %5'in üzerindeki lüpen kepeği oranları hem kırılma testinde hemde duyusal analiz değerlendirme sonucunda sertlik ve tekstürel özellik açısından hissedildiği anlaşılmaktadır.

Bisküvi formülasyonuna %40 ve 45 oranında şortening ilavesinin %35 şortening ilavesine göre panelistlerden daha yüksek puan aldığı Çizelge 4.21'de görülmektedir. Bu durum formülasyonda artan şortening oranına bağlı olarak beklenen bir sonuçtur.

Sudha ve ark. (2007a) yumuşak bisküvi hamurlarında yağ ikamelerinin hamur reolojik özelliklerine ve bisküvi kalitesine ektilerini incelediği çalışmalarında, bisküvi formülasyonunda kullanılan yağın azaltılmasının bisküvi tekstürüne olumsuz etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Zoulias ve ark. (2000) bisküvi üretiminde yağ oranı azaltılmasının ya da yağ ikamesi kullanımının son ürününde tekstürü etkilediğini bildirmişlerdir.

4.3.3.4. Tat

Bisküvi örneklerinin tat puanları 3.00 ile 5.00 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre bisküvilerin tat puanı üzerinde lüpen kepeği oranı ve şortening oranı faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Bisküvi formülasyonunda %5 oranında kullanılan lüpen kepeği kontrol örneğe (%0 lüpen kepeği) eşdeğer tat puanı vermiştir. Lüpen kepeğinin %5'in üzerinde kullanılması, bisküvilerin tat değerini düşürmüş ve en düşük değer, %20 lüpen kepeği ilavesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Górecka ve ark. (2000) kek, pankek ve köfteye %0, 5, 10 ve 15 oranlarında lüpen kepeği ilave ettikleri çalışmalarında, %10 seviyesinin üzerinde lüpen kepeği ilavesinin, ürünlerin tatlarında istenmeyen değişikliklere yol açtığını bildirmişlerdir.

Bisküvi örneklerinde artan oranlarda şortening kullanımı, örneklerin tat puanlarını arttırmıştır (Çizelge 4.21).

4.3.3.5. Koku

Bisküvilerin ortalama koku puanları 3.99 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin koku puanı üzerinde lüpen kepeği oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Student's t-testi sonuçlarına göre koku puanları değerlendirildiğinde, %10 lüpen kepeği kullanım oranına kadar bisküvilerin koku değerleri kontrol bisküvi örneğine eşdeğer bulunmuş ancak bu oranın üzerinde koku puanları düşmüş ve en düşük değer %20 lüpen kepeği ilavesinde elde edilmiştir. Lüpen kepeğinin yüksek selüloz içeriğinden dolayı sahip olduğu kendine has ham kokusu %15 ve üzerindeki kullanım oranlarında panalistler tarafından hissedilerek daha düşük puanlar ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.21).

Vratanina ve Zabik (1978) bisküvi üretiminde faklı oranlarda buğday kepeğini, buğday unu ile yer değiştirerek kullandığı çalışmasında, %30 seviyesinde kepek ilavesinin örneklerin koku değerlerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir.

Şortening oranındaki artış, bisküvilerin koku puanları üzerinde istatistiki olarak farklılık yaratmamıştır (Çizelge 4.21).

4.3.3.6. Genel beğeni

Bisküvi örneklerinin genel beğeni puanları 3.25 ile 4.90 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Varyans analizi sonuçlarına göre genel beğeni puanı üzerinde lüpen kepeği oranı faktörü $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Student's t-testi sonuçları genel beğeni yönünden incelendiğinde, %5-10 lüpen kepeği kullanım oranları bisküvilerin genel beğeni değerini değiştirmezken, %15 ve üzerinde lüpen kepeği kullanımı bisküvinin genel beğeni değerinin düşmesine neden olmuştur. %20 seviyesinde lüpen kepeği kullanımı bütün duyusal puanların en düşük seviyede elde edilmesine neden olmuştur (Çizelge 4.21).

Wittig de Penna ve ark. (2002) yaşlıların diyet lif alımını arttırmak için, mikrobesinler ve diyet lifle zenginleştirilen spagetti optimizasyonu çalışmalarında, diyet lif olarak lüpen kepeği kullanmış ve yapılan duyusal değerlendirme sonucunda en iyi oranın %7.14 lüpen kepeği ilavesi olduğunu bildirmişlerdir.

Sultan (2011) bisküvi üretiminde lif içeriği yüksek olan üzüm posasının kullanılabilir üst sınırını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında, posayı % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave etmiş ve üretilen bisküvilere uygulanan duyusal analiz sonucunda, %10 posa katkılı bisküvilerin diğer oranlara göre daha fazla tercih edildiğini bildirmiştir.

Türksoy (2011) elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı gibi meyve ve sebzelerden elde edilen lif konsantrelerini, iki farklı buğday çeşidinden elde edilen unlara değişik oranlarda (%0, 10, 15, 20 ve 25) ikame ederek hazırladığı bisküvilerde, özellikle elma ve kayısı lif konsantresi dışındaki liflerin, ancak düşük oranlarda katıldıkları takdirde (en fazla %15) kabul edilebilir nitelikte bisküvilerin elde edilebileceğini bildirmiştir.

Student's t-testi sonuçlarına göre, artan şortening oranları genel beğeniyi deskriptif olarak arttırmıştır, %45 oranında şortening ilavesi ile bisküvilerin genel beğeni açısından en yüksek puanı aldığı ancak istatistiki bir farkın oluşmadığı görülmektedir (Çizelge 4.21). Fırıncılık ürünleri alanında yapılan çalışmalar özellikle bisküvi gibi kompleks gıda sistemlerinde şortening ve şekerin kolaylıkla ikame edilemeyeceğini göstermektedir (Zoulias ve ark., 2000).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada lüpen kepeğinin, lif kaynağı olarak bisküvi üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Lüpen kepeğinin oluşturduğu kalite kayıplarını engellemek için bisküvi formülasyonuna farklı oranlarda şortening ilave edilmiş ve teknolojik özellikleri geliştirmek için ise ksilanaz enzimi kullanılmıştır. "Lüpen kepeğinin" hamur reolojik özelliklerine etkisi ile "lüpen kepeği, şortening ve ksilinazın" bazı bisküvi özellikleri üzerine etkileri aşağıda özetlenmiştir.

Lüpen kepeğinin buğday unu ile karşılaştırıldığında yüksek kül, selüloz, yağ, Ca, Mg ve Mn içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Lüpen kepeği, gıda maddelerinin özellikle diyet lifi, Ca, Mg ve Mn açısından zenginleştirilmesinde önemli bir kaynak olarak dikkat çekici bulunmuştur.

Yüksek lifli bisküvi üretiminde, formülasyona artan oranlarda ilave edilen lüpen kepeği farinografta hamurun su absorbsiyonunu ve stabilite değerini arttırmış, yumuşama derecesi değerini azaltmıştır. Ekstensograf sonuçlarına göre yüksek oranlarda lüpen kepeği kullanımı, enerji, uzamaya direnç ve maksimum direnç değerlerini arttırırken, uzayabilirlik değerini düşürmüştür. Farinograf ve ekstensografta elde edilen sonuçlar, öngörülenden farklı bulunmuştur. Ancak literatürde değişik kaynaklardan elde edilen liflerin hamur reolojisi üzerinde farklı etkilerinin olabileceği yer bulmaktadır. Nitekim bu çalışmada da lüpen kepeği pek çok diyet lif kaynağının aksine hamur reolojisi üzerinde olumsuz etkiye sahip bulunmamıştır.

Bisküvi formülasyonunda artan lüpen kepeği oranı bisküvilerin çap değerini düşürücü, kırılma kuvveti değerini ise arttırıcı etki göstermiştir. Artan oranlarda şortening kullanımı ise yayılma oranını arttırıp, kırılma kuvveti değerini düşürmüştür. Benzer şekilde bisküvi hamuruna ksilanaz enzimi ilavesi de bisküvi yayılma oranını arttırıp, kırılma kuvveti değerini düşürmüştür.

Lüpen kepeği artış oranı ile bisküvi renk değerlerinden L* değeri azalırken, a* değeri artış göstermiş, şortening oranı artışı ise L* değerini düşürürken; a*, b*, SI ve Hue değerini arttırmıştır. Benzer şekilde ksilanaz ilavesi de L* değerini düşürürken a*, b*, SI ve Hue değerlerini yükseltmiştir. Genel olarak yüksek lüpen kepeği ve şortening oranları bisküvi yüzeyinin koyulaşmasına neden olmuş ve bu durum duyusal analizde de hissedilerek örneklerin düşük renk puanları ile değerlendirilmelerine neden olmuştur.

Lüpen kepeği buğday ununa göre yüksek kül miktarına sahip olduğundan formülasyona artan miktarlarda lüpen kepeği ilavesi, bisküvilerin kül miktarını arttırmıştır. Yüksek selüloz içerikli lüpen kepeğinin formülasyonda oransal artışı ise bisküvilerin selüloz miktarını arttırırken, protein miktarını düşürmüştür. %20 lüpen kepeği ilavesi ile bisküvilerin selüloz miktarında, lüpen kepeği ilave edilmeyen bisküviye göre 10.2 katlık bir artış meydana gelmiştir. Ürünün lif içeriğinin artırılması açısından bu değer oldukça önemli bulunmuştur. Yüksek oranda şortening (%45) kullanımı kül ve protein miktarlarında oransal bir azalmaya neden olmuştur.

Lüpen kepeğinin yüksek Ca, Mg ve Mn içeriği, bisküvilerin Ca, Mg ve Mn oranını arttırırken; K miktarını düşürücü etki göstermiştir. Şortening oranı artışı ise bisküvilerin Ca, K, Mg, Mn ve Fe miktarında oransal bir düşüşe neden olmuştur. Lüpen kepeğinin bisküvilerin Ca, Mg ve Mn miktarında meydana getirdiği artış oldukça dikkat çekici bulunmuştur.

Lüpen kepeği %10 seviyesinin üzerine çıktığında duyusal analiz puanlarının tümünü düşürmüştür. Yüksek şortening kullanım oranları tekstür ve tadı geliştirici etki göstermesine rağmen genel beğeni açısından farklı şortening oranı kullanılarak hazırlanan bisküvilerin puanları arasında istatistiki bir fark belirlenememiştir. Ancak deskriptif değerlendirme sonucunda artan oranlarda şortening kullanımının genel beğeniyi artırdığı görülmüştür.

Sonuç olarak, lüpen kepeğinin ksilinaz enzimi ve %40 şortening ilavesi ile birlikte %10 oranına kadar bisküvi üretiminde başarı ile kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

5.2 Öneriler

Bisküvi çalışmasında, örneklerin diyet lif içeriğini arttırmak amacıyla lüpen kepeği kullanımı, teknolojik özellikleri geliştirmek amacıyla ise ksilanaz enzimi kullanımı olumlu sonuç vermiştir. Özellikle bisküvi sertliği ölçüm sonuçlarından elde edilen değerlerden ksilinaz enzimi kullanımı ile bisküvide kullanılan yağ oranının %5 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir.

Lüpen kepeği diyet lif özelliklerinin yanı sıra yüksek Ca, Mg ve Mn içeriği ile mineral zenginleştirme açısından da önemli bir kaynaktır. Ülkemizde lüpenin insan gıdası olarak kullanımı sadece çerezlik olarak ve çok kısıtlı bir coğrafi alan içerisinde gerçekleşmektedir. Lüpen genellikle hayvan yemi ya da eczacılık sektörlerinde değerlendirilmekte ya da yurt dışına ihraç edilmektedir. Ülkemizde ticari düzeyde lüpen kepeği üretimi ve kullanımı mevcut değildir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da göz önünde bulundurularak, lüpen kepeğinin diyet lif kaynağı olarak farklı hububat ürünlerde kullanılabileceği, ksilanaz enziminin ürün kalitesinin düzeltilmesi açısından önerilebileceği, böylece lüpenin ve kepeğinin ticari öneminin artacağı sonucuna varılmıştır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda lüpen ve lüpenden elde edilen ürünlerin (un, kepek, kırma, yağ, protein konsantratı ve izolatı vb.) farklı hububat ürünlerinde değerlendirilmesi ve glutensiz ürün formülasyonlarında kullanılması ile ülke ekonomisine yeni bir katma değer sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 2002, American Association of Cereal Chemists, Approved methods of the AACC, The Association: St. Paul, MN.

Abboud, A. M., Rubenthaler, G. L. and Hoseney, R. C., 1985, Effect of fat and sugar in sugar-snap cookies and evaluation of tests to measure cookie flour quality, *Cereal Chemistry*, 62 (2), 124-129.

Ajila, C. M., Leelavathi, K. and Prasada Rao, U. J. S., 2008, Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder, *Journal of Cereal Science*, 48, 319–326.

Aksoy, M., 2000, Beslenme Biyokimyası, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 493-494.

Aktaş, E., 2011, Zenginleştirilmiş unlardan farklı koşullarda üretilen bisküvilerin bazı B vitamini içeriklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Altuğ, T., 2003, Gıda katkı maddeleri hakkında bilmemiz gerekenler, *Dünya Gıda*, 10, 19-23.

Anderson, J. and Young, L., 1995, Dietary fiber, Food and Nutrition [online], http:// www.ext.colostate.edu / pubs / foodnut / 09333.html [Ziyaret Tarihi: 18 Mayıs 2012].

Anonim, 1986, Bisküvi Standardı, Standart No: 2383, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim, 2007, Tarımsal yapı; Üretim, Fiyat, Değer, Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=13&KITAP_ID=50 [Ziyaret Tarihi: 13 Nisan 2012].

Anonim, 2010, Orta anadolu ihracatçı birlikleri genel sekreterliği, Unlu mamüller sektör raporu, http://www.hububatbirlik.org/content/docs/unlu-mamuller-sektor-raporu.pdf [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2012].

Anonim, 2011a, Enzimlerin özellikleri [online], Ankara, http://megep.meb.gov.tr/mte _program_modul/modul_pdf/541GI0010.pdf [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2012].

Anonim, 2011b, İstatistiklerle Türkiye, Tüik, http://www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do? istab_id=5, [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2012].

Anonymous, 2003, Uses of the sweet white lupin bean [online], South Africa, http://goodgrains.com/lupin_products.htm [Ziyaret Tarihi: 22 Nisan 2012].

Anonymous, 2006, Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius) [online], Western Australia, http://www.agric.wa.gov.au/PC_92144.html#hum [Ziyaret Tarihi: 26 Nisan 2012].

Anonymous, 2009, Use of lupin bran in high-fibre food products, United States Patent Aplicaton Publication, *US2009/0285961 A1, US*, 1-5.

Anonymous, 2012, Australian lupin processing [online], Western Australia, http://lupinfood.com.au/wp-content/uploads/2011/12/HullsTDS_FitPAge.pdf, [Ziyaret Tarihi:26 Mart 2012].

Ashoush, I. S. and Gadallah, M. G. E., 2011, Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in biscuit, *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 6 (1), 35-42.

Artz, W. E., Warren, C. C., Mohring, A. E. and Villota, R., 1990, Incorparation of corn fiber into sugar snap cookies, *Cereal Chemistry*, 67 (3), 303-305.

Aygan, A., 2008, Haloalkalofil bacillus sp. izolasyonu, amilaz, selülaz ve ksilanaz enzimlerinin üretimi, karakterizasyonu ve biyoteknolojik uygulamalarda kullanılabilirliği, Doktora tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 186.

Ballester, D. and Carreno, P., 1986, Chemical composition and nutritional quality of sugar cookies containing full-fat sweet lupin flour, *Journals Food Science*, 51 (3), 645-648.

Baysal, A., 1999, Beslenme, 8. Baskı, Hatipoğlu Yayınları:93, 496 sayfa, Ankara.

Bijlani, R. L., 1985, Dietary fibre: Consensus and controversy, *Progress in Food Nutrition Science*, 9 (3-4), 343-93.

Bilgiçli, N. and Levent, H., 2012, Effect of xylanase enzyme on selected properties of cookies substituted with lupin (*Lupinus albus L.*) flour and bran, Yayında.

Bode, C. E., Kissell, L. T., Heizer, H. K. and Marshall, B. D., 1964, Air classification of a soft and ahard wheat flour, *Cereal Science Today*, (9), 432-435.

Bosaeus, I., 2004, Fibre effects on ıntestinal fuctions (Diarrhoea, constipation and ırrıtable bowel syndrome), *Clinical Nutrition Supplements*, http://intl.elsevierhealth.com/journals/clnu

Brauns, F., Kettlitz, B. and Arrigoni, E., 2002, Resistant starch and 'the butyrate revolution', *Trends in Food Science and Technology*, 13, 251-261.

Burdurlu, S. and Karadeniz, F., 2003, Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates, *Food Chemistry*, 80, 91-97.

Camacho, L., Banados, E. and Fernandez, E., 1989, Canned 'humitas' prepared from opaque-2 maize with sweet lupin (*Lupinus albus* var. Multolupa), nutritional and quality changes, *Archivos Lantinoamericanos de Nutricion*, 39, 185-199.

Chen, H., Rubenthaler, G. L., Leung, H. K. and Baranowski, J. D., 1988, Chemical, physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran, *Cereal Chemistry*, 65 (3), 244-247.

Chunli, J., Weining, H., Mohamed, A. S. A. S., Guangxing, H. and Guangwei H., 2011, Dough rheological, Mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase, *Journal of Food Engineering*, 105, 227–232.

Courtin, C. M., Gelders, G. G. and Delcour, J. A., 2001, The use of two endoxylanases with different substrate selectivity provides insight into the functionality of arabinoxylans in wheat flour breadmaking, *Cereal Chemistry*, 78, 564–571.

Dağdelen, A. F., 2004, Enzimlerin hamur reolojisi ve ekmek kalitesine etkileri, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 13 (65), 52-62.

Dalgetty, D. D. and Baik, B. K., 2006, Fortification of bread with hulls and cotyledon fibers isolated from peas, lentils, and chickpeas, *Cereal Chemistry*, 83 (3), 269-274.

DeFouw, C., Zabık, M. E., Uebersax, M.A., Aguilera, J. M. and Lusas, E., 1982, Effects of heat treatment and level of navy bean hulls in sugar-snap cookies, *Cereal Chemistry*, 59 (4), 245-248.

Demirci, M., 2009, Beslenme Ders Kitabı, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ.

Desmaison, A. M., Lubin, C., Habrioux, G. and Tixier, M., 1987, Indice chimiquedes proteines de graines de lupin, Variation des composes azotes durant la germination, *Science Aliments*, 7, Hors Serie, 8, 329-336.

Doğan, İ. S. ve Uğur, T., 2005, Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 139-148.

Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011, Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 147-157.

Eastwood, M. A., 1973, Vegetable fiber: Its physical properities, *Proceedings of the Nutrition Society*, 32, 137-143.

Elgün, A., 1995, Fırın Ürünleri Teknolojisi Ders Notları, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi No:718, Erzurum.

Elgün, A., Ertugay, Z., Kurt, A. ve Gökalp H., 1994, Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Ders Kitabları Serisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 53, Erzurum.

Erbaş, M., Certel, M. and Uslu, M. K., 2005, Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.), *Food Chemistry*, 89, 341-345.

Faqir, M. A., Khan, M. I., Butt, M. S., Hussain, S. and Abrar, M., 2006, Functional properties of soy hulls supplemented wheat flour, Nutrition and Food Science, 36 (2), 82-89.

Ferguson, L. R. and Haris, P. J., 1999, Protection against cancer by wheat bran: Role of dietary fibre and pytochemicals, *European Journal of Cancer Prevention,* 8 (1), 17-25.

Gibson, G. R. and Roberfroid, M. B., 1995, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition*, 125, 1401-1412.

Gorczyca, C. G. and Zabik, M. E., 1979, High fiber sugar-snap cookies containing cellulose and coated cellulose products, *Cereal Chemistry*, 56, 537-540.

Górecka, D., Lampart-Szczapa E., Janitz W. and Sokolowska B., 2000, Composition of fractional and functional properties of dietary fiber of lupines (L. *luteus* and L. *albus*), Agricultural University Poznań, *Department of Human Nutrition Technology*, 44 (4), 229-232.

Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S. and Martin-Belloso, O., 1999, Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient, *Food Chemistry*, 65, 175-181.

Guillon, F. and Champ, M., 2000, Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology, *Food Research International* 33, 233-245.

Gül, H., 2007, Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Gündoğdu, H., 1997, Bisküvi sanayisinde kullanılan unun özellikleri ve temin edilmesinde yaşanan problemler 2, Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman, 195-196.

Güner, K. G., Dağlıoğlu, O., 2008, Ksilanaz Enziminin Ekmek Yapımında Kullanımı, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 443-446.

Hilhorst, R., Dunnewind, B., Orsel, R., Stegeman, P., van Vliet, T., Gruppen, H. and Schols, H. A., 1999, Baking performance, rheology and chemical composition of wheat dough and gluten affected by xylanase and oxidative enzymes, *Journal of Food Science*, 64, 808–813.

Howarth, N. C., Saltzman, E. and Roberts, S. B., 2001, Dietary fiber and weight regulation, *Nutrıtıon revıews*, (59),129-130.

Huntington, P. J. and Jenkinson, G. J., 1997, Advances in Equine Nutrition, I, *Rhöne-Pohulenc Animal Nutrition*, West Footscray, Australia, 331-340.

ICC, 2002, International Association for Cereal Science and Technology, ICC- Vienna.

Jeltema, M. A., Zabık, M. E. and Thiel, L. J., 1983, Prediction of cookie quality from dietary fiber components, *Cereal Chemistry,* 60 (3), 227-230.

Jia, C., Huang, W., Abdel-Samie., M. A. S., Huang., G. and Huang., G., 2011, Dough rheological, Mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase, *Journal of Food Engineering*, 105, 227-232.

Jiang, Z., Li X., Yang, S., Li, L. and Tan, S., 2005, Improvement of the breadmaking quality of wheat flour by the hyperthermophilic xylanase B from Thermotoga maritima., *Food Research International*, 38, 37–43.

Karadeniz, F. ve Burdurlu, S., 2003, Gıdalarda diyet lifinin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (15), 18-25.

Karaoğlu, M. M. ve Kotancılar, H.G., 2001, Tahıl ürünlerinin sağlığımız açısından önemi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 101-108.

Kissell, L. T., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W. T., 1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48, 655-662.

Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Schmidt, Š., 2011, Lupin composition and possible use in bakery, *Czech Journal of Food Sciences*, 29 (3), 203–211.

Kotancılar, H. G., Gerçekaslan, K. E., Karaoğlu, M. M. ve Boz H., 2009, Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 103-107.

Larreaa, M. A., Chang, Y. K. and Martinez-Bustos, F., 2005, Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies, *Food Science and Technology*, 38 (3), 213–220.

Lawrance, L., 2007, Department of Agriculture and Food Western Australia, 14 (2), 354-356.

Levent, H. and Bilgiçli, N., 2011, Enrichment of gluten-free cakes with lupin (*Lupinus albus* L.) or buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) flours, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (7), 725-728.

Leelavathi, K. and Haridas Rao, P., 1993, Development of high fibre biscuits using wheat bran, *Journal of Food Science and Technology*, 30 (3), 187-190.

Liu, S., 2003, Whole-grain foods, dietary fiber and type 2 diabetes:Searching for a kernel of truth, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77 (3), 527-529.

Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J. M., Allaf, K. and Patras, C., 1998, Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits, *Journal of Food Engineering*, 35(1), 23-42.

Manley, D. J. R., 2000, Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, Third Edition, 1-3, 151-182.

Masoodi, F. A., Chauhan, G. S., Tyagi, S. M., Kumbhar, B. K. and Kaur, H., 2001, Effect of apple pomace incorporation on rheological characteristics of wheat flour, *International Journal of Food Properties*, 4 (2), 215-223.

Martinez-Anaya, M. A. and Jimenez T., 1997, Functionality of enzymes that hydrolyse starch and non-starch polysaccharide in breadmaking, *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 205, 209-214.

M. McKenzie-Parnell, J. and Guthrie, B. E., 1986, The phytate and mineral content of some cereals, cereal products, legumes, legume products, snack bars, and nuts available in New Zealand, *Biomedical and Life Sciences*, 10(2), 107-121.

Meuser, F., Brümmer, J. M. and Seibel, W., 1994, Bread varieties in central Europe, *Cereal Food World*, 39, 222-230.

Müftüoglu, O., 2003, Yaşasın hayat viva la vita! 1. baskı, Doğan Kitapçılık, 336.

Mülayim, M. ve Acar, R., 2008, Konya'nın yöresel Değeri ak acıbakla (lüpen= termiye) bitkisi ve kullanımı, *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 11 (30), 44-49.

Mülayim, M., Tamkoç, A. and Babaoglu, M., 2002, Sweet white lupins versus local bitter genotype: agronomic characteristics as affected by different planting densities in the Göller region of Turkey, *European of Agronomy,* 17, 181-189.

Nuttall, F. Q., 1993, Dietary fiber in the management of diabetes, *Diabetes*, 42 (4), 503-508.

Oliver, J. R., Blakeney, A. B. and Allen, H. M., 1992, Measurment of flour color in color space parameters, *Cereal Chemistry*, 69(5), 546-551.

Özboy, Ö., 1992, Değişik Oranlarda Buğday Kepeği İçeren Unların Ekmek Verimi ve Kalitesini Düzeltme İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 84.

Özboy, Ö. ve Köksel, H., 1997, Besinsel liflerin bisküvi üretiminde kullanımı, 2. *Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu*, Karaman, 183-193.

Özcan, B. D. and Özcan, N., 2001, *Bacillus subtilis* RSKK243'e ait bifonksiyonel ksilanaz geninin E. *coli* ve B. *subtilis*'te klonlanması ve enzim karakterizasyonu, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 881-885.

Özer, M. S., 1998, Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 152.

Özkaya, B., 1995, Bisküvi üretiminde kullanılacak unların değerlendirilmesi, *Un Mamulleri Dünyası*, 4 (1), 35-40.

Özkaya, B., 1997, Farklı partikül iriliğine sahip şeker pancarı kaynaklı diyet liflerin hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesine etkileri, *Gıda Teknolojisi*, 64.

Özkaya, B., 1999, Değirmenin değişik yerlerinden alınan kepek fraksiyonlarının hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesine etkileri, *Gıda Teknolojisi*, 4 (5), 43-48.

Özkaya, B. ve Demir, Z., 1999, Unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkileri, *Unlu Mamuller Teknolojisi 8* (1), 58-64.

Özkaya, B. ve Türksoy, S., 2010, Meyve lifi konsantresi ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri, *AÜ-BAP 20080745004,* Ankara.

Özkaya, H., Seçkin, R. ve Ercan, R., 1984, Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde araştırmalar, *Gıda*, 9 (5), 245-251.

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M. and Delcour, J.A., 2009, The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties, *Journal of Food Engineering*, 90, 400-408.

Petterson, D. S. and Crosbie, G. B., 1990, Potential for lupins as food for humans, *Food Australia*, 42, 266-268.

Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Fınney, K. F., Bechtel, D. B., 1977, Fiber in breadmaking-effects on functional properties, *Cereal Chemistry*, 54 (1), 25-41.

Porres, J. M., Aranda, P., PeZ-Jurado, M. L., Urbano G., 2005, Nutritional potential of raw and free r-galactosides lupin (*Lupinus albus* var. Multolupa) seed flours. effect of phytase treatment on nitrogen and mineral dialyzability, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3088-3094.

Prosky, L., 2000, When is dietary fiber considered a functional food?, *Biofactors*, 12 (1-4), 289-297.

Rao, H. and Rao, M., 1991, Effect of incorporating wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour, *Indian Journal of Food Science and Technology*, (28), 92-97.

Rennan, G. O. A., Samuel, M. M., Maria, das G. A. K., Maria, F. P., Roy, E. B. and Sergio, L. C. F., 2008, Mineral composition of wheat flour consumed in Brazilian cities, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 19 (5), 935-942.

Rimm, E. B., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M. J. and Willet, W. C, 1996, Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronory heart disease among man, *Journal of the American Medical Association*, 14, 275 (6), 447-451.

Roberfroid, M., 1993, Dietary fiber, inülin and oligofruktose: A Review comparing their physiological effects, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33 (2), 103-148.

Sakata, T., 1995, A very low calorie conventional japanese diet: Its ımplications for prevention of obesity, *Obesity Research*, 3 (2), 233-239.

Saldamlı, İ., 1998, Gıda Kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 102-103.

Sargın, S. ve Öngen, G., 2003, Kanatlı yemi katkısı olarak kullanılan ksilanaz enziminin katı kültür fermantasyon yöntemi ile üretiminde ölçek büyütme çalışmaları, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (3), 145-152.

Schneeman, B., 1998, Dietary fiber and gastrointestinal function, *Nutrition Research*, 18, 625- 632.

Schneeman, B. O., 1999, Fiber, inülin and oligofruktoz:Similarities and differences, *Journal of Nutrition*, 129 (7), 1424-1427.

Sekhon, K. S., Dhillon, S. S., Singh, N. and Singh, B., 1997, Functional suitability of commercially milled rice bran in India for use in different food products, *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, 127-140.

Selinheimo, E., Kruus, K., Buchert, J., Hopia, A. and Autio K., 2006, Effects of laccase, xylanase and their combination on the rheological properties of wheat doughs, *Journal of Cereal Science*, 43(2), 152-159.

Sharif, K. and Butt, M. S., 2006, Preparation of fiber and mineral enriched pan bread by using defatted rice bran, *International Journal of Food Properties*, 9(4), 623-636.

Sharma, S., Gupta, J. P., Nagi, H. P. S. and Kumar, R., 2011, Effect of incorporation of corn byproducts on quality of baked and extruded products from wheat flour and semolina, *Journal of Food Science and Technology*. 49 (5), 580-586.

Shogren, M. D., Pomeranz, Y. and Finney, U. S., 1981, Counteracting the deleterious effects of fiber in bread making, *Cereal Chemistry*, 58 (2), 142-144.

Sipsas, S., 2008, Palta, J. A. and Berger, J. B., 2008, 'Lupins for Health and Wealth' Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Western Australia, 506-513.

Sipsas, S., 2012, Lupin Products Challenges in Commercialisation, Government of Western Australia, Department of Agriculture and Food, http://www.lupins.org/ppt/conference/2008/Thursday_1530_Sofia_Sipsas_Concepts_Reality.pdf, [Ziyaret Tarihi: 4 Temmuz 2012].

Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.

Slavin, J., Jacobs, D. and Marquart, L., 1997, Whole grain consumption and cronic disease:Protectice mechanisms, *Nutrition and Cancer*, 27 (1), 14-21.

Soliman, H.M., Dayem, Sherief, A. D. A. and El- Tanash, A. B., 2012, Production of xylanase by aspergillus niger and trichoderma viride using some agriculture residues, *International Journal of Agricultural Research*, 7, 46-57.

Souza, D. F., Souza, C. G. M. And Peralta, R. M., 2001, Effect easily metabolizable sugars in the production of xylanase by *Aspergillus tamarii* in solid state fermentation, *Process Biochemistry*, 36, 835-838.

Suchi, P., Straková, E., Kroupa, L. and Vecerek, V., 2008, 'Lupins for Health and Wealth' Proceedings of the 12th International Lupin Conference, Canterbury, New Zealand, 188-191.

Sudha, M. L., Srivastava, A. K., Vetrimani, R. and Leelavathi, K., 2007a, Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality, *Journal of Food Engineering*, 80, 922-930.

Sudha, M. L., Vetrimani, R. and Leelavathi, K., 2007b, Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*, 100, 1365–1370.

Sujak, A., Kotlarz A. and Strobel W., 2006, Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds, *Food Chemistry*, 98, 711–719.

Sultan, A., 2011, Şarap işletmeleri atığı olan üzüm posasının ve üzüm çekirdeğinin bisküvi kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Isparta.

Sekhon, K. S., Dhillon, S. S., Singh, N. and Singh, B., 1997, Functional suitability of commercially milled rice bran in India for use in different food products, *Plant Foods for Human Nutrition*, (50), 127-140.

Şeker, İ.T., 2005, Kayısı ve elma besinsel liflerinin düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Malatya.

Şeker, T. İ., Gökbulut, İ., Öztürk, S. ve Özbaş, Ö. Ö., 2006, Kayısı lifinin kek üretiminde kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi,* Bolu, 729-732.

Taş, E., 2011, Bisküvi üretiminde bazı kabartıcı kombinasyonlarının bisküvinin kalitatif özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma**,** Yüksek lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 24.

Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. and Bourgeois, C. M., 1997, Dietary fibres:Nutritional and technological interest, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41-48.

Tiwari, B. K., Brennan, C. S., Jaganmohan, R., Surabi A. and Alagusundaramb, K., 2011, Utilisation of pigeon pea (Cajanus cajan L) byproducts in biscuit manufacture, *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1533-1537.

Topping, D. L., Fukushima, M. and Bird, A. R., 2003, Resistant starch as a prebiotic and symbiotic: state of the art, *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 171–176.

Türker, S., 2008, Yumuşak Buğday Ürünleri, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD Lisanüstü Ders Notları, Konya.

Türker, S., Elgün, A. ve Bilgiçli, N., 2003, Bazı ticari enzim preparatlarının ekmeğin kalitatif özelliklerine etkisi, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 12 (57), 50-63.

Türksoy, S., 2011, Meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Türksoy, S. ve Özkaya, B., 2004, Nişasta olmayan polisakkaritlerin tahıl ürünleri ve teknolojisindeki önemi, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 13 (63-64), 51-63.

Uysal, H., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Yüksek lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Uzundikme, F., 2007, Yaşlıların sebze-meyve tüketimine yönelik tercihleri üzerinde bir araştırma, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 10-11.

Ünver, B., 1997, Yiyecek hazırlama ve pişirme teknikleri 1, Milli Eğitim Basımevi, 131, Ankara.

Vinik, A. I. and Jenkins, D. J., 1988, Dietary fiber in mnagement of diabetes, *Diabetes Care*, 11 (2), 160-173.

Vratanına, D. L. and Zabık, M. E., 1978, Dietary fiber sources for baked products: bran in sugar-snap cookies, *Journal of Food Science*, 43, 1590-1594.

Wittig de Penna, E., Serrano, L., Bunger, A., Soto, D., López, L., Hernández, N. and Ruales J., 2002, Optimization of a spaghetti formula enriched wich dietary fibre and micronutrients for elderly people, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52 (1), 91-100.

Yorgancılar, M., 1996, Doğanhisar'da lüpen ziraati, *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Lisans Semineri*, Konya.

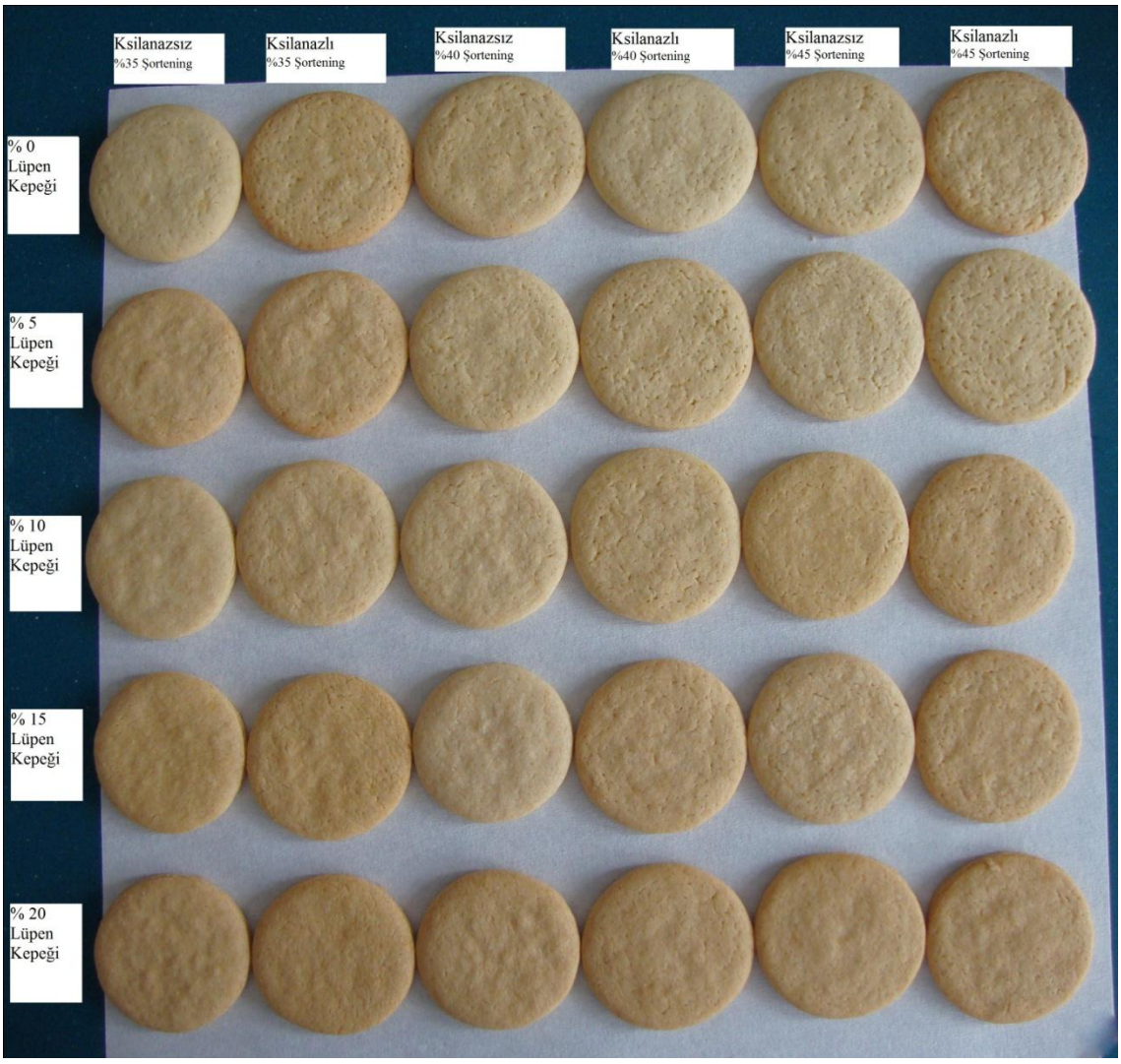
Yorgancılar, M., Atalay, E. ve Babaoğlu M., 2009, Acılığı giderilmiş termiye tohumlarının (Lüpen= Lupinus albus L.) mineral içeriği, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (50), 10-15.

Yorgancılar, M., Babaoğlu, M., Hakkı, E. E., Atalay, E., 2007, Farklı orijinli lüpen (*lupinus spp.)* genotiplerinde kirece dayanıklılığın ve genetik akrabalık ilişkilerinin araştırılması, TOVAG-105O034, Konya.

Zoulias, E. I., Piknis, S. and Oreopoulou, V., 2000, Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (14), 2049-2056.

EKLER

EK-1 Farklı oranlarda şortening, lüpen kepeği ve ksilanaz ilaveli bisküviler.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Filiz BEĞEN
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Tokat, 18.01.1987
Telefon	**:**	0 332 235 51 72
Faks	**:**	
e-mail	**:**	filiz.begen@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Selçuklu Anadolu Lisesi, Selçuklu, Konya**	**2005**
Üniversite	:	**Çukurova Üniversitesi, Balcalı, Adana**	**2009**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi, Konya**	**-**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-2012	**Altınapa Değirmencilik Tic. Ve San. A.Ş. Konya**	**Ar-Ge Müdiresi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce, Almanca

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR