



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞEKER PANCARI MELASI VE ŞEKER PANCARI LİFİNİN
HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE EKMEK KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Damla UMAR

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ

AKSARAY, 2025

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 222324406 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Damla UMAR tarafından hazırlanan “**ŞEKER PANCARI MELASI VE ŞEKER PANCARI LİFİNİN HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. K. Nazan TURHAN

İzmir Ekonomi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Fatma ŞAHMURAT

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 30/05/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Fazliye KARABÖRK

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



Damla UMAR

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında bana destek olan herkese en içten teşekkürlerimi sunarım. Öncelikle, çok sevdiğim ve saygı duyduğum, bilgeliğiyle yolumu aydınlatan, her adımda bana rehberlik eden ve bu süreçte bana her türlü yardımı, zamanı ve motivasyonu ayıran danışman hocam Prof. Dr. Özen Özboy Özbaş'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Onun bilgi ve deneyimleri, bu çalışmanın her aşamasında bana ilham ve güç verdi.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme, özellikle sevgili kardeşim Taha Enes'e, bu süreçte gösterdiği destek için minnettarım.

Yüksek lisans arkadaşım ve sonrasında abim gibi olan Hamza Ceylan'a, bana verdiği moral ve akademik destek için teşekkür ederim. Onunla birlikte çalışmak, bu süreci daha keyifli ve verimli hale getirdi.

Ekmek yapım aşamasında enerjisiyle, bilgisiyle ve tecrübeleriyle bana destek olan saygıdeğer hocam Dr. Arş. Gör. Merve Arıbaş'a, ekmeklerimizin fotoğraf çekimlerini yapan saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Rahmi Uyar'a teşekkür ederim. Onların katkıları, bu çalışmanın kalitesini artırdı ve görselliğini zenginleştirdi.

Reolojik analizlerimizde bize sundukları imkanlar ve güler yüzleri ile keyifli bir ortam sağlayan Sayın Zeki Demirtaşoğlu ve ekibine (Bastak Teknoloji Sistemleri Ltd. Şti.) minnettarım. Onların desteği, bu çalışmanın bilimsel derinliğini ve doğruluğunu sağladı.

Son olarak, sevgili Can Altınır'e, bana gösterdiği anlayış ve sevgi için teşekkür ederim.

Hepinize, bu tezin bir parçası olduğunuz için minnettarım. Her birinizin katkısı, bu çalışmayı daha anlamlı ve değerli kıldı. Bu yolculukta yanımda olduğunuz için sonsuz teşekkürler. Sizlerin desteğiyle, bu tezi tamamlamış olmanın gururunu ve mutluluğunu yaşıyorum.

Damla UMAR
AKSARAY, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Şeker Pancarı Melası ve Hububat Ürünlerinde Kullanımı.....	4
2.1.1 Şeker pancarı.....	4
2.1.2 Şeker pancarı melası ve kimyasal yapısı.....	5
2.1.3 Şeker pancarı melasının fonksiyonel özellikleri	7
2.1.4 Şeker pancarı melasının hububat ürünlerinde kullanımı.....	9
2.2 Şeker Pancarı Lifi ve Hububat Ürünlerinde Kullanımı.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1 Materyal	18
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Ham maddelerde yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler.....	19
3.2.1.1 Ekmeklik buğday ununda yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler.....	19
3.2.1.2 Şeker pancarı melasında yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler	19
3.2.1.3 Şeker pancarı lifinde (Fibrex) partikül boyut dağılım analizi.....	19
3.2.1.4 Renk analizi.....	19
3.2.2 Hamur reolojik analizleri	20
3.2.3 Ekmek yapma denemesi ve ekmek kalite özelliklerinin belirlenmesi	21
3.2.3.1 Ekmek yapma denemesi.....	21
3.2.3.2 Ekmek kalite özelliklerinin belirlenmesi	22
3.2.4 İstatistiksel analizler.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1 Araştırmada Kullanılan Ham Maddelerin Bazı Kimyasal, Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikleri ile Renk Değerlerine İlişkin Sonuçlar.....	25
4.1.1 Araştırmada kullanılan buğday ununun bazı kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar	25
4.1.2 Araştırmada kullanılan ekmeklik unun bazı Absograf 500 ve Resistograf 500 sonuçları.....	25
4.1.3 Araştırmada kullanılan ekmeklik unun bazı renk değerlerine ilişkin sonuçlar	26
4.1.4 Şeker pancarı melasının bazı kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar	26
4.1.5 Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifinin renk değerlerine ilişkin sonuçlar	27
4.1.6 Şeker pancarı lifine ilişkin partikül boyut dağılımı sonuçları.....	28
4.2 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Hamur Reolojisine Etkilerine İlişkin Sonuçlar.....	28
4.3 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmek Yapım Kalite Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	33

4.4 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmekte aw Değerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	39
4.5 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Renk Özelliğine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	40
4.6 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Tekstür Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	46
4.7 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Duyusal Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	64



YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEKER PANCARI MELASI VE ŞEKER PANCARI LİFİNİN HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Damla UMAR

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ

ÖZET

Şeker pancarı melası (ŞPM), şeker pancarının işlenmesi sırasında son kristalizasyon aşamasından sonra ham şekerin ayrılmasıyla oluşan koyu renkli bir şuruptur. Şeker pancarı lifi, şeker pancarından serbest şekerin alınmasından sonra geriye kalan şeker pancarı posasından elde edilir. Fibrex (F) ticari olarak üretimi yapılan ve yaklaşık %67 oranında besinsel lif içeren önemli bir lif kaynağıdır. Bu çalışmada ŞPM (%3 ve %6, un esasına göre ağırlıkça) ile birlikte, farklı düzeylerde F (%2, %4 ve %6, un esasına göre ağırlıkça) kullanımının, hamurun absografik ve resistografik özellikleri ile ekmek yapım kalitesi, renk, tekstür ve duyu özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. ŞPM ilavesi artarken % su absorpsiyon değeri düşmüş, stabilite değeri yükselmiş; F ilavesi arttıkça % su absorpsiyon değeri ve stabilite değeri yükselmiştir. %0 ŞPM içeren unlarda F ilavesi arttıkça ekmek hacmi (EH), ekmek yoğunluğu (EY) ve spesifik hacim (SH)'de, %3 ŞPM içeren unlarda F ilavesi arttıkça EH ve SH'de, %6 ŞPM içeren unlarda F ilavesi arttıkça hamur ağırlığı ve EH değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). ŞPM eklendiğinde ekmek kabuğunda ölçülen parlaklık değerinde (L^*) düşme eğilimi, ŞPM ile birlikte artan F'nin ise bu değerde yükselme şeklinde değişiklik gösterdiği görülmüştür. %0 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça ekmek içi a^* değerleri yükselmiş benzer bir değişiklik b^* de tespit edilmiştir ($p<0.05$). %3 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı ekmek içi L^* ve a^* değerlerinde, %6 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttığında ise a^* ve b^* da istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. %0 ŞPM içeren unlara ilave edilen F miktarı arttıkça esneklik ve sakızimsılık, %3 ŞPM içeren de kohesiflik ve çiğnenebilirlik, %6 ŞPM içeren de ise kohesiflik, esneklik ve sakızimsılık değerlerinde anlamlı değişiklikler tespit edilmiştir. Tekstür profil analizi sonuçları bir arada değerlendirildiğinde (özellikle sertlik değerleri bakımından), kontrol ekmeğine en yakın ekmek özelliklerinin %3 ŞPM ve %4 F ve %6 F ilaveli ekmeklerde tespit edilmiştir. ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça ekmeklerde duyu özelliklerinin tümünde gözlenen düşüşün istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar birarada değerlendirildiğinde, ŞPM (%3) ve F (%2 ve %4)'ün uygun ilave oranlarında ekmek formülasyonunda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şeker Pancarı Melası, Fibrex, Reolojik Özellikler, Ekmek Yapım Özellikleri.

Mayıs, 2025; 64 sayfa

M.Sc. THESIS

EFFECTS OF SUGAR BEET MOLASSES AND SUGAR BEET FIBRE ON DOUGH RHEOLOGICAL PROPERTIES AND BREAD QUALITY

Damla UMAR

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ

ABSTRACT

Sugar beet molasses (SBM) is a dark syrup formed by the separation of raw sugar after the final crystallization stage during the processing of sugar beets. Sugar beet fiber is obtained from the remaining sugar beet pulp after the free sugar has been removed from the sugar beet. Fibrex (F) is an important fiber source that is commercially produced and contains approximately 67% dietary fiber. In this research, the effect of using SBM (3% and 6%, w/w) together with different levels of F (2%, 4% and 6 w/w, flour basis) on the absorptographic and resistographic properties of dough, bread making qualities, color, texture and sensory properties of bread were studied. As the SBM addition increased, the % water absorption value decreased and the stability value increased; as the F addition increased, the % water absorption value and the stability value increased. In the flour containing 0% SBM, as the addition of F increased, a statistically significant decrease was found in bread volume (BV), bread density (BD) and specific volume (SV); in flour containing 3% SPM, a statistically significant decrease was found in BV and SV; in flour containing 6% SPM, a statistically significant decrease was found in dough weight and BV values of the breads ($p < 0.05$). When SBM was added, a decreasing trend was found in the brightness value (L^*) measured in the bread crust; however, F, which increased with SBM, showed an increase in this value. As the amount of F added to flours containing 0% SBM increased, the a^* values of the crumb increased and a similar change was found in b^* values. When the amount of F added to flours containing 3% SBM increased, statistically significant differences were found in the L^* and a^* values of the crumb; and when the amount of F added to flours containing 6% SBM increased, a^* and b^* values were found significantly affected. As the amount of F added to flours containing 0% SBM increased, significant changes were detected in elasticity and gumminess, in cohesiveness and chewiness in 3% SBM, and in cohesiveness, elasticity and gumminess in 6% SBM addition levels. When the texture profile analysis results were evaluated together (especially in terms of hardness values), the closest bread properties to the control bread were detected in breads with 3% SBM and 4% F and 6% F additions. The decrease observed in all sensory properties of breads as the amount of F added to flours containing SPM increased was not statistically significant. When the results obtained in the study are evaluated together, it was concluded that SBM (3%) and F (2% and 4%) could be.

Keywords: Sugar Beet Molasses, Fibrex, Rheological Properties, Bread Making Qualities.

May, 2025; 64 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Şeker pancarı.	5
Şekil 1.2. Şeker pancarı melasından izole edilen sakkaritler I-XI yapıları.....	6
Şekil 3.1. Şeker pancarı melası	18
Şekil 3.2. Şeker pancarı lifi.....	18
Şekil 3.3. Absograf 500 test cihazı	20
Şekil 3.4. Resistograf 500 test cihazı	21
Şekil 3.5. Örnek bir tekstür profil analizi kuvvet-zaman diyagramı.....	23
Şekil 4.1. Su absorpsiyon (%) değeri üzerine şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifi (F) ilavesinin etkisi.....	30
Şekil 4.2. %0 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4, %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünüşleri.....	37
Şekil 4.3. %3 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4, %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünüşleri.....	38
Şekil 4.4. %6 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4, %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünüşleri.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Melasın kimyasal bileşimi ve bazı özellikleri	6
Çizelge 4.1. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifinin renk değerleri	27
Çizelge 4.2. Farklı oranlarda şeker pancarı melası (SPM) ilave edilen unların bazı Absograf 500 değerleri	28
Çizelge 4.3. Farklı oranlarda şeker pancarı lifi (F) ilave edilen unların bazı Absograf 500 değerleri.....	29
Çizelge 4.4. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilen unların bazı Resistograf 500 değerleri	33
Çizelge 4.5. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin bazı ekmek yapım kalite özellikleri üzerine etkileri	34
Çizelge 4.6. SPM ve F ilave edilerek elde edilen ekmeklerin su aktivitesi sonuçları	39
Çizelge 4.7. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin kabuk renk değerleri	40
Çizelge 4.8. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin kabuk renk değerlerinden türetilmiş değerler	42
Çizelge 4.9. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin ekmekiçi renk değerleri	44
Çizelge 4.10. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin ekmek içi renk değerlerinden türetilmiş değerler	44
Çizelge 4.11. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin tekstür değerleri	46
Çizelge 4.12. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin duyuşal özellikleri.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Enerji (Alan)
a*	(+) kırmızı-(-) yeşil
AACC	American Association of Cereal Chemists
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
a_w	Su Aktivitesi
b*	(+) sarı-(-) mavi
Bx	Refraktometrik Kuru Madde Miktarı
BI	Esmerleşme İndeksi
BL	Besinsel Lif
BU	Brabender Unit
C*	Kroma
CO₂	Karbondiyoksit
dk	Dakika
E	Elastikiyet
EA	Ekmek Ağırlığı
EH	Ekmek Hacmi
EY	Ekmek Yoğunluğu
EYK	Ekmek Yapım Kalitesi
F	Fibrex
FAO	Food and Agriculture Organization
FQN	Farinograf Kalite Sayısı
FU	Farinograf Unit
g	Gram
GF	Gluten Free, Glutensiz
h	Yükseklik
H₂O₂	Hidrojen Peroksit
HA	Hamur Ağırlığı
HÇBL	Hurma Çekirdeği Besinsel Lifi
h^o	Hue
HPMC	Hidroksipropilmetilselüloz
I.C.U.M.S.A.	International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis
I.U.	International Unit
k.m.	Kuru Madde
KU	Keçiboynuzu Unu
L	Litre
L*	Parlaklık
LSD	En Küçük Önemli Fark
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
µm	Mikro Metre
mL	Mili Litre
N	Kuvvet (Newton)
NTF	İşlenmemiş Lif
P	Polar Şeker Yüzdesi
pH	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
PK	Pişme Kaybı
R₁	R ₅ /E: Oran değeri
R₂	R _m /E: Maksimum Oran Değeri

R₅	Sabit Deformasyondaki Direnç
R_m	Maksimum Direnç
s	Saniye
S	Kuru Madde Miktarı
SH	Spesifik Hacim
ŞPL	Şeker Pancarı Lifi
ŞPM	Şeker Pancarı Melası
ŞPP	Şeker Pancarı Posası (Küspesi)
Q	Arılık Yüzdesi
TF	İşlenmiş Lif
TPA	Tekstür Profil Analizi
WI	Beyazlık İndeksi
ΔE*	Net Renk Farkı



1. GİRİŞ

Şeker pancarından kristal şeker üretimi, insanlık var olduğu sürece devam edecek olan önemli bir gıda üretim alanıdır. Elde edilen şeker, sahip olduğu tat nedeniyle gıdalarda şeker tadı vermek için kullanıldığı gibi, enerji kaynağı olma, gıdalara tekstür verme, gıdaların muhafazasında kullanılma gibi rolleri nedeniyle de pek çok gıda formülasyonunda yer almaktadır. Kristal şeker üretiminde, şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı posası (ŞPP) önemli iki yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır.

Şeker pancarı melası, şeker pancarının işlenmesi sırasında son kristalizasyon aşamasından sonra ham şekerin ayrılmasıyla oluşan koyu renkli bir şuruptur ve sakkarozun yaklaşık %50'sinin yanı sıra mineraller, proteinler, vitaminler, betain, kolin, glutamin asit, organik asitler ve pektin gibi önemli besin maddelerini önemli miktarda içerir. Ayrıca melas, ürünlerin raf ömrü için önemli olan nemlendirme, antioksidan ve su aktivitesini düşürme özellikleri gösterir. Besin değeri yüksek ve biyolojik değere sahip gıda elde etmeye yönelik gıda araştırmalarındaki küresel eğilimler göz önünde bulundurularak, şeker endüstrisinin bir yan ürünü olan melasın kalitesini araştırmak ve gıda endüstrisinde bir bileşen olarak uygunluğunu tahmin etmek için kapsamlı çalışmalar yapılmıştır (Filipčev vd., 2015, 2016; Jevtić-Mučibabić vd., 2014).

Şeker pancarı melasının geleneksel bir şekilde kullanımı devam etmekte olsa da, besin değeri artırılmış gıda ürünlerinden sonra artan talepler, ŞPM'nın da fonksiyonel ve güçlendirilmiş gıda üretimi için faydalı bileşenler dizisini tamamlama potansiyeli yüksek bir bileşen olduğu fikrine yol açmıştır. Melas, biyojenik elementlerin (potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum) ve birçok biyoaktif maddenin (proteinler, betain, glutamik asit, pürin ve pirimidin bazları, organik asitler, melanoidinler) konsantresidir. Melas, doğal olarak oluşan birçok sağlıklı bileşiğin konsantre bir formu olduğundan, gıdanın besin kalitesini artırabilen yararlı, değer katan bir bileşen olarak görülebilir.

Endüstriyel ölçekte, şeker pancarı melası, ekmek ve bira mayaları, etanol, sitrik asit, lizin ve monosodyum glutamat üretimi sırasında fermentasyonda substrat olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kristal şeker üretimi sırasında, şeker pancarından serbest şekerin alınmasından sonra geriye genellikle hayvan yemi olarak kullanım alanı bulan önemli bir yan ürün olan şeker pancarı posası elde edilir. Şeker üretim endüstrisinde yaklaşık olarak bin kg şeker pancarından geriye artık olarak su içeriği %70-80 olan 250 kg kadar preslenmiş ŞPP kalmaktadır. Şeker pancarı lifi, şeker pancarı posasından üretilen önemli bir lif kaynağıdır. ŞPL üretimi için teknolojik prosedürlere ilişkin alınmış patentlerin de mevcut olduğu bilinmektedir. ŞPL hem yapısal özellikleri hem de bileşimi nedeniyle hububat kaynaklı besinsel liflerden farklılıklar göstermektedir. Öncelikle hububat lifleri gibi fitik asit içermemeleri onları mineral rezorpsiyonunu engellemedikleri için avantajlı kılarken, yüksek su tutma kapasiteleri de önemli bir diğer özellikleridir (Bogdanović vd., 2013; Cossack vd., 1992; Sandström vd., 1987; Thibault vd., 2001).

2

Toplum beslenmesinde halen hububat ve ürünleri büyük önem taşımaktadır. Sağlık faydaları da göz önünde bulundurulduğunda besinsel lifçe zengin özellikle unlu mamul grubundaki ürünlerin önemi daha da artmaktadır. Ancak lif içeriği yüksek bileşenlerin una ilavesi hamurun işlenmesinde reolojik bazı sorunlar yaratmaktadır. Bunun sonucu olarak da ekmek hacmi düşmekte, ekmek içi özellikleri bozulmaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile hem şeker fabrikalarının önemli bir artığı olan ŞPM hem de ŞPP'dan elde edilen ŞPL'nin ekmek formülasyonunda birarada kullanılabilme potansiyeli hamur reolojik özellikleri, ekmek yapım kalitesi üzerine etkileriyle incelenerek hem ekmeğin besin içeriği artırılırken hem de teknolojik anlamda önemli fonksiyonları da olan bu yan ürünlerin ekmekte kalite ve tüketici tercih problemlerinin çözülebilmesinde kullanım olasılıkları araştırılmış olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Şeker Pancarı Melası ve Hububat Ürünlerinde Kullanımı

2.1.1 Şeker pancarı

Şeker pancarı (*Beta vulgaris*), ticari amaçlarla hibrit olarak yetiştirilen bir endüstriyel bitkidir ve köklerinden elde edilen sakaroz, bitkinin en dikkat çekici bileşenidir. Ayrıca, şeker pancarının tamamı, yeşillikleri, melası ve posası gibi yan ürünleriyle birlikte hayvan yemi veya alkol üretiminde ham madde olarak kullanılabilir (Duraisam vd., 2017).

Dünya genelinde şeker üretiminin %79'u şeker kamışından, %21'i ise şeker pancarından elde edilmektedir. Coğrafi konumlarına bağlı olarak, Türkiye, Avrupa Birliği, Rusya ve Ukrayna gibi ülkeler şeker pancarından şeker üretirken; Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Çin hem şeker pancarından hem de şeker kamışından şeker üretmektedir. Brezilya, Hindistan, Meksika, Pakistan, Tayland ve Avustralya gibi ülkeler ise şeker üretiminde şeker kamışını tercih etmektedir (Kanat, 2023).

Food and Agriculture Organization (FAO)'nun 2021 yılı verilerine göre, dünya genelinde 52 ülkede toplam 4.6 milyon hektar alanda şeker pancarı üretilmiştir. Şeker pancarı ekim alanlarının %21.5'i Rusya'da, %9.7'si ABD'de, %8.7'si Fransa'da, %8.7'si Almanya'da ve %6.2'si Türkiye'de bulunmaktadır. Dünya genelinde toplam 287 milyon ton şeker pancarı üretilmiş olup, bu üretimin %14.8'i Rusya, %12.0'si ABD, %12.4'ü Fransa, %11.5'i Almanya ve %6.6'sı Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu beş ülke, dünya şeker pancarı üretiminin %57.2'sini oluşturmaktadır. Dünya genelinde şeker pancarı verimi ortalama 60.1 ton/ha'dır. Ülkeler bazında en yüksek verim Fransa'da (85.5 ton/ha) olup, onu Almanya (81.8 ton/ha), ABD (74.4 ton/ha) ve Türkiye (63.2 ton/ha) izlemektedir. Rusya'nın şeker pancarı verimi ise 41.5 ton/ha ile dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Ancak, Rusya'nın geniş ekim alanları (994 bin ha) sayesinde şeker pancarı üretiminde ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2023).

2022 yılında Türkiye'de toplam 3 milyon dekar alanda şeker pancarı ekimi yapılmıştır. Bu alanın %31.14'ü Konya'da, %5.71'i Yozgat'ta ve %5.58'i Eskişehir'de bulunmaktadır. Aynı yıl, Türkiye'deki toplam 19.3 milyon ton şeker

pancarı üretiminin %35.45'i Konya'da, %6.32'si Yozgat'ta ve %5.54'ü Kayseri'de gerçekleştirilmiştir (Kanat, 2023).

Şeker pancarı genellikle ılıman iklimlerde yetişen bir mahsul olarak bilinir, ancak yeni dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi sayesinde tropik ve subtropik bölgelerde de potansiyel bir ürün haline gelmiştir. Şeker pancarı, yüksek şeker konsantrasyonu sayesinde verimli bir şeker ekstraksiyonu sağlar. Farklı iklim ve toprak koşullarına oldukça dayanıklıdır ve marjinal arazilerde de yetiştirilebilir. Bitki ıslah programları, besin değeri, şeker içeriği, verim ve hastalık/zararlı direncine odaklanarak seçim yapmıştır. Şeker pancarı, kök bitkisi olarak (Şekil.1.1) daha serin iklimlerde yetişir (Duraism vd., 2017).



Şekil 1.1. Şeker pancarı.

2.1.2 Şeker pancarı melası ve kimyasal yapısı

Melas, kristal şeker üretiminde elde edilen bir yan üründür ve şeker kamışı veya şeker pancarından rafine edilmemiş doğal bir tatlandırıcı olarak tanımlanabilir (Acan vd., 2020). Şeker pancarı melası, şeker pancarının işlenmesi sırasında elde edilen koyu renkli ve yoğun bir şuruptur. Bu ürün, son kristalizasyon aşamasından sonra ham şekerin ayrılmasıyla oluşur ve yaklaşık %80 oranında katı madde içerir (Filipčev vd., 2016).

Melasın bileşimi, yaklaşık %50 oranında şeker (çoğunlukla sakkaroz, az miktarda glukoz ve fruktoz) ve şeker dışı bileşiklerden oluşur. Şeker dışı bileşikler arasında Na, Ca, Mg, Na, Fe ve Cu gibi mineraller ile B grubu vitaminler, betain, kolin, alantoin, pürin, sitozin, guanozin, sitidin, laktik asit ve amino asitler gibi biyoaktif

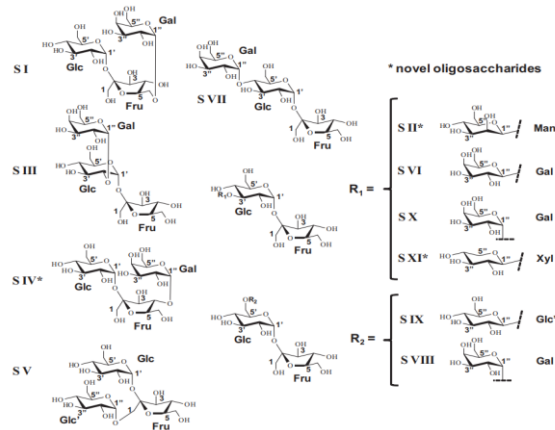
bileşikler bulunur ve melasın kendine has bir kokusu ve tuzlu bir tadı vardır. Melasın koyu rengi, Maillard reaksiyonları, Strecker bozunma ürünleri ve karamelizasyon süreçleri sonucu oluşan maddelerden kaynaklanır (Lević vd., 2005; Filipčev vd., 2016). Melas, pantotenik asit, inositol ve eser elementler gibi mikrobiyal büyümeyi destekleyen veya engelleyebilen bileşikler de içerir (Šarić vd., 2016).

Lević vd., (2006) yaptıkları çalışmalarında Sırbistan Kovačica'daki şeker fabrikasından temin edilmiş melası kullanmışlar ve şeker pancarı melasının kimyasal analizlerini Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) yöntemleri kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Şeker pancarı melasının kimyasal bileşimi ve bazı özellikleri için elde edilen veriler Çizelge 1.1'de sunulmuştur.

Çizelge 1.1. Melasın kimyasal bileşimi ve bazı özellikleri (Lević vd., 2006).

Sakkaroz içeriği, %	50.50
Nem içeriği, %	17.20
Kül içeriği, % k.m	13.92
Toplam azot, % k.m	2.21
İnvert şeker içeriği, %	1.45
pH	7.20
Betain	5.71
Renk I.U	16830

Abe vd., (2016) şeker pancarı melasından 11 farklı oligosakkarit izole etmiş ve izole edilen 11 oligosakkaritin, sakkaroz parçalarından oluşan trisakkaritler olduğunu doğrulamışlardır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Şeker pancarı melasından izole edilen sakkaritler I-XI yapıları (Abe vd., 2016).

2.1.3 Şeker pancarı melasının fonksiyonel özellikleri

Melas, biyokimyasal dönüşümlerde substrat olarak kullanılır ve endüstriyel ölçekte şeker pancarı melası, ekmek ve bira mayaları, etanol, sitrik asit, lizin ve monosodyum glutamat üretiminde fermentasyonlarda yaygın olarak kullanılır. Son araştırmalar, şeker pancarı melasının yüksek kuru madde içeriği sayesinde meyve ve sebzelerin ozmotik dehidrasyonunda hipertonic bir çözelti olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca, balık ve domuz etinin ozmotik dehidrasyonunda da etkili olduğu bulunmuştur. Melas, yüksek kuru madde içeriğine rağmen sıvı formda olması nedeniyle ozmotik dehidrasyon işlemlerinde teknolojik açıdan önemli bir avantaj sağlar. Şeker pancarı melasının çeşitli gıda uygulamalarında, ürün kabul edilebilirliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle, fırıncılık ve bisküvi endüstrilerinde, et endüstrisinde takviye olarak veya yüksek katı içeriği ve sıvı agrega durumu nedeniyle meyve, sebze, balık ve domuz etinin ozmotik dehidrasyonunda etkili bir hipertonic çözelti olarak kullanılabilir (Filipçev vd., 2015; Šarić vd., 2016).

Sarka vd., (2012) melasın etanol ve hayvan yemi üretimi ile diğer biyoteknolojik uygulamalarda kullanımını araştırmışlardır. Geliştirilen model ile melasın çeşitli endüstriyel ve biyoteknolojik uygulamalarda potansiyel kullanım alanları belirlenmiştir.

El-Geddawy vd., (2012) Mısır'da şeker pancarı melasının kimyasal bileşimini tespit ederek, gıda endüstrisindeki kullanılabilirliğini belirlemek için standartlar oluşturmayı hedeflemişlerdir. Refraktometre ile ölçülen çözünür katı madde içeriği %87.5 ila %90.5 arasında değişmiştir. Melasın ortalama %48'i sakkarozdan oluşmaktadır. Potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi mineraller yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Koprivica vd., (2009) şeker pancarı melası ve sakkaroz çözeltilerinde bulunan besin maddelerinin osmodehidratlı havuç kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Havuçlar, farklı konsantrasyonlardaki sakkaroz çözeltileri ve şeker pancarı melası ile 55°C'de osmotik dehidrasyona tabi tutulmuştur. Şeker pancarı melası, havuçların mineral içeriğini artırırken, sakkaroz çözeltileri mineral içeriğini azaltmıştır. Melas, havuçların besin değerini ve duyuşal özelliklerini iyileştirmiştir.

Koprivica vd., (2010) şeker pancarı melasının hayvan yemi üretiminde kullanımını artırmak için melasın çeşitli nişastalı ham maddelerle dehidre edilmesinin mümkün olup olmadığını araştırmıştır. Dehidre edilmiş melas ürünlerinin endüstriyel uygulamalarda daha kolay kullanılabileceği belirtilmiştir.

Nicetin vd., (2021) şeker pancarı melasının osmotik çözüm şeklinde kullanılarak bitkilerin antioksidan potansiyelini artırma etkisine bakılmıştır. Antioksidan, besin içeriği, çevresel ve ekonomik fayda ve sağlık üzerine etkilerine bakıldığında melasın gıda işleme süreçlerinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Acan vd., (2020) şeker üretiminin bir yan ürünü olan şeker pancarı melasını dondurmada hacim artırıcı ajan olarak kullanmayı araştırmıştır. Çalışmada, şeker yerine kullanılabilecek, püskürterek kurutulmuş şeker pancarı melası kullanmışlardır. Bu yenilikçi yaklaşım, maliyeti düşürmek, toplam fenolik madde içeriğini artırmak ve bazı kalite parametrelerini iyileştirmek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, gıda artıklarını yeniden kullanarak daha sağlıklı ve maliyet etkin seçenekler sunmayı hedeflemektedir. Çalışmanın sonucunda maltodekstrin gibi yaygın bir bileşenin ve püskürterek kurutma gibi yaygın olarak kullanılan bir teknik ile toz haline getirilerek dondurma bileşiminde sukroz ikamesi amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ergun ve Mutlu (2000) şeker pancarı melasından *Saccharomyces cerevisiae* kullanılarak etanol üretimi için bir istatistiksel model geliştirmiştir. Geliştirilen model, etanol üretim oranını tahmin etmek ve optimize etmek için kullanışlı bulunmuştur.

Chen vd., (2015) şeker pancarı melasından ultrason yardımlı ekstraksiyon kullanılarak fenolik bileşikler hazırlamıştır. İlk araştırmalar, ŞPM'nin alkol ve fermentasyon ortamı üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir. Son çalışmalar ise ŞPM'nin yüksek antioksidan, anti-inflamatuar ve anti-proliferatif aktiviteler sergilediğini ortaya koymuştur. ŞPM'nin biyoaktif bileşenleri arasında fenolikler, alkaloidler, tanenler, saponinler, terpenoidler, steroidler ve uçucu yağlar bulunur. Fenolik bileşiklerin yaşlanma karşıtı, anti-yorgunluk, anti-hipoksi, immünolojik, anti-radyasyon, anti-inflamatuar, anti-proliferatif ve hipoglisemik etkiler gibi çeşitli biyoaktiviteleri olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin bitkilerin

antioksidan ve antitümör aktivitelere katkıda bulunduğu birçok araştırma ile ortaya konmuştur. Antioksidanlar, serbest radikallerin temizlenmesi veya radikal oluşumunun önlenmesi yoluyla oksidan reaksiyonların zararlı etkilerini kısıtlayabilir. Bu çalışmanın temel amacı, ŞPM'daki fenolik bileşikleri ayırmak ve saflaştırmak, bu bileşiklerin yapısını tanımlamak ve biyoaktivitelerini incelemektir. Sonuçlar, ŞPM'nın fonksiyonel gıdaların hazırlanması için doğal bir antioksidan ve antitümör ajan kaynağı olduğunu göstermiştir.

Şeker pancarı melasının geleneksel şekilde kullanımının yanısıra, melas ilavesiyle besin değeri artırılmış gıda ürünlerinden sonra artan talepler, şeker pancarı melasının fonksiyonel ve güçlendirilmiş gıda üretimi için faydalı bileşenler dizisini tamamlama potansiyeli yüksek bir bileşen olduğu fikrine yol açmıştır. Melas, biyojenik elementlerin (potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum) ve birçok biyoaktif maddenin (proteinler, betain, glutamik asit, pürin ve pirimidin bazları, organik asitler, melanoidinler) konsantresidir. Çalışmanın sonuçları, şeker pancarı melasının gıda endüstrisinde bir bileşen olarak kullanılabileceğini ve tüketicilerin sağlık yararları açısından yeni ticari olanaklar sunabileceğini göstermiştir (Jevtić-Mučibabić vd., 2014).

2.1.4 Şeker pancarı melasının hububat ürünlerinde kullanımı

Jevtić-Mučibabić vd. (2014), şeker pancarı melasının besleyici ve biyolojik değerini inceleyerek, gıda endüstrisinde fonksiyonel ve zenginleştirilmiş gıdalar üretiminde kullanılabilişliğini araştırmışlardır. Şeker pancarı melasının çeşitli fizikokimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Melas, un bazında %5, %10, %15 ve %20 oranlarında eklenmiştir. Melas miktarı arttıkça bisküvilerin rengi koyulaşmış ve yapısı daha düzenli hale gelmiştir. Melasın eklenmesi, bisküvilerin çapını ve yayılma oranını artırmış, renk ve tat özelliklerini iyileştirmiştir. Ekmeklerde ise melas, un bazında %5, %10 ve %15 oranlarında eklenmiştir. %5 melas eklenen ekmekler, daha iyi bir renk ve tat profili sunarken, %15 melas eklenen ekmekler daha tatlı-acı bir kabuk yapısına sahip olmuştur. Ancak, yüksek oranlarda melas eklenmesi ekmek yapısında olumsuz etkilere neden olmuştur.

Lončar vd., (2022) dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen elma tozu ile şeker pancarı melası çözeltisinde ozmotik ön işleme üretilen elma tozunun muffinlere

katılmasının (%10, %20 ve %30) etkisini araştırılmışlardır. Şeker pancarı melası gibi endüstriyel bir yan ürünün, unlu mamullerin besleyici özelliklerini artırma olasılığı ile umut verici bir ozmotik çözüm olarak kullanılabileceği yenilikçi bir yönü ortaya çıkarılmıştır.

Filipcev vd., (2010) şeker pancarı melası bazlı bileşenlerle zenginleştirilmiş ekmeklerin kalite özelliklerini ve antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Elma, erik, havuç ve lahana gibi meyve ve sebzeler, şeker pancarı melasında osmotik olarak kurutulmuş ve bu tozlar beyaz buğday ekmeğine %5 ve %10 oranlarında eklenmiştir. Ekmeklerin mineral içeriği (özellikle potasyum, magnezyum ve kalsiyum) ve antioksidan potansiyeli önemli ölçüde artmıştır. En yüksek antioksidan artışı, erik ile yapılan ekmeklerde gözlenmiştir. Şeker pancarı melasının besin değerini artırmak ve fonksiyonel gıda olarak kullanılabilirliğini ve ekmeğe başarılı bir şekilde dahil edilebileceğini göstermektedir.

Filipcev vd., (2015) şeker pancarından elde edilen sıvı ve kuru melasın, glutensiz bisküvi hamurunun reolojik profili ve bisküvi kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. ŞPM'sı %10-50 oranında (un bazında) kullanılmıştır. Artan melas miktarı, hamurun yapısını zayıflatmış ve bisküvi yayılmasını artırmıştır. Sıvı melas, kuru melasa göre daha fazla yayılma sağlamış ve kuru melas, bisküvileri sertleştirirken, sıvı melas yumuşatmıştır. Melas, bisküvilerin besin değerini artırarak glutensiz diyetlerin besin dengesini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, farklı melas türlerinin bisküvi dokusu ve renginde çeşitlilik sağlayabileceği ancak, glutensiz hamur ve bisküvi üzerindeki etkilerini tam olarak anlamak için, farklı melas türlerinin rolünü daha ayrıntılı inceleyen ek çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Filipcev vd., (2016) şeker pancarı melasının glutensiz bisküvilerin besin ve fonksiyonel özelliklerini artırmak için bir bileşen olarak kullanılma potansiyelini incelemişlerdir. Melas eklenmesi, bisküvilerin mikro besin içeriğini ve antioksidan kapasitesini önemli ölçüde artırmıştır. Bisküvilerde potasyum, magnezyum, kalsiyum, demir, betain ve toplam fenolik madde gibi besin maddeleri artmıştır. Ayrıca bisküvilerde p-hidroksibenzoik asidin varlığına da katkıda bulunmuştur. Melas ilavesi, bisküvilerin hidroksimetil furfural içeriğini artırmış ancak sağlık açısından endişe yaratacak ölçüde bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. %30 melas

ilave oranında bile bisküvilerin genel kabul edilebilirlik değerin yüksek bir değerde olduğu görülmüş ve şeker pancarı melası glutensiz bisküvileri güçlendirmek için değerli bir bileşen olduğunu kanıtlamıştır.

Filipčev (2011) yapmış olduğu bir çalışmada elma, erik, havuç ve kırmızı lahana gibi meyve ve sebzeler şeker pancarı melasında osmotik dehidrasyona tabi tutulmuştur. Bu bileşenler, ekmek yapımında iki farklı dozda (düşük ve yüksek) kullanılmıştır. Ekmekler, kimyasal bileşim, antioksidan aktivite, tekstürel özellikler ve duyusal kalite açısından analiz edilmiştir. Melas ve osmotik dehidrasyon bileşenlerinin eklenmesi, ekmeklerin mineral içeriğini (özellikle potasyum ve kalsiyum) önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca, ekmeklerin antioksidan potansiyeli de artmıştır. Ancak, yüksek dozlarda eklenen bileşenler ekmeğin hacmini azaltmış ve sertliğini artırmıştır. Duyusal değerlendirmede, meyve bazlı bileşenler içeren ekmekler daha yüksek puan almıştır. Bu çalışma, melas ve melas bazlı bileşenlerin ekmek yapımında katma değer yaratma potansiyelini ortaya koymuştur.

Šimurina vd., (2017), yüksek soya unu içeriğine sahip ve şeker pancarı melası ile zenginleştirilmiş glutensiz ekmeğin kalitesini artırmayı amaçladıkları bir çalışmada formülasyona bezelye protein izolatu, bezelye lifi ve chia tohumları gibi besin değeri yüksek bileşenler kullanmışlardır. Melasın, glutensiz ekmek formülasyonlarında renk ve besin içeriğini artırmak için etkili bir bileşen olduğu belirtilmiştir.

Lević vd., (2005), şeker pancarı melasının farklı konsantrasyonlarda ilavesinin buğday ekmeği hamurunun reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Melas ilavesi, hamurun glutenini güçlendirerek ve hamurun enerji ve direncini artırarak reolojik özelliklerini değiştirmiştir. Melas ile zenginleştirilmiş ekmek, standart beyaz ekmeğe kıyasla farklı bir aroma ve tat profiline sahip olmasına rağmen, tüketiciler tarafından kabul edilir bulunmuştur. Melas ilavesi ekmek hacmini biraz azaltmış, kabuk rengi belirgin şekilde kızarmış ve iç kısmı iyi gelişmiş, elastik ve açık kahverengi olmuştur. Sonuçlar buğday unu ekmeğine melas ilavesinin ekmek kalite ve performansında iyileştirmeler sağladığını göstermektedir.

Lević vd., (2006), şeker pancarı melası eklenmesiyle zenginleştirilmiş ekmeklerin kalitesini ve raf ömrünü araştırdıkları çalışmada, melas eklenmesi, ekmeğin aroma ve tadını iyileştirmiş, ekmek verimini artırmış ve pişirme kayıplarını azaltmıştır. Ayrıca,

ekmeğin su içeriği azalmış ve asitlik derecesi artmıştır. %5 melas eklenmesi, ekmeğin raf ömrünü uzatmış ve kabuk rengini iyileştirmiştir. Ancak, daha yüksek melas oranları ekmeğin yapısını ve dokusunu olumsuz etkilemiştir.

2.2 Şeker Pancarı Lifi ve Hububat Ürünlerinde Kullanımı

Kristal şeker üretimi sırasında, şeker pancarından (*Beta vulgaris L.*) serbest şekerin alınmasından sonra geriye genellikle hayvan yemi olarak kullanım alanı bulan önemli bir yan ürün “şeker pancarı posası (ŞPP)” elde edilir. Şeker üretim endüstrisinde yaklaşık olarak bin kg şeker pancarından geriye artık olarak su içeriği %70-80 olan 250 kg kadar preslenmiş ŞPP (küspe) kalmaktadır (Thibault vd., 2001; Bogdanović vd., 2013; Minarovičová vd., 2018). Broughton vd. (1995) yaptıkları çalışmada, şeker pancarı posasının bileşiminde proteinlerin %9, sakkarozun %6, ligninin %4.5, çözünür ve çözünmeyen mineral maddelerin %7 ve yağın %0.5 yer aldığını, hemiselülozun %26, pektinin %24 ve selülozun %23 oranında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Sağlık otoriteleri 1970’li yıllardan bu yana, günlük 25-35g besinsel lif alınması gerektiği konusunda tavsiyelerde bulunmaktadırlar. Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği’ne göre (AACC, 2001), “kalın bağırsakta tam veya kısmi fermentasyon ile insan ince bağırsağında sindirime ve adsorpsiyona dirençli bitkilerin) yenilebilir kısmı” şeklinde tanımlanan besinsel lifler (BL, posa, diyet lif), polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin ve ilgili bitkisel maddeleri içermektedir

Ekmek günümüzde de insan beslenmesinde büyük öneme sahip olup, beslenme piramidindeki yerini korumaktadır. Ayrıca ham madde de yapılacak değişiklikler ile hem besin içeriği hem de biyolojik bakımdan değerli öğelerin yoksunluğunun giderilmesinde kullanılabilme potansiyeli mevcuttur (Filipovic vd., 2010). Ancak bilindiği üzere ekmek formülasyonlarına ilave edilen değişik BL’ler ekmeğin enerji değerini düşürürken, besin değerini artırmaktadır. Özboy ve Köksel (1997a, 1997b) yaptıkları çalışmalarda BL’in una ilavesinin hem hamur reolojik özelliklerinde hem de pek çok ekmek kalite özelliği üzerinde olumsuz kabul edilen etkilere sahip olduğundan bahsetmişlerdir. Šoronja-Simović vd., (2016) bu etkilerden bahsettikleri çalışmalarında, bunu ekmek hacminde düşme, koyu renkli ve sıkı bir ekmek içi

şeklinde tanımlarken, BL'in partikül boyutunun, kaynağının ve ilave edilen miktarın da önemi üzerinde durmuşlardır.

Şeker pancarı lifi (ŞPL) de şeker pancarı posasından üretilen önemli bir lif kaynağıdır. ŞPL üretimi için teknolojik prosedürlere ilişkin alınmış patentlerin de mevcut olduğu bilinmektedir (Broughton vd., 1995; Michel vd., 1988).

ŞPL hem yapısal özellikleri hem de bileşimi nedeniyle hububat kaynaklı besinsel liflerden farklılıklar göstermektedir. Öncelikle hububat lifleri gibi fitik asit içermemeleri onları mineral rezorpsiyonunu engellemedikleri için avantajlı kılarken, yüksek su tutma kapasiteleri de önemli bir diğer özellikleridir (Coundray vd., 1997; Cossack vd., 1992; Sandström vd., 1987). Fibrex de ticari olarak üretimi yapılan ve tüketiciler tarafından değişik kullanım avantajları nedeniyle bilinen, yaklaşık %67 oranında besinsel lif içeren önemli bir lif kaynağıdır. Bu lifin $\frac{3}{4}$ 'ü hemiselüloz ve selülozdan oluşurken, kalanı pektindir. Şeker pancarı lifi değişik gıda ürünlerine besinsel lif içeriğini artırmak için ilave edilmiş, lif ilavesinin gıdaların kalitesinde meydana getirebileceği değişiklikler tespit edilmiş ve bozulan kaliteyi iyileştirmek amacıyla neler yapılacağına ilişkin çok sayıda bilimsel araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalara örnek olarak et ürünlerinde, tarhanada, ekstrüde ürünlerde, makarnada, bisküvide ve ekmekte kullanımı verilebilir (Özbaş ve Özboy Özbaş, 2017).

Toplum beslenmesinde halen hububat ve ürünleri büyük önem taşımaktadır. Sağlık faydaları da gözönünde bulundurulduğunda besinsel lifçe zengin hububat ürünlerinin özellikle unlu mamül grubundaki ürünlerin önemi daha da artmaktadır. Ancak lif içeriği yüksek bileşenlerin una ilavesi hamurun işlenmesinde reolojik bazı sorunlar yaratmaktadır. Bunun sonucu olarak da ekmek hacmi düşmekte, ekmek içi özellikleri bozulmaktadır (Filipovic vd., 2010).

Besinsel liflerin hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkisi birkaç yaklaşımla açıklanabilir. İlkinde BL'lerin su tutma özellikleri sonucu hamur bileşenlerinin kullanabileceği suyun azalması ve doğal olarak gluten proteinlerinin dehidrasyonu için yeterli suyun ortamda kalmaması varken, ikincisinde BL'lerin hamurda oluşan gluten ağını fiziksel bir etki ile bozması yeralır. Benzer bir açıklama Pomeranz vd. (1997) tarafından da yapılmıştır. Una ilave edilen BL'ler gluteni seyreltmek suretiyle ekmek içi yapıları bozmakta ve bunun neticesinde ekmek hacmi düşmektedir.

Bahsedilen etkilerin neticesinde β -spiral yapının, moleküller arası β -pilili tabaka yapısına dönüşümü ile glutende konformasyonel değişiklikler oluşur ve hamurun viskoelastisitesinde düşmeyle sonuçlanır (Bock ve Damodaran, 2013; Skendi vd., 2009; Wang vd., 2002).

Fibrex (Denisco Sugar AB) ve başka BL kaynaklarının ekmek kalitesine etkisine bakıldığı bir çalışmada (Abdul-Hamid ve Luan, 2000), %5 Fibrex ilave edilerek üretilen ekmeklerin dışında kalan tüm lif içeren ekmek örneklerinin, BL içermeyen ekmekten daha sıkı bir tekstür özelliği verdiği tespit edilmiştir.

Rosell vd., (2006) yanıt yüzey metodolojisi kullanarak, orjinleri farklı BL'lerin tek başlarına ve/veya birarada una ilave edildiğinde elde edilen hamurların bazı reolojik özelliklerini araştırmışlardır. Burada, hamurda su absorpsiyonunda artış şeklinde en önemli etkiyi Fibrex sağlamıştır. Ayrıca, Fibrex'in tek başına kullanımında hamur yoğurma özellikleri üzerinde en önemli etkiyi gösterdiği, bezelye türevli liflerle (Exafine ve Swelite) birarada kullanılması durumunda ise sinerjistik ve/veya antagonistik etki gösterdiği de gözlenmiştir.

Collar vd., (2006) bazı besinsel liflerin değişik oranlarda tek başlarına veya belirlenen oranlarda hazırlanan karışımları kullanılarak elde edilen hamurların bazı viskozimetrik özelliklerini incelemişler; diğer bir araştırmada ise Collar vd., (2007) light ekmek reçetesi hazırlarken farklı kaynaklardan temin edilen BL'ler kullanmışlar, partikül boyutu düşük olan F'in suyu daha iyi absorpladığı ve elde edilen hamurlarda pek çok hamur özelliğindeki bozulmanın önemli düzeyde bulunmadığı tespit edilmiştir.

Filipovic vd., (2007) bir çalışmada, ŞPL'ne ardışık işlemler uygulayarak (kurutma, öğütme, eleme, hidratlama ve presleme) hidratlı ancak modifiye edilmemiş ŞPL elde etmiştir. Öte yandan modifiye edilmemiş liflerin bir kısmı, 24 saat boyunca farklı pH değerlerindeki H_2O_2 'de bekletilmiş, nötralizasyon ve presleme sonrası homojen modifiye ŞPL üretilmiştir. Elde edilen modifiye ve modifiye olmamış ŞPL'lerin (%0 ila %15) hem hamur hem de ekmek verimi, ekmek hacmi ve ekmek içi özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar her iki ŞPL ilavesinin hamur ve ekmek verimini artırdığı öte yandan ekmek hacmi ve ekmek içi kalite değerlerini düşürdüğü

tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, şeker pancarı lifi için %15'i en üst ilave düzeyi olarak belirlerken, vital gluten için en üst ilave oranını %5 olarak öngörmüştür.

Filipovic vd., (2010) başka bir çalışmada, enginardan elde edilen farklı zincir uzunluğuna sahip inulinler ve Fibrex ilave edilmiş (%5) maya ile kabartılan hamurların fermentasyon ve dondurma prosesi sürecindeki davranışını araştırmışlardır.

Šoronja-Simović vd., (2010) ŞPL'nin ekmek kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, ŞPL içeren una değişik oranlarda katı yağ, süt tozu ve gluten ilave etmişlerdir. %5 katı yağ, %2 süt tozu ve %5 gluten ilavesinin ŞPL içeren unların ekmek kalitesini kabul edilebilir düzeye çıkardığını tespit etmişlerdir.

Mišan vd., (2016), ŞPL'nin H₂O₂ uygulaması sonucu antioksidan potansiyelindeki değişimi incelendiği bir çalışmada, biri Fibrex® olmak üzere diğerleri sülfirik asitle ekstrakte edilmiş ŞPP'dan işlenmemiş (NTF) ve alkali içinde H₂O₂ ile işlenmiş olan (TF) şeker pancarı liflerinin kullanmışlardır. Fibrex® analizlerde, NTF ve TF'la mukayese edildiğinde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip bulunmuşken, fenolik asitler içinde ferulik asit en baskın olanı bulunmuştur.

Shokrollahi ve Taghizadeh (2016) gerçekleştirdikleri çalışmada, hurma çekirdeğinin yağı alınmış tozu olan besinsel lif (HÇBL) ile Fibrex'i bazı kimyasal, fizikokimyasal ve ekmek pişirme özellikleri açısından incelemişlerdir. Ekmek sertliği bakımından %2.5 HÇBL içeren ekmek kontrol ekmeğinden farklı bulunmazken, duyu analizi sonuçlarına göre %5 Fibrex içeren ekmek hariç diğer tüm ekmekler kabul edilebilir şekilde değerlendirilmiştir.

Šoronja-Simović vd., (2016) KU ve şeker pancarı lifini buğday unu hamuruna ve ekmek formülasyonuna katmış, ardından ekmeklerin depolama sonrası (16 gün) mikrobiyolojik kalitesindeki değişimi de gözlemlemişlerdir. Üretilen ekmeklerin hem duyu hem de tekstürel özellikleri, ilave edilen BL'ler nedeniyle iyileşirken, ekmeklerin özgül hacminin arttığı, özellikle ŞPL ilavesinin daha ince ekmek içi tekstürüne sebep olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar birarada değerlendirildiğinde hem keçiyoynuzu unu hem de ŞPL ilavesinin hamur ve ekmek kalite özelliklerini önemli düzeyde bozmadığı görülmüşken, keçiyoynuzu ununun doğal koruyucu özelliği

nedeniyle 16 günlük depolama sonrası ekmeklerin mikrobiyolojik özelliklerinde de değişiklik tespit edilmemiştir.

Šoronja-Simović vd., (2021a) başka bir çalışmada, ŞPL ve keçiyoynuzu unu ilave edilmiş hamurları ekstensograf (Brabender) ve Kiefer mikro yöntemi ile reolojik davranışları bakımından incelemiştir. Bu amaçla una %0-20 KU ve %0-6 ŞPL ilavesiyle hamurlar elde edilmiş ve iki farklı reolojik metotla yapılan ölçümleri değerlendirdiğinde metotlar arasında mutlak korelasyonun doğrulanamadığını bu nedenle başka temel yöntemlere de ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Günümüzde birçok nedenle glutensiz (gluten free, GF) fırıncılık ürünlerine ilgi artmaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalarda yüksek BL içeren ŞPP ve elma posası GF ekmek üretiminde özellikle de çözünür ve çözünmez BL içeriklerinden kaynaklanan avantajları nedeniyle çalışılmışlardır (Jaime vd., 2002; Figuerola vd., 2005; Šoronja-Simović vd., 2016).

Djorjevic vd., (2018) yaptıkları bir çalışmada, değişik hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), ŞPL ve su ilave düzeylerini kullanarak mısır bazlı GF formülasyonları üzerine çalışmışlardır. ŞPL ve hidroksipropilmetilselüloz yeterli düzeyde su içeren hamurlarda, ekmek kalitesini olumsuz etkilemeden BL içeriğini artırmak suretiyle GF ekmek üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Djordjevic vd., (2019) HPMC, ŞPL ve elma lifini kullandıkları çalışmada, liflerin glutensiz hamurların ve ekmeklerin bazı özelliklerini nasıl etkilediğini incelemişlerdir.

Başka bir çalışmada, bisküvi formülasyonuna ŞPL (%7, 9 ve 11) ilavesinin bisküvilerin bazı fonksiyonel özellikleri, antioksidan aktiviteleri ve raf ömrü üzerine olabilecek etkilerini incelenmiştir. Bu amaçla ŞPP'dan, H₂SO₄ ile ekstraksiyon, ardından H₂O₂ ile muamale ve izleyen işlemler (kurutma, öğütme, eleme) sonrası işlenmiş (TF) üretilmiş ve ticari bir ŞPL olan Fibrex® ile karşılaştırmalı olarak çalışılmıştır. Fibrex® içeren bisküvi formülasyonlarının, TF ve TF içeren bisküvilerle kıyaslandıklarında daha yüksek antioksidan kapasite gösterdikleri ve raf ömürlerinin bu nedenle daha uzun olabileceği ve bu sonucun ferulik asidin varlığına bağlanabileceği belirtilmiştir (Sakać vd., 2011).

Šoronja-Simović vd., (2017) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada da, ŞPL'lerinin etanol ile ekstraksiyondan sonra bisküvi formülasyonunda kullanıldığında gösterdikleri antioksidan etkinin, ticari bir ŞPL olan Fibrex® ile karşılaştırılmasında, en yüksek antioksidan etkiyi Fibrex® içeren bisküviler göstermiştir.

Minarovičová vd., (2018) ise ŞPP tozu ve kereviz kökü tozunu %5, 7.5, 10 ve 20 oranlarında kullanarak makarna hamuru elde etmişler ve makarna üretmişlerdir. Buna göre, BL'lerin ilavesiyle su absorpsiyon değerleri yükselmiş, hamur stabilitesi ve hamur gelişme süreleri uzamıştır. ŞPP tozu ilavesi makarnaya kabul edilemez bir gri renk ve tat vermiştir. Özellikle duyu analizi sonuçları, kereviz kökü tozunun %10 gibi bir oranda makarnaya ilave edilebileceği sonucunu göstermiştir.

Görüldüğü üzere daha önce gerçekleştirilen araştırmalar çoğu kez, BL'lerin uygunluklarını belirlemek için değişik orijine sahip BL'lerin bireysel olarak una ilave edildiği çalışmalar şeklindedir. Ancak, aslında değişik BL'lerin birarada kullanıldığında, olası olumsuz etkilerinin başedilebileceği ve/veya hamur reolojik özellikleri, hamur işlenebilirlik, gaz tutabilme ve ekmek kalite özelliklerinin de iyileşebileceği tespit edilmiştir (Rosell vd., 2006).

Sunulan yüksek lisans tez çalışmasıyla,

- kristal şeker üretiminde önemli bir artış olan ŞPM'nin ekmek hamurlarının reolojik özelliklerine etkisini tespit etmek,
- ŞPM'nin hamur reolojisinde oluşturacağı beklenen olumsuz etkiyi BL'ce zengin ŞPP'den üretilen şeker pancarı lifinin (Fibrex, F) değişik oranlarda ilavesiyle iyileştirebilme olanağını tespit etmek,
- uygun bir ekmek yapma yöntemiyle elde edilen reolojik özellikler ışığında ŞPM ve F'i farklı oranlarda birarada reçetelerden ekmek üretimi gerçekleştirmek,
- elde edilen ekmeklerin belirlenmiş bazı ekmek yapım parametrelerini tespit etmek,
- değişik oranlarda F ilavesi ile denemeler yaparak ŞPM içeren ekmeklerin tüketici tarafından kabul edilebilir bulunabileceği ideal eklenme düzeyini belirleyebilmektir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Yüksek lisans tezinde kullanılan ekmeklik un Çevikler Un Sanayi (Konya, Türkiye)’den temin edilmiştir. Reolojik analizlerde ve ekmek üretiminde kullanılan rafine iyotlu sofrata tuzu (Carrefour- Öykü Gıda Mad. Paz. ve Tic. Ltd. Şti., Ankara), yaş hamur mayası (Pak Gıda Üretim ve Pazarlama A.Ş., Düzce) ve su (Badem Pınarı, Kırşehir) piyasadan satın alınmıştır. Şeker pancarı lifi Almanya’da satın alınmıştır (Fibrex Finax (F) (Strömald, İsveç). Şeker pancarı melası (iletkenlik kül miktarı 11.40 g/100bx, yoğunluğu 1.219 g/cm³, kuru madde miktarı %81.61 (S), nem miktarı %18.39, polar şeker yüzdesi (P) 49.05, aralık yüzdesi (Q) 60.10 ve pH değeri 8.0 olan) Türk Şeker A.Ş. (Ankara, Türkiye)’den sağlanmıştır. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifine ilişkin fotoğraflar Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Şeker pancarı melası (TürkŞeker, Ankara).



Şekil 3.2. Şeker pancarı lifi (Fibrex, Finax, İsveç).

3.2 Yöntem

3.2.1 Ham maddelerde yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler

3.2.1.1 Ekmeklik buğday ununda yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler

Tez çalışmasında kullanılan ekmeklik buğday ununda nem miktarı AACCI Metot No: 44-15A, kül miktarı AACCI Metot No: 08-01, yaş öz (yaş gluten) miktarı AACC Metot No: 38-11, gluten indeks tayini AACC Metot No:38-12, Zeleny sedimentasyon değeri AACC metot No:56-60A, düşme sayısı (Falling Number) değeri AACC Metot No: 56-81B'e göre belirlenmiştir (AACC, 2000). Unda modifiye sedimentasyon değeri Köksel vd., (2000)'de verilen yöntem kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.1.2 Şeker pancarı melasında yapılan kimyasal ve fizikokimyasal analizler

Tez çalışmasında kullanılan şeker pancarı melasında (ŞPM) ICUMSA metotlarına göre, iletkenlik külü SI Analytics Lab. 970 kondüktümetrik kül cihazında (Türkiye), refraktometrik kuru madde miktarı (Bx) Abbemat® Digital Automatic refractometre (Dr. Kernchen, Almanya) cihazında, polar şeker yüzdesi (P) Polartronic M202 (Schmidt Haensch, Almanya) cihazında, pH değeri WTM GmbH pH 3210 portatif pH metre (Almanya) cihazı kullanılarak ölçülmüş, arılık yüzdesi (Q) şeker yüzdesinin kuru madde yüzdesine bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Analizler Türk Şeker A.Ş. (Ankara, Türkiye)'de yapılmıştır.

3.2.1.3 Şeker pancarı lifinde (Fibrex) partikül boyut dağılım analizi

ŞPL (Finax Fibrex, İsveç)'ne ait partikül boyut dağılım analizi, 150µm, 212µm ve 500µm test elekleri ile laboratuvar test cihazı (Retsch D-5657, Germany) kullanılarak yüzde (% w/w) tespit edilmiştir.

3.2.1.4 Renk analizi

Ekmeklik buğday unu, şeker kamışı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifinde (Finax Fibrex, İsveç), L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı-(-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı-(-) mavi] Konika Minolta CM-3600d (Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.2 Hamur reolojik analizleri

Araştırmada un karışımlarının reolojik  zellikleri Absograf 500 (Bastak Teknoloji Sistemleri Ltd. şti., Ankara, Türkiye) test cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Firma geliştirdikleri cihazın sonuçlarının, “Farinograf” cihazıyla karşılaştırılabilir ve eşdeğer olduğunu belirtmektedirler (Ceylan, 2024) (şekil 3.3).



şekil 3.3. Absograf 500 test cihazı.

Absograf 500 cihazı, un ve un karışımlarının % su absorpsiyon değeri ve bu karışımlardan elde edilen hamurların bazı reolojik özelliklerini belirlerken, Resistograf 500 cihazı için hamur hazırlama işlemi de yapabilmektedir.

Çalışmaya başlamadan önce yapılması gereken  n hazırlıklar ve grafik üzerinden elde edilen gelişme süresi, stabilite, yumuşama derecesi, farinograf kalite sayısı (FQN) değerlerinin değerlendirilmesinde Ceylan (2024)’den yararlanılmıştır.

Araştırmada hazırlanan karışım örneklerinden (un, un-şPM ve un-F), hazırlanan hamurlara ait bazı değerlerin belirlenmesinde, “Ekstensograf” cihazıyla sonuçları karşılaştırılabilir ve eşdeğer olduğu firma tarafından belirtilen, bilgisayar destekli Resistograf 500 (Bastak Teknoloji Sistemleri Ltd. şti., Ankara, Türkiye) test cihazı kullanılmıştır (şekil 3.4).



Şekil 3.4. Resistograf 500 test cihazı.

Ölçüm işlemleri öncesi ön hazırlıklar ile Resistograf 500 grafiklerinden elde edilen parametrelerin değerlendirilmesinde Ceylan (2024)'den yararlanılmıştır.

Bu testle hazırlanan hamurların reolojik özelliklerini belirlemeye yetecek analiz süreleri verilerek belli konsistensteki hamurlara ait Resistograf 500 grafikleri paralel olarak elde edilmiş ve 135. dakikadaki ölçümlere ait değerler analiz edilmişlerdir (Elgün vd., 2015).

3.2.3 Ekmek yapma denemesi ve ekmek kalite özelliklerinin belirlenmesi

3.2.3.1 Ekmek yapma denemesi

Hazırlanan karışım örneklerinden “Doğrudan Hamur Yapma Yöntemi”ne (Straight Dough Method) uygun olarak ekmek üretimi yapılmış (iki tekrarlı) ve ekmeklik özellikleri belirlenmiştir. Ekmek üretim metodu belirlenirken, Türkiye’de pratikte ekmek üretiminde uygulanan formülasyon ve fermentasyon sürelerine uygun olabilecek ekmek üretim metodu tercih edilmiştir.

Ekmek yapma denemesinde, Ceylan (2024)'de belirtilen deneme metodu kullanılmıştır. Un ve un karışımlarına ilave edilecek olan su miktarları Absograf 500 cihazı kullanılarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

3.2.3.2 Ekmek kalite özelliklerinin belirlenmesi

Ekmek yapım kalitesi (EYK);

Ekmeklerde ağırlık ve hacim analizi: Hazırlanan ekmeklerde ağırlık (EA) ölçümleri, ekmekler fırından çıktıktan en az 1 saat sonra yapılmış, sonuçlar gram cinsinden verilmiştir. Ekmek hacim (EH) ölçümleri buğday ile yer değiştirme ilkesi kullanılarak elde edilmiştir.

Ekmek yoğunluğu ve spesifik hacim analizi: Üretilen ekmeklerin yoğunluğu (EY, g/cm³) numunenin ağırlığının numunenin hacmine bölünmesiyle belirlenmiştir. Spesifik hacim (SH, cm³/g) numunenin hacminin numunenin ağırlığına bölünmesiyle tespit edilmiştir (Elgün vd., 2015).

Ekmeklerde pişme kaybı analizleri: Hamur pişirilmeden önce ve ekmekler pişirildikten sonra tartılmış ve ekmek örneklerinin pişme kaybı (PK) yüzdesi (%) olarak hesaplanmıştır. Denklemlere göre hesaplanır (3.1).

$$\% \text{ Pişme Kaybı} = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (3.1)$$

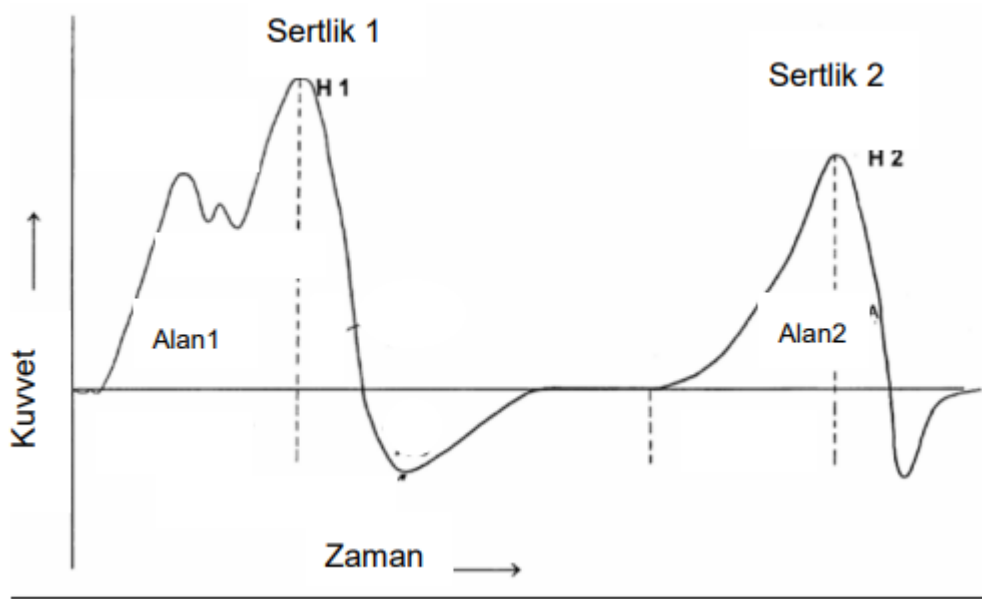
Burada; A= Hamur ağırlığı; B= Ekmek ağırlığı

Ekmeklerde a_w tayini: Ekmeklerin su aktivitesi (a_w) ölçümleri AquaLab (Model Series CX2, Decagon Devices Inc., ABD) marka cihaz kullanılarak 25°C’de gerçekleştirilmiştir.

Ekmeklerde tekstür analizi: Ekmeklerin tekstürel özellikleri (Tekstür Profil Analizi-TPA), pişirildikten 24 saat sonra, maksimum yük 5 N ve 55 mm/dk yaklaşma hızında, 35 mm çapında alüminyum disk kullanılarak Tekstür Analiz cihazında (Lloyd-TA-Plus, West Sussex, İngiltere) oda sıcaklığında ölçülmüştür. Hazırlanan ekmekler 12.5 mm kalınlığında dikkatlice dilimlenmiştir. Ölçüm yapmak için, 2 dilim ekmek üst üste konulmuştur. Cihazda ekmek dilimlerinin %25 oranında sıkıştırılması için gerekli olan kuvvet (N) tespit edilmiştir. Cihaz ölçümü iki ardışık sıkıştırma gerçekleştirilerek yapmaktadır. Sonuçlar iki ölçümün ortalamasıdır. Uygulanan kuvvet sonucu tekstür özelliklerinden; sertlik, koheziflik, esneklik,

sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve katılık olmak üzere altı parametre değeri elde edilmiştir.

Örnek bir Tekstür Profil Analizi kuvvet-zaman diyagramı Şekil 3.5’de verilmiştir (Ünüvar, 2013). Ekmeklerin tekstür profil analizinde ölçülen parametrelerin anlamları sertlik (hardness: N) analiz edilen ekmeğin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken maksimum kuvvettir. Koheziflik (cohesiveness) ikinci sıkıştırmada elde edilen alanın ilk sıkıştırmadaki alana oranıdır. Ekmek örneğinin deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı esneklik (springiness: mm) olarak tanımlanmaktadır. Sakızımsılık (gumminess: N) yarı katı ve çiğnenebilirlik (chewiness: Nmm) katı bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerjidir. Katılık (stiffness: N/mm) değeri analiz edilen örneğin deformasyona karşı gösterdiği direnci ifade etmektedir.



Şekil 3.5. Örnek Bir Tekstür Profil Analizi Kuvvet-Zaman Diyagramı (Ünüvar, 2013).

Ekmeklerde renk analizi: Ekmek kabuğu ve ekmek içinde renk değerleri (L^* , a^* ve b^*), Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB) formülüne göre, Minolta CM-3600d renk ölçer (Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olan bu formüle göre; L, 0=siyahtan 100= beyaza kadar olan açıklık-koyuluk, -a değeri yeşil, +a değeri kırmızı, -b değerleri mavi, +b sarı

renk yoğunluklarını göstermektedir. Ekmek örneklerinde (kabuk ve iç) dört farklı noktadan renk okuması yapılmıştır.

Renk değeri (Kroma, C^*), renk tonu (Hue açısı, h^0 , 0^0 - 360^0), net renk farkı (ΔE), ekmek içinde (crumb) beyazlık indeksi (WI-whiteness index) ve ekmek kabuğunda kahverengileşme indeksi (BI-browning index) değerleri, belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak formüllerden hesaplanmıştır (Francis, 1998; Palou vd., 1999; Hsue vd., 2003; Mokrzycki ve Tatol, 2011; Djordjević vd., 2019; Ceylan, 2024).

Duyusal analizler: On iki ekmek örneği plastik torbalarda oda sıcaklığında 24 saat muhafaza edildikten sonra ekmek içi rengi, ekmek içi gözenek yapısı, sertlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik ekmek kalite kriterlerince değerlendirilmiştir (Meral ve Karaoğlu, 2020). Ekmekler Anzaldúa-Morales (1994) tarafından belirtilen yöntemle göre hedonik skala kullanılarak, 1-15 skalasında (1 çok kötü, 7 orta, 15 çok iyi) puanlanmış ve ortalama değerler verilmiştir. Oniki katılımcı panel öncesinde ekmek kalite kriterlerinin bilimsel tanımları konusunda sözlü olarak bilgilendirilmişlerdir (Ceylan, 2024).

3.2.4 İstatistiksel analizler

Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi içeren un karışımlarında Resistograf 500 (135. dakika) ve üretilen ekmek numunelerinden elde edilen ölçüm sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi yapılmış ve istatistiksel olarak önemli bulunan varyasyon kaynaklarının ortalamaları “En küçük önemli fark” (Least Significant Difference: LSD) testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Araştırmada Kullanılan Ham Maddelerin Bazı Kimyasal, Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikleri ile Renk Değerlerine İlişkin Sonuçlar

4.1.1 Araştırmada kullanılan buğday ununun bazı kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar

Tez çalışmasında % protein miktarı k.m.'de en az 10.5 olan ekmeklik buğday unu ile çalışılmıştır. Veriler yüksek lisans tez çalışmasında kullanılan buğday ununun, Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine uygun (Anonim, 2018) bir ekmeklik un olduğunu göstermiştir (%13.2 nem içeriği, %0.72 (k.m) içeriği, 40 ml sedimentasyon ve 58 ml modifiye sedimentasyon değeri ile 325 s düşme sayısı değeri).

Köksel vd. (2000)'ye göre orta kalitede hamur elde edilebilmesi için una ilişkin yaş gluten değerinin %20-27 aralığında olması beklenir. Fermentasyon esnasında maya tarafından üretilen CO₂ gazının tutulması ve yüksek hacimli ekmek eldesinde gluten proteinlerinin önemi açıktır. Çalışmada kullanılan ekmeklik una ilişkin yaş gluten miktarı %25.7 olup, kaliteli ekmek üretimi için yeterli düzeyde olduğu değerlendirilmiştir.

Yüksek lisans tezinde ham madde olan un örneğinin sedimentasyon değeri (36 ml), gluten indeks değeri (%98), Zeleny sedimentasyon değeri (40 ml) ve modifiye Zeleny sedimentasyon değeri (58 ml) belirlenmiştir, sonuçlar ekmeklik un örneğinin gluten kalitesinin iyi olduğunu ve ekmek denemesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

4.1.2 Araştırmada kullanılan ekmeklik unun bazı Absograf 500 ve Resistograf 500 sonuçları

Ekmeklik buğday unundan hazırlanan kontrol örneğine ilişkin su absorpsiyon değeri (%63.6), gelişme süresi (0.9 dk), FQN değeri (23) ölçülmüştür. Protein miktar ve kalitesi yüksek olan ekmeklik unların % su absorpsiyon değeri ve gelişme süresi fazla çıkar. Gluten (yaş öz) miktar ve kalitesinin yüksekliği, gelişme süresi ve sonuçta yoğurma süresinin uzunluğuna neden olur (Ünal ve Boyacıoğlu, 1984). 135. dk'da elde edilen grafiğinden, maksimum direnç (R_m) değeri 358 FU ve elastikiyet

(E) değeri 92 mm tespit edilmiştir. Yukarıda verilen Absograf 500 ve Resistograf 500 verileri, kullanılan unun kalitesinin zayıf-orta düzeyde olduğunu göstermiştir (MEB., 2013).

4.1.3 Araştırmada kullanılan ekmeklik unun bazı renk değerlerine ilişkin sonuçlar

Yüksek lisans tezinde ham madde olan una ilişkin L^* (90.65), a^* (0.36) ve b^* (8.39) ölçümleri yapılmıştır. Kontrol örneğinin crumb color değerleri (ekmek içi) L^* (70.19), a^* (-0.49), b^* (14.52), C^* (14.53), h^0 (92) ve Beyazlık İndeksi değeri (66.78) ve crust color değerleri (ekmek kabuk) L^* (46.89), a^* (17.57), b^* (30.24), C^* (34.98) ve Esmerleşme İndeksi (122.85) belirlenmiştir.

4.1.4 Şeker pancarı melasının bazı kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar

Rafineriye gelen koyu şerbet içindeki şekerin tümünün tek bir işlemle kristallendirilmesi olanaksızdır. Bu nedenle tek kademede ayrılacak ana şurupta fazla miktarda kristallenebilecek şeker kalacaktır. Pratikte kristallendirme işlemi birkaç kademede yapılmaktadır. Her kademedен sonra kristallerinden ayrılan şurup tekrar pişirilmektedir ve bu işlemlerin sonucunda ‘melas’ denilen süzüntü elde edilmektedir (Çimen, 2010).

Çalışmada kullanılan şeker pancarı melasına ilişkin kül miktarı 11.40 g/100bx, melas yoğunluğu 1.219 g/cm³, kuru madde miktarı %81.61 (S), nem miktarı %18.39, polar şeker yüzdesi (P) 49.05, aralık yüzdesi (Q) 60.10 ve pH değeri 8.0 olarak tespit edilmiştir.

Çimen (2010) yaptığı çalışmada kullandığı şeker pancarı melasına ilişkin kuru madde miktarını %84.78, polar şeker yüzdesini 52.56, aralık yüzdesini 62.05 ve kül içeriğini (iletkenlik külü) %11.48 olarak belirlemiştir (Awad-Allah vd., 2004). Şeker pancarı melasına ilişkin farklı aylardaki işleme adımları sırasında ortalama pH değeri değişimini 8.7 ile 8.9 arasında tespit etmiştir. Aynı çalışmada hasat zamanının briks ve işleme aşamalarındaki saflığa etkisinin sırasıyla 80.65-81.34 ve 56.09-59.18 arasında değiştiği görülmüştür.

El-Geddawy vd., (2014) yaptığı çalışmada şeker pancarı melasına ait kuru maddeyi 80.93 brix, şeker içeriğini %49.0, arılık yüzdesini 60.55 ve kül içeriğini %12.18 olarak belirlemiştir. Bir başka çalışmada şeker pancarı melasının sakaroz içeriği %50.5, nem içeriği %17.20, kül içeriği (k.m. de) 13.92 şeklinde belirlenmiştir (Levic vd., 2005).

Saric vd., (2016) yaptığı çalışmada şeker pancarı melasının kuru madde içeriğinin %75.1-84.0, kül içeriğinin %8.7-12.6 arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu sonuçlar çalışmada kullandığımız şeker pancarı melasına ilişkin özelliklerin literatürle uyumlu olduğunu göstermiştir.

4.1.5 Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifinin renk değerlerine ilişkin sonuçlar

Yüksek lisans tezinde ham madde olan şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifine (Fibrex, F) ait ölçülen renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifinin renk değerleri.

Renk Değerleri	ŞPM	F
L^*	30.17	61.65
a^*	1.43	4.86
b^*	1.43	13.54

¹ ŞPM: Şeker Pancarı Melası, F: Fibrex

² L^* : (parlaklık), a^* : (kırmızılık ve yeşillik) ve b^* : (sarılık ve mavilik)

Tez çalışmasında kullanılan ŞPM’na ait renk değerleri $L^*=30.17$, $a^*=1.43$ ve $b^*=1.43$ ölçülmüştür. L^* değerinin 30.17 olması, şeker pancarı melasının oldukça koyu bir renge sahip olduğunu, melasın koyu kahverengi veya siyaha yakın bir renkte olduğuna işaret eder. a^* değerinin 1.43 olması, şeker pancarı melasının kırmızı-yeşil ekseninde hafif kırmızımsı bir ton taşıdığını gösterir. b^* değerinin 1.43 olması, şeker pancarı melasının sarı-mavi ekseninde hafif sarımsı bir ton taşıdığını gösterir. Pozitif (+) b^* değerleri sarı tonları, öte yandan negatif (-) b^* değerleri mavi tonlara karşılık gelir.

Kullanılan F’ye ait $L^*=61.65$, $a^*=4.86$ ve $b^*=13.54$ ölçülmüştür. Genel olarak çalışmamızda F için tespit edilen L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin Sêrês vd. (2005),

Ünlü (2017) ve Kılıcı (2019)'un gerçekleştirdikleri araştırma sonuçlarındaki F' ye ilişkin renk değerlerinin benzer olduğu görülmüştür.

4.1.6 Şeker pancarı lifine ilişkin partikül boyut dağılımı sonuçları

Finax Fibrex (F)'e ilişkin Retsch D-5657 (Almanya) laboratuvar test cihazı kullanılarak tespit edilen dağılım şu şekildedir: %0.25 150-212 μm , %10.09 212-500 μm ve %89.66 >500 μm . Rosell vd. (2006)'nın gerçekleştirdikleri çalışmalarında Fibrex (Nutrtec İspanya) kullanmışlardır. F'ye ilişkin partikül boyut dağılımının şu şekilde olduğunu tespit etmişlerdir; 200 μm üstü %0.2, 150 μm %2.3, 100 μm üstü %35.0, 75 μm üstü %13.9, 50 μm üstü %18.3 ve 25 μm üstü %29.1.

4.2 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Hamur Reolojisine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Yüksek lisans tezinde ham madde olan ekmeklik buğday ununa ŞPM ve F eklenmesinin hamurun bazı reolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.2. Farklı oranlarda şeker pancarı melası (ŞPM) ilave edilen unların bazı Absograf 500 değerleri.

Absograf 500 Değerleri	Şeker Pancarı Melası (%)		
	0	3	6
Su Absorpsiyonu (%)	63.6	62.1	60.2
Gelişme Süresi (dk)	0.9	1.1	1.1
Stabilite (dk)	1.2	12.5	13.2
FQN	52	16	7

¹FQN: Farinograf Kalite Sayısı

ŞPM eklenerek elde edilen örneklerde su absorpsiyonu (%62.1-60.2), gelişme süresi (1.1 dk), stabilite (12.5-13.2 dk) ve FQN (7-16) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). %3 ve %6 ilave oranlarında stabilite değerindeki artış ŞPM ilavesinin hamurun su tutma ve viskoelastik özelliklerini iyileştirdiğini hamur reoloji özelliklerini önemli düzeyde etkilediğini göstermektedir.

Lević vd., (2005) una eklenen şeker pancarı melas miktarı arttıkça (%5'den %15'e) su absorpsiyon değerinin sırasıyla %54.9, %52.9, %50.6, %47.9'a düşmüş, hamur gelişme süresi 1.3 dk'dan, 2.5dk, 2.0 dk ve 2.5 dk'ya ve stabilite değeri 1.0 dk'dan, 12.0 dk, 13.0 dk ve 12.5 dk'ya yükseldiğini tespit edilmiştir.

Bu yüksek lisans tezinde F ilavesi arttıkça % su absorpsiyon değeri %63.7-66.1, gelişme süresi 1-7.1 dk, stabilite 1.5-8.8 dk ve FQN 19-67 değerleri arasında değişirken, %6 F ilave edilmiş hamur numunesinde gelişme süresi 7.1 dk' ya yükselmiştir (Çizelge 4.3.).

Minarovićova vd., (2018) şeker pancarı lifi ilave oranı %5'den %20'ye arttığında, % su absorpsiyon değeri, gelişme süresi ve stabilite değerlerinin arttığını göstermişlerdir. Benzer şekilde ŞPL ilavesi hem % su absorpsiyon değerini hem de gelişme süresini %3 ilave oranında bile yükseltmiştir (Šoronja-Simović vd., 2016).

Rosell vd., (2006) F ilavesinin (%13) farinograf su absorpsiyonunu %47 artırdığını, ancak hamur gelişme süresinde önemli bir değişiklik yapmadığını, stabilite değerini %73.8 oranında düşürdüğünü belirlemiştir. Fibrex'in tek başına veya diğer liflerle birlikte kullanıldığında hamur yoğurma parametrelerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda şeker pancarı lifi (F) ilave edilen unların bazı Absograf 500 değerleri.

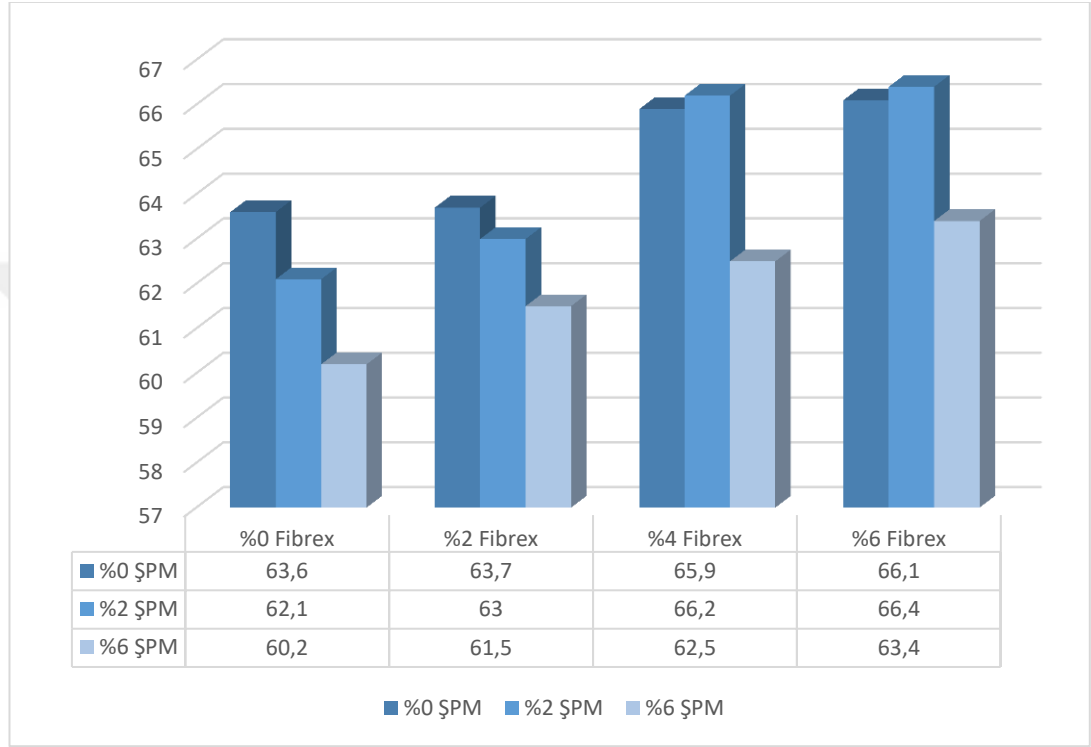
Absograf 500 Değerleri	Şeker Pancarı Lifi (%)			
	0	2	4	6
Su Absorpsiyonu (%)	63.7	63.7	65.9	66.1
Gelişme Süresi (dk)	1.1	1.1	1.1	7.1
Stabilite (dk)	1.5	1.5	4.2	8.8
FQN	67	67	26	19

¹ FQN: Farinograf Kalite Sayısı

Araştırmalar ekmeklik unlarda % su absorpsiyon değerinin düşük değerde olmamasını öte yandan hamur yoğurma süresinin de uzun olmaması gerektiğini göstermektedir. Eğer hamur uzun süre yoğrulmaya ihtiyaç duyarsa bu durum hem zaman hem de enerji israfına yol açacağından piyasadaki fırıncılar tarafından tercih

edilmezler. Kısa yoğurma süresi olan unlar ise genellikle düşük ekmek kalitesine sahiptir (Köksel vd, 2000).

Çalışmada % su absorpsiyon değerinin ŞPM ilave oranı yükseldikçe %63.6'dan 60.2'e düştüğü, F ilave oranı yükseldikçe %63.7'den 66.1'e yükseldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Su absorpsiyon (%) değeri üzerine şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifi (F) ilavesinin etkisi

Ekmeklik undan uygun nitelikte bir hamur elde edebilmek için absorplayabileceği su miktarını gösteren değer “su absorpsiyonu (%)” şeklinde ifade edilirken, hamurun yoğurulması için gereken optimum süre hamur “gelişme süresi” (dk), hamurun dayanıklılığı ise “stabilite” (dk) değeri olarak gösterilir. FQN, birçok parametrenin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir ve pekçok farinogram özelliğini tek bir değer olarak özetlemektedir (Çetiner vd., 2021).

Yürütülen çalışmada da literatürle uyumlu şekilde una ŞPM ilave oranı arttıkça % su absorpsiyon değerinin azaldığı, F ilave oranı yükseldikçe % su absorpsiyon değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Lević vd., 2005; Minarovićova vd., 2018; Rosell vd., 2006; Šoronja-Simović vd., 2016).

Değişik oranlarda ŞPM (%3-6) ve F (%2-4) içeren un karışımlarının; enerji, uzayabilirlik, sabit deformasyondaki direnç (R_s), R_1 oran değeri (R_s/E), R_2 maksimum oran değeri (R_m/E), belirlenmiştir. Bu değerler, una eklenen ŞPM ve F'nin hamurun belirli sürelerdeki reolojik değişimlerini göstermektedir. Bu tez çalışmasında da çoğu kez tercih edilen 135.dk değerleri analiz edilmiştir.

%0 Şeker pancarı melası ilave edilerek elde edilen örneklerde E (98-131 mm), A (95-118 cm²) ve R_5 (733-753 FU) değerleri ölçülmüş ve kontrol ile karşılaştırıldığında E, A ve R_5 değerlerinin yükseldiği söylenebilir. Bu parametrelerin artışı da hamurun daha iyi işlenebilirlik ve nihai ürün kalitesi açısından olumlu özellikler sergilediğini gösterir.

Resistograf 500 ile tespit edilen parametreler incelendiğinde, F eklenen hamur örneklerinde (ŞPM içermeyen) değerlerde rakamsal olarak artış görülmüşse de ilave oranı %2'den %6'ya değişirken artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır ($p>0.05$).

Buğday ununun EYK'si tespit edilirken, R_m/E oranının önemli olduğu bilinir (Köksel vd., 2000). A değerinin yüksek olması, hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermentasyon toleransının iyi olduğunu gösterir ve bu tür hamurların daha hacimli ekmekler üretebileceği beklenir. Ayrıca, R_m ve R_5 değerleri hamurun dayanıklılığı hakkında bilgi sağlar.

Lević, vd., (2005) yaptıkları bir çalışmada melas ilavesinin hamurun reolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. %5 melas ilavesiyle A değeri 139 cm², %10 melas ilavesiyle 163 cm² olarak ölçülmüştür. %5 melas ilavesiyle R_s 570 EJ, %10 melas ilavesiyle 780 EJ olarak ölçülmüştür. %5 melas ilavesiyle E değeri 138 mm, %10 melas ilavesiyle 133 mm olarak ölçülmüştür ve oran değeri ise %5 melas ilavesiyle 4.13, %10 melas ilavesiyle 5.86 ve %15 melas ilavesiyle değerlerin ekstensograf ölçüm aralığını aştığı tespit edilmiştir.

Šoronja-Simović vd., (2016), ŞPL (%3) içeren hamurların enerji, uzamaya karşı direnç değerinin ve oran sayısının yükseldiğini, eksensibilite değerinin ise düştüğünü gözlemlemiştir. Diğer bir araştırmada Šoronja-Simović vd., (2022), KU, ŞPL ve ŞPM ilavesinin tek başına veya birarada kullanıldıkları durumlarda, hamur ve ekmek

için belirlenen bazı parametreleri nasıl değiştirdiği araştırılmıştır. ŞPL eklendikçe R_5 değeri artarken, E parametresinin azaldığı görülmüştür.

ŞPM ilave oranının %3 olduğu ancak F ilave oranlarının arttığı (%0 dan %6'ya) örneklerde enerji değeri $88-112 \text{ cm}^2$, sabit deformasyondaki direnç değeri 586-797 BU ve elastikiyet değerleri 98-133 mm arasında ölçülmüştür. Tüm değerlerde yükselme gözlenmiştir. Ancak artış kontrole göre olurken, F ilave oranı arttıkça değişimin önemli olmadığı söylenebilir (Çizelge 4.4).

ŞPM ilave oranının %6 olduğu ancak F ilave oranlarının arttığı (%0 dan %6'ya) örneklerde enerji değeri $82-132 \text{ cm}^2$, sabit deformasyondaki direnç değeri 584-1044 BU ve elastikiyet değerleri 99-118 mm arasında ölçülmüştür. Tüm değerlerde yükselme gözlenmiştir. Ancak artış kontrole göre olurken, F ilave oranı arttıkça A , R_5 ve R_m değerlerindeki değişimin önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Šoronja-Simović vd., (2022) yaptıkları çalışmada şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifinin birlikte eklendiği keçiyoynuzu ununun olmadığı örneklerdeki kontrol ununa göre A değeri %3 ŞPM ve %10 F ilavesinde 120.0 cm^2 den 95.5 cm^2 'e, %6 ŞPM ve %5 F ilavesinde 57.5 cm^2 'e düştüğü görülmüştür. R_5 değerinin 420 EU'dan %3 ŞPM ve %10 F ilavesinde 845 EU'a, %6 ŞPM ve %5 F ilavesinde 1000 EU'a yükseldiği tespit edilmiştir. E değerinin ise 157'den %3 ŞPM ve %10 F ilavesinde 90'dan, %6 ŞPM ve %5 F ilavesinde 112'e düştüğü tespit edilmiştir.

%3'den %6'a ŞPM ilaveli unlara %2'den %6'ya F eklendiğinde genel olarak Resistograf 500 değerlerinde kontrol örneğine göre değişiklik olduğu, F ilave oranı arttıkça değişikliğin çoğu kez yükselme şeklinde olduğu ancak yükselmenin önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Elastikiyet ve mukavemet açısından hamurun dayanıklılığı, uzamaya karşı gösterdiği dirençle ölçülür. Hamurun uzamaya karşı daha fazla direnç göstermesi, onu koparmak için daha fazla kuvvet gerektiği anlamına gelir. Uzama yeteneği ise hamurun elastikiyetini ve kopmadan ne kadar uzayabileceğini ifade eder (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilen unların bazı Resistograf 500 değerleri.

İlave oranı (%)		A	R ₅	E	R _m	R ₁	R ₂
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi						
0	0	38b	349b	92b	358b	3.9c	3.9b
0	2	118a	733a	131a	800a	5.6bc	6.1a
0	4	99a	753a	105ab	817a	7.3ab	7.9a
0	6	95a	742a	98ab	781a	7.6a	8.0a
LSD		51.887	268.012	35.229	295.731	1.750	2.024
3	0	88a	586b	133a	642b	4.8b	5.3b
3	2	88a	704a	98b	772ab	7.2a	7.9a
3	4	112a	797a	109ab	861a	7.3a	8.3a
3	6	108a	774a	105ab	868a	7.4a	8.3a
LSD		ns	103.131	34.160	139.176	1.628	1.552
6	0	82b	584b	118a	606c	4.9c	5.1c
6	2	83ab	623b	115a	675c	6.6bc	6.6bc
6	4	113a	839ab	110a	902b	7.7b	8.2b
6	6	132a	1044a	99a	1129a	10.7a	11.5a
LSD		29.153	260.560	ns	208.738	2.376	2.277

¹ Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır

²A: Enerji (Alan, cm²), R₅: Sabit Deformasyondaki Direnç (FU), E: Elastikiyet (Uzama Kabiliyeti, mm), R_m: Maksimum Direnç (FU), R₁: R₅/E (Oran Değeri), R₂: R_m/E (Maksimum Oran Değeri), FU: Farinograf Unit, ns: not significant

Uzama direnci ve uzayabilirliği, unun gluten gücünü ve ekmek yapma kapasitesini belirlemede önemli bir rol oynar. Ayrıca, hamurun fermentasyon sırasında oluşan karbondioksit gazını tutma yeteneği hakkında bilgi verir. Hamurun uzama direnci ve uzayabilirliği ne kadar fazla bir değerde ise ölçülen ekmek hacim değerlerinin de yükseldiği tespit edilir (Çetiner vd., 2021).

4.3 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmek Yapım Kalite Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifinin (F) farklı oranlarda eklenerek ekmek yapım kalitesi (EYK) özelliklerine olan etkileri Çizelge 4.5'de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin bazı ekmek yapım kalite özellikleri üzerine etkileri.

İlave oranı (%)		HA	EA	EH	h	EY	SH	PK
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi							
0	0	245.28b	218.49a	875a	11.15a	0.25a	4.00a	10.92a
0	2	245.00b	219.87a	846a	10.75a	0.26b	3.85a	10.29a
0	4	247.30ab	221.99a	775b	10.60a	0.29a	3.49b	10.23a
0	6	248.42a	223.30a	765b	10.45a	0.30a	3.43b	10.12a
LSD		2.993	ns	42.833	ns	0.014	0.219	ns
3	0	242.54a	218.80a	795b	9.65a	0.28b	3.64b	9.78a
3	2	242.55a	218.55a	820a	10.0a	0.27b	3.75a	9.81a
3	4	245.26a	221.61a	723c	9.20a	0.31a	3.27d	9.65a
3	6	245.32a	220.28a	730c	9.70a	0.31a	3.32c	10.21a
LSD		ns	ns	20.237	ns	0.014	0.047	ns
6	0	239.01b	215.01a	705a	9.60a	0.31b	3.28a	10.04a
6	2	240.10ab	217.27a	618b	9.05b	0.35a	2.85b	9.51a
6	4	242.29a	219.98a	570b	8.95bc	0.39a	2.60b	9.21a
6	6	242.74a	219.12a	580b	8.75c	0.38a	2.65b	9.73a
LSD		2.885	ns	50.293	0.260	0.037	0.308	ns

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

² EYK: Ekmek yapım kalite, HA: Hamur ağırlığı (g), EA: Ekmek ağırlığı (g), EH: Ekmek hacmi (cm^3), h: Yükseklik (cm), EY: Ekmek yoğunluğu (g/cm^3), SH: Spesifik hacim (cm^3/g), PK: Ekmek pişme kaybı (%), ns: not significant

Ekmek hacmi (EH) genellikle kaliteyi, spesifik hacim (SH) ise ekmeğin bayatlamasının gecikmesini belirleyen bir kalite parametresi olarak kabul edilir.

ŞPM içermeyen ve artan oranlarda F ilavesiyle hazırlanan hamurlarda HA değerlerine baktığımızda kontrol örneğine göre değerlerde artış görülmüştür ve artışın ilave oranı %0'dan %6'ya değişirken istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu artışın nedeni, una F eklendiğinde farinograf ile belirlenen % su absorpsiyon değerinin yükselmesidir. Ekmek ağırlığı (EA) değeri de F ilave oranı artıkça artmıştır ancak yükselme istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ekmek ve benzeri fırın ürünlerinin kalitesini belirlemede EH ve SH önemli parametrelerdir. Spesifik hacim (SH), ekmek hacminin ağırlığa bölünmesiyle hesaplanır. F miktarı arttıkça, EH ve SH değerlerinin sırasıyla 875 cm³'den 765 cm³'e ve 4.0 cm³/g'dan 3.43 cm³/g'a doğru azaldığı belirlenmiştir. Besinsel lif ile gluten hamurda birarada bulunduğu gluten network'ünde meydana gelen değişiklikler gaz tutma kabiliyetini düşürürerek hamurun, sonuçta da ekmeğin hacmi ve spesifik hacim değerlerini düşürebilir.

Pişme kaybı (PK) değeri F ilavesi %0-6 oranında arttığında azalmıştır. Ancak bu rakamsal azalma istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Fırın sürecinde hamurun ekmeğe dönüşümünde hamurdaki nemin bir kısmının uzaklaştığı görülür. İzleyen süreçte fırın ürünlerinde bayatlama olarak tanımlanan değişiklikler hızlanır.

Yüksek lisans tezinde F ilavesi %2'den %6'ya arttıkça sadece EH, EY ve SH'de istatistiksel olarak önemli bir azalış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Diğer EYK parametrelerdeki değişiklikler ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Abdul-Hamid ve Luan (2000) %5 ve %10 oranında F ilave ettikleri ekmeklerde EH değerlerinin önemli düzeyde düştüğünü ölçmüşlerdir.

El-Adly ve El-Gendy (2009) yürüttükleri araştırmalarında, artan oranlarda ŞPL kullandıklarında hem hamur hem de ekmek ağırlığının önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar Sereş vd. (2005)'in gerçekleştirdikleri çalışmalarında da görülmüştür. ŞPL ilavesi (%5) hem ekmek ağırlığını hem ekmek hacmini artırmıştır.

Šoronja-Simović vd., (2016) ise ŞPL ilavesinin tek başına ekmek hamuruna ilave edildiğinde üretilen ekmeğin SH değerini önemli düzeyde düşürdüğünü raporlamıştır.

Šoronja-Simović vd., (2010) başka bir araştırmada, yürütülen bu yüksek lisans tezinde elde edilen bulgulara benzer şekilde, ŞPL eklenmiş ekmeklerde EH değerlerinin düştüğünü ve crumb değerlerinin (ekmek içi özelliklerinin) olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir.

El-Adly ve El-Gendy (2009) değişik oranlarda ŞPL ilavesinin tava ekmeği kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, ŞPL ilavesiyle HA, EH ve EA değerlerinin arttığını ayrıca ekmek kalitesinde olumlu değişiklikler tespit etmişlerdir.

Soronja-Simovic vd., (2016) ŞPL (%3) içeren ekmeklerin, SH değerinde dūřme eğilimi tespit etmişlerdir. Ekmek hacmindeki bu azalmanın, gluten miktarının seyreilmesi ve ekmek içi yapısındaki değişikliklerle ilişkili olduğu, bunun da CO₂ tutumunda azalmaya ve dolayısıyla hacim dūřüşüne neden olduğu belirtilmiştir (Pomeranz vd., 1977).

Çizelge 4.5'e baktığımızda, ŞPM ilave oranının %3'de sabit olduğu ancak F ilave oranının yükseldiği formüllerden üretilen ekmeklerde EYK değerleri incelendiğinde, ekmek hacim ve spesifik hacim değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır ($p<0.05$). Ekmek hamur ağırlığı, ekmek ağırlığı, ekmek yüksekliği ve pişme kaybı değerleri ise F ilavesinin artması durumunda istatistiksel olarak önemli düzeyde değişiklik göstermemiştir ($p>0.05$).

ŞPM ilave oranının %6'da sabit olduğu ancak F ilave oranının yükseldiği formüllerden üretilen ekmeklerde EYK değerleri incelendiğinde, F ilavesi arttıķa hamur ağırlığının istatistiksel olarak önemli düzeyde değişiklik gösterdiği ($p<0.05$) görölmüştür. Ekmek ağırlığı değerindeki değişiklik istatistiksel olarak önemli bulunmazken, ekmek hacim değeri önemli düzeyde dūřmüř ve değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

PK değerlerinde istatistiki olarak önemli bir değişikliğin olmamasının nedeni ŞPM'nın yüksek su tutma kapasitesine sahip olması olabilir. Bu, pişirme sırasında ekmeğin nemini korumasına yardımcı olur ve böylece pişirme kaybını azaltır. Ayrıca ŞPM, yüksek şeker içeriği sayesinde hamurun suyu daha iyi tutmasını sağlar. Bu da pişirme sırasında su kaybını azaltarak ekmeğin daha nemli kalmasına yardımcı olur. Formölasyondaki ŞPM ilave oranı yükseldikçe ekmek yoğunluğu değerinde artış ekmek yüksekliği değerinde ise azalma eğilimi tespit edilmiştir.

Lević vd., (2006) yapmış oldukları çalışmalarında, ŞPM ilavesinin ekmek kalite özelliklerine etkisini incelemişlerdir. ŞPM ilavesi ekmek hacim değerini kontrol

ekmeğinde 1700 ml iken, ŞPM ilave oranı arttıkça %5'te 1370 ml, %10'da 1170 ml ve %15'te 1010 ml'ye düşürmüştür.

Šoronja-Simović vd., (2022) de yaptıkları çalışmada kontrol ununda 4.19 cm³/g olan spesifik hacim değerinin, %3 melas ilavesinde 3.50 cm³/g'a ve %6 melas ilavesinde 3.80 cm³/g 'a düşürdüğü ölçülmüştür.

Değişik oranlarda ŞPM (%0, %3 ve %6) ve F (%0, %2.0, %4.0 ve %6.0) ilavesiyle hazırlanan ekmeklere ait ekmek içi ve kabuğuna ilişkin fotoğraflar aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).

Farklı ilave oranlarında şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi (Fibrex) içeren ekmeklere ilişkin ekmek içi görünüşleri EK A'da verilmiştir.

% 0 ŞPM



% 0 F

%2 F

%4 F

%6 F

Şekil 4.2. %0 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünüşleri.

% 3 ŞPM



% 0 F

%2 F

%4 F

%6 F

Şekil 4.3. %3 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünümleri.

% 6 ŞPM



% 0 F

%2 F

%4 F

%6 F

Şekil 4.4. %6 oranında şeker pancarı melası (ŞPM) ve %0, %2, %4 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi (Fibrex, F) ilave edilerek üretilmiş ekmeklerin ekmek içi ve ekmek kabuğu görünümleri.

4.4 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmekte a_w Değerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Yüksel lisans tez çalışmasında ŞPM ve F ilave edilerek üretilen ekmeklerin su aktivitesi değerlerinde meydana getirdiği değişiklikler Çizelge 4.6’de sunulmuştur.

Çizelge 4.6. ŞPM ve F ilave edilerek elde edilen ekmeklerin su aktivitesi sonuçları.

Şeker Pancarı Melası (%)	Şeker Pancarı Lifi (%)	Su Aktivitesi Değeri (a_w)
0	0	0.954
0	2	0.954
0	4	0.955
0	6	0.956
3	0	0.951
3	2	0.952
3	4	0.953
3	6	0.953
6	0	0.946
6	2	0.946
6	4	0.947
6	6	0.950

ŞPM ve F ilavesiyle hazırlanan ekmeklerde a_w değerleri 0.946-0.956 arasında değişim göstermiştir. ŞPM ve F içermeyen ekmekte su aktivitesi değeri 0.954 ölçülmüştür (Çizelge 4.6). Lević vd., (2006) yaptıkları çalışmada, kontrol ekmeğinde a_w değeri 0.950 iken eklenen %2.5 ve %5 melas ile rustik ekmeklerde sırasıyla a_w değerlerinin 0.928 ve 0.920’e düştüğünü tespit etmiştir. Su aktivitesinin düşmesi ekmeğin raf ömrünü uzatmıştır. Başka bir araştırmada, ekmeklerdeki a_w değerinin 0.845 ile 0.920 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durumun, ekmeklerin kısa sürede bozulmasına ve küflenmesine yol açabileceği ifade edilmiştir (Yiğit, 1988). Yaptıkları çalışmalarda kontrol ekmeğinin a_w değerini Miyazaki vd., (2004) 0.953, Dirim vd., (2014) 0.885 ölçmüştür. Aran ve Boyacıoğlu (2006) ise çalışmalarında, ekmekte a_w değerlerinin 0.96-0.98 arasında değiştiğini bulurken ve bu değerlerin mikroorganizma üremesi için uygun bir aralık olduğunu belirtmişlerdir. Gerçekleştirilen araştırmada kontrol ekmeğinde ölçülen su aktivite değeri yukarıda verilen kaynaklarla uyumlu değerlendirilmiştir. Üretilen ekmeklerde ŞPM ilave oranı

arttıkça a_w değeri azalırken, aynı zamanda F ilave oranı arttıkça ölçülen a_w değerlerinin de arttığı söylenebilir (Çizelge 4.6).

4.5 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Renk Özelliğine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Buğday ununa farklı oranlarda ŞPM ve F eklendiğinde ekmek değerlendirmesinde sıklıkla kullanılan ekmek kabuğu renk değerlerinde oluşturabileceği değişiklikler de ölçülmüş ve yorumlanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin kabuk renk değerleri.

İlave oranı (%)		L^*	a^*	b^*
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi			
0	0	44.67 a	17.62 a	28.64 a
0	2	44.80 a	16.83 ab	28.01 a
0	4	47.40 a	15.62 bc	28.81 a
0	6	51.48 a	14.44 c	30.58 a
LSD		ns	1.639	ns
3	0	37.17 a	16.23 a	22.44 a
3	2	44.93 a	16.06 a	26.12 a
3	4	45.12 a	14.80 a	26.76 a
3	6	41.20 a	15.07 a	28.79 a
LSD		ns	ns	ns
6	0	30.02 b	12.70 a	15.32 b
6	2	44.53 a	16.15 a	26.94 a
6	4	40.26 a	14.83 a	21.80 a
6	6	48.46 a	13.29 a	26.20 a
LSD		8.631	ns	6.237

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p < 0.05$).

² L^* : parlaklık, a^* : kırmızılık ve yeşillik, b^* : sarılık ve mavilik, ns: not significant.

Tüketici tercihlerini etkileyen en önemli faktörlerden biri gıdaların renkleridir. Ekmek, dışarıdan bakıldığında iyi pişmiş ve kabarmış olmalı, kendine özgü bir görünüme sahip olmalı ve kabuk rengi eşit şekilde dağılmalıdır. Basık veya yanık olmamalıdır (Anonim, 2012). BL ilavesi ekmeğin iç ve kabuk rengini koyulaştırarak tüketici tercihlerini olumsuz etkileyebilir (Cingöz vd., 2022). Demir vd., (2009) çalışmasında L^* ve a^* ’nın daha çok “crust” (ekmek kabuğu), L^* ve b^* ‘nin ise “crumb” (ekmek içi) şeklinde ifade edilen ekmek bölümlerinde renk belirleyici

olduğunu ifade etmiştir. %0 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça crust (ekmek kabuğu) a^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli bulunan bir azalma tespit edilmişken ($p<0.05$), L^* ve b^* de tespit edilen değişiklik önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). %3 ŞPM ve F ilave edilmiş unlardan elde edilen ekmeklerin renk değerlerinde (parlaklık, kırmızılık, sarılık) önemli şekilde değerlendirilebilecek bir değişiklik tespit edilmemiştir ($p>0.05$). %6 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça crust (ekmek kabuğu) L^* ve b^* değerlerindeki artış önemli bulunmuştur ($p<0.05$). ŞPM ilave oranı %3 iken F miktarı arttıkça a^* da 16.23'dan 15.07'ye azalma tespit edilmiştir, %6 oranında ŞPM içeren unlarda F ilavesiyle rakamsal olarak a^* değerinde artış gözlenmiştir (12.70-13.29) ancak bu değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bulgular una ŞPM eklendiğinde ekmek kabuğunda ölçülen parlaklık değerinde (L^*) düşme eğilimini, ŞPM ile birlikte artan F'nin ise bu değerde yükselme şeklinde değişiklik gösterdiğini göstermiştir. Benzer eğilim b^* için hem tüm ŞPM ilave oranlarında hem de artan F ile de gözlenmiştir ancak bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ölçülen ekmek kabuk renk değerleri (Çizelge 4.7) ile Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4' de verilen ekmek kabuğu renk görünümünün birbirleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Filipčev vd., (2010) şeker pancarı melası ve melas bazlı bileşenlerle zenginleştirilmiş ekmeklerin kalite özelliklerini ve antioksidan potansiyelini inceledikleri çalışmalarında şeker pancarı melası eklenmesinin ekmeklerin kabuk rengini belirgin şekilde koyulaştırdığı gözlemlenmiştir. Özellikle 10 g/100 g un seviyesinde eklenen melas, ekmeklerin kabuk rengini koyu hale getirmiştir. Renk ölçümleri, CIELab sistemi kullanılarak yapılmış ve melas eklenen ekmeklerde L^* değerinin düştüğü, yani kabuk renginin koyulaştığı belirlenmiştir. Lević vd., (2005) ise yaptıkları çalışmada şeker pancarı melasının farklı konsantrasyonlarının buğday ekmeği hamurunun reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kontrol ununda kabuk rengini açık sarı, mat olarak değerlendirirken %5, %10 ve %15 melas ilavelerinde sırasıyla kırmızı belirgin- biraz parlak, koyu sarı – parlak ve siyah – parlak olarak tespit etmişlerdir. Şimurina vd., (2012) çalışmalarında, melas ilave oranı arttıkça L^* değerinde azalma a^* ve b^* değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Torbica vd., (2019) tarafından yapılan bir araştırmada, belirli gıda yan ürünleri kullanılarak hazırlanan tam tahıllı ekmeklerin duyu ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, ŞPL ilavesi yapılan ekmeklerde kabuk renk değerlerinde bir azalma

gözlemlenmiş, ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu bulgu, çalışmamızla da uyumlu bulunmuştur. Ekmeklerde ŞPM içeriği arttıkça ΔE^* (Net Renk Farkı) değeri 9.21’den 17.92’ye çıkmıştır. Ancak hem ŞPM hem de F ilave oranı arttıkça ekmek kabuğu için hesaplanan net renk farkı değerlerinde belirgin bir eğilim gözlenmemiştir. Hesap edilen ΔE^* değeri $5 < \Delta E^*$ olduğundan “gözlemci iki farklı renk fark eder” ifadesinden, üretilen ekmeklerin kabuklarında gözlenen renk farklılığının anlaşılıp, ayırt edilebileceği söylenebilir (Çizelge 4.8). h° değeri, hue açısını derece cinsinden ifade eder ve a^* ile b^* değerleri kullanılarak matematiksel olarak hesaplanabilir. Bu değer, 0 ila 359 arasında değişiklik gösterir. C^* değeri, chroma olarak adlandırılır ve a^* ile b^* değerlerinden hesaplanır. Bu değer arttıkça renk daha canlı, azaldıkça ise daha soluk görünür (Anonim, 1996). ŞPM ilave oranları arttıkça hem h° hem de C^* değerlerinde değişiklikler gözlemlenmiş, ancak F ilavesi de arttığında C^* da görülen değişiklikler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Sadece %6 ŞPM içeren örneklerde F ilavesi arttıkça değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.8. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin kabuk renk değerlerinden türetilmiş değerleri.

İlave oranı (%)		ΔE^*	h°	C^*	BI
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi				
0	0	0	58.19b	33.65a	123.0a
0	2	5.59	58.77b	32.73a	118.3ab
0	4	8.18	61.28ab	32.81a	111.9ab
0	6	10.71	64.66a	33.86a	105.7b
LSD		0.0	4.881	ns	18.289
3	0	9.21	53.66b	27.73a	117.6a
3	2	5.58	58.55ab	30.69a	110.3a
3	4	6.72	60.90a	30.60a	108.7a
3	6	6.71	57.30ab	28.22a	107.9a
LSD		0.0	4.938	ns	ns
6	0	17.92	49.98c	20.41c	98.3ab
6	2	7.81	58.42b	33.70a	113.2a
6	4	5.58	55.67b	26.41bc	100.9ab
6	6	6.49	63.12a	29.4ab	94.4b
LSD		0.0	4.280	7.224	16.604

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

² ΔE^* : Net renk farkı, C^* : Kroma, h° : Hue açısı, BI: Esmerleşme İndeksi, ns: not significant.

Gıdalarda meydana gelen enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları gıdaların renginin oluşmasında oldukça önemlidir. Esmerleşme veya esmer renk ölçülebilir ve BI ile ifade edilmektedir (Palou vd., 1999). Ekmek kabuğunun rengi ekmek formülasyonunda yer alan bileşenlerle doğrudan ilişkilidir, öte yandan fırında pişme sıcaklığında meydana gelen bazı tepkimeler (karamelizasyon ve Maillard reaksiyonları) de crust color üzerinde belirleyicidir (Djordjevic vd., 2019). Gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde una ilave edilen hem ŞPM hem de F miktarları yükseldikçe ekmek kabuğu için hesaplanan BI değerlerinde (Esmerleşme İndeksi - browning index) düşme yönünde bir eğilim görülmüşse de bu değişimin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Buğday ununa farklı oranlarda ŞPM ve F eklendiğinde ekmek değerlendirmesinde sıklıkla kullanılan ekmek içi renk değerlerinde oluşturabileceği değişiklikler de ölçülmüş ve yorumlanmıştır (Çizelge 4.9. ve Çizelge 4.10). Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri tebliği'ne göre, ekmek içinin (crumb) kendine has bir rengi olması gerektiği gibi, ekmek içi de homojen bir görüntü vermelidir (Anonim, 2012). Bilindiği gibi tüketiciler hem ekmek kabuğunun rengini hem de ekmek içinin rengini birlikte değerlendirirler. Üretilen ekmeklerin ekmek içi L^* (parlaklık) değeri una eklenen Fibrex miktarı ile 69.74'den 73.18'e kadar artmıştır. Bu artış aslında parlaklık değerinde yükselme şeklinde değerlendirilebilir ama istatistiksel değerlendirme bu yükselişin anlamlı olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). %0 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça crumb (ekmek içi) a^* değerleri (-) 0.72'den (-) 0.42, 0.11 ve 0.52'e değişmiş yani kırmızılık değeri yükselmiştir benzer bir değişiklik b^* da tespit edilmiştir ($p<0.05$). %3 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça crumb (ekmek içi) L^* ve a^* değerleri, %6 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttığında ise a^* ve b^* da istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Şimurina vd., (2012) şeker pancarı melası, keten tohumu ve vital buğday gluteni içeren özel ekmeklerin geliştirilmesi uygulanmasında eklenen %5, 10 ve 15 melas ilaveli ekmeklerde kesişim noktası iç rengi L^* değeri 62.00 iken melas ilave edildiğinde (-) 6.332 olarak ölçülmüş ve parlaklık değerini azaltmıştır. a^* değeri kesişim noktası (-) 3.80 ölçülürken melas ilavesinde 0.745 olarak belirlenmiş ve kırmızı değeri artırmıştır. b^* değeri için anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Shokrollahi ve Taghizadeh (2016) ekmek formülasyonunda Fibrex (Nordic Sugar, Danimarka) kullanmıştır. İlave oranlarına bağlı olarak L^* ve a^* değerlerinde azalma eğilimi gözlenmişken, b^* da yükselme şeklinde bir eğilim tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri.

İlave oranı (%)		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi			
0	0	69.74a	-0.72b	13.27ab
0	2	71.71a	-0.42b	12.06b
0	4	68.57a	0.11a	14.70a
0	6	73.18a	0.52a	15.23a
LSD		ns	0.250	2.129
3	0	72.12a	0.69b	16.51a
3	2	68.86ab	1.07ab	16.42a
3	4	64.76b	1.60a	16.67a
3	6	66.20b	1.68a	17.13a
LSD		5.281	0.764	ns
6	0	66.17a	1.84c	18.09b
6	2	67.72a	2.45b	19.90a
6	4	62.1a	2.78ab	18.88ab
6	6	62.5a	2.99a	18.82ab
LSD		ns	0.537	1.643

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

²*L**: parlaklık, *a**: kırmızılık ve yeşillik, *b**: sarılık ve mavilik, ns: not significant.

Çizelge 4.10. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin ekmek içi renk değerlerinden türetilmiş değerleri.

İlave oranı (%)		ΔE^*	h°	<i>C*</i>	<i>WI</i>
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi				
0	0	0	93.17a	13.29ab	66.94a
0	2	3.79	92.25a	12.08b	69.18a
0	4	3.89	89.70b	14.71a	65.23a
0	6	4.40	88.06b	15.24a	69.10a
LSD		0.0	1.744	2.126	ns
3	0	4.43	87.64a	16.53a	67.59a
3	2	4.48	86.36ab	16.46a	64.69ab
3	4	6.87	84.63b	16.76a	60.92b
3	6	6.69	84.45b	17.23a	62.02b
LSD		0.0	2.091	ns	4.830
6	0	7.50	84.37a	18.19b	61.52a
6	2	7.83	82.90b	20.04a	61.99a
6	4	10.57	81.61c	19.08ab	56.92a
6	6	9.89	81.01c	19.05ab	57.97a
LSD		0.0	1.236	1.683	ns

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

² ΔE^* : Net renk farkı, C^* : Kroma, h° : Hue açısı, BI: Esmerleşme İndeksi, WI: Beyazlık İndeksi, ns: not significant.

Yapılan bir çalışmada şeker pancarı lifi ilavesi whole wheat bread formülasyonunda yer aldığına, ekmek içi (crumb) parlaklık ve kırmızılık değerlerinde düşme yönünde bir eğilim göstermişse de bu değişim istatistiki olarak önemli görülmemiş ($p>0.05$), b^* değerindeki yükselme ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Torbica vd., 2019).

Ekmeklerde ŞPM içeriği arttıkça ΔE^* (Net Renk Farkı) değeri 3.79'dan 4.40'a çıkmıştır. Ancak hem ŞPM hem de F ilave oranı arttıkça ekmek içi için hesap edilen net renk farkı değerlerinde artış şeklinde bir eğilim gözlenmemiştir. Hesap edilen ΔE^* değeri $5 < \Delta E^*$ olduğundan “gözlemci iki farklı renk fark eder” ifadesinden, üretilen ekmeklerin kabuklarında gözlenen renk farklılığının anlaşılıp, ayırt edilebileceği söylenebilir.

h° değeri hem ŞPM miktarı arttıkça hem de ŞPM ile birlikte F miktarı arttıkça azalma eğilimi göstermiştir ($p<0.05$). C^* değerinde ise F ilavesi yükseldikçe istatistiksel olarak önemli fark sadece ŞPM içermeyen ekmeklerde tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Beyazlık indeksi (WI-whiteness index), gıda ürünlerinin genel beyazlık derecesini belirtir. Bu çalışmada %0 ŞPM ve %6 ŞPM içerecek şekilde hazırlanmış formülasyonlarda F miktarı arttıkça ekmek içinde (crumb) WI değerinde önemli bir değişiklik tespit edilmemişken, %3 ŞPM içerecek şekilde formüle edilen ekmeklerde F'deki artış WI değerini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.05$).

Türetilmiş renk değerlerine baktığımızda %3 ŞPM ilave oranı ve F ilave oranı arttıkça h° ve WI'de ve %6 ŞPM ilave oranı ve F ilave oranı arttıkça h° ve C^* 'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$).

Yapılan literatür çalışmasında hem şeker pancarı melası hem de şeker pancarı lifi (F) içerecek şekilde formüle edilen ekmek üretimine rastgelenmemiştir. Dolayısıyla

ekmek kabuğu ve ekmek içi renk değerleri ve hesaplanarak elde edilen renk değerlerine ilişkin herhangi bir veriye de ulaşamamıştır.

4.6 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Tekstür Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Yürütülen yüksek lisans tezinde hem ŞPM hem de F içerecek şekilde üretilen ekmeklere ilişkin tekstür verileri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin tekstür değerleri.

İlave oranı (%)		Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
ŞPM	F						
0	0	4.53 a	0.53 a	5.07 a	2.14 a	10.35 a	0.83 a
0	2	3.44 a	0.55 a	5.16 ab	1.65 bc	8.71 a	0.75 a
0	4	3.90 a	0.54 a	5.77 ab	2.52 a	9.92 a	0.77 a
0	6	3.63 a	0.56 a	6.16 a	1.34 c	7.86 a	0.78 a
LSD		ns	ns	1.061	0.620	ns	ns
3	0	4.41a	0.54a	4.90a	2.15a	11.44b	0.84a
3	2	4.14a	0.54a	4.79a	2.24a	11.17c	0.86a
3	4	5.95a	0.51b	4.90a	2.86a	14.74a	0.96a
3	6	4.22a	0.50b	4.79a	1.92a	9.45d	1.08a
LSD		ns	0.024	ns	ns	0.034	ns
6	0	5.95a	0.55a	4.81a	3.21b	15.57a	1.43a
6	2	6.97a	0.51b	4.49ab	3.50a	16.86a	1.60a
6	4	7.27a	0.45c	4.36b	3.65a	16.57a	1.75a
6	6	7.27a	0.48bc	4.63ab	3.30b	16.04a	1.72a
LSD		ns	0.045	0.443	0.173	ns	ns

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

² N: Newton, ns: not significant.

³ ŞPM: Şeker Pancarı Melası, F: Fibrex

%0 ŞPM ve farklı düzeylerde F ile üretilen ekmeklerin ölçülen tekstür değerlerini incelediğimizde sertlik değeri en düşük olan ekmeğin %6 F içeren örnek olduğu ve değişimin sadece sakızımsılık ve esneklik değerlerinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Koheziflik değerleri açısından kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Filipčev vd., (2010) yaptıkları çalışmada şeker pancarı melası ilaveli ekmeklerin hacmi ve dokusu, eklenen malzemenin türüne ve miktarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Özellikle yüksek seviyelerde melas ilavesi, ekmeklerin hacminde azalmaya ve sertlikte artışa neden olmuştur.

Hançer (2020) tarafından yapılan araştırmada, mikronize edilmiş şeker pancarı lifinin hamur ve ekmek özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ŞPL ilavesinin artmasıyla birlikte ekmeğin spesifik hacminin azaldığı, ekmek içi sertliğinin ve çiğnenebilirlik değerinin ise arttığı gözlemlenmiştir. Koheziflik ve esneklik değerleri de kontrol grubu ile mukayese edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

KU, ŞPL ve ŞPM'nın bireysel ve birarada kullanıldığı bir çalışmada ŞPL ilavesinin artmasıyla birlikte ekmeklerin sertliğinin ve çiğnenebilirliğinin arttığı, buna karşın yapışkanlık ve esnekliğin azaldığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada melas ilaveli ekmeklerde de aynı sonuca varılmıştır (Šoronja-Simović vd., 2022).

%3 ŞPM ilaveli unlara F ilavesi ile ekmek tekstüründe meydana gelen değişimlere baktığımızda; çiğnenebilirlik %6 F ilavesi ile 11.44'ten 9.45 N/mm'e istatistiki olarak önemli düzeyde azalmıştır ($p<0.05$). Sertlik değerlerine bakıldığında F ilavesi ile değerin 4.41'ten 4.22 N'a düştüğü ancak değişimin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Öte yandan koheziflik verileri 0.54'ten 0.50'e düşmüş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

%6 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça koheziflik değeri 0.55'ten 0.48'e düşmüş ($p<0.05$) ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşken, sertlik, çiğnenebilirlik ve katılık değerlerindeki değişimler anlamlı bulunmamışlardır ($p>0.05$).

Yapılan literatür çalışmasında hem şeker pancarı melası hem de şeker pancarı lifi (F) içerecek şekilde formüle edilen ekmek üretimine rastgelenmemiştir. Dolayısıyla ekmek tekstürüne ilişkin de herhangi bir veriye ulaşılamamıştır (Šoronja-Simović vd., 2022). Shokrollahi ve Taghizadeh (2016) formülasyonuna Fibrex (Nordic Sugar, Danimarka) ilave ederek ürettikleri ekmeklerin sertlik değerlerinin ilave oranı yükseldikçe arttığını, SH değerlerinin ise azaldığını belirtmişlerdir.

Abdul-Hamid ve Luan (2000) formülasyona F ilave edildiğinde ekmeklerde ölçülen tekstür değerlerinden sertlik parametresinin F ilave oranı arttıkça (%5'den %10'a) arttığını belirtmişlerdir.

4.7 Şeker Pancarı Melası ve Şeker Pancarı Lifi İlavesinin Ekmeklerin Duyusal Özelliklerine Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Yürütülen yüksek lisans tezinde hem ŞPM hem de F içerecek şekilde üretilen ekmeklere ilişkin duyusal değerler Çizelge 4.12'de verilmiştir. Seçilen duyusal değerlendirme (panel) yöntemi gereği ekmekler fırından çıktıktan 24 sa sonra panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.12. Şeker pancarı melası ve şeker pancarı lifi ilave edilerek elde edilen ekmeklerin duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi.

İlave oranı (%)		Ekmek İçi Renk	Ekmek İçi Gözenek	Sertlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebilirlik
Şeker Pancarı Melası	Şeker Pancarı Lifi					
0	0	12.92a	13.33a	13.50a	13.50a	13.50a
0	2	12.67a	13.17a	13.00a	13.08a	13.00a
0	4	12.58a	13.42a	12.67a	12.25ab	12.75a
0	6	12.25a	12.50a	12.33a	11.50a	12.33a
LSD		ns	ns	ns	1.576	ns
3	0	12.00a	12.33a	12.25a	11.75a	12.17a
3	2	12.17a	12.08a	12.17a	12.08a	12.42a
3	4	11.75a	11.33a	11.42a	11.25a	11.50a
3	6	11.67a	11.25a	11.58a	10.75a	11.33a
LSD		ns	ns	ns	ns	ns
6	0	11.25a	11.00a	11.42a	10.75a	11.00a
6	2	11.17a	11.33a	11.58a	10.50a	11.00a
6	4	10.83a	10.75a	11.42a	10.25a	10.58a
6	6	10.83a	10.75a	11.42a	9.83a	10.50a
LSD		ns	ns	ns	ns	ns

¹Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır (p<0.05). ns: not significant

Ekmeğin kesildiğinde iç kısmının süngerimsi bir yapıya sahip olması ve gözeneklerin olabildiğince homojen dağılması gerekmektedir. Ayrıca, ekmeğin hamurumsu veya yapışkan olmaması, kabuk ve iç kısmının ayrılmaması, kendine özgü bir tat ve kokuya sahip olması ve yabancı tat veya koku barındırmaması beklenir (Anonim, 2012).

%0, %3 ve %6 ŞPM içeren unlara ilave edilen F'nin miktarı arttıkça üretilen ekmeklerde tespit edilen duyuşsal özelliklerin tümünde rakamsal bir düşme gözlenmiş olsa da, bu düşüşün ve değişimin önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.12).

Filipčev vd., (2010) yapmış oldukları çalışmada şeker pancarı melası ilaveli ekmeklerin duyuşsal özellikleri, eklenen malzemenin türüne ve miktarına bağılı olarak değişiklik göstermiştir. Düşük seviyelerde melas ilavesinin, ekmeklerin duyuşsal kabul edilebilirliğini olumsuz etkilemediğı tespit edilmiştir.

Lević vd., (2006) yaptıkları çalışmada ürettikleri ekmeklerin 24 sa sonraki duyuşsal özelliklerinin değerlendirilmesinde, kontrol ekmeğinde ekmek içi elastikiyetini çok iyi olarak değerlendirilirken, %5, %10 ve %15 şeker pancarı melası (ŞPM) ilave edilerek üretilen ekmekleri sırasıyla oldukça iyi, tatmin edici ve tatmin edici değıl olarak belirtmişlerdir. Ekmek içi gözenek yapısı kontrol ekmeğinde süngerimsi olarak belirtilirken artan ŞPM ilavelerinde sırasıyla oldukça iyi, oldukça kaba ve kaba olarak değerlendirmişlerdir. Dalmann'a göre gözeneklik değeri, kontrol ekmeğinde 6 olarak bulunurken artan ŞPM ilaverinde sırasıyla, 7, 7-8 ve 8 değerlerini almıştır. Kabuğun fiziksel özelliklerinde ise kontrol ekmeğinde ince, çıtır olarak değerlendirilirken, artan ŞPM ilaveleriyle sırasıyla ince-çıtır, orta kalınlıkta-hafif çıtır ve kalın-derimsi olarak tespit edilmiştir.

Şimurina vd., (2012) yaptıkları çalışmada panelistlerin, şeker pancarı melası ilaveli ekmeklerin genel olarak hoş bir aroma ve tat profiline sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Salamon vd., (2024) unun zenginleştirilmesi ve sağılığı arttırıcı özelliklere sahip ekmek üretiminde şeker pancarı küspesinin melas ile birlikte kullanılma olasılığının değerlendirildiğı çalışmalarında, panelistler melas ilaveli ekmeklerin genel kabul edilebilirlik değerlerini yüksek bulmuşlardır.

Abdul-Hamid ve Luan (2000) iki farklı oranda F ilave ederek ürettikleri ekmekleri duyuşsal nitelikleri bakımından incelediklerinde, F ilavesinin artmasıyla değerlendirilen tüm duyuşsal özelliklerde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer bir sonuç El-Adly ve El-Gendy (2009)'nin yürüttükleri çalışmalarında da ŞPL ilave oranının artmasıyla tespit edilmiştir.

Shokrollahi ve Taghizadeh (2016) formülasyona Fibrex (Nordic Sugar, Danimarka) ilave ederek ekmek üretmiştir. Üretilen ekmeklerde ölçülen tüm duyuşal niteliklerde istatistiksel olarak önemli azalmalar tespit edilmiş ($p<0.05$) olup, bu düşüş genel kabul edilebilirlik değeriinde de aynı eğilimde olmuştur.

Mikronize edilmiş ŞPL'nin ekmek formülasyonuna dahil edildiğı bir araştırmada panelistler ekmeklerin duyuşal değeriendirmesinde esas alınan tüm parametreler için ilave oranı arttıkça daha düşük değerieler vermişlerdir. Sadece düşük ilave oranları için bu düşüş önemli ($p>0.05$) olarak değeriendirilmemiştir (Hançer, 2020).

KU, ŞPL ve ŞPM'nin bireysel ve birarada kullanıldığı bir çalışma gerçekiştirmişlerdir. Melas eklenen örneklerde ekmek içi kalitesi kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur. Örneğın, M6F5 örneğı 6.0 puan alırken, kontrol örneğı 5.6 puan almıştır. Melas, ekmek içi gözenek yapısını ve elastikiyetini olumlu yönde etkilerken, melas eklenen örneklerde gözenekler daha ince ve elastikiyet daha yüksek bulunduğıu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Şeker fabrikalarının önemli artıklarından şeker pancarı melası (ŞPM) ve şeker pancarı lifinin (ŞPL) ekmek üretiminde birarada kullanılabilme potansiyelini incelemek üzerine planlanmıştır. ŞPM'nin ekmeklik una ilavesinin hamur reolojisi ve EYT üzerine olumsuz etkileri bilinmektedir. Bu nedenle şeker pancarı lifinin (Fibrex, F) değişik oranlarda ŞPM içeren un karışımına ilave edilmesiyle kabul edilir nitelikte (renk, tekstür, duyuşal özellikler) ekmek üretimi yapıp yapılamayacağı araştırılmıştır.

Bu amaçla değişik oranlarda ŞPM (%0, %3 ve %6, a/a) ve Fibrex (%0, %2, %4 ve %6 a/a) kombine kullanılarak elde edilen unların hamur reolojisinde meydana getirebileceği değişiklikler çalışılmıştır. Seçilen bazı ekmek yapım özellikleri, ekmekte renk değerleri, ekmekte a_w değerleri, ekmeklerin seçilen bazı tekstür değerleri ile duyuşal özellikleri incelemeye alınmıştır.

Yüksek lisans çalışmasında ham madde olarak kullanılan una ilişkin elde edilen bulgularımız, unun “ekmeklik buğday unu” için belirtilen kriterleri karşıladığını göstermiştir. Ayrıca unun gluten kalitesi ve gluten içeriği kaliteli ekmek üretiminde kullanılabilecek seviyede bulunmuştur (Anonim, 2018; Köksel vd., 2000).

Buğday ununa tek başına ŞPM ve tek başına F ilavesiyle elde edilen reolojik veriler genel olarak literatürle uyumlu bulunmuştur (Lević vd., 2005; Minarovicova vd., 2018; Rosell vd., 2006).

Buğday ununa ŞPM ilave oranı arttıkça % su absorpsiyon değerinin azaldığı, F ilave oranı yükseldikçe % su absorpsiyon değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Lević vd., 2005; Minarovicova vd., 2018; Rosell vd., 2006; Šoronja-Simović vd., 2016;).

Kontrol örneği (%0 ŞPM ve %0 F) için elde edilen reolojik bulgular (R_5 , A, E) çalışmada kullanılan un örneğinin hamur kalitesi “zayıf-orta” şeklinde değerlendirilmiştir.

ŞPM ve F ilavesi ile hazırlanan un karışımlarının Resistograf 500 cihazı kullanılarak ölçülen reolojik özellikleri istatistiki olarak anlamlı düzeyde değişiklik göstermiştir.

Hamurun fermentasyonda üretilen CO₂ gazını tutabilme kabiliyetinin yüksek olması durumunda ekmek hacim değeri de yüksek olur ve bu durum R₅, R_m ve E değerlerinin yüksek olmasından anlaşılabilir.

Resistograf 500 ile ölçülen değerlere baktığımızda %3 ve %6 ŞPM içeren un karışımlarında elastikiyet değerlerindeki yükselme eğilimi artan şeker pancarı lif miktarı ile birlikte değerlendirildiğinde %4 ilave oranına kadar hamur reolojisinde tolere edilebileceğini göstermiştir.

Hamurun fermentasyon kabiliyeti ve pişme özellikleri yüksek enerji (A) değeri ile ilişkilendirilir ancak bu değer tek başına yeterli değildir. R_m (hamur direnci) ve E (elastikiyet) değerlerinin birbirine oranı pişme karakteristiklerini tanımlama da bir araçtır ve 1.5-3.0 arası “iyi pişme özelliği sağlayabilir” kabul edilmektedir (Šoronja-Simović vd., 2021b). Gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde hesaplanan oran değerine göre sadece kontrol ekmeği “iyi pişme özelliği sağlayabilir” nitelikte bulunmuştur. Yukarıdaki parametreler %6 ŞPM içeren un karışımlarında %2-4 şeker pancarı lifi ilavesinin bozulmaya neden olmadan kullanılabileceğini göstermektedir.

Şeker pancarı melasının hamur reolojisi ve ekmek formülasyonunda kullanımı ile az sayıda literatüre ulaşılmıştır. Gerçekleştirilen bu yüksek lisans tezinde hem ŞPM hem de şeker pancarı lifi (Fibrex, F) aynı formülasyonda değişik oranlarda kullanılarak hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

Ekmek yapım kalitesi (EYK) içinde değerlendirilen parametrelerden olan HA hem melas hem de lif ilavesiyle yükselme eğilimi göstermiştir.

%3 ŞPM içeren un karışımlarında ilave edilen ŞPL miktarı arttıkça hem EH hem de SH değeri, %6 ŞPM içeren un karışımlarında ise ilave edilen ŞPL miktarı arttıkça hem HA hem de EH değeri anlamlı şekilde azalmıştır (p<0.05) (Çizelge 4.5).

F miktarı arttıkça, gluten ile besinsel lif arasındaki etkileşim ve gluten ağında oluşan değişiklikler sonucu EH ve SH değerleri düşmüştür. PK değeri %0-6 oranında F ilaveli ekmeklerde düşme eğilimi göstermiştir, ancak bu düşme eğiliminin istatistiki olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Yukarıdaki parametrelere göre EYK özellikleri bakımından en uygun ilave oranlarının %3 ve 6 ŞPM ve %4-6 F olduğunu söyleyebiliriz.

Yüksek lisans tez çalışmasında üretilen kontrol ekmeğinde ölçülen a_w değeri literatürle uyumlu bulunmuştur. Farklı ilave oranlarda ŞPM ve F ilavesinin üretilen ekmek örneklerinde su aktivitesi değerlerini anlamlı şekilde etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Ekmek kabuk renk değerleri değerlendirildiğinde, %0 ŞPM içeren ve artan oranlarda şeker pancarı lifi içeren numunelerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar a^* kırmızılık değerinde ($p<0.05$), %6 ŞPM içeren ve artan oranlarda şeker pancarı lifi içerenlerde L^* ve b^* istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$).

ŞPM ilavesi arttıkça L^* (parlaklık) değeri azalmış, F ilavesi ile artığında L^* değeri artmıştır. Benzer sonuç ekmeklerin kabuk renk değerlerinden sarılık (b^*) değerinde görülse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hem %3 ŞPM hem de %6 ŞPM içeren un karışımlarında şeker pancarı lif ilavesi arttıkça ΔE^* değerinin 5'den büyük hesap edilmesi nedeniyle ekmeklerdeki renk farklılıklarının gözlemciler tarafından anlaşılabilceği sonucuna varılmıştır.

BI değeri bakımından yapılan değerlendirmeye göre, hesaplanan esmerleşme indeksi verilerinin sayısal olarak düşme yönünde olduğu görülse de bu değişim istatistiki olarak anlamlı görülmemiştir ($p>0.05$).

Fibrex ilave oranı artarken %3 ŞPM içeren unlarda L^* ve a^* değerlerinde, %6 ŞPM içeren unlarda ise a^* ve b^* değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler görülmüştür ($p<0.05$).

Öte yandan istatistiksel olarak önemli fark %3 ŞPM ilave oranı ve F ilave oranı arttıkça h_o ve WI' 'de ve %6 ŞPM ilave oranı ve F ilave oranı arttıkça h_o ve C^* 'de tespit edilmiştir ($p<0.05$).

F ilavesi artarken hem %0 ŞPM hem %3 ŞPM hem de %6 ŞPM içeren un karışımlarında sertlik değerlerinde sayısal azalma gözlenmişse de bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). %0 ŞPM içeren grupta esneklik

ve sakızimsılık, %3 ŞPM içeren de kohesiflik ve çiğnenebilirlik, %6 ŞPM içeren de ise kohesiflik, esneklik ve sakızimsılık değerlerinde anlamlı değişiklikler tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.11).

Çalışmada üretilen ekmeklerin TPA sonuçları bir arada değerlendirildiğinde (özellikle sertlik değerleri bakımından), kontrol ekmeğine en yakın ekmek özelliklerinin %3 ŞPM ve %4 ve %6 F ilaveli ekmeklerde tespit edilmiştir.

Yüksek lisans tezinde farklı oranlarda ŞPMF ilavesiyle üretilen ekmeklerde yapılan duyuşsal panel değerlendirilen tüm parametrelerde rakamsal olarak bir düşüşe neden olmuştur. Bu olumsuz değişiklikleri düzeltmesi beklentisiyle yine farklı düzeylerde ilave edilen F'nin değerlendirilen parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik göstermediği söylenebilir ($p>0.05$) (Çizelge 4.12). Duyusal panel parametrelerinden en sıklıkla değerlendirilen “Genel kabul edilebilirlik” verisine göre %3 ve %6 ŞPM içeren unlarda en fazla %4 şeker pancarı lifi içeren ekmekler en yüksek puanı almışlardır.

ŞPM ilavesinin hamur ve ekmekte oluşabilecek olumsuz kalite özelliklerinin yine farklı ilave oranlarında F (Fibrex) ilavesi ile giderilip giderilemeyeceğinin araştırıldığı yüksek lisans tez çalışması sonuçları, eğer uygun oranlarda ŞPM ve F birarada kullanılırsa ekmek yapma özellikleri iyileştirilmiş ve lif içeriği yüksek ekmek üretilebileceği sonucunu vermiştir.

Sonuçlar birarada değerlendirildiğinde ŞPM (%3) ve F (%2 ve %4)'ın uygun ilave oranlarında ekmek formülasyonunda kullanılabileceğini göstermiştir.

Gerçekleştirilen araştırma ŞPM ve F ilave edilmiş un mikslerinin hem hamur hem de ekmek yapım kalitesini iyileştirmeye yönelik olarak bir arada kullanılabileceğini göstermiştir. Bu ve benzeri çalışmaların ışığında farklı un tipleri, farklı pişirme teknikleri ve uygun gıda katkı maddeleri ilavesiyle ileri çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000. American Association of Cereal Chemist. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 10th ed. St. Paul. Minn. USA.
- AACC, 2001. The definition of dietary fiber, AACC Report, Cereal Foods World, 46, 112-126.
- Abdul-Hamid, A. ve Luan, Y.S., 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran, Food Chemistry, 68, 15-19.
- Abe, T., Kikuchi, H., Aritsuka, T., Takata, Y., Fukushi, E. ve Shiomi, N., 2016. Structural confirmation of novel oligosaccharides isolated from sugar beet molasses, Food Chemistry, 202, 284-290.
- Acan, B. G., Toker, O. S., Aktar, T., Tamtürk, F., Palabıyık, I. ve Konar, N. 2020. Using spray-dried sugar beet molasses in ice cream as a novel bulking agent, International Journal of Food Science and Technology, 55, 1298-1310.
- Anonim, 1996. Application Note: CIE L*C*h Color Scale. Vol. 8, No. 11, Hunter Associates Laboratory, Inc., Virginia, 4p.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, 2012/2.
- Anonim, 2018. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Tebliğ No: 2013/92'da değişiklik yapılmasına dair tebliğ, Tebliğ no: 2018/39.
- Anzaldúa-Morales, A., 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica, Editorial. Acribia. S. A. Zaragoza. España.
- Aran, N. ve Boyacıoğlu, M. H., 2006. Rope hastalığı. www. Ekmekçilik.com. (tüm hakkı saklıdır).
- Awad-Allah, M. A. 2004. Quality evaluation of some parameters of sugar beet and its liquors during manufacturing. Home Economic Department, Faculty of Specific Education, South Valley University, Qena, Egypt.
- Bock, J. E. ve Damodaran, S., 2013. Bran-induced changes in water structure and gluten conformation in model gluten dough studied by Fourier transform infrared spectroscopy, Food Hydrocoll., 31, 2, 146–155.
- Bogdanović, B. V., Šereš, Z., Gyura, J. F., Sakač, M. B., Simović-Šoronja, D.M., Mišan, A.C. ve Pajin, B. S., 2013. Uticaj parametara ekstrakcije na kvalitet suvih rezanaca šećerne repe, Hemijska Industrija, 67, 2, 269–275.
- Broughton, N., Dalton, C., Jones, G. ve Williams, E., 1995. Adding value to sugar beet pulp, International Sugar Journal, 97, 57–60, 93–95.

- Ceylan, H., 2024. Şeker pancarı lifi ve guar gamin hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Chen, M., Zhao, Y. ve Yu, S., 2015. Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses, *Food Chemistry*, 172, 543-550.
- Cingöz, A., Akpınar, Ö. ve Sayaslan, A., 2022. Farklı kepek fraksiyonlarının ekmek kalitesine etkisi, *Gıda/Food*, 47, 2, 372-386.
- Collar, C., Santos, E. ve Rosell, C. M., 2006. Significance of dietary fiber on the viscometric pattern of pasted and gelled flour-fiber blends, *Cereal Chemistry*, 83, 4, 370-376.
- Collar, C., Santos, E. ve Rosell, C. M., 2007. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology, *J. of Food Eng.* 78, 820-826.
- Cossack, Z., Rojhani, A. ve Musaiger, A., 1992. The effect of sugar beet fiber supplementation for five weeks on zinc, iron and copper status in human subject, *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 221-225.
- Coundray, C., Bellanger, J., Castiglia-Delavaud, C., Remesy, C. ve Vermorel, C., 1997. Supplementation of fructooligosaccharide mildly improves the iron status of anemic rats fed a low-iron diet, *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 375-380.
- Çimen, H., 2010. Şeker üretim sürecinde şerbetlerdeki şeker dışı maddelerin iletkenlik ve gravimetrik yöntemle tayini, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çetiner, B., Acar, O., Şanal, T. ve Köksel, H., 2021, Hububat ve Hububat Ürünlerinde Kalite Değerlendirme, 13. Bölüm, s 269-290, Hububat Bilimi ve Teknolojisi, Editör: Prof. Dr. Hamit Köksel, Sidas Yayınları, Ankara, 746 sayfa.
- Demir, M. K., Elgün, A. ve Argun, M. Ş., 2009. Sütçülük yan ürünlerinden peynir altı, yayık altı ve süzme yoğurt suları katkılarının bazı ekmek özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, *Gıda/ Food*, 34, 99-106.
- Dirim, S. N., Ergün, K., Çalışkan, G., Özalp, H. ve Balkesen, N., 2014. Farklı unların ekmeğin kalite özellikleri üzerine etkisi, *Akademik Gıda*, 12, 4, 27-35.

- Djordjevića, M., Šoronja-Simovića, D., Nikolića, I., Djordjevića, M., Šereša, Z. ve Milašinović-Šeremešićb, M., 2019. Sugar beet and apple fibres coupled with hydroxypropylmethylcellulose as functional ingredients in gluten-free formulations: Rheological, technological and sensory aspects, *Food Chemistry* 295, 189-197.
- Duraisam, R., Salelgn, K., ve Berekete, A. K., 2017. Production of beet sugar and bio-ethanol from sugar beet and it bagasse: a review, *International Journal of Engineering Trends and Technolgy*, 43, 222-233.
- El-Adly, N. A. ve El-Gendy, A. A., 2009, Utilization of sugar-beet fibers in pan bread production, *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 34, 7, 7749-7758.
- El-Geddawy, M. A., Omar, M. B., Seleim, M. M. ve Elsyiad, S. I., 2012. Composition and properties of Egyptian beet molasses, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 3, 669-679.
- El-Geddawy, M. A. M., Omar, M. B., Seleim, M. A. ve Elsyiad, S. I., 2014. Studies of clarification of final beet molasses using charcoal, *Egypt Journal of Food and Dairy Science*, 3, 669-679.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H. G., 2015. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, (3. Baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82. Erzurum. s: 245.
- Ergun, M. ve Mutlu, S. F., 2000. Application of a statistical technique to the production of ethanol from sugar beet molasses by *Saccharomyces cerevisiae*, *Bioresource Technology*, 73, 251-255.
- FAO, (2023). <http://www.fao.org/faostat>.
- Filipčev, B., Lević, L., Bodroža-Solarov, M., Mišljenović, N. ve Koprivica, G., 2010. Quality characteristics and antioxidant properties of breads supplemented with sugar beet molasses-based ingredients, *International Journal of Food Properties*, 13, 1035-1053.
- Filipčev, B. V., 2011. Sugar beet molasses: an ingredient to enhance micronutrients and functionality in bread, *Food and Feed Research*, 38, 101-108.
- Filipčev, B., Šimurina, O., Dapčević Hadnađev, T., Jevtić-Mučibabić, R., Filipović, V. ve Lončar, B., 2015. Effect of liquid (native) and dry molasses originating from sugar beet on physical and textural properties of gluten-free biscuit and biscuit dough, *Journal of Texture Studies*, 46, 353-364.

- Filipčev, B., Mišan, A., Šarić, B. ve Šimurina, O., 2016. Sugar beet molasses as an ingredient to enhance the nutritional and functional properties of gluten-free cookies, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67, 249-256.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I. ve Asenjo, F., 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment, *Food Chemistry*, 91, 395–401.
- Filipovic, N., Djuric, M. ve Gyura, J., 2007. The effect of the type and quantity of sugar-beet fibers on bread characteristics, *Journal of Food Engineering*, 78, 1047-1053.
- Filipovic, J., Filipovic, N. ve Filipovic, V., 2010. The effects of commercial fibres on frozen bread dough, *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75, 2, 195–207.
- Francis, F. J., 1998. Colour analysis, In: *Food Analysis*, Nielsen SS (Ed.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA, pp. 599-612.
- Hançer, A., 2020. Mikronize edilmiş şeker pancarı lifinin hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkileri, *Doktora Tezi*, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Hsue, C. L., Chen, W., Weng, Y. M. ve Tseng, C. Y., 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods, *Food Chemistry*, 83, 85–92.
- Jaime, L., Mollá, E., Fernández, A., Martín-Cabrejas, M., López Andreu, F. ve Esteban, R., 2002. Structural carbohydrates differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 122–128.
- Jevtić-Mučibabić, R., Šimurina, O., Grbić, J., Filipčev, B., Živković, J., Cvetković, B. ve Kuljanin, T., 2014. Molasses as a supplement for baked products. In II International Congress, "Food Technology, Quality and Safety", 28-30 October 2014, Novi Sad, Serbia. Proceedings (pp. 423-428). University of Novi Sad, Institute of Food Technology.
- Kanat, Z. 2023. Şeker Pancarı ve Şeker Ürün Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). Yayın No: 388. Ankara.
- Kılıcı, M., 2019. Balkabağı lifi ve şeker pancarı lifi ilavesinin eriştinin bazı kalite özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Koprivica, G., Mišljenović, N., Lević, L. ve Kuljanin, T., 2009. Influence of the nutrients present in sugar beet molasses and saccharose solutions on the quality of osmodehydrated carrot, *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi/PTEP*, 13, 184-187.

- Koprivica, G., Mišljenović, N., Catalin, D., Lević, L., Vukmirović, D., Ivanov, D. ve Čolović, R., 2010. Dehydrated sugar beet molasses as suitable raw material in the production of animal feed. 2nd Workshop Feed-to-Food FP7 REGPOT-3. XIV International Symposium Feed Technology, Proceedings. Novi Sad, Serbia, 19-21 October, 2010, 158–167.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A. ve Karacan, H. D., 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 47, Ankara.
- Lević, L., Filipčev, B., Šimurina, O. ve Kuljanin, T., 2005. Promena reoloških osobina testa i parametara kvaliteta pšeničnog hleba sa dodatkom melase šećerne repe. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi/ PTEP, 9, 129-131.
- Lević, L., Filipčev, B., Šimurina, O., Svrzić, G. ve Mastilović, J., 2006. Supplementing speciality breads with sugar beet molasses. In Proceedings of 3rd International Congress' Flour-Bread 05'and 5th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, 26-29 October 2005 (pp. 246-252). Faculty of Food Technology, University of Josip Juraj Strossmayer.
- Lončar, B., Pezo, L., Filipović, V., Nićetin, M., Filipović, J., Pezo, M. ve Aćimović, M., 2022. Physico-chemical, textural and sensory evaluation of spelt muffins supplemented with apple powder enriched with sugar beet molasses, Foods, 11, 1750.
- MEB., 2013. Gıda teknolojisi un ve unlu mamullerdeki analizler. s. 37-45.
- Meral, H. ve Karaoğlu, M. M., 2020. The effect of the stale bread flour addition on flour and bread quality, International Journal of Food Engineering, 1-9.
- Michel, P., Thibault, J. F., Barry, J. L. ve DeBaynast, R., 1988. Preparation and characterisation of dietary fibre from sugar beet pulp, J. Sci. Food Agric., 42, 77–85.
- Minarovičová, L., Lauková, M., Kohajdová, Z., Karovičová, J., Dobrovická, D. ve Kuchtová, V., 2018. Qualitative properties of pasta enriched with celery root and sugar beet by-products, Czech Journal of Food Sciences, 36, 1, 66–72.
- Mišan, A., Sakač, M., Medić, D., Tadić, V., Marković, G., Gyura, J., Pagano, E., Izzo, A.A., Borrelli, F., Šarić, B., Milovanović, I. ve Milić, N., 2016. Antioxidant and physicochemical properties of hydrogen peroxide-treated sugar beet dietary fibre, Phytotherapy Research, 30, 855–860.
- Miyazaki, M., Maeda, T. ve Morita, N., 2004. Effects of various dextrin substitutions for wheat flour on dough properties and bread qualities, Food Research International, 37, 59-65.

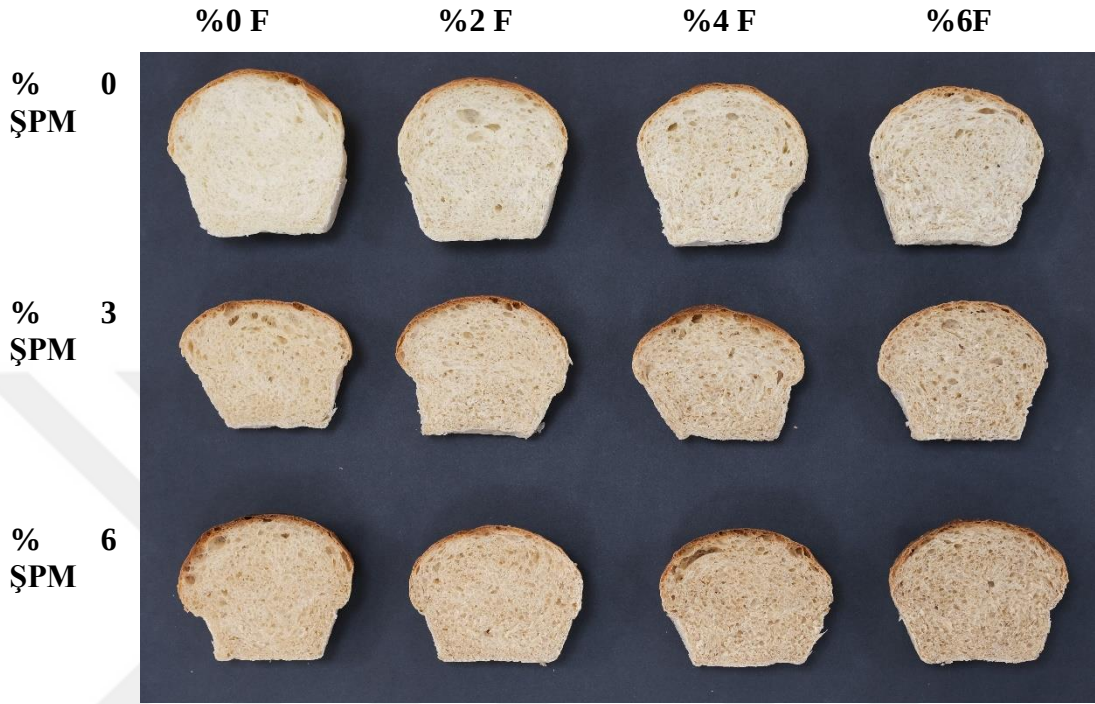
- Mokrzycki, W. S. ve Tatol, M., 2011. Colour difference ΔE - a survey. *Machine Graphics and Vision*, 20, 4, 383–411.
- Ničetin, M., Pezo, L., Lončar, B., Filipović, V., Knežević, V., Filipović, J. ve Šuput, D., 2021. Sugar beet molasses as osmotic solution for improving antioxidative potential of herbs, *Journal of Hygienic Engineering & Design*, 34.
- Özbaş, K. E. ve Özboy Özbaş, Ö., 2017. Sugar beet pulp as biomass, *Zuckerindustrie*, 142, 29-32.
- Özboy, Ö. ve Köksel, H., 1997a. Comparison of the effects of two wheat cultivars on the quality of high fiber bran-cookies, *Gıda*, 22,1, 9-14.
- Özboy, Ö. ve Köksel, H., 1997b. Unexpected strengthening effects of a coarse wheat bran on dough rheological properties and baking quality, *Journal of Cereal Science*, 25, 77-82.
- Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welte-Chanes, J. ve Swanson, B. G., 1999. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree, *Journal of Food Science*, 64, 42–45.
- Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F. ve Bechtel, U. S., 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties, *Cereal Chemistry*, 54, 1, 25-41.
- Rosell, C. M., Santos, E. ve Collar, C., 2006. Mixing properties of fiber enriched wheat bread doughs: a response surface methodology study, *European Food Research and Technology*, 223, 333–340.
- Sakač, M. B., Gyura, J. F., Mišan, A. C., Šereš, Z. I., Pajin, B. S. ve Šoronja-Simović, D.M., 2011. Antioxidant activity of cookies supplemented with sugarbeet dietary fiber, *Sugar Industry*, 136, 151–157.
- Salamon, A., Szafrńska, A., Baryga, A., Diowksz, A., Szymczyk, K. ve Kowalska, H. 2024. Assessment of the possibility of using sugar beet Pulp with molasses as by-product for enriching flour and production of bread with pro-health properties. *Applied Sciences*, 14, 22, 10570.
- Sandström, B., Davidsson, L., Kivistö, B., Hasselblad, C. ve Cederblad, A., 1987. Effect of vegetables and beet fibre on the absorption of zinc in humans from composite meals, *Br. J Nutr.*, 58, 49–57.
- Šarić, L. Ć., Filipčev, B. V., Šimurina, O. D., Plavšić, D. V., Šarić, B. M., Lazarević, J. M. ve Milovanović, I. L., 2016. Sugar beet molasses: Properties and applications in osmotic dehydration of fruits and vegetables, *Food and Feed Research*, 43, 135-144.

- Sarka, E., Bubnik, Z., Hinkova, A., Gebler, J. ve Kadlec, P., 2012. Molasses as a by-product of sugar crystallization and a perspective raw material, *Procedia Engineering*, 42, 1219-1228.
- Šereš, Z., Gyura, J., Filipović, N. ve Šoronja Simović, D., 2005. Application of decolourization on sugar beet pulp in bread product, *European Food Research and Technology*, 221, 54-60.
- Shokrollahi, F. ve Taghizadeh, M., 2016. Date seed as a new source of dietary fiber: physicochemical and baking properties, *International Food Research Journal*, 23, 6, 2419-2425.
- Šimurina, O. D., Ikonić, B. B., Jevtić-Mučibabić, R. C., Belović, M. M., Koprivica, G. B. ve Mišljenović, N. M. 2012. Application of response surface methodology in the development of specialty bread with sugar beet molasses, flax seed and vital wheat gluten. *Food and Feed Research*, 39, 1, 11-22.
- Šimurina, O. D., Radunović, A. Z., Filipčev, B. V., Jevtić, M. R., Šarić, L. Č. ve Šoronja, S. D. M., 2017. Quality improvement of gluten-free bread based on soybean and enriched with sugar beet molasses, *Food and Feed Research*, 44, 65-72.
- Skendi, A., Biliaderis, C. G., Papageorgiou, M. ve Izydorczyk, M. S., 2009. Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties, *Food Chemistry*, 199, 3, 1159–1167.
- Šoronja Simović, D., Filipović, N., Šereš, Z., Gyura, J., Jokić, A. ve Pajin, B., 2010. Optimization of the formula of bread enriched with sugar beet fibres, *Acta Alimentaria*, 39, 4, 488–497.
- Šoronja-Simović, D., Smole-Možina, S., Raspor, P., Maravić, N., Zahorec, J., Luskar, L. ve Šereš, Z., 2016. Carob flour and sugar beet fiber as functional additives in bread, *Acta Periodica Technologica*, 47, 83–93.
- Šoronja Simović, D., Maravić, N., Šereš, Z., Mišan, A., Pajin, B., Jevrić, L. R., Podunavac-Kuzmanović, S. O. ve Kovac'ević, S. Z., 2017. Antioxidant capacity of cookies with non-modified and modified sugar beet fibers: chemometric and statistical analysis, *European Food Research and Technology*, 243, 239–246.
- Šoronja-Simović, D., Zahorec, J., Šereš, Z., Maravić, N., Možina, S.S., Luskar, L. ve Luković, J., 2021a. Challenges in determination of rheological properties of wheat dough supplemented with industrial by-products: carob pod flour and sugar beet fibers, *Journal of Food Measurement and Characterization* 15, 914–922.

- Šoronja-Simović, D., Zahorec, J., Šereš, Z., Griz, A., N., Sterniša, M. ve Možina, S.S., 2021b. The food industry by-products in bread making: single and combined effect of carob pod flour, sugar beet fibers and molasses on dough rheology, quality and food safety. Association of Food Scientists & Technologists (India). 13197-021-05152.
- Šoronja-Simović, D., Zahorec, J., Šereš, Z., Griz, A., Sterniša, M. ve Smole Možina, S., 2022. The food industry by-products in bread making: single and combined effect of carob pod flour, sugar beet fibers and molasses on dough rheology, quality and food safety, Journal of Food Science and Technology, 59, 1429-1439.
- Thibault, J. F., Renard, C. ve Guillon, F., 2001. Sugar beet pulp-production, composition, physicochemical properties, psysicological effects, safety and food applications, Institut National de la Recherche Agronomique, CRC Press, Nantes, France.
- Torbica, A., Blažek, K. M., Belović, M. ve Hajnal, E. J., 2019. Quality prediction of bread made from composite flours using different parameters of empirical rheology, Journal of Cereal Science, 89, 102812.
- Ünal, S. ve Boyacıoğlu, M.H., 1984. Hamurun reolojik özellikleri. Gıda/Food. 9, 1, 13-20.
- Ünüvar, A., 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ve bazı ekmek katkı maddelerinin hamur reolojik özellikleri ile ekmek kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünlü, M. U., 2017. Havuç lifi ve şeker pancarı lifinin tarhana kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Wang, J., Rosell, C. M. ve De Barber, C. B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality, Food Chemistry, 79, 221–226.
- Yiğit, V., 1988. Ekmeğin su aktivitesi ve ambalajlamadaki rolü, Gıda/ Food, 13, 5, 331-335.

EKLER

EK A: Değişik oranlarda F ve ŞPM içeren ekmeklere ilişkin ekmek içi kesit görüntülerini birarada gösteren fotoğraf.



F: Fibrex, ŞPM: Şeker Pancarı Melası

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Damla Umar

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, 2015-2020.

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Gıda Mühendisliği A.B.D., 2022-2025

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Miray Pastacılık Unlu Mamuller Gıda İth. İhr. San. ve Ltd. Şti. - Aksaray/2020
2. Meder Resort Otel- Antalya, Kemer/2020-2021
3. Özkardeşler Catering -Aksaray/ 2023
4. Bim Birleşik Mağazalar A.Ş.- / 2025- Halen.

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan

Umar, D., Arıbaş, M. ve Özboy-Özbaş, Ö., 2024. Farklı Seviyelerde Şeker Pancarı Melası ve Fibrex ile Hazırlanan Hamurun Reolojik Özellikleri, 8. Uluslararası Marmara Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, İstanbul, Kongre Kitabı, p28-29.