



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI ARPA GENOTİPLERİ İLE BETA-GLUKAN İÇERİĞİ
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK HAMURUNUN REOLOJİK
ÖZELLİKLERİ

MESUT TÜRKER
YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI ARPA GENOTİPLERİ İLE BETA-GLUKAN İÇERİĞİ
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK HAMURUNUN REOLOJİK
ÖZELLİKLERİ

MESUT TÜRKER
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ MURAT REİS AKKAYA

ADANA 2020

Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

[İmza]

Mesut TÜRKER

ÖZET

BAZI ARPA GENOTİPLERİ İLE BETA-GLUKAN İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK HAMURUNUN REOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Mesut TÜRKER

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA

Haziran 2020, 63 sayfa

Arpa; *Poaceae* familyasından *Hordeum* cinsine ait olup buğday gibi dünyada yetişen en eski tahıl ürünlerinden biridir. Bileşimi incelendiğinde kuru maddede yaklaşık %65-68 nişasta, %8-17 protein, %3.6-9 β -glukan, %2-3 serbest lipid ve %1.5-3 mineral madde içermektedir. Arpa ve yulafta en önemli çözünür besinsel lif bileşeni olan β -glukan; koroner kalp hastalıklarını tedavi edici, kan ve kolesterol düzeyini düzenleyici ve lipid metabolizmasını iyileştirici etkisinin olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir.

Dünyada ve ülkemizde üretilen arpanın büyük çoğunluğu hayvan yemi ve malt ürünleri olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; arpanın buğday ekmeği formülasyonlarında belli bir orana kadar kullanılabildiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı; farklı arpa unlarının buğday ununa farklı oranlarda ilavesiyle elde edilecek ekmek hamurlarının reolojik özelliklerinin araştırılmasıdır. Arpa unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde; nem değerlerinin değeri %11.21 ile %12.83 arasında, kül içeriğinin %1.43-1.89 arasında ve protein değerinin %12.75-14.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm tane arpa numunelerinin β -glukan değerlerinin %4.22-5.7 arasında, arpa unlarının β -glukan değerlerinin %1.88-3.08 arasında değiştiği, buğday ununun β -glukan değerinin ise %0.21 olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneği olarak kullanılan buğday ununda su absorpsiyon miktarı %64.35 olarak tespit edilmiştir. Arpa unlarının kullanım miktarının artmasıyla su absorpsiyon miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Ekstensograf analizlerine göre buğday unu ekmek yapımına uygun bulunurken %10 ve %20 oranında arpa çeşitlerinin ilavesinin uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, hamur reolojisi, β -glukan, arpalı ekmek

ABSTRACT

RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BREAD DOUGH ENRICHED WITH SOME BARLEY GENOTYPES BY BETA-GLUCAN CONTENT

Mesut TÜRKER

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Murat Reis AKKAYA

June 2020, 63 pages

Barley belongs to the genus *Hordeum* of the *Poaceae* family and is one of the oldest cereal crops grown in the world such as wheat. It contains approximately 65-68% starch, 8-17% protein, 3.6-9% β -glucan, 2-3% free lipid and 1.5-3% mineral in dry matter. β -glucan, which is the most important soluble nutrient fibre component in barley and oat; has been determined that the effect of healing studies such as coronary heart disease treatment, blood and cholesterol level regulator and lipid metabolism.

The majority of the barley produced in the world and in our country is used as animal feed and malt products. When the studies done in recent years are examined; it has been observed that barley can be used up to a certain extent in wheat bread formulations.

The purpose of this study is to investigate the rheological properties of the dough to be obtained by adding barley flours to wheat flour in different proportions. When the chemical and physicochemical properties of barley flours are examined; it was determined that the moisture values ranged from 11.21% to 12.83%, ash content 1.43-1.89% and protein value between 12.75-14.24. It was reported that β -glucan values of barley grain samples ranged between 4.22-5.7%; β -glucan values of barley flours ranged between 1.88-3.08 and that β -glucan value of wheat flour was 0.21.

The amount of water absorption in wheat flour used as a control sample was determined to be 64.35%. It has been observed that the amount of water absorption increases with the increasing amount of use of barley flour. According to extensograph analysis, wheat flour was

found suitable for making bread, while it was observed that the addition of 10% and 20% barley varieties was appropriate.

Keywords: Barley, dough rheology, β -glucan, barley bread



Bu tezi sevgili anneme ithaf ediyorum



TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının seçimi, yürütülmesi ve değerlendirilmesi aşamalarının tümünde her zaman bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, destekleyen ve imkanlarını sunan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA'ya,

Tez jürimde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. M. Sertaç ÖZER ve Prof. Dr. Osman KOLA hocalarıma değerli bilgi ve görüşleri için,

Çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Burçak Türker ve Sevgin Dıblan'a,

Çalışma için kullanılan hammaddelerden arpaların temininde her türlü desteği gösteren Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Dr. Hasan Ay'a,

Çalışmanın analizlerinin gerçekleşmesi için laboratuvar imkanlarını sağlayan Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne,

Desteklerinden dolayı Çetinkaya Giyim San. Tic. A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez 18332013 proje numarası ile Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Tahılların Tarihi.....	2
2.2. Tahılların Üretimi, Verimliliği ve Tüketimi.....	3
2.3. Ekmeğin Ekonomideki Yeri.....	7
2.4. Ekmeğin Tüketimi.....	8
2.5. Arpa.....	8
2.6. β -Glukan.....	12
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	16
3.1. Malzeme.....	16
3.2. Unda Kimyasal ve Fizkokimyasal Analizler.....	16
3.2.1. Rutubet Miktarı Tayini.....	16
3.2.2. Kül Miktarı Tayini.....	16
3.2.3. Yaş Gluten, Kuru Gluten ve Gluten İndeks Tayini.....	16
3.2.4. Düşme Sayısı Tayini.....	17
3.2.5. Zeleny Sedimentasyon Tayini.....	17
3.2.6. Protein Tayini.....	18
3.2.7. β -Glukan Analizi.....	18
3.3. Hamurda Reolojik Analizler.....	21
3.3.1. Farinograf Analizi.....	21
3.3.2. Ekstensograf Analizi.....	21
3.4. İstatistiksel Analiz.....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Unda Kimyasal ve Fizkokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi.....	23
4.1.1. β -Glukan Analizi.....	25
4.2. Hamurda Reolojik Analizler.....	27

4.2.1. Farinograf Analizi.....	27
4.2.2. Ekstensograf Analizi.....	29
5. SONUÇLAR.....	34
6. ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR.....	36
EKLER.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	63



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Gluten yıkama ve indeks cihazı.....	17
Şekil 3.2. Düşme sayısı cihazı	17
Şekil 3.3. Sedimentasyon cihazı	18
Şekil 3.4. β -glukan analizi örnek hazırlama.....	20
Şekil 3.5. β -glukan analizinde ölçüm yapılan örnekler.....	20
Şekil 3.6. Farinograf cihazı	21
Şekil 3.7. Ekstensograf cihazı	21
Şekil 4.1. Arpa örneklerine ait β -glukan değerleri.....	26
Şekil 4.2. Buğday ve arpa unu örneklerine ait β -glukan değerleri.....	26

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Dünya buğday üretim, tüketim ve stok durumu	3
Tablo 2.2. Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler.....	4
Tablo 2.3. Dünya ve başlıca üretici ülkelerde buğday verimi	5
Tablo 2.4. Türkiye hububat ekim alanı, üretim miktarı ve verimi	5
Tablo 2.5. Türkiye’de yıllar itibariyle buğday tüketimi	6
Tablo 2.6. Dünya arpa üretimi ve önemli üretici ülkeler.....	9
Tablo 2.7. Dünya ve önemli üretici ülkelerde arpa verimi.....	10
Tablo 2.8. Türkiye arpa ekim alanı, üretimi ve verimi.....	10
Tablo 2.9. Dünya arpa tüketimi ve başlıca tüketici ülkeler	11
Tablo 2.10. Arpanın kimyasal içeriği	12
Tablo 4.1. Buğday ve arpa unu örneklerine ait kimyasal özellikler	23
Tablo 4.2. Buğday ununa ait fizkokimyasal özellikler	23
Tablo 4.3. Buğday unu ve buğday unu–arpa unu karışımlarına ait farinogram değerleri.....	28
Tablo 4.4. Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait enerji değerleri (cm ²)....	30
Tablo 4.5. Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait uzayabilirlik değerleri (mm)	32
Tablo 4.6. Buğday unu ve buğday unu–arpa unu karışımlarına ait direnç değerleri (BU)	33

KISALTMALAR

AACC	: American Association of Cereal Chemists
BU	: Brabender Unit
dk	: Dakika
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
GOPOD	: Glikoz Oksidaz/Peroksidaz
IGC	: International Grains Council
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Ekmek yüzyıllar boyu insanlar için temel besin kaynaklarından biri olmuştur. Günlük enerjinin büyük bir bölümü tahıl ve tahıl ürünlerinden özellikle ekmekten karşılanmaktadır. Tahıllar içerisinde buğday ekmek yapımında tercih edilmektedir. Ülkemizde özellikle beyaz ekmek olarak adlandırılan buğday ekmeği tüketilmektedir. Tam buğday ve diğer tahıllar kullanılarak yapılan ekmekler incelendiğinde beyaz ekmeğe göre sağlık ve besleyicilik özelliklerinin daha yüksek olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir.

Arpa; *Poaceae* familyasından *Hordeum* cinsine ait olup dünyada yetişen en eski tahıllardan biridir. Arpanın kompozisyonu incelendiğinde yaklaşık %65-68 oranında nişasta, %8-17 protein, %3.6-9 β -glukan, %2-3 serbest lipid ve %1.5-3 mineral içeriğinin olduğu bildirilmiştir. Toplam diyet miktarı % 11 ile 34 arasında ve çözünür diyet lif oranı % 3 ile 20 arasında değişmektedir. Arpa özellikle biyoaktif bileşenler, çözünür ve çözünmeyen diyet lif içeriği bakımından iyi bir tahıl kaynağıdır. İçeriğinde bulunan β -glukanın sağlık üzerine olumlu etkileri belirlenmiştir. Arpanın temel lif bileşenlerinden β -glukanlar; plazma kolesterolünü düşürmekte, lipid metabolizmasını iyileştirmekte ve glisemik indeksi düşürmektedir (Altan ve ark., 2006; Idehen ve ark., 2017).

Arpa üretimi genel olarak hayvan yemi ve malt üretiminde kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda; gıdalarda da kullanılmaya başlanmıştır. Arpanın gıdalarda kullanıldığı yaygın gıdalardan birisi de ekmelerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; arpa ununun buğday unu yerine kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ancak ekmek hamuru reolojisi üzerine yapılan çalışmalar oldukça azdır.

Bu çalışmada buğday ununa β -glukan oranları belirlenen arpa çeşitlerinin unlarının ilavesiyle elde edilen ekmek hamurlarının reolojik özellikleri araştırılmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında arpa çeşitlerinin β -glukan oranları belirlenmiş, ikinci aşamasında ise buğday ununa belli oranlarda bu arpa çeşitlerinden elde edilen unların ilave edilmesiyle ekmek hamurunun reolojik özellikleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ekmek insanoğlunun binlerce yıldır vazgeçemediği temel besin kaynağı olup tarihi yabani buğday ve arpanın tarihi ile başlar. M.Ö. 9000-5500 yılları arasında kalan Neolitik Çağ olarak da bildiğimiz Cilalı Taş Devri tarıma başlanılan dönemdir. Yabani buğday olan küçük kıvı buğday ve gemik M.Ö. 9000 yıllarında bir şekilde ıslah edilirken, Şeria vadisinde, Ceriko'da ve Şam'ın güneydoğusuna düşen Tell Esved'de ekilip biçilmeye başlanmıştır. Tarım ekonomisinin temeli bu olay ile oluşturulmuştur. O dönem tek bir kişinin geçimi için 2000 dönümlük tarlaya ihtiyaç varken günümüzde aynı büyüklükteki tarladan 5000 kişinin ihtiyacı karşılanabilmektedir (Kuter, 2011).

M.Ö. 4300 yıllarda daha çok fırıncılık ve değirmencilik ile uğraşıldığı kazılarla elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır. M.Ö. 2600 yıllarında Eski Mısırlılar buğday unu ve su karışımından elde ettikleri hamura maya ilave ettikleri ekmeğın daha yumuşak ve kabarık olduğunun keşfetmişlerdir. Çeşitli sınıflardan oluşan Mısır halkının ise ekmeğı uzun yıllar boyunca bildiğı yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Kuter, 2011).

Sümerlerin döneminde arpa ekmeğının önemli bir yeri olduğı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Yunanlılar ise fırıncılığı Mısırlılardan ve Yahudilerden öğrenmişler ve benzer ekmekler yapmaya başlamışlardır. Romalılar ise M.Ö. 600 yılında Yunanlılardan ekmek yapmayı öğrenmişlerdir. Yunanlılar ve Romalılar tarafından çok önceden beri bilinmekte olan bira mayasının geleneksel ekmek mayasına ilave edilmesiyle daha yumuşak ve lezzetli ekmek elde edildiğı bildirilmiştir. Mısırdan Roma'ya ve ardından Batı Avrupa'ya yayılan mayalı ekmek son asırlarda hemen hemen tüm dünyada kullanılmaya başlanmıştır (Kuter, 2011).

2.1. Tahılların Tarihi

Tahılların bilinen tarihi M.Ö. 17000 yılına kadar uzanmaktadır (Tanno, 2006). Buğdayın tarihi yaklaşık 10000 yıl önceye dayanmakta olup ilk olarak kültüre Diyarbakır-Karacadağ'da alındığı tahmin edilmektedir. Ayrıca buğdayın Anadolu'da 23'ü yabani olmak üzere 400'den fazla çeşidi kültüre alınmıştır (Özberk ve ark., 2016). Buğday; M.Ö. 6500 yılında Yunanistan'a, M.Ö. 5000 yılında da Almanya'ya ulaşmıştır (Diamond, 1997). Avrupa Birliğı ülkeleri günümüzde en çok buğday üreten ülkelerdir (Flad ve ark., 2010). 1874 yılında ABD Osmanlı Devleti'nden Türkiye Kırmızısı ismiyle yaklaşık 2 ton kırmızı sert buğday

(TurkeyRed) ithal etmiş ve bu buğday çeşidi Nebraska'ya yayılmış, Amerika'da kullanılmaya devam edilmiştir (Özberk ve ark., 2016). Türkiye'de ise 1925 yılında Eskişehir Tohum Islah İstasyonu'nda başlayan çalışmaların en önemlisi 1935 yılında 256 buğday çeşidinin belirlendiği Mirza Gökgöl tarafından yapılmıştır (Atay, 2006). Bezostaja-1 buğday çeşidi 1970 yılında tescil edilmiştir. Bezostaja-1'in yüksek verimli, soğuğa ve hastalıklara dayanıklı olması sebebiyle Türkiye'de üretimi artmıştır. Gerek-79 çeşidi ise 1964 yılında tescillenmiş olup en çok yetiştirilen çeşitlerden biridir (Babaoğlu, 1996). Son yıllarda başta İtalyan olmak üzere yabancı menşeli çeşitlerin yanı sıra yerli çeşitler de üretilmektedir.

2.2. Tahılların Üretimi, Verimliliği ve Tüketimi

Dünya da 2018 yılında üretilen buğday miktarı 763 milyon ton iken bu miktarın 271 milyon tonu stok edilirken, 176 milyon tonu ise ticarete kullanılmıştır (Tablo 2.1). Küresel buğday üretimi 2018 yılında bir önceki yıla göre 6 milyon ton artarak 763 milyon tona, tüketim miktarı da 4 milyon ton artarak 740 milyon tona ulaşmıştır (IGC, 2019).

Tablo 2.1. Dünya buğday üretim, tüketim ve stok durumu (Milyon ton)

	Yıllar									
	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19*
Üretim	683	655	701	6559	718	732	740	757	763	735
Ticaret	129	126	147	142	157	153	166	177	176	172
Tüketim	657	660	704	679	698	716	720	736	740	741
Stok	198	194	191	172	192	208	227	248	271	264

Kaynak: IGC (2019),(*) 2019 verileri tahmindir.

IGC 2019 yılı verilerine göre buğday üretiminde AB (28) 137.9 milyon ton ile birinci sırada yer alırken Çin 131.4 milyon ton ile ikinci sıradadır. Türkiye buğday üretiminde 20 milyon ton ile 9. sırada bulunmaktadır (Tablo 2.2). Dünya buğday üretiminin %71.2'sini 523.8 milyon ton ile AB (28), Çin, Hindistan, Rusya, ABD ve Kanada oluşturmaktadır (IGC, 2019).

Dünya buğday verim ortalaması 3.47 ton/ha iken 5.84 ton/ha ile en yüksek verim ortalaması AB (28)'dedir. Çin' de ise bu verim ortalaması 5.48 ton/ha seviyesindedir. Türkiye'nin verim ortalaması 2017 yılında 2.69 ton/ha iken 2018 yılında 2.76 ton/ha' ya yükselmiştir. Türkiye' deki buğday verim ortalaması dünya verim ortalamasına yakın olmakla birlikte AB (28) ve Çin' deki verim ortalamalarından çok düşüktür (Tablo 2.3.) (IGC, 2019).

Tablo 2.2. Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler (Milyon Ton)

Ülkerler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19*
AB (28)	137.5	138.1	132.6	143.2	156.1	159.6	144.2	151.4	137.9
Çin	116.1	118.6	122.5	123.7	128.3	132.6	133.3	134.3	131.4
Hindistan	80.8	8.9	94.9	93.5	95.9	86.5	86.0	98.5	99.7
Rusya	41.5	56.2	37.7	52.1	59.7	61.0	72.5	85.1	71.7
ABD	58.9	54.2	61.3	58.1	55.1	56.1	62.8	47.4	51.3
Kanada	23.3	25.3	27.2	37.6	29.4	27.6	32.1	30.0	31.8
Ukrayna	16.8	22.3	15.8	22.3	24.7	27.3	26.8	27.0	25.1
Pakistan	23.9	24.2	23.3	24.2	26.0	25.5	25.6	26.6	25.5
Türkiye	19.7	21.8	20.1	22.1	19.0	22.6	20.6	21.5	20.0
Avustralya	27.4	29.9	22.9	25.3	23.7	22.3	31.8	21.2	17.3
Arjantin	15.9	14.5	8.0	9.2	13.9	11.3	18.4	18.5	19.5
Kazakistan	9.6	22.7	9.8	13.9	13.0	13.7	15.0	14.8	15.0
Diğer	83.9	86.3	83.1	93.2	87.8	93.5	87.8	87.0	88.9
Dünya	655	701	659	718	732	739	757	763	735

Kaynak: IGC (2019), (*) 2019 verileri tahmindir.

Türkiye'nin toplam tahıl alanları içinde ilk üç sırayı %64 ile buğday, %27 ile arpa, %6 ile mısır almaktadır. Tahıl ürünleri üretimi içinde ilk sırayı buğday üretimi (%57), ikinci sırayı ise (%23) almaktadır. Tahıl ürünlerinin dekar başına verimi incelendiğinde; birinci sırada 940 kg ile mısır, ikinci sırada 571 kg ile arpa, üçüncü sırada ise 564 kg ile buğday yer almaktadır (Tablo 2.4.) (TÜİK, 2019).

Türkiye'de hububat üretimi hem tarım sektörünün hem de genel ekonominin temelini oluşturmaktadır. Türkiye'de bitkisel ürünler içerisinde hububat üretiminin tarımsal gelire katkısı en yüksek düzeydedir. Tablo 2.4.'de görüldüğü üzere 2019 verilerine göre 68.463.271 dekar ile buğday Türkiye'de hububat türleri içerisinde en fazla ekim alanına sahiptir. Üretim miktarları içerisinde buğday yıllık yaklaşık 19 milyon ton ile en fazla üretime sahip olmuştur. 2019 yılı istatistiklerine göre buğdayı arpa, mısır, çavdar, yulaf ve tritikale takip etmektedir (TÜİK, 2019).

Tablo 2.3. Dünya ve başlıca üretici ülkelerde buğday verimi (Ton/Ha)

Ülkeler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19*
AB (28)	5.27	5.28	5.20	5.57	5.84	5.97	5.34	5.84	5.40
Çin	4.75	4.84	4.99	5.06	5.24	5.39	5.40	5.48	5.42
Uksayna	2.68	3.35	2.80	3.39	3.94	3.83	4.14	4.06	3.73
Arjantin	3.51	3.23	2.66	2.67	2.80	2.86	3.30	3.18	3.14
Kanada	2.82	2.96	2.87	3.60	3.08	2.89	3.58	3.34	3.22
Rusya	1.91	2.26	1.77	2.23	2.50	2.39	2.68	3.11	2.72
ABD	3.10	2.93	3.11	3.17	2.94	2.93	3.54	3.12	3.20
Hindistan	2.84	2.99	3.18	3.12	3.15	2.75	2.85	3.20	3.10
Pakistan	2.65	2.72	2.69	2.79	2.82	2.78	2.78	2.94	2.90
Türkiye	2.43	2.69	2.67	2.84	2.40	2.88	2.69	2.76	2.63
Avustralya	2.03	2.15	1.76	2.01	1.92	1.97	2.61	1.74	1.70
Kazakistan	0.68	1.64	0.73	1.07	1.05	1.19	1.21	1.24	1.33
Dünya	3.01	3.17	3.05	3.27	3.29	3.31	3.40	3.47	3.40

Kaynak: IGC (2019), (*) 2019 verileri tahminidir.

Tablo 2.4. Türkiye hububat ekim alanı, üretim miktarı ve verimi (Ekim alanı Milyon dekar, Üretim Milyon ton)

Tür		2015	2016	2017	2018	2019
Buğday	Ekilen Alanı	78.67	76.72	76.69	72.99	68.46
	Üretim Miktarı	22.60	20.60	21.50	20.00	19.00
	Verim (kg/da)	603	563	590	562	564
Arpa	Ekilen Alanı	27.84	27.40	24.25	26.12	28.69
	Üretim Miktarı	8.00	6.70	7.10	7.00	7.60
	Verim (kg/da)	629	546	590	567	571
Mısır	Ekilen Alanı	6.88	6.80	6.39	5.92	6.39
	Üretim Miktarı	6.40	6.40	5.90	5.70	6.00
	Verim (kg/da)	933	942	925	964	940
Çavdar	Ekilen Alanı	1.12	1.15	1.01	1.11	1.12
	Üretim Miktarı	0.33	0.30	0.32	0.32	0.31
	Verim (kg/da)	295	263	317	289	277
Yulaf	Ekilen Alanı	1.03	0.99	1.13	1.06	1.10
	Üretim Miktarı	0.25	0.23	0.25	0.26	0.27
	Verim (kg/da)	242	226	222	246	242
Triticale	Ekilen Alanı	0.37	0.38	0.46	0.50	0.64
	Üretim Miktarı	0.13	0.13	0.15	0.17	0.22
	Verim (kg/da)	336	332	329	338	336

Kaynak: TÜİK (2019).

Türkiye’de 2010 yılından itibaren yıllık 19 milyon tonun üzerinde buğday üretilmiştir. 2014 yılında 19 milyon tona düşen üretim artan yağışlardan dolayı 2015 yılında 22.6 milyon tona yükselmiştir. 2015 yılı buğday üretiminin 18.5 milyon tonu ekmeklik 4.1 milyon tonu ise makarnalık buğdaydan oluşmaktadır (Taşcı, 2016). 2015 yılında ekmeklik ve makarnalık buğday son 15 yılın en yüksek verimliliğine ulaşmıştır. 2015 yılında Türkiye ortalamasında verim bir önceki yıla göre %25 artarak makarnalık buğdayda 322 kg/da’a, ekmeklik buğdayda ise %18 artarak 281 kg/da’a yükselmiştir (Taşcı, 2016).

Tablo 2.5. Türkiye’de yıllar itibariyle buğday tüketimi (ton)

Yıllar	Buğday Toplam	Makarnalık buğday	Ekmeklik buğday
2000	15.078.072		
2001	15.628.978		
2002	15.644.603		
2003	14.781.687		
2004	15.132.552		
2005	14.283.200		
2006	16.490.600		
2007	14.584.163	1.838.140	12.746.022
2008	15.458.275	2.151.388	13.306.887
2009	14.494.543	2.042.104	12.452.439
2010	15.766.287	2.416.819	13.349.468
2011	17.089.529	2.137.387	14.952.142
2012	17.042.330	2.242.859	14.799.471
2013	16.329.709	1.702.576	14.627.134
2014	15.604.364	2.096.349	13.508.015

Kaynak: TÜİK (2015), (*) Makarnalık ve ekmeklik buğday tüketim verileri 2007 yılından itibaren derlenmeye başlamıştır.

Yaklaşık 3 milyon tarım işletmesi tarafından üretilen buğday büyük oranda yurt içinde tüketilmektedir. Beslenmemizde önemli bir yeri olan un ve un mamulleri günlük kalori ihtiyacının %60’ını karşılamaktadır. Türkiye’de kişi başına yaklaşık 200 kg/yıl buğday (TÜİK, 2014), 400 g/gün ekmek, 7.5 kg/yıl makarna (TMSD, 2016) ve 4 kg/yıl bisküvi (ATB, 2011) tüketilmektedir. Ülkemizde tahıllar diyetimizin %26.4 ünü, buğday ise tek başına bunun %80 inden fazlasını sağlamaktadır. Ülkemizde artan nüfusa bağlı olarak buğday talebi de artmaktadır. Ekmek, bulgur, makarna, ırmık, bisküvi, nişasta ve diğer buğdaya dayalı unlu mamullerin gıda amaçlı tüketimi dikkate alındığında, buğday tüketiminin 2013

yılında yaklaşık 16.3 milyon ton seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 2.5). Buna göre kişi başına buğday tüketimi 200–220 kg seviyesinde olmaktadır (Taşcı, 2016).

2014 yılında üretilen buğdayın yaklaşık %78'i besin, %13'ü yemlik, %7'si tohumluk ve düşük bir oranı da sanayide hammadde olarak kullanılmaktadır (TÜİK, 2016).

2.3. Ekmeğin Ekonomideki Yeri

Türkiye'nin temel besin kaynaklarından biri ekmek ve ekmek ürünleridir. Un ve unlu ürünler sanayi, gıda sektörü içerisinde %56 dolayında bir oranla en büyük payı alır. Unlu mamullerin bütçe değeri yaklaşık 9 milyar dolardır. Ülkemizde yaklaşık 70 adet yarı otomatik tünel, 25 bin klasik ekmek fırını mevcuttur. İstihdam kapasitesi yaklaşık 80 bin işgücü civarındadır. Bisküvi tipi fırın ürünlerinde ise 2500 işyeri, yaklaşık 20 bin işçi istihdam kapasitesi bulunmaktadır. Fırın ürünlerinde sektörün %95'lik kısmını küçük ve kar marjı düşük işletmeler oluşturmaktadır (Taşcı, 2016).

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne (Tebliğ no:2012/2 04.01.2012) göre ekmek; buğday ununa, su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür. Ekmek çeşitleri ise ekmek tanımında geçen bileşenlere ilave olarak tahıl ürünlerini ve istenildiğinde çeşni maddelerini de içeren ve tekniğine uygun olarak üretilen ekmekleri ifade eder. Ekmek her ırk, kültür ve dindeki insanların ortak olarak tükettiği tek gıda maddesidir (Taşcı, 2016).

İnsan yaşamında günlük enerjinin %43'ü tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır (Pekcan ve ark., 2006). Dünyada ise günlük enerjinin %48'i tahıl ve tahıl ürünlerinden karşılandığı belirtilirken bu değer 2050 yılında %41 olacağı düşünülmektedir (Kruse, 2010; Nelson ve ark., 2010).

Fırıncılık ürünleri arasında ekmek en yaygın olan üründür ve özellikle Türkiye'de beslenmenin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Ekmek üretimi ülkemizde günde 101 milyon adet, yılda 37 milyar adet olarak belirtilirken, günde 95 milyon adet yılda ise 35 milyar adet ekmek tüketildiği bildirilmiştir. Ekmek israfı ise günde 6 milyon adet, yılda ise

2.1 milyar adet olarak tespit edilmiştir. Bu da üretilen ekmeğin %5.9'unun israf edildiğini göstermektedir. Ekonomik değer olarak bir kilo buğdayın bir kilo ekmeğe eşdeğer olduğunu varsaydığımızda her yıl 450-500 bin ton buğday çöpe atılmaktadır (Taşcı, 2016).

2.4. Ekmek Tüketimi

Buğday unundan üretilen beyaz ekmek ülkemizde tüketimi en fazla olan ekmek çeşididir (TC Sağlık Bakanlığı, 2014). Ancak tam tahıl olarak adlandırılan ve tanenin tamamı ile fitokimyasal bileşenleri içeren tahıllar hem besleyicilik hem de sağlık açısından oldukça faydalıdır (Borneo ve León, 2012). Tam taneden üretilen ekmeklerin kalp rahatsızlıklarına, tip 2 diyabet hastalıklarına iyi geldiği ve kilo kontrolünde önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Brouns ve ark., 2013). Yetişkin bir insanın günde ortalama 200 gr ekmek tüketmesiyle alması gereken günlük enerjinin %20-24'ünü, demirin %8-32'ini, proteinin %26-28'ini, kalsiyumun %6-38'ini, B1 vitamininin %18-42'sini, B2 vitamininin %8-20'sini, niasinin %10-18'ini karşıladığı bildirilmiştir (TC Sağlık Bakanlığı, 2014).

Günümüzde kişi başı yıllık tahıl tüketimi gelişmiş ülkelerde 160 kg, gelişmekte olan ülkelerde ise 150 kg olup dünya ortalaması ise 173 kg'dır (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). Buğday tüketimi ABD ve bazı Avrupa ülkelerinde 85-100 kg, İtalya'da 148 kg olarak belirtilmektedir. Türkiye'de ise ortalama 229 kg olarak bildirilmektedir (TÜİK, 2016). Böylelikle ülkemizin yanı sıra birçok ülkede de buğdayın önemli bir besin kaynağı olduğu söylenebilmektedir (Alexandratos ve Bruinsma, 2012).

2.5. Arpa

Arpa; Poaceae familyasından Hordeum cinsine ait olup dünyada yetişen en eski tahıllardan biridir. Arkeolojik bulgular yaklaşık 17000 yıl önce Nil Nehri boyunca Mısır'da arpa bulunduğunu göstermektedir. Erken olgunlaşmasının yanı sıra kışa ve kuraklığa dayanıklı olması nedeniyle diğer tahıllara göre arpada daha iyi verim elde edilmektedir. Bu nedenle de diğer tahıllara göre arpa yetiştirmek genellikle daha ekonomiktir (Idehen ve ark., 2017). Arpa en eski çağlardan beri Asya, Kuzey Afrika ve Avrupa'daki farklı kültürlerden gelen popülasyonlar tarafından temel beslenmenin önemli bir besin kaynağı olmasının yanı sıra ekmek ve alkollü-alkolsüz içecekler üretiminde de kullanılmıştır (Arendt ve Zannini, 2013).

Arpa üreten başlıca ülkeler arasında en fazla ekim alanına %15.7 ile Rusya sahip iken, bu oranı %6.8 ile Ukrayna, %5.7 ile Türkiye, %5.5 ile İspanya ve %4.2 ile Kanada izlemektedir. Dünya'daki arpa ekim alanlarının yaklaşık %40'ı bu 5 ülkede yer almaktadır. Bu bağlamda; arpa dünyada tahıllar içinde üretimde buğday ve mısırdan sonra 3. sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise üretim miktarı açısından %60.3 pay ile buğday, %21.3 pay ile arpa, % 13.8 pay ile mısır yetiştirilmektedir (Altan ve ark., 2006).

Dünya arpa üretimi ortalaması, 2012/13 sezonuna kadar ciddi bir düşüş yaşamasına rağmen son 5 sezonda toparlanmaya başlamıştır. Küresel arpa üretimi 2018/19 sezonunda Kanada, ABD, Kazakistan ve Arjantin ülkelerinde artmış ancak, Rusya, Avustralya, Ukrayna, Türkiye ve AB'de düşmüştür. Bu nedenle yıllık arpa üretimi 2017/18 sezonuna göre 3.8 milyon ton azalmış ve 141.2 milyon tona gerilemiştir (Tablo 2.6.) (TMO, 2019).

Tablo 2.6. Dünya arpa üretimi ve önemli üretici ülkeler (Milyon Ton)

Ülkeler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19*
AB	53.3	52.0	54.7	59.5	60.5	61.4	59.3	58.6	56.3
Rusya	8.4	16.9	14	15.4	20.0	17.1	17.5	20.2	16.7
Kanada	7.6	7.9	8.0	10.2	7.1	8.3	8.8	7.9	8.4
Avustralya	8.0	8.2	7.5	9.2	8.6	9.0	13.5	8.9	8.3
Ukrayna	8.5	9.1	6.9	7.6	9.4	8.7	9.9	8.7	7.6
Türkiye	7.3	7.6	7.1	7.9	6.3	8.0	6.7	7.1	7.0
Arjantin	3.0	4.1	5.2	4.7	2.9	4.9	3.3	3.7	5.1
Kazakistan	1.3	2.6	1.5	2.5	2.4	2.7	3.2	3.3	4.2
ABD	3.9	3.4	4.8	4.7	4.0	4.8	4.4	3.1	3.3
Diğer	23.0	21.9	21.4	23.2	22.9	24.9	21.9	23.5	24.3
Dünya	124.2	133.7	131	144.9	144.2	149.8	148.5	145.0	141.2

Kaynak: TMO (2019),(*) 2019 verileri tahmindir.

Dünya ortalama arpa verimi son dokuz yılda %16.8 artış göstermiştir. Dünya ortalama arpa verimi 2017/18 sezonunda hektar başına 3.10 ton iken 2018/19 sezonunda hektar başına 2.92 ton olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Dünya arpa veriminde başı AB (28), Arjantin, ABD ve Kanada çekmektedir (Tablo 2.7.) (TMO, 2019).

Tablo 2.7. Dünya ve önemli üretici ülkelerde arpa verimi (Ton/Ha)

Ülkeler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19*
AB (28)	4.29	4.34	4.39	4.82	4.89	5.02	4.83	4.87	4.57
Arjantin	4.00	3.64	3.04	3.91	3.26	3.96	3.80	4.00	4.82
ABD	3.93	3.74	3.65	3.89	3.91	3.72	4.19	3.93	4.16
Kanada	3.19	3.29	2.90	3.83	3.28	3.51	3.90	3.73	3.50
Ukrayna	1.97	3.47	2.11	2.34	2.95	2.92	3.24	3.28	2.96
Türkiye	2.38	2.65	2.58	2.90	2.26	2.88	2.45	2.73	2.59
Rusya	1.16	2.20	1.98	1.92	2.28	2.12	2.21	2.57	2.06
Avustralya	2.17	2.21	2.05	2.41	2.12	2.19	2.79	2.30	2.07
Kazakistan	0.98	1.71	0.91	1.38	1.26	1.31	1.71	1.60	1.68
Dünya	2.50	2.72	2.65	2.90	2.89	2.98	3.07	3.1	2.92

Kaynak: TMO (2019),(*) 2019 verileri tahmindir.

Tablo 2.8. Türkiye arpa ekim alanı, üretimi ve verimi

Yıllar	Ekim Alanı (Bin Ha)	Üretim (Bin Ton)	Verim (Ton/Ha)
2008	2950	5900	2.17
2009	3010	7300	2.45
2010	3400	7250	2.41
2011	2869	7600	2.66
2012	2749	7100	2.58
2013	2721	7900	2.91
2014	2787	6300	2.32
2015	2783	8000	2.88
2016	2740	6700	2.48
2017	2425	7100	2.93

Kaynak: TÜİK (2018)

Ülkemizde son 10 yıl incelendiğinde arpa ekim alanlarının 2.4- 3.4 milyon hektar, üretiminin 5.9- 8.0 milyon ton ve veriminin ise 2.17- 2.93 ton/ha arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 2.8.) (TÜİK, 2018).

Dünya 2017/18 arpa tüketiminin yem ve gıda amaçlı arpa tüketimindeki artışın, endüstriyel kullanımındaki düşüşten fazla olmasından dolayı geçen yıla göre 0.2 milyon azalarak 147.1 milyon ton düzeyinde olması beklenmektedir (Tablo 2.9.) (TÜİK, 2018).

Arpa üretimimiz, kuraklık ve kalite sorunu yaşanmadığı yıllarda tüketimimizi karşılamaktadır. Ülkemizde son 10 yıla baktığımızda arpa tüketimimizin en az %81'i yemlik olarak

gerçekleşmiştir. Ülkemizde son 10 yılda arpa yeterlilik derecesi en düşük % 80.6 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018).

Tablo 2.9. Dünya arpa tüketimi ve başlıca tüketici ülkeler (Milyon Ton)

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/2018*
AB (28)	51.4	54.2	54.3	48.9	49.0	49.9	48.0	47.6	50.1	49.5
Rusya	17.4	16.6	9.5	14.0	12.8	13.0	13.7	13.8	14.6	14.2
Çin	4.2	4.3	3.6	3.2	4.0	5.0	10.1	8.1	9.1	9.1
S.Arabistan	7.3	7.4	6.4	7.1	8.1	8.4	8.4	10.1	9.1	8.3
Türkiye	6.1	6.2	7.0	7.5	7.7	7.8	8.6	7.0	7.3	7.8
Kanada	8.2	7.7	6.8	6.2	6.2	7.1	5.6	6.3	6.4	6.2
İran	3.7	3.6	3.5	4.1	4.1	3.9	5.6	4.6	4.5	5.4
ABD	5.0	4.5	4.5	4.3	4.6	4.7	4.2	4.5	4.5	4.1
Ukrayna	6.3	5.9	6.0	6.2	5.2	5.3	4.5	4.9	4.7	4.1
Diğer	33.3	34.6	35.6	33.6	34.3	36.0	36.6	40.5	37.1	38.6
Dünya	142.9	145.0	137.1	135.5	135.9	141.1	145.2	147.4	147.3	147.1

Kaynak: IGC Mart/2018 raporu, Türkiye verileri; TÜİK (2018),(*) 2018 verileri tahmindir.

Not: AB verileri; 2008/09'dan 2012/13'e kadar AB (27), 2013/14 döneminden itibaren AB (28) içindir.

Arpa; E vitamini, B kompleks vitaminleri, mineraller ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenler ile çözünür ve çözünmeyen diyet lifleri içeren iyi bir tahıl kaynağıdır (Izydorczyk ve Dexter, 2008). Baik ve Ullrich (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, arpanın kompozisyonu incelendiğinde yaklaşık %65-68 oranında nişasta, %8-17 protein, %3.6-9 β -glukan, %2-3 serbest lipit ve %1.5-3 mineral içeriğinin olduğu bildirilmiştir (Tablo 2.11). Toplam diyet miktarı %11 ile 34 arasında ve çözünür diyet lif oranı %3 ile 20 arasında değişmektedir (Baik ve Ullrich, 2008).

Arpanın temel lif bileşenlerinden β -glukanlar; plazma kolesterolünü düşürmekte, lipit metabolizmasını iyileştirmekte ve glisemik indeksi düşürmektedir. ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'ne göre; tüm tahıl arpa ve arpa içerikli ürünler bu içeriklerinden dolayı koroner kalp rahatsızlığı riskini azaltmaktadır (Idehen ve ark., 2017). Buğdaya göre arpada bulunan besinsel lifin kan kolesterolünü düşürme etkisi daha fazla olup kalp rahatsızlıklarına neden olan düşük yoğunluklu lipoproteinleri azaltma etkisi olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Ayrıca serum kolesterolünü düşürme etkisine sahip olan E vitamini izomerlerini de içermektedir (Altan ve ark., 2006).

Arpadaki sağlık faydalarını gösteren başlıca fitokimyasal maddeler arasında fenolik asitler, flavonoidler, lignanlar, E vitamini, steroller ve folat bulunmaktadır. Ayrıca arpa tokotrienol ve tokoferollerin tüm izomerlerinin yanı sıra B vitaminlerinden riboflavin, pridoksin, tiamin ve pantotenik asit içermektedir (Idehen ve ark., 2017).

Tablo 2.10. Arpanın kimyasal içeriği (Arendt ve Zannini, 2013)

İçerik	(%)
Karbonhidrat	78-83
Nişasta	65-68
β-Glukan	3.6-9
Selüloz	1.4-5
Lipid	2-3
Protein	8-17
Mineral	1.5-3

2.6. β-Glukan

β-glukan; arpa, yulaf ve avdar gibi tahılların hücre duvarında ve bazı bakteri, maya ve mantarlarda bulunan β-glikozidik bağlarla bağlanmış D-glukoz monomerlerinden oluşan nişasta dışı bir polisakkarittir. B-glukan immün sistemini uyarıcı etkiye sahip olduğundan iyi bir antibiyotik alternatifini olarak kullanılabilir (Kale ve Bingol, 2015). Glikoz moleküllerinin bağlanma şekillerine göre β-glukan farklı yapıda bulunmaktadır. Arpa ve yulaf hücre duvarlarında bulunan β-glukanlar 1,3 ve 1,4-β bağlı glikopiranosil içerirken, maya ve mantarların hücre duvarında 1,6 ve 1,3-β glikopiranosillerden, bakterilerde ise 1,3-β-glikopiranosillerden oluşmaktadır. β-glukanlar suda çözünen ve çözünmeyen olarak ayrılmakta olup etki mekanizmaları farklıdır. Tahıl kaynaklı β-glukanlar suda çözünürken maya ve bakteri kaynaklı β-glukanlar suda çözünmezler. Suda çözünmeyen β-glukanlar immün sistemde etkilidir (Kale ve Bingöl, 2015). β-glukanlar; *Pneumocystis carinii*, *Cryptococcus neoformans*, *Histoplasma capsulatum*, *Candida albicans* gibi bakterilerden, *Aspergillus fumigatus*, *Lentinus edodes*, *Grifola frondosa*, *Schizophillum commune* ve *Sclerotinias clerotiorum* gibi mantarlardan ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi mayalardan elde edilebilmektedir (Akramiene ve ark., 2007). Tahıl kaynaklı β-glukanlar arpa, yulaf ve avdardır. Arpa ve yulaf %5 civarında, yulaf kepeği %7, buğday ve avdar ise %2 oranından β-glukan içermektedir (Kale ve Bingöl, 2015).

β -glukan anti-tümör etkinin yanı sıra immün sistemi güçlendirmek ve enfeksiyonlara karşı direnç artırma, kolesterol düzeyini düşürme ve kan şekerini düzenleme etkisine sahiptir (Kale ve Bingöl, 2015).

Günümüzde arpa tüketiminin büyük bir bölümü hayvan yemi ve malt-bira endüstrisinde değerlendirilmektedir. Zayıf pişme kalitesi göstermesi nedeniyle gıdalarda pek kullanılmayan arpa içerdiği protein, besinsel lif, nişasta olmayan polisakkaritlerden özellikle β -glukan, selüloz ve arabinoksilan içermesi, fitokimyasal içeriğinin diğer tahıllara göre yüksek olması ve birçok gıdada katkı olarak kullanılabilme özelliği nedeniyle son yıllarda gıdalarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Arpa ekmek, kek, kurabiye gibi buğday esaslı ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Dhingra ve Jood (2002) arpa unu ile desteklenmiş buğday ekmeğinin organoleptik ve besleyici özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; arpa ununun %15'e kadar buğday unu yerine kullanılmasıyla ekmeklerin organoleptik özelliklerini korurken toplam lizin, diyet lifi ve β -glukan içeriğinin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Swanson ve Penfield (1988) ve Dhingra ve Jood (2004) e göre buğday ekmeğine %15-20 arpa unu ilave edilmesinin genel aroma, görünüm ve doku özellikleri bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu bildirilmiştir (Gupta ve ark., 2011).

Yapılan başka bir çalışmada; arpa unu yüzdesindeki artışla birlikte, gözeneklilik özelliklerinin arttığı belirlenmiştir. Genel olarak, %10 arpa unundaki şekil ve gözenek yapısı, buğday unu ekmeğine benzer iken, arpa ununun %15 ve %25 oranında ilave edilmesi ile daha düzensiz ve daha büyük gözeneklerin oluştuğu bildirilmiştir (Al-Attabi ve ark., 2017).

Holtekjolen ve ark. (2008), farklı arpa çeşitlerinden arpa unu içeren ekmeğin antioksidan özelliklerini ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. %40 oranında buğday ununun arpa unu ile değiştirilmesiyle üretilen ekmeklerin antioksidan özelliklerinin ve fenolik madde içeriklerinin arttığı belirtmişlerdir. Ayrıca sağlık açısından buğday ekmeğine göre yararlı ekmek üretiminin mümkün olabileceği sonucuna varmışlardır (Holtekjolen ve ark., 2008).

Yapılan bir çalışmada, beyaz buğday ununa ve tam buğday ununa farklı oranlarda kavuzsuz arpa unu ilavesi ile üretilen ekmeklerin besinsel ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Çalışma

sonunda ekmeklerin özellikle çinko, selenyum ve besinsel lif içeriklerinin yüksek olduğu, günlük selenyum ihtiyacının %40'ını, β -glukanın ise %70-75'ini karşıladığı bildirilmiştir (Skrbic ve ark., 2009).

Skendi ve ark. (2010) yaptığı çalışmada, arpadan izole edilen farklı molekül ağırlıklarına sahip iki β -glukanın etkileri araştırılmıştır. Ekmek hamurunun su absorpsiyon özelliği molekül ağırlığı yüksek olan β -glukan ile daha çok artarken ekmek renginin β -glukan oranı ile koyulaştığı, hacim artışının ve daha stabil ekmek yapısı olduğu belirtilmiştir (Skendi ve ark., 2010).

Çapati ekmeklere %1.5, 3 ve 4.5 oranında β -glukan ve %28, 56 ve 84 oranında arpa unu ilavesiyle hamur su absorpsiyon değerlerinin arttığı, ekmeklerde bayatlamamanın geciktiği, pişme süresinin ve kaybının arttığı, ekmek boyutlarının ise azaldığı belirtilmiştir (Sharma ve Gujral, 2014).

Çapati ekmelerle yapılan başka bir çalışmada %2, %4 ve %8 oranında β -glukan kullanılarak üretilen ekmekleri tüketen kişilerin glikoz ve glisemik indeks değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Thondre ve Henry, 2009).

Buğday ekmeğindeki farklı arpa kepeği oranının ve farklı hamur hazırlama yöntemlerinin ekmek kalitesi ve besleyici özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; arpa kepeği katkısının buğday ekmeğinin diyet lif, β -glukan ve arabinoksilan içeriğini arttırarak beslenme kalitesini geliştirdiği belirlenmiştir. Ancak yüksek arpa konsantrasyonunun ekmek hacmi ve duyusal analizlerden genel kabul edilebilirliği olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. Ekmek üretim yöntemi olarak arpa ekşi hamuru ve doğrudan üretim yöntemi kullanılmıştır. Ekşi hamur fermantasyonu ile üretilen arpa ekmeği doğrudan üretim yöntemine kıyasla, daha yüksek beslenme kalitesinde ve daha kabul edilebilir nitelikte olmuştur (Pejcz ve ark., 2016).

Yufka hamurunda buğday unu yerine %10, 20, 30 ve 40 oranında arpa unu, %5, 10, 15 oranında buğday kepeğinin kullanıldığı bir çalışmada; yufkaların duyusal özelliklerinin kabul edilebilir olduğu, arpa unu eklenen yufkaların parlaklık değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Basman ve Köksel, 2001).

Kavuzsuz arpa ununun buğday ununa ilave edildiği bir çalışmada arpa ununun %40 oranında kullanılmasıyla ekmek hacminin azaldığı, toplam ve çözünür 1,4 ve 1,3 β -Dglukan ile toplam arabinoksilan oranının arttığı belirtilmiştir (Trogh ve ark., 2004).

Buğday ununa kavuzsuz arpa unun ilave edildiği başka bir çalışmada arpa ununun kullanım oranının arttıkça ekmek renginin koyulaştığı, stabil yapıdan uzaklaştığı ve yapısının sertleştiği belirtilmiştir. Arpa ununun %15-30 oranında kullanılmasıyla ekmek özelliklerinin çok değişmediği bildirilmiştir (Ereifej ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı, β -glukan oranları belirlenen arpa çeşitlerinin unlarının buğday ununa farklı oranlarda ilavesiyle elde edilen ekmek hamurlarının reolojik özelliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla çalışma iki aşamadan oluşmaktadır:

- (1) Arpa çeşitlerinin β -glukan oranlarının belirlenmesi,
- (2) Buğday ununa arpa unu ilave edilerek elde edilen ekmek hamurunun reolojik özelliklerinin araştırılması.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Çalışmada ekmek hamurlarının üretiminde kullanılacak olan buğday, üç adet kavuzsuz arpa (Güldeste, INBYT15 ve INBYT25) ve dört adet kavuzlu arpa (Ay, Dolunay, MRA2, MRA20) örnekleri Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Arpa örneklerinden Güldeste, Ay ve Dolunay örnekleri çeşit, MRA2, MRA20, INBYT15 ve INBYT25 ise çeşit adayıdır. Buğday unu (Güney Un, Adana, Türkiye) kontrol örneği olarak kullanılmıştır. Arpalar Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Laboratuvarı'nda bulunan değirmenlerde (Yücebaş Makine Analitik Cihazlar, İzmir, Türkiye) öğütülerek 212 mikron eleklerden geçirilmiş ve un haline getirilmiştir. Elde edilen arpa unları (kavuzlu ve kavuzsuz arpa unu) %10, %20, %30 oranlarında buğday ununa ilave edilip ekmek hamurunun reolojik özellikleri belirlenmiştir.

3.2. Unda Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler

3.2.1. Rutubet Miktarı Tayini

Un örneklerinin rutubet miktarı tayini, AACC Metot No.44-15.02 'e göre belirlenmiştir. Unda nem miktarı tespitinde örnekler $130\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde (Memmert UF 110) 2 saat süre ile kurutulmuş ve su kaybı belirlenerek % nem miktarı hesaplanmıştır (AACC, 2000).

3.2.2. Kül Miktarı Tayini

Un örneklerinin kül miktarı tayini AACC Metot No.08-01 (AACC, 2000)'e göre tespit edilmiştir. Porselen krozelere örnekler 2-3 g tartılmış, 2-3 ml etil alkol ile ön yakma yapılmış ve yakma işlemi kül fırınında 900°C 'de siyah renk kalmayıncaya kadar yapılmıştır. Desikatörde krozeler soğutulduktan sonra hassas terazide tartılarak % kül miktarı hesaplanmıştır.

3.2.3. Yaş Gluten ve Kuru Gluten Tayini

Buğday ununun yaş gluten değeri AACC Metot No.38-11 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Yaş gluten analizi gluten yıkama cihazında (Yücebaş Y070001, Türkiye), sonrasında elde edilen gluten etüvde (Memmert UF 110) $105\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 saat süre ile kurutulmuştur. Su kaybı belirlenerek kuru gluten miktarı hesaplanmıştır.

3.2.4. Düşme Sayısı Tayini

Buğday ununun düşme sayısı düşme sayısı cihazında (YücebaşY120001, Türkiye) AACC Metot No.56-81.03 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Gluten yıkama ve indeks cihazı



Şekil 3.2. Düşme sayısı cihazı

3.2.5. Zeleny Sedimentasyon Tayini

Buğday ununun zeleny sedimentasyon değerleri AACC Metot No.56-60.01 (AACC, 2000)'ya göre belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Sedimentasyon cihazı

3.2.6. Protein Tayini

Un örneklerinde protein miktarı Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir. Buğday örneği için azot faktörü olarak 5.70, arpa örnekleri için bu faktör 5.83 olarak kullanılmıştır (Anonim, 2002).

3.2.7. β -Glukan Analizi

Arpa örneklerinin β -glukan içeriğini belirlemek amacıyla Megazyme β -glukan ve glukoz test kitleri (Megazyme 2/11 PonderosaParade, Warriewood Sydney, NSW.,2102 Avustralya) kullanılmıştır. Enzimatik metotla β -glukan analizi için β -glukan analiz kitleri kullanılmıştır. Kullanılan bu kitler β -glukan analizinin gerçekleştirilebilmesi için analizler sırasında kullanılacak likenaz, β -glukasidaz, ve GOPOD (glikoz oksidaz/peroksidaz) enzimlerinden oluşmaktadır. Yöntem; McCleary metodu olarak bilinmekle beraber işlem basamakları aşağıdaki gibidir (McCleary ve Codd, 1991).

- 0.5 g örnek (0.0001 hassasiyetle) 50 ml’lik falkon tüplere alınmıştır.
- Örnek üzerine 1 ml etil alkol (%50 v/v) ve 5 ml sodyum fosfat tamponu (20 mM, pH 6.5) ilave edilerek vortekste 1 dakika karıştırılmıştır.
- Tüp içerisine 5 ml saf su ilave edilerek karıştırılmıştır.

- Tüp 40 °C'ye soğutulduktan sonra üzerine 0.2 ml likenaz ilave edilerek 40 °C'de 1 saat inkübe edilmiştir.
- 19 ml saf su ilave edilerek hacim 30 ml'ye tamamlanmıştır.
- 1000 devir/dk'da 10 dk santrifüj yapıldıktan sonra filtre kağıdından geçirilmiştir.
- Filtrattan üç tüpe 0.1 ml alınıp birine 0.1 ml asetat tamponu (50 mM, pH 4.0) (kör deneme), diğer iki tüpe ise 0.1 ml glukozidaz enzimi ilave edilmiştir. Üç tüpe de 3 ml glukozoksidad/peroksidad enzim çözeltisi eklenmiştir. Tüpler 40 °C'de 20 dk inkübe edilmiştir.
- Tüplerdeki örneklerin UV-VIS spektrofotometrede 510 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür.

$$\beta\text{-Glukan (\%, kuru maddede)} = \Delta E \times (F/W) \times 27(1)$$

$$\Delta E = \text{Örnek absorbansı} - \text{Kör deneme absorbansı} (2)$$

$$F = \frac{100 \mu\text{g glukoz}}{100 \mu\text{g glukoz absorbansı}} (3)$$

$$W = \text{Örneğin mg olarak kuru ağırlığı}$$

Hazırlanan Çözeltiler

Sodyum Fosfat Tampon Çözeltisi: (20mM, pH 6.50), 3.12gr NaH₂PO₄2H₂O tartılarak 900 ml steril saf suda çözündürülmüştür. 1M NaOH ile pH 6.50'ye ayarlanarak steril saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

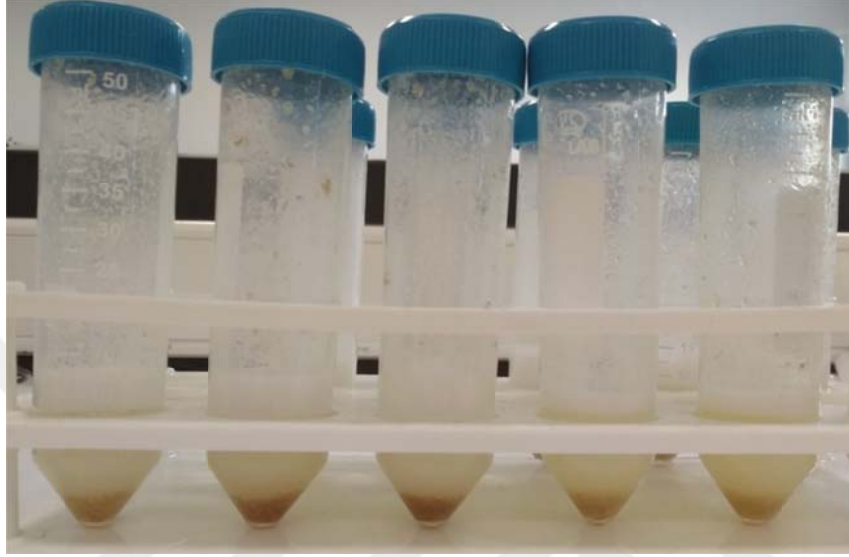
Sodyum Asetat Tampon Çözeltisi: (50mM, pH 4.00), 2.9 ml Glacial asetik asit 900 ml steril saf suda çözülerek 1M NaOH ilavesi ile pH 4.00'e ayarlanmıştır. Steril saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

%50 Etanol: 520 ml % 96 etanol 1000 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır.

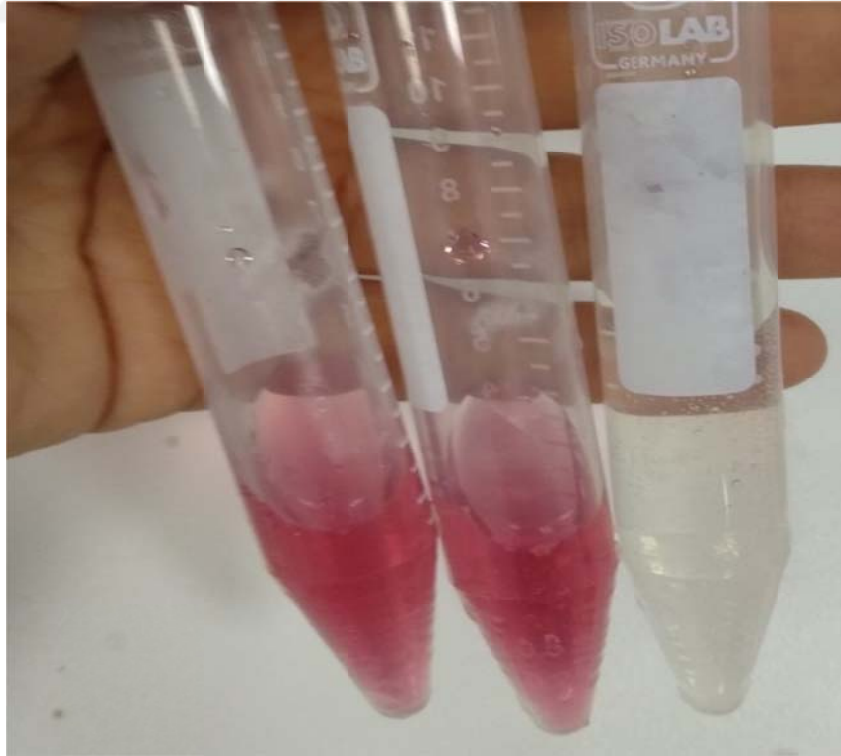
Likenaz Çözeltisi: Likenaz süspansiyonu, Sodyum Fosfat Tampon (20mM pH.6.5) çözeltisi ile 20 ml'ye tamamlanmıştır.

β -Glukosidaz Çözeltisi: β -Glukosidaz süspansiyonu, Sodyum Asetat Tampon çözeltisi (50mM pH 4.0) ile 20ml'ye tamamlanmıştır.

GOPOD (Glikoz Oksidaz/Peroksidaz) Tampon Çözelti. Steril saf su ile 1000 ml' ye tamamlanmıştır. Bu karışımdan 20 ml alınıp GOPOD Reagent Enzyme şişesinin içerisine alınıp karıştırılarak erimesi sağlandıktan sonra geri kalan tampon beher içerisine aktarılıp karıştırılmıştır.



Şekil 3.4. β -glukan analizi örnek hazırlama



Şekil 3.5. β -glukan analizinde ölçüm yapılan örnekler

3.3. Hamurda Reolojik Analizler

3.3.1. Farinograf Analizi

Un örneklerinin farinograf özellikleri farinograf cihazı (Farinograph-AT, Brabender, Almanya) kullanılarak AACC Metot No.54-21.02 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Unun su absorpsiyon değeri (%), hamurun gelişme (yoğurma) süresi (dk), hamur stabilite değeri (dk), yumuşama derecesi (BU) ve farinograf kalite değerleri (mm) saptanmıştır.



Şekil 3.6. Farinograf cihazı

3.3.2. Ekstensograf Analizi

Un örneklerinin ekstensograf özellikleri ekstensograf cihazı (Extensograph-E, Brabender, Almanya) ile AACC Metot No.54-10.01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Ekstensograf cihazı

3.4. İstatistik Analizi

Tez çalışması kapsamında yapılan tüm analizler SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Örnekler arasındaki farklar ($p<0.05$) DUNCAN çoklu testi kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında kavuzlu ve kavuzsuz farklı arpa çeşitlerinden elde edilen unların buğday unu yerine belli oranlarda kullanılmasıyla hamur reolojisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Öncelikle arpa çeşitlerinden un elde edilmiş olup buğday ve arpa unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

4.1. Unda Kimyasal ve Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan buğday unu ve farklı çeşitlerdeki arpalarından elde edilen unların nem, kül ve protein miktarları Tablo 4.1’de, buğday ununa ait zeleny sedimentasyon, yaş ve kuru gluten ile düşme sayısı değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Buğday ve arpa unu örneklerine ait kimyasal özellikler

Örnek Çeşidi	Örnek Adı	Nem (%)	Kül Miktarı (%)	Protein Miktarı (%)
Kontrol	Buğday Unu	11.89±0.02 ^d	0.75±0.02 ^c	10.90±0.04 ^c
Kavuzsuz arpa	Ay	11.21±0.01 ^g	1.58±0.010 ^b	13.08±0.06 ^c
Kavuzsuz arpa	Dolunay	12.42±0.02 ^b	1.61±0.01 ^b	13.45±0.03 ^b
Kavuzsuz arpa	MRA20	12.83±0.01 ^a	1.51±0.02 ^c	13.10±0.09 ^c
Kavuzsuz arpa	MRA2	11.59±0.03 ^e	1.89±0.01 ^a	14.17±0.03 ^a
Kavuzlu arpa	Güldeste	12.43±0.02 ^b	1.43±0.01 ^d	13.42±0.03 ^b
Kavuzlu arpa	INBYT15	12.37±0.01 ^c	1.43±0.01 ^d	12.75±0.08 ^d
Kavuzlu arpa	INBYT25	11.42±0.01 ^f	1.51±0.01 ^c	14.24±0.09 ^a

Farklı harflerle kodlanan (a-g) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

Tablo 4.2. Buğday unu örneğine ait fizikokimyasal özellikler

Örnek Çeşidi	Örnek Adı	Zeleny Sedimentasyon (ml)	Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten (%)	Düşme Sayısı (sn)
Kontrol	Buğday Unu	30±0.01	25±0.57	8.33±0.19	343±1.45

Arpa unlarının kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde nem içeriklerinin %11.21 ile %12.83 arasında, kül içeriklerinin %1.43-1.89 ve protein oranlarının %12.75-14.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ülkemizde arpa unu ile ilgili herhangi bir tebliğ bulunmamaktadır. Arpa unu ile ilgili yapılan bir çalışmada; kullanılan arpa ununun nem değerinin %10.7; kül miktarının %0.76; protein miktarının %15.27 ve düşme sayısının ise

356 sn olduğu bildirilmiştir (Golzari, 2015). Yapılan başka bir çalışmada arpa ununun nem değerinin %12.45 olduğu belirtilmiştir. Buğday ununa %10, %15 ve %25 oranında arpa unu ilavesi ile un karışımına ait değerlerin incelendiği bir çalışmada protein değerlerinin düştüğü, kül miktarının arttığı ve %15 oranında arpa unu kullanılan örneklerde düşme sayısı değerinin arttığı bildirilmiştir (Al-Attabi ve ark., 2017). Buğday unu yerine arpa ununun kurabiyelerde kullanılmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada arpa ununun fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Arpa ununun nem değerinin %13.1, kül miktarının %1.45, protein değerinin %8.2 olduğu saptanmıştır (Gupta ve ark., 2011). Ekstrüzyon yönteminin arpa unu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada iki farklı arpa unu çeşidinin kül değerlerinin %1-1.2, protein değerlerinin ise %10.2-10.4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Vasanthan ve ark., 2002). Tokak yerel arpa çeşitlerinin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada 25 farklı arpa çeşidine ait kül miktarının %2.04-2.56 arasında, protein değerlerinin ise %12-14.47 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Alkan ve Kandemir, 2015). Öğütme işleminin arpa üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada arpa unlarının nem değerinin %11.53, kül değerinin %1.15, protein değerinin ise %9.52 olduğu belirtilmiştir (Drakos ve ark., 2017). Ekmek yapımında farklı arpa unlarının farklı oranlarda kullanıldığı bir çalışmada arpa unlarının protein değerlerinin %13-16.2 arasında, kül değerlerinin ise %3-4.7 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ereifej ve ark., 2006). Pirinç unu bazlı kahvaltılık gevreklerle arpa ununun ilave edildiği çalışmada arpa ununa ait nem değeri %13.1, protein değeri %8.2, kül miktarı %1.45 olarak bildirilmiştir (Gupta ve ark., 2008). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arpaların çeşidine ve yetiştirildiği bölgeye göre nem, protein ve kül değerlerinin değiştiği gözlemlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) göre ekmeklik buğday ununa ait nem içeriğinin en çok %14.5, kül içeriğinin %0.7 ile %0.8 arasında değişmesi gerektiği, sedimantasyon, protein ve düşme sayısı değerlerinin ise sırasıyla en az 26 ml, %10.5 ve 250 sn olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2013). Buna göre çalışmada kullanılan buğday ununun değerleri (Tablo 4.2) incelendiğinde tüm değerlerin Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) uyduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan buğday unu örneğinin standartlara uygun olmasından dolayı ekmek yapımı için uygun olduğu görülmektedir.

Zeleny sedimantasyon testi buğday ununda gluten kalitesini belirlemede kullanılan bir testtir. Testin prensibi un zayıf asit çözeltisi ile muamele edildikten sonra glutenin kalitesine göre partiküllerin şişmesi ve belirli bir süre sonra şişen partiküllerin çökelen miktarının tayinine

dayanmaktadır. Gluten miktar ve kalitesi yüksek olan unların şişen partikül miktarı da fazla olacağından sedimantasyon değerleri yüksek olacaktır. Sedimantasyon değerine göre gluten kalitesi hakkında bilgi edinilir. Sedimantasyon değeri 25-36 ml arasında olan unların gluten kalitesi iyi olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada kullanılan buğday unun sedimantasyon değeri 30 ml olarak belirlenmiş olup gluten kalitesi için iyi kalitede olarak yorumlanabilmektedir (Golzari, 2015; Menderis ve ark., 2008).

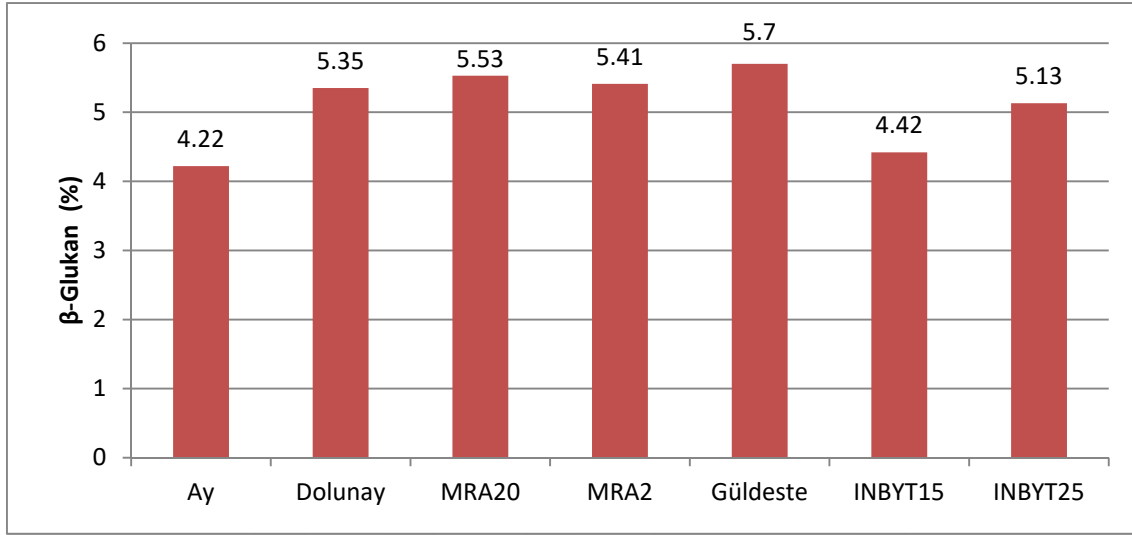
Yaş gluten analizi buğday ununda depo proteini olan glutenin miktarını belirlemede yaygın olarak kullanılan bir analizdir. Yaş gluten miktarı 20-27 arasında ise buğday unu için orta kalitede gluten içerir denebilmektedir. Çalışmamızda kullanılan buğday ununun yaş gluten içeriği %25 olduğundan orta kalitede gluten içermektedir.

Düşme sayısı analizi ile unda bulunan α -amilaz enzim aktivitesi hakkında bilgi vermektedir. Düşme sayısı analizi buğday ununun yanı sıra arpa, çavdar gibi diğer tahılların unlarında da uygulanabilmektedir. Ekmeklik buğdaylar için Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne göre en az 250 sn olmalıdır. Çalışmada kullanılan buğday unu kriterlere uygun olarak bulunmuştur.

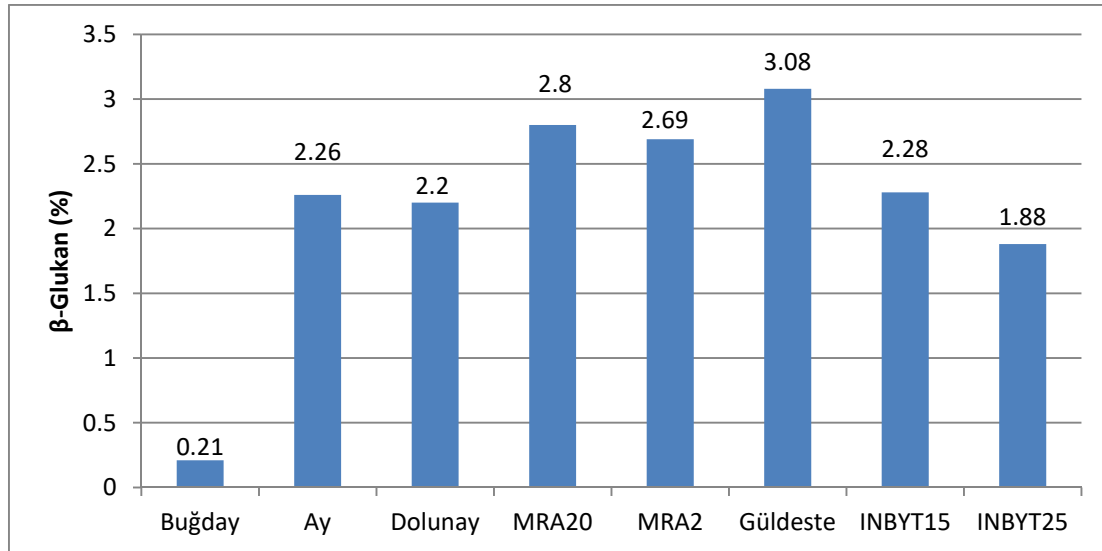
4.1.1. β -Glukan Analizi

Arpa tahıllar içerisinde değerli bir β -glukan kaynağı olup tahıl ürünlerine ilave edilmesiyle fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşiklerin alımına katkıda bulunmaktadır. Arpada bulunan β -glukan değerinin %2-11 arasında değiştiği literatürde belirtilmiş olup, bu değer diğer tahıllara kıyasla oldukça yüksektir (Arcangelis ve ark., 2019). Panfili ve ark. (2008) yaptığı çalışmada arpa örneklerinin β -glukan değerlerinin %4.82, Yeung ve Vasathan'ın (2001) yaptığı çalışmada ise %5.9 olduğu bildirilmiştir. Köten (2010) yaptığı çalışmada ise arpa örneklerinde β -glukan değerini %3.75 olarak belirlemiştir. Bu araştırmaların yanı sıra arpanın bileşiminde çeşidine bağlı olarak %3-6 oranında β -glukan olabileceği de bildirilmiştir (Altan ve ark., 2006). Ferreri ve ark. (2009) yaptığı çalışmada arpa çeşitlerinde β -glukan değerinin %5.4-7.8 arasında olduğu, Vasanthan ve ark. (2002) yaptığı çalışmada arpalarda β -glukan değerleri %3.9 ile %6.5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Çalışmada hem tüm tane arpa numunelerinin hem de arpa ve buğday unu numunelerinin β -glukan değerleri belirlenmiştir. Tüm tane arpa numunelerinin β -glukan değerlerinin %4.22-5.7 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arpa numunelerinin β -glukan değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1 Arpa örneklerine ait β -glukan değerleri



Şekil 4.2. Buğday ve arpa unu örneklerine ait β -glukan değerleri

Arpa unlarının β -glukan değerleri incelendiğinde ise değerlerin %1.88 ile %3.08 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.2). Arpa unlarında taneye göre β -glukan değerleri daha az bulunmaktadır. Buğday ununun β -glukan değeri ise %0.21 olarak belirlenmiştir. Tahıl

kaynaklı β -glukanlar arpa ve yulafta çavdar ve buğdaya göre daha fazla miktarda bulunmaktadır.

4.2. Hamurda Reolojik Analizler

4.2.1. Farinograf Analizi

Buğday ununda kimyasal özelliklerin yanı sıra reolojik özellikler de önemli olup son ürün kalitesini etkilemektedir. Bu bakımdan farklı cihazlar kullanılarak reolojik özellikler belirlenebilmektedir. Son ürün kalitesini belirleyen reolojik özelliklerden özellikle unun su absorpsiyon miktarının belirlenmesi, gelişme süresi ve stabilitesi farinograf analizleri ile hamur kuvveti, uzayabilirliği ve fermantasyon toleransı ekstensograf analizleri ile belirlenmektedir. Reolojik analizler ile son ürün kalitesi hakkında yorum yapılabilmektedir. Çalışmada, buğday ununda ve farklı oranlarda arpa unlarının buğday ununa ilavesi ile elde edilen unların reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla farinograf ve ekstensograf analizleri gerçekleştirilmiştir.

Buğday ununa değişik oranlarda arpa unu ilave edilmesiyle oluşan karışımların farinograf değerleri Tablo 4.3.'de verilmiştir. Farinograf değerleri arasında su absorpsiyonu en önemli kriterlerden biridir. Kontrol örneği olarak kullanılan buğday ununda su absorpsiyon miktarı %64.27 olarak belirlenmiştir. Buğday ununa arpa unu ilavesiyle örneklerin su absorpsiyon miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir. Örneklerden MRA20 örneğinin %30 oranında kullanılmasıyla su absorpsiyon miktarlarının buğday unu ile arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek su absorpsiyon miktarı ise; MRA2 örneğinin %30 oranında (%67.10) ve Güldeste örneğinin %30 oranında kullanıldığı örneklerde (%67.05) belirlenmiştir olup diğer örneklerle arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$).

Stabilite değeri, kurvenin 500 konsistense çizgine ulaştığı ve bu çizgiden ayrıldığı nokta arasında geçen süreyi ifade etmektedir. Buğday unun stabilite değeri 2.26 dk olarak tespit edilmiştir. Buğday ununa arpa örneklerinin ilavesi sonucu genel olarak stabilite değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Ay örneğinin kullanım oranının artmasıyla stabilite değerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. MRA2 örneğinin %30 oranında kullanılmasıyla stabilite değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Dolunay örneğinin %20, MRA2 örneğinin %10 ve INBYT15 örneğinin %10 ve 20 oranında kullanıldığı örneklerde stabilite değerlerinin buğday unu ile aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek stabilite

değeri %30 oranında Ay ve %30 oranında MRA2 örneğinin kullanıldığı hamurlarda belirlenmiş olup, diğer örneklerle arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). En düşük stabilite değeri ise %30 oranında INBYT15 örneğinin kullanıldığı hamurda elde edilmiştir.

Tablo 4.3.Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait farinogram değerleri

Örnek Adı (Un)	Su absorpsiyonu (ml)	Stabilite (dk)	Gelişme Süresi (dk)	Yumuşama Derecesi (BU)	Farinograf Kalite Değeri (mm)
%100 Buğday	64.27±0.2 ^m	2.26±0.15 ^{cde}	1.38±0.05 ^{ab}	59.0±6.08 ^{cde}	32.0±0.2.64 ^{cde}
%90Buğday+%10 Ay	65.46±0.05 ^{ghi}	2.33±0.19 ^{cde}	1.43±0.02 ^a	44.0±8 ^{ghi}	36.0±5.0 ^{cde}
%80Buğday+%20 Ay	66.06±0.25 ^{de}	3.38±0.17 ^b	1.35±0.06 ^{abc}	39.6±6.5 ^{hi}	44.67±5.5 ^{bcd}
%70Buğday+%30 Ay	66.90±0.01 ^{ab}	4.16±0.05 ^a	1.38±0.01 ^{ab}	38.6±0.5 ^{hi}	63.67±1.5 ^{ab}
%90Buğday+%10 Dolunay	65.15±0.25 ^{ij}	2.44±0.09 ^{cd}	1.0±0.03 ^{ab}	45.6±6.5 ^{fighi}	35.67±3.5 ^{cde}
%80Buğday+%20 Dolunay	65.60±0.1 ^{figh}	2.29±0.11 ^{cde}	1.19 ±0.05 ^g	46.0±3.0 ^{fighi}	31.67±2.5 ^{cde}
%70Buğday+%30 Dolunay	65.66±0.25 ^{fg}	2.56 ±0.03 ^c	1.26±0.07 ^d ^{efg}	44.0±10 ^{ghi}	53.0±1.7 ^{bc}
%90Buğday+%10 MRA20	64.40±0.2 ^{lm}	2.27±0.02 ^{cde}	1.31±0.01 ^{bcd} ^{ef}	56.0±2 ^{def}	31.0±1.0 ^{cde}
%80Buğday+%20 MRA20	64.27±0.15 ^{kl}	2.02±0.01 ^{ef}	1.27±0.12 ^{defg}	48.0±9 ^{efgh}	32.67±6.5 ^{cde}
%70Buğday+%30 MRA20	64.70±0.3 ^m	2.50±0.06 ^{cd}	1.19±0.01 ^g	36.6±6.5 ⁱ	44.67±7.5 ^{bcd}
%90Buğday+%10 MRA2	65.96±0.05 ^{ef}	2.37±0.15 ^{cde}	1.38±0.03 ^{ab}	48.6±8.5 ^{efgh}	36.67±3.5 ^{cde}
%80Buğday+%20 MRA2	66.86±0.15 ^{ab}	2.45±0.07 ^{cd}	1.24±0.07 ^{fg}	58.0±0.01 ^{cde}	34.0±1.0 ^{cde}
%70Buğday+%30 MRA2	67.10±0.3 ^a	4.04±0.04 ^a	1.27±0.03 ^{cdefg}	59.0±4.0 ^{cde}	52.0±1.0 ^{bed}
%90Buğday+%10 Göldeste	66.66±0.15 ^{bc}	1.88±0.34 ^f	1.24±0.04 ^{efg}	53.6±2.5 ^{defg}	28.67±1.5 ^{de}
%80Buğday+%20 Göldeste	66.76±0.05 ^{ab}	2.16±0.06 ^{def}	1.31±0.01 ^{bcd} ^{ef}	71.6±1.5 ^b	29.67±1.5 ^{cde}
%70Buğday+%30 Göldeste	67.05±0.55 ^a	2.41±0.02 ^{cd}	1.36±0.09 ^{abc}	85±5.0 ^a	61.67±3.0 ^{ab}
%90Buğday+%10 INBYT15	64.95±0.15 ^{jk}	2.32±0.1 ^{cde}	1.31±0.05 ^{bcd} ^{ef}	54.6±5.5 ^{defg}	32.67±3.5 ^{cde}
%80Buğday+%20 INBYT15	65.90±0.1 ^{ef}	2.24±0.21 ^{cde}	1.34±0.01 ^{abcd}	49.0±0.01 ^{efgh}	38.0±1.0 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT15	66.40±0.1 ^{cd}	1.53±0.03 ^g	1.26±0.08 ^{cdefg}	68.0±3.0 ^{bc}	26.67±1.5 ^e
%90Buğday+%10 INBYT25	65.60±0.2 ^{figh}	2.25±0.05 ^{cde}	1.32±0.025 ^{bcd} ^{ef}	57.0±3.0 ^{de}	30.67±0.5 ^{cde}
%80Buğday+%20 INBYT25	65.90±0.1 ^{ef}	2.14±0.04 ^{def}	1.27±0.02 ^{cdefg}	60.0±2.0 ^{cd}	30.67±0.5 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT25	65.25±0.05 ^{hij}	1.84±0.73 ^{fg}	1.20±0.02 ^g	51.67±10.5 ^{defg}	77.0±4.2 ^a

Farklı harflerle kodlanan (a-m) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$).

Kurvenin başlangıcından tepe noktasına ulaşmaya kadar geçen süreyi belirten gelişme süresi buğday unu için 1.38 dk olarak saptanmıştır. Ay örneğinin %10 kullanılmasıyla gelişme süresi 1.43 dk olarak belirlenmiş olup örnekler arasında en yüksek gelişme süresi olarak tespit

edilmiştir. En düşük gelişme süresi ise, MRA20 örneğinin %30 (1.19 dk) ve INBYT25 örneğinin %30 kullanıldığı örneklerde (1.20 dk) gözlemlenmiştir. Arpa örneklerinin ilavesi sonucu gelişme süresinin azaldığı belirlenmiştir.

Buğday ununa %10, %20, %30, %40 ve %50 oranında arpa unu ilave edilmesiyle oluşan karışımın farinograf özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada arpa unu ilavesiyle buğday ununa göre su absorpsiyon miktarının arttığı, stabilite ve gelişme süresi değerlerinin ise düştüğü bildirilmiştir (Golzari, 2015). Al-Attabi ve ark. (2017) yaptığı çalışmada arpa ununun %10, %15 ve %25 oranında buğday ununa ilave edilmesiyle su absorpsiyon değerlerinde azalma olduğunu, aynı zamanda gelişme süresi ve stabilite değerlerinin de düştüğünü belirlemişlerdir. Başman ve Köksel (1999), iki farklı buğday ununa %10, %20, %30 ve %40 oranında arpa unu ilavesinin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada her iki buğday unu türünde de arpa unu ilavesiyle su absorpsiyon miktarının arttığı, gelişme süresinin ve stabilite değerlerinin azaldığını saptamışlardır. Meyve sebze lif konsantrelerinin hamur reolojisi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada havuç ve bal kabağı sebze liflerinin, meyve liflerinden de kaysı lifinin hamur stabilitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Türksoy, 2011). Nohut unu kullanımının ekmek kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da nohut unu kullanımı arttıkça hamur stabilite değerinin de arttığı belirlenmiştir (Çelebi 2015). Yapılan çalışmalar incelendiğinde arpa çeşidine bağlı olarak su absorpsiyon miktarlarının değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışmamızda arpa unu ilavesiyle genel olarak örneklerin su absorpsiyon miktarlarının arttığı belirlenirken literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Ay ve MRA2 örneklerinin kullanıldığı hamurlarda satabilite değerlerinin yüksek çıkması, örneklerdeki lif içeriğinin hamur yoğurma işlemi sırasında suyu buğday unu örneğine göre daha uzun süre tutması ile açıklanabilir.

4.2.2. Ekstensograf Analizi

Ekstensograf analizi ile hamurların uzamaya karşı gösterdiği direncin ölçülmesi sonucunda son ürün kalitesi hakkında bilgi sağlanmaktadır. Ekstensograf analizi ile elde edilen verilerden uzayabilirlik ve direnç parametreleri buğdayın farklı ürünlere işlenebilmesi hakkında bilgi vermektedir. Uzayabilirlik verileri ile fermentasyon esnasında hamurda meydana gelen değişimler belirlenebilmektedir. Böylece üretim hakkında önceden fikir sahibi olunabilmektedir. Ürünün protein miktar ve kalitesi arttıkça uzayabilirlik değeri de artmaktadır (Aydoğan ve ark., 2013).

Ekstensograf analizi sonucunda elde edilen kurvenin alanı enerji değerini vermektedir. Enerji değeri ile fermentasyon toleransı arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Düşük enerji değerine sahip olan hamurlar sert olup hemen işlenmelidir. Uzayabilirlik değeri hamurun uzamaya başladığı noktadan hamurun koptuğu noktaya kadar kurvenin taban uzunluğudur. Direnç değeri ise hamurun dayanma derecesini ifade etmektedir.

Tablo 4.4.Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait enerji değerleri (cm²)

Örnek Adı	Enerji (cm ²)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	80±0.58 ^a	97±3.17 ^c	114±1.15 ^a
%90Buğday+%10 Ay	75±2.02 ^b	100±4.9 ^{bc}	100±4.04 ^b
%80Buğday+%20 Ay	60±1.15 ^d	85±2.6 ^{de}	82±1.44 ^{def}
%70Buğday+%30 Ay	45±0.29 ^h	62±2.02 ^{hi}	62±0.29 ^{hij}
%90Buğday+%10 Dolunay	77±1.15 ^{ab}	97±0.87 ^c	93±4.04 ^{bc}
%80Buğday+%20 Dolunay	54±1.15 ^c	80±0.29 ^{def}	74±1.44 ^{fg}
%70Buğday+%30 Dolunay	46±0.58 ^{gh}	62±2.02 ^{hi}	61±1.15 ^j
%90Buğday+%10 MRA20	79±0.01 ^a	119±8.37 ^a	100±1.73 ^b
%80Buğday+%20 MRA20	59±0.28 ^d	76±0.29 ^{defg}	80±5.19 ^{def}
%70Buğday+%30 MRA20	47±1.73 ^{gh}	68±2.6 ^{ghi}	57±2.88 ^{jk}
%90Buğday+%10 MRA2	75±0.86 ^b	109±1.15 ^b	87±0.58 ^{cd}
%80Buğday+%20 MRA2	47±2.3 ^{gh}	68±1.44 ^{ghi}	61±0.29 ^j
%70Buğday+%30 MRA2	46±1.73 ^{gh}	58±0.86 ⁱ	54±1.15 ^{jk}
%90Buğday+%10 Güldeste	70±0.86 ^c	86±1.73 ^d	83±7.5 ^{de}
%80Buğday+%20 Güldeste	60±1.15 ^d	72±4.61 ^{fgh}	70±0.58 ^{gh}
%70Buğday+%30 Güldeste	49±1.44 ^{gh}	63±3.46 ^{hi}	62±0.58 ^{hij}
%90Buğday+%10 INBYT15	69±2.02 ^c	106±0.86 ^{bc}	99±2.31 ^b
%80Buğday+%20 INBYT15	66±0.01 ^c	78±0.29 ^{defg}	74±2.3 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT15	50±0.58 ^{fg}	60±0.58 ⁱ	52±1.44 ^k
%90Buğday+%10 INBYT25	80±0.58 ^a	84±4.9 ^{de}	82±3.78 ^{def}
%80Buğday+%20 INBYT25	62±1.15 ^d	78±6.63 ^{defg}	74±2.88 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT25	53±2.31 ^{ef}	75±2.3 ^{efg}	70±2.02 ^{ghi}

Farklı harflerle kodlanan (a-k) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

Ekstensograf analizinde 45. dakikada enerji değerleri incelendiğinde kontrol örneğinin enerji değerinin 80 cm² olduğu, %10 oranında MRA20 ve %10 oranında INBYT25 ilave edilen rnekerin kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı (p>0.05) gözlemlenmiştir (Tablo 4.4). Genel olarak arpa unu ilavesi 45. dakikada enerji değerlerinin düşmesine neden olmuştur. rnekerin 90. dakika enerji değerleri incelendiğinde değerlerin 58-119 cm² arasında değiştiği, en yüksek değere %10 oranında MRA20 ve en düşük değere ise %30 oranında MRA2 rnekerini içeren karışım unlarının olduğu belirlenmiştir. Buğday unun ait 90. dakikada enerji değeri ise 97 cm² olarak tespit edilmiştir. rnekerin 135. dakikadaki enerji değerlerinin 52-114 cm² arasında olduğu belirlenmiştir. Buğday unu en yüksek enerji değerine sahip iken, en düşük enerji değerinin %30 oranında INBYT15 içeren karışımda olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.4).

Buğday ununa ait 45. dakikada uzayabilirlik değeri 130 mm olarak belirlenirken, en yüksek uzayabilirlik değeri %10 oranında Ay rneği içeren örnekte (136 mm) tespit edilmiştir (Tablo 4.5). En düşük uzayabilirlik değeri ise %30 oranında Gldeste içeren örneklere (82 mm) saptanmıştır. rnekerin 90. dk uzayabilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek değerin 45. dakikada olduğu gibi %10 oranında Ay rneği içeren örnekte (108 mm) olduğu grlmştir. Ancak %10 oranında MRA2 (107 mm), %10 oranında INBYT25 (105 mm) ve buğday örneğinin (104 mm) uzayabilirlik değerlerinin %10 oranında Ay rneği içeren örnekten istatistiksel olarak bir farkının olmadığı belirlenmiştir (p>0.05) (Tablo 4.5).

rnekerin sabit deformasyonda uzamaya karşı gösterdikleri direnç incelendiğinde ise 45. dakikada değerlerin 367-517 BU arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek değer %10 oranında INBYT15 içeren örnekte, en düşük değer ise %20 oranında INBYT25 içeren örnekte tespit edilmiştir. Direnç değerlerinin 90. dakikada 564-1060 BU arasında değiştiği grlmştir. En yüksek değere %10 oranında Dolunay rneği içeren un karışımı sahip iken, en düşük değere %30 oranında Ay rneği içeren karışım sahiptir. Buğday ununun uzamaya karşı gösterdiği direnç ise 701 BU olarak belirlenmiştir.

rnekerin 135. dakikada sabit deformasyonda uzamaya karşı gösterdikleri direnç incelendiğinde değerlerin 947-525 BU arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.6). En yüksek değer %10 oranında INBYTE15 içeren örnekte tespit edilirken en düşük değer %30 oranında INBYTE15 içeren örnekte tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait uzayabilirlik değerleri (mm)

Örnek Adı	Uzayabilirlik (mm)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	130±0.58 ^b	104±4.9 ^a	106±0.28 ^a
%90Buğday+%10 Ay	136±3.46 ^a	108±1.44 ^a	96±1.44 ^{cd}
%80Buğday+%20 Ay	110±0.01 ^{dc}	96±0.28 ^b	99±1.44 ^{bc}
%70Buğday+%30 Ay	94±0.01 ^{hi}	86±4.04 ^c	82±0.01 ^{fg}
%90Buğday+%10 Dolunay	108±1.73 ^c	78±0.58 ^{defg}	89±2.02 ^c
%80Buğday+%20 Dolunay	101±3.46 ^f	93±0.58 ^b	82±1.44 ^{fg}
%70Buğday+%30 Dolunay	90±2.6 ⁱ	76±1.44 ^{fgh}	72±2.31 ^{ij}
%90Buğday+%10 MRA20	113±0.58 ^{dc}	103±2.6 ^a	90±1.15 ^{de}
%80Buğday+%20 MRA20	98±0.58 ^{fgh}	83±0.01 ^{cde}	73±1.15 ⁱ
%70Buğday+%30 MRA20	90±0.01 ⁱ	80±1.15 ^{cdef}	71±1.44 ^{ij}
%90Buğday+%10 MRA2	121±2.3 ^c	107±2.59 ^a	90±1.15 ^{de}
%80Buğday+%20 MRA2	92±2.02 ⁱ	84±1.15 ^{cd}	75±0.28 ^{hi}
%70Buğday+%30 MRA2	85±1.44 ^j	71±1.15 ^h	66±1.73 ^j
%90Buğday+%10 Göldeste	126±0.86 ^{bc}	93±0.28 ^b	103±3.17 ^{ab}
%80Buğday+%20 Göldeste	100±0.01 ^{fg}	77±3.46 ^{efgh}	73±1.15 ⁱ
%70Buğday+%30 Göldeste	82±1.15 ^j	72±1.15 ^{gh}	66±1.73 ^j
%90Buğday+%10 INBYT15	112±2.02 ^{dc}	96±1.44 ^b	89±3.46 ^c
%80Buğday+%20 INBYT15	95±0.01 ^{ghi}	81±0.58 ^{cdef}	80±2.3 ^{gh}
%70Buğday+%30 INBYT15	90±0.01 ⁱ	75±0.28 ^{fgh}	73±0.87 ⁱ
%90Buğday+%10 INBYT25	130±0.58 ^b	105±0.28 ^a	100±2.88 ^{abc}
%80Buğday+%20 INBYT25	115±2.6 ^d	94±4.9 ^b	87±2.88 ^{ef}
%70Buğday+%30 INBYT25	91±2.02 ⁱ	86±0.87	76±3.17 ^{hi}

Farklı harflerle kodlanan (a-j) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

Hamurların işlenebilirlik derecesini gösteren enerji değerinin buğday unu için 80 cm²'den yüksek olması gerektiği, bu değerden yüksek olması ile hamurun gaz tutma ve fermentasyon toleransının da yüksek olduğu bildirilmiştir (Tayyar, 2008). Bu kapsamda buğday unu örneği incelendiğinde 45. dakika 80 cm² olduğu gözlemlenmiştir. Buğday unu için 90 dakika dinlendirme sonunda 45. dakikaya göre uzayabilirlik kabiliyetinin azaldığı, uzamaya karşı gösterdiği direncin ise arttığı belirlenmiştir. Arpa unu ilave edilen örneklerde uzayabilirlik kabiliyetleri 90 dakika dinlendirme sonunda 45. dakika ölçümlerine göre azalırken, uzamaya

karşı gösterdikleri direnç artmıştır. Genel olarak arpa unu ilavesinin oranı arttıkça enerji değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Enerji değeri hamurun fermantasyon toleransı hakkında bilgi verirken arpa çeşitleri için %10 ve 20 oranında kullanılmasının uygun olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.6. Buğday unu ve buğday unu – arpa unu karışımlarına ait direnç değerleri (BU)

Örnek Adı	Direnç (BU)		
	45. dk	90. dk	135. dk
%100 Buğday	397±1.73 ^{def}	701±7.21 ^{ghijk}	880±17.6 ^{ab}
%90Buğday+%10 Ay	349±2.02 ^j	727±41.85 ^{efghi}	869±31.75 ^{abc}
%80Buğday+%20 Ay	393±5.19 ^{defg}	717±23.38 ^{fghij}	743±12.99 ^{efg}
%70Buğday+%30 Ay	334±1.73 ^{ij}	564±2.02 ⁿ	601±6.35 ^{ijk}
%90Buğday+%10 Dolunay	505±4.61 ^{ab}	1060±24.53 ^a	889±27.14 ^{ab}
%80Buğday+%20 Dolunay	392±4.61 ^{defg}	725±4.33 ^{efghi}	755±20.49 ^{def}
%70Buğday+%30 Dolunay	386±2.6 ^{fgh}	642±12.99 ^{klm}	638±1.73 ^{hij}
%90Buğday+%10 MRA20	493±0.88 ^b	942±52.25 ^b	946±4.04 ^a
%80Buğday+%20 MRA20	440±1.73 ^c	759±404 ^{efg}	933±40.12 ^a
%70Buğday+%30 MRA20	390±13.85 ^{efg}	677±24.82 ^{hijkl}	593±21.36 ^{ijk}
%90Buğday+%10 MRA2	408±1.44 ^{de}	836±0.01 ^{cd}	833±5.77 ^{bcd}
%80Buğday+%20 MRA2	376±11.25 ^{gh}	653±19.62 ^{ijklm}	660±8.37 ^{ghi}
%70Buğday+%30 MRA2	401±9.81 ^{def}	598±5.19 ^{mn}	567±17.89 ^{jk}
%90Buğday+%10 Göldeste	367±8.37 ^{hi}	719±17.03 ^{fghij}	681±97.57 ^{fghi}
%80Buğday+%20 Göldeste	441±7.79 ^c	795±15.01 ^{de}	783±17.03 ^{cde}
%70Buğday+%30 Göldeste	440±8.08 ^c	660±26.55 ^{ijklm}	613±6.63 ^{ijk}
%90Buğday+%10 INBYT15	412±6.63 ^d	896±19.34 ^{bc}	947±2.3 ^a
%80Buğday+%20 INBYT15	517±1.44 ^a	775±0.58 ^{def}	788±7.21 ^{cde}
%70Buğday+%30 INBYT15	412±3.46 ^d	623±3.17 ^{lmn}	525±18.76 ^k
%90Buğday+%10 INBYT25	397±1.73 ^{def}	649±31.17 ^{ijklm}	725±21.65 ^{efgh}
%80Buğday+%20 INBYT25	393±4.33 ^{defg}	695±28.29 ^{ghijk}	741±18.18 ^{efg}
%70Buğday+%30 INBYT25	431±11.54 ^c	746±23.96 ^{efgh}	738±40.41 ^{efg}

Farklı harflerle kodlanan (a-n) örnekler arasında istatistiksel olarak fark vardır (p<0.05).

5. SONUÇLAR

Tahıllar arasında buğdayın ekmekte kullanımı oldukça yüksektir. Ülkemizde beyaz ekmek üretimi yaygın olmasına rağmen son yıllarda sağlığa olumlu etkileri sebebiyle farklı tahıl karışımları ve tam buğday unlu gibi farklı ekmek çeşitleri de üretilmekte, bu ürünlere olan ilgi de giderek artmaktadır. Yapılan güncel çalışmalarda arpanın gıdalarda yaygın olarak kullanılmaya başlandığı da gözlenmektedir. Kavuzsuz arpa çeşitlerinin geliştirilmesi de ekmek formülasyonlarına arpa unu ilavesini yaygınlaştırmıştır. Arpa unu ilaveli ekmek hamuru reolojisi üzerine yapılan çalışmalar oldukça azdır. Yapılan bu çalışma ile hem bazı kavuzlu ve kavuzsuz arpa çeşitlerinin β -glukan değerleri belirlenmiş, hem de arpa ununun belli oranlarda buğday unu yerine kullanılmasıyla ekmek hamurunda meydana gelen reolojik değişiklikler belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yedi farklı arpa (3 çeşit, 4 çeşit adayı) materyal olarak kullanılmış ve öğütülerek arpa unu elde edilmiştir. Elde edilen arpa unları buğday unu yerine %10, %20 ve %30 oranlarında kullanılarak ekmek hamurunun reolojik özellikleri araştırılmıştır. Arpa çeşitlerinde öğütülmeden önce ve un elde edildikten sonra β -glukan analizleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda buğday ununa ait β -glukan değerleri de belirlenmiştir. Öğütülüp un haline getirilen arpa unlarının ve kontrol grubunu oluşturan buğday ununun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri analiz edilmiştir.

Örneklerin fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde kullanılan buğday ununun Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne (2018/39) uygun olduğu, arpa unlarının değerlerinin ise literatürle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Arpa unlarına ait β -glukan değerlerinin kontrol örneği buğday ununa göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

Arpa unlarının farklı oranlarda buğday ununa ilave edilmesi ile hamur reolojisinde meydana gelen değişimler farinograf ve ekstensograf analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Farinograf analizlerinde arpa unlarının formüldeki oranlarının artmasıyla su absorpsiyon ve stabilite değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ekstensograf analiz sonuçlarından da fermantasyon toleransı hakkında bilgi veren enerji değerlerine göre %10 ve %20 oranında arpa unu kullanılmasının uygun olduğu kanısına varılmıştır.

6. ÖNERİLER

Farklı arpa çeşitlerinden elde edilen arpa unlarının belirli oranlarda buğday unu yerine kullanılmasıyla hamurun reolojik özelliklerinin incelendiği bu çalışmada arpa unun %10 ve %20 oranında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Belirlenen bu oranlar kullanılarak ekmek üretimi yapılabileceği, böylelikle β -glukan yönünden zenginleştirilmiş ekmeklerin de üretilabileceği düşünülmektedir. Besinsel lif içeriği ve β -glukan içeriği yüksek olan arpa ununun ekmek üretiminde kullanılmasıyla sağlık üzerine de olumlu etkilerinin ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- AACC, (2000). International Approved Methods of Analysis, American Association of Cereal Chemists, 11th Edition, St. Paul, MN., USA. (Vol. Method 44-15,02, Method 08-01, Method 38-12,02, Method 56-81,03, Method 56-60,01, Method 54-21,02, Method 54-10,01).
- Arcangelis, E., Djurle, S., Andersson, A. A. M., Marconi, E., Messia, M.C., Andersson, R. (2019). Structure analysis of β -glucan in barley and effects of wheat β -glucanase. *Journal of Cereal Science*, 85, 175-181.
- Akramienė, D., Kondrotas, A. J., Didžiapetrienė, J., & Kėvelaitis, E. (2007). Effects of β -glucans on the immune system. *Medicina*, 43, 597-606.
- Al-Attabi, Z. H., Merghani, T. M., Ali, A., & Rahman, M. S. (2017). Effect of barley flour addition on the physico-chemical properties of dough and structure of bread. *Journal of Cereal Science*, 75, 61-68.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Retrieved from. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Alkan, F. R., Kandemir, N. (2015). Tokak yerel arpa çeşidi içinden seçilen safhatların bazı gıda, yem ve tarımsal özellikler bakımından varyasyonları, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24, 124-139.
- Altan, A., Yağcı, S., Maskan, M., & Göğüş, F. (2006). Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi, *Türkiye*, 9, 24-26.
- Anonim, (2002). International Association for Cereal Science and Technology ICC Standart No:105.
- Anonim (2018). Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Tebliğ No: 2018/39, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28606, 2013.
- Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). *Cereal grains for the food and beverage industries*. Woodhead Publishing, Elsevier.
- Atay, A. T. (2006). Türk Tohum ıslahının tarihçesi. *Tarım ve Mühendislik*, 79, 45-50.
- Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B., Önmez, H. (2010). Ekmeklik buğday çeşitlerinin dane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 1-7.
- Babaoğlu, M., Öztürk, İ., (1996). Wheat Researches in the Thrace Region of Turkey, *AWN*, 42, 202-203.
- Baik, B. K., & Ullrich, S. E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48, 233-242.

- Basman, A., Köksel, H. (1999). Properties and composition of Turkish flat bread supplemented with barley flour and wheat bran. *Cereal Chemistry*, 76, 506-511.
- Basman, A., & Köksel, H. (2001). Effects of barley flour and wheat bran supplementation on the properties and composition of Turkish flat bread, yufka. *European Food Research and Technology*, 212, 198-202.
- Borneo, R., & León, A. E. (2012). Whole grain cereals: functional components and health benefits. *Food & function*, 3, 110-119.
- Brouns, F. J., van Buul, V. J., & Shewry, P. R. (2013). Does wheat make us fat and sick? *Journal of Cereal Science*, 58, 209-215.
- Çelebi, N. (2015). Nohut unu kullanımının siverek tırnaklı ekmek kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Dhingra, S., & Jood, S., (2002). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food chemistry*, 77, 479-488.
- Diamond, J. (1997). Location, location, location: the first farmers. *Science*, 278, 1243-1244.
- Drakos, A., Kyriakakis, G., Evagriou, V., Protonotariou, S., Mandala, I., Ritzoulis, C. (2017). Influence of jet milling and particle size on the composition physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. *Food Chemistry*, 215, 326-332.
- Ereifej, K., Al-Mahasneh, M., & Rababah, T. (2006). Effect of barley flour on quality of balady bread. *International Journal of Food Properties*, 9, 39-49.
- Ferrari, B., Finocchiaro, F., Stanca, A. M., Gianinetti, A. (2009). Optimization of air classification for the production of β glucan –enriched barley flours. *Journal of Cereal Science*, 50, 152-158.
- Flad, R., Shuicheng, L., Xiaohong, W., & Zhijun, Z., (2010). Early wheat in China: Results from new studies at Donghuishan in the Hexi Corridor. *The Holocene*, 20, 955-965.
- Golzari, E. T. (2015). Arpa unu ve çavdar unu ilavesinin buğday unlarının bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve ekmek kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Gupta, M., Bawa, A. S., & Semwal, A. D., (2011). Effect of Barley Flour Blending on Functional, Baking And Organoleptic Characteristics of High-Fiber Rusks. *Journal of food processing and preservation*, 35, 46-63.
- Holtekjølén, A. K., Bævre, A., Rødbotten, M., Berg, H., & Knutsen, S. H. (2008). Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food chemistry*, 110, 414-421.
- Idehen, E., Tang, Y., & Sang, S. (2017). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of food and drug analysis*, 25, 148-161.

- IGC, (2019). International Grains Council. Erişim adresi <https://www.igc.int/en/default.aspx>
- Izydorczyk, M., & Dexter, J. (2008). Barley β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products. *Food Research International*, 41, 850-868.
- Kale, C., & Bingol, N. (2015). Role of β glucan in animal nutrition. *Van Veterinary Journal*, 26, 43-47.
- Köten, M. (2010). Arpa unu ile zenginleştirilmenin makarnanın bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, şanlıurfa, Türkiye.
- Kruse, J. (2010). Estimating demand for agricultural commodities to 2050. *Global Harvest Initiative*, 10, 1-26.
- Kuter, M. (2011). *İnsan ve Ekmek*. Besaş. Bursa Ekmek ve Besin Sanayi Tic. A.ř., Akmat Akınoğlu Matbaacılık, Bursa, Türkiye.
- McCleary, B. V., & Codd, R. (1991). Measurement of (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucan in barley and oats: A streamlined enzymic procedure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 55, 303-312.
- Menderis, M., Atlı, A., Köten, M., Kılıç, H. (2008). Gluten indeks değeri ve yaş gluten/protein oranı ile ekmeklik buğday değerlendirmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 12, 57-64.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgöz, S., Zhu, T., Sulser, T. B., Ringler, C., Msangi, S. & Yu, L. (2010). *Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options*. International Food Policy Research Institute, USA.
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ., & Ayhan, A., (2016). Buğday genetik kaynaklarından yerel ve kóltür çeşitlerine; türkiye'de buğday ve ekmek. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 218-233.
- Panfili, G., Fratianni, A., Di-Criscip, T., & Marconi, E., (2008). Tocol and β -glucan levels in barley varieties and in pearling by-products. *Food Chemistry*, 107, 84-91.
- Pejcz, E., Wojciechowiecz-Budzisz, A., Gil, Z., Czaja, A., & Szychaj, R., (2016). Effect of Naked Barley Enrichment on The Quality And Nutritional Characteristics of Bread– Part I, The Effect on Wheat Bread. *Nauki Inżynierskie I Technologie Engineering Sciences and Technologies*, 2, 38-45.
- Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, O., & Ozel, H. (2006). Household food wastage in Turkey. Rome, Italy: FAO.
- Sharma, P., & Gujral, H. S. (2014). Anti-staling effects of β -glucan and barley flour in wheat flour chapatti. *Food chemistry*, 145, 102-108.

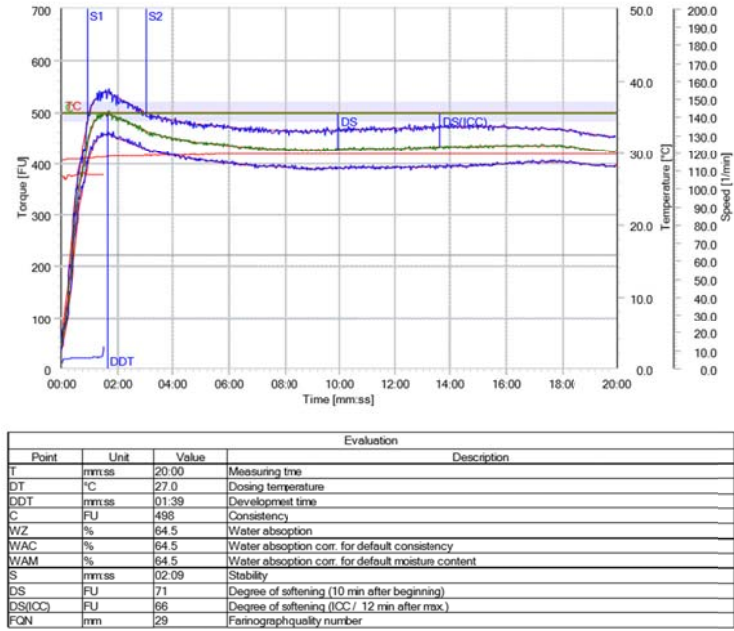
- Skendi, A., Biliaderis, C., Papageorgiou, M., & Izydorczyk, M., (2010). Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food chemistry*, 119, 1159-1167.
- Škrbić, B., Milovac, S., Dodig, D., & Filipčev, B., (2009). Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food chemistry*, 115, 982-988.
- Tanno, K., Willcox, G. (2006). How fast was wild wheat domesticated? *Science*, 311, 1886.
- Taşçı, R., Karabak, S., Demirtaş, R., Şanal, T., Pehlivan, A., Acar, O., Külen, S., Sönmez, E., Güneş, E., Albayrak, M. (2016). Ankara ilinde buğday çeşitlerinin un sanayisinde kullanım durumu, ekmek fırınlarının un tercihi ve ekmekte tüketici istekler. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje No: TAGEM / TEAD /14/ A15/ P02/ 001.
- Tayyar, Ş. (2008). Ekmeklik budağ çeşitlerinde dane verimi ve ekstensograf özellikleri üzerinde bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 79-84.
- TC Sağlık Bakanlığı, H. Ü., (2014). Türkiye’de Beslenme ve Sağlık Araştırması, Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu, Sağlık Bakanlığı Yayın No, 931.
- Thondre, P. S., & Henry, C. J. K. (2009). High-molecular-weight barley β -glucan in chapatis (unleavened Indian flatbread) lowers glycemic index. *Nutrition Research*, 29, 480-486.
- TMO, (2019). Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2018 Hububat Sektör Raporu, Erişim adresi <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububatsektorraporu2018.pdf>
- Trogh, I., Courtin, C., Andersson, A., Åman, P., Sørensen, J., & Delcour, J. (2004). The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1 $\rightarrow$ 3, 1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucan levels. *Journal of Cereal Science*, 40, 257-267.
- TÜİK, (2014). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <http://tuik.gov.tr/Start.do>
- TÜİK, (2015). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <http://tuik.gov.tr/Start.do>
- TÜİK, (2016). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <http://tuik.gov.tr/Start.do>
- TÜİK, (2018). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <http://tuik.gov.tr/Start.do>
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi <http://tuik.gov.tr/Start.do>
- Türksoy, S. (2011). Meyve ve sebze lif konsantreleri ilavesinin hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Vasantan, T., Gaosong, J., Yeung, J., Li, J. (2002). Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food chemistry*, 77, 35-40.

Yeung, J., Vasathan, T., (2001). Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 331-335.

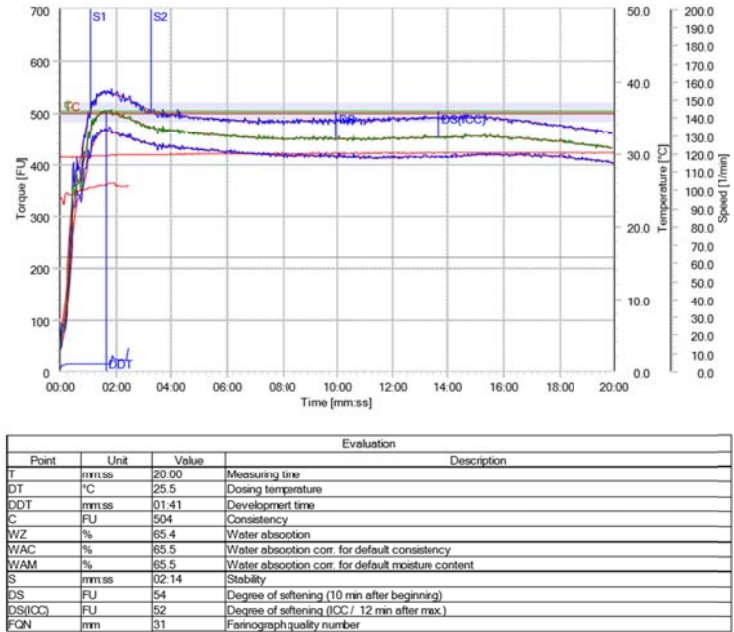


EKLER

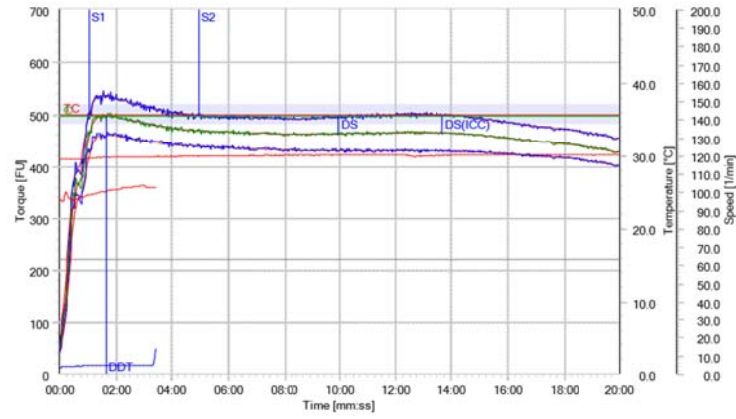
Ek 1. Kontrol Örneğine Ait Farinograf Grafiği



Ek 2. Ay %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği

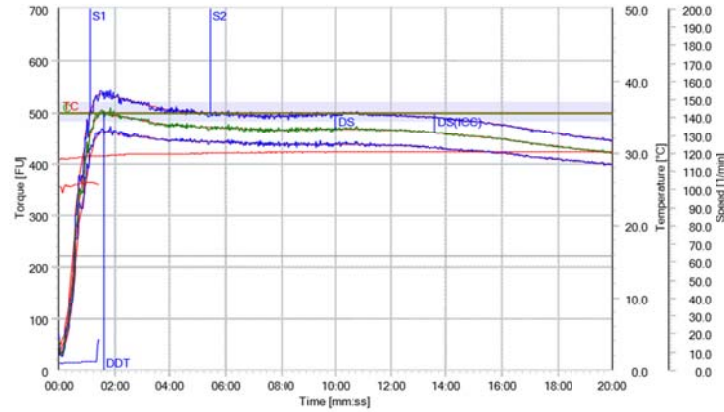


Ek 3. Ay %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



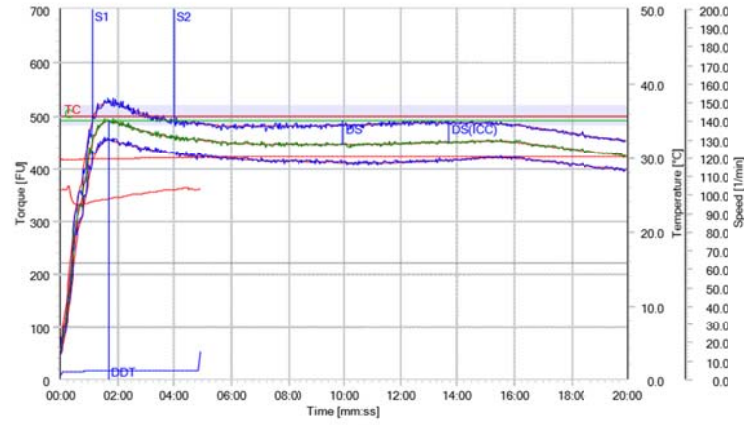
Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20.00	Measuring time	
DT	°C	25.7	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:41	Development time	
C	FU	498	Consistency	
WZ	%	65.8	Water absorption	
WAC	%	65.8	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	65.8	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	03:55	Stability	
DS	FU	35	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	33	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FCN	mm	50	Farinograph quality number	

Ek 4. Ay %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



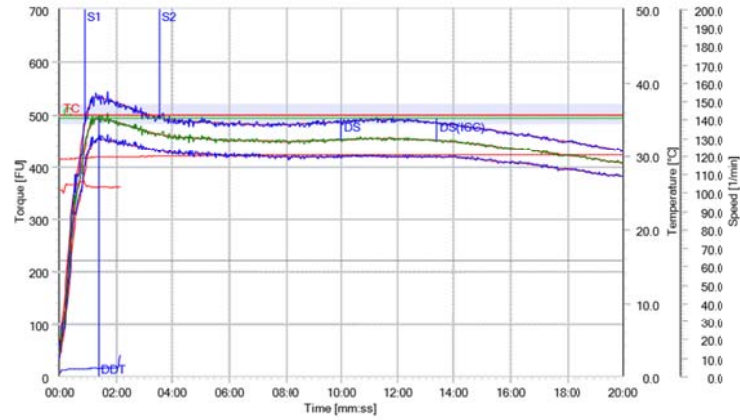
Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20.00	Measuring time	
DT	°C	25.7	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:37	Development time	
C	FU	498	Consistency	
WZ	%	66.9	Water absorption	
WAC	%	66.9	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	66.9	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	04:20	Stability	
DS	FU	31	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	38	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FCN	mm	62	Farinograph quality number	

Ek 5. Dolunay %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



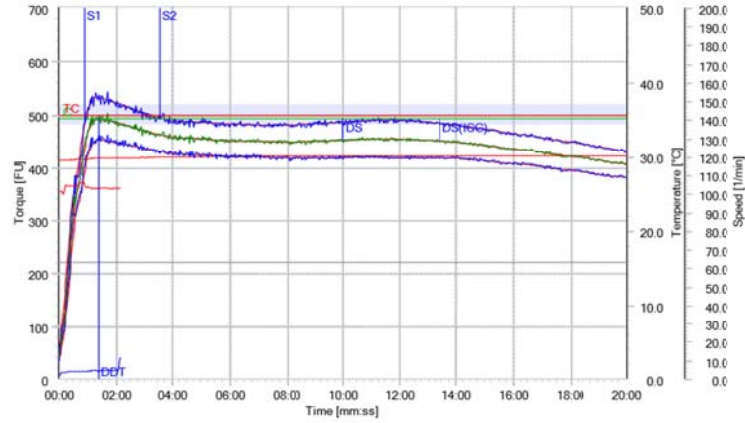
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.01	Measuring time	
DT	°C	25.8	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.43	Development time	
C	FU	490	Consistency	
WZ	%	65.1	Water absorption	
WAC	%	64.9	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	64.9	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02.54	Stability	
DS	FU	44	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	39	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	39	Farinograph quality number	

Ek 6. Dolunay %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



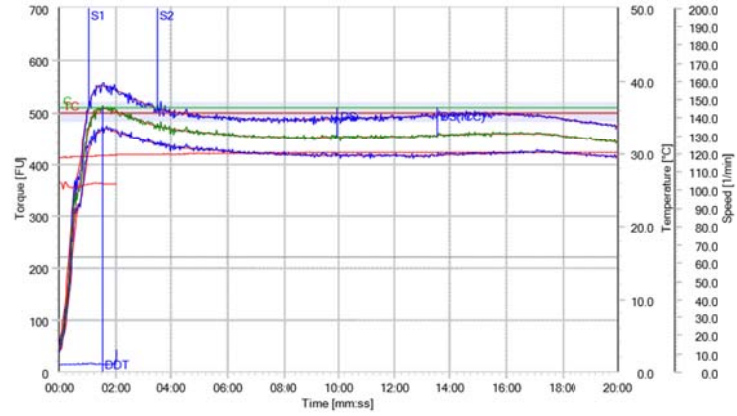
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.02	Measuring time	
DT	°C	25.8	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.24	Development time	
C	FU	494	Consistency	
WZ	%	65.6	Water absorption	
WAC	%	65.5	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	65.5	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02.40	Stability	
DS	FU	42	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	43	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	34	Farinograph quality number	

Ek 7. Dolunay %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



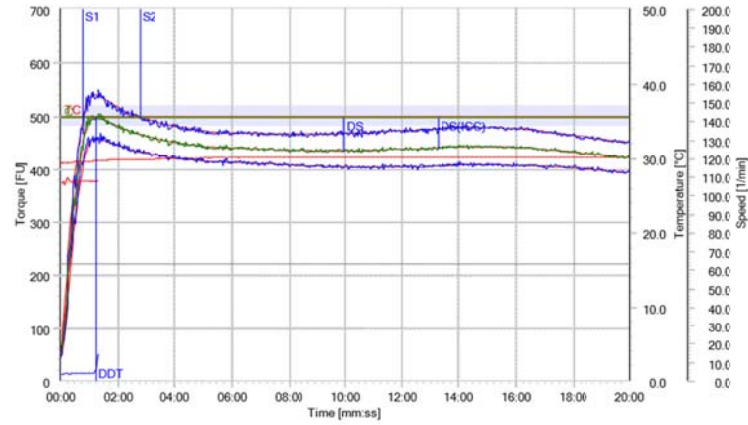
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.02	Measuring time	
DT	°C	25.8	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.24	Development time	
C	FU	494	Consistency	
WZ	%	65.6	Water absorption	
WAC	%	65.5	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	65.5	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02.40	Stability	
DS	FU	42	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(16C)	FU	43	Degree of softening (16C / 12 min after max.)	
FQN	mm	34	Farinograph quality number	

Ek 8.MRA20 %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



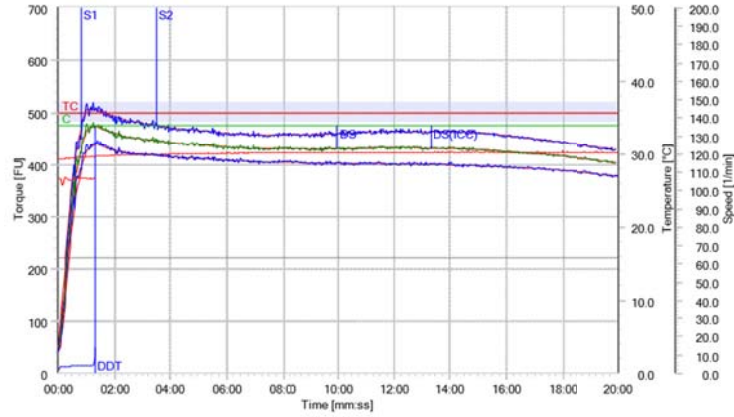
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.01	Measuring time	
DT	°C	25.8	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.33	Development time	
C	FU	509	Consistency	
WZ	%	64.0	Water absorption	
WAC	%	64.2	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	64.2	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02.29	Stability	
DS	FU	57	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(16C)	FU	54	Degree of softening (16C / 12 min after max.)	
FQN	mm	32	Farinograph quality number	

Ek 9. MRA20 %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



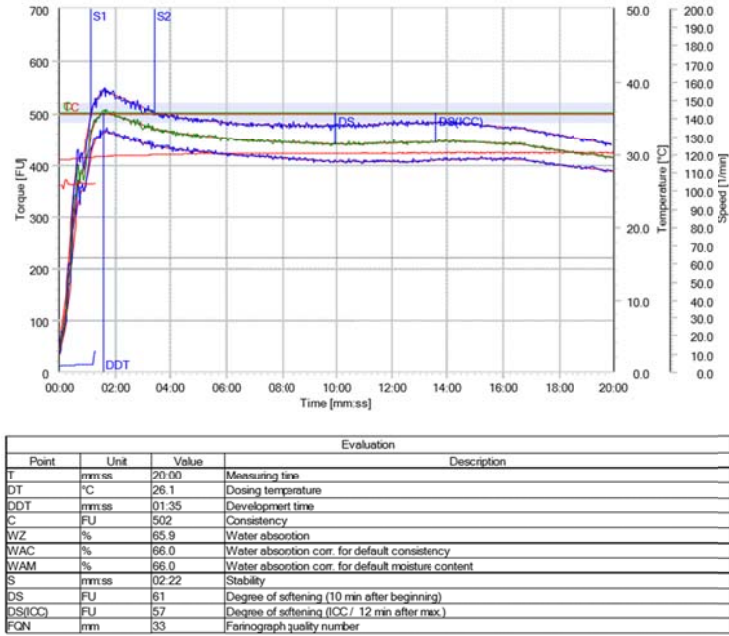
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20:01	Measuring time	
DT	°C	26.9	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:15	Development time	
C	FU	498	Consistency	
WZ	%	64.4	Water absorption	
WAC	%	64.4	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	64.4	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:01	Stability	
DS	FU	63	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	57	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	26	Farinograph quality number	

Ek 10. MRA20 %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği

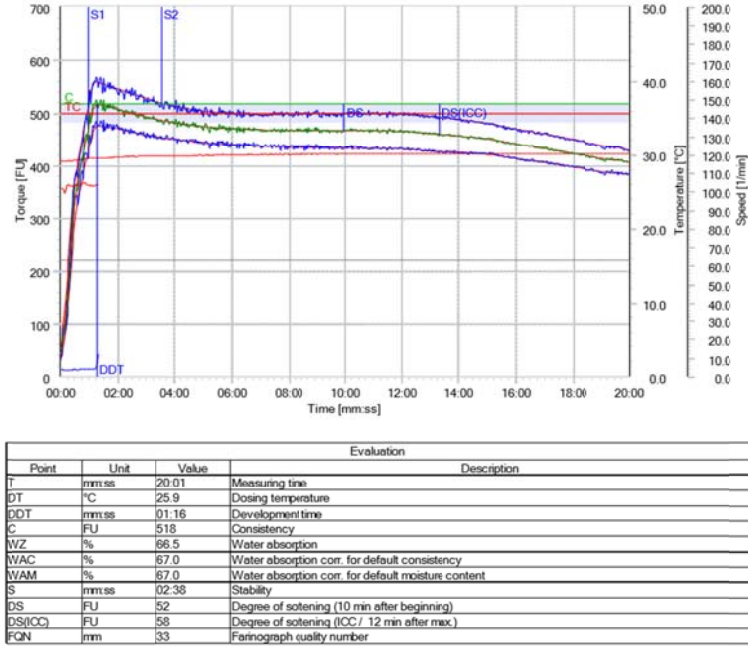


Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20:01	Measuring time	
DT	°C	26.6	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:19	Development time	
C	FU	474	Consistency	
WZ	%	65.0	Water absorption	
WAC	%	64.4	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	64.4	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:44	Stability	
DS	FU	44	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	43	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	37	Farinograph quality number	

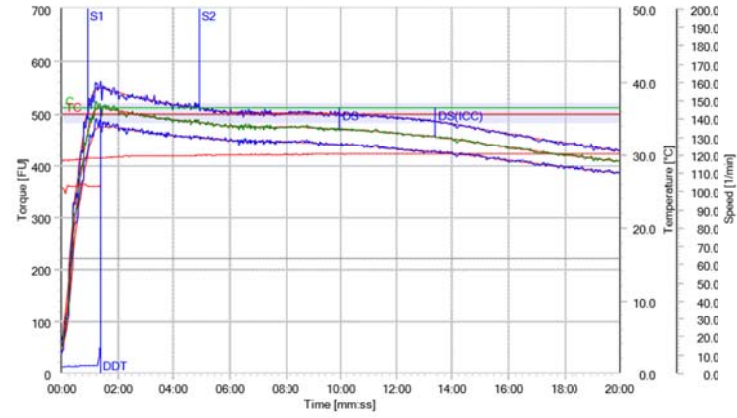
Ek 11. MRA2 %10 Örneğine Ait FarinografGrafığı



Ek 12. MRA2 %20 Örneğine Ait Farinograf Grafığı

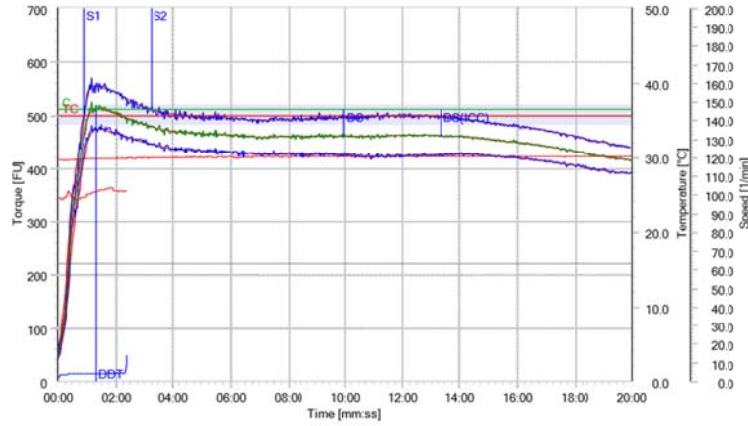


Ek 13. MRA2 %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



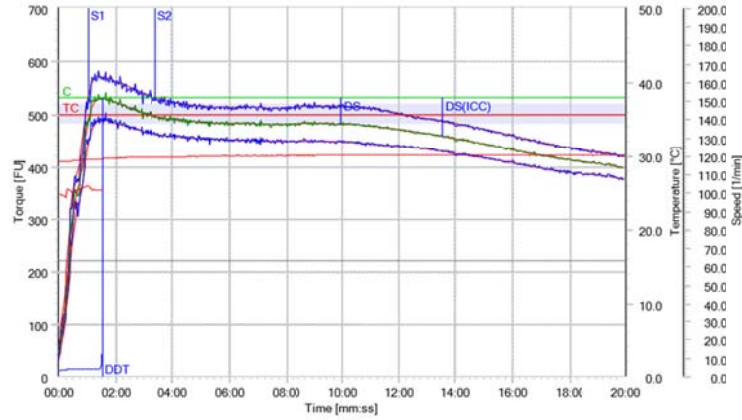
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.00	Measuring time	
DT	°C	25.7	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.24	Development time	
C	FU	511	Consistency	
WZ	%	66.5	Water absorption	
WAC	%	66.8	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	66.8	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	04.01	Stability	
DS	FU	41	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	55	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FGN	mm	51	Farinograph quality number	

Ek 14. Güldeste %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



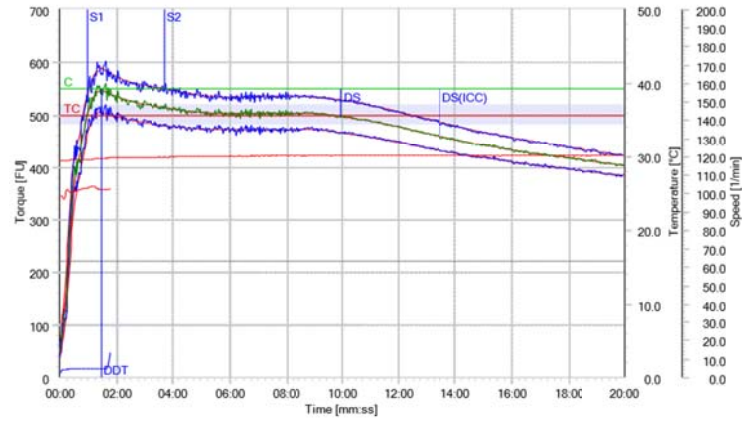
Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20.00	Measuring time	
DT	°C	25.5	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01.20	Development time	
C	FU	512	Consistency	
WZ	%	66.5	Water absorption	
WAC	%	66.8	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	66.8	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02.22	Stability	
DS	FU	51	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	51	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FGN	mm	30	Farinograph quality number	

Ek 15.Göldeste %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiğı



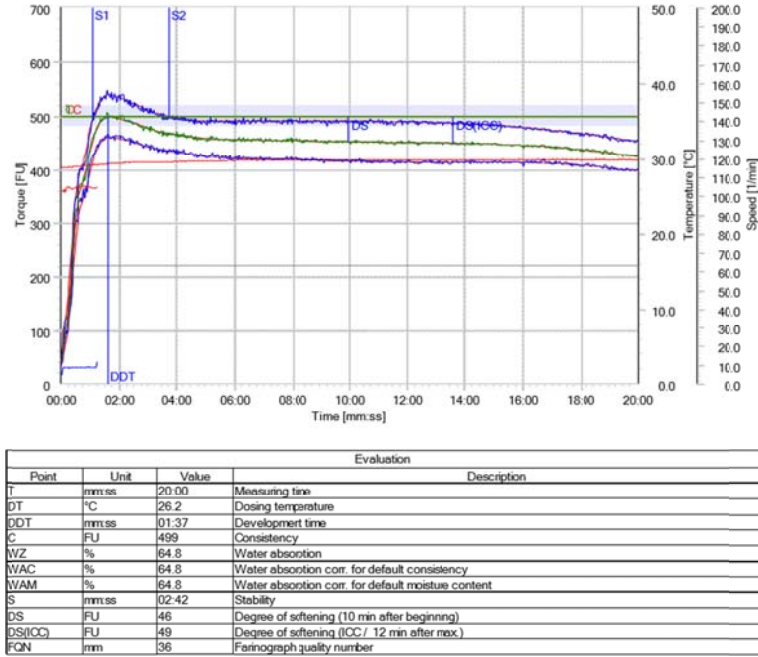
Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time	
DT	°C	25.5	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:33	Development time	
C	FU	531	Consistency	
WZ	%	66.0	Water absorption	
WAC	%	66.8	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	66.8	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:22	Stability	
DS	FU	50	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	73	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	31	Farinograph quality number	

Ek 16.Göldeste %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiğı

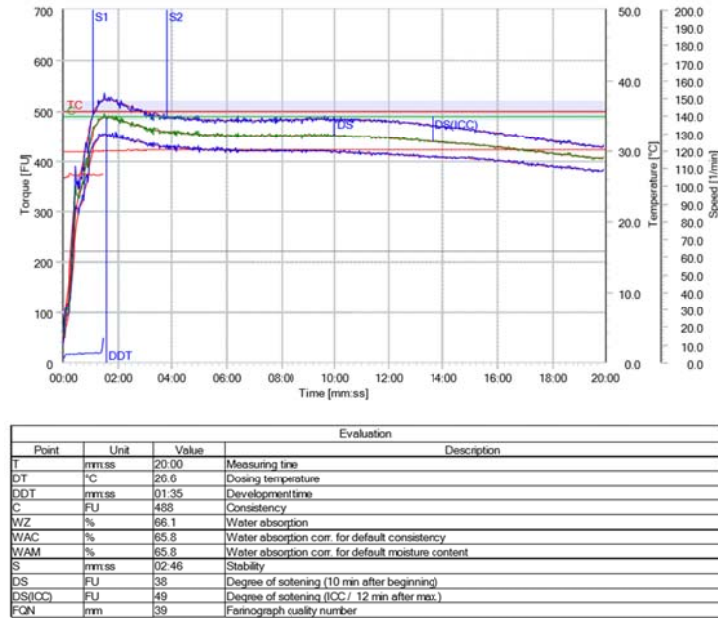


Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time	
DT	°C	25.6	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:27	Development time	
C	FU	549	Consistency	
WZ	%	66.4	Water absorption	
WAC	%	67.6	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	67.6	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:44	Stability	
DS	FU	52	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	90	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FQN	mm	31	Farinograph quality number	

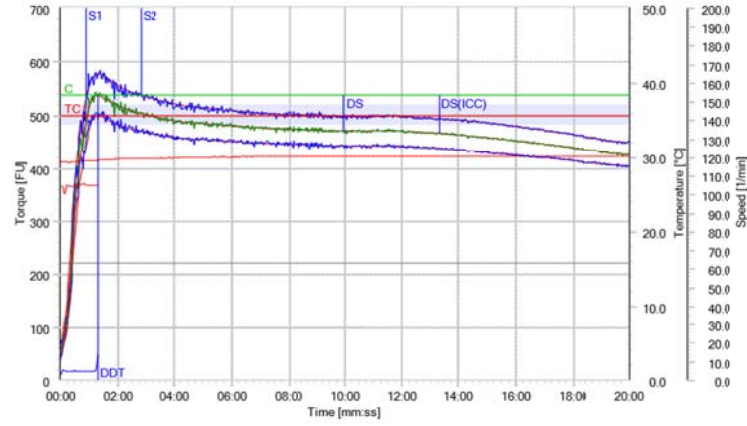
Ek 17. INBYT15 %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



Ek 18. INBYT15 %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiği

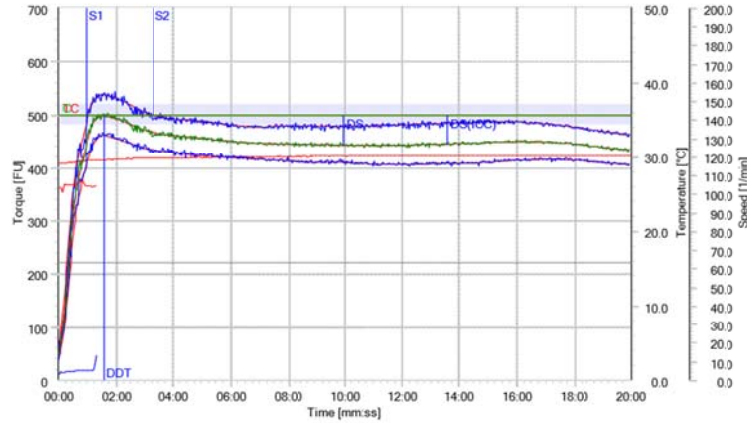


Ek 19. INBYT15 %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



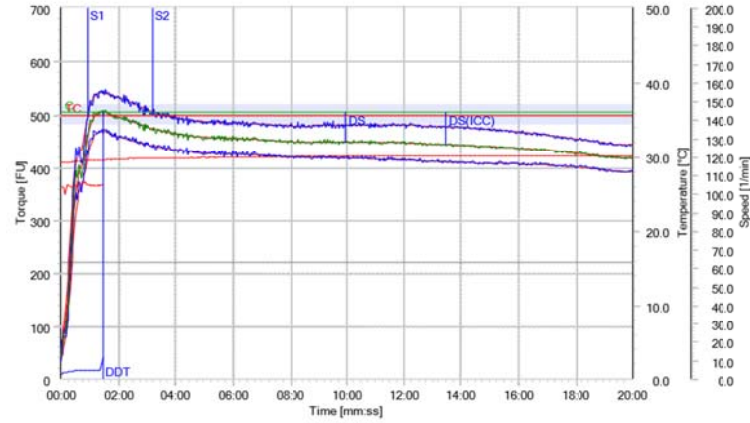
Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20:01		Measuring time
DT	°C	26.3		Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:19		Development time
C	FU	537		Consistency
WZ	%	65.6		Water absorption
WAC	%	66.5		Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	66.5		Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	01:56		Stability
DS	FU	67		Degree of softening (10 min after beginning)
DS(ICC)	FU	71		Degree of softening (ICC / 12 min after max.)
FQN	mm	25		Farinograph quality number

Ek 20. INBYT25 %10 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



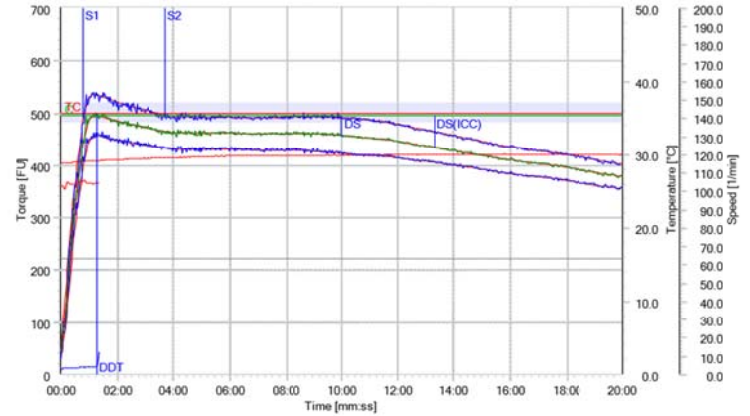
Point	Unit	Value	Evaluation	Description
T	mm:ss	20:00		Measuring time
DT	°C	26.1		Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:35		Development time
C	FU	499		Consistency
WZ	%	65.4		Water absorption
WAC	%	65.4		Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	65.4		Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	02:20		Stability
DS	FU	56		Degree of softening (10 min after beginning)
DS(ICC)	FU	54		Degree of softening (ICC / 12 min after max.)
FQN	mm	31		Farinograph quality number

Ek 21. INBYT25 %20 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20:00	Measuring time	
DT	°C	26.2	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:30	Development time	
C	FU	506	Consistency	
WZ	%	65.8	Water absorption	
WAC	%	66.0	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	66.0	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:18	Stability	
DS	FU	57	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	62	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FGN	mm	31	Farinograph quality number	

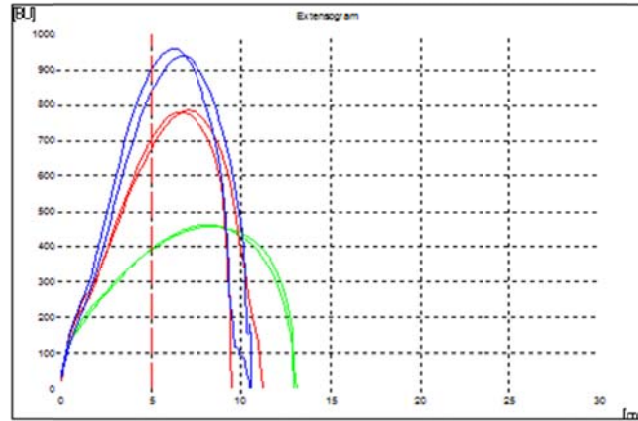
Ek 22. INBYT25 %30 Örneğine Ait Farinograf Grafiği



Evaluation				
Point	Unit	Value	Description	
T	mm:ss	20:00	Measuring time	
DT	°C	26.1	Dosing temperature	
DDT	mm:ss	01:18	Development time	
C	FU	496	Consistency	
WZ	%	65.3	Water absorption	
WAC	%	65.2	Water absorption corr. for default consistency	
WAM	%	65.2	Water absorption corr. for default moisture content	
S	mm:ss	02:57	Stability	
DS	FU	39	Degree of softening (10 min after beginning)	
DS(ICC)	FU	62	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)	
FGN	mm	35	Farinograph quality number	

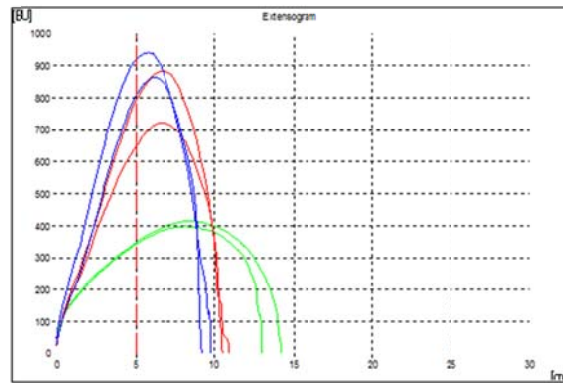
Ek 23. Kontrol Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

Brabender® Extensograph			
Evaluation of sample:	kontrol		
Date:	20.03.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/90/135 Minutes	62.2 %		
Waterabsorption:			
Proving Time [min]	45	90	135
Energy [cm²]	80	98	114
Resistance to Extension [BU]	397	700	880
Extensibility [mm]	130	104	108
Maximum [BU]	461	782	951
Ratio Number:	3.0	6.8	8.3
Ratio Number (Max):	3.5	7.8	9.0
Remarks:	kart1		



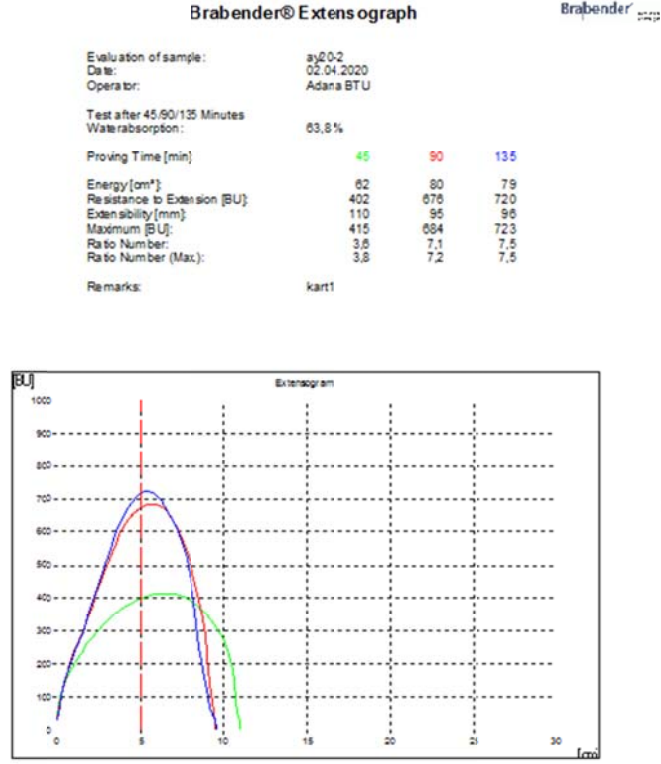
Ek 24. Ay %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

Evaluation of sample:	ay%10		
Date:	20.03.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/90/135 Minutes	63.4 %		
Waterabsorption:			
Proving Time [min]	45	90	135
Energy [cm²]	75	101	100
Resistance to Extension [BU]	348	728	889
Extensibility [mm]	136	107	96
Maximum [BU]	406	804	903
Ratio Number:	2.6	6.8	9.1
Ratio Number (Max):	3.0	7.5	9.5
Remarks:	kart1		

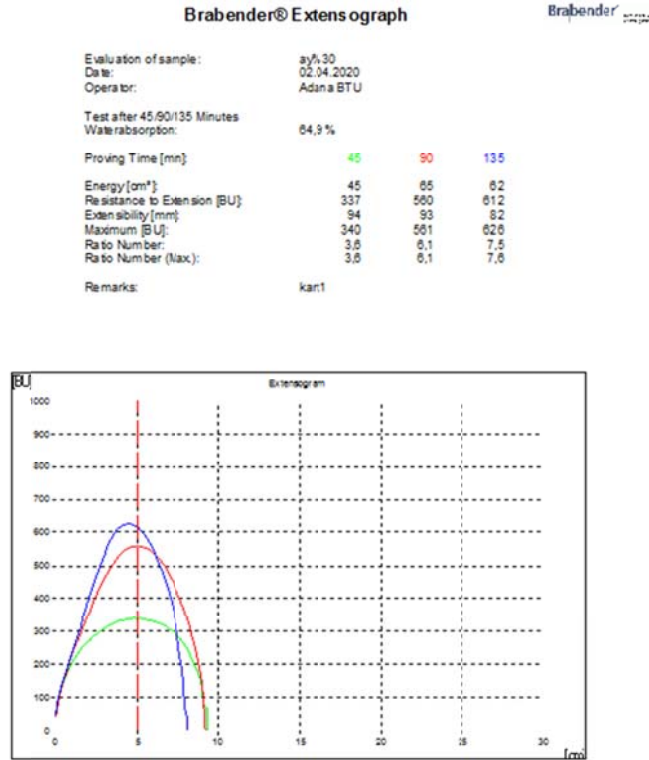


Test: C:\Users\Public\Documents\Brabender\Extensograph\Data\Int\ay%10 EXD

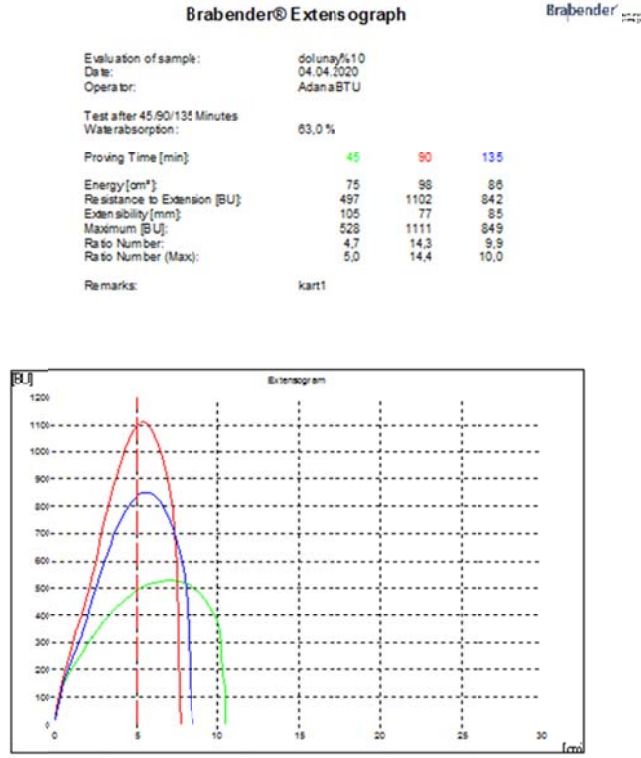
Ek 25. Ay %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



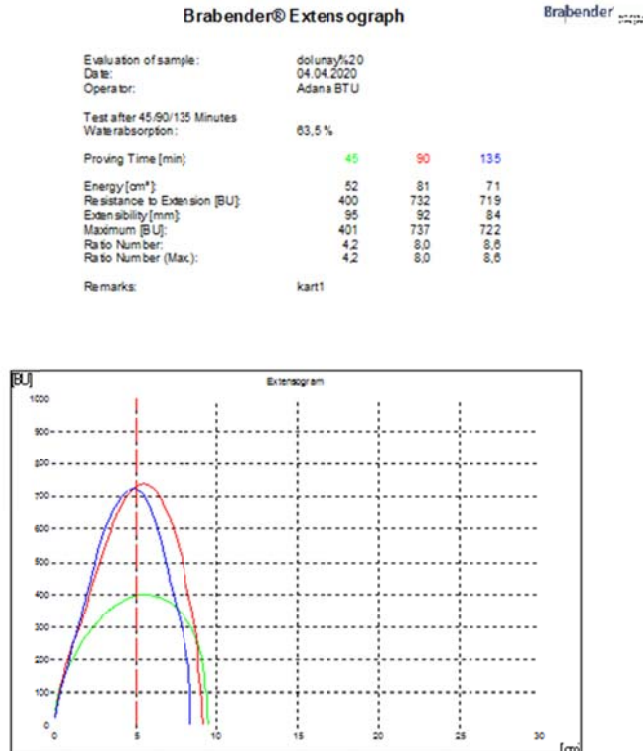
Ek 26. Ay %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



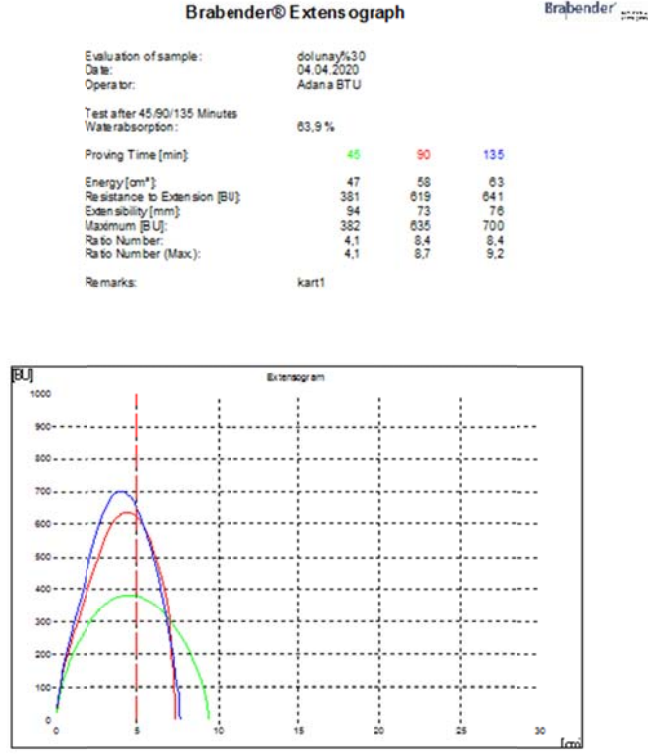
Ek 27. Dolunay %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



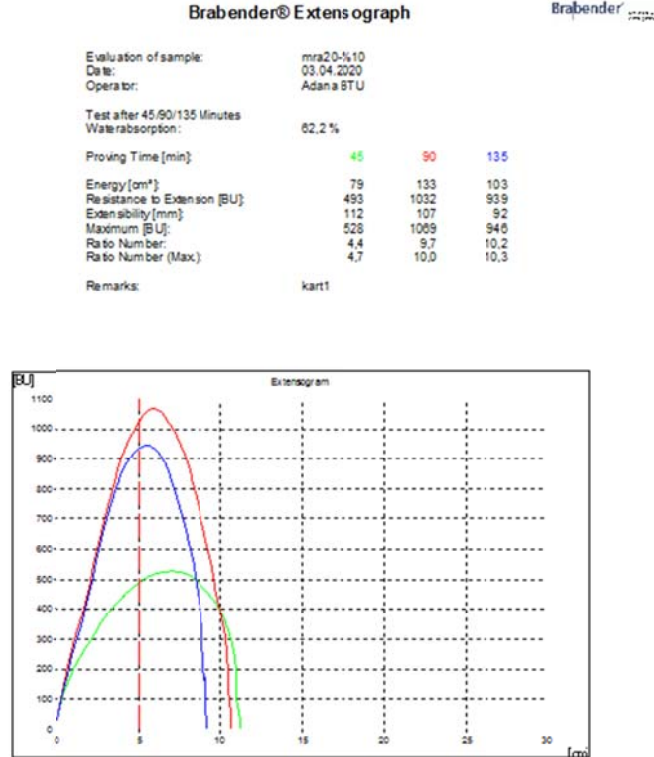
Ek 28. Dolunay %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



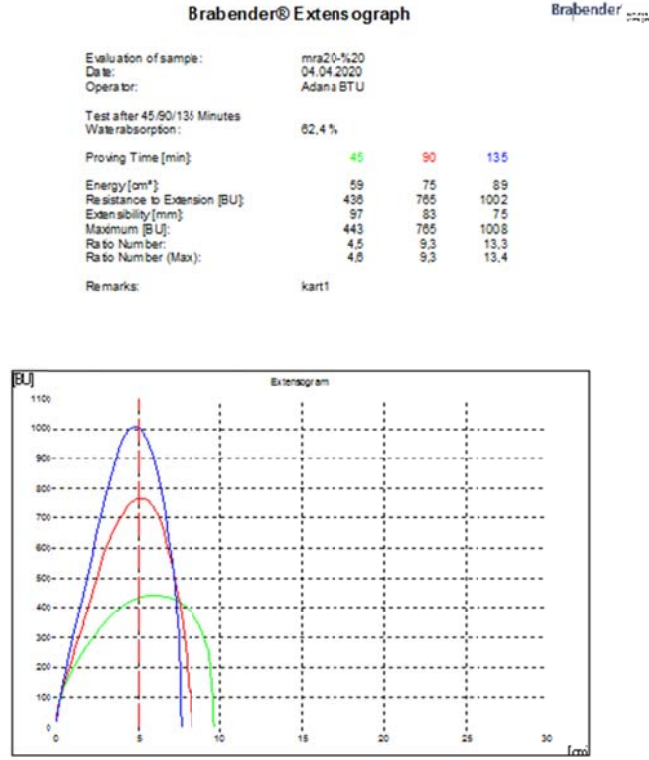
Ek 29. Dolunay %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



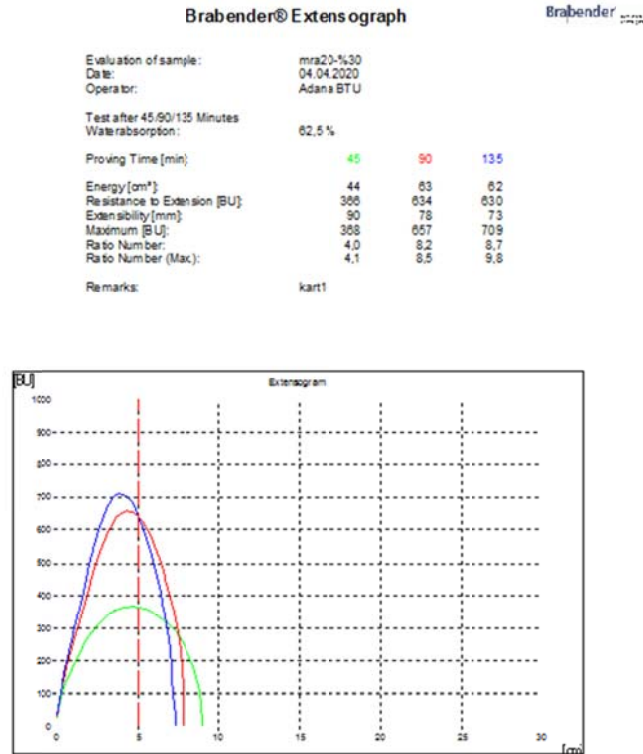
Ek 30. MRA20 %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



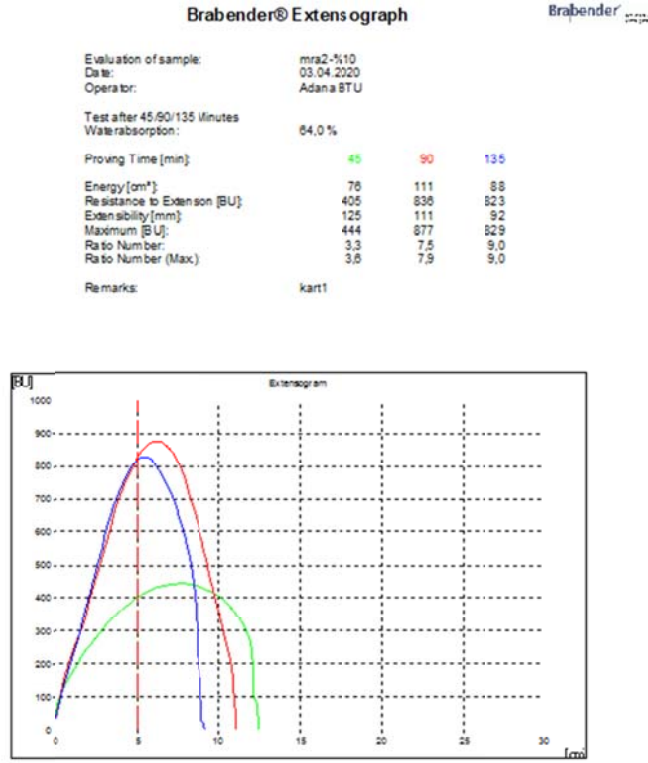
Ek 31. MRA20 %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



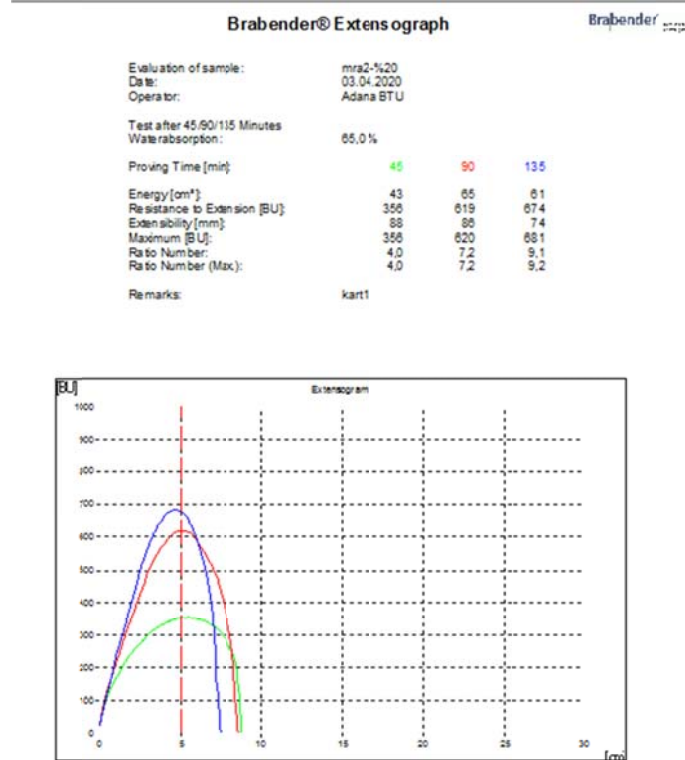
Ek 32. MRA20 %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



Ek 33. MRA2 %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

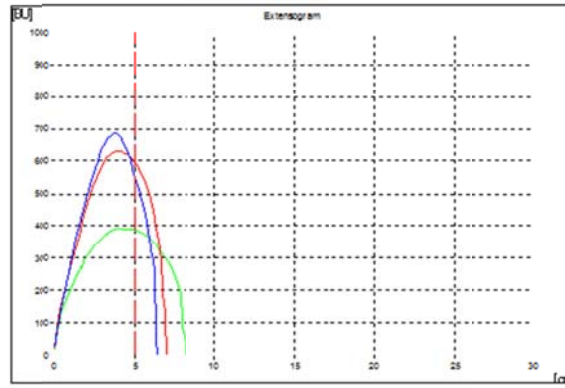


Ek 34. MRA2 %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



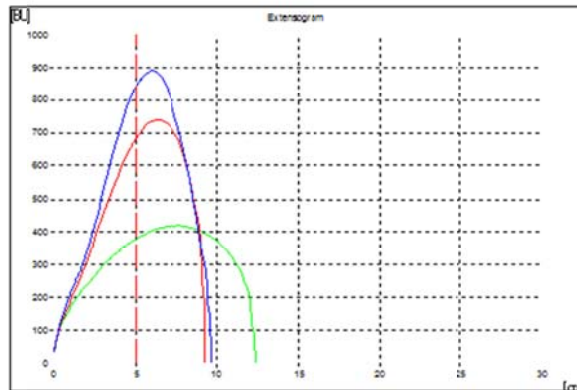
Ek 35. MRA2 %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

Brabender® Extensograph			
Evaluation of sample:	mra2-%30		
Date:	03.04.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/60/135 Minutes	64,8 %		
Proving Time [min]	45	90	135
Energy [mJ]	43	56	52
Resistance to Extension [BU]	384	589	536
Extensibility [mm]	82	69	63
Maximum [BU]	392	630	666
Ratio Number:	4,7	8,5	8,5
Ratio Number (Max):	4,8	9,1	10,8
Remarks:	kart1		

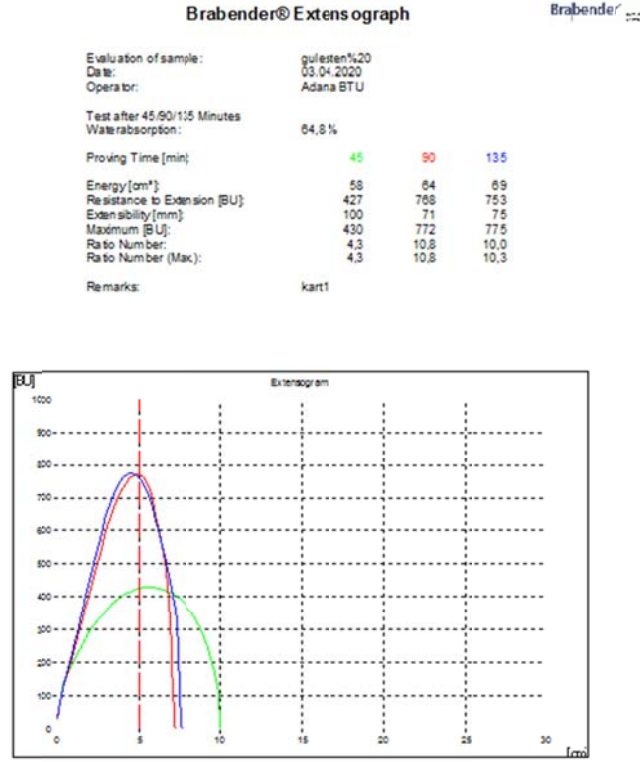


Ek 36. Güldeste %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

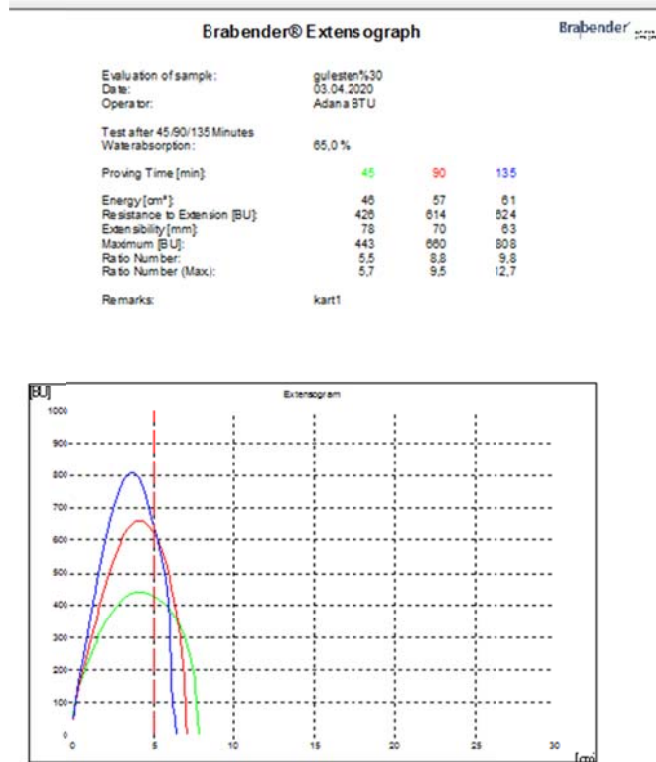
Brabender® Extensograph			
Evaluation of sample:	guldeste%10		
Date:	02.04.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/60/135 Minutes	64,5 %		
Proving Time [min]	45	90	135
Energy [mJ]	71	83	96
Resistance to Extension [BU]	381	689	850
Extensibility [mm]	124	93	97
Maximum [BU]	420	738	890
Ratio Number:	3,1	7,4	8,8
Ratio Number (Max):	3,4	7,9	9,2
Remarks:	kart1		



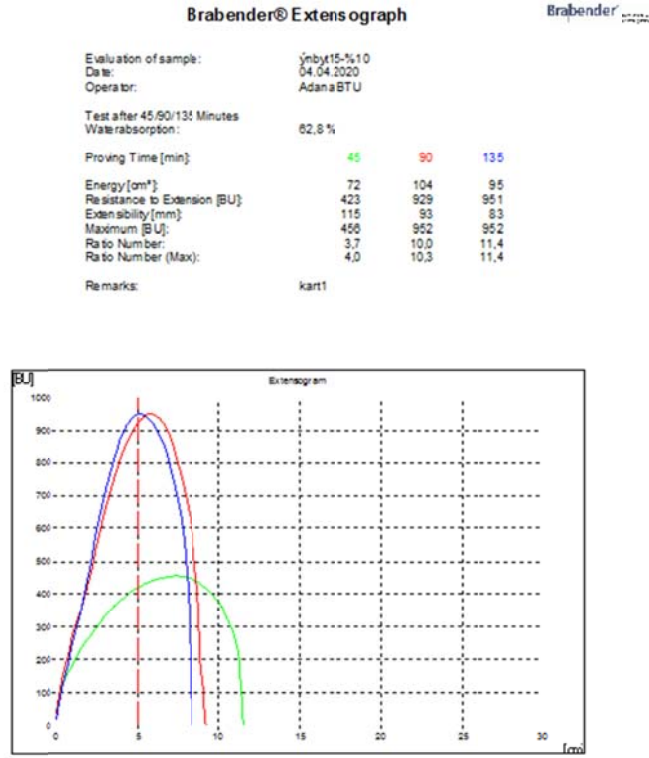
Ek 37. Güldeste %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



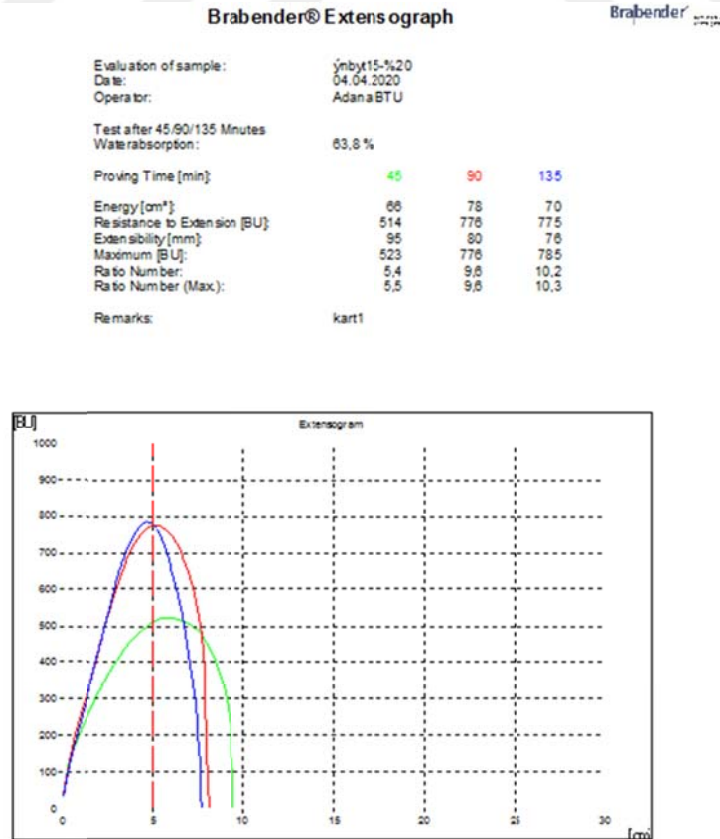
Ek 38. Güldeste %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



Ek 39. INBYTE15 %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

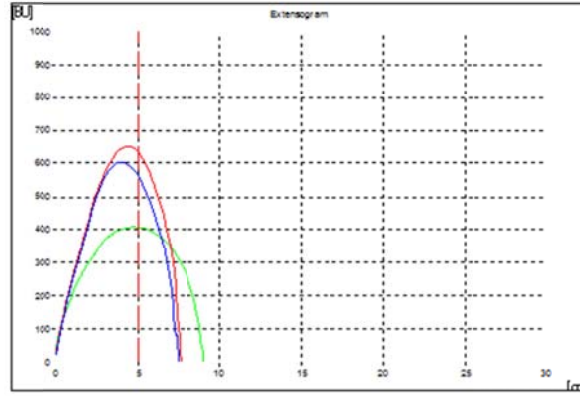


Ek 40. INBYTE15 %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



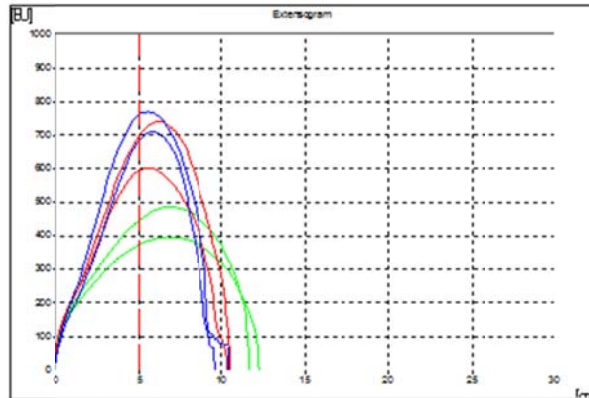
Ek 41. INBYTE15 %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

Brabender® Extensograph			
Evaluation of sample:	inbyte15-%30		
Date:	04.04.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/90/135 Minutes			
Waterabsorption:	64,5 %		
Proving Time [min]:	45	90	135
Energy [cm²]:	49	81	54
Resistance to Extension [BU]:	408	628	657
Extensibility [mm]:	90	75	74
Maximum [BU]:	408	651	603
Ratio Number:	4,5	8,3	7,5
Ratio Number (Max):	4,5	8,6	8,1
Remarks:	kart1		

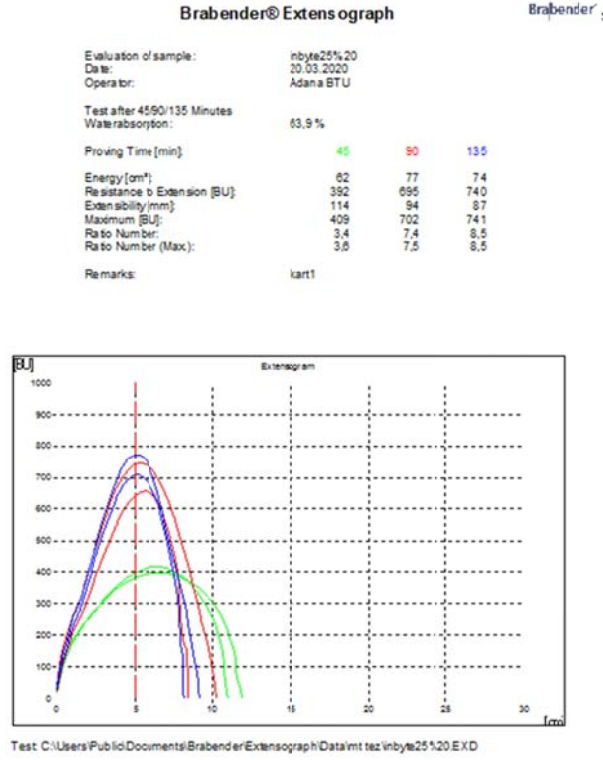


Ek 42. INBYTE25 %10 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği

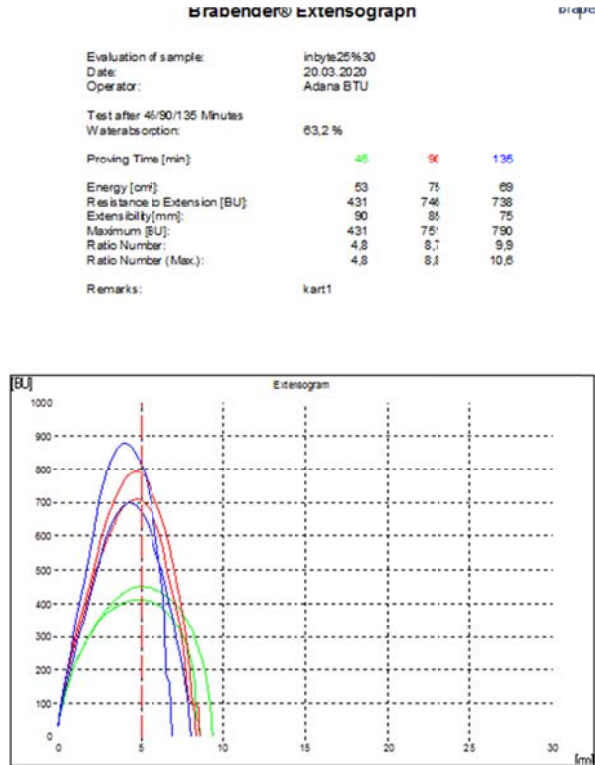
Evaluation of sample:	inbyte25%10		
Date:	20.03.2020		
Operator:	Adana BTU		
Test after 45/90/135 Minutes			
Waterabsorption:	62,9 %		
Proving Time [min]:	45	90	135
Energy [cm²]:	70	83	81
Resistance to Extension [BU]:	414	649	724
Extensibility [mm]:	120	105	100
Maximum [BU]:	444	670	737
Ratio Number:	3,5	6,2	7,2
Ratio Number (Max):	3,7	6,4	7,3
Remarks:	kart1		



Ek 43. INBYTE25 %20 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



Ek 44. INBYTE 25 %30 Örneğine Ait Ekstensograf Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Mesut TÜRKER 1986 yılında Adana’da doğdum. Lise eğitimini Şehit Temel Cingöz Lisesi’nde tamamladım. Lisans eğitimini 2003-2008 yılları arasında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde tamamladım. 2009-2014 yılları arasında Piyu Kolayda Marketçilik A.Ş. de Satınalma Müdürü, 2014-2015 yılları arasında Beyaz Kağıt ve Hijyenik Ürünleri San. Tic. A.Ş. de Satınalma Sorumlusu olarak görev yaptım. 2015 yılından itibaren Çetinkaya Giyim San. Tic. A.Ş de Satınalma Müdürü pozisyonunda çalışmaktayım.

