

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**KEÇİBOYNUZU PEKMEZİNİN PÜSKÜRTMELİ
KURUTUCU İLE KURUTULMASI VE ELDE EDİLEN
TOZLARIN EKMEK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

Burcu GÜNAL

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 614.02.00

Sunuş Tarihi:16.02.2011

Bornova-İZMİR

2011

Burcu GÜNAL tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürtmeli Kurutma Yöntemi İle Kurutulması Ve Pekmez Tozlarının Ekmek Üretiminde Kullanılması” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 08.02.2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

Raportör Üye : Doç. Dr. Filiz İÇİER

Üye : Prof. Dr. Ergun KÖSE

ÖZET
KEÇİBOYNUZU PEKMEZİNİN PÜSKÜRTMELİ KURUTUCU İLE
KURUTULMASI VE ELDE EDİLEN TOZLARIN EKMEK
ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

GÜNAL, Burcu

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Danışman: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

Şubat 2011, 120 sayfa

Pekmez üzüm, dut ve keçiboynuzu meyvelerinden, meyve sularının %70-80 çözünür kuru madde oranına ulaşınca kadar konsantre edilmesi ile üretilen, Türkiye’de bulunan geleneksel gıdalardan biridir. Pekmez içerdiği yüksek miktarda şeker, mineral ve organik asit ile insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Ancak yapışkan ve viskoz yapısı nedeniyle gıda prosesinde bazı zorluklar yaratmaktadır. Bu çalışmanın amacı püskürtmeli kurutma yöntemiyle keçiboynuzu pekmezini kurutmak ve pekmezin gıda endüstrisinde kullanılabilirliğini arttırmaktır. Birinci aşamada, keçiboynuzu pekmezi maltodekstrin ile karıştırılarak püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Kurutma denemelerinde farklı pekmez oranları (25:75, 40:60) ve farklı kurutucu hava giriş sıcaklıkları (160, 185, 210 °C) değişken olarak seçilmiştir. Sadece tek tip dekstroz eş değerinde (DE 12,5) maltodekstrin kullanılmıştır. Bu çalışmada toz ürünlerin fiziksel özellikleri (nem içeriği, su aktivitesi, partikül boyutu, renk değişimi ve SEM analizi) ve biyoaktivitesi (toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi) incelenmiştir. İkinci aşamada, pekmez tozları buğday ekmeğine eklenerek, ekmeğin besinsel değerinin artırılması hedeflenmiştir. Pekmez tozlarının hamur reolojisine (farinograf ve ekstensograf analizleri) ve ekmek değerlerine (nem içeriği, hacim, renk değişimi, doku analizi ve duyu analizi) etkileri incelenmiştir (kontrol grup olarak katkısız, şeker ilaveli ve sıvı pekmez ilaveli ekmekler kullanılmıştır).

Anahtar sözcükler: Püskürtmeli kurutma, keçiboynuzu pekmezi, fenolik bileşikler, ekmek, duyu analizi.

ABSTRACT**CAROB PEKMEZ SPRAY DRYING AND BREAD BAKING WITH
PEKMEZ POWDER****GÜNAL, Burcu**

Msc in Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

February 2011, 120 pages

Pekmez is one of the traditional food products in Turkey which is produced from grape, mulberry or carob by concentration of juices up to 70-80 soluble dry matter content without the addition of sugar or other additives. Since pekmez contains high amounts of sugar, mineral and organic acid, it is a very important product for human nutrition. However sticky and viscous characteristics of pekmez cause difficulties in food processing. The aim of this study is produced carob pekmez powder by spray drying techniques and facilitate the usage of pekmez in food industry. During the first part of this study, the carob pekmez is produced by spray drying technique with maltodekstrin. In drying trials different pekmez ratios (25:75, 40:60) and dryer inlet air temperatures (160, 185, 210 °C) were used as variables. Only one type of maltodekstrin is used which has 12,5 dextrose equivalent value. In this study, physical properties (moisture content, water activity, particle size analyses, color changes and SEM analyses) and biological activities (total phenolic content and antioxidant activity) of pekmez powder were investigated. In the second part of this study, pekmez powder was added to wheat flour bread to improve their nutritional sensory and keep quality. The effects of pekmez powder on dough rheology (farinographic and extensographic studies) and bread quality (moisture content, volume, color changes, sensory and textural analyses) were studied using sugar, liquid pekmez and no additives as control.

Keywords: Spray drying, carob pekmez, phenolic compounds, bread baking, sensory analyses.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yanımda olan, gerekli her türlü desteği veren, bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Şebnem TAVMAN'a çok teşekkür ederim.

Bana çalışmalarım sırasında her türlü desteği veren ve yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU'na teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince her türlü öneri ve bilgilerini benimle paylaşan, yol gösteren ve bana enstitünün her türlü imkanını kullanma fırsatı verdikleri için Karlsruhe Üniversitesi Gıda Proses Mühendisliği Enstitüsü Başkanı Sayın Prof. Dr. Heike P. SCHUCHMANN'a ve Jewe SCHRÖDER'e teşekkür ederim.

Benim için yardımlarını eksik etmeyen ve deneyimlerini paylaşan Dr. Burak ALTINEL'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan ve emeği geçen Ece ÇAĞDAŞ ve Hülya ÇAKMAK'a teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, hayatımın her döneminde bana destek olan ve sevgilerini her zaman eksiksiz hissettiğim aileme, bu çalışma boyunca göstermiş oldukları maddi ve manevi her türlü destek için sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1.Pekmez.....	4
2.2 Kurutma	7
2.2.1 Kuruma Teorisi.....	9
2.2.2.1. Püskürtmeli Kurutma Yöntemi.....	11
2.2.3 Kurutma işlemine Su aktivitesi ve Nem İçeriğinin Etkisi	15
2.2.4. Mikroenkapsülasyon.....	16
2.3 Fenolik Bileşenler ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi.....	18
2.4 Şekerce Zengin Gıdaların Püskürtülerek Kurutulması	19
2.5 Ekmek.....	22
2.5.1. Zenginleştirilmiş Ekmekler	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	36
3.1 Materyal.....	36
3.2.Yöntem	36
3.2.1 Keçiboynuzu Pekmezinin Kurutulması	37
3.2.1.1 Kullanılan Püskürtmeli Kurutucu Sistemi.....	37
3.2.1.2 Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürterek Kurutma İşlemi.....	38
3.2.2 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Analizleri.....	38
3.2.2.1 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Nem tayini.....	38
3.2.2.2 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Su Aktivitesi Ölçümü.....	39
3.2.2.3 Partikül Boyut Dağılımının İncelenmesi	40
3.2.2.4 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Renk Tayini	41
3.2.2.5 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini	41
3.2.2.6 Antioksidan Aktivite Tayini	41
3.2.2.7 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi.....	42
3.2.2 Ekmek Üretimi.....	43
3.2.3 Hamurun Bazı Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	46
3.2.4.Ekmek Özelliklerinin Belirlenmesi	47
3.2.4.1 Ekmekte Nem Tayini.....	47
3.2.4.2 Ekmek Hacminin Belirlenmesi	47
3.2.4.3 Ekmek Dokusunun Analizi.....	48

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.4.4 Ekmekte Renk Analizi	48
3.2.4.5 Duyusal Analiz	48
3.2.5 İstatiksel Analiz	50
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	51
4.1.Elde Edilen Tozların Bulguları	51
4.1.1 Nem Bulguları	51
4.1.2 Su Aktivitesi Bulguları	52
4.1.3 Renk Analizi sonuçları	54
4.1.4 Partikül Büyüklüğü Bulguları.....	55
4.1.5 Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenol Miktarı Analizleri Sonucu	57
4.1.6 SEM Analizi Görüntüleri.....	58
4.2 Ekmek Bulguları.....	61
4.2.1 Nem Bulguları	62
4.2.2 Hacim Bulguları.....	63
4.2.3 Renk Bulguları.....	64
4.2.4 Doku Analizi Sonuçları	65
4.2.5. Farinograf ve Ekstensograf Sonuçları	67
4.2.6.Duyusal Analiz Sonuçları	70
5. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR DİZİNİ	76
EKLER	84
Ek 1 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Verileri	84
Ek 2 Ekmek Hamurlara Ait Ekstensograf Grafikleri.....	88
Ek 3 Ekmek Hamurlara Ait Farinograf Grafikleri.....	93
Ek 4 Ekmek Sonuçları.....	98
Ek-5 Pekmez Tozu İstatiksel Analiz (Spss) Sonuçları	107
Ek- 6 Ekmek Denemelerinin İstatistiksel Analizi	110
Ek-7 Toplam Fenol Miktarı Tayininde Kullanılan Gallik Asid Kalibrasyon Grafiği	119
ÖZGEÇMİŞ	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Pekmez üretimi akım şeması.....	5
Şekil 2.2 Püskürtmeli kurutma prosesi.....	13
Şekil 3.1 Pilot ölçekli püskürtmeli kurutucu	37
Şekil 3.2 Su aktivitesi ölçüm cihazı	39
Şekil 3.3 Partikül boyut dağılımı ölçme cihazı	40
Şekil 3.4 Tanelerin lazer ışını kırarak yansıtması	40
Şekil 3.5 Taramalı Elektron Mikroskobu	42
Şekil 3.8 (a):Duyusal analizde paneliste verilen ekmek örnekleri	49
Şekil 3.8 (b):duyusal analizde panelistlere hazırlanan kabin örneği	49
Şekil 4.1 Keçiboynuzu pekmez tozlarının nem (%) değerleri.....	52
Şekil 4.2 Keçiboynuzu pekmez tozlarının su aktivitesi (aw) değerleri.....	53
Şekil 4.3 Keçiboynuzu pekmez tozlarının kümülatif hacimsel frekans(%)-partikül büyüklüğü grafiği.....	56
Şekil 4.4 Pekmez tozlarının hacimsel yoğunluk (µm)-partikül büyüklüğü (µm) grafiği	56
Şekil 4.5 Pekmez tozlarının antioksidan aktivite (%inhibisyon) değerleri.....	57
Şekil 4.6 Pekmez tozlarının toplam fenol miktarları (mg/g KM)	58
Şekil 4.7 (a) KB4 sem görüntüleri (x100)	59
Şekil 4.7 (b) KB4 sem görüntüleri (x250).....	59
Şekil 4.7 (c) KB4 partikül çap ölçüleri.....	60
Şekil 4.8 Üretilen ekmek örneklerinin kesit görüntüleri	61
Şekil 4.9 Ekmek örneklerinin nem (%) değerleri.....	62
Şekil 4.10 Ekmek örneklerinin hacim(ml) değerleri	63
Şekil 4.11 24 saat beklemiş ekmek örneklerinin sıkıştırılabilirlik oranları	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Keçiboynuzu pekmezinin bileşenleri	5
Çizelge 2.2 Püskürterek kurutma yöntemi ile kurutulmuş şekerce zengin gıdalara ait literatür özeti.....	21
Çizelge 2.3 Şeker ya da bal tozu içeren hamurların farinograf değerleri	29
Çizelge 2.4 Şeker ya da bal tozu içeren hamurların farinograf değerleri	30
Çizelge 2.5 Farklı miktarlarda bal tozu içeren ekmeklerin duyusal analiz sonuçları	31
Çizelge 2.6 Şeker ya da bal tozu içeren ekmekleri 2 gün depolama sonrası kalite değişikliği.....	31
Çizelge 2.7 Bal tozu içeren ekmeklerin kabuk ve iç rengi sonuçları	32
Çizelge 3.1 Kurutma denemelerinde kullanılan deneme planı.....	38
Çizelge 3.2 Detmold Yöntemi akım şeması	44
Çizelge 3.3 Ekmek denemeleri örnek kodları	45
Çizelge 3.4 Ekmek üretiminde kullanılan madde miktarları.....	45
Çizelge 3.5 Panelistlere verilen grupların içerdiği ekmek örnekleri	49
Çizelge 3.6 Panel formu	49
Çizelge 4.1 Keçiboynuzu pekmez tozlarının renk ölçüm sonuçları	54
Çizelge 4.2 Ekmek örnekleri renk analizi sonuçları.....	64
Çizelge 4.3 Ekmek hamurlarının farinograf değerleri.....	67
Çizelge 4.4 Ekmek hamurları ekstensograf değerleri.....	69
Çizelge 4.5 Duyusal analiz sonuçları (1).....	71
Çizelge 4.6 Duyusal analiz sonuçları (2).....	72

SİMGELER

D_a	Ortalama partikül çapı (μm)
N	Dönme hızı (rps)
M	Kütlesel debi (kg/s)
r	Disk çapı (m)
ΔP	Basınç düşüşü (psia)
W_s	Kuru katının kütlesel akış hızı (kg/dak)
Y_{s1}	Kurutucu içine giren katının nem içeriği (%)
Y_{s2}	Kurutucuyu terk eden katının nem içeriği (%)
X_{a1}	Kurutucuya giren havanın nem içeriği (%)
X_{a2}	Kurutucuyu terk eden havanın nem içeriği (%)
Q	Giren hava ısısı (kJ)
h_g	Gaz filmi ısı aktarım katsayısı (J/m ² K)
T_{gas}	Gaz sıcaklığı (K)
T_s	Katının sıcaklığı (K)
A_s	Katı yüzey alanı (m ²)
η	Isısal verimlilik
M_{CH}	Buharlaşma kapasitesi (kg H ₂ O/ dak)
λ	Gizli ısı (J/kg)
L_A	Hava akış hızı (kg/dak)
C_{PA}	Besleme ısı kapasitesi (J/kgK)
T_F	Besleme sıcaklığı (°C)
T_{WB}	Islak Termometre sıcaklığı (°C)
a_w	Su aktivitesi
A_B	Kör absorbansı (nm)
A_A	Örnek absorbansı (nm)
BU	Brabender Unit

KISALTMALAR

KB	Keçiboynuzu pekmezi
KB1	%25 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 160°C olan pekmez tozu
KB2	%25 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 185°C olan pekmez tozu
KB3	%25 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 210°C olan pekmez tozu
KB4	%40 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 160°C olan pekmez tozu
KB5	%40 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 185°C olan pekmez tozu
KB6	%40 pekmez içeren, giriş sıcaklığı 210°C olan pekmez tozu
MD	Maltodekstrin
DE	Dekstroz eşdeğeri
P:M	Pekmez maltodekstrin oranı
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
Kmm	Kuru madde miktarı
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
C	Kontrol grubu (katkısız ekmek)
SE1	%1 şeker ilaveli ekmek
SE2	%2 şeker ilaveli ekmek
SE3	%3 şeker ilaveli ekmek
PTE4	%4 keçiboynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PTE8	%8 keçiboynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PTE12	%12 keçiboynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PE1	%1,43 keçiboynuzu pekmezi ilaveli ekmek
PE2	% 2,86 keçiboynuzu pekmezi ilaveli ekmek
PE3	% 4,3 keçiboynuzu pekmezi ilaveli ekmek

1.GİRİŞ

Pekmez, Türkiye’de üretilen geleneksel bir gıda ürünüdür ve genellikle üzüm ve dut meyvesinin sularının çözünebilir kuru madde oranı % 70-80 oluncaya kadar konsantre edilerek üretilir. Elma, keçiboynuzu, erik, kayısı, kavun, şeker pancarı, incir ve üzüm gibi yüksek miktarda şeker içeren meyveler pekmez üretiminde tercih edilir. Pekmezin yüksek miktarda şeker, mineral ve organik asit içermesi nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir gıdadır. Meyve sularının konsantre edilmiş ve raf ömrü uzatılmış formu olan pekmez, hiçbir gıda katkı maddesi ve şeker eklenmeden kaynatılarak üretilir. Keçiboynuzu pekmezi *Ceratonia Siligua* (keçiboynuzu) meyvesinden elde edilir. *Ceratonia Siligua*, Akdeniz bölgesi ve Güneybatı Asya orijinli bir meyve olmasına rağmen Türkiye’de dünya çapında önemli bir üretici pozisyonundadır. Keçiboynuzu yüksek miktarda karbonhidrat (%45, %30’dan fazlası sükroz), önemli sayılabilir derecede protein (%3)ve düşük seviyede yağ (%0,6) içerir. Genellikle doğal bir tatlandırıcı olan keçiboynuzu çikolataya benzer tat ve görünümü nedeniyle çikolata ve kakao ikame edici olarak kullanılır. Taze meyve olarak da tüketilebilen keçiboynuzu pekmezi üretiminde yaygın olarak da kullanılan bir meyvedir (Şengül vd, 2007).

Gıda endüstrisinde, çeşitli meyvelerden elde edilmiş pekmezlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin yanında reolojik özellikleri de önem taşımaktadır. Ayrıca pekmezin reolojik özellikleri akış prosesi dizaynında, standardizasyonda, ürün geliştirmede, kalite kontrolde ve temel işlemlerde pekmezin fiziksel özellikleri hakkında bilgi sağlamak için de gereklidir. Viskozite; elde edilen gıda ürününün niceliksel özellikleri için önemli bir kalite faktörü ve aynı zamanda sıvı gıda ürünlerinin kalitesi ile ilgili olan fiziksel özelliklerini belirlemede önemli bir özelliktir (Şengül vd,2007).

Bu çalışmanın ilk kısmını oluşturan keçiboynuzu pekmezinden pekmez tozu elde edilmesi, besin değeri ve doğal şeker oranı yüksek olan keçiboynuzu pekmezinin, yoğun viskozitesinden dolayı sınırlı olan teknolojik kullanım alanlarının genişletilmesini sağlamaktır.

Ekmek, Neolitik dönemden bugüne yoğrularak hazırlanan; un, su karışımının fırında pişirilmesi ile elde edilen, temel besin öğelerinden biridir. İlk ekmek bundan yaklaşık olarak M.Ö. 10000 yıllarında ya da 12000 yıl önce, tahıl unu ve suyun karıştırılarak geliştirilmesi ile elde edilmiştir. Mısırlılar ekmek

yapım sanatının dünyanın her yerindeki ilk öncüsüdür (Data and Mondal, 2007). Ekmek, sahip olduğu besleyici değer ve duyuşsal karakteristiklerinden dolayı (doku, tat ve lezzet) yüzyıllardır en yaygın gıda maddesi olarak kabul görmektedir (Sabanis et al., 2008).

Un haline getirilmiş hububatlardan, özellikle buğday unu kullanılarak hazırlanan hamurun, pişirilmesi ile elde edilen ürün ekmek olarak adlandırılmaktadır (Goesaert et al., 2005; Anon., 2007). Ekmek hamuru su, proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve hava hücrelerinden meydana gelmektedir. Üretim aşamalarında birleşik bir yapı meydana getiren hamur içerikleri son ürünün yapısını, görünüşünü, dayanıklılığını, lezzetini ve besin değerlerini belirlemektedir. Ekmek üretiminde ürün kalitesini, üretim aşamaları (yoğurma, yuvarlama ve şekil verme, fermantasyon, pişirme) ve kullanılan içeriklerin özellikleri etkilemektedir (Data and Mondal, 2007).

Her ne kadar ekmek yapımı uzun yıllardır bilinen bir işlem olsa da günümüzde hala tam olarak açıklanabilmiş değildir. Bunun olası sebeplerinden birkaçı özellikle pişirme sırasında suyun buharlaşması, hacim artışı, nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve kabuk oluşumu gibi temel birçok karmaşık fiziksel değişimlerdir. Yapılan deneysel çalışmalar ve matematiksel modellemelerle pişirme işleminin tam olarak açıklanması amaçlanmaktadır (Data and Mondal, 2007).

Ekmek kalitesinin belirlenmesi zor olsa da, görünüş ve fiziksel yapı önemlidir. Ekmek hacmi, ekmek için yumuşak ve elastik olması, uzun raf ömrü ile mikrobiyolojik güvenilirliği kalitenin belirlenmesinde önemli kriterlerdir. Ekmekte kalite kriteri olarak kabul edilen nitelikler ekmeğin dış görünüşü ve iç yapısına ait kriterlerdir. Ekmek kabuk rengi iştah açıcı görünüşte, ne fazla açık, ne fazla koyu, normal kahverengi renkte olup homojen bir dağılım göstermelidir. Ekmek hacmi büyük, gözenek durumu homojen, ince cidarlı, elipsoid şeklinde olmalı ve ekmek içi yapısına el ile dokunulduğunda çok yumuşak, ipeksi bir doku hissedilmelidir (Ünal,1992).

Günümüzün modern yaşantısı içerisinde tüketicilerin gıda ihtiyaçları da değişime uğramıştır (Shah et al., 2006) ve yeni ürünlere olan ilgileri artmıştır. Günümüzde fırın ürünleri, tüketici ilgisinin arttığı ürünlerin başında gelmektedir. Sağlığa yararlı katkıların eklenmesiyle elde edilen fırın ürünlerinin tüketiminde gözle görünür bir artış vardır. Gıdanın sağlık açısından faydalı olmasının yanında

duyusal özellikleri de tüketiciler tarafından tercihini belirleyen önemli bir faktördür (Clydesdale,1994; Slavin et al., 2000; Heiniö et al., 2003).

Birçok farklı çeşidi bulunan ekmek, insan beslenmesinde kullanılan en temel gıdalardan biridir. Dünya üzerinde ekmek ve fermente gıdaların üretilmediği ve tüketilmediği sadece birkaç ülke vardır. Ekmek ve çeşitleri çok farklı şekilde üretilebilmektedir. Çeşit ekmeklerin üretiminde temelde çok fazla değişiklik olmasa da son ürün karakteristikleri birbirinden oldukça farklıdır. Bu durum var olan üretim tekniklerinin değişmesine ve yenilerinin ortaya çıkmasına fırsat sağlamaktadır. Günümüzde bilimsel araştırmalar ve teknik gelişmeler daha hızlı ve düşük maliyetli ekmek üretim yöntemlerini ortaya çıkarsa da birçok ekmek üreticisi geleneksel bilgi, tecrübe ve yeteneklerini kullanarak tüketici taleplerini karşılayacak hammaddeleri ve üretim metotlarını tercih etmektedir (Cauvain, 2003).

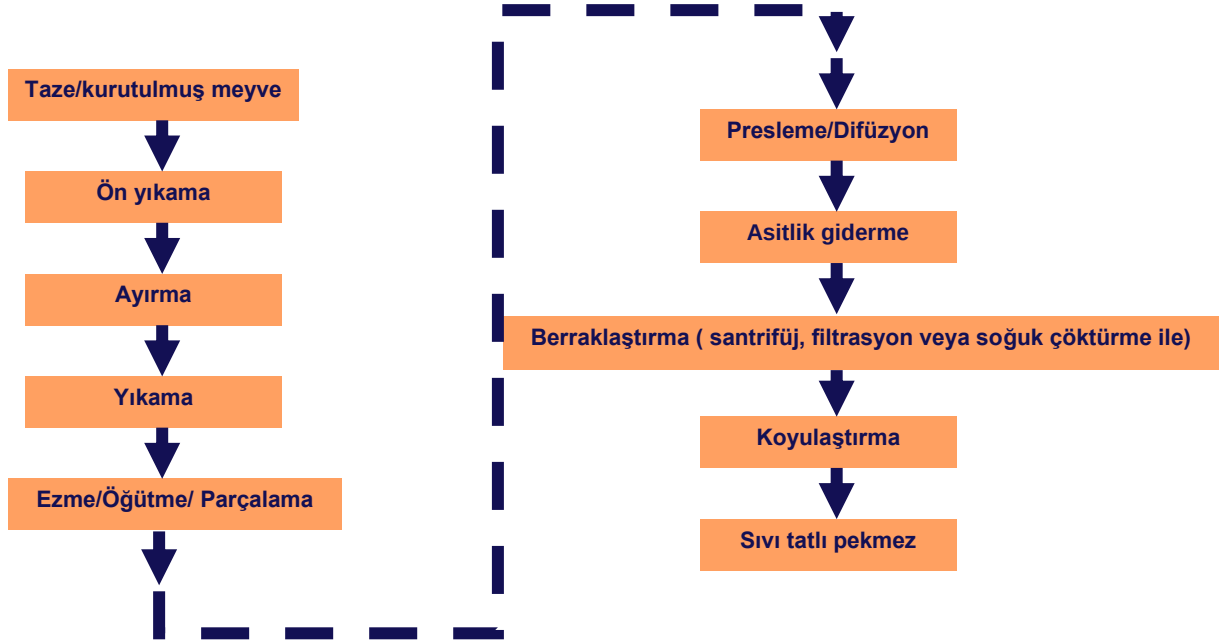
Ekmeğin insanoğlu tarafından en çok tüketilen gıdalardan biri olması nedeniyle ekmek teknolojisinin geliştirilmesi için sayısız çalışma yapıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmanın ilk kısmında üretilen keçiyoynuzu pekmez tozunun kullanılabilirliğini ve ürüne kattığı değerleri ve tüketici tarafından tercih durumunun öğrenilmesi ve insanoğlu tarafından en çok tüketilen gıdaya besin değeri ve görsellik açısından biraz daha zenginlik katmak da çalışmanın ikinci aşamasının amacını oluşturmaktadır.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1.Pekmez

Pekmez, Türkiye’de üretilen geleneksel bir gıda ürünüdür ve genellikle üzüm ve dut meyvesinin sularının çözünabilir kuru madde oranı %70-80 oluncaya kadar konsantre edilmesi ile üretilir (Şengül vd, 2007). Elma, keçiboynuzu, erik, kayısı, kavun, şeker pancarı, incir ve üzüm gibi yüksek miktarda şeker içeren meyveler pekmez üretiminde tercih edilir. Pekmezin yüksek miktarda şeker, mineral ve organik asit içermesi nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir gıdadır (Üstün ve Tosun,1997). Meyve sularının konsantre edilmiş ve raf ömrü uzatılmış formu olan pekmez, hiçbir gıda katkı maddesi ve şeker eklenmeden kaynatılarak üretilir. Keçiboynuzu pekmezi *Ceratonia Siligua* (keçiboynuzu) meyvesinden elde edilir. *Ceratonia Siligua*, Akdeniz bölgesi ve Güneybatı Asya orijinli bir meyve olmasına rağmen Türkiye’de dünya çapında önemli bir üretici pozisyonundadır. Keçiboynuzu yüksek miktarda karbonhidrat (%45, %30’dan fazlası sükröz), önemli sayılabilir derecede protein (%3) ve düşük seviyede yağ (%0,6) içerir (Yoğutçu ve Kamışlı, 2006). Genellikle doğal bir tatlandırıcı olan keçiboynuzu çikolataya benzer tat ve görünümü nedeniyle çikolata ve kakao ikame edici olarak kullanılır (Akıncı, vd, 2004).Taze meyve olarak da tüketilebilen keçiboynuzu pekmez üretiminde yaygın olarak kullanılan bir meyvedir (Şengül vd,2007)

Pekmez, kullanılan meyve çeşidi de göz önünde tutularak birçok teknikle üretilir. Keçiboynuzu pekmezi üretimi için, ağaçlardan toplanan keçiboynuzu tahta bir havanda sopa yardımıyla ezilerek toz haline getirilir. Daha sonra toz halindeki keçiboynuzu ve su açık tanklara eşit oranlarda konularak, üç gün süreyle çözünabilir maddelerin ekstrakte edilebilmesi için beklenir. Elde edilen ekstrakt katı maddelerin ayrılması için filtre edilir. Ardından açık tanklarda 72° Brix’e ulaşıncaya kadar karıştırılarak kaynatılır. Konsantre ürün, konsantrasyon işlemine bağlı olarak açık kahverenginden koyu kahverengine dönüşür. Elde edilen bu ürüne ‘pekmez’ adı verilir (Şengül vd, 2007) (Bkz. Şekil 2.1; Karababa ve Işıklı,2005).



Şekil 2.1. Pekmez üretimi akım şeması (Karababa ve Işıklı,2005)

Şengül ve arkadaşlarının 2007 yılında yapmış olduğu çalışmada, AOAC standartlarına göre yapılan analizlerle toplam ve çözünebilir kuru madde, protein, kül, pH ve titre edilebilir asitlik oranları belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 2.1; (Yoğurtçu ve Kamışlı, 2006; Şengül vd., 2007)). Toplam şeker, indirgen şekerler ve sükroz oranı Lane-Eynon volumetrik metodu ile, pH ATI ORION 420A model pH metre ile, çözünebilir kuru madde oranı Abbe-Zeis refraktometre ile, protein içeriği Kjeldahl metodu ile, hidroksimetilfurfural (HMF) IFFJP ile 550 nm’de spektrofotometre (Schimadzu, UV-120-01 Model) ile, titre edilebilir asitlik ise 0,1 N NaOH ilavesi pH’ın 8.1’e çıkarılmasıyla yüzde sitrik asit cinsinden tespit edilmiştir.

Çizelge 2.1 Keçiboynuzu pekmezinin bileşenleri (Yoğurtçu ve Kamışlı, 2006; Şengül vd., 2007)

Parametreler	Değerler
Toplam kuru madde	% 75.90 (w/w)
Çözünebilir kuru madde	%72 (w/w)
Nem	%24.10
Toplam şeker	71.20 g/100g
İnvert şeker	49.10 g/100g
Sükroz	22.11 g/100g
Kül	%2.48 (w/w)
Protein	%0.33 (w/w)
Hidroksimetilfurfural (HMF)	21.32 mg/L
pH	5.09
Titre edilebilir asitlik (sitrik asit)	%0.60 (w/w)

Elde edilen sonuçlardan da anlaşıldığı üzere keçiboynuzu pekmezi şekerce zengin ve iyi bir enerji kaynağıdır. Düşük protein içeriğine rağmen; yüksek kül ve

şeker içeriği nedeniyle insan beslenmesinde özellikle bebeklerin, çocukların, sporcuların ve hamile bayanların beslenmesinde önemli bir rol oynar (Tosun ve Üstün, 2003).

Türk Standartları Enstitüsü Pekmez Standartları'na (TS 3792,1989) göre, birinci kalite ürünlerde maximum HMF (hidroksimetilfurfural) oranı kg pekmez başına 25 mg HMF olarak belirlenmiştir. HMF; taze ve işlenmemiş ürünlerde bulunmamasına rağmen, işlenmiş meyveler gibi karbonhidrat oranı yüksek gıdalarda ısısal işlem sırasında ve uzun depolama sürecinde HMF oranı hızla yükselir. Ayrıca yüksek pH, yüksek karbonhidrat ve protein içeren ortamlarda Maillard reaksiyonunun oluşmasına neden olur (Tosun ve Üstün,2003). Keçiboynuzu pekmezi yüksek karbonhidrat içeriği nedeniyle de 5,09 pH'ya sahiptir (Şengül vd,2007).

Gıda endüstrisinde, çeşitli meyvelerden elde edilmiş pekmezlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin yanında reolojik özellikleri de önem taşımaktadır. Ayrıca pekmezin reolojik özellikleri akış prosesi dizaynında, standardizasyonda, ürün geliştirmede, kalite kontrolde ve temel işlemlerde pekmezin fiziksel özellikleri hakkında bilgi sağlamak için de gereklidir. Viskozite; elde edilen gıda ürününün niceliksel özellikleri için önemli bir kalite faktörü ve aynı zamanda sıvı gıda ürünlerinin kalitesi ile ilgili olan fiziksel özelliklerini belirlemede önemli bir özelliktir (Data and Mondal, 2007).

Şengül ve arkadaşları (2007), keçiboynuzu pekmezinin reolojik özelliklerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada; 5,10,20,50 ve 100 1/s kayma hızlarında (shear rate) , 5lik mil ile donatılmış rotasyonel viskometre (Model; Poulten RV-8, Selfe Elee Ltd., Wickford Essex SSII 8BJ, İngiltere) kullanılarak 30, 40, 50, 60, 70°C 'deki keçiboynuzu pekmezinin viskozitelerini (Pa.s) belirlenmiştir. 30 saniye aralıklarla her örnek için üç okuma alınmıştır. Viskozite ölçülürken 300 ml'lik beher kullanılmış ve termostatik su banyosu kullanılarak işlem sıcaklığı 30-70°C $\pm$ 1°C aralığında tutulmuştur. Pekmez çeşitlerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda birçok model kullanılmış olmasına rağmen Şengül ve arkadaşlarının yapmış olduğu bu çalışmada güç kanunu ilişkisi (power law relationship) ve Herschel-Bulkley modeli kullanılmıştır.Sonuç olarak, keçiboynuzu pekmezi newton dışı tip, Herschel-Bulkley akışkanı olarak belirlenmiştir.

2.2 Kurutma

Gıdaların kurutularak uzun süre saklanabilmesi, insanın doğadan öğrendiği ve ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemlerinden biridir. Binlerce yıldır insanlar et, balık, meyve ve sebzeleri kurutarak, sezonları dışında da bu ürünleri tüketebilme olanağına sahip olmuşlardır. Bugün gıda endüstrisinin kurutma bölümü çok geniş olmakla birlikte dünyanın her yerine yayılmaktadır (Heldman,2007).

Başlangıçta güneş ışığı ya da sıcak hava kurutucularıyla basit bir şekilde yapılan kurutma işlemi, püskürtmeli kurutma ya da dondurarak kurutma yöntemleriyle daha da geliştirilmiştir. Çok geniş çeşitliliği olan kuru gıdalar kullanışlı olmakla beraber gıda pazarına da önemli katkıda bulunmaktadır (Brennan, 2006).

Gıdaların kurutulmasının amacı; azalan ağırlığı sayesinde kolay taşınabilme, minimum paketlenme ve uzun süre depolanabilmesine olanak sağlamaktır. Ürünün kalitesi ve maliyeti kurutma işleminden önemli ölçüde etkilenmektedir. Dehidrasyon işlemi sırasında meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal bozulmaların miktarı ürün kalitesini etkilemektedir. Kuruma zamanı, sıcaklığı ve su aktivitesi son ürün kalitesini de etkilemektedir. Düşük sıcaklık ürün kalitesine pozitif etki yapmasına rağmen daha uzun işlem süresi gerektirmektedir. Düşük su aktivitesi mikroorganizmaların gelişimini azaltır veya ortadan kaldırırken, yağ oksidasyon oranını da arttırmaktadır. Maillard (enzimatik olmayan) esmerleşme reaksiyonları orta derecede bulunan su aktivitesinin (0,6-07) hızla yükselmesi ile de artmaktadır (Heldman,2007).

Birçok gıda ürünü tüketilmeden önce rehidre edilmektedir. Gıdanın yapısı, yoğunluğu ve partikül büyüklüğü rekonstitüsyon işleminde büyük rol oynamaktadır. Rehidrasyon işleminin kolaylaştırılması partikül büyüklüğünün azaltılması ve lesitin gibi emülsifiye edici ajanların eklenmesi ile mümkündür. Gıdanın yapısını, yoğunluğunu ve rehidrasyonunu etkileyen işlem faktörleri şişirme (puffing), vakum, köpürtme, yüzey sıcaklığı, düşük işlem sıcaklığı, aglomerasyon ve yüzey kaplama işlemlerini kapsar (Heldman, 2007).

Gıdanın depolanma stabilitesi su aktivitesinin azalması ile artar. Düşük sıcaklıklarda kurutulan gıdalar da iyi bir depolanma stabilitesi gösterir. Yağ içeren gıdalar düşük su aktivitesinde yağ oksidasyonuna karşı hassas oldukları için

oksijen geçirmez ambalajlarda depolanmak zorundadırlar. Kahvenin dondurarak kurutulma işlemi sırasında hızlı kurumamasından dolayı yüzeyin ışığı yansıtma miktarı azaldığı için renk kaybı problemi oluşmaktadır. Bu problem yavaş dondurma, kısmi erime ve büyük buz kristalleri formülasyonu ile çözülebilir. Diğer gıda maddeleri de farklı kuruma sorunlarına sahip olabilirler ve spesifik çözümlerle sorunlar giderilebilir (Heldman,2007).

Gıdaların kurutulmasının amaçları şöyle sıralanabilir:

- **Ürün kalitesi**

Minimum kimyasal ve biyokimyasal yıkım reaksiyonları,

Mineral maddeler, uçucu aroma ve lezzet maddelerinin arasından suyun seçilerek uzaklaştırılması,

Gıda ürünün yapısının korunması,

Yoğunluk kontrolü,

Hızlı ve kolay rehidrasyon,

Depolama stabilitesi (daha az soğutma ve paketleme gereksinimi),

Kontaminasyonun önlenmesi.

- **İşlem ekonomisi**

Minimum ürün kaybı,

Hızlı oranda su uzaklaştırma (birim kurutma ekipmanı başına yüksek kapasite),

Ucuz enerji kaynağı,

Ucuz kütle ayırma ajanları,

Minimum taşıma problemleri,

Sürekli işlem olanakları,

Kompleks olmayan cihazlar (güvenilir ve minimum araç gerekliliği).

- **Diğer**

Minimum çevresel etkiler.

2.2.1 Kuruma Teorisi

Kuruma ıslak bir materyalden suyun buharlaşarak uzaklaşması olayıdır. Bunun nasıl geliştiği, öncelikle higroskopik nitelikte olmayan bir materyalde izlenerek kavranabilir. Van Arsdel (1963) kuruma olayını, higroskopik niteliği bulunmayan bir materyal olan ıslak kumun kuruma gelişimini inceleyerek tarif etmektedir. Buna göre, üst tarafı açık bir kap içine doldurulmuş, ıslak kumun kurumasının izlenmesi iyi bir örnektir. Kabin üstünden belli bir hızla geçirilen sıcak hava, yüzeydeki suyun buharlaşmasına neden olur. Islak yüzeyden buharlaşan su, kumdan bir miktar ısı alarak, kumun soğumasına neden olur ve böylece kumun sıcaklığı belli bir dengeye erişir. Eğer hava hızı yeterli bir düzeyde ise, ve şüphesiz kum bir radyasyon kaynağından ayrıca ısı almıyorsa, kumun sıcaklığı sıcak havanın ıslak termometre derecesinde devam eder ve sandığın yüzeyinden belli sürede, sabit miktarda su buharı uzaklaşır. Yüzeydeki su bitince; alt tabakalardaki su, kum tanecikleri arasında oluşan kapiler kuvvetle yüzeye taşınır ve buradan buharlaşıp gider. Kumdaki kapiler kuvvet alt tabakalardaki suyu yüzeye, yüzeyden uzaklaşan miktardaki kadar taşımaya yeterli geldiği sürece, kumun yüzeyindeki buharlaşma hızı, yani “kuruma hızı” sabit kalır. Kuruma hızının sabit kalması demek, belli sürede, belli alandan aynı miktar su uzaklaşması demektir. Bu süreye kurumanın “sabit kuruma hızı dönemi” denir (Cemeroğlu,2004).

“Sabit kuruma hızı dönemi” devam ederken, sandıktaki kumun su içeriği alt tabakalardan üst tabakalara doğru gittikçe aşama aşama azalır. Nihayet kumun kapiler kuvveti artık suyu daha alt tabakalardan yüzeye ulaştırmaya yeterli gelemeyen, yani su artık derinlerde kalmıştır. Öyle bir an gelir ki, yüzeydeki su oranı

sıfıra erişir. Artık bu andan itibaren, suyun buharlaşma hızı yavaşlar. Sabit kuruma hızı döneminden sonra başlayan bu döneme, “azalan kuruma hızı dönemi” denir. Bu dönem devamınca her geçen sürede, belli bir alandan belli bir sürede uzaklaşan su miktarı, bir önceki süreye göre gittikçe azalmaktadır. Bu dönem boyunca kurumuş kum tabakası, yüzeyden itibaren aşağı doğru gelişir kalınlaşır yani kurumuş tabaka gittikçe derinlere iner. Üstteki kurumuş tabaka kalınlaştıkça, suyun buharlaşma hızı da aynı oranda yavaşlar. Bunun nedeni ise açıktır. Çünkü su artık sabit kuruma döneminde olduğu gibi kapiler kuvvetle yüzeye taşınıp buradan kolaylıkla buharlaşma olanağı kaybetmiştir. Su, artık alt tabakalardaki gözeneklerde buhara dönüşmekte ve suya göre daha zor bir hareketle buradan yüzeye ulaşmaktadır. Ayrıca buharın kurumuş tabaka içinde kat etmek zorunda kaldığı yol gittikçe daha uzamaktadır (Cemeroğlu,2004).

Yukarıdaki örnekte kurutulan materyal olarak özellikle kumun seçilmiş olmasının nedeni, higroskopik bir madde olmaması böylece kumda bulunan suyun tamamının serbest su niteliğinde bulunmasıdır. Bu nedenle kumda kuruma, su oranı sıfıra düşene kadar devam eder. Buna karşın higroskopik nitelikte bir materyalde, örneğin gıdalarda kuruma olgusu çeşitli nedenlerle daha farklı şekilde gelişmekte ve su oranı asla sıfıra ulaşmamaktadır (Cemeroğlu,2004).

Gıda maddelerindeki su “serbest su” ve “kimyasal bağlı su” olarak sınıflandırılır. Tamamen serbest sudan ibaret olan kumdaki suyun uzaklaşmasıyla, bir gıda maddesindeki suyun uzaklaşma mekanizmaları arasında önemli farklılıklar vardır (Geankoplis, 2003).

Gıdalardaki suyun, büyük bir kısmını oluşturan, zayıf bir şekilde bağlı bu suya, kuruma olayı açısından, herhangi bir materyalin yüzeyindeki serbest haldeki su nazarı ile bakılabilir. İşte gıda maddelerinde bu suyun uzaklaştığı dönem, “sabit kuruma hızı dönemidir”. Bu dönem boyunca, birim zamanda uzaklaşan su miktarı sabit kalmaktadır. Gıda maddesindeki su miktarı azaldıkça, geride kalan suyu materyale bağlayan güç artmaktadır. Bu nedenle, gıda maddesindeki su oranı belli bir düzeye inince, “sabit kuruma hızı dönemi” sona erer ve kuruma hızının gittikçe düştüğü “azalan kuruma hızı dönemi” başlar. Daha farklı bir açıklamayla gıdalarda da sabit kuruma hızı dönemi; gıda içindeki suyun, buharlaşmanın meydana geldiği yüzeye ulaşma hızı, yüzeydeki buharlaşmayı karşıladığı sürece devam eder. Bu dönemde, kuruyan gıda maddesinin dış yüzeyinde, ısıya az veya çok yalıtkanlık özellik gösteren bir tabaka oluştuğu ve bu tabakanın, ısının iç kısımlara gerektiğinde iletilmesini engellediği gözden uzak tutulmamalıdır.

Kuruma hızındaki değişimin meydana geldiği andaki gıdanın nem düzeyine “kritik nem” denir. (Cemeroğlu, 2004).

2.2.2.1. Püskürtmeli Kurutma Yöntemi

Püskürtmeli kurutma; sıvı ürünün sıcak hava akımında atomize edilerek aniden toz haline dönüştürüldüğü temel işlemlerden biridir. Kullanılan gaz genellikle hava ya da daha az sıklıkla nitrojen gibi bir inert gaz olabilmektedir. Başlangıçta püskürtücüye beslenen sıvı, bir çözelti, emülsiyon ya da süspansiyon olabilmektedir. Püskürtmeli kurutma işlemi başlangıç besleme materyaline ve işlem koşullarına bağlı olarak oldukça küçük (10-50 μm) ya da büyük (2-3 mm) partiküller üretmektedir (Gharsallaoui et al., 2007).

Gıda endüstrisinde kullanılan püskürtmeli kurutma işlemi; genellikle su içeriğini ve su aktivitesini düşürerek ürünün mikrobiyolojik stabilitesini sağlama, biyolojik ve kimyasal bozunma risklerinden kaçınma, taşıma ve depolama maliyetlerini azaltma ve son olarak belirlenen özelliklere sahip ürün elde etmeyi amaçlamaktadır (Gharsallaoui et al., 2007).

Atomizasyon, basınç veya merkez kaç enerjisi ile büyük sıvı partiküllerinin küçük damlacıklar haline getirilmesidir. Kullanılan atomizerler; pnömatik atomizer, basınçlı nozül ve dönen disk konfigürasyonlarını içermekle birlikte son zamanlarda iki sıvı nozülü ve sonik nozülü da içermektedir. Atomizasyon basamağının asıl amacı; ısı ve kütle transferini optimize etmek için kuru hava ve sıvı yüzeyi arasında maximum ısı transferi sağlamaktır. Atomizer konfigürasyonunun seçimi beslemenin yapısına ve viskozitesine ve kurutulmuş üründe istenilen karakteristikleri bağlıdır. Sağlanan enerji ne kadar fazlaysa, elde edilen partikülün boyutu o kadar küçük olacaktır. Aynı enerji miktarı için, üretilen partiküllerin boyutu besleme debisinin artmasıyla artmaktadır. Bunun yanı sıra partikül boyutu, başlangıçtaki sıvının hem yüzey gerilimi ve hem de viskozitesi yüksek olduğunda yine artmaktadır (Gharsallaoui et al., 2007).

Atomizerin sıcak hava sağlayıcısına göre yerleşimi ile paralel akımlı ya da ters akımlı kurutma işlemi sağlanabilir. Paralel akımlı işlemlerde besleme, sıcak hava akımı ile aynı yönde püskürtülmektedir. Sıcak hava giriş sıcaklığı genellikle 150-220°C iken, evaporasyon aniden gerçekleştiği için meydana gelen ürünün

düşük sıcaklıkta olması (50-80°C) ısısal bozulmalar daha az seviye de meydana gelmektedir. Ters akımlı işlemlerde ise, besleme, sıcak hava akımı ile ters yönde püskürtüldüğünden dolayı sıcak havaya maruz kalmaktadır ve bu nedenle ısıya duyarlı ürünler için uygun bir proses değildir. Bunun yanı sıra ters akımlı proseslerin avantajı tüketilen enerjiye bağlı olarak daha ekonomiktir (Gharsallaoui et al., 2007).

Sıvı damlacıkları ile sıcak hava ile karşılaştığında sıvı ve gaz fazları arasında kısmi buhar basıncı ve sıcaklık dengesi oluşmaktadır. Böylece sıcaklık farkından dolayı havadan ürüne doğru ısı transferi gerçekleştiği gibi buhar basıncı farklılığından dolayı ters yönde de nem transferi gerçekleşmektedir (Gharsallaoui et al., 2007).

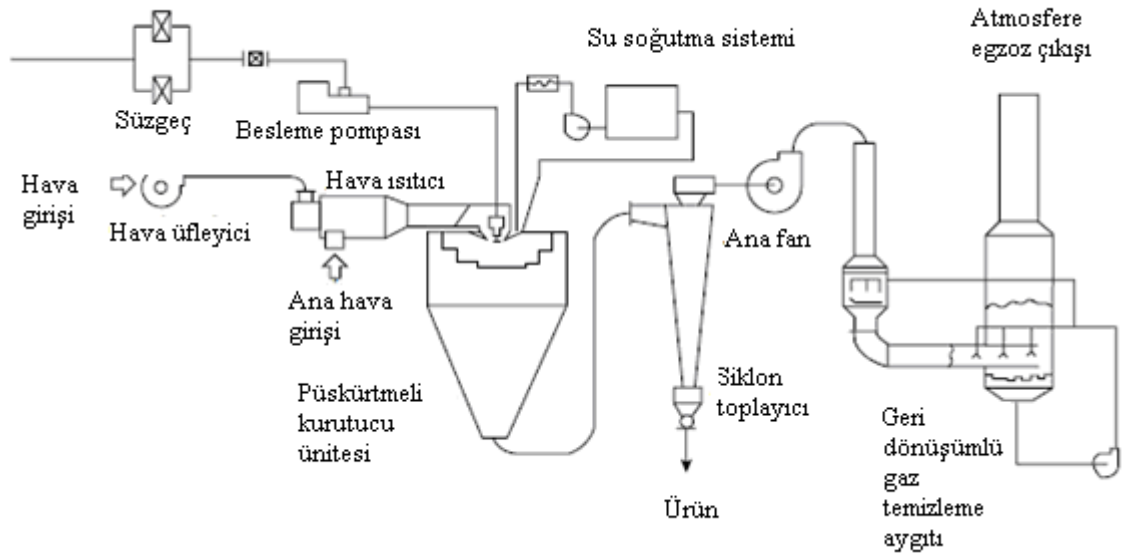
Kuruma teorisi baz alındığında, birbirini izleyen üç basamak meydana gelmektedir. Sıcak hava ile sıvının karşılaşmasından sonra ısı transferi damlacıkların sıcaklığı sabit bir değere ulaşmaya kadar artmasına neden olmaktadır. Bu değer yaşı termometre sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Bundan sonra su damlacıklarının buharlaşması sabit sıcaklıkta ve kısmi su buharı basıncında gerçekleşmektedir. Su damlacıklarının çekirdeğinden yüzeyine doğru olan difüzyon hızı sabit ve yüzey buharlaşma hızına eşit kabul edilir. Damlacıkların su içeriği kritik değere ulaştığında damlacık yüzeyinde kuru bir kabuk oluşur ve kuruma hızı hızla düşer ve kabuğa doğru olan su difüzyonundan bağımsız hale gelir. Kuruma işlemi teorik olarak partikülün sıcaklığı kullanılan havanın sıcaklığına eşit olduğunda sona ermektedir (Gharsallaoui et al., 2007).

Bu üç kuruma basamağı hem hava giriş sıcaklığına hem de ürünün yapısına bağlı olarak farklı sürelerde gerçekleşebilmektedir. Hava giriş sıcaklığı yüksek olduğunda yüksek su buharlaşma hızından dolayı kabuk oluşumu da hızla gerçekleşmektedir. Atomize edilen damlacıkların yüzey hacim oranının fazla olmasından dolayı damlacıkların sıcak hava içinde kuruması oldukça hızlı bir prosestir (Gharsallaoui et al., 2007).

Kuru ürün nemli hava ayrışması ürün kaybını azaltması için kurutucunun dış kısmına yerleştirilen siklonda gerçekleştirilir. Yoğun partiküller kuruma haznesine tekrar beslenirken daha küçük olanlar nemli havadan ayrılmak üzere siklondan geçer. Siklon kullanımına ek olarak, püskürtmeli kurutucularda daha küçük partikülleri uzaklaştırmak için kullanılan filtreler ve uçucu kirliliklerin ve

artıkların uzaklaştırılması için kullanılan yıkama kulesi (scrubber) bulunmaktadır (Papadakis and King,1988).

Yukarıda anlatılan tipik püskürtmeli kurutucu figürasyonu Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Püskürtmeli kurutma prosesi (Heldman 2007)

Püskürtmeli kurutma işleminin ilk basamağı partikül boyutunun belirlenmesidir. Partikül boyutu nozıl tipine ve besleme materyaline göre değişiklik göstermektedir. Partikül boyutunun tahminlenmesinde aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır.

Döner disk nozılında partikül boyutunun belirlenmesi için, D_a ortalama partikül çapı (m), N dönme hızı (rps), M kütleli debi (kg/s), r disk çapı (m) olarak verilen denklem 1’de gösterilmiştir.

$$D_a = 1.62 \times 10^{-3} N^{-0.53} M^{0.21} (2r)^{-0.39} \quad (1)$$

Basınç nozılında ise partikül çapının belirlenmesi için 3 nolu denklemde de belirtildiği gibi nozıldaki basınç düşüşünün bilinmesi gerekmektedir (Heldman,2007).

$$D_a = \frac{9575}{\Delta P^{1/3}} \quad (2)$$

(D_a ortalama partikül çapı(μm), ΔP nozıldaki basınç düşüşü (psia))

Atomize edilerek partiküllere ayrılan gıdaların kurtulmasında gıdadan uzaklaştırılacak olan sıvı genellikle sudur. Burada gerçekleşen kütle dengliği aşağıdaki gibidir (Denklem 3):

$$W_s (Y_{s1} - Y_{s2}) = G_a (X_{a2} - X_{a1}) \quad (3)$$

Bu eşitlikte W_s kuru katının kütleli akış hızını, Y_{s1} kurutucu içerisine giren katının nem içeriğini, Y_{s2} kurutucuyu terk eden katının nem içeriğini, G_a kuru havanın kütleli akış hızını, X_{a1} kurutucuya giren havanın nem içeriğini, X_{a2} kurutucuyu terk eden havanın nem içeriğini belirtmektedir (Barbosa-Cánovas, 2003).

Püskürtmeli kurutucuda giren hava ısısını (Q) hesaplamak için şu denklikten yararlanılır:

$$Q = h_g (T_{\text{gas}} - T_s) A_s \quad (4)$$

Denklem 4’de h_g gaz filmi ısı aktarım katsayısını ($\text{J/m}^2\text{K}$), T_{gas} gaz sıcaklığını (K), T_s katının sıcaklığını (K), A_s ise katı yüzey alanını (m^2) göstermektedir.

Bir püskürtmeli kurutucunun ısısal verimliliği de (η) Denklem 5’deki gibi hesaplanabilir:

$$\eta = \frac{M_{\text{CH}} \cdot \lambda}{L_A (T_A - T_{\text{WB}}) C_{\text{PA}} + M_F (T_F - T_{\text{WB}}) C_{\text{PF}}} \quad (5)$$

M_{CH} hücrenin buharlaşma kapasitesi ($\text{kg H}_2\text{O/ dak}$), λ buharlaşan suyun gizli ısısı (J/kg), L_A hava akış hızı (kg/dak), M_F besleme akış hızı (kg/dak), C_{PA}

besleme ısı kapasitesi ((J/kg K), T_F besleme sıcaklığı (°C), T_{WB} ıslak termometre sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak 1 kg suyu uzaklaştırmak için gerekli olan enerji tüketimi 6000 kJ'dur (Filkova and Mujumdar,1987).

2.2.3 Kurutma İşlemine Su aktivitesi ve Nem İçeriğinin Etkisi

Materyalin su aktivitesi ve nem içeriği gıda temel işlemlerinde çok önemlidir. İşlem ve depolama boyunca, su aktivitesi ve nem içeriği seviyesinden birçok kimyasal ve fiziksel faktörler etkilenmektedir. Enzimatik reaksiyonları, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını ve mikrobiyal aktiviteyi içeren kimyasal değişimler su aktivitesinden dolayı gelişmektedir. Birçok gıda ürünüde enzimlerin aktiviteleri ısısal işlem sırasında da devam etmektedir. Sonuç olarak enzimatik reaksiyonlar düşük nem içeriğinde dahi gerçekleşebilmektedir. Su aktivitesi aynı zamanda gıdalardaki enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını da etkilemektedir. Suyun bulunduğu ortamlarda, karboksil ve amino grupları esmerleşme reaksiyonlarında reaktantlar, ürünler ve katalizörlerle bağlanabilirler (Heldman, 2007).

Bakteri gelişimi yüksek su aktivitesinden de oldukça etkilenmektedir. Eğer su aktivitesi 0,90 seviyesinin altında tutulursa bir çok bakteri miktarı değişmeden kalmasına rağmen, çok sayıda maya ve küf 0,80'ne kadar düşük su aktivitesinde gelişebilmektedir.

Doku ve aroma gibi fiziksel değişimler büyük ölçüde su aktivitesine bağlıdır. Dokusal değişiklikler, özellikle et ve balık ürünlerinde, dondurarak kurutma ve sonrasındaki depolama sürecinde gözlenmektedir. Kurutulmuş gıdaların su aktivitesi ayrıca aroma kaybını da etkilemektedir. Aynı yerde depolanan farklı gıdalar, eğer farklı su aktivitesine sahipse bozulacaklardır. Bu tür gıdalar su aktivitelerindeki farklılıktan dolayı meydana gelen sürüklenme kuvvetinin etkisiyle denge nem değerine ulaşınca kadar su aktiviteleri ve nem değerleri değişecektir. (Heldman, 2007).

2.2.4. Mikroenkapsülasyon

Enkapsülasyon; bir maddenin veya karışımın başka bir madde veya sistem ile kaplanması veya hapsedilmesi olarak tanımlanmaktadır (Madene et al., 2006). Mikroenkapsülasyon ise aktif bir maddenin (çekirdek materyal) çevresinin bir veya daha fazla kaplama maddesi (duvar materyali) ile sarılıp mikrometre ile milimetre aralığında büyüklüğe sahip kapsüllerin (mikrokapsül) elde edilmesinde kullanılan bir teknolojidir. Mikrokapsüller basitçe küre şeklinde olup çevresinde homojen bir duvar yer almaktadır. Mikrokapsül içerisinde yer alan madde veya karışım çekirdek, iç faz veya membran olarak adlandırılmaktadır (Gharsallaoui et al., 2007). Mikrokapsüllerin görünüşleri çekirdek materyalinin fiziko-kimyasal özelliklerine, duvar materyalinin kompozisyonuna ve mikroenkapsülasyon tekniğine göre değişmektedir.

Enkapsülasyon teknolojisi günümüzde farmokoloji, kimya, kozmetik, gıda ve boya gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Mikroenkapsülasyon tekniği, gıda sektöründe genellikle sıvı damlacıkların, katı partiküllerin veya gaz bileşenlerinin gıda saflığında kaplama materyalleri ile kaplanması için kullanılmaktadır (Gharsallaoui et al., 2007). Gıda ürünleri içinde çoğunlukla katı ve sıvı yağlar, aroma bileşenleri, vitaminler, mineraller, renk bileşenleri ve enzimler mikrokapsüllenmiştir.

Mikroenkapsülasyon teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanım amaçlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Kaplanacak maddenin dış etkenlere (nem, sıcaklık, hava, ışık gibi) karşı korunmasını sağlamak,
- Kaplanan maddenin buharlaşarak kaybolmasını engellemek,
- Fiziksel özelliklerinin daha iyi korunmasını sağlamak,
- Kaplanan maddenin taşınmasını kolaylaştırmak,
- Kaplanan maddenin doğru yerde ve doğru zamanda çalışmasını sağlamak,
- Kaplanacak maddenin tat ve kokusunu maskelemek,

- Başka bileşenlerle reaksiyona girmesini önlemek,
- Küçük miktarda kullanılmak istendiğinde seyreltilebilmesi ve seyreltmenin homojen bir halde olmasını sağlamak.

Kaplama materyalinin kompozisyonu son ürünün fonksiyonel özelliklerine doğrudan etki etmektedir. Ürüne uygun bir kaplama materyali şu özellikleri taşımalıdır.

- Yüksek konsantrasyonda reolojik özellikleri iyi olmalı ve kapsülleme işlemi sırasında kolay işlenebilmeli
- Emülsiyon ve disperiyon özelliği olmalıdır ve ayrıca emülsiyon stabilitesi yüksek olmalı
- Çekirdek materyal ile kaplama işlemi sırasında ve depolama esnasında çekirdek materyalinin özelliğini bozacak şekilde reaksiyona girmemeli
- Çekirdek materyali kaplayabilmeli ve bunu stabil bir şekilde hem işlem sırasında hem de depolama sırasında korumalı
- İstenilen çözgünde çözünebilmeli
- Ucuz olmalıdır.

Mikroenkapsülasyon işleminde kaplama materyali olarak ise çoğunlukla nişasta, maltodekstrin, pullulan, sakaroz, maltoz gibi karbonhidratlar; jelatin, peyniraltısuyu proteinleri, kazein ve kazeinatlar gibi proteinler ve gam arabik gibi gamlar kullanılmaktadır. Mikroenkapsülasyon işlemi olarak da püskürtmeli kuruma, püskürtmeli soğutma, püskürtmeli dondurma, hava süspansiyonuyla kaplama, ekstrüzyon, santrifügal ekstrüzyon, dondurarak kurutma gibi işlemler yapılmaktadır (Koç vd.,2010).

Karbonhidratlar genellikle püskürtmeli kurutma yöntemi ile gerçekleştirilen mikroenkapsülasyon işleminde kaplama materyali veya taşıyıcı olarak

kullanılmaktadır (McNamee et al.,1998). Karbonhidratlar küresel ve pürüzsüz mikrokapsül oluşumuna sebep olmanın yanında kaplama materyali ile çekirdek materyalinin arasındaki yapışma kuvvetini artırır (Bruschi et al., 2003). Yüksek konsantasyonlarda bile düşük viskoziteye sahip olmaları ve çözünürlüklerinin iyi olması dolayısıyla da bu materyaller iyi kaplama materyalleridir. Ayrıca ucuz olmaları ve gıdalarda yaygın bir şekilde kullanılmalarından dolayı da kaplama materyali olarak tercih edilirler (Dziezak,1998). Fakat emülsifiye edici özelliklerinin olmaması veya düşük olması sebebi ile mikroenkapsülasyon işleminde tek başlarına kullanılmalarından çok proteinlerle birlikte kullanılmaları daha yaygındır.

Maltodekstrin; mısır nişastasının asidik veya enzimatik yöntemle, kısmi hidrolizi sonucunda elde edilen ve dekstroza eşdeğer ağırlığı (dextrose equivalent DE) 20 veya 20'den küçük olan bir maddedir (Madene et al.,2006). Yüksek sıcaklıkta (100°C) ve pH 4.00-5.00 koşullarında nişasta α -amilaz ünitelerine parçalama ve işlemin sonucunda maltodekstrin ve mısır şurubu elde edilir (Kaçar ve Şahan, 2004). Düşük DE değerine sahip maltodekstrinler bazı gıdalarda (dondurma gibi) yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır. Maltodekstrinler yüzey aktif bileşikler olup çözeltileri düşük viskoziteye sahiptir. Fakat emülsifiye edici ajan olarak kullanılması önerilmemektedir. Maltodekstrinler katı ve sıvı yağların, vitaminlerin, minerallerin ve renk maddelerinin mikroenkapsülasyonu işleminde Maillard reaksiyonunun hızını düşürmektedir. Maltodekstrinler mikroenkapsüle edilmiş yağlarda iyi bir oksidatif stabilite sağlamaktadırlar.

2.3 Fenolik Bileşenler ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi

Son yıllarda fenolik bileşikler ve gıdaların antioksidan aktiviteleri üzerine yapılan çalışmaların sayısındaki artış, polifenollerce zengin gıdaların tüketimi ile dejeneratif hastalıklar arasında negatif ilişkinin saptanmasına bağlanmaktadır (Karakaya ve El, 2006). Fenolik bileşikler insan beslenmesi için elzem olmayan bileşenlerdendir (Martinez Valverde et al., 2000). Fenollerin karakteristik özelliği bir veya daha fazla hidroksil grubunun bağlandığı en az bir aromatik halka içermeleridir. Yapılan araştırmalarda sekiz binden fazla fenolik yapı saptanmıştır ve bunların büyük bir kısmı bitkilerde bulunmaktadır. Fenoller karbon atomlarının sayı ve dizilişine göre sınıflandırılmaktadır ve genellikle şekerlere ve organik

asitlere bağlanmışlardır. Sağlıklı bir bitkide doğal olarak bulunan fenoller iki gruba ayrılabilir: flavonoidler ve flavonoid olmayanlar (Crozier et al., 2009).

Fenolik bileşenler düşük konsantrasyonlarda gıdalarda görülen oksidatif bozunmaları engellerler. Yüksek konsantrasyonlarda ise fenolik bileşenler veya bunların oksidasyon ürünleri proteinler, karbonhidratlar ve minerallerle etkileşim içerisine girebilirler (Karakaya ve El, 2006).

Fenolik bileşenlerin insan sağlığı üzerinde birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Bu etkiler antioksidan aktivite, antimutajenik ve/veya antikarsinojenik aktivite ve antienflamatuar etki olarak sıralanabilir. Yapılan epidemiyolojik çalışmaların sonuçları flavonoid tüketimiyle koroner kalp hastalıkları arasında ters bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Son yıllarda fenolik bileşenlerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi yönündeki çalışmalar reaktif oksijenin damar tıkanıklığı, kanser ve kronik iltihap gibi dejeneratif hastalıkların seyri üzerindeki rolü nedeniyle artmıştır. Bu çerçevede çeşitli çaylardan, meyve ve sebzelerden, kırmızı ve beyaz şaraptan ekstrakte edilen fenolik bileşenlerin antioksidan aktiviteleri in vitro metotlar kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır ve yapılan bu çalışmaların sonuçları fenolik bileşenlerin güçlü antioksidanlar olduğunu ortaya koymuştur (Karakaya ve El, 2006).

2.4 Şekerce Zengin Gıdaların Püskürtülerek Kurutulması

Şekerce zengin gıdaların püskürtülerek kurutulması yüksek şeker ve organik asit içeriğinden dolayı farklıdır. Bu bileşikler püskürtmeli kurutma sırasında yapışkan bir davranış sergilemektedirler. Yapışma partikül-partikül kohezyonu ve partikül-çeper adhezyonu fenomenasını anlatmak için kullanılan bir terimdir. Yapışma sadece materyalinin özelliklerine bağlı değildir ancak püskürtmeli kurutma sistemini uygulamada başlangıç değişkenleri önemlidir. Tortu (deposition) püskürtülerek kurutma da diğer bir fenomenadır. Bu da yapışma ve kurutucu sistemin dizaynı ile ilişkilidir. Teorik olarak kurutma hücresi yeteri kadar geniş ise, tortu problemi olmamalıdır. Ekonomik nedenlerden dolayı kurutucu boyutları uygun oranlarla sınırlandırılması gerekir. Bu nedenle yapışma ve tortu çok geniş kurutma hücresi kullanma methodundan çok, diğer yöntemlerle çözülmelidir (Troung et al., 2005).

Glukoz şurubu ve ya maltodekstrin gibi katkılar püskürterek kurutma işlemi sırasında yapışma ve çeperde tortu oluşumu gibi üründe fiziksel değişiklikler elde etmek için kullanılmaktadırlar. Glukoz şurubu siyah üzüm (blackcurrant) ve portakal suyu için, maltodekstrin de portakal suyu, siyah üzüm ve bal kurutmak için kullanılmaktadır (Brennan,1971). Beslemenin taşıdığı bu katkılar toz dönüşümünü arttırmaktadır. Konsantrelerdeki katkı fraksiyonu % 40-60 oranında genel olarak değişmektedir ancak daha yüksek oranda da kullanılabilir. Fakat son ürünün duysal kalitesi katkı maddesi kullanımını sınırlandırmaktadır (Troung et al., 2005).

Kurutulmuş meyve ve sebze suları oda koşullarında daha uzun depolama süresine sahip olmaları, taşıma ve kullanım kolaylığı gibi özellikleri nedeniyle kullanışlı gıda ürünleridir. Kuru temelde %3-4 ve altında nem içeriğine sahip tamamen kurutulmuş mango ve ananas suyu gibi ürünler şeker, şekerleme vb. ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Domates tozu ise hazır çorba, toz sos ve benzeri ürünlerin üretiminde kullanılmaktadırlar (Bhandari et al.,1997). Çizelge 2.2’de püskürterek kurutma yöntemi ile toz hale getirilmiş çeşitli meyve ve sebze suları üzerine yapılmış çalışmaları özetlemektedir.

Çizelge 2.2 Püskürterek kurutma yöntemi ile kurutulmuş şekerce zengin gıdalar konusunda yapılan bazı çalışmalar

Materyal	Katki Maddesi	Besleme Bilgileri				Kurutma havası bilgileri			Atomizör hızı/basıncı	Referans
		Kuru madde miktarı	Materyal/ Katkı maddesi oranı	Akış hızı	Sıcaklık (°C)	Giriş Sıcaklığı (°C)	Çıkış sıcaklığı (°C)	Akış hızı		
Portakal suyu konsantresi	MD DE 21 DE 12 DE 6	%35 k.m.m.	4,2,1 ve 0,25 (portakal suyu konsantresi:MD)	1,8 g/dak	**	110,120, 130,140	32(°C)	22,8 m ³ /h	5 bar	Goula and Adamopoulos, 2010
Portakal suyu konsantresi	MD DE 6	30° Briks	50:50, 40:60, 35:65, 25:75 (por.suyu:MD)	**	50	165	65	**	20000 rpm	Shrestha et al., 2007
Üzüm pekmezi	MD DE 6 DE12 DE 21	% 40 k.m.m.	33:67, 50:50, 67:33 (üzüm pekmezi: MD)	8-15 (mL/dak)	50	110,130 140, 200	77, 86, 90, 95,115	500 g/dak	**	Papadakis et al., 2006
Bal	MD DE 6	% 50 k.m.m.	**	**	40	150	65	**	20000 rpm	Bhandari et al.,1997
Karpuz suyu	MD DE 8-12	**	%3, %5 (MD konsantrasyonu)	**	20	145,155 165,175	95,101 106,110	**	4,5 bar	Quek et al., 2007
Mango suyu	MD	%19 k.m.m.	50:50, 45:55, 40:60 (mango suyu:MD)	2,2 kg/h	60	167	89	950 kg/h	**	Chauca et al., 2005
Ananas suyu konsantresi	MD DE 10	% 35 k.m.m.	%10, %12 MD konsantrasyonu	0,18 kg/dak	10	190	90	**	25000 , 30000 rpm	Abadio et al., 2004
Açai suyu konsantresi	MD DE 20	%14 k.m.m	%6 MD konsantrasyonu	15 g/dak	20	140	78	73 m ³ /h	0,06 MPA	Tonon et al., 2009
Domates suyu	MD DE 6,12, 21	%14	4,2,1 ve 0,25 (domates suyu :MD)	1,75 g/dak	32	130,140,150	**	22,75 m ³ /h	5 bar	Goula and Adamopoulos, 2008

Son yıllarda şekerce zengin ürünlerin yapışkanlık probleminin bu ürünlerin düşük camsı geçiş sıcaklıklarından kaynaklandığı ortaya konmuştur (Roos et al.,1996). Şekerce zengin bir ürün püskürterek kurutma işlemi sırasında bazı değişimler geçirmektedir. İlk aşama sıvı beslemenin atomize edilmesidir. Normalde konsantre haldeki besleme çözeltisi kullanılan nozıl tipine bağlı olarak büyüklüğü 20-150 µm arasında değişen damlacıklar halinde püskürtülür. Damlacık yüzeyinden su buharlaştıkça püskürtülen damlacıklar giderek daha konsantre hale gelir. Damlacıklar kurutucu içerisinde ilerlerken fiziksel halleri sıvıdan giderek konsantre bir şurubu ve en son katı hale dönüşür. Atomize edilen sıvı damlacıkların kuruması partikül yüzeyinden içeri doğru ilerler. Damlacık yüzeyinde kuruyan tabaka oluştuğu sırada yüzeyin sıcaklığından suyun buharlaşması sebebiyle bir düşme gözlemlenebilir. Suyun çok hızlı bir şekilde uzaklaşması katılaşmaya başlamış kısmın viskozitesini artırır ve böylece partikül yüzeyi diğer partiküllerle ve kurutucu duvarıyla çarpışmadan önce camsı hale geçer. Yapışkanlık ve kekleşmenin ortaya çıktığı kritik viskozite değeri 107 Pa.s iken camsı haldeki bir maddenin viskozitesi ise 1012 Pa.s olarak kabul edilir. Ürünün viskozitesi ancak 1012 Pa.s değerinin üzerinde olduğunda katı halde, yapışkanlık göstermeyen katılar elde edilir. Eğer ürün viskozitesi kritik değer olan 107 Pa.s'nin altında olursa ürün düşük bir nem değerine sahip olsa bile şurup halinde kalır ve yapışkanlık gösterir. Ürün karakteristiği, kompozisyonu ve kurutma koşullarına bağlı olarak kuruyan damlacığın yüzeyi plastik halde kalabilir bu da ürünün kurutucu duvarına yapışmasına veya aglomerasiyonuna neden olur. Pratikte kritik viskozite değerine camsı geçiş sıcaklığının 10-20°C üzerinde ulaşıldığı düşünülmektedir (Roos and Karel,1991; Bhandari et al.,1997). Bu nedenle püskürterek kurutma işlemi sırasında damlacıkların yüzey sıcaklığının camsı geçiş sıcaklığının 10-20°C üzerine çıkması gerekmektedir. Ancak şekerce zengin ürünlerin camsı geçiş sıcaklıkları çok düşük olduğundan bu ürünlerin doğrudan püskürtmeli kurutucu kurutulması ortaya çıkan yapışkanlık problemi nedeniyle mümkün değildir (Bhandari et al.,1997).

Şekerce zengin ürünlerin püskürtülerek kurutulmasında yaygın olarak kullanılan metotlar; kurutmaya yardımcı maddelerin kullanılması, kurutucu yüzeyinin sıyrılması ve kurutma hücresi duvarının soğutulmasıdır. Kurutucu yüzeyinin sıyrılarak temizlenmesi ile kurutma sırasında yüzeye yapışan tozlar toplanır. Kurutma hücresinin soğutulması ile ise üretilen tozun yapışkanlık sorunu engellenmeye çalışılır. Bu iki yöntemin de beslemenin kuruma karakteristiğini iyileştirme ve son ürünün camsı geçiş sıcaklığını artırma üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı gibi bu yöntemlerde özel ekipmanlara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Kurutmaya yardımcı maddelerin kullanılmasıyla hem beslemenin hem de üretilen tozun camsı geçiş sıcaklığının yükseltilmesi sağlanmış olur. Böylece hem kurutma işlemi kolaylaşır hem de elde edilen ürünün stabilitesi arttırılmış olur. Bu nedenle kurutmaya yardımcı maddelerin kullanılması şekerce zengin ürünlerin yapışkanlık problemlerini çözmek için kullanılan en etkili ve kolay çözüm yoludur (Bhandari et al.,1997; Shresta et al., 2007).

Püskürterek kurutma işleminde maltodekstrinler kurutmaya yardımcı madde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadırlar. Maltodekstrinler yüksek moleküler ağırlıklı nişasta hidrolizati olan karbonhidratlardır (Roos et al,1991). Dekstroz eşdeğerliklerine göre sınıflandırılırlar. Dekstroz eşdeğeri nişastanın ne kadar hidroliz edildiğinin göstergesidir. Nişastanın dekstroz eşdeğeri birdir (Kearsley and Dziedzic,1995).

Maltodekstrinler suda tamamen çözünürler, nişasta ile benzer şekilde metabolize edilirler, çok az ya da tamamen tatsızdırlar ve birlikte kullanıldıkları maddelerin tadını maskeleyebilirler (Kearsley and Dziedzic,1995).

2.5 Ekmek

Ekmek, Neolitik dönemden bugüne yoğrularak hazırlanan; un, su karışımının fırında pişirilmesi ile elde edilen, temel besin öğelerinden biridir. İlk ekmek bundan yaklaşık olarak M.Ö. 10000 yıllarında ya da 12000 yıl önce, tahıl unu ve suyun karıştırılarak geliştirilmesi ile elde edilmiştir. Mısırlılar ekmek yapım sanatının dünyanın her yerindeki ilk öncüsüdür (Data and Mondal , 2008). Ekmek, sahip olduğu besleyici değer ve duyuşsal karakteristiklerinden dolayı (doku, tat ve lezzet) yüzyıllardır en yaygın gıda maddesi olarak kabul görmektedir (Sabanis, 2008).

Un haline getirilmiş hububatlardan, özellikle buğday unu kullanılarak hazırlanan hamurun, pişirilmesi ile elde edilen ürün ekmek olarak adlandırılmaktadır (Goesaert et al., 2005; Anon., 2007). Ekmek hamuru su, proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve hava hücrelerinden meydana gelmektedir. Üretim aşamalarında birleşik bir yapı meydana getiren hamur içerikleri son ürünün yapısını, görünüşünü, dayanıklılığını, lezzetini ve besin değerlerini belirlemektedir. Ekmek üretiminde ürün kalitesini, üretim aşamaları (yoğurma,

yuvarlama ve şekil verme, fermentasyon, pişirme) ve kullanılan içeriklerin özellikleri etkilemektedir (Data and Mondal, 2007).

Her ne kadar ekmek yapımı uzun yıllardır bilinen bir işlem olsa da günümüzde hala tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Bunun olası sebeplerinden birkaçı özellikle pişirme sırasında suyun buharlaşması, hacim artışı, nişasta jelatinizasyonu, protein denatürasyonu ve kabuk oluşumu gibi temel birçok karmaşık fiziksel değişimlerdir. Yapılan deneysel çalışmalar ve matematiksel modellemelerle pişirme işleminin tam olarak anlaşılması amaçlanmaktadır (Data and Mondal, 2007).

Unun ekmek veya diğer fırın ürünlerine dönüşümünde ara ürün olan hamurun reolojik özelliklerini, bileşimi ve yapısı belirler. Reoloji; materyallerin deformasyon ve akışkanlık özelliklerini içeren bir kavramdır (Dobraszczyk and Morgenstern, 2003). Buğday unu hamurunun reolojik özelliklerini tespit etmek için yapılan çalışmalar sonucunda değişik ülkelerde çeşitli aletler ve yöntemler geliştirilmiştir. Brabender farinografi hamur yoğrulmasının incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ünal (1981), hamurun akıcı özelliğinde, işleme sırasında sürekli değişimler olduğundan, hamur nitelikleri hakkında önceden karar verebilmenin güçleştiğini ancak ekstensograf aleti ile hamurun uzayabilme niteliği ve çekmeye karşı gösterdiği direncin grafiksel olarak belirlenebildiğini ifade etmiştir. Hamurun reolojik özellikleri; fırıncılık ürünlerinin kalitesini doğrudan etkilediğinden ve aynı zamanda hamurun yapısı hakkında bilgi vermesi nedeniyle oldukça önemlidir (Ünal ve Boyacıoğlu, 1984).

Ekmek kalitesinin belirlenmesi zor olsa da, görünüş ve fiziksel yapı önemlidir (Scanlon and Zghal, 2001). Ekmek hacmi, ekmek için yumuşak ve elastik olması, uzun raf ömrü ile mikrobiyolojik güvenilirliği kalitenin belirlenmesinde önemli kriterlerdir. Ekmekte kalite kriteri olarak kabul edilen nitelikler ekmeğin dış görünüşü ve iç yapısına ait kriterlerdir. Ekmek kabuk rengi iştah açıcı görünüşte, ne fazla açık, ne fazla koyu, normal kahverengi renkte olup homojen bir dağılım göstermelidir. Ekmek hacmi büyük, gözenek durumu homojen, ince cidarlı, elipsoid şeklinde olmalı ve ekmek içi yapısına el ile dokunulduğunda çok yumuşak, ipeksi bir doku hissedilmelidir (Ünal, 1992).

Uluslararası seyahatler ve kültürler arası değişim tüketicilerin ekmek beğenilerini değiştirmiş bu da ekmeğin birçok farklı çeşidinin insanlar tarafından kabul edilebilirliğini arttırmıştır (Cauvain, 2003). Buğday dışında değişik hububat

unları veya karışımlarının ekmek üretiminde kullanıldığı ve değişik tip ve nitelikteki ekmeklere olan ilginin pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de artış gösterdiği gözlenmektedir. Kırılmış veya öğütülmüş buğday, çavdar, yulaf, mısır gibi hububat ürünleri günümüzde ekmeğe özel bir karakter veya tat vermek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Köse ve ark.,1995).

Günümüzün modern yaşantısı içerisinde tüketicilerin gıda ihtiyaçları da değişime uğramıştır (Shah et al., 2006) ve yeni ürünlere olan ilgileri artmıştır. Günümüzde fırın ürünleri, tüketici ilgisinin arttığı ürünlerin başında gelmektedir. Sağlığa yararlı katkıların eklenmesiyle elde edilen fırın ürünlerinin tüketiminde gözle görünür bir artış vardır. Gıdanın sağlık açısından faydalı olmasının yanında duysal özellikleri de tüketiciler tarafından tercihini belirleyen önemli bir faktördür (Clydesdale,1994; Slavin et al., 2000; Heiniö et al., 2003).

Birçok farklı çeşidi bulunan ekmek, insan beslenmesinde kullanılan en temel gıdalardan biridir. Dünya üzerinde ekmek ve fermente gıdaların üretilmediği ve tüketilmediği sadece birkaç ülke vardır. Ekmek ve çeşitleri çok farklı şekilde üretilebilmektedir. Çeşit ekmeklerin üretiminde temelde çok fazla değişiklik olmasa da son ürün karakteristikleri birbirinden oldukça farklıdır. Bu durum var olan üretim tekniklerinin değişmesine ve yenilerinin ortaya çıkmasına fırsat sağlamaktadır. Günümüzde bilimsel araştırmalar ve teknik gelişmeler daha hızlı ve düşük maliyetli ekmek üretim yöntemlerini ortaya çıkarsa da birçok ekmek üreticisi geleneksel bilgi, tecrübe ve yeteneklerini kullanarak tüketici taleplerini karşılayacak hammaddeleri ve üretim metotlarını tercih etmektedir (Cauvain, 2003).

2.5.1. Zenginleştirilmiş Ekmekler

Ekmek, dünya üzerinde değişik yöntemlere göre yapılabilirdiği için farklı hammadde ve içerikler ekmek reçetelerine dahil edilmektedir (Giannou et al., 2003). Günümüzün modern yaşantısı içerisinde tüketicilerin gıda ihtiyaçları da değişime uğramıştır. Az katkı maddesi içeren veya hiç içermeyen, kalite özellikleri arttırılmış ekmek çeşitleri tercih edilir duruma gelmiştir. Fırın ürünleri endüstrisi, özellikle ekmek sanayi, tüketicilerin bu yöndeki taleplerini karşılamak ve daha nitelikli ürün elde etmek amacıyla reçetelerinde katkı maddeleri yerine doğal ürünler kullanılmasını hedeflemiştir.

Buğday dışında değişik hububat unları veya karışımlarının ekmek üretiminde kullanıldığı ve değişik tip ve nitelikteki ekmeklere olan ilginin pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de artış gösterdiği gözlenmektedir. Tüm dünyada daha uzun raf ömrüne sahip, lezzetli, ulaşması kolay ve yüksek besin değerlerine sahip hazır gıdalara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu sebeple hububat harici içeriklerle de zenginleştirilecek ekmek, özellikle çocukların ve gençlerin beğenerek tüketeceği farklı formlara da dönüştürülebilir.

Kontrol grubu olarak şekeri kullanan Tong ve arkadaşlarının (2010) bal tozunun hamur reolojisine ve ekmek kalitesine etkilerini inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Farinografik çalışmalar bal tozu oranı arttıkça su kaldırma kapasitesini arttırdığını, gelişme süresinin ve stabilite süresinin azalttığını göstermiştir. % 5 bal tozu içeren hamurun en küçük yumuşama derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Ekstensograf ölçümleri %10 bal tozu içere örneklerin uzama direncinin ve R/E oranı arttıkça enerji değeri ve uzayabilme oranının azaldığını göstermiştir. Doku analizleri ise bal tozlu ekmeklerin düşük sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve yüksek kohezivite gösterdiği görülmüştür. Ekmek kabuğu ve ekmek içinin renkleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($P<0.005$). Sonuç olarak bal tozunun potansiyel olarak hamur geliştirici bir içerik olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir. ekmek formülasyonunda bal kullanımı, kontrol grup ile karşılaştırıldığında hamur reolojisinde gelişmeye ve ekmeğin doku ve duysal özelliklerinde iyileşmeye neden olduğu kanıtlanmıştır. %5 ve 10 oranında bal tozu ilavesi ekmeğin pişme kalitesinde anlamlı bir artışa neden olmuştur.

Bal, doğal şekerler (glikoz ve fruktoz: :%70-80), su (%10-20) ve organik asitler, mineraller, tuzlar, vitaminler, proteinler, fenolik bileşikler ve serbest aminoasitler gibi minör bileşenleri içeren doğal bir biyolojik üründür (Ouchemoukh et al., 2007; Tong et al., 2010). Besinsel değeri, karakteristik tadı, tatlılığı ve dokusu nedeniyle tüketiciler tarafından çok sevilen bir üründür (Subramanian et al., 2007; Tong et al., 2010). Bal, ekmek formülasyonunda tüm ürün kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılabilir. Ancak sıvı balın viskoz yapısı ve hamurda kolay kolay dağılamamasından dolayı, gıda endüstrisinde kullanımı kısıtlanmaktadır. Buna karşın, baldan yapılan bal tozunun, (kuru bal) kolaylıkla dağılabildiği için, ekmek endüstrisinde ekmek kalitesini geliştirmek için daha geniş kullanımı bulunmaktadır.

Ekmek, dünyada yaygın olarak tüketilen gıda ürünlerinden biridir ve ekmek yapımı teknolojisi en eski bilinen teknolojilerden biridir. Bu teknoloji sürekli olarak genişleyen yeni materyaller, ekipmanlar ve proseslerle gelişmektedir (Selomulyo and Zhou, 2007; Tong et al., 2010). Çeşitli içeriklerin ekmeğin duysal ve besinsel kalitesine etkileri üzerine çok geniş çaplı çalışmalar bulunmaktadır. Addo (1997) balın, buğday unundan elde edilen donmuş hamurun reolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemiş ve %4-6 (un bazında) oranında sıvı ya da kuru balın donmuş hamurun reolojik özelliklerini geliştirdiğini ve ekmek tazeliğini hem R/E değeri (uzamaya karşı direnç/uzama değeri) hem nem içeriği açısından arttırdığını gözlemlemiştir. Tazelik, tüketiciler tarafından ekmeğin beğenilmesini sağlayan en önemli karakteristik özelliklerinden biridir. Taze ekmek tipik olarak çekici esmer bir kabuk, güzel kızarmış bir aroma, iyi dilimlenebilme karakteristiği, yumuşak ve elastik kabuk yapısı ve nemli bir ağız hissi sunmaktadır. Tazeliğini kaybetmiş bir ekmek kabuk sertliği artmış, lezzet ve aromasını kaybetmiştir. Genellikle nem kaybı ve nişasta yapısının bozulması iki temel mekanizmanın kabukta bozulduğunu bize kanıtlamaktadır (Selomulyo and Zhou, 2007).

Fırın ürünleri formülasyonlarında, bal tozu içeren hamur formülasyonları besinsel, duysal ve var olan kaliteyi geliştirmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda hamur reolojik özelliklerini de önemli ölçüde arttırmaktadır. Bal tozu, sarımsı kabuğa ve altın kahverengi ekmek içi rengine katkıda bulunduğu gibi hamurun fermantasyonunu ve karışma toleransını arttırmakta ve pişmiş ekmeğin daha taze ve nemli kalmasını sağlamaktadır. Bu nedenle fırın ürünlerinin tazelik kalitesini artırma ve/veya bayatlamasını inhibe etmek için bal tozu kullanılabilir. Addo'nun çalışmasının amacı; bal tozunun hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine etkilerini araştırmak, onun karakteristiğini daha iyi anlamak ve daha efektif kullanılmasını sağlamaktır. Ekmeğin kalite parametreleri (hacim, renk, doku, düzgünlük, esneklik ve ağız hissi) farklı oranda bal tozu içerecek şekilde formüle edilmiş ekmekler üzerinde karşılaştırılmıştır.

Tong ve arkadaşlarının (2010) yapmış olduğu bu çalışmada ticari ekmek unu, bal tozu (%25 oranında nişasta içeren), kuru maya, tereyağı, süt tozu, şeker, yumurta, tuz ve yerel marketten sağlanmış yiyecek poşeti kullanılmıştır.

Ekmekler düz hamur metodu (GB/T 14611-93) modifiye edilerek yapılmıştır. Kontrol grubunu oluşturan ekmek hamuru formülasyonu 500g un, 240g su, 90g şeker, 40g tereyağı, 20g süt tozu, 6g kuru maya, 6 g kabartma tozu,

5 g tuz ve 1 yumurta (yaklaşık 50g) içermektedir. Bal tozu içeren 15 ekmek örneği hamur formülasyonunda şeker yerine bal tozu ikame edecek şekilde hazırlanmıştır. Şeker ve bal tozu un bazında %1'den 15'e kadar şeker ve bal tozu içerecek şekilde çeşitlendirilmiştir.

Hamur analizleri olan farinograf ölçümleri Farinograf-E Brabender (Dulsburg, Almanya) aletinde ve standart method olan GB/T 14614-2006 (Çin) uygulanarak yapılmıştır. Su kaldırma, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi (12 dak. sonra) ve karışma toleransı indeksi değerlerine bakılmıştır. Ekstensograf ölçümleri ekstensograf-E Brabender (Duisburg, Almanya) aleti ile enerji değeri, uzamaya karşı direnç, esneklik ve 45 dakikadaki R/E değerleri Çin ulusal standartlarına (GB/T 14615-2006, Çin) göre yapılmıştır.

Ekmek analizlerinden ekmeğin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi için dilim ağırlığı ekmek piştikten 1 saat sonra elektronik tartı ve dilim hacmi kolza tohumu yer değiştirme metodu kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin nem analizi ise AACC 44-15A standart metodu (Amerikan Association of Cereal Chemists, 2000) kullanılarak yapılmıştır. Data üç tekrarın ortalaması olarak her formülasyon için kaydedilmiştir.

Duyusal analiz için ulusal standardı (GB/T 14611-93) baz alınarak profil tanımlayıcı test uygulanmıştır. Bir panelde eğitilmiş 9 panelist içerecek şekilde ekmek örneklerinin duysal değerlendirilmesi yapılmıştır. Bir örnek için hacmin 35, kabuk renginin 5, kabuk yapısının 5, ekmek içi yapısının 5, ekmek içi renginin 5, yumuşaklık (smoothness) 10, esneklik (springiness) 10 ve ağız hissi 5 puan içerecek şekilde toplam 100 puan olan duysal değerlendirme yapılmıştır. Duyusal analiz ekmeklerin 1,2,3,4 ve 5 gün 22 ± 2 °C'de ve 75 ± 5 RH'de depolanması sonrası yapılmıştır. Bu analiz her panelist bir oturumda 16 değerlendirme yapacak şekilde üç tekrar halinde uygulanmıştır.

Ekmeklerin doku profil analizi TA.XT 2i model tekstür analiz cihazı (Stable Micro System Co., LTD., Surrey, England) kullanılarak 5kg'lık yük hücresi ile ekmek piştikten 1 gün sonra yapılmıştır. 25 mm çapında bir silindirik prob piston başlığı olarak bağlanmıştır. Cihaz test parametreleri test öncesi hızı 2 mm/s, piston başlığı hızı 1 mm/s, test sonrası hızı 10 mm/s, kopma test mesafesi %1, mesafe %50, ve süre 5 s olarak ayarlanmıştır. Ekmek dilimleri 15 mm kalınlıkta dilimlenerek testler uygulanmıştır. Her dilimin dokusal özellikleri (sertlik,

yapışkanlık, uzayabilirlik (springness), çiğnenebilirlik, yapışkanlık, birbirine bağlılık ve elastikiyet) değerlendirilmiştir.

Kabuk ve ekmek içi rengi Konica Minolta CR-400 kromametre (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler, SPSS 12.0 General Linear Model varyans analizi (ANNOVA) ile yapılmıştır. Ölçülen anlamlı değerler anlamlı aralığı $P < 0,05$ olan Duncan'ın çoklu aralık testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Tong ve arkadaşlarının (2010) yapmış olduğu bu çalışmanın sonucunda, farinograf sonuçları göstermiştir ki bal tozu, hamurun reolojik özelliklerinde önemli ölçüde zayıflamaya neden olmuştur. Bal tozu içeren hamurların farinograf sonuçları Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi hamurun bal tozu oranı arttıkça su kaldırma kapasitesinin de arttığını, bununla birlikte gelişme süresinin, stabilite zamanının ve yumuşama derecesinin de kabul edilebilir aralıklarda olduğunu göstermiştir. Ekstensograf sonuçları (Bkz. Çizelge 2.4) baz alındığında bal tozu içeren hamurların uzamaya karşı direnç/ esneme oranının kontrol gruplarının üzerinde bir artışa sebep olduğu gözlenmiştir. Diğer bir değişle bal tozu oranı üst seviyelere ulaştığında ($> \%10$) yoğurma sırasında yapışma problemine yol açtığı gözlenmiştir.

Çizelge 2.3 Şeker ya da bal tozu içeren hamurların farinograf değerleri (Tong ve ark., 2010)

	Şeker/un (%) ya da Bal tozu/un (%)	Su Absorpsiyon (%)	Gelişme süresi (dak)	Stabilite süresi (dak)	Yumuşama derecesi (FU)
Şeker/un	0	63.3±0.2	13.2±0.1	17.1±0.3	11±0.2
	5	63.0±0.3	12.2±0.2	15.0±0.2	8±0.2
	10	62.8±0.1	11.8±0.3	13.3±0.3	6±0.1
	15	60.8±0.3	10.9±0.2	11.3±0.3	2±0.1
Bal tozu/un	0	63.2±0.2	13.2±0.1	17.1±0.3	11±0.2
	5	65.1±0.1	9.8±0.1	11.5±0.2	2±0.1
	10	67.6±0.4	7.2±0.2	10.0±0.2	15±0.1
	15	71.1±0.2	8.2±0.1	4.5±0.1	34±0.3

Çizelge 2.4 Şeker ya da bal tozu içeren hamurların farinograf değerleri (Tong ve ark., 2010)

	Alan (Enerji değeri) (cm ²)	Uzama direnci (EU)	Esneyebilirlik (mm)	R/E (EU/mm)
Şeker/un	146±2	616±3	144±2	4.3±0.1
	166±1	682±5	142±3	4.8±0.2
	161±2	556±4	159±2	3.5±0.1
	176±1	588±5	155±3	3.8±0.1
Bal tozu/un	146±2	616±3	144±2	4.3±0.1
	102±1	798±6	111±2	7.2±0.2
	87±2	771±4	101±1	7.6±0.2
	99±1	643±2	116±3	5.6±0.2

Bal tozu potansiyel olarak hamur geliştirici olarak kullanılabilir. Bal tozunun ekmek formülasyonunda kullanılması hamur reolojisini geliştirdiğini, daha iyi duyuşal özellikler ve gelişmiş dokusal özellikler kazandırdığını kanıtlanmıştır. %5 ile 10 oranında bal tozu ilavesi pişme kalitesini arttırdığını, bayatlamasını geciktirdiği ve raf ömrünü uzattığı görülmüştür. Aynı zamanda kabuk ve ekmek içi renginde istenen bir gelişme etkisi yarattığı da gözlenmiştir. Bal tozu ekmekle birleştğinde, ürünlerin daha yüksek hacim, daha yumuşak ekmek içi, ve daha sarı renkte olduğu belirlenmiştir. Tüketici paneli ile yapılmış duyuşal analizde, tüketicilerin %5 ile 10 oranında bal tozu içeren ve aynı zamanda en fazla iki gün depolanmış ürünleri daha çok tercih ettiği meydana çıkmaktadır (Bkz. Çizelge 2.5). %5-10 oranında bal tozu içeren ekmekler en yüksek toplam duyuşal analiz derecesine sahip olduğu görülmüştür (Bkz. Çizelge 2.6). Bu sonuçlar baz alındığında %5-10 bal tozu katkısı şeker ilavesi yerine kullanılabilirliği sonucu çıkarılmıştır.

Çizelge 2. 5 Farklı miktarlarda bal tozu içeren ekmeklerin duyusal analiz sonuçları (Tong et al., 2010)

H/F (%)	Hacim (35)	Kabuk Rengi (5)	Kabuk Dokusu (5)	İç Rengi (5)	İç Dokusu (5)	Yumuşaklık (10)	Esneklik (10)	Ağız Hissi (5)	Toplam
0	29.8±0.1	4.3±0.1	4.4±0.1	4.6±0.0	23.1±0.1	9.2±0.1	9.2±0.0	4.4±0.0	89.0±0.5
1	30.0±0.0	4.4±0.0	4.4±0.1	4.5±0.1	23.1±0.1	9.3±0.1	9.2±0.1	4.4±0.1	89.4±0.5
2	30.6±0.1	4.5±0.1	4.5±0.1	4.8±0.1	23.2±0.0	9.4±0.2	9.2±0.1	4.5±0.1	90.8±0.8
3	31.2±0.1	4.5±0.1	4.6±0.1	4.7±0.2	23.4±0.1	9.5±0.1	9.4±0.1	4.7±0.1	92.0±0.9
4	32.7±0.1	4.7±0.0	4.6±0.1	4.9±0.1	23.3±0.1	9.4±0.1	9.3±0.2	4.5±0.1	93.5±0.8
5	35.0±0.1	4.7±0.1	4.5±0.1	4.8±0.1	23.4±0.1	9.3±0.0	9.3±0.1	4.5±0.1	95.5±0.7
6	35±0.0	4.8±0.1	4.4±0.1	4.9±0.1	23.4±0.2	9.4±0.1	9.3±0.1	4.5±0.0	95.7±0.7
7	35.0±0.1	4.8±0.1	4.5±0.1	4.9±0.1	23.5±0.1	9.5±0.1	9.4±0.1	4.5±0.1	96.1±0.8
8	35±0.0	4.8±0.1	4.5±0.1	4.9±0.0	23.4±0.1	9.4±0.1	9.2±0.1	4.5±0.1	95.7±0.6
9	35±0.2	4.9±0.1	4.6±0.1	4.9±0.1	23.4±0.1	9.5±0.1	9.4±0.1	4.5±0.1	96.3±0.9
10	35±0.0	4.9±0.1	4.8±0.1	4.9±0.1	23.7±0.0	9.3±0.1	9.3±0.1	4.5±0.1	96.5±0.5
11	33.3±0.0	4.8±0.1	4.8±0.1	4.8±0.1	23.6±0.1	9.5±0.1	9.3±0.1	4.7±0.1	94.8±0.7
12	31.5±0.0	4.8±0.1	4.8±0.1	4.8±0.0	23.8±0.1	9.3±0.0	9.3±0.0	4.5±0.1	92.9±0.5
13	32.4±0.0	4.7±0.0	4.6±0.1	4.7±0.1	23.7±0.2	9.5±0.1	9.4±0.1	4.7±0.0	93.7±0.7
14	32.3±0.0	4.7±0.1	4.7±0.1	4.7±0.1	23.7±0.1	9.5±0.1	9.5±0.1	4.7±0.1	93.8±0.7
15	32.3±0.0	4.7±0.1	4.6±0.1	4.6±0.2	23.6±0.3	9.5±0.1	9.4±0.2	4.7±0.1	93.4±1.4

*H/F: Bal tozu/un

Çizelge 2.6 Şeker ya da bal tozu içeren ekmekleri 2 gün depolama sonrası kalite değişikliği (Tong et al., 2010)

Gün	Hacim (35)	Kabuk Rengi (5)	Kabuk Dokusu (5)	Ekmek İçi rengi (5)	Ekmek İçi Dokusu (5)	Yumuşaklık (10)	Esneklik (10)	Ağız Hissi (5)	Toplam
*1	29.8±0.1	4.3±0.1	4.4±0.1	4.6±0.0	23.1±0.1	9.2±0.1	9.2	4.4±0.0	88.8±0
*2	29.8±0.1	4.2±0.1	3.9±0.0	4.6±0.1	22.7±0.1	9.0±0.0	9.0±0.1	4.3±0.1	87.4±0
*3	29.8±0.1	4.2±0.1	3.2±0.1	4.6±0.1	21.7±0.3	8.9±0.1	8.9±0.0	3.6±0.1	84.7±0
*4	29.8±0.1	4.2±0.0	2.7±0.2	4.5±0.0	18.4±0.1	8.9±0.2	8.7±0.1	3.1±0.2	80.1±0
*5	29.8±0.0	4.1±0.1	2.0±0.1	4.5±0.1	16.6±0.2	8.7±0.1	8.5±0.1	2.9±0.1	77.0±0
0	35.0±0.0	4.9±0.1	4.8±0.1	4.9±0.1	23.7±0.0	9.3±0.1	9.3±0.1	4.6±0.0	96.5±0
1	35.0±0.0	4.9±0.1	4.6±0.1	4.9±0.1	23.8±0.1	9.2±0.1	9.2±0.1	4.8±0.1	96.4±0
2	35.0±0.1	4.8±0.1	4.6±0.1	4.8±0.1	23.6±0.1	9.2±0.0	9.2±0.1	4.7±0.1	95.9±0
3	35.0±0.0	4.9±0.1	4.6±0.0	4.8±0.0	23.2±0.3	9.0±0.1	9.0±0.0	4.7±0.1	95.2±0
4	35.0±0.0	4.8±0.0	4.5±0.1	4.8±0.1	22.9±0.1	8.8±0.1	8.8±0.1	4.5±0.0	94.1±0
5	35.0±0.1	4.8±0.1	4.5±0.1	4.8±0.1	22.0±0.2	8.8±0.1	8.8±0.2	4.4±0.1	93.1±1

* işareti ile belirlenmiş olan ilk beş ekmek şeker içermektedir.

Çizelge 2.7 bal tozunun ekmek rengine etkilerini göstermektedir (Bkz. Çizelge 2.7; Tong et al., 2010). Bal tozlu ekmeklerin kabukları önemli derecede L ve b değerlerinde artış gösterirken, daha düşük a ve kontrol grubu ile karşılaştırılan ΔE değeri göstermiştir. Bal tozu daha fazla glüköz ve fruktoz içerdiğinden kabukta daha fazla Maillard esmerleşme reaksiyonuna neden olmuştur. Böylece bal tozlu ekmeklerin kabuk rengi şiddetini arttırmıştır.

Çizelge 2.7 Bal tozu içeren ekmeklerin kabuk ve iç rengi sonuçları (Tong et al., 2010)

H/F (%)	Kabuk Rengi				Ekmek İçi Rengi			
	L	a	a	ΔE	L	a	a	ΔE
0	45.4±0.3	18.9±0.1	34.9±0.0	57.3±0.1	76.0±0.0	-1.5±0.1	13.2±0.2	19.8±0.0
2	47.8±0.1	18.7±0.2	33.2±0.1	57.1±0.5	75.6±0.1	-1.2±0.2	14.6±0.1	19.4±0.1
4	47.5±0.1	18.7±0.1	33.0±0.1	56.5±0.1	74.0±0.3	-0.8±0.1	14.0±0.3	19.0±0.2
6	47.9±0.2	18.5±0.3	37.3±0.2	56.1±0.1	73.3±0.1	-0.8±0.2	14.5±0.2	16.0±0.2
8	49.1±0.1	17.5±0.1	35.9±0.1	42.3±0.3	71.2±0.1	-0.7±0.2	17.2±0.1	12.5±0.1
10	51.8±0.1	17.7±0.1	36.2±0.1	41.8±0.1	71.3±0.2	-0.5±0.1	15.7±0.5	12.2±0.4
12	53.3±0.5	17.2±0.0	33.2±0.3	41.3±0.2	69.9±0.1	-0.4±0.1	16.6±0.1	11.7±0.1
14	59.4±0.1	15.7±0.1	37.5±0.1	39.0±0.1	68.3±0.1	-0.4±0.1	16.7±0.2	11.4±0.5

*H/F: Bal tozu/un

Sabanis ve arkadaşlarının (2008) yapmış olduğu bir çalışmada; glutensiz ekmeğe %3 ve %5 oranlarında ilave edilen şeker (sükroz), kuru üzüm konsantresi ve kuru üzüm tozunun ekmeğin pişirme, doku ve duyu özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Glutensiz un ile yapılan ekmeklerin renk, pişirme karakteristikleri ve raf ömrü açısından zayıf özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu sorunları çözmek amacı ile katkı içermeyen, şekerden daha düşük kalori içeriğine sahip, çölyak hastalıkları açısından önemli pek çok vitamin ve minerali içeren doğal bir tatlandırıcı olan kuru üzüm konsantresi kullanılmıştır. Denemeler sonucunda % 3 oranında eklenen kuru üzüm konsantresinin ekmeğin ilk gününde hacmine, rengine ve doku karakteristikleri üzerine oldukça olumlu etki gösterdiği ancak depolama süresi arttıkça yüksek nem içeriğinden dolayı bayatlama oranının arttığı gözlemlenmiştir. Kuru formda eklenen kuru üzüm konsantresinin kontrol grubuna oranla daha iyi renk ve daha fazla hacim kazandırdığı, aynı zamanda nem-absorpsiyon özellikleri sayesinde ekmeklerin raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir. Yapılan duyu analizler sonucunda ise daha koyu renge sahip olan %5 oranında

kuru üzüm konsantresi içeren ekmeklerin meyvemsi tadından dolayı daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir.

Son yıllarda, doğal antioksidan olan fenolik bileşenlerinin antialerjik, antiviral, antimutajenik ve antiinflamatuvar özelliklerinden dolayı gıda maddelerinin zenginleştirilmesinde kullanılması ile ilgili araştırmalar artış göstermiştir. Peng ve arkadaşlarının (2010) yaptığı bir çalışmada üzüm çekirdeği tozu eklenen ekmeklerin antioksidan aktivitelerindeki değişim araştırılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki üzüm çekirdeği tozu eklenen ekmekler kontrol grubuna oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir ve artan oranlarda ilave edilen üzüm çekirdeği tozları ile üretilen ekmeklerin antioksidan aktivitelerinin de arttığı gözlenmiştir. Aynı zamanda pişirme sırasında uygulanan ısısal işlemin üzüm çekirdeği tozunun antioksidan aktivitesinin %30 ile %40 oranında azalttığı belirlenmiştir. Üzüm çekirdeği tozunun enzimatik olmayan glikolizlenme reaksiyonunun son ürünü olan N^e (karboksimetil) lisin (CML)in oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunların yanı sıra kabul edilebilir bir renk değişiminin yanında, üzüm çekirdeği tozunun ekmeğe ilave edilmesinin ekmeğin kalite karakteristikleri üzerine etkilerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile üzüm çekirdeği tozu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin yüksek antioksidan aktivite ve azaltılmış CML oranına sahip fonksiyonel gıda grubunda sayılabileceği gösterilmiştir.

Vücudun metabolik faaliyetlerini yürütebilmesi ve fizyolojik gelişimi için temel besin öğeleri eksikliğinin ne denli önemli olduğu tüm dünyada kabul edilmiş ve gıda maddelerinin besleyicilik açısından gerekli şekillerde geliştirilmesiyle oluşturulan fonksiyonel gıda ürünlerine odaklanılmıştır. Birçok yöntemle üretilen fonksiyonel gıdalardan biri de fındık ezmesi ve diğer ezme çeşitleri ile zenginleştirilmiş ekmeklerdir. Oliete ve arkadaşları (2008) dört farklı ezme çeşidini (fındık, badem, fıstık ve ceviz) üç farklı oranda (%5, %10 ve %15) ekmek formülasyonuna ekleyerek zenginleştirilmiş ekmeklerin morfolojik ve dokusal karakteristikleri ve tüketici kabul edilebilirliği üzerine bir çalışma yapmıştır. Kontrol grubu en düşük hacme, su kaybına, yüksekliğine ve en yüksek sıklık (firmness) ve çiğnenebilirlik özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir. %15 oranında ezme ile zenginleştirilmiş ekmeklerin hacminde düşüş, kütle kaybı, sıklık ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise artış gözlenmiştir. Badem ve ceviz ezmesi eklenen ekmekler de en düşük sıklık ve çiğnenebilirlik değerlerine sahipken fındık ezmesi eklenen ekmeklerin en düşük yapışkanlık ve elastikiyet değerine sahip olduğu belirlenmiştir. %10 ve %15 oranında ezme eklenen ekmeklerin

duyusal analiz sonucunda tüketici tarafından kabul edilirliliği tespit edilmiştir. ayrıca fıstık ezmesi ile zenginleştirilmiş ekmekler en az kabul gören ekmekler olmuştur. Tüketicilerin sadece üçte biri eklenen ezme çeşidini doğru olarak tanımlayabilmiştir.

Yapılan bir çalışmada modifiye ve modifiye edilmemiş şeker pancarı liflerinin hamur ve ekmek verimi, ekmek hacmi ve ekmek kabuğunun kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır (Filipovic et al., 2007). %0 ile %15 arasında değişen oranlarda lif eklenen ekmeklerde lif oranı arttıkça hamur ve ekmek veriminin arttığı ancak ekmek hacminin ve ekmek kabuk kalitesinin düştüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca gluten ve düşük oranda lif eklendiğinde ekmek hacminin arttığı ancak lif oranı arttıkça glutenin hacme olan olumlu etkisinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada %10'dan daha az oranda modifiye edilmemiş şeker pancarı lifinin gluten ile birlikte ekmek zenginleştirilmesi için eklenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Filipovic et al., 2007).

Dursun ve arkadaşlarının (2009) yapmış olduğu çalışmada ekmeğin hayvansal bir protein kaynağı olan balık etiyle zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yıkanmış kadife balığı kıyması %5, %10, %15 ve %20 oranlarında ilave edilmiş ve hazırlanan hamurların reolojik özellikleri, ekmeklerin ise kimyasal kompozisyonları ve duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Yıkanmış balık kıyması ilavesi hamurun yoğurma toleransını ve uzayabilirliğini artırmış, su absorpsiyonu, hamur mukavemeti, maksimum direnç ve oran sayısı değerlerini azaltmıştır. Diğer taraftan gelişme süresi, 12 dak değeri, stabilite ve enerji değerleri balık eti ilavesinden etkilenmemiştir. Balık eti ilavesiyle ekmekteki protein içeriği ciddi oranda artmış ve bu sayede ekmeğin besleyicilik değeri de oldukça yükselmiştir. Panel testi sonuçlarına göre ise, %5 ve/veya %10 ilave oranlarıyla üretilen ekmekler daha çok beğenilmiştir.

Besin kaynağı olarak bilinen balkabağı tozunun, ekmek yapımında kullanılan zayıf özelliklere sahip, buğday ekmeği yapımında kullanılan un örneklerine eklenmesi sonucu beklenmedik bir şekilde ekmek hacminde ve duyusal özelliklerinde iyileşme sağladığı Ptitchkina ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan bir çalışma ile belirlenmiştir. Düşük miktarda eklenen balkabağı tozunun besinsel değer olarak fazla bir etki yaratmamasına rağmen, ekmek yapımında fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılma potansiyelini destekleyecek şekilde ekmek kalitesinde gelişmeye neden olduğu gözlenmiştir. İki çeşit buğdaydan elde edilen (hard wheat red winter flours) unlar kullanılmıştır. Bu

örnekler kullanılarak oluşturulan hamurların gluten ağ yapısı zayıf ve güçlü olarak gözlenmiş, ve zayıf yapıdaki hamurlardan düşük spesifik hacme sahip ekmekler elde edilmiş ve bu ekmeklerin duyusal analiz sonucunda da düşük beğeni puanı aldığı belirlenmiştir. Artan oranlarda eklenen balkabağı tozu başlangıçta hacim artışına neden olurken ilerleyen süreçlerde hacim azalmasına neden olmuştur. Yapılan duyusal analiz sonucunda hacimdeki artışa paralel olarak tüketicilerin verdikleri puanda artış göstermiştir.

Antioksidanca zenginleştirilmiş, iyi fizikokimyasal ve duyusal özelliklere sahip ekmek elde etmek için eklenen zencefil tozunun (%0, 3, 4.5, 6) etkileri Balestra ve arkadaşları tarafından (2010) incelenmiştir. Hamurun reolojik özelliklerini incelemek için dinamik reolojik ölçümler kullanılmıştır. Zencefil tozu eklenerek hazırlanan ekmeklerin fiziksel özellikleri, toplam fenolik madde miktarı (Folin-Ciocalteu metodu ile), antioksidan aktivitesi (RSA-DPPH metodu ile) ve duyusal özellikleri araştırılmıştır. En yüksek toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivite, en yüksek oranda eklenen zencefil tozlu ekmekte gözlenmiştir. Fakat bu örnek hamurun ve ekmeğin sert bir yapıya sahip olduğunu gösteren kötü reolojik özellikler sergilemiştir. Dahası bu ekmek örneği duyusal analiz sonucuna göre kabul görmemiştir. Çalışılan örnekler arasında %3 zencefil tozu katkılı ekmek örnekleri kontrol grubuna göre iyi reolojik özellikler ve iki kat daha fazla antioksidan içerik sergilemiş ve en yüksek beğeni oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen kurutma denemelerinde keçiyoynuzu (KB) (Öztaç Gıda Tarım Turizm ve Tic. Ltd. Şti., Antalya) pekmezi kullanılmıştır. Şekerce zengin olan pekmezin doğrudan püskürtmeli kurutucu ile kurutulması mümkün olmadığından, literatür özetinde de bahsedildiği gibi keçiyoynuzu pekmesini mikroenkapsüle etmek için maltodekstrin (DE 12,5) (Cargill C*Dry 01910) kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında yapılan ekmek denemelerinde ; Tip 550 buğday unu (Söke Değirmencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Aydın), pekmez ve pekmez tozlu ekmek üretiminde ise, keçiyoynuzu pekmezi (Öztaç Gıda Tarım Turizm ve Tic. Ltd. Şti., Antalya) Almanya'da bulunan Karlsruhe Institute Of Process Engineering in Life Sciences'daki pilot ölçekli püskürtmeli kurutucuda ürettiğimiz keçiyoynuzu pekmezi tozu kullanılmıştır. Keçiyoynuzu pekmezi tozu olarak, 25:75 (pekmez:maltodekstrin)(p:m) ve 40:60 (p:m) oranlarında ve üç farklı giriş sıcaklığında (160,185 ve 210°C) üretilen pekmez tozlarından, sonuçlar incelendiğinde biyoaktivitesi en yüksek olarak belirlenen 40:60 (p:m) oranında ve 160°C giriş sıcaklığı kullanılan pekmez tozlarının ekmek üretiminde kullanılmasının en uygun olduğu belirlenmiştir. Keçiyoynuzu pekmezi ve keçiyoynuzu pekmezi tozu ile üretilen ekmeklerle karşılaştırılabilmesi için üretilen şeker ilaveli ekmeklerde ise Kipa (Kitle Pazarlama Ticaret Gıda Sanayi A.Ş.)marka şeker kullanılmıştır. Yoğurma işlemi yoğurucu (Kingston,SM-168) ile yapılmıştır. Pişirme işlemi ev tipi ankastre fırın (Siemens, HB301E0) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.Yöntem

Çalışmada uygulanan analizler ayrı başlıklar altında belirtilmiş olup, analizler en az iki tekrar olacak şekilde yapılmış ve sonuçların ortalamaları verilmiştir.

3.2.1 Keçiboynuzu Pekmezinin Kurutulması

3.2.1.1 Kullanılan Püskürtmeli Kurutucu Sistemi

Püskürterek kurutma denemeleri pilot ölçekli püskürtmeli kurutucu (C117 Industrie-Werke-Karlsruhe, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ekipman yalıtılmış üst kısmı silindirik, alt kısmı konik kurutma kabini, kurutma havası ve elde edilen ürünün birbirinden ayrıldığı siklon, siklonun alt kısmında ürünün toplandığı hazne, siklondan çıkan kurutma havasının tamamen temizlendiği hava filtreleri ve sistemden atıldığı egzozdan oluşmaktadır. Kurutma kabininin üst kısmında püskürtme basıncı 4 bara kadar çıkabilen nozıl tipi atomizör bulunmaktadır. Fan yardımıyla emilen hava elektrikli ısıtıcılar ile istenilen giriş sıcaklığına kadar ısıtılarak kurutma kabine besleme ile paralel akımlı olarak verilmektedir. Kurutma havasının giriş ve çıkış sıcaklıkları kurutma kabinin giriş ve çıkışındaki termokapılar ile ölçülebilmektedir. Kurutucu üzerinde bulunan panelde kurutma havasını giriş sıcaklığı ve nozılın püskürtme basıncı ayarlanabilmektedir. Hava çıkış sıcaklığı laboratuvar ölçekli sistemde olduğu gibi beslemenin akış hızını kontrol eden peristaltik pompa (PD 5001, Heidolph, Almanya) yardımıyla ayarlanmaktadır.

Şekil 3.1’de denemelerde kullanılan pilot ölçekli püskürtmeli kurutucunun görüntüsü verilmektedir.



Şekil 3.1 Pilot ölçekli püskürtmeli kurutucu (C117 Industrie-Werke-Karlsruhe, Almanya)

3.2.1.2 Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürterek Kurutma İşlemi

Denemelerde kullanılacak beslemeler hazırlanırken, pekmezin çözünür kuru madde içeriği, maltodekstrinin ise kuru madde miktarı temel alınmıştır. Farklı pekmez maltodekstrin kütle oranlarına sahip beslemeler hazırlanmıştır. Kurutma denemelerinde daha önce yapılan literatür çalışmalarına dayanarak 25:75 ve 40:60 keçiboynuzu pekmezi maltodekstrin oranları kullanılmıştır. Hazırlanan beslemenin çözünür kuru madde oranı 20° Brix olarak ayarlanmıştır.

Besleme; gerekli miktarlarda konulan keçiboynuzu pekmezi, maltodekstrin ve suyun 15 dakika boyunca homojenizatör karıştırıcı (Ultra Turrax T25) yardımı ile karıştırılması sonucu elde edilmiştir. Kurutma denemelerinde kurutucu hava giriş sıcaklıkları 210,185 ve 160°C olarak seçilmiş, çıkış sıcaklığı ise 70°C olarak belirlenmiştir. Denemeler için hava akış hızları ise 250, 210 ve 150 m³/s ; atomizör basıncı ise 3 bar olarak seçilmiştir. Kurutma denemelerinde kullanılan deneme planı Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Kurutma denemelerinde kullanılan deneme planı

Örnek kodu	P:M oranı (Keçiboynuzu pekmezi:maltodekstrin)	Kurutucu hava giriş sıcaklığı (°C)	Kurutucu hava çıkış sıcaklığı (°C)
KB1	25:75	160	70
KB2	25:75	185	70
KB3	25:75	210	70
KB4	40:60	160	70
KB5	40:60	185	70
KB6	40:60	210	70

3.2.2 Keçiboynuzu pekmez tozlarının Analizleri

3.2.2.1 Keçiboynuzu pekmez tozlarının Nem tayini

Üretilen tozların nem tayini kızıl ötesi nem ölçer (OHAUS mb35, İsviçre) kullanılarak 105°C’de 0,5 g örnek kullanılarak üçer kez yapılmış, ortalamaları alınarak sonuçlar % nem miktarı şeklinde verilmiştir.

3.2.2.2 Keiboyunu su aktivitesi ölçümü

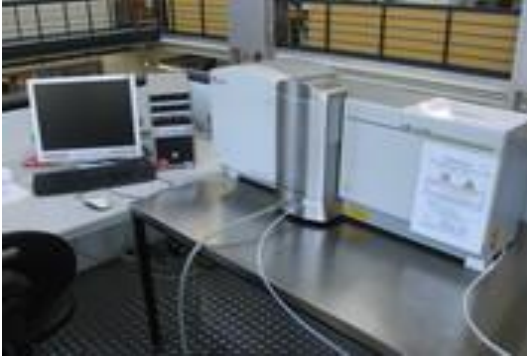
Su aktivitesi; bir gıda maddesi içerisinde bulunan suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. Su aktivitesinin yüksek olması gıdanın içindeki serbest suyun fazla olduğu anlamına geldiğinden, gıdada gerçekleşebilecek biyokimyasal reaksiyonların da fazla olduğu anlamına gelir. Bundan dolayı su aktivitesinin yüksek olduğu gıdaların raf ömrünün kısa olduğu bilinmektedir.

Keiboyunu pekmez tozların su aktiviteleri 25°C 'de Şekil 3.2'de gösterilen su aktivitesi ölçüm cihazı (TH-500, Novasina, İsviçre) kullanılarak ölçülmüştür. Cihazın şekerce zengin gıdalar için uygun olan modu seçilmiştir ve ardından yeterli miktardaki (3-4 g) pekmez tozu rneėi cihazın yalıtılmış elik haznesine konmuştur. Sistem dengeye gelince cihazın gösterdiği su aktivitesi değeri kaydedilmiştir. Her rnek için üç ölçüm gerçekleştirilmiş ve ortalamaları alınarak verilmiştir.

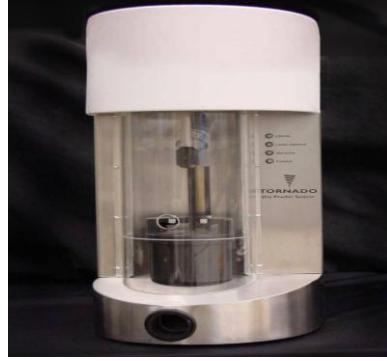


Şekil 3.2 Su aktivitesi ölçüm cihazı (TH-500, Novasina, İsviçre)

3.2.2.3 Partikül Boyut Dağılımının İncelenmesi



(a)



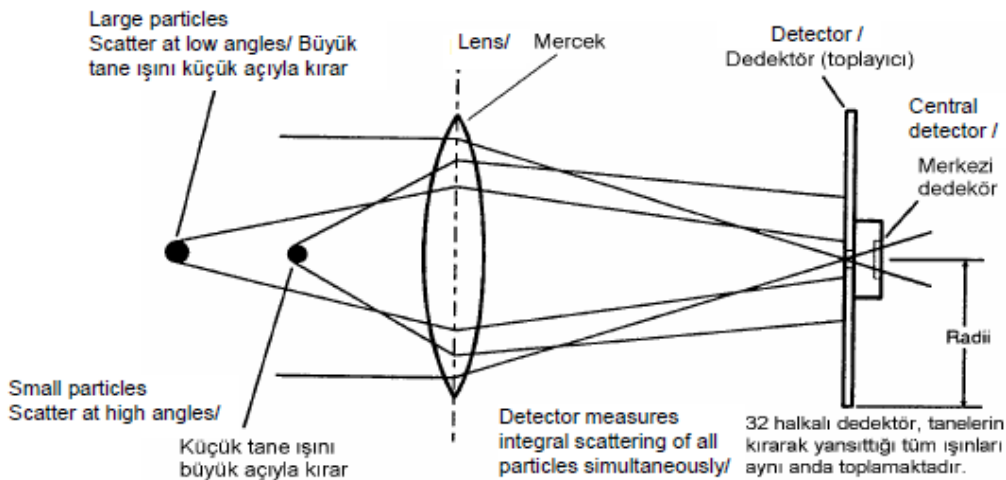
(b)

Şekil 3.3 Partikül boyut dağılımı ölçme cihazı (Beckman Coulter LS 13 320, Almanya):

(a) genel görünüm (b) cihazın tek görünümü

Keçiboynuzu pekmez tozlarının partikül boyut dağılımı lazer difraksiyon sistemi (Beckman Coulter LS 13 320, Almanya) (Bkz. Şekil 3.3) kullanılarak ölçülmüştür. Bu sistem kullanılırken toz ürünlere uygun olan Tornado Dry Powder System modülü tercih edilmiştir.

Lazer difraksiyon tekniği uygulanarak partikül boyut dağılımının belirlenmesi tanelerin lazer ışını kırarak yansıttıkları ve kırılma açısının tane büyüklüğü ile ters orantılı olduğu esasına dayanır. Bu yöntem toz tanelerinin bir düzenek yardımıyla özel bir hücrenin içine pompalanması ve lazer ışınlarının önünden geçirilmesi prensibine dayanır (Bkz. Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Tanelerin lazer ışını kırarak yansıtması

3.2.2.4 Keçiboynuzu pekmez tozlarının Renk Tayini

Elde edilen keçiboynuzu pekmez tozların renk tayini kolorimetre (Hunter Lab Colourflex Management Company, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında CIE (Commision Internationale de L'Eclairage) renk model sistemi kullanılmıştır. L, a, b renk uzayından yola çıkılmıştır. Yukarıdan aşağıya doğru uzanan L eksen parlaklığın (aydınlığın) göstergesidir. En yüksek L değeri 100 beyaz rengi, en düşük L değeri 0 siyah rengi ifade etmektedir. a ve b eksenlerinin numerik bir limiti yoktur. Pozitif a kırmızıyı, negatif a yeşili ifade ederken, pozitif b sarıyı, negatif b ise maviyi ifade eder (Quek et al., 2007).

3.2.2.5 Toplam fenolik madde miktarı tayini

Keçiboynuzu pekmezi ve elde edilen pekmez tozlarının toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak saptanmıştır. Pekmez ve pekmez tozları 5 ml methanol çözeltisi (%80 methanol, %1 HCl, %19 H₂O) ile ekstrakte edilir. 200 ml kadar alınan ekstrakt üzerine Folin-Ciocalteu reaktifi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ilave edilip 5 dakika beklenir. Daha sonra 1,5 ml Na₂CO₃ (60mg/l) ilave edilir. Örnekler karanlıkta, oda sıcaklığında bir buçuk saat kadar bekletilir ve absorbans değerleri spektrofotometrede (Lambda 12 Scan UV-VIS, Varian Inc., Avustralya) 725 nm'de ölçülür. Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı bilinen konsantrasyondaki gallik asit eşdeğeri cinsinden mg GAE/g kuru madde olarak hesaplanmıştır. Kullanılan metod Camire ve arkadaşlarının (2006) tarafından yapılan analiz metodundan adapte edilmiştir. kullanılan gallik asit kalibrasyonu Ek 7'de verilmiştir. Her örnek için üç analiz gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.6 Antioksidan Aktivite Tayini

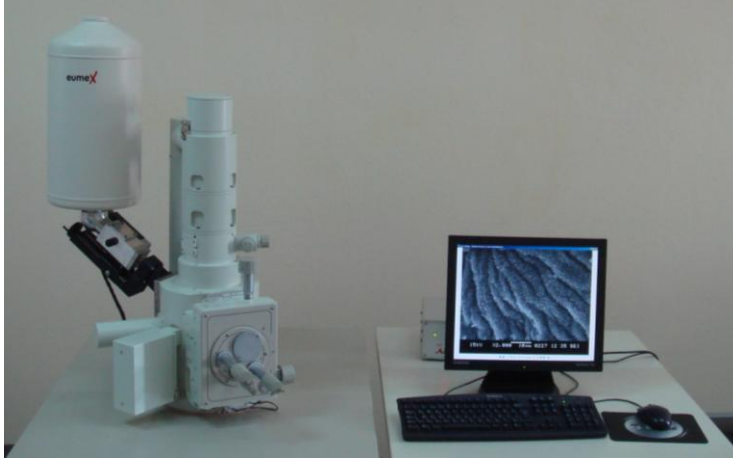
Pekmez ve pekmez tozlarının antioksidan aktivite tayini; Majhenic ve arkadaşlarından (2007) modifiye ettiği antioksidan aktivite DPPH radikal temizleme sistemi (DPPH radical-scavenging system) referans alınarak yapılmıştır. Öncelikle pekmez ve pekmez tozları methanol çözeltisi (%80 methanol, %1 HCl, %19 H₂O) ile ekstrakte edilmiştir. 200 ml methanolde 15 mg DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) çözölmüştür. Hazırlanan çözelti ve ekstrakt bire bir

oranında karıştırılarak oda sıcaklığındaki karanlık ortamda yarım saat bekletilmiş ve ardından 515 nm’de absorbans değeri okunmuştur. Absorbans değerini okumak için Lambda 12 Scan UV-VIS, Varian Inc., Avustralya model spektrofotometre kullanılmıştır.

DPPH aktivitesini belirlemek için A_B kör örnek absorbansı ($t=0$ dak), A_A örnek absorbansı ($t=15$ dak) olarak verilen şu formül Denklem 6’da gösterilmiştir.

$$\% \text{ inhibisyon} = ((A_B - A_A) / A_B) \times 100 \quad (6)$$

3.2.2.7 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi



Şekil 3.5 Taramalı Elektron Mikroskobu (JSM-6060 JEOL)

Mikro düzeyde görüntü elde etmek için Dokuz Eylül Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümü Karakterizasyon laboratuvarında bulunan JSM-6060 JEOL model SEM cihazı (Şekil 3.5) kullanılmıştır.

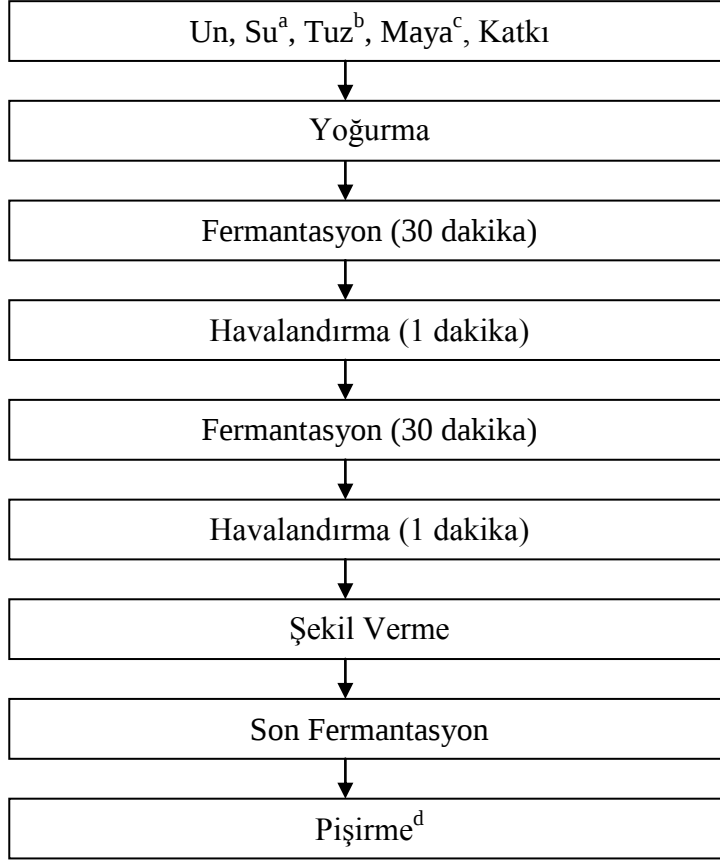
Taramalı elektron mikroskobu (SEM) tamamen dijital olup bilgisayar kontrolü ile çalışmaktadır. Elektron kaynağı olarak K- tipi tungsten filaman kullanılmaktadır. Akım değeri yaklaşık 1 pA den 0.3 μ A ye kadar değişmektedir. 5 eksen motorize kartezyen kontrolü ($X=20\text{mm}$, $Y=10\text{mm}$, $Z=40\text{mm}$, Tilt= -10 $^{\circ}$ $+90$ $^{\circ}$, Dönme= 360 $^{\circ}$) ile çalışmaktadır. 30 kV hızlandırıcı voltajı ve 8 mm çalışma aralığı koşullarında 3,5 nm çözünürlük elde edilmektedir. 8x–300.000x arası büyütme kapasitesine sahiptir. (Çalışma aralığının 48 mm ve hızlandırma voltajının da 10kV olması durumunda 5x büyütmesine kadar inilmektedir.) SEI ve BEI olmak üzere iki farklı modda görüntü alınabilmektedir.

Üç tip numune tutucu vardır:

1. 10 mm çapında numunenin yerleştirildiği 5 veya 10 mm yüksekliğindeki pirinç tablaların sabitlendiği tekli tutucu,
2. Aynı ölçülerdeki tablolardan dört numunenin birden bakılmasına olanak sağlayan dörtlü tutucudur.
3. 32 mm çapında numunenin yerleştirildiği 5 veya 10 mm yüksekliğindeki pirinç tablaların yerleştirildiği tutucudur.

3.2.2 Ekmek üretimi

Çalışmada ekmek pişirme denemeleri için Detmold standart ekmek pişirme yöntemi (Anon.,1978) uygulanmıştır.Çizelge 3.2’de verilen formülasyonlara göre hamurlar. devirli yoğurucunun 2. devirinde (40 dv/dak) ortam sıcaklığındaki (25°C) su kullanılarak optimum gelişme süresine kadar yoğurulmuştur. Hamurlar 400 gramlık parçalara bölünerek yuvarlak yapılmıştır. Daha sonra 30°C sıcaklık ve %80 nispi neme sahip fermantasyon kabiniinde 30 dakika fermantasyonuna bırakılmıştır. İlk fermantasyon sonrası alınan hamurlar havalandırmak için 1 dakika süreyle yoğurucuda yoğurulmuşlardır. Son fermantasyon 30°C ve %80 nispi nemde hamurlar maksimum yüksekliğe ulaşınca kadar sürdürülmüş ve bu yüksekliğe ulaşma zamanı “son fermantasyon süresi” olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.2 Detmold Yöntemi akım şeması

a : Farinografıta 500 BU' ya göre belirlenmiş su miktarının % 2 fazlası

b : Un ağırlığına göre % 1.2 tuz

c: Un ağırlığına göre % 3 maya

d: Tava tipi ekmekler 220 °C'de 30 dak. pişirilmiştir

Ekmek pişirme denemelerinde kullanılan şeker, keçiyoynuzu pekmezi tozu ve keçiyoynuzu pekmezi ilave oranları, her örneğin aynı şeker miktarını içereceği şekilde planlanmıştır. Kontrol grup (katkısız ekmek), şeker (un bazında %1, %2 ve %3 şeker) ilaveli ekmek, keçiyoynuzu pekmezi (un bazında %1,4267, %2,8565 ve %4, 2833) ilaveli ekmek ve keçiyoynuzu pekmezi tozu (un bazında %4, %8 ve %12) ilaveli 400 gramlık ekmekler olarak üretilmişlerdir (Bkz. Çizelge 3.4). Örnek kodları Çizelge 3.5'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3 Ekmek denemeleri örnek kodları

Örnek kodu	Örnek cinsi
C	Kontrol grubu (katkısız ekmek)
SE1	%1 şeker ilaveli ekmek
SE2	%2 şeker ilaveli ekmek
SE3	%3 şeker ilaveli ekmek
PTE4	%4 keçiyoynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PTE8	%8 keçiyoynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PTE12	%12 keçiyoynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek
PE1	%1,43 keçiyoynuzu pekmezi ilaveli ekmek
PE2	%2,86 keçiyoynuzu pekmezi ilaveli ekmek
PE4	%4,3 keçiyoynuzu pekmezi ilaveli ekmek

Çizelge 3.4 Ekmek üretiminde kullanılan madde miktarları

	C	SE1	SE2	SE3	PTE4	PTE8	PTE12	PE1	PE2	PE4
Un, g	300	297	294	291	288	276	264	296.72	291.43	287.15
Su*, ml	184.2	180.3	178.8	172.5	165.9	153.3	138.6	172.2	170.4	164.1
Maya, g	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Tuz, g	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Katkı, g	-	3	6	9	12	24	36	4.28	8.57	12.85

*Su miktarı, Farinografa 500 BU' ya göre belirlenmiş su miktarının % 2 fazlası olarak ilave edilmiştir.

3.2.3 Hamurun Bazı Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan farinograf (Brabender Duisburg Mod. PL Nr.952065) ve ekstensograf (Brabender Duisburg Mod. FXEK/6 Nr. 466) kullanılmıştır. Örneklerin farinogram ve ekstensogram özellikleri ICC-Standardlarına (Anon.,1982) göre belirlenmiştir.

Farinograf denemeleri ile hamurun su kaldırma miktarı 500 BU(Brabender Unit-Brabender Ünitesi)'ya göre belirlenmiş ve ardından 20 dakikalık yoğurma sürecinde hamurun gelişme süresi, hamur stabilitesi ve yumuşama derecesi belirlenmiştir. Gelişme süresi, suyun verilmeye başladığı zamandan konsistensin azalmaya başlamasının ilk işaretinin görüldüğü kurve noktasına kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Hamur stabilitesi ise kurvenin 500 konsistens çizgisine ulaştığı nokta ile 500 konsistens çizgisine ulaştığı nokta ile 500 konsistens çizgisinden ayrıldığı nokta arasındaki süredir. Yumuşama derecesi kurvenin tepeden itibaren 12 dakika sonraki orta noktası ile 500 BU çizgisi arasındaki farkın BU birimi olarak değeridir.

Ekstensograf denemeleri hamurun yoğurulduktan sonra 45, 90 ve 135. dakikalarda uzatılmasıyla yapılmıştır. Böylece hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç, uzama yeteneği ve hamur enerjisi belirlenmiştir. Uzama kabiliyeti uzamanın başladığı noktadan hamurun koptuğu noktaya kadar olan ortalama kurve taban uzunluğudur. Hamur mukavemeti kurvenin yükselmeye başladığı noktadan itibaren 5 cm sonra (5 dakikaya eşdeğer) kurveden okunan uzamaya karşı direncin yüksekliğidir. Maksimum direnç her iki paralelin kurvelerinin tepe noktalarına denk gelen konsistens değerinin ortalamasıdır. Hamur enerjisi paralellerin kuvvetleri altında kalan alanın planimetrik alanıdır.

3.2.4.Ekmek özelliklerinin belirlenmesi

3.2.4.1 Ekmekte nem tayini

Ekmekte nem tayini Uluöz'e (1965) göre yapılmıştır.

Nem tayini bütün ekmeklerde yapılmıştır. Fırından çıkan ekmeklere hemen nem tayini yapılma imkanı olmadığından, tartımı alınan ekmekler analize başlamadan tekrar tartılmış ve aradaki fark bulunarak % su kaybı (R1) hesaplanmıştır.

Su tayini için dört parçaya bölünen ekmeklerden bir dilim alınmış ve bu dilimler tekrar 2-3 mm'lik parçalara bölünmüştür. Darası daha önceden alınmış kaplara konarak 105°C etüvde 4 saat kurutulmuştur. Bu süre sonunda desikatörde soğutulan ekmekler tekrar tartılarak aradaki fark tespit edilmiş ve %su kaybı (R2) hesaplanmıştır.

Parçalar halinde kurutulan ekmekler havanda dövülerek kırma haline getirilmiştir. Oluşan bu kırmadan alınan 9-10 g civarındaki örnekler 135°C etüvde 2 saat daha kurutulmuştur. Soğutulan kırmalar tartılarak hesaplanan fark ile % su kaybı (R3) hesaplanmıştır.

Üç aşamada yapılan ekmekte su tayini şu formül (Bkz. Denklem 7) ile hesaplanmıştır:

$$\%Nem = (R_1 + R_2 + R_3) - \frac{R_1 \cdot R_2}{100} - \frac{R_2 \cdot R_3}{100} - \frac{R_1 \cdot R_3}{100} + \frac{(R_1 \cdot R_2 \cdot R_3)}{10000} \quad (7)$$

3.2.4.2 Ekmek Hacminin Belirlenmesi

Ekmek örneklerinin değerlendirilmesinde; ekmek hacmi Neumann hacim ölçme aletinde belirlenmiştir. Sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir.

3.2.4.3 Ekmek Dokusunun Analizi

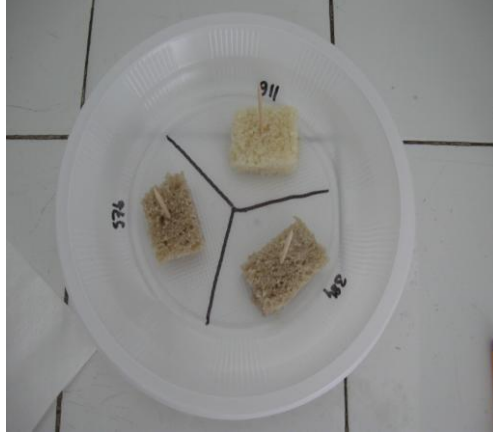
Ekmek dokusu Instron/Model 1140 Food Testing System model instron ile analiz edilmiştir. Bu analizde 12 mm kalınlığında dilimlenen ekmekler 3mm'ye kadar (kalınlığın %25'i olacak şekilde) sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi, alet 40 mm/dak sürme hızına (drive speed), 200 mm/dak çizim hızına (chart speed) ayarlanarak, 500 g kuvvet aralığında (force range) uygulanmıştır. Ekmeği sıkıştırmak için uygulanan bu kuvvet ekmek deformasyonunun fonksiyonu olarak kaydedilmektedir. Eğrinin artan eğimi ekmeğin sıkıştırılabilirliğini (Compressibility) kg/mm biriminde göstermektedir. Bu değer arttıkça ekmeğin tazelik kaybı da artmaktadır. Tüm analizler ekmek örnekleri pişirdikten 24 saat sonra gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.4 Ekmekte Renk Analizi

Ekmek içi rengi, Hunter Lab Colourflex Management Company, USA renk ölçüm cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Renk değerleri L (parlaklık), a (kırmızılık), b (sarılık) olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.5 Duyusal Analiz

Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında pişirilen ekmeklerin beğeni durumlarının saptanması amacıyla örneklere sıralama testi (Altuğ ve Elmacı, 2005) uygulanmıştır. 5 panelist ile 2 oturumda gerçekleştirilen her bir değerlendirme işlemi Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü duyusal değerlendirme laboratuvarında, öğleden sonra 14.30-15.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Şeker içeren ekmekler, keçiyoynuzu pekmezi içeren ekmekler ve keçiyoynuzu pekmezi tozu içeren ekmekler öncelikle kendi aralarında gruplandırılarak ilave edilen oranlarının beğenilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Diğer gruplarda ise aynı oranda şeker içeren örneklerin kendi grupları içerisinde beğenilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Oturumlarda verilen ekmek çeşitleri Çizelge 3.5'de görülmektedir. Çalışmada kullanılan panel formu Çizelge 3.6'da verilmiştir. Panelister için hazırlanan kabin görüntüleri Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 3.8 (a):Duyusal analizde paneliste verilen ekmek örnekleri (b):duyusal analizde panelistlere hazırlanan kabin örneği

Çizelge 3.5 Panelistlere verilen grupların içerdiği ekmek örnekleri

	Verilen örnek cinsi		
1.grup	SE1	SE2	SE3
2.grup	PE1	PE2	PE3
3.grup	PTE4	PTE8	PTE12
4.grup	SE1	PE1	PTE4
5.grup	SE2	PE2	PTE8
6.grup	SE3	PE3	PTE12

Çizelge 3.6 Panel formu

SIRALAMA TESTİ		
İsim:	Ürün:	Tarih:
Önünüzde 3 adet ekmek örneği bulunmaktadır. Lütfen size verilen örnekleri en beğendiğinizden en az beğendiğinize göre sıralayınız. Teşekkürler.		
	<u>Sıra</u>	<u>Örnek kodu</u>
En beğenilen	1	
	2	
En az beğenilen	3	

3.2.5 İstatistiksel Analiz

Her ekmek örneğinin analizlenen fiziksel (hacim,renk) ve kimyasal (nem)özellikleri arasındaki farklılıklar ve ekmeklerin kalite özelliklerinin (sertlik ve duyusal analiz) ekmek formülasyonlarındaki farklılıkları SPSS (SPSS 15.0)istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir.. Farklılığın önemli olduğu özelliklerde formülasyonlar arasındaki farklılığın incelenmesi için ANOVA LSD (Least Significant Difference) testi kullanılmıştır ($p \leq 0,005$).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Keçiboynuzu Pekmezinin Püskürtülerek Kurutulması İle Elde Edilen Tozların Bulguları

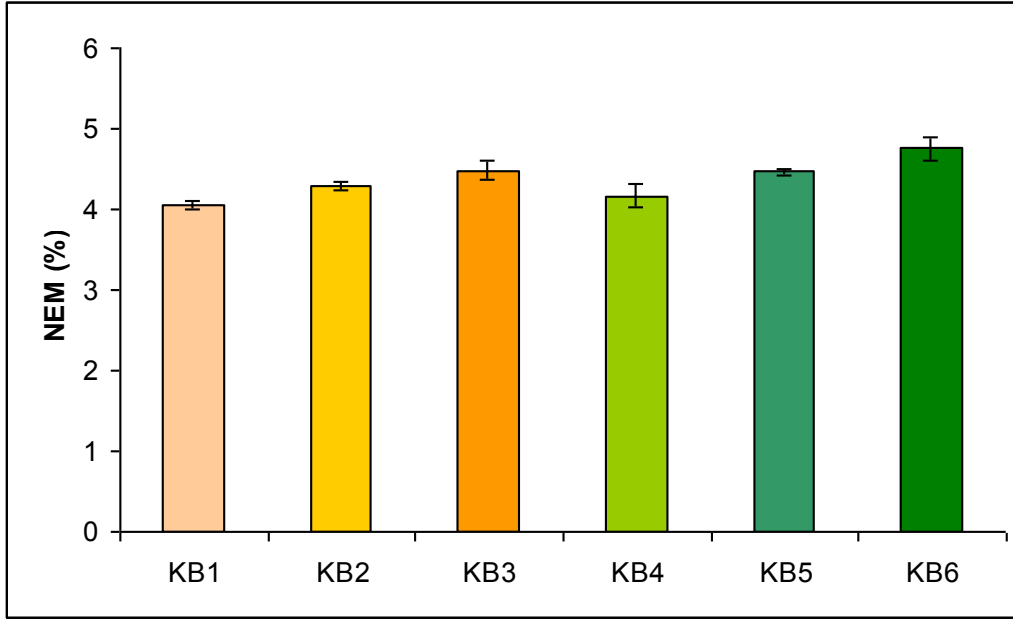
Keçiboynuzu pekmezinin farklı oranlarda maltodekstrin katılarak 20° Brix'e getirilen çözeltisini farklı giriş sıcaklıklarında kurutulması ile elde edilen toz ürünlerin nem, su aktivitesi, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite bulguları ile elektron mikroskobu görüntüleri bu bölümde verilmiştir.

4.1.1 Nem Bulguları

Yapılan nem analizleri sonucunda elde edilen nem değerlerine ait grafik Şekil 4.1'de verilmiştir. İstatiksel analizi yapılan nem değerleri incelendiğinde aralarında belirgin bir fark bulunduğu tespit edilmiştir. (Bkz. Ek 5.3). Keçiboynuzu pekmez tozlarının giriş sıcaklıkları arttıkça nem içeriğinin de arttığı gözlenmiştir (Bkz. Ek 1.1). Bunun nedeni olarak, iki basamakta gerçekleşen kurutma işleminin ilk aşamasında püskürtülen damlacığın yüzeyindeki serbest suyun uzaklaştırılması ikinci aşamasında ise yüzeyin kuruması ile kabuk oluşumunun başlaması ile artan sıcaklıkla orantılı olarak damlacıklardan kalan suyun uzaklaştırılamadığı için nem değerinin yükseldiği de söylenebilir (Roustapour et al., 2006). Sonuç olarak KB1 kodlu pekmez tozu örneğinin nem değeri (% 4,06) en düşük, KB6 kodlu pekmez tozunun nem değeri ise (%4,73) en yüksek olarak belirlenmiştir.

Goula ve Adamopoulos'un (2010) portakal suyu konsantresinin püskürterek kurutulması zerine yaptığı çalışmada giriş sıcaklığı arttıkça nem içeriğinin azaldığı, aynı zamanda maltodekstrin konsantrasyonun arttıkça nem içeriğinin azaldığı gözlenmektedir.

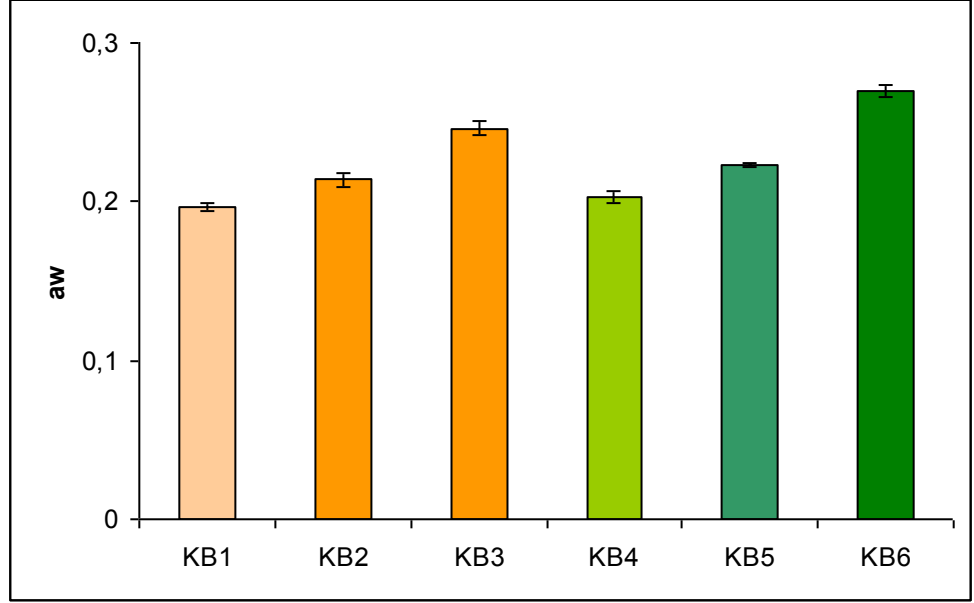
Karpuz suyunun püskürterek kurutulması üzerine yapılan çalışmada da giriş sıcaklığı ve besleme hızı arttırıldıkça oluşan tozların nem değerlerinin düştüğünü göstermektedir (Ouek et al., 2007).



Şekil 4.1 Keçiboynuzu pekmez tozlarının nem (%) değerleri

4.1.2 Su Aktivitesi Bulguları

Ek 5.4’de verilmiş olan su aktivitesi değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde pekmez tozlarının su aktivitesi değerleri arasında belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Giriş sıcaklığı değerlerine ve içerdikleri pekmez oranına göre su aktivitesinin değiştiği Şekil 4.2’de verilen grafikte de görülmektedir. Giriş sıcaklığı arttıkça su aktivitesi değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Bkz. Ek 1.2). Bunun nedeni olarak, nem değerindeki artışa benzer olarak kullanılan pilot çaptaki püskürtmeli kurutucunun yüksekliğinin, giriş sıcaklığı artan beslemenin nemini uzaklaştırmak için gerekli olan soğuma süresini sağlayamadığı şeklinde düşünülmektedir. Aynı şekilde pekmez oranı artan tozların giriş sıcaklıklarıyla da orantılı olarak su aktivitesi değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Buna göre en düşük su aktivitesi değerine (0,1963) KB1 kodlu örneğin sahip olduğu belirlenirken, en yüksek su aktivitesi değerine (0,2700) KB6 kodlu örneğin sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil4.2 Keçiboynuzu pekmez tozlarının su aktivitesi (a_w) değerleri

Püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutulan keçiboynuzu pekmezinden elde edilen tozların su aktivitelerinin 0,1963 ve 0,2700 arasında değiştiği yapılan analiz sonucunda belirlenmiştir. Yağsız gıda tozları için kritik su aktivitesi değeri 0,4'ün altındadır. Su aktivitesi bu değerin üzerine çıktığında bozunma reaksiyonları hız kazanır ve ürün kalitesinde önemli kayıplar ortaya çıkar (Roos,2007). Yapılan analiz sonuçlarında su aktivitesi değeri 0,4ün altında bulunduğundan ürünlerin bozunma ya da ürün kalitesinin düşmesi gibi riskleri su aktivitesi değerince içermediği gözlenmektedir.

Quek ve arkadaşlarının (2007) karpuz suyunun püskürtürerek kurutulması üzerine yapılan bir çalışmada; su aktivitesinin nem içeriğinden farklı olduğu; su aktivitesinin biyokimyasal reaksiyonlara neden olan gıdadaki serbest suyun kullanılabilirliğinin ölçümü iken nem içeriğinin gıdadaki su kompozisyonunu bize gösterdiği belirtilmiştir. Genellikle mikrobiyolojik stabilitenin sağlanabilmesi ve kimyasal reaksiyonlardan çok mikroorganizmalardan kaynaklanan bozunmaların olmaması için gıdanın su aktivitesinin 0,6'dan düşük olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca depolama koşulları bu bozulmaların olmaması için önemlidir. Yaptıkları analiz sonucunda karpuz suyu tozunun su aktivitesi 0,2-0,29 değerleri arasında çıkmıştır. Bu da mikrobiyolojik stabilitenin olduğunu göstermektedir. Ayrıca sonuçlar maltodekstrin konsantrasyonu arttıkça su aktivitesi değerinin düştüğünü göstermektedir.

4.1.3 Renk Analizi sonuçları

Çizelge 4.1 Keçiyoynuzu pekmez tozlarının renk ölçüm sonuçları

	RENK DEĞERLERİ		
	L	a	b
KB1	76,74±0,02	3,59±0,01	17,19±0,02
KB2	75,47±0,01	3,63±0,02	16,83±0,02
KB3	74,46±0,02	3,73±0,02	16,23±0,01
KB4	72,6±0	4,05±0,01	18,51±0,02
KB5	71,63±0,01	4,32±0,02	18,24±0,01
KB6	71,04±0,01	4,43±0,01	17,91±0,02

Pekmez tozlarının renk analizi sonuçları tablo şeklinde Çizelge 4.1’de gösterilirken, istatistiksel olarak değerlendirilmesi Ek 5.5’de yer almaktadır.. İstatiksel olarak değerlendirilen L, a ve b değerleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir ve her birinin kendi arasında belirgin bir fark içerdiği görülmüştür.

L olarak adlandırılan parlaklık (brightness) değerine bakıldığında, aynı oranda pekmez içeren pekmez tozları kendi aralarında değerlendirildiğinde giriş sıcaklığı arttıkça parlaklığının azaldığı gözlenmiştir. İstatiksel sonuçlara göre (Bkz. Ek 5.5.a) tüm pekmez tozu örnekleri birlikte değerlendirildiğinde ise pekmez oranı arttıkça (maltodekstrin konsantrasyonu düştükçe) parlaklığın azaldığı belirlenmiştir. Buna göre en yüksek parlaklık KB1 (76,74) örneğine aitken, en düşük parlaklık değeri KB6 (71,04) örneğine aittir.

İstatiksel açıdan bakıldığında her örneğin kırmızılık değeri (a) arasında belirgin bir fark olduğu tespit edilmiştir (Ek 5.5.b). Çizelge 4.1’de de görüldüğü üzere giriş sıcaklığı ve pekmez oranı arttıkça (maltodekstrin kompozisyonu azaldıkça) kırmızılık oranı artmaktadır. Giriş sıcaklığının yükselmesiyle artan esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak kırmızılığın arttığı düşünülmektedir. En yüksek pekmez oranına ve giriş sıcaklığına sahip olan KB6 nolu pekmez tozunun 4,43 a değeri ile en fazla kırmızılık oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık en düşük giriş sıcaklığına ve en az pekmez oranına sahip olan KB1

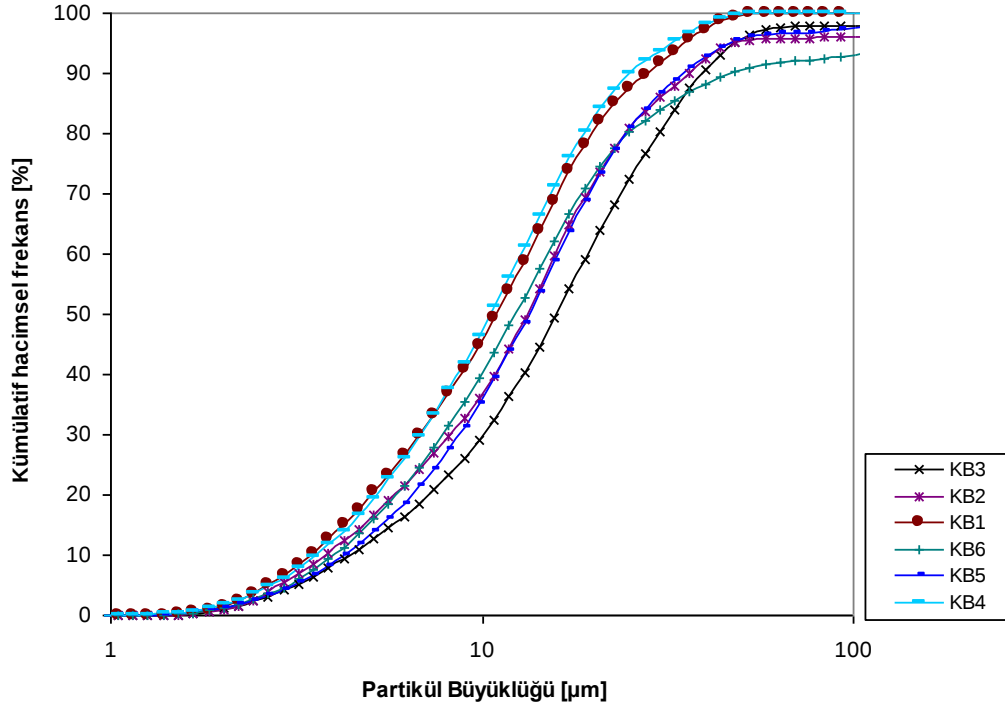
pekmez tozu örneği 3,59'a değeri ile en düşük kırmızılık değerine sahip olan pekmez tozu olduğu belirlenmiştir.

İncelenen istatistiksel verilere göre pekmez tozlarının sarılık (b) değerleri arasında belirgin bir fark olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Ek 5.5.c). Aynı oranda pekmez içeren pekmez tozlarının giriş sıcaklığı arttıkça sarılık değerinin düştüğü Şekil 16'da görülmektedir. Pekmez oranı arttırılan örnekler de birbirleriyle karşılaştırıldığında pekmez oranı fazla olanların sarılık değerinin düştüğü belirlenmiştir. Buna göre en az pekmez içeren örneklerden en yüksek giriş sıcaklığına sahip olan KB3 örneğinin en az sarılık değerine (16,23) sahip olduğu tespit edilmiştir. daha fazla pekmez içerdiği halde giriş sıcaklığı en düşük olan KB4 örneğinin ise en fazla sarılık derecesine (18,51) sahip olduğu gözlenmiştir.

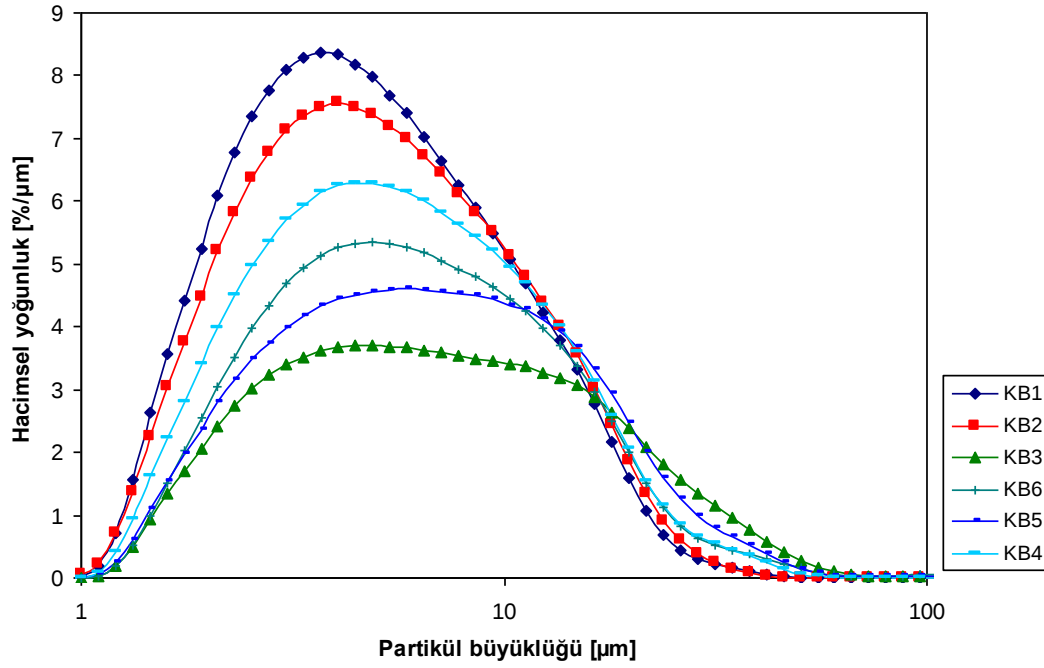
Yapılan bir çalışmada da giriş sıcaklığı arttıkça +b değerinin arttığı ancak +a değerinin 175°C'ye kadar arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında tozların parlaklığının azaldığı ve berraklığının (chroma) arttığı belirtilmiştir. Giriş sıcaklığı yükseldikçe tozlarının renginin koyulaştığı belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak yüksek oranda şeker içeren karpuz suyunda giriş sıcaklığının artışına bağlı olarak meydana gelen esmerleşme reaksiyonları olarak gösterilmiştir (Ouek et al., 2007).

4.1.4 Partikül Büyüklüğü Bulguları

Şekil 4.3 ve 4.4'de hava giriş sıcaklığı arttıkça partikül büyüklüğünün artan bir eğilim içine girdiği görülmektedir. Bunun nedeni olarak artan giriş sıcaklığının kuruma prosesi sırasında partikül yüzeyinde hızlı bir kabuk oluşumuna (partikül içindeki su dağılımı farkından dolayı) neden olması şeklinde düşünülmektedir. Pekmez-maltodekstrin oranının değiştirilmesinin partikül büyüklüğü üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı belirlenmiştir. Bu orandan kaynaklanan küçük değişimin ise kurutma prosesine verilen beslemenin viskozitesinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.3 Keçiboynuzu pekmez tozlarının kümülatif hacimsel frekans(%) - partikül büyüklüğü grafiği

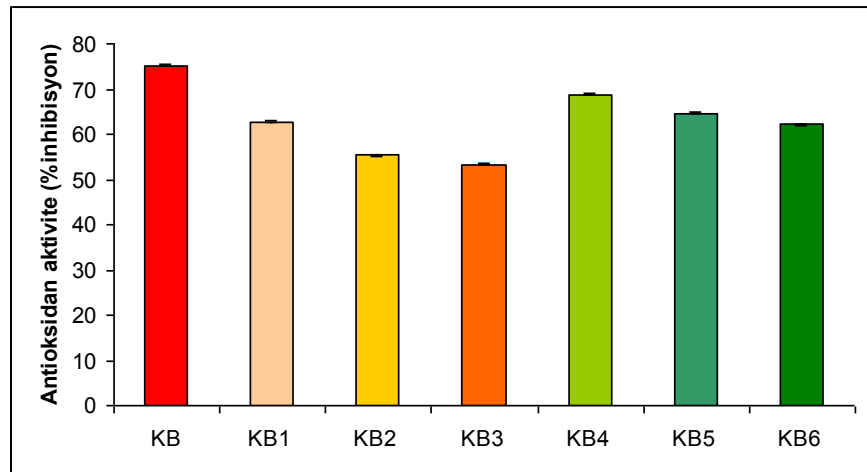


Şekil 4.4 Pekmez tozlarının hacimsel yoğunluk (μm) - partikül büyüklüğü (μm) grafiği

4.1.5 Antioksidan aktivite ve Toplam fenol miktarı analizleri sonucu

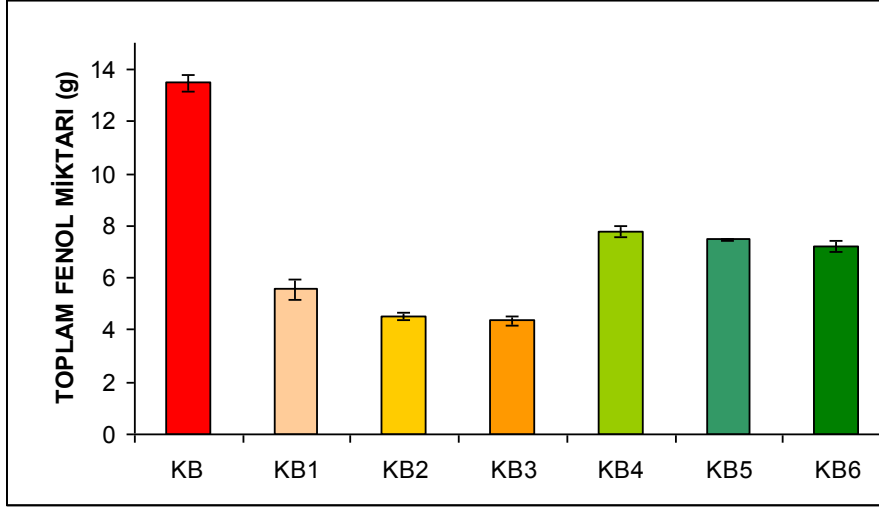
Yapılan analize göre pekmez tozlarına ait antioksidan aktiviteler, % inhibisyon şeklinde hesaplanmıştır. Bulunan değerler istatistiksel olarak incelenerek aralarında belirgin bir fark olduğu belirlenmiştir (Bkz. Ek 5.1). Kontrol örneğine oranla pekmez tozlarının antioksidan aktivitelerinin daha düşük olduğu Şekil 4.5’de görülmektedir. Bunun nedeni olarak, pekmezin kurutma sırasında gördüğü ısısal işlem nedeniyle antioksidan aktivitelerinde meydana gelen kayıp olarak düşünülmektedir. Pekmez oranının daha yüksek olduğu tozların (KB4, KB5 ve KB6) düşük pekmez içeren tozlara (KB1, KB2 ve KB3) oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Ek 1.3). Bunun nedeni olarak ise pekmez içeriğinin fazla olmasından kaynaklanan başlangıç antioksidan miktarının yüksek olması düşünülmektedir. Sonuç olarak en yüksek antioksidan aktivite kontrol örneğine (% 75,1767) aittir. En düşük antioksidan aktivite ise KB6 örneğine aittir.

Gac meyvesi (*Momordica cochinchinensis*) suyu tozunun püskürterek kurutma işlemi sırasında fizikokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, maltodekstrin kompozisyonun ve giriş sıcaklığının antioksidan aktivite üzerine belirgin bir etki yarattığı, hava giriş sıcaklığı ve maltodekstrin konsantrasyonu artıkcça antioksidan aktivitenin azaldığı kanıtlanmıştır. 120,140,160,180 ve 200 °C olarak seçilen giriş sıcaklıklarından ve %10,%20 ve %30 oranlarında katılan maltodekstrin konsantrasyonlarından %10 oranında maltodekstrin içeren ve 120°C hava giriş sıcaklığında kurutulan gac suyu tozunun en yüksek antioksidan aktiviteye sahip yani en kalite ürün olduğu tespit edilmiştir (Kha et al., 2010).



Şekil 4.5 Pekmez tozlarının antioksidan aktivite (%inhibisyon) değerleri

Şekil 4.6 incelendiğinde, örneklerin toplam fenol miktarının 13,490 g ve 7,213 g arasında değiştiği görülmektedir. 13,490 g değeriyle kontrol örneğinin en yüksek toplam fenol miktarına sahip olduğu ve kurutma işleminde pekmez ve maltodekstrin karışımından oluşan beslemenin ısısal işleme tabi tutulması ve beslemenin giriş sıcaklığının artırılmasının toplam fenol miktarı üzerine olumsuz bir etkisi olduğu gözlenmiştir (Bkz. Ek 5.2).



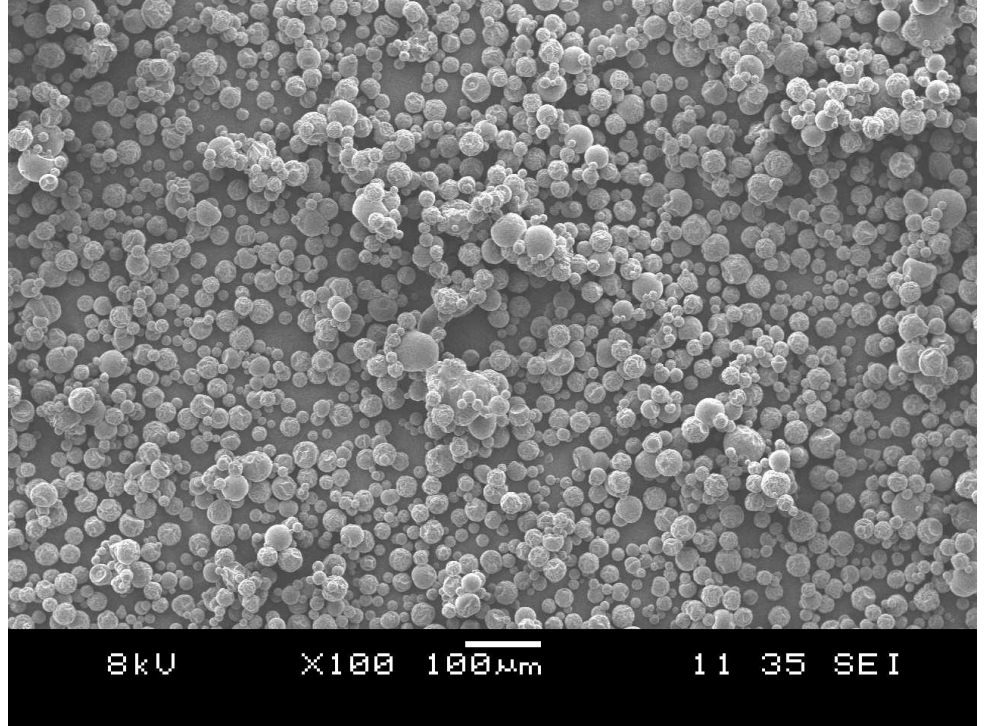
Şekil 4.6 Pekmez tozlarının toplam fenol miktarları (mg/g KM)

Kırmızı biberin fiziko-kimyasal, antioksidan kapasitesi, renk ve toplam fenol içeriğine hava kurutucu (air drying) sistemin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sıcaklık arttıkça toplam fenol içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklıkları olarak 50,60,70,80 ve 90 °C seçilmiş, bu sıcaklıklarda elde edilen tozların toplam fenol içeriği Folin-Ciocalteu Metodu ile tespit edilmiştir. Bu sıcaklıklarla ters orantılı olarak sıcaklıklar arttıkça toplam fenol miktarının %98 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak da sıcaklığın artmasıyla artan Maillard reaksiyonlarının renk ve toplam fenol içeriğinde değişimlere sebep olması olarak gösterilmektedir (Gálvez et al., 2009).

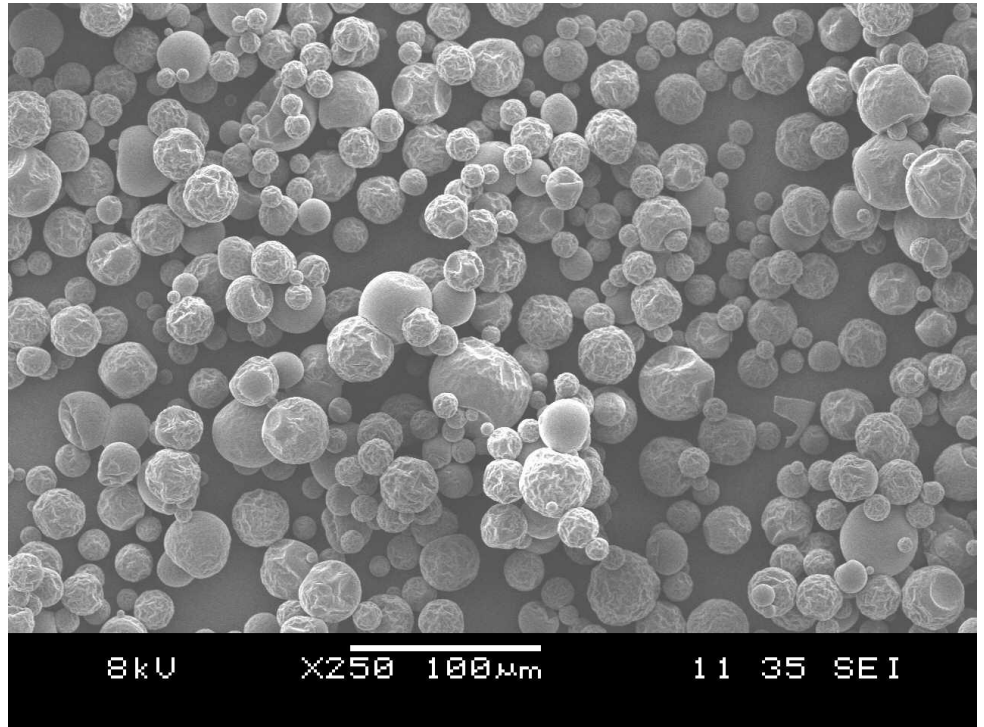
4.1.6 SEM Analizi Görüntüleri

Taramalı elektron mikroskopunda KB4 kodlu (40:60 pekmez oranlı, 160°C giriş sıcaklığı) ürünün, diğer toz ürünleri arasında en yüksek biyoaktiviteye sahip olması nedeniyle mikro düzeydeki görüntüleri çekilmiş ve partikül yapıları incelenmiştir. Taramalı elektron mikroskopu ile partikül görüntüleri 100, 250 ve

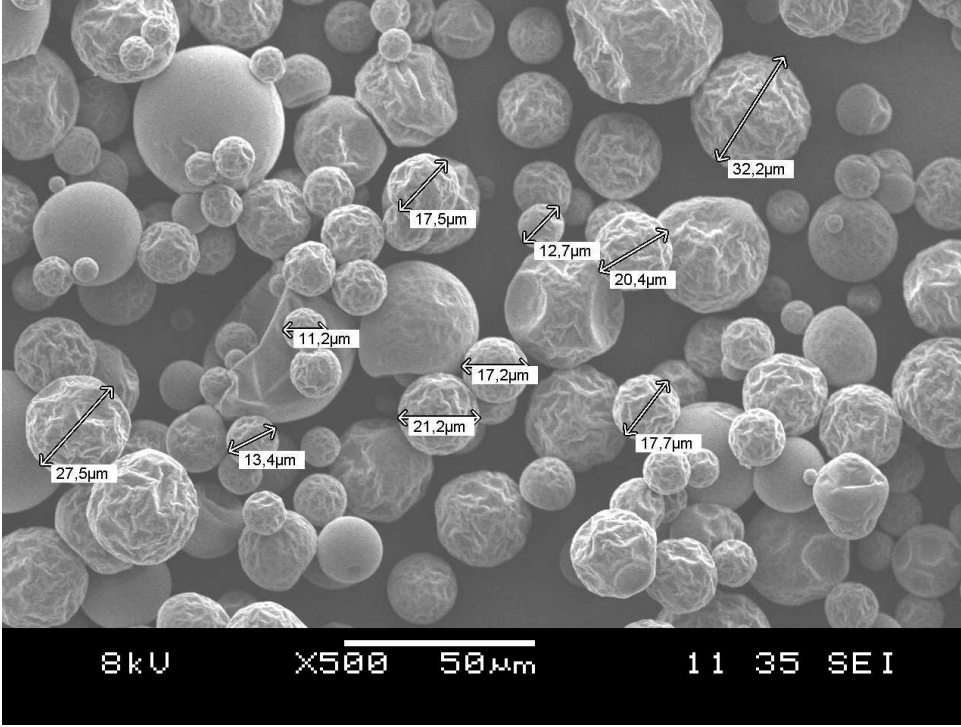
500 kat büyütülerek fotoğraflanmıştır. Şekil 4.7’de görüldüğü gibi partikül çaplarının 11,2 μm ve 32,2 μm arasında değişen değerlerde olduğu görülmektedir.



(a) KB4 sem görüntüleri (x100)



(b) KB4 Sem görüntüleri (x250)



(c) KB4 Partikül çap ölçüleri (x500)

Şekil 4.7 SEM görüntüleri (a) KB4 sem görüntüleri (x100) (b) KB4 sem görüntüleri (x250) (c) KB4 Partikül çap ölçüleri (x500)

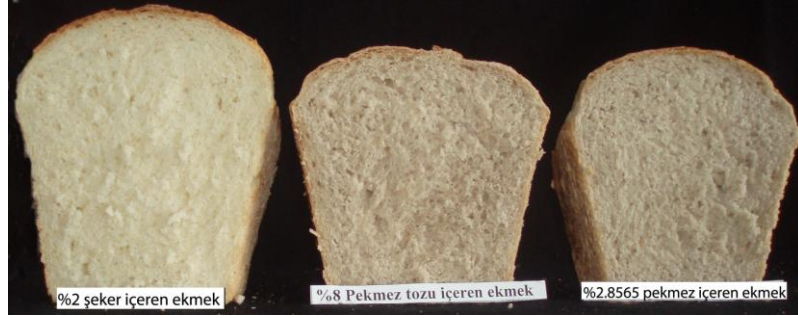
Püskürtmeli kurutma işlemi sırasında partiküllerde meydana gelen morfolojik değişimleri incelemek üzere yapılmış bir çalışmada taramalı elektron (SEM) ve ışık mikroskobu kullanılmıştır. %40'lık maltodekstrin çözeltileri farklı giriş sıcaklıklarında pilot ölçekli püskürtmeli kurutucuya beslenerek, kuruma esnasında kabuk oluşumu, kabarması ve büzüşmesi fotoğraflanmış son ürün de SEM ile analiz edilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda kurutma işlemi boyunca partiküllerin boyut ve şeklinin değiştiği görülmüştür. Bu değişimlerin materyalin nem içeriği ve kurutma sıcaklıkları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Düşük sıcaklıklara son ürünün en küçük ölçülerde (12 μm) olduğu, orta ve yüksek sıcaklıklarda ise ortalama çapın 32 ve 37 μm olduğu gözlenmiştir (Beltrán et al., 2005).

4.2.Ekmek Bulguları

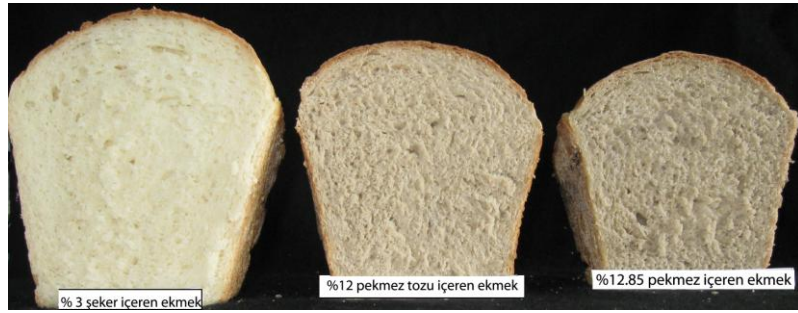
Detmold yöntemi kullanılarak üretilen, farklı oranlarda şeker, keçiyoynuzu pekmez tozu ve keçiyoynuzu pekmezi içeren hamurların farinograf ve ekstenograf analizleri, ekmek örneklerin ise nem, hacim, doku ve renk analizleri yapılmıştır. Şekil 4.8’de görüldüğü gibi ekmeklerin gözenek yapılarının istenilen durumda olduğu tespit edilmiştir.



a) SE1, PTE4 ve PE1 ekmeklerinin kesit görüntüleri



b) SE2, PTE8 ve PE2 ekmeklerinin kesit görüntüleri

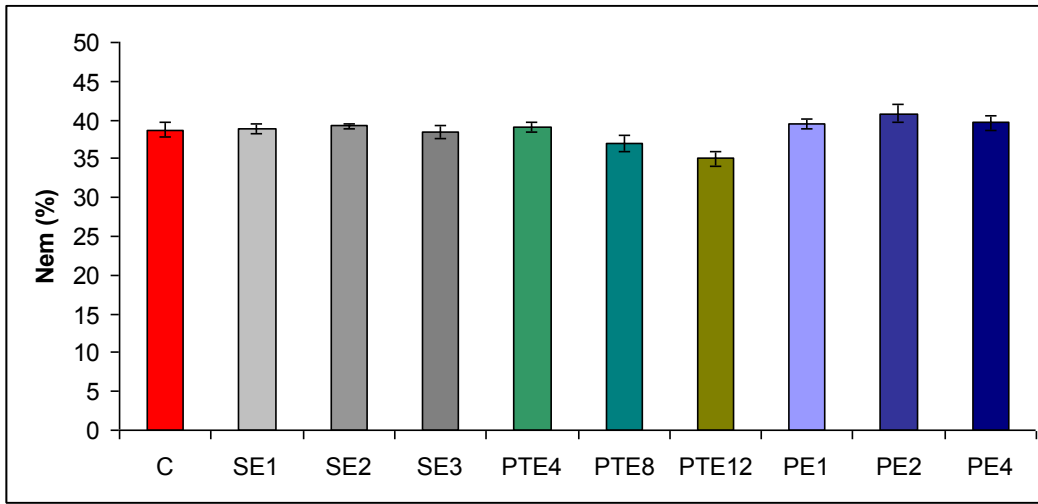


c) SE3, PTE12 ve PE4 ekmeklerinin kesit görüntüleri

Şekil 4.8 Üretilen ekmek örneklerinin kesit görüntüleri a) SE1, PTE4 ve PE1 ekmeklerinin kesit görüntüleri b) SE2, PTE8 ve PE2 ekmeklerinin kesit görüntüleri c) SE3, PTE12 ve PE4 ekmeklerinin kesit görüntüleri

4.2.1 Nem Bulguları

Ek 1.1’de belirtilen nem değeri incelendiğinde, örnek nemlerinin % 35.02 ile % 40.84 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre örnekler birbiriyle kıyaslandığında istatistiksel açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir (Bkz. Şekil 4.9). Denemelerde elde edilen ekmek nemlerinin Türk Gıda Mevzuatı Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, Tebliğ No 2002/13’e uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.9 Ekmek örneklerinin nem (%) değerleri

Farklı üzüm suyu çözeltilerinin glutensiz ekmek üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmada %3 ve %5 oranında sükröz çözeltisi, üzüm suyu konsantresi ve üzüm suyu tozu ilave edilerek pişirilen ekmeklerin kabuk ve ekmek içi nem değerleri ölçülmüştür. Depolama süreleri ilave edildiğinde, ekmek içi nem oranının azaldığı, kabuk neminin ise arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak, soğumaya başlayan ekmeğin kabuk ve ekmek içinin buhar basıncının farklı olması olarak gösterilmektedir (Sabanis et al, 2008).

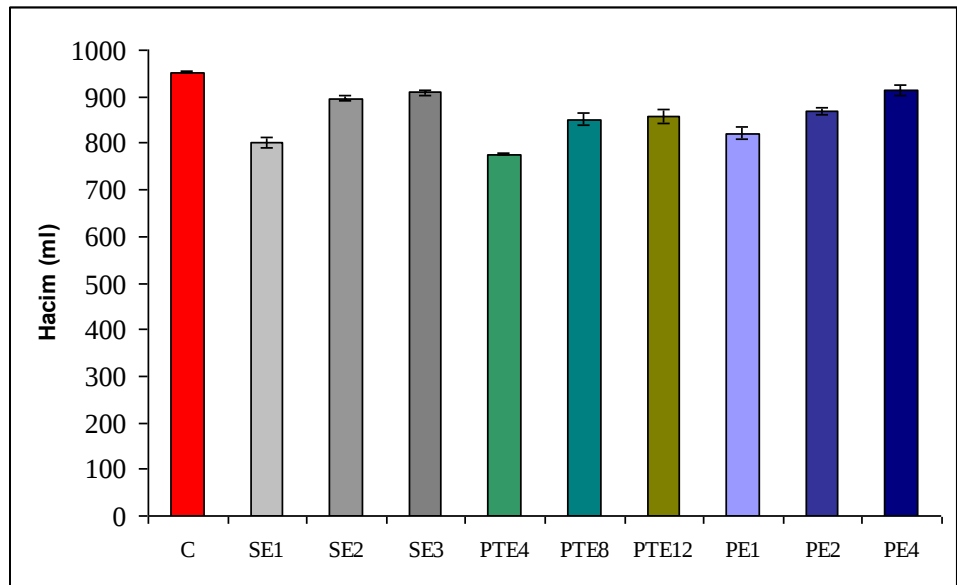
4.2.2 Hacim Bulguları

Örneklerin hacim değerlerinin 778 ml ile 953 ml arasında değiştiği görülmektedir (Bkz. Ek 4.1). 953 ml hacim değeriyle kontrol örneğinin en yüksek hacim değerinde olduğu ve şeker, pekmez tozu, pekmez ilavesinin ekmek hacmi üzerinde olumlu bir etkisi olmadığı gözlenmiştir (Bkz. Şekil 4.10).

Ek 6.1'deki SPSS veri tablosuna göre %1 şeker ilaveli ekmek hacmi, % 2 ve %3 şeker ilaveli ekmek hacmine kıyasla istatistiksel açıdan daha düşüktür. Ancak, şeker ilavesi % 2'den % 3'e çıkarıldığında örneklerin hacim değerleri arasında belirgin bir farka rastlanmamıştır.

% 8 ve % 12 pekmez tozu ilaveli örneklerin hacim değerlerinin % 4 pekmez tozu ilave edilmiş örnek hacmine kıyasla istatistiksel açıdan daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Ancak, pekmez tozu ilave oranı % 8'den % 12'ye çıkarıldığında örneklerin hacim değerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Bkz. Ek 6.1).

Ek1'e göre, pekmez ilaveli örneklerin hacim miktarları değerlendirildiğinde, pekmezin artan oranlarının ekmek hacmi üzerinde de istatistiksel bakımdan olumlu bir etki gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.10 Ekmek örneklerinin hacim(ml) değerleri

Bal tozunun hamur reolojisine ve ekmek kalitesine etkilerini inceleyen bir çalışmada, %5, %10 ve %15 oranlarında ilave edilen bal tozunun ekmek hamurunda yer alan maya aktivitesine ve fermantasyon boyunca gaz üretimine olumlu etki ettiği görülmüştür (Tong et al., 2010).

Bal kabağı tozunun, buğday unlu ekmeğe ilavesinin ekmek kalitesinin dilim hacim ve organoleptik özelliklerine etkisini inceleyen bir çalışmada düşük oranda ilave edilen bal tozunun maksimum etki gösterdiği, besinsel değerin marjinal olduğu fakat kalitedeki gelişimin en baskın olduğu gözlenmiştir. İki farklı buğday unu kullanılarak yapılan karşılaştırmada spesifik hacmin ve dilim hacminin bal kabağı tozu ilavesi ile arttığı gözlenmiştir (Ptitchkina et al.,1998).

4.2.3 Renk bulguları

Çizelge 4.2 Ekmek örnekleri renk analizi sonuçları

	L	a	b
C	70,8±1,23	1,64±0,27	17,76±0,24
SE1	71,26±0,95	1,59±0,11	17,3±0,36
SE2	71,16±0,53	1,66±0,12	17,26±0,52
SE3	70,58±0,52	1,66±0,05	17,69±0,09
PTE4	58,43±0,32	1,99±0,01	11,93±0,06
PTE8	55,88±0,37	2,61±0,06	11,88±0,39
PTE12	55,27±0,27	3,26±0,10	12,9±0,30
PE1	59,26±1,95	1,6±0,11	12,31±0,44
PE2	57,33±0,53	2,22±0,09	12,07±0,18
PE4	55,04±1,52	2,68±0,03	12,23±0,06

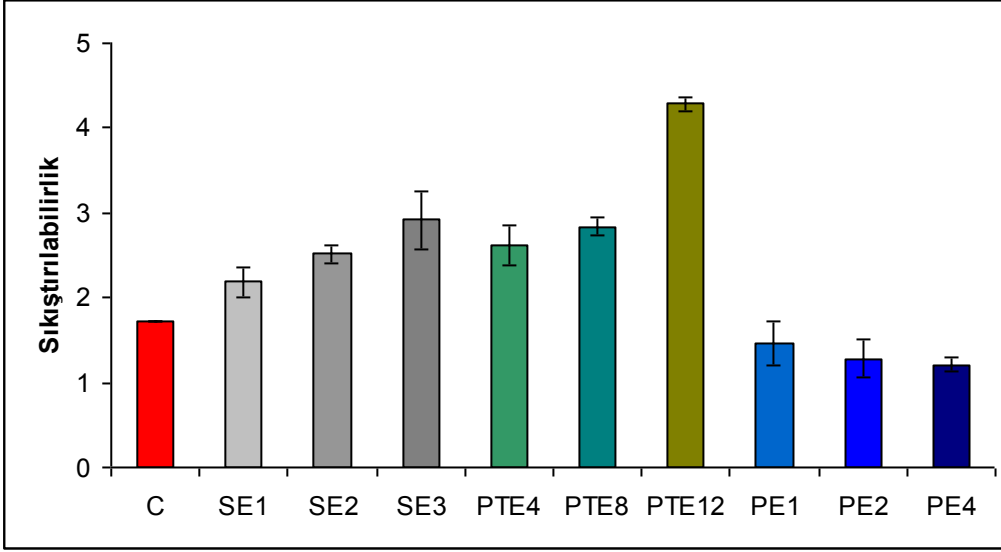
Çizelge 4.2'e göre ekmek içi L değerleri karşılaştırıldığında, farklı oranlarda şeker içeren ekmek içi renk parlaklığı ile kontrol örneğinin ekmek içi renk

parlaklığı değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Benzer bir bulgu olarak; pekmez ve pekmez tozu içeren örneklerin ekmek içi parlaklık değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Ancak, pekmez ve pekmez tozu içeren örneklerin ekmek içi renk parlaklığı kontrol örneği ve şeker içeren örneklerle kıyasla daha düşük değerlerdedir (Bkz. Ek 6).

Bal tozunun hamur reolojisine ve ekmek kalitesine etkilerini inceleyen bir çalışmada, ekmeğin renginin hamurun fiziko-kimyasal karakteristiğine ve pişirme koşullarına bağlı olarak oluşan Maillard reaksiyonları ve karamelizasyon gibi ekmeğe esmerlik veren kimyasal reaksiyonlara bağlı olduğu söylenmektedir. Bal tozlu ekmeklerin kabuk rengi, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha yüksek L ve b değerine, daha düşük a ve ΔE değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Bal tozundaki glukoz ve fruktoz oranı arttıkça Maillard esmerleşme reaksiyonlarının da arttığı belirtilmektedir. Bal tozlu ekmeklerin içi, kontrol grubununkine göre daha sarımsı olduğunun belirlendiği rapor edilmiştir (Tong et al., 2010).

4.2.4 Doku Analizi Sonuçları

Yapılan analiz değerleri istatistiksel olarak da değerlendirildiğinde, bir gün boyunca depolanmış ekmek içlerinin sıkıştırılabilirlik oranlarında; katkısız ekmekten oluşan kontrol grubunun %1 pekmez içeren ekmekler (PE1) hariç, diğer tüm örnekler arasında belirgin bir fark olduğu belirlenmiştir (Bkz. Ek 6.5). Şekil 4.11'de de görüldüğü üzere şeker oranı ve pekmez tozu oranı arttıkça ekmek için sıkıştırılabilirlik oranı artarken eklenen keçiyoynuzu pekmez oranı arttıkça sıkıştırılabilirlik oranının azaldığı gözlenmektedir. Çıkan sonuçları ekmek için deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak (sertlik) değerlendirmek gerekirse şeker oranı arttıkça sertliğin azaldığı, keçiyoynuzu pekmez tozu oranı arttıkça sertliğin azaldığı ancak keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça sertliğin azaldığı tespit edilmiştir (Bkz. Ek 4.3).



Şekil 4.11 24 saat beklemiş ekmek örneklerinin sıkıştırılabilirlik oranları

Ekmek içi ve kabuğunun deformasyona karşı gösterdiği direnç, dokusal özelliklerden sertliğin tanımı olarak değerlendirilebilir ve unlu mamüllerinde tüketicinin taze ekmek anlayışıyla güçlü bağlantısı olan önemli bir faktördür (Ahlborn et al.,2005; Sabanis et al., 2008).

Tong ve arkadaşlarının (2010) yapmış olduğu bal tozunun ekmek kalitesi üzerine etkilerini inceleyen çalışmada, soğutulduktan sonra ve depolamadan önce ekmeklere yapılan dokusal analizlerde, bal tozu içeren ve kontrol grubu ekmeklerinin sertlik oranlarında belirgin bir farklılığa rastlanmamıştır. Buna rağmen, şeker içeren ekmeklerin depolamadan sonra bal tozu içeren ekmeklere göre daha sert olduğu belirlenmiştir. Bir gün depolanmış bal tozu içeren ekmeklerin kontrol grubuna göre daha düşük sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik fakat daha yüksek kohezivite (cohesiveness) oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca bal tozu oranı arttıkça sertlik, yapışkanlık ve kohezivitenin düştüğü belirlenmiştir.

4.2.5 Farinograf ve Ekstensograf

Çizelge 4.3 Ekmek hamurlarının farinograf değerleri

Örnek	Su Kaldırma (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (BU)
C	59.4	2.18	2.49	117
SE1	58.1	1.50	2.33	118
SE2	57.6	1.58	3.24	112
SE3	55.5	1.30	3.48	119
PTE4	53.3	01.43	2.57	146
PTE8	49.1	1.16	8.36	122
PTE12	44.2	7.41	13.20	114
PE1	55.4	2.04	2.15	167
PE2	54.8	1.50	2.20	170
PE4	52.7	1.50	1.59	198

Farinograf analizinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.3), kontrol örneğinin diğer örneklerle kıyasla en yüksek su kaldırma değerine sahip olduğu görülmektedir. % 12 pekmez tozu ilavesi unun su kaldırma değerini kontrol örneği ve diğer örneklerle göre önemli derecede azaltmıştır. Una ilave edilen farklı içeriklerin artan oranları için örneklerin su kaldırma değerlerinde azalma olduğu Çizelge 4.3’de görülmektedir.

Pekmez tozunun ilave edilen % 8 ve 12’lik oranları, kontrol örneği ve diğer örneklerle kıyasla hamurun gelişme süresini ve stabilitesini önemli derecede arttırmıştır. Pekmezin % 4 ilavesi ise hamurun stabilite değerini diğer örneklerle göre azalttığı belirlenmiştir (Bkz. Ek 3).

Örneklerin yumuşama değerleri karşılaştırıldığında, en fazla yumuşamanın pekmez ilaveli örneklerde meydana geldiği tespit edilmiştir. Pekmezin ilave edilen oranı arttıkça yumuşama değerlerinde de artış ortaya çıkmıştır. Pekmez

tozu ilavesinin artan oranlarında ise hamurun yumuşama değerlerinde azalma gözlenmiştir.

Kaba ve ince öğütülmüş fındık tozlarının kuru ve nemlendirilmiş formda unla karıştırılarak ekmek üretiminde kullanılması üzerine yapılmış bir çalışmada hamura uygulanan farinograf analizi sonuçları göstermiştir ki fındık tozu oranı arttıkça hamurun su kaldırma kapasitesi kontrol grubuna göre artmıştır. %5 ince öğütülmüş nemlendirilmiş fındık tozu içeren hamurlar daha düşük gelişme süresi ve stabiliteye sahipken, en düşük gelişme süresi ve stabilitenin kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir. En yüksek farinograf değerleri (su kaldırma, gelişme süresi, stabilite) %10 iyi öğütülmüş nemlendirilmiş fındık tozu içeren hamurların sahip olduğu belirtilmiştir. Antioksidan özellikli fenolik maddeler içeren fındık bulamaçlarının hamura sertlik ve sıkılık kattığı bilinmektedir (Belitz and Grosch,1999; Anıl, 2007). Bu etki aynı zamanda hamurun karışma süresini de etkilemekte ve uzatmaktadır. Böylece yumuşama derecesi, karışma toleransı indeksi ve süresi etkilenmiş olmaktadır. Fakat en yüksek yumuşama ve karışma toleransı indeksini kontrol grubu göstermektedir. Bunun nedeni antioksidan içermeyen hamurların antioksidan etkilerinden etkilenmemesi olarak düşünülmüştür. %5 kuru fındık tozu içeren hamurların yumuşama derecesinin, %10 fındık tozu içeren örneklerle göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Anıl, 2007).

Çizelge 4.4 Ekmek hamurları ekstensograf değerleri

	MD (BU)	C	SE1	SE2	SE3	PTE4	PTE8	PTE12	PE1	PE2	PE4
Süre (dak.)	45.	666	636	660	643	660	656	632	697	684	666
	90.	742	872	855	831	882	834	804	848	892	954
	135.	691	718	838	828	691	838	831	776	769	838
	D5 (BU)										
Süre (dak.)	45.	581	530	523	509	584	543	530	601	574	519
	90.	697	838	797	793	838	773	728	810	855	900
	135.	646	708	800	783	663	790	769	756	748	817
	UY (mm)										
Süre (dak.)	45.	114	114	127	117	107	123	124	117	117	123
	90.	97	90	100	100	100	97	100	97	93	97
	135.	97	80	87	100	97	97	94	93	90	103
	E (cm ²)										
Süre (dak.)	45.	101	94	110	95	92	109	106	109	105	105
	90.	92	98	109	110	117	99	99	110	107	118
	135.	85	70	86	105	85	100	90	94	88	118

Örneklerin 135. dakikadaki maksimum direnç, uzama kabiliyeti ve enerji değerleri incelendiğinde, 691 BU ile kontrol örneği ve % 4 pekmez tozu içeren örneğin en düşük direnç değerinde olduğu belirlenmiştir. % 4 pekmez tozu haricinde ilave edilen katkıları ve farklı oranları ise hamurun direncini kontrol örneğine göre arttırmıştır. Benzer sonuç hamurun 5. dakikadaki direnç değerleri için de tespit edilmiştir (Bkz. Ek 2).

Hamurların uzama yeteneği değerleri 80-103 mm arasında değişmektedir. Kontrol örneğinin uzama yeteneği 97 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek uzama yeteneği değerine % 12 pekmez içeren, en düşük uzama yeteneği değerine de % 1 şeker içeren örneğin sahip olduğu Çizelge 4.3'de görülmektedir.

Örneklerin 70-118 cm² arasında değişen enerji miktarları değerlendirildiğinde, kontrol hamurunun enerji değerinin 85 cm² olduğu tespit edilmiştir. En düşük enerji değeri (70 cm²) % 1 şeker, en yüksek enerji değeri (118 cm²) ise % 12 pekmez içeren örneğe aittir. Şekerin ilave edilen oranı arttığında hamurun enerji değerinde de artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Anıl'ın (2007) fındık tozları ilave ederek ürettiği ekmekler üzerine yapmış olduğu çalışmada hamurlara uygulanan ekstensograf değerlerine bakıldığında en yüksek enerji değerine %5 fındık tozu içeren örneklerin sahip olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek enerji değeri %5 ince öğütülmüş ve nemlendirilmiş örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, sonuçlar göstermiştir ki fındık tozu ilavesi hamurların enerji değerini düşürmektedir. En düşük enerji değeri kontrol grubuna ait olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında nemlendirilmiş fındık tozu katılan hamurların enerji değerleri kuru fındık tozu katılan hamurların enerji değerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hamurların uzamaya karşı direnci ve maksimum direnç değeri değerlendirildiğinde; nemlendirilmiş fındık tozu ilave edilmiş hamurlarının kuru fındık tozu ilave edilmişlere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Hamurların tüm fındık tozu ilaveli örneklerinin uzamaya karşı direnci ve maksimum direnç değerinin kontrol grubundan belirgin oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fındık tozu ilaveli hamurların uzayabilirlikleri kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tüm ekstensograf sonuçları fındık tozu bulamacının ve nemlendirmenin hamur direncini arttırdığını göstermektedir (Anıl,2007).

4.2.6.Duyusal Analiz Sonuçları

Ekmek örneklerinin beğenilirliğini belirlemek amacıyla yapılan sıralama testi sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.(Bkz. Ek 2) Altı grup halinde verilen örneklerden, %1 şeker, %2 şeker ve %3 şeker ilaveli ekmeklerden oluşan birinci grubun aralarında fark olmadığı belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.5). İkinci grup olarak %4, %8 ve %12 keçiyoynuzu pekmezi tozu içeren ekmekler verilmiş ve yine panelistlerin değerlendirmesi ve istatistiksel açıdan incelenen sonuçlarla

örnekler arasında beğeni açısından fark olmadığı görülmüştür. Keçiboynuzu pekmezinin %1,4267, %2,8565 ve %4,2833 oranlarında ilavesi ile elde edilen ekmek örneklerinin üçüncü grup olarak değerlendirilmesi ile yine örnekler arasında bir fark olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Aynı oranda şeker miktarı içeren %1 şeker ilaveli ekmek, %4 keçiboynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek ve %1,4267 keçiboynuzu pekmezi ilaveli ekmekler dördüncü grup olarak panelistlere sunulmuş ve elde edilen sonuçlara göre aralarında beğenilirlik açısından fark tespit edilememiştir. Beşinci grup olarak verilen, %2 şeker ilaveli ekmek, % 8 keçiboynuzu pekmezi tozu ilaveli ekmek ve %2,8565 keçiboynuzu pekmezi ilaveli ekmekten oluşan bu grubun değerlendirilmesi sonucunda %2 şeker içeren ekmeğin en çok beğenildiği, %8 keçiboynuzu pekmezi tozu içeren ekmeğin ise beğeni açısından tercih edilmediği belirlenmiştir. Son grup olarak verilen %3 şeker ilaveli ekmek, %12 keçiboynuzu pekmezi içeren ekmek ve %4,2833 keçiboynuzu pekmezi içeren ekmekten oluşan grubun panelistlerce değerlendirilmesi ve bu sonuçların istatistiksel açıdan incelenmesi sonucu en çok %4,2833 keçiboynuzu pekmezi içeren ekmeğin beğenildiği ve kalan diğer ekmekler arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5 Duyusal analiz sonuçları (1)

	Örnek cinsi	Sonuç		Örnek cinsi	Sonuç		Örnek cinsi	Sonuç
1. GRUP	SE1	23±0,82	2. GRUP	PTE4	18±0,79	3. GRUP	PE1	29±0,79
	SE2	17±0,95		PTE8	18±0,79		PE2	24±0,85
	SE3	20±0,67		PTE12	24±0,84		PE4	19±0,67

Çizelge 4.6 Duyusal analiz sonuçları (2)

	Örnek cinsi	Sonuç		Örnek cinsi	Sonuç		Örnek cinsi	Sonuç
4. GRUP	SE1	18±1,0 3	5. GRUP	12±0,42	12	6. GRUP	SE3	24±0,84
	PTE4	20±0,4 7		22±0,79	22		PTE12	15±0,53
	PE1	22±0,9 2		26±0,52	26		PE4	21±0,88

Farklı üzüm suyu çözeltilerinin glutensiz ekmek üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmanın duyusal analiz kısmında panelistlere %3 ve %5 oranında sükröz çözeltisi, üzüm suyu konsantresi ve üzüm suyu tozu içeren ekmekler sunulmuş ve renk, örünüş, tat, doku ve lezzet açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Sükröz, üzüm suyu konsantresi ve üzüm suyu tozu ilave edilen ekmeklerin hepsinin kontrol grubuna göre duyusal özelliklerinin geliştiği tespit edilmiştir. En çok kabul edilebilir olarak, en iyi tat, meyveli aroma, esmer renk ve taze görünüşi veren %3 oranında üzüm suyu konsantresi içeren ekmek seçilmiştir. Üzüm suyu tozu içeren ekmekler daha hafif meyve aroması ve lezzet içerdiği için üzüm suyu konsantresi içeren ekmekten farklıdır. Bu da üzüm suyu tozu içeren ekmeğin neden daha düşük puan aldığını belirtmektedir (Sabanis et al., 2008).

Bal tozunun hamur reolojisine ve ekmek kalitesine etkilerini inceleyen bir çalışmada, %5, %10 ve %15 oranlarında ilave edilen bal tozlu ekmeklerin kullanılarak panelistlere uygulanan duyusal analizde hacim, kabuk rengi, abuk dokusu, ekmek içi rengi, ekmek içi dokusu, yumuşaklık, yaylanma (springness) ve ağız hissi özelliklerinin değerlendirilmesi istenmiştir. Bu analiz sonucunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha iyi duyusal özellikler veren %5 ve %10 oranında bal tozu ilave edilmiş ekmekler olduğu tespit edilmiştir. (Tong et al., 2010).

5. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada besin değeri ve doğal şeker oranı yüksek, geleneksel gıdalarımızdan biri olan keçiyoynuzu pekmezinin püskürtmeli kurutucu ile kurutularak toz forma dönüştürmek ve reolojik özelliklerinden kaynaklanan yapışkan ve viskoz yapısının gıda prosesindeki etkinliğini azaltmak amaçlanmıştır. Elde edilen tozların da gıda prosesinde kullanılabilirliğini görmek ve ekmeğin besinsel değerini arttırmak da ikincil amaç olmuştur.

Elde edilen keçiyoynuzu pekmez tozları değerlendirildiğinde giriş sıcaklıkları ve pekmez/maltodekstrin oranlarının nem değerlerine belirgin bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir. Buna karşılık incelenen su aktivitesi değerlerinin giriş sıcaklığı ve pekmez /maltodekstrin oranları arttıkça arttığı gözlenmiştir.

Pekmez tozlarının renk değişimlerini gösteren sonuçlar incelendiğinde, aydınlığın (L) giriş sıcaklığı ve pekmez/maltodekstrin oranı arttırıldıkça azaldığı belirlenmiştir. Ancak artan giriş sıcaklığı ve pekmez/maltodekstrin oranına karşılık kırmızılığın (a) arttığı gözlenmiştir. Tozların sarılık (b) değerleri ise, giriş sıcaklığı ve pekmez/maltodekstrin oranına karşı azaldığı saptanmıştır.

Üretilen keçiyoynuzu pekmez tozlarının partikül büyüklüklerine bakıldığında giriş sıcaklığı arttırıldıkça partikül büyüklüğünün de artan bir eğilim içerisine girdiği gözlenmiştir. Ancak pekmez/maltodekstrin oranlarının değiştirilmesinin partikül boyutu üzerine bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Antioksidan aktivite tayinleri yapılan pekmez tozlarının antioksidan aktivitelerinin, keçiyoynuzu pekmezine (kontrol grup) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık pekmez tozları kendi içinde değerlendirildiğinde giriş sıcaklığı artan tozların aktiviteleri düşerken, pekmez/maltodekstrin oranları arttırılmış tozların aktivitelerinin arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde toplam fenol miktarı tayini yapılan tozlarda da benzer sonuçlar elde edilmiş, kontrol grubuna göre (keçiyoynuzu pekmezine) tozların fenol miktarlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Artan giriş sıcaklığının etkisiyle toplam fenol miktarları azalırken, yine

artan pekmez/maltodekstrin oranlarına karşı ise toplam fenol miktarının arttığı gözlenmiştir.

Tüm bu analizler değerlendirildiğinde, keçiyoynuzu pekmezinin değerlerine en yakın bulunan KB4 kodlu pekmez tozunun, ekmek denemelerinde kullanılması öngörülmüştür.

Oluşturulan ekmek pişirme planında ilk olarak değerlendirilen hamurun bazı reolojik özelliklerine bakıldığında; şeker, pekmez tozu ve pekmez katkısının unun su kaldırma değeri ve hamur stabilitesine olumlu bir etki göstermediği tespit edilmiştir. % 12 oranında pekmez tozu ilavesi ise hamurun gelişme süresi ve stabilitesini önemli derecede arttırmıştır. Pekmez ilavesi ile de hamurun yumuşama değerlerinde dikkat çeken bir artış meydana gelmiştir.

Yapılan ekmek denemelerinde şeker, pekmez tozu ve pekmez ilavesinin ekmek hacminde olumlu bir etki göstermediği belirlenmiştir. Ekmek içi parlaklığı ise kontrol örneği ve şeker ilaveli ekmeklerde birbirine yakinken, pekmez tozu ve pekmez ilave edilmiş örneklerin ekmek içi parlaklık değerleri birbirine yakın ancak kontrol örneğine kıyasla daha düşük seviyededir.

Ekmekler pişirildikten 24 saat sonra bakılan sıkıştırılabilirlik oranları değerlendirildiğinde ise katkısız ekmekten oluşan kontrol grubu ve PE1 kodlu pekmezli ekmeğin arasında belirgin bir fark olmadığı ancak diğer ekmek örnekleriyle arasında belirgin farklar olduğu tespit edilmiştir. Artan şeker ve pekmez tozu içeren ekmeklerin sıkıştırılabilirlik değerlerinin de arttığı gözlenirken, keçiyoynuzu pekmezi oranı arttırılan ekmeklerin sıkıştırılabilirliklerinin azaldığı belirlenmiştir.

Son olarak duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında ise; panelistlerin farklı şeker oranı içeren ekmeklerin arasında belirgin bir fark tespit edemediği görülmüştür. Aynı şekilde farklı oranda pekmez tozu ve farklı oranda keçiyoynuzu pekmezi içeren ekmeklerin verildiği panelistler ekmekler arasında fark tespit edememişlerdir. Daha sonra aynı oranda şeker içeriğine sahip; şekerli, pekmez tozlu ve pekmezli ekmek verilen panelistler, SE1, PTE4 ve PE1 kodlu

ekmekler arasında fark tespit edememişken, SE2, PTE8 ve PE2 kodlu ekmekleri içeren grupta ise en çok SE2' beğenilirken, en az tercih edilen PTE8 kodlu örnek olmuştur. SE3, PTE12 ve PE4 kodlu ekmekler panelistler tarafından değerlendirildiğinde ise, en çok PE4 kodlu ekmek örneğinin tercih edildiği belirlenmiş, SE3 ve PTE12 örneklerinin arasında fark tespit edilememiştir.

Sıvı halde bulunan keçiyoynuzu pekmezinin yapışkan ve viskoz yapısından kaynaklanan gıda proseslerinde yarattığı kullanım zorluğunu kolaylaştırmak için pekmez tozu alternatif bir çözüm olabilecektir. Aynı zamanda keçiyoynuzuna ait olan yoğun aromanın, pekmez tozu ile azaltıldığı ancak besinsel değerini kaybetmediği için insanlar tarafından tüketiminin özellikle gıdalara katkı olarak kullanıldığında artacağı düşünülmektedir.

Yapılacak daha sonraki çalışmalarda pekmez tozu üretiminin optimizasyonu, maliyet hesaplamaları ve fizibilite çalışmalarının yapılması pekmez tozu üretiminin günlük hayata geçirilebilmesi için yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abadio, F.D.B., Domingues, A.M., Borges, S.V., Oliveira, V.M.,** 2004, Physical properties of powered pineapple (Ananas Comosus) juice-effect of maltodextrin concentration and atomization speed, Journal of Food Engineering, 64, 285-287.
- Addo, K.,** 1997, Effects of honey type and level on the baking properties of frozen wheat flour doughs. Cereals Food World, 42, 36-40.
- Akıncı, A., Özdemir, F., Topuz, A., Kabas, Ö., Çanakçı, M.,** 2004, Some physical and nutritional properties of Juniperus drupacea fruits. Journal of Food Engineering, 65, 325-331.
- Altuğ, T., Elmacı, Y.,** 2005, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 64-65.
- Anil, M.,** 2007, Using of hazelnut taste as a source of sitary fiber in breadmaking, Journal of Food Engineering, 80, 61-67.
- Anonymous,** 1978, Standart Methoden für getreide Mehl und Brot. 6, Erweiterte Auflage, Im Verlag Moritz Schafer, Detmold.
- Anonymous,**1982, ICC-Standards, International Association for Cereal Chemistry (ICC), Vienna.
- Anonymous,** 1989, TE.3792. Türk Pekmezleri Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous,** 2002, Türk Gıda Kodeksi-Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı, Tebliğ No: 2002/13.
- Barbosa-Cánovas, G.V,** 2003, Unit Operations in Food Engineering. CRC Pres LLC.

- Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G.,** Romani, S, Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough an bread containing ginger powder, 2010, Food Science and Technology,1-6.
- Beltrán, L.A., Pèrez, J.J, Aparicio, J., Lópe, G.F.G.,** 2005, Description of morphological changes of particles along spray drying, Journal of Food Engineering, 67, 179-184.
- Bhandari, B.R., Datta, N., and Howes, T.,** 1997, Problems associated with spray drying of sugar-rich food. Drying Technology, 15:2, 671-684.
- Brennan, J.G., Herrera, J., Jowitt, R.,** 1971, A study of some factors affecting the spray drying of concentrated orange juice, on a laboratory scale. Journal of Food Technology, 6, 295-307.
- Brennan, J.G.,** 2006, Food Processing Handbook, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA.
- Bruschi, M. L., Cardoso, M. L. C., Lucchesi, M. B., Gremiao, M. P. D.** 2003. Gelatin microparticles containing propolis obtained by spray-drying technique: preparation and characterization. Int. J. Pharm. (264), 45–55.
- Camire, M.E., Dougherty, M.P., Briggs, J. L.,** 2007, Functionality of fruit poders in extruded corn breakfast cereals. Food Chemistry, 101, 765-770.
- Cauvain, S.P.,** 2003, Bread Makikg-Improving Quality. CRC Press, New York.
- Cemeroğlu, B.,** 2004, Meyve Ve Sebze İşleme Teknolojisi, İkinci Baskı, Ankara
- Chauca, M.C., Stringheta, P.C., Ramos, A.M., Vidal, J.C.,** 2005, Effect of the carries on the microstructure of mango powder obtained by spay drying and its functional characterization, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11, 420-428.

- Crozier, A., Jaganath, I.B.,** Clifford, M.N, 2009, Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Nat. Prod. Rep.*, 26, 1001-1043.
- Datta, A.K., Mondal, A.,** 2008, Bread Baking – A review, *Journal of Food Engineering*, 86, 465-474.
- Dobraszczyk, B.J., Morgenstern, M.P.,** 2003, Rheology and the bread making process. *Journal of Cereal Science*, 38, 229-245.
- Dursun, S., Yapar, A., Çelik, İ.,** 2009, Kadife balığı etiyle zenginleştirmenin hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin duyusal özellikleri üzerine etkisi, *Electronic Journal of Food Technologies*, 3, 44-58.
- Dziezak, J.D. 1988.** Microencapsulation and encapsulation ingredients. *Food Technol-Chicago*. (42), 136–151.
- Filipoviz, N., Djuri, M., Gyura, J.,** 2007, The effect of the type and quality of sugar-beet fibers on bread characteristics, *Journal of Food Engineering*, 78, 1047-1053.
- Gálvez, A.V., Scala, K.D., Rodriguez, K., Mondaca, R.L., Miranda, M., Lopez, J., Won, M.,** 2009, effect of air-drying temoerature on phsysico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper, *Food Chemistry*, 117, 647-653.
- Geankoplis, J., C.,** 2003, *Transport Processes and Seperation Process Principles*. Prentice Hall PTR, 559-575.
- Georgetti, S.R., Casagrande, R. Souza, C.R.F., Oliveira, W.P., Fonseca, M.J.V.,** 2008, Spray drying of the soyeon extract: Effects on chemical properties and antioxidant activity, *LWT* 41, 1521-1527.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., Saurel, R.,** 2007, Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview, *Food Research International*, 40, 1107-1121.

- Giannou, V., Kessoglou, V. and Tzia, C.,** 2003, Quality and Safety Characteristics of Bread Made from Frozen Dough, Trends in Food Science & Technology, 14, 99-108.
- Goula, A.M., Adamopoulos, K.G.,** 2008, Effect of Maltodekstrin addition during Spray drying of tomato pulp I drying kinetics and Product recovery. Drying Technology, 26, 714-725.
- Goula, A.M., Adamopoulos, K.G.,** 2010, A new technique for spray drying orange juice concentrate, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11, 342-351.
- Heldmann, D.R., Lund, D.B.,** 2006, Handbook of Food Engineering. CRC Pres.
- Heiniö, R.L., Liukkonen, K.H., Katina, K., Myllymäki, O. and Poutanen, K.,** 2003, Milling Fractionation of Rye Produces Different Sensory Profiles of Both Flour and Bread, Lebensm. Wiss. u. Technol., 36, 577-583.
- Kaçar, A., Şahan, N.** 2004. Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi azaltılmış dondurmaların kimyasal özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. (8), 7-13.
- Karababa, E., Isikli, D.N.,** 2005, Pekmez A Traditional Concentrated Fruit Product, Food Reviews International, 21:4, 357-366.
- Karakaya, S., El, S. N.,** 2006, Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and In vitro Bioavailability of Black Tea Polyphenols, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1), 1-8.
- Kearsley, M.W., Dziedzic, S.Z.,** 1995, Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Deratives. DW Taylor- Blackie Academic, London.

- Kha, T.C., Nguyen, M.H., Roach, P.D.**, 2010, Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder, *Journal of Food Engineering*, 98, 385-392.
- Koç, M., Sakin, M., Ertekin, F.**, 2010, Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı, *Journal of Engineering Sciences*, 16, 79-90.
- Köse, E., Ünal, S.S. ve Saygın, E.**, 1995, Türkiye’de Değişik Yörelerde Yetiştirilen Bazı Çavdar Örneklerinin Ekmeklik Niteliklerinin Belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt:13, Sayı:2, 91-103.
- Majhenič, L., Škerget, M., Knez, Z.**, 2007, Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*, 104, 1258-1268.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S.** 2006. Flavour encapsulation and controlled release – a review. *Int. J. Food Sci. Tech.* (41), 1–21.
- Martinez-Valverde, L., Preiago, M.J., Provan, G. and Chesson, A.**, 2003, Phenolic compounds lycopene and antioxidant activities in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Journal of Science Food and Agriculture*, 82, 323-330.
- McNamee, B. F., O’Riordan, E. D., O’Sullivan, M.**, 1998, Emulsification and Microencapsulation properties of gum Arabic. *J. Agric. Food Chem.* (46), 4551–4555.
- Mujumdar, A.S.**, 1987, *Handbook of Industrial Drying*. Marcel Dekker 3rd Edition.
- Oliete, B., Gómez, M., Pando, V., Fernández, E.F., Kaballeno, P.A., Ronda, F.**, 2008, Effect of nut paste enrichment on physical characteristics and consumer acceptability of bread, *Food Science and Technology*, 14, 259.

- Özdemir, F., Topuz, A., Şahin, H., Gölükcü, M.,** 2004, Andız pekmezinin fenolik madde içeriği ve fonksiyonel madde olarak önemi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 144-149.
- Papadakis, S.E., Gardeli, C., Tzia, C.,** 2006, Spray Drying of Raisin Juice Concentrate. Drying Technology, 24, 173-180.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K., Jiang, Y., Chen, F., Wang, M.,** 2010, The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread, Food Chemistry, 119, 49-53.
- Ptitchkina, M.N., Novokreschonova, L.V., Piskunova, G.V., Morris, E.R.,** 1998, Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bred by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. Food Hydrocolloids, 12, 333-337.
- Roos, Y.H., Karel, M., & Kokini, J.L.,** 1996, Glass transitions in low moisture and frozen foods: effect on shelf life and quality Food Technology, November, 95-108.
- Quek, S.Y., Chok, N.K., Swedlund, P.,** 2007, The physicochemical properties of spray dried watermelon powders, Chemical Engineering and Processing, 46: 386-392.
- Sabanis, D., Tzia, C., Papadakis, S.,** 2008, Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread 1:374-383.
- Scanlon, M.G. and Zghal, M.C.,** 2001, Bread Properties and Crumb Structure, Food Research International, 34, 841-864.
- Sengül, M., Ertugay, M.F., Sengül, M., Yüksel, Y.,** 2007, Rheological Characteristics of Carob Pekmez, International Journal of Food Properties, 10:1, 39-46.

- Shah, A.R., Shah, R.K. and Madamwar, D.,** 2006, Improvement of the Quality of Whole Wheat Bread by Supplementation of Xylanase from *Aspergillus foetidus*, *Bioresource Technology*, vol. 97, issue 16, 2047-2053.
- Shrestha, A.K., Ua-arak, T., Howes, T., Adhikari, B.P., Bhandari, B.R.,** 2007, Glass transition behavior of spray dried orange juice powder measured by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT). *International Journal of Food Properties*, 10, 661-673.
- Tong, Q., Zhang, X., Wu, F., Tong, J., Zhang, P., Zhang, J.,** 2010, Effect of honey powder on dough rheology and bread quality, *Food Research International*, 43: 2284-2288.
- Tonon, R.V., Baroni, A.F., Brabet, C., Gibert, O., Palet, D., Hubinger, M.D.,** 2009, Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai juice, *Journal of Food Engineering*, 94, 215-221.
- Tosun, İ., Ustun, N. Ş.,** 2003, Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80, 441-443.
- Troung, V., Bhandari, B.R., Howes, T.,** 2005, Optimization of co-current spray drying process of sugar-rich foods. Part I-Moisture and glass transition temperature profile during drying. *Journal of Food Engineering*, 71, 55-65.
- Uluöz, M.,** 1965, *Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:57, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 95.
- Ünal, S.S.,** 1981, Bazı Faktörlerin Hamur ve Ekmek Yapısına Etkileri, *Ege Üniversitesi Gıda Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Sayı:2, 117-132.

- Ünal, S.S. ve Boyacıoğlu, M.H.**, 1984, Un Bileşenlerinin Ekmek Yapımındaki Etkileri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri: B, Gıda Mühendisliği, Cilt:2, Sayı:2, 89-100.
- Ünal, S.S. ve Boyacıoğlu, M.H.**, 1984, Hamurun Reolojik Özellikleri, GIDA, Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı, Ankara, Yıl:9, Sayı:1, 13-20.
- Ünal, S.S.**, 1992, Ekmekçilikte Standart Üretim ve Kaliteli Standart Üretimi Etkileyen Faktörler, Un Mamülleri Dünyası, Ekim, Yıl.1, Sayı.5, 6-7.
- Üstün, N.Ş., Tosun, İ.**, 1997, Pekmezlerin Bileşimi. Gıda, 22, 417-423.
- Van Arsdel, W.B., Kilpatrick, P.W., Lowe, E.**, 1955, Tunnel dehydrators for fruits and vegetables. Avances in Food Reseach, 6, 313-372.
- Yogurtcu, H., Kamışlı, F.**, 2006, Determination of rheological properties of some pekmez samples in Turkey, Journal of Food Engineering, 77, 1064-1068.

EKLER

EK 1 Keçiboynuzu Pekmez Tozlarının Verileri

Ek 1.1 Pekmez Tozlarının Nem Değerleri

ÖRNEK KODLARI	NEM DEĞERLERİ (%)	ORTALAMA VE STANDARD SAPMA
KB1	4,11	4,053±0,06
KB1	4,06	
KB1	3,99	
KB2	4,25	4,29±0,06
KB2	4,36	
KB2	4,26	
KB3	4,44	4,487±0,11
KB3	4,41	
KB3	4,61	
KB4	4,06	4,167±0,14
KB4	4,12	
KB4	4,32	
KB5	4,42	4,467±0,04
KB5	4,5	
KB5	4,48	
KB6	4,9	4,753±0,14
KB6	4,73	
KB6	4,63	

Ek 1.2 Pekmez Tozlarının Su Aktivitesi Değerleri

ÖRNEK KODLARI	SU AKTİVİTESİ (aw)	ORTALAMA VE STANDARD SAPMA
KB1	0,194	0,1963±0,0025
KB1	0,196	
KB1	0,199	
KB2	0,217	0,2137±0,0049
KB2	0,216	
KB2	0,208	
KB3	0,25	0,2460±0,0046
KB3	0,247	
KB3	0,241	
KB4	0,207	0,2030±0,0036
KB4	0,202	
KB4	0,2	
KB5	0,222	0,2227±0,0012
KB5	0,224	
KB5	0,222	
KB6	0,267	0,2700±0,0036
KB6	0,269	
KB6	0,274	

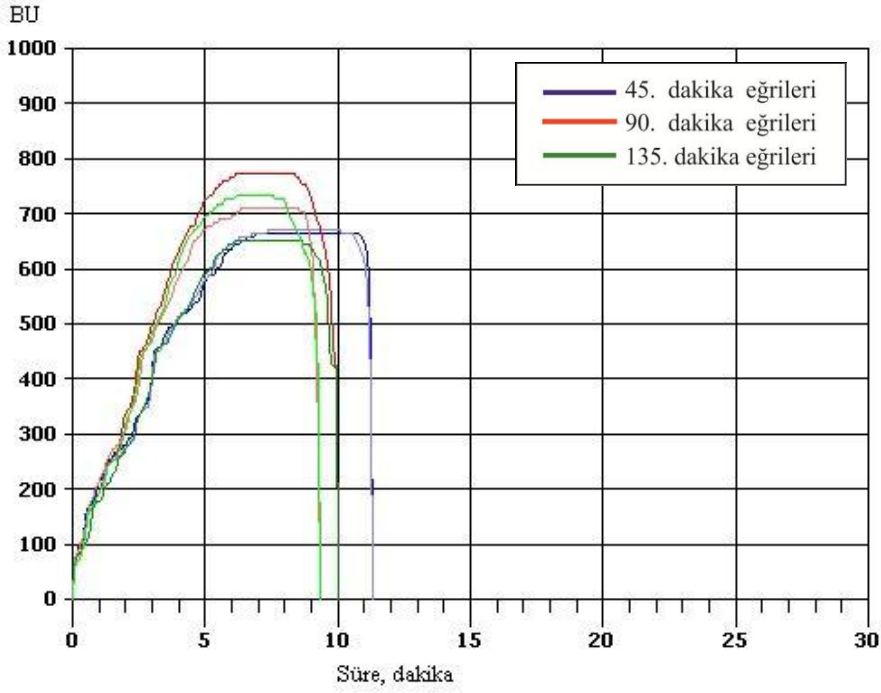
Ek 1.3 Pekmez Tozlarının Antioksidan Aktivite Değerleri

ÖRNEK KODLARI	ANTIOKSİDAN AKTİVİTE (%İNHİBİSYON)	ORTALAMA ANTIOKSİDAN AKTİVİTE(%İNHİBİSYON)	STANDARD SAPMA
KB1	62,3376	62,6839	0,3269
KB1	62,7272		
KB1	62,987		
KB2	54,8123	55,3017	1,7645
KB2	57,2593		
KB2	53,8336		
KB3	52,6916	53,3442	0,6526
KB3	53,3442		
KB3	53,9967		
KB4	69,7916	68,8271	1,5714
KB4	67,0138		
KB4	69,6759		
KB5	62,5	64,6219	2,1415
KB5	64,5833		
KB5	66,7824		
KB6	60,6493	62,1645	1,5603
KB6	62,0779		
KB6	63,7662		
KB	74,0900	75,1767	2,4204
KB	73,4900		
KB	77,9500		

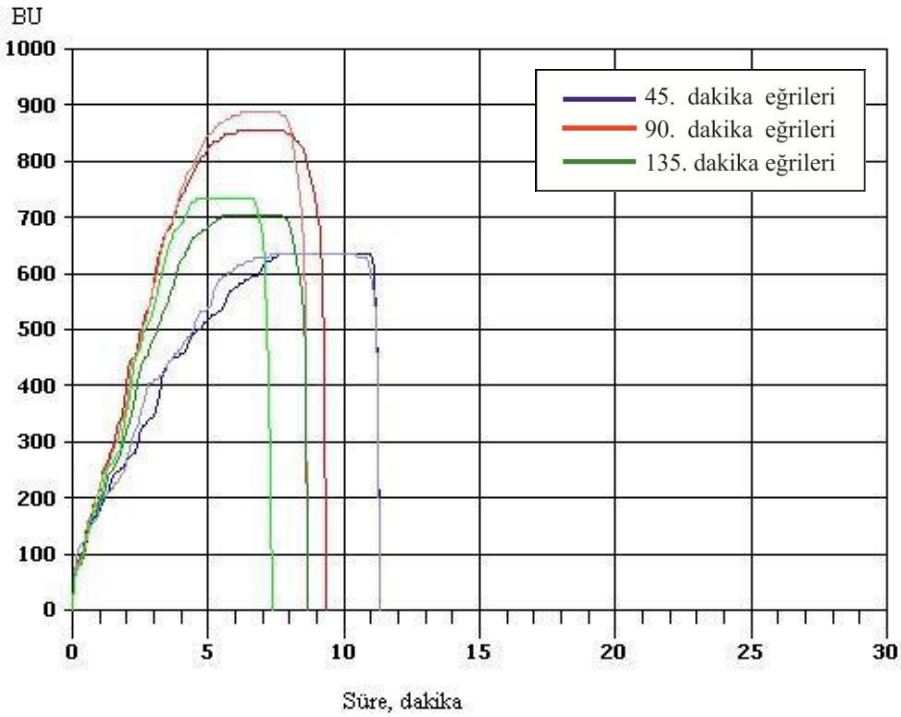
Ek 1.4 Pekmez Tozlarının Toplam Fenol Miktarı

ÖRNEK KODLARI	TOPLAM FENOL MİKTARI (mg/g)	ORTALAMA TOPLAM FENOL MİKTARI (mg/g km)	STANDARD SAPMA
KB1	6	5,5733	0,3988
KB1	5,51		
KB1	5,21		
KB2	4,69	4,5500	0,1311
KB2	4,53		
KB2	4,43		
KB3	4,22	4,3533	0,1159
KB3	4,41		
KB3	4,43		
KB4	7,94	7,7700	0,1997
KB4	7,82		
KB4	7,55		
KB5	7,49	7,4800	0,0173
KB5	7,49		
KB5	7,46		
KB6	6,97	7,2133	0,2178
KB6	7,28		
KB6	7,39		
KB	13,83	13,4900	0,3027
KB	13,39		
KB	13,25		

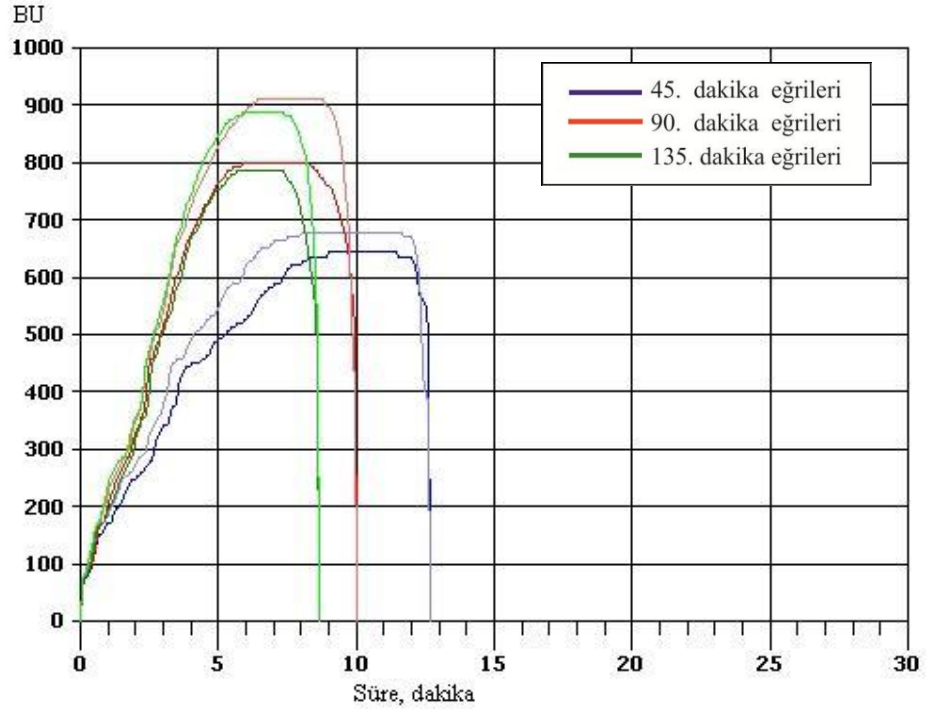
Ek 2 Ekmek Hamurlara Ait Ekstensograf Grafikleri



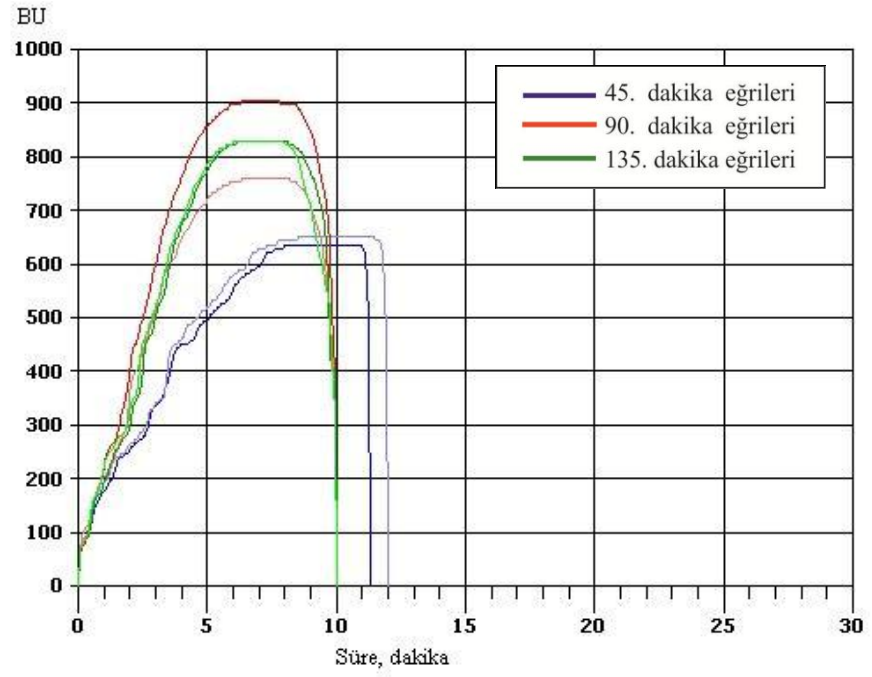
Ek Şekil 2.1 C grubu ekstensograf grafiği



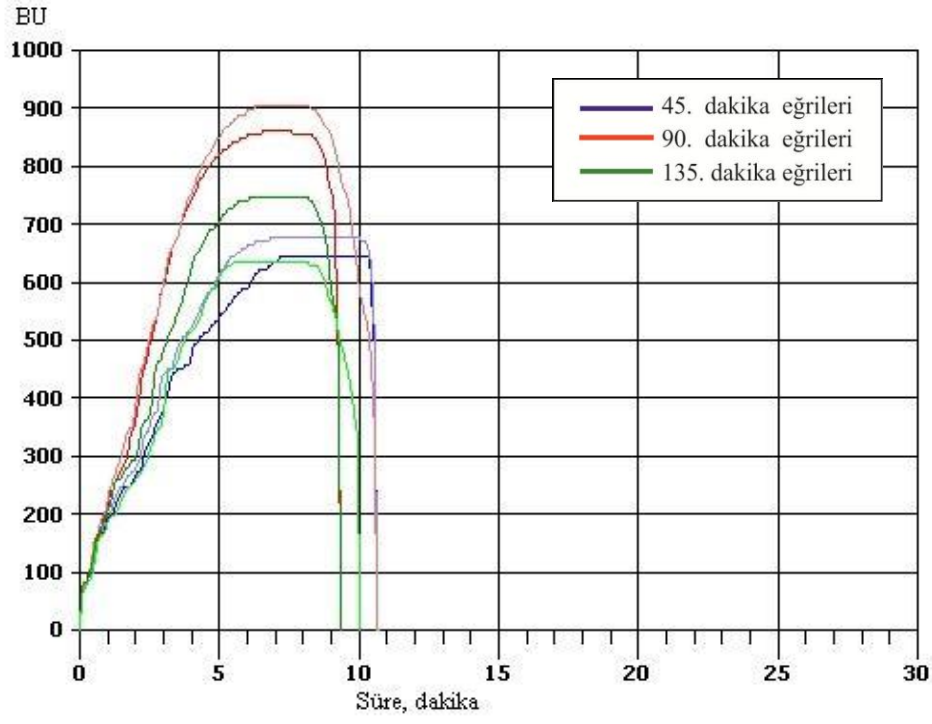
Ek Şekil 2.2 SE1 grubu ekstensograf grafiği



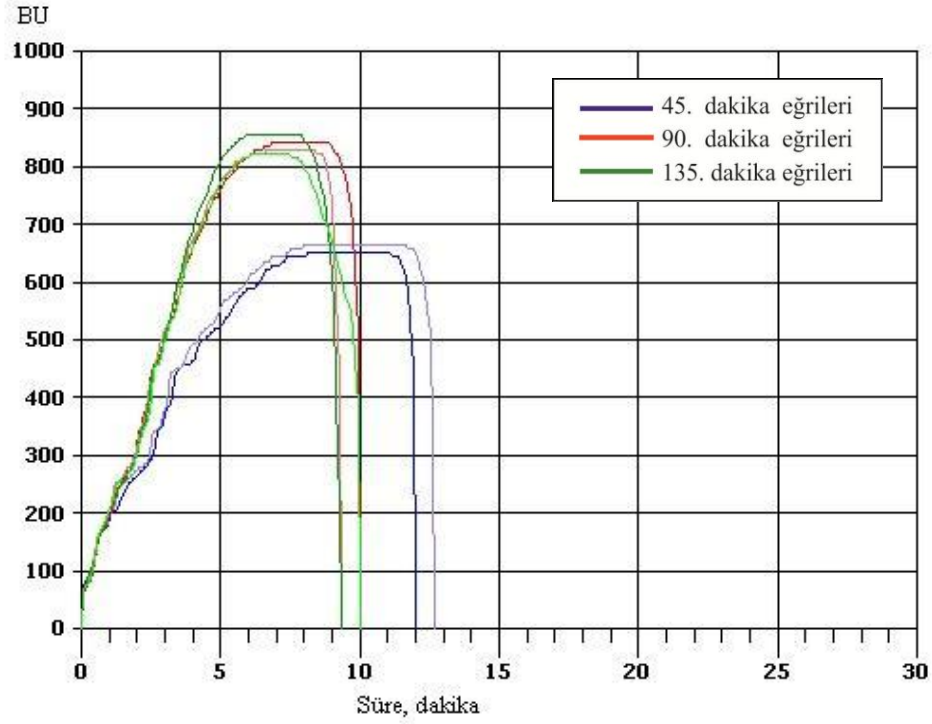
Ek Şekil 2.3 SE2 grubu ekstensograf grafiği



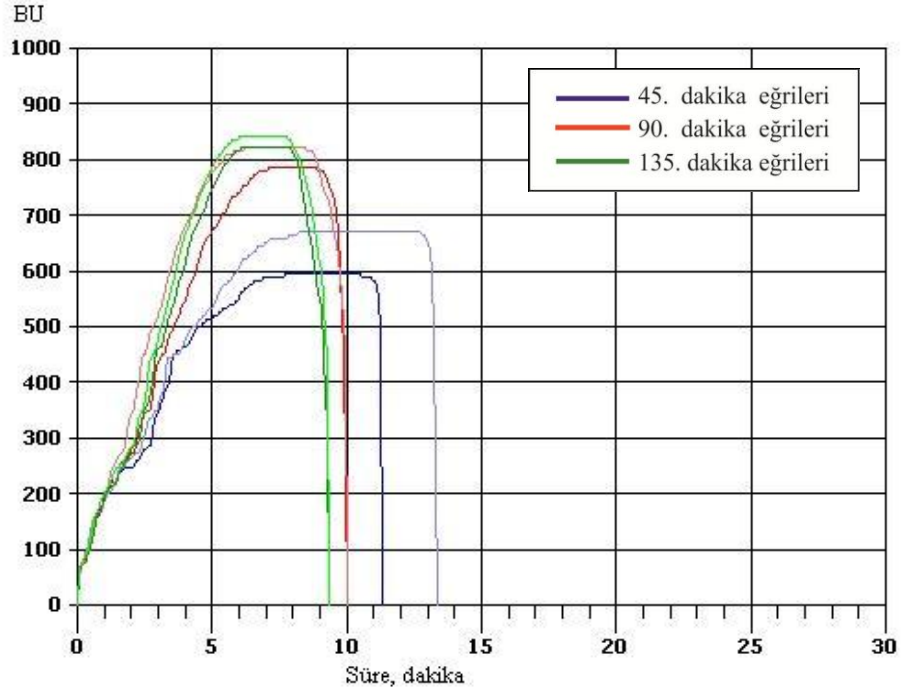
Ek Şekil 2.4 SE3 grubu ekstensograf grafiği



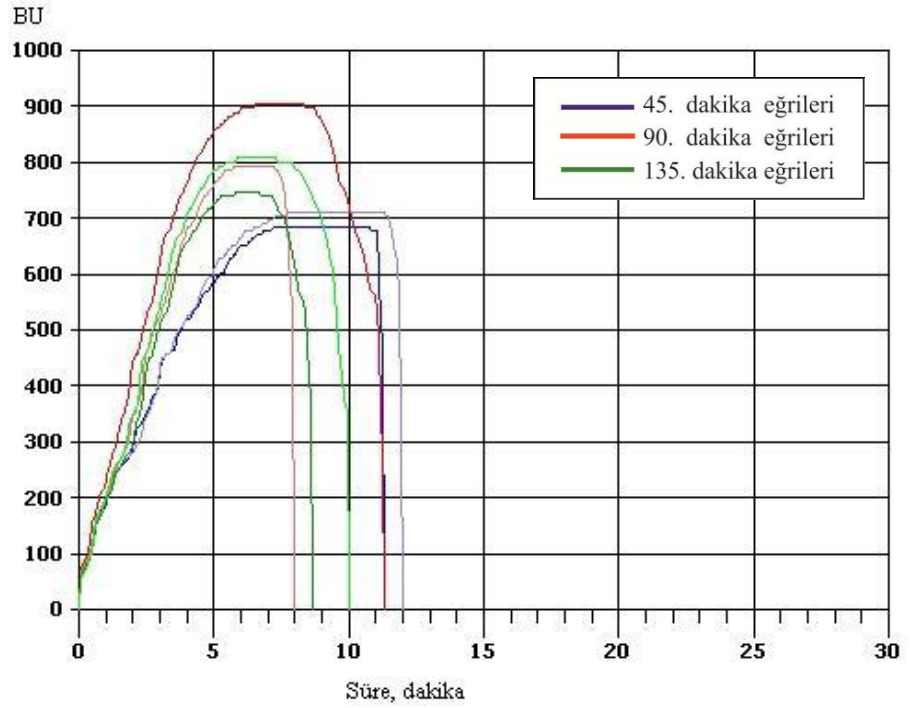
Ek Şekil 2.5 PTE4 grubu ekstensograf grafiği



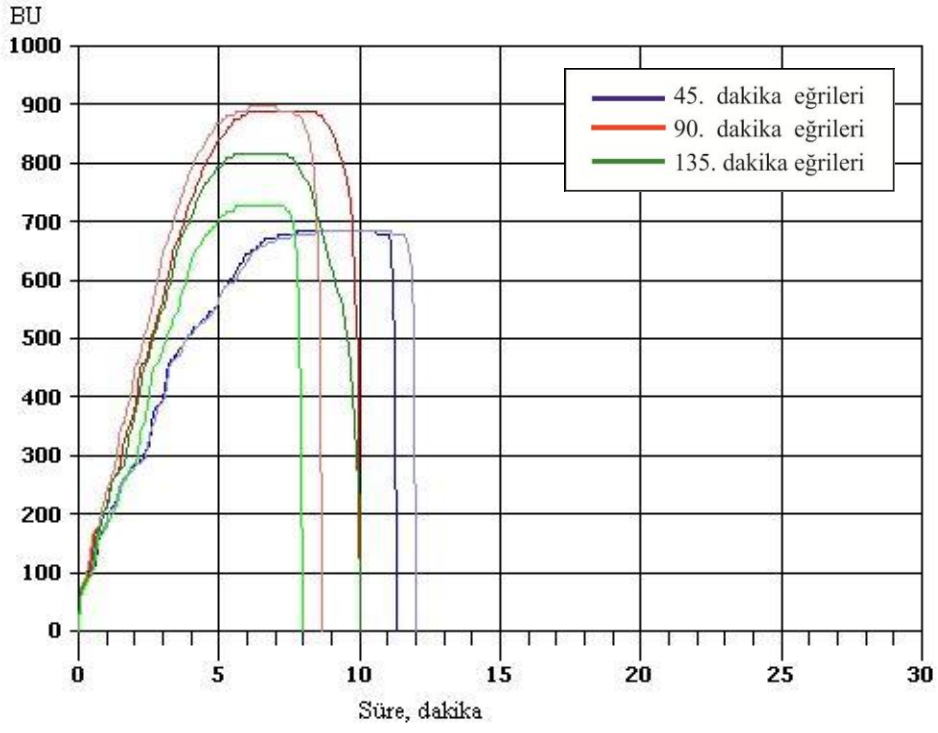
Ek Şekil 2.6 PTE8 grubu ekstensograf grafiği



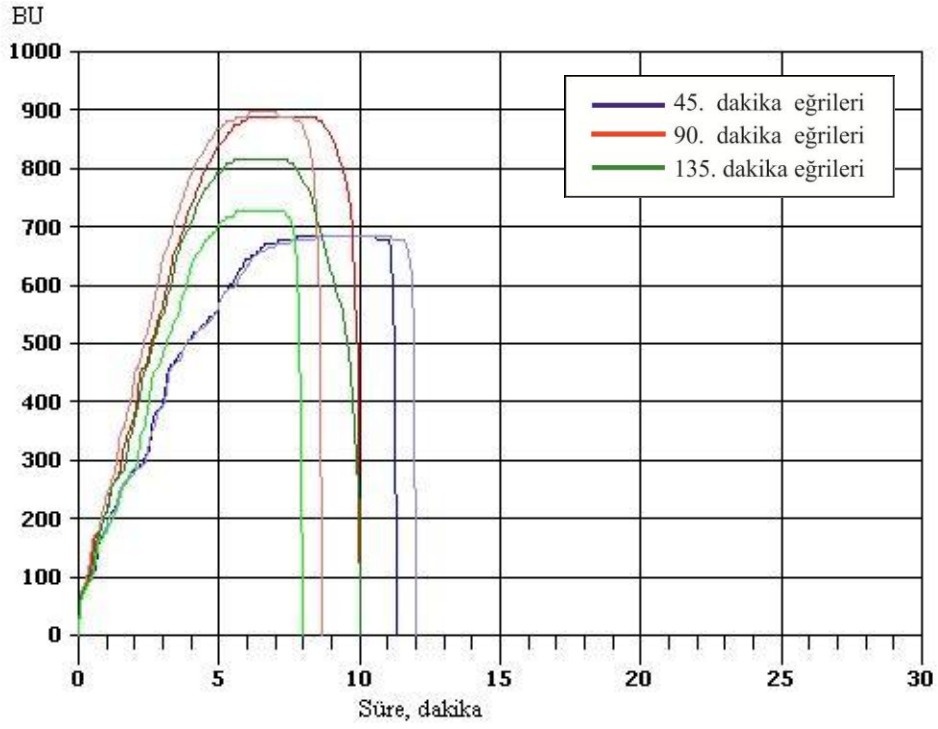
Ek Şekil 2.7 PTE12 grubu ekstensograf grafiği



Ek Şekil 2.8 PE1 grubu ekstensograf grafiği

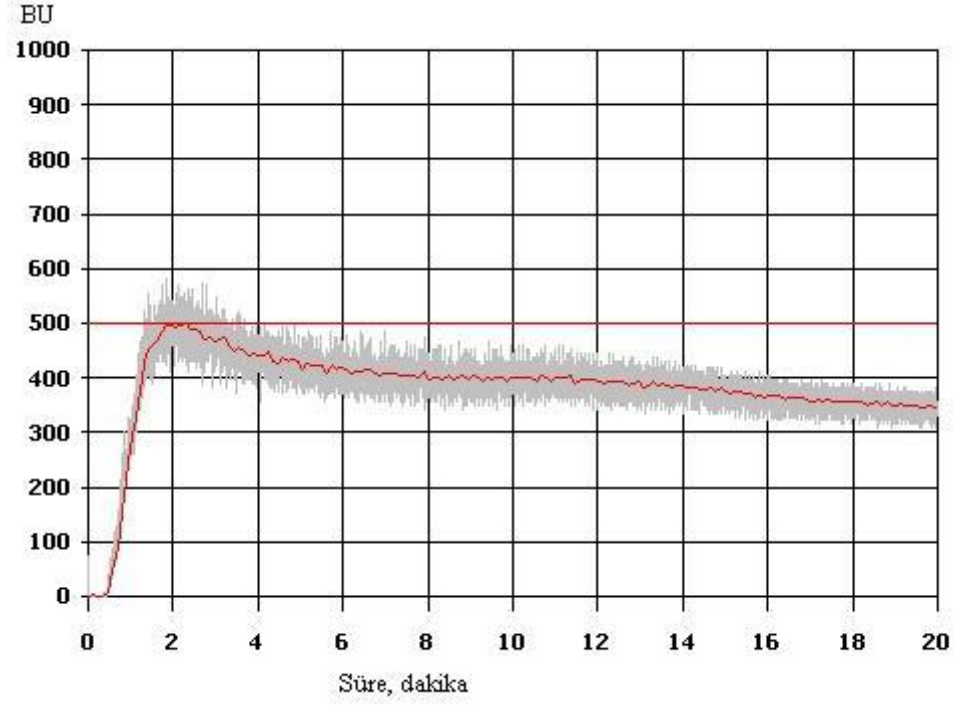


Ek Şekil 2.9 PE2 grubu ekstensograf grafiği

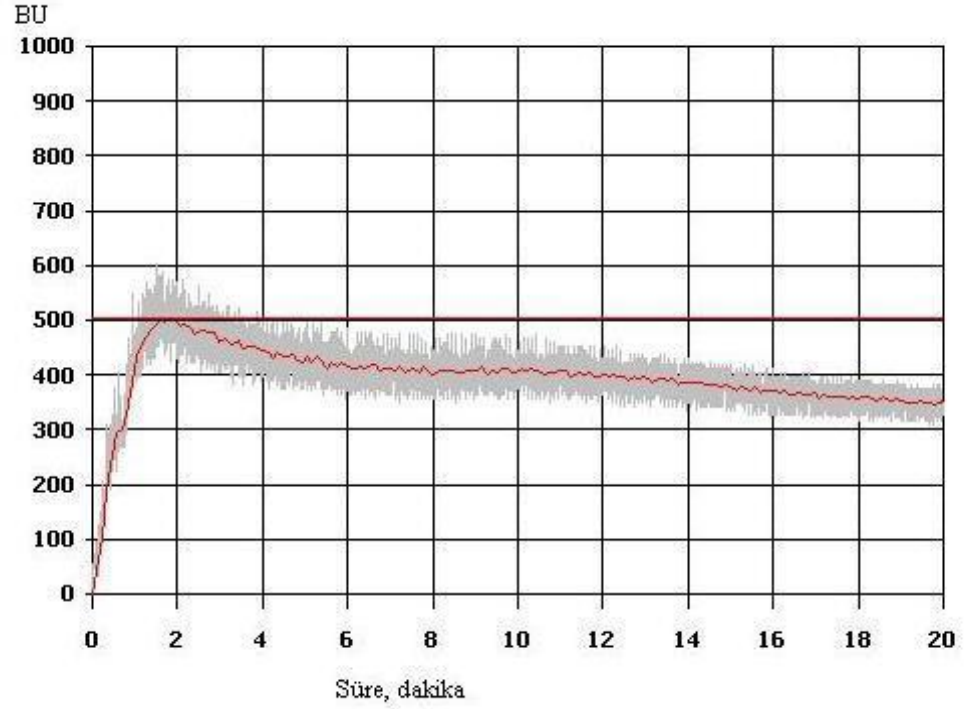


Ek Şekil 2.10 PE4 grubu ekstensograf grafiği

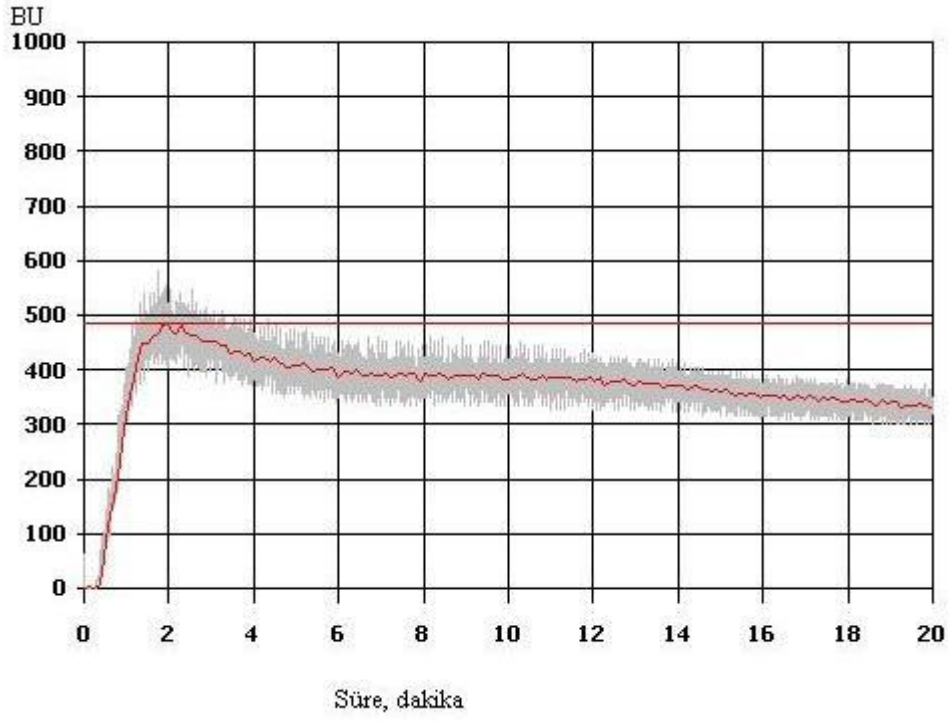
Ek 3 Ekmek Hamurlara Ait Farinograf Grafikleri



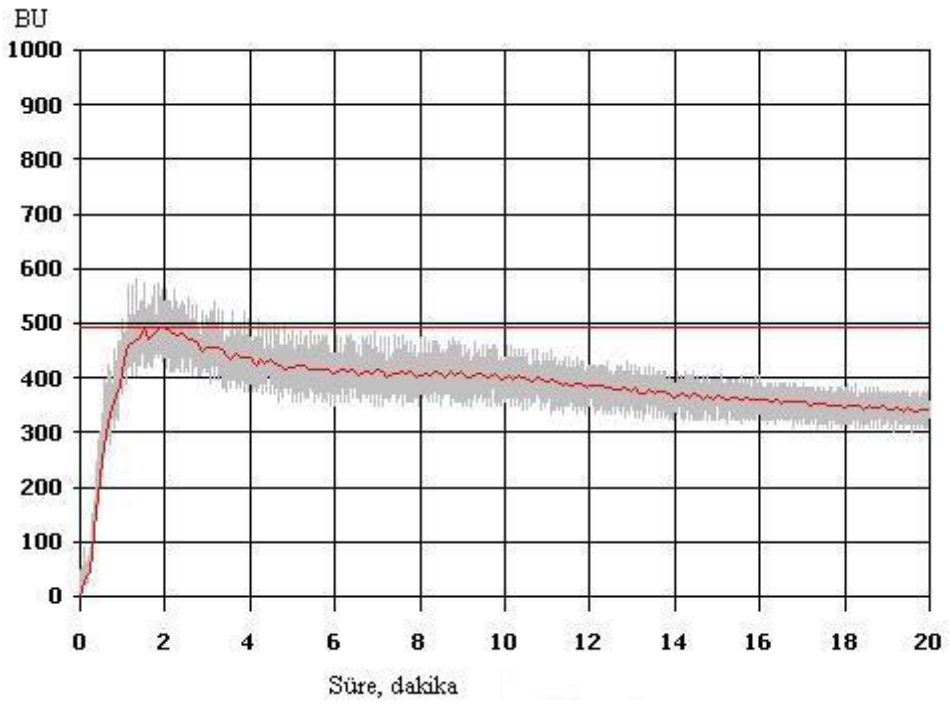
Ek Şekil 3.1 C grubu farinograf grafiği



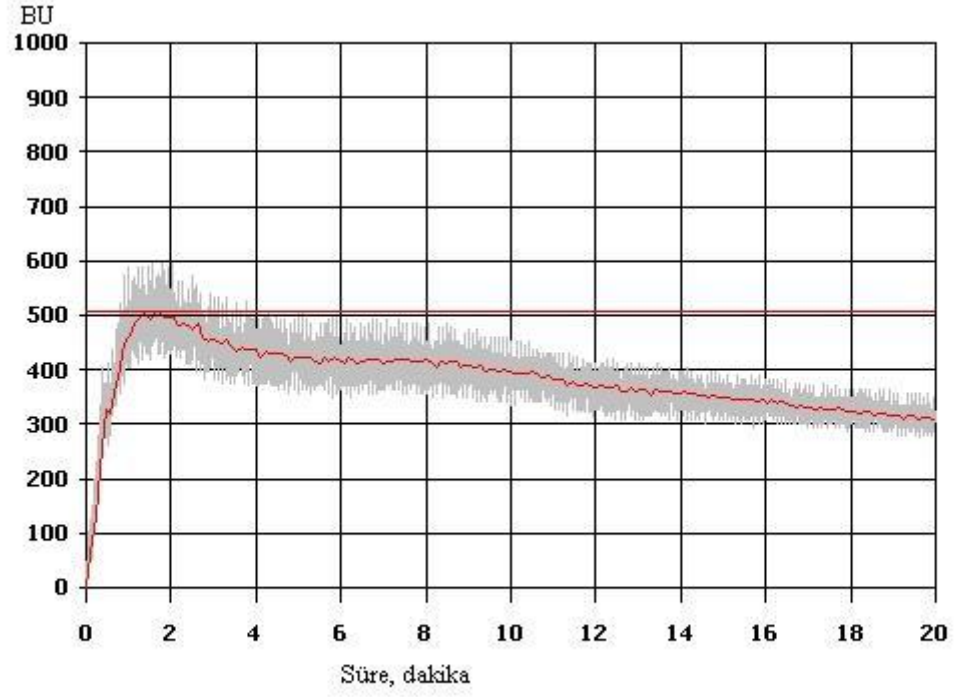
Ek Şekil 3.2 SE1 grubu farinograf grafiği



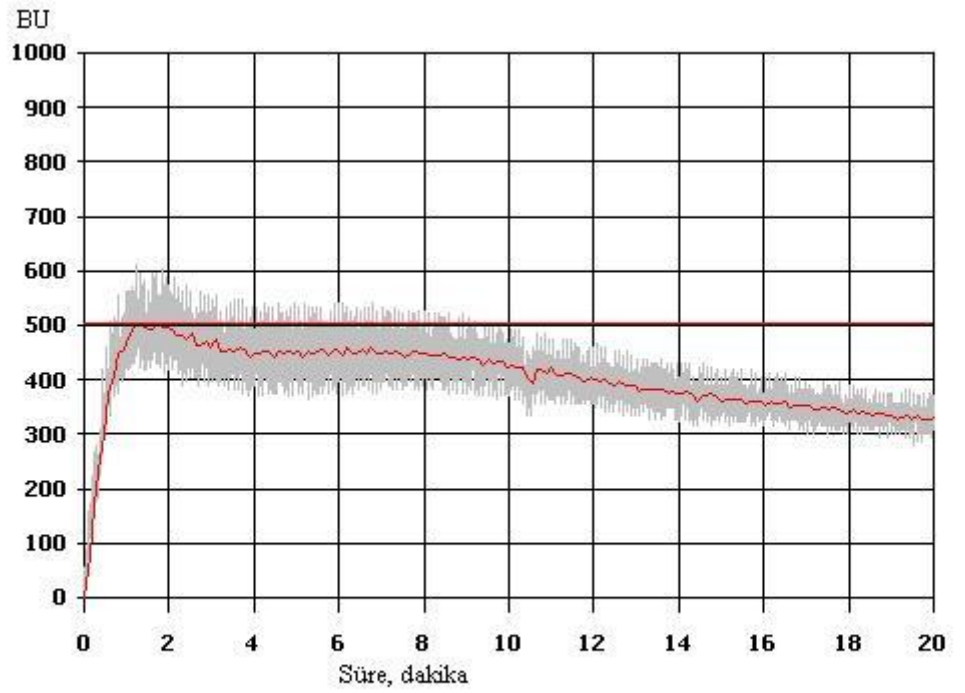
Ek Şekil 3.3 SE2 grubu farinograf grafiği



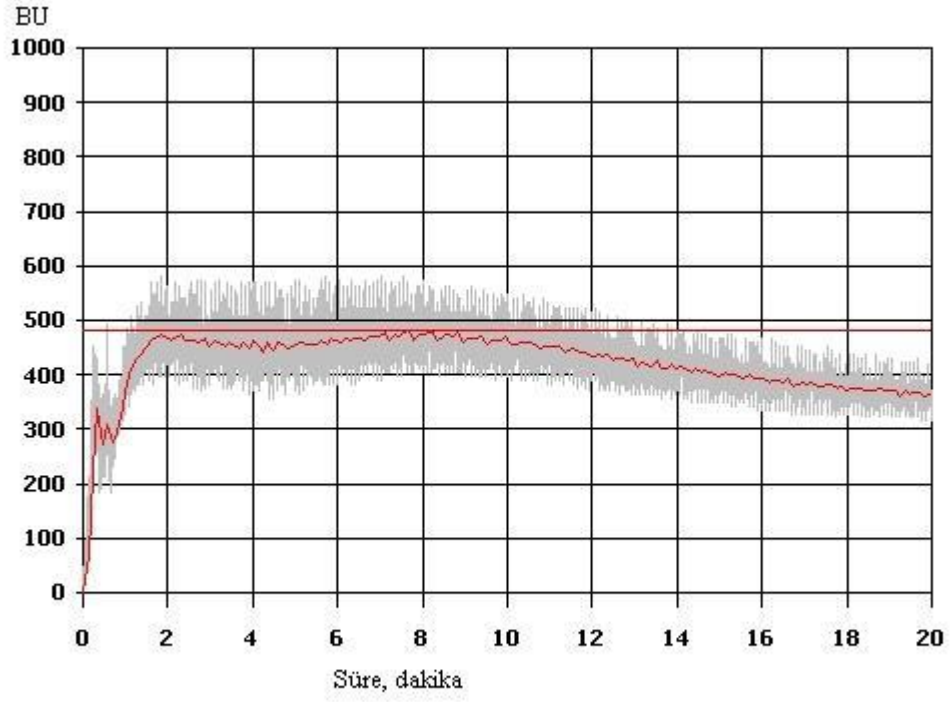
Ek Şekil 3.4 SE3 grubu farinograf grafiği



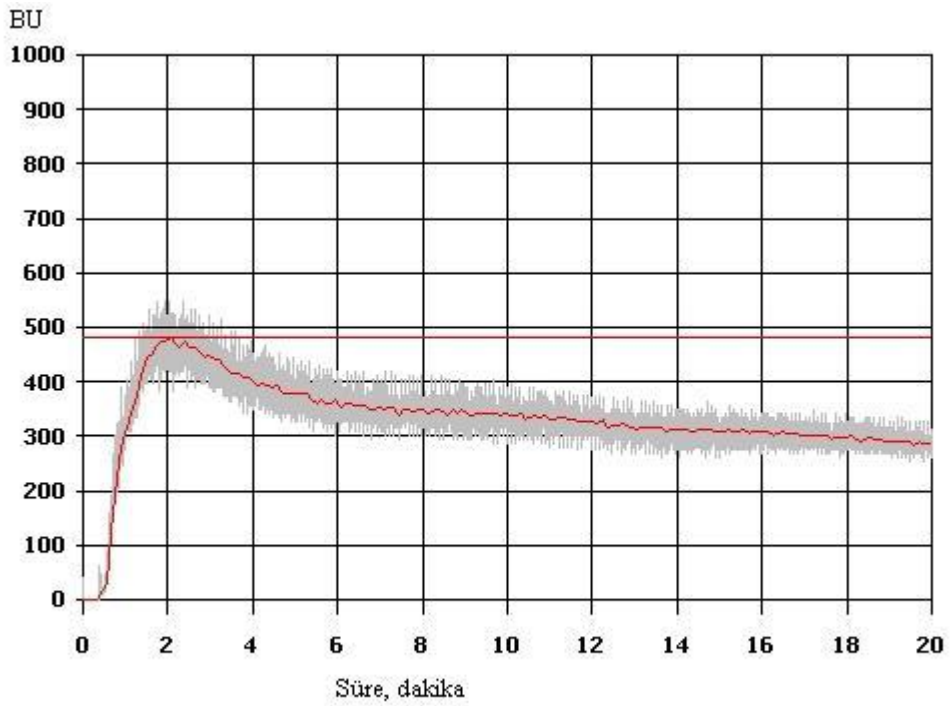
Ek Şekil 3.5 PTE4 grubu farinograf grafiği



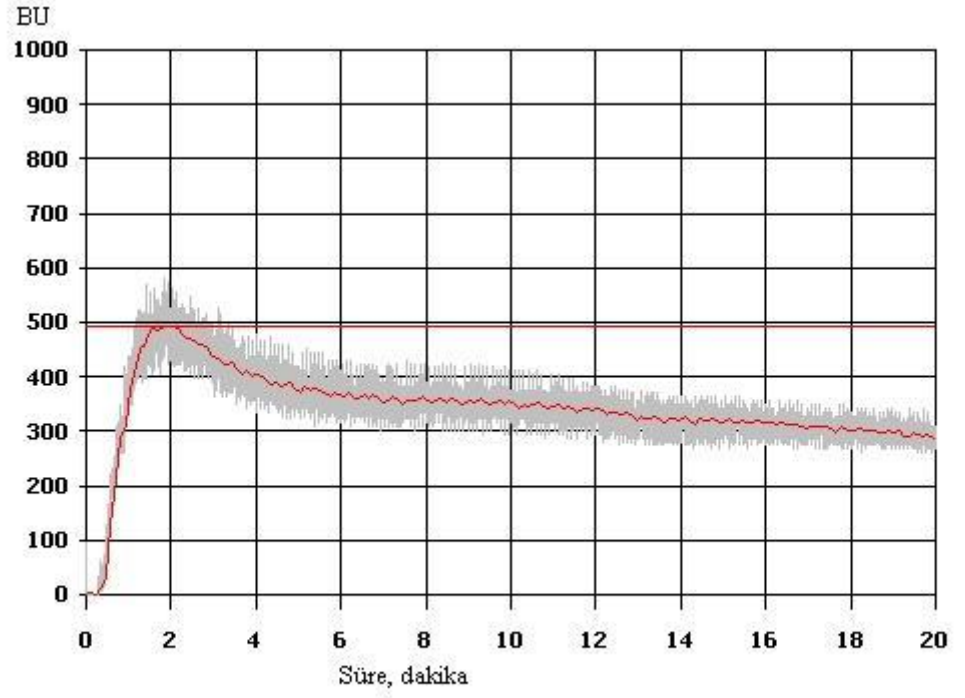
Ek Şekil 3.6 PTE8 grubu farinograf grafiği



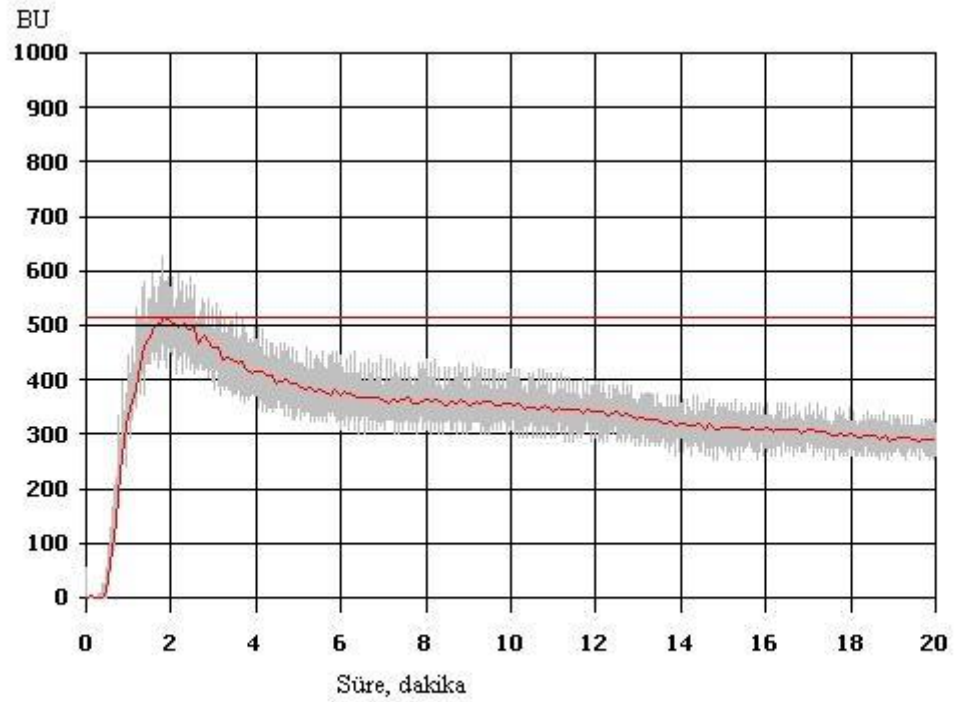
Ek Şekil 3.7 PTE12 grubu farinograf grafiği



Ek Şekil 3.8 PE1 grubu farinograf grafiği



Ek Şekil 3.9 PE2 grubu farinograf grafiği



Ek Şekil 3.10 PE4 grubu farinograf grafiği

Ek 4 Ekmek Sonuçları

Ek 4.1 Ekmeklerin Hacim Değerleri

ÖRNEK KODLARI	HACİM (ML)	ORTALAMA VE STANDARD SAPMA DEĞERLERİ
C	951	953±20
C	955	
C	953	
SE1	805	802±10,41
SE1	810	
SE1	790	
SE2	900	897±5,77
SE2	900	
SE2	890	
SE3	902	909±6,56
SE3	915	
SE3	910	
PTE4	775	777±2,65
PTE4	780	
PTE4	776	
PTE8	865	852±12,58
PTE8	840	
PTE8	850	
PTE12	840	857±15,28
PTE12	870	
PTE12	860	
PE1	835	822±12,58
PE1	810	
PE1	820	
PE2	875	868±7,64
PE2	870	
PE2	860	
PE4	900	913±12,58
PE4	915	
PE4	925	

EK 4.2 Ekmeklerin Nem Değerleri

ÖRNEK KODLARI	NEM MİKTARI (%)	ORTALAMA VE STANDARD SAPMA DEĞERLERİ
C	38,7880	38,76±1,01
C	39,9831	
C	37,5118	
SE1	39,1058	38,83±0,56
SE1	35,8164	
SE1	41,5722	
SE2	39,7602	39,22±0,29
SE2	39,3552	
SE2	38,5302	
SE3	38,1079	38,49±0,80
SE3	37,7275	
SE3	39,6210	
PTE4	38,5661	39,07±0,62
PTE4	38,8649	
PTE4	39,7648	
PTE8	36,3355	36,99±1,13
PTE8	36,3355	
PTE8	38,2883	
PTE12	36,0684	35,02±0,99
PTE12	34,8878	
PTE12	34,1077	
PE1	39,4206	39,58±0,62
PE1	40,2017	
PE1	39,1090	
PE2	40,9518	40,84±1,13
PE2	40,5092	
PE2	41,0619	
PE4	40,0694	39,61±0,99
PE4	38,6855	
PE4	40,0735	

Ek 4.3 Ekmeklerin Doku Analiz Sonuçları

ÖRNEK KODLARI	SIKIŞTIRILABİLİRLİK DEĞERLERİ	ORTALAMA SIKIŞTIRILABİLİRLİK DEĞERİ	STANDARD SAPMA
C	1,7241	1,7219	0,0068
C	1,7143		
C	1,7273		
PTE4	2,6813	2,6275	0,1704
PTE4	2,7646		
PTE4	2,4367		
PTE8	2,8929	2,8379	0,1115
PTE8	2,7095		
PTE8	2,9113		
PTE12	4,6636	4,2821	0,3404
PTE12	4,0095		
PTE12	4,1733		
PE1	1,1938	1,4611	0,2351
PE1	1,5531		
PE1	1,6363		
PE2	1,1900	1,2840	0,1124
PE2	1,2536		
PE2	1,4085		
PE4	1,1157	1,2137	0,0877
PE4	1,2849		
PE4	1,2406		
SE1	2,4333	2,1843	0,2647
SE1	1,9063		
SE1	2,2134		
SE2	2,5146	2,5120	0,2249
SE2	2,2859		
SE2	2,7356		
SE3	2,9223	2,9141	0,0888
SE3	2,8215		
SE3	2,9985		

Ek 4.4 Duyusal Analiz Sonuçları

1.DEĞERLENDİRME			
1. Grup			
Panelistler	SE1	SE2	SE3
1	3	2	1
2	2	3	1
3	2	1	3
4	3	1	2
5	2	1	3
6	3	1	2
7	1	3	2
8	1	3	2
9	3	1	2
10	3	1	2
TOPLAM	23	17	20
STD SAPMA	0,82	0,95	0,67
2.grup			
Panelistler	PE1	PE2	PE3
1	1	3	2
2	1	2	3
3	3	2	1
4	2	3	1
5	3	1	2
6	3	1	2
7	3	1	2
8	3	2	1
9	2	3	1
10	3	2	1
TOPLAM	24	20	16
STD SAPMA	0,84	0,82	0,70
3.grup			
panelistler	PTE4	PTE8	PTE12
1	1	2	3
2	1	2	3
3	2	1	3
4	2	1	3
5	3	1	2
6	3	2	1
7	2	1	3
8	1	2	3
9	2	3	1
10	1	3	2
TOPLAM	18	18	24
STD SAPMA	0,79	0,79	0,84

2.DEĞERLENDİRME			
1. Grup			
Panelistler	SE1	PE1	PTE4
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	3	2	1
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	3	2
8	3	2	1
9	3	1	2
10	3	2	1
TOPLAM	18	20	22
STDSAPMA	1,03	0,47	0,92
2.grup			
panelistler	SE2	PE2	PTE8
1	1	3	2
2	1	3	2
3	1	2	3
4	1	2	3
5	1	3	2
6	1	3	2
7	1	2	3
8	2	1	3
9	1	2	3
10	2	1	3
TOPLAM	12	22	26
STDSAPMA	0,42	0,79	0,52
3.grup			
Panelistler	SE3	PE4	PTE12
1	3	2	1
2	3	1	2
3	2	1	3
4	2	1	3
5	1	2	3
6	1	2	3
7	3	2	1
8	3	2	1
9	3	1	2
10	3	1	2
TOPLAM	24	15	21
STDSAPMA	0,84	0,53	0,88

EK-5 Pekmez Tozu İstatiksel Analiz (SPSS) Sonuçları

Ek 5.1 Pekmez tozlarının antioksidan aktivitesinin istatistiksel sonuçları

	(I) ORNEKKO DU	(J) ORNEKKOD U	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	KB1	KB2	7,38219*	1,34468	,000	4,4981	10,2662
		KB3	9,33977*	1,34468	,000	6,4557	12,2238
		KB4	-6,14318*	1,34468	,000	-9,0272	-3,2591
		KB5	-1,93793	1,34468	,172	-4,8220	,9461
		KB6	,51948	1,34468	,705	-2,3646	3,4035
		KB	-12,49674*	1,34468	,000	-15,3808	-9,6127
	KB2	KB1	-7,38219*	1,34468	,000	-10,2662	-4,4981
		KB3	1,95759	1,34468	,168	-,9265	4,8416
		KB4	-13,52537*	1,34468	,000	-16,4094	-
		KB5	-9,32012*	1,34468	,000	-12,2042	10,6413
		KB6	-6,86271*	1,34468	,000	-9,7468	-6,4361
		KB	-19,87893*	1,34468	,000	-22,7630	-3,9787
						-	16,9949
	KB3	KB1	-9,33977*	1,34468	,000	-12,2238	-6,4557
		KB2	-1,95759	1,34468	,168	-4,8416	,9265
		KB4	-15,48295*	1,34468	,000	-18,3670	-
		KB5	-11,27770*	1,34468	,000	-14,1618	12,5989
		KB6	-8,82029*	1,34468	,000	-11,7043	-8,3937
		KB	-21,83651*	1,34468	,000	-24,7206	-5,9362
						-	18,9525
	KB4	KB1	6,14318*	1,34468	,000	3,2591	9,0272
		KB2	13,52537*	1,34468	,000	10,6413	16,4094
		KB3	15,48295*	1,34468	,000	12,5989	18,3670
		KB5	4,20525*	1,34468	,007	1,3212	7,0893
		KB6	6,66266*	1,34468	,000	3,7786	9,5467
		KB	-6,35356*	1,34468	,000	-9,2376	-3,4695
	KB5	KB1	1,93793	1,34468	,172	-,9461	4,8220
		KB2	9,32012*	1,34468	,000	6,4361	12,2042
		KB3	11,27770*	1,34468	,000	8,3937	14,1618
		KB4	-4,20525*	1,34468	,007	-7,0893	-1,3212
		KB6	2,45741	1,34468	,089	-,4266	5,3415
		KB	-10,55881*	1,34468	,000	-13,4429	-7,6748
	KB6	KB1	-,51948	1,34468	,705	-3,4035	2,3646
		KB2	6,86271*	1,34468	,000	3,9787	9,7468
		KB3	8,82029*	1,34468	,000	5,9362	11,7043
		KB4	-6,66266*	1,34468	,000	-9,5467	-3,7786
		KB5	-2,45741	1,34468	,089	-5,3415	,4266
		KB	-13,01622*	1,34468	,000	-15,9003	-
							10,1322
	K B	KB1	12,49674*	1,34468	,000	9,6127	15,3808
		KB2	19,87893*	1,34468	,000	16,9949	22,7630
		KB3	21,83651*	1,34468	,000	18,9525	24,7206
		KB4	6,35356*	1,34468	,000	3,4695	9,2376
		KB5	10,55881*	1,34468	,000	7,6748	13,4429
		KB6	13,01622*	1,34468	,000	10,1322	15,9003

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.2 Pekmez tozlarının toplam fenol miktarının istatistiksel sonuçları

	(I) ORNEKKODU	(J) ORNEKKODU	Mean Diff erence (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	KB1	KB2	1,02414*	,18788	,000	,6212	1,4271
		KB3	1,21809*	,18788	,000	,8151	1,6210
		KB4	-2,19913*	,18788	,000	-2,6021	-1,7962
		KB5	-1,90677*	,18788	,000	-2,3097	-1,5038
		KB6	-1,64080*	,18788	,000	-2,0438	-1,2378
		KB	-7,91790*	,18788	,000	-8,3209	-7,5149
	KB2	KB1	-1,02414*	,18788	,000	-1,4271	-,6212
		KB3	,19395	,18788	,319	-,2090	,5969
		KB4	-3,22327*	,18788	,000	-3,6262	-2,8203
		KB5	-2,93090*	,18788	,000	-3,3339	-2,5279
		KB6	-2,66494*	,18788	,000	-3,0679	-2,2620
		KB	-8,94204*	,18788	,000	-9,3450	-8,5391
	KB3	KB1	-1,21809*	,18788	,000	-1,6210	-,8151
		KB2	-,19395	,18788	,319	-,5969	,2090
		KB4	-3,41722*	,18788	,000	-3,8202	-3,0143
		KB5	-3,12485*	,18788	,000	-3,5278	-2,7219
		KB6	-2,85889*	,18788	,000	-3,2618	-2,4559
		KB	-9,13599*	,18788	,000	-9,5389	-8,7330
	KB4	KB1	2,19913*	,18788	,000	1,7962	2,6021
		KB2	3,22327*	,18788	,000	2,8203	3,6262
		KB3	3,41722*	,18788	,000	3,0143	3,8202
		KB5	,29237	,18788	,142	-,1106	,6953
		KB6	,55833*	,18788	,010	,1554	,9613
		KB	-5,71877*	,18788	,000	-6,1217	-5,3158
	KB5	KB1	1,90677*	,18788	,000	1,5038	2,3097
		KB2	2,93090*	,18788	,000	2,5279	3,3339
		KB3	3,12485*	,18788	,000	2,7219	3,5278
		KB4	-,29237	,18788	,142	-,6953	,1106
		KB6	,26597	,18788	,179	-,1370	,6689
		KB	-6,01114*	,18788	,000	-6,4141	-5,6082
	KB6	KB1	1,64080*	,18788	,000	1,2378	2,0438
		KB2	2,66494*	,18788	,000	2,2620	3,0679
		KB3	2,85889*	,18788	,000	2,4559	3,2618
		KB4	-,55833*	,18788	,010	-,9613	-,1554
		KB5	-,26597	,18788	,179	-,6689	,1370
		KB	-6,27710*	,18788	,000	-6,6801	-5,8741
	KB	KB1	7,91790*	,18788	,000	7,5149	8,3209
		KB2	8,94204*	,18788	,000	8,5391	9,3450
		KB3	9,13599*	,18788	,000	8,7330	9,5389
		KB4	5,71877*	,18788	,000	5,3158	6,1217
		KB5	6,01114*	,18788	,000	5,6082	6,4141
		KB6	6,27710*	,18788	,000	5,8741	6,6801

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.3 Pekmez tozlarının nem değerlerinin istatistiksel sonuçları

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
(I) ORNEKKODU	(J) ORNEKKODU						
LSD	KB1	KB2	-,08000*	,02681	,011	-,1384	-,0216
		KB3	-,23667*	,02681	,000	-,2951	-,1783
		KB4	-,33000*	,02681	,000	-,3884	-,2716
		KB5	-,48000*	,02681	,000	-,5384	-,4216
		KB6	-,66667*	,02681	,000	-,7251	-,6083
	KB2	KB1	,08000*	,02681	,011	,0216	,1384
		KB3	-,15667*	,02681	,000	-,2151	-,0983
		KB4	-,25000*	,02681	,000	-,3084	-,1916
		KB5	-,40000*	,02681	,000	-,4584	-,3416
		KB6	-,58667*	,02681	,000	-,6451	-,5283
	KB3	KB1	,23667*	,02681	,000	,1783	,2951
		KB2	,15667*	,02681	,000	,0983	,2151
		KB4	-,09333*	,02681	,005	-,1517	-,0349
		KB5	-,24333*	,02681	,000	-,3017	-,1849
		KB6	-,43000*	,02681	,000	-,4884	-,3716
	KB4	KB1	,33000*	,02681	,000	,2716	,3884
		KB2	,25000*	,02681	,000	,1916	,3084
		KB3	,09333*	,02681	,005	,0349	,1517
		KB5	-,15000*	,02681	,000	-,2084	-,0916
		KB6	-,33667*	,02681	,000	-,3951	-,2783
	KB5	KB1	,48000*	,02681	,000	,4216	,5384
		KB2	,40000*	,02681	,000	,3416	,4584
		KB3	,24333*	,02681	,000	,1849	,3017
		KB4	,15000*	,02681	,000	,0916	,2084
		KB6	-,18667*	,02681	,000	-,2451	-,1283
	KB6	KB1	,66667*	,02681	,000	,6083	,7251
		KB2	,58667*	,02681	,000	,5283	,6451
		KB3	,43000*	,02681	,000	,3716	,4884
		KB4	,33667*	,02681	,000	,2783	,3951
		KB5	,18667*	,02681	,000	,1283	,2451

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.4 Pekmez tozlarının su aktivitelerinin istatistiksel sonuçları

	(I) ORNEKKODU	(J) ORNEKKODU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	KB1	KB2	-,01733*	,00296	,000	-,0238	-,0109
		KB3	-,04967*	,00296	,000	-,0561	-,0432
		KB4	-,00667*	,00296	,044	-,0131	-,0002
		KB5	-,02633*	,00296	,000	-,0328	-,0199
		KB6	-,07367*	,00296	,000	-,0801	-,0672
	KB2	KB1	,01733*	,00296	,000	,0109	,0238
		KB3	-,03233*	,00296	,000	-,0388	-,0259
		KB4	,01067*	,00296	,004	,0042	,0171
		KB5	-,00900*	,00296	,010	-,0155	-,0025
		KB6	-,05633*	,00296	,000	-,0628	-,0499
	KB3	KB1	,04967*	,00296	,000	,0432	,0561
		KB2	,03233*	,00296	,000	,0259	,0388
		KB4	,04300*	,00296	,000	,0365	,0495
		KB5	,02333*	,00296	,000	,0169	,0298
		KB6	-,02400*	,00296	,000	-,0305	-,0175
	KB4	KB1	,00667*	,00296	,044	,0002	,0131
		KB2	-,01067*	,00296	,004	-,0171	-,0042
		KB3	-,04300*	,00296	,000	-,0495	-,0365
		KB5	-,01967*	,00296	,000	-,0261	-,0132
		KB6	-,06700*	,00296	,000	-,0735	-,0605
	KB5	KB1	,02633*	,00296	,000	,0199	,0328
		KB2	,00900*	,00296	,010	,0025	,0155
		KB3	-,02333*	,00296	,000	-,0298	-,0169
		KB4	,01967*	,00296	,000	,0132	,0261
		KB6	-,04733*	,00296	,000	-,0538	-,0409
	KB6	KB1	,07367*	,00296	,000	,0672	,0801
		KB2	,05633*	,00296	,000	,0499	,0628
		KB3	,02400*	,00296	,000	,0175	,0305
		KB4	,06700*	,00296	,000	,0605	,0735
		KB5	,04733*	,00296	,000	,0409	,0538

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.5. Pekmez Tozlarının Renk Ölçümlerinin İstatistiksel Analizi

Ek 5.5.a Pekmez tozlarının parlaklık (L) değerlerinin istatistiksel sonuçları

			Mean Diff erence (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
(I) ÖRNEKKODU	(J) ÖRNEKKODU						
LSD	KB1	KB2	1,21750*	,02801	,000	1,1586	1,2764
		KB3	2,27500*	,02801	,000	2,2161	2,3339
		KB4	4,14500*	,02801	,000	4,0861	4,2039
		KB5	5,11250*	,02801	,000	5,0536	5,1714
		KB6	5,70500*	,02801	,000	5,6461	5,7639
	KB2	KB1	-1,21750*	,02801	,000	-1,2764	-1,1586
		KB3	1,05750*	,02801	,000	,9986	1,1164
		KB4	2,92750*	,02801	,000	2,8686	2,9864
		KB5	3,89500*	,02801	,000	3,8361	3,9539
		KB6	4,48750*	,02801	,000	4,4286	4,5464
	KB3	KB1	-2,27500*	,02801	,000	-2,3339	-2,2161
		KB2	-1,05750*	,02801	,000	-1,1164	-,9986
		KB4	1,87000*	,02801	,000	1,8111	1,9289
		KB5	2,83750*	,02801	,000	2,7786	2,8964
		KB6	3,43000*	,02801	,000	3,3711	3,4889
	KB4	KB1	-4,14500*	,02801	,000	-4,2039	-4,0861
		KB2	-2,92750*	,02801	,000	-2,9864	-2,8686
		KB3	-1,87000*	,02801	,000	-1,9289	-1,8111
		KB5	,96750*	,02801	,000	,9086	1,0264
		KB6	1,56000*	,02801	,000	1,5011	1,6189
	KB5	KB1	-5,11250*	,02801	,000	-5,1714	-5,0536
		KB2	-3,89500*	,02801	,000	-3,9539	-3,8361
		KB3	-2,83750*	,02801	,000	-2,8964	-2,7786
		KB4	-,96750*	,02801	,000	-1,0264	-,9086
		KB6	,59250*	,02801	,000	,5336	,6514
	KB6	KB1	-5,70500*	,02801	,000	-5,7639	-5,6461
		KB2	-4,48750*	,02801	,000	-4,5464	-4,4286
		KB3	-3,43000*	,02801	,000	-3,4889	-3,3711
		KB4	-1,56000*	,02801	,000	-1,6189	-1,5011
		KB5	-,59250*	,02801	,000	-,6514	-,5336

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.5.b Pekmez tozlarının kırmızılık (a) değerlerinin istatistiksel sonuçları

	(I) ÖRNEKKODU	(J) ÖRNEKKODU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	KB1	KB2	-,04000*	,01057	,001	-,0622	-,0178
		KB3	-,13750*	,01057	,000	-,1597	-,1153
		KB4	-,46500*	,01057	,000	-,4872	-,4428
		KB5	-,72750*	,01057	,000	-,7497	-,7053
		KB6	-,84250*	,01057	,000	-,8647	-,8203
	KB2	KB1	,04000*	,01057	,001	,0178	,0622
		KB3	-,09750*	,01057	,000	-,1197	-,0753
		KB4	-,42500*	,01057	,000	-,4472	-,4028
		KB5	-,68750*	,01057	,000	-,7097	-,6653
		KB6	-,80250*	,01057	,000	-,8247	-,7803
	KB3	KB1	,13750*	,01057	,000	,1153	,1597
		KB2	,09750*	,01057	,000	,0753	,1197
		KB4	-,32750*	,01057	,000	-,3497	-,3053
		KB5	-,59000*	,01057	,000	-,6122	-,5678
		KB6	-,70500*	,01057	,000	-,7272	-,6828
	KB4	KB1	,46500*	,01057	,000	,4428	,4872
		KB2	,42500*	,01057	,000	,4028	,4472
		KB3	,32750*	,01057	,000	,3053	,3497
		KB5	-,26250*	,01057	,000	-,2847	-,2403
		KB6	-,37750*	,01057	,000	-,3997	-,3553
	KB5	KB1	,72750*	,01057	,000	,7053	,7497
		KB2	,68750*	,01057	,000	,6653	,7097
		KB3	,59000*	,01057	,000	,5678	,6122
		KB4	,26250*	,01057	,000	,2403	,2847
		KB6	-,11500*	,01057	,000	-,1372	-,0928
	KB6	KB1	,84250*	,01057	,000	,8203	,8647
		KB2	,80250*	,01057	,000	,7803	,8247
		KB3	,70500*	,01057	,000	,6828	,7272
		KB4	,37750*	,01057	,000	,3553	,3997
		KB5	,11500*	,01057	,000	,0928	,1372

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

Ek 5.5.c Pekmez tozlarının sarılık (b) değerlerinin istatistiksel sonuçları

			Mean Diff erence (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interv al	
(I) ÖRNEKKODU	(J) ÖRNEKKODU					Lower Bound	Upper Bound
LSD	KB1	KB2	,35500*	,01061	,000	,3327	,3773
		KB3	,95500*	,01061	,000	,9327	,9773
		KB4	-,72000*	,01061	,000	-,7423	-,6977
		KB5	-1,05500*	,01061	,000	-1,0773	-1,0327
		KB6	-1,32500*	,01061	,000	-1,3473	-1,3027
	KB2	KB1	-,35500*	,01061	,000	-,3773	-,3327
		KB3	,60000*	,01061	,000	,5777	,6223
		KB4	-1,07500*	,01061	,000	-1,0973	-1,0527
		KB5	-1,41000*	,01061	,000	-1,4323	-1,3877
		KB6	-1,68000*	,01061	,000	-1,7023	-1,6577
	KB3	KB1	-,95500*	,01061	,000	-,9773	-,9327
		KB2	-,60000*	,01061	,000	-,6223	-,5777
		KB4	-1,67500*	,01061	,000	-1,6973	-1,6527
		KB5	-2,01000*	,01061	,000	-2,0323	-1,9877
		KB6	-2,28000*	,01061	,000	-2,3023	-2,2577
	KB4	KB1	,72000*	,01061	,000	,6977	,7423
		KB2	1,07500*	,01061	,000	1,0527	1,0973
		KB3	1,67500*	,01061	,000	1,6527	1,6973
		KB5	-,33500*	,01061	,000	-,3573	-,3127
		KB6	-,60500*	,01061	,000	-,6273	-,5827
	KB5	KB1	1,05500*	,01061	,000	1,0327	1,0773
		KB2	1,41000*	,01061	,000	1,3877	1,4323
		KB3	2,01000*	,01061	,000	1,9877	2,0323
		KB4	,33500*	,01061	,000	,3127	,3573
		KB6	-,27000*	,01061	,000	-,2923	-,2477
	KB6	KB1	1,32500*	,01061	,000	1,3027	1,3473
		KB2	1,68000*	,01061	,000	1,6577	1,7023
		KB3	2,28000*	,01061	,000	2,2577	2,3023
		KB4	,60500*	,01061	,000	,5827	,6273
		KB5	,27000*	,01061	,000	,2477	,2923

*. The mean difference is significant at the . 05 level.

EK- 6 Ekmek Denemelerinin İstatistiksel Analizi

Ek 6.1 Ekmek Hacimlerinin İstatistiksel Analizi

	(I) ekmek örnekler	(J) ekmek örnekleri	Mean D ifference (I-J)	S td. E rror	S ig.	95% Confidence Interval	
						Lower B ound	Upper B ound
LS D	C	SE1	161,66667*	13,1 021 6	,000	1 34,3360	188,9973
		SE2	53,33333*	13,1 021 6	,001	26,0027	80,6640
		SE3	50,00000*	13,1 021 6	,001	22,6694	77,3306
		P TE 4	175,00000*	13,1 021 6	,000	1 47,6694	202,3306
		P TE 8	101,66667*	13,1 021 6	,000	74,3360	128,9973
		P TE 1 2	96,66667*	13,1 021 6	,000	69,3360	123,9973
		PE1	131,66667*	13,1 021 6	,000	1 04,3360	158,9973
		PE2	85,00000*	13,1 021 6	,000	57,6694	11 2,3306
		PE4	40,00000*	13,1 021 6	,006	12,6694	67,3306
	SE1	C	-161,66667*	13,1 021 6	,000	-1 88,9973	-134,3360
		SE2	-108,33333*	13,1 021 6	,000	-1 35,6640	-81,0027
		SE3	-111,66667*	13,1 021 6	,000	-1 38,9973	-84,3360
		P TE 4	13,33333	13,1 021 6	,321	-13,9973	40,6640
		P TE 8	-60,00000*	13,1 021 6	,000	-87,3306	-32,6694
		P TE 1 2	-65,00000*	13,1 021 6	,000	-92,3306	-37,6694
		PE1	-30,00000*	13,1 021 6	,033	-57,3306	-2,6694
		PE2	-76,66667*	13,1 021 6	,000	-1 03,9973	-49,3360
		PE4	-121,66667*	13,1 021 6	,000	-1 48,9973	-94,3360
	SE2	C	-53,33333*	13,1 021 6	,001	-80,6640	-26,0027
		SE1	108,33333*	13,1 021 6	,000	81,0027	135,6640
		SE3	-3,33333	13,1 021 6	,802	-30,6640	23,9973
		P TE 4	121,66667*	13,1 021 6	,000	94,3360	148,9973
		P TE 8	48,33333*	13,1 021 6	,001	21,0027	75,6640
		P TE 1 2	43,33333*	13,1 021 6	,004	16,0027	70,6640
		PE1	78,33333*	13,1 021 6	,000	51,0027	105,6640
		PE2	31,66667*	13,1 021 6	,025	4,3360	58,9973
		PE4	-1 3,33333	13,1 021 6	,321	-40,6640	13,9973
	SE3	C	-50,00000*	13,1 021 6	,001	-77,3306	-22,6694
		SE1	11 1,66667*	13,1 021 6	,000	84,3360	138,9973
		SE2	3,33333	13,1 021 6	,802	-23,9973	30,6640
		P TE 4	125,00000*	13,1 021 6	,000	97,6694	152,3306
		P TE 8	51,66667*	13,1 021 6	,001	24,3360	78,9973
		P TE 1 2	46,66667*	13,1 021 6	,002	19,3360	73,9973
		PE1	81,66667*	13,1 021 6	,000	54,3360	108,9973
		PE2	35,00000*	13,1 021 6	,01 5	7,6694	62,3306
		PE4	-1 0,00000	13,1 021 6	,454	-37,3306	17,3306
	P TE 4	C	-175,00000*	13,1 021 6	,000	-202,3306	-147,6694
		SE1	-1 3,33333	13,1 021 6	,321	-40,6640	13,9973
		SE2	-121,66667*	13,1 021 6	,000	-1 48,9973	-94,3360
		SE3	-125,00000*	13,1 021 6	,000	-1 52,3306	-97,6694
		P TE 8	-73,33333*	13,1 021 6	,000	-1 00,6640	-46,0027
		P TE 1 2	-78,33333*	13,1 021 6	,000	-1 05,6640	-51,0027
		PE1	-43,33333*	13,1 021 6	,004	-70,6640	-1 6,0027
		PE2	-90,00000*	13,1 021 6	,000	-117,3306	-62,6694
		PE4	-135,00000*	13,1 021 6	,000	-1 62,3306	-107,6694
	P TE 8	C	-101,66667*	13,1 021 6	,000	-1 28,9973	-74,3360
		SE1	60,00000*	13,1 021 6	,000	32,6694	87,3306
		SE2	-48,33333*	13,1 021 6	,001	-75,6640	-21,0027
		SE3	-51,66667*	13,1 021 6	,001	-78,9973	-24,3360
		P TE 4	73,33333*	13,1 021 6	,000	46,0027	100,6640
		P TE 1 2	-5,00000	13,1 021 6	,707	-32,3306	22,3306
		PE1	30,00000*	13,1 021 6	,033	2,6694	57,3306
		PE2	-1 6,66667	13,1 021 6	,21 8	-43,9973	10,6640
		PE4	-61,66667*	13,1 021 6	,000	-88,9973	-34,3360

P TE 1 2	C	-96,66667*	13,1 021 6	,000	-1 23,9973	-69,3360
	SE1	65,00000*	13,1 021 6	,000	37,6694	92,3306
	SE2	-43,33333*	13,1 021 6	,004	-70,6640	-1 6,0027
	SE3	-46,66667*	13,1 021 6	,002	-73,9973	-1 9,3360
	P TE 4	78,33333*	13,1 021 6	,000	51,0027	105,6640
	P TE 8	5,00000	13,1 021 6	,707	-22,3306	32,3306
	PE1	35,00000*	13,1 021 6	,01 5	7,6694	62,3306
	PE2	-11,66667	13,1 021 6	,384	-38,9973	15,6640
	PE4	-56,66667*	13,1 021 6	,000	-83,9973	-29,3360
PE1	C	-131,66667*	13,1 021 6	,000	-1 58,9973	-104,3360
	SE1	30,00000*	13,1 021 6	,033	2,6694	57,3306
	SE2	-78,33333*	13,1 021 6	,000	-1 05,6640	-51,0027
	SE3	-81,66667*	13,1 021 6	,000	-1 08,9973	-54,3360
	P TE 4	43,33333*	13,1 021 6	,004	16,0027	70,6640
	P TE 8	-30,00000*	13,1 021 6	,033	-57,3306	-2,6694
	P TE 1 2	-35,00000*	13,1 021 6	,01 5	-62,3306	-7,6694
	PE2	-46,66667*	13,1 021 6	,002	-73,9973	-1 9,3360
	PE4	-91,66667*	13,1 021 6	,000	-118,9973	-64,3360
PE2	C	-85,00000*	13,1 021 6	,000	-112,3306	-57,6694
	SE1	76,66667*	13,1 021 6	,000	49,3360	103,9973
	SE2	-31,66667*	13,1 021 6	,025	-58,9973	-4,3360
	SE3	-35,00000*	13,1 021 6	,01 5	-62,3306	-7,6694
	P TE 4	90,00000*	13,1 021 6	,000	62,6694	11 7,3306
	P TE 8	16,66667	13,1 021 6	,21 8	-10,6640	43,9973
	P TE 1 2	11,66667	13,1 021 6	,384	-15,6640	38,9973
	PE1	46,66667*	13,1 021 6	,002	19,3360	73,9973
	PE4	-45,00000*	13,1 021 6	,003	-72,3306	-1 7,6694
PE4	C	-40,00000*	13,1 021 6	,006	-67,3306	-1 2,6694
	SE1	121,66667*	13,1 021 6	,000	94,3360	148,9973
	SE2	13,33333	13,1 021 6	,321	-13,9973	40,6640
	SE3	10,00000	13,1 021 6	,454	-17,3306	37,3306
	P TE 4	135,00000*	13,1 021 6	,000	1 07,6694	162,3306
	P TE 8	61,66667*	13,1 021 6	,000	34,3360	88,9973
	P TE 1 2	56,66667*	13,1 021 6	,000	29,3360	83,9973
	PE1	91,66667*	13,1 021 6	,000	64,3360	11 8,9973
	PE2	45,00000*	13,1 021 6	,003	17,6694	72,3306

Ek 6.2 Ekmek Parlaklıklarının (L) İstatistiksel Analizi

(I) ekmekör nekleri	(J) ekmekörne kleri	Mean D ifference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower B ound	Upper Bound
LS D C	SE1	-,26500	,80294	,745	-1,9399	1,4099
	SE2	-,16167	,80294	,842	-1,8366	1,5132
	SE3	,41500	,80294	,611	-1,2599	2,0899
	P TE 4	12,56833*	,80294	,000	10,8934	14,2432
	P TE 8	15,11833*	,80294	,000	13,4434	16,7932
	PTE 12	15,72833*	,80294	,000	14,0534	17,4032
	PE1	11,73500*	,80294	,000	10,0601	13,4099
	PE2	13,66833*	,80294	,000	11,9934	15,3432
	PE4	15,95500*	,80294	,000	14,2801	17,6299
SE1	C	,26500	,80294	,745	-1,4099	1,9399
	SE2	,10333	,80294	,899	-1,5716	1,7782
	SE3	,68000	,80294	,407	-,9949	2,3549
	PTE4	12,83333*	,80294	,000	11,1584	14,5082
	PTE8	15,38333*	,80294	,000	13,7084	17,0582
	PTE12	15,99333*	,80294	,000	14,3184	17,6682
	PE1	12,00000*	,80294	,000	10,3251	13,6749
	PE2	13,93333*	,80294	,000	12,2584	15,6082
	PE4	16,22000*	,80294	,000	14,5451	17,8949
SE2	C	,16167	,80294	,842	-1,51 32	1,8366
	SE1	-,1 0333	,80294	,899	-1,7782	1,571 6
	SE3	,57667	,80294	,481	-1,0982	2,251 6
	PTE4	12,73000*	,80294	,000	11,0551	14,4049
	P TE 8	15,28000*	,80294	,000	13,6051	16,9549
	PTE 12	15,89000*	,80294	,000	1 4,21 51	17,5649
	PE1	11,89667*	,80294	,000	10,2218	1 3 ,5716
	PE2	13,83000*	,80294	,000	12,1551	15,5049
	PE4	16,11667*	,80294	,000	14,4418	17,7916
SE3	C	-,41 500	,80294	,611	-2,0899	1,2599
	SE1	-,68000	,80294	,407	-2,3549	,9949
	SE2	-,57667	,80294	,481	-2,2516	1,0982
	P TE 4	12,15333*	,80294	,000	10,4784	13,8282
	P TE 8	1 4,70333*	,80294	,000	13,0284	16,3782
	PTE 12	15,31 333*	,80294	,000	13,6384	16,9882
	PE1	11,32000*	,80294	,000	9,6451	12,9949
	PE2	13,25333*	,80294	,000	11,5784	14,9282
	PE4	15,54000*	,80294	,000	13,8651	17,2149
P TE 4	C	-12,56833*	,80294	,000	-1 4,2432	-10,8934
	SE1	-12,83333*	,80294	,000	-1 4,5082	-11,1584
	SE2	-12,73000*	,80294	,000	-14,4049	-11,0551
	SE3	-12,15333*	,80294	,000	-1 3,8282	-10,4784
	P TE 8	2,55000*	,80294	,005	,8751	4,2249
	PTE 12	3,16000*	,80294	,001	1,4851	4,8349
	PE1	-,83333	,80294	,312	-2,5082	,841 6
	PE2	1,10000	,80294	,186	-,5749	2,7749
	PE4	3,38667*	,80294	,000	1,7118	5,0616
P TE 8	C	-15,11 833*	,80294	,000	-1 6,7932	-13,4434
	SE1	-15,38333*	,80294	,000	-1 7,0582	-13,7084
	SE2	-15,28000*	,80294	,000	-1 6,9549	-13,6051
	SE3	-14,70333*	,80294	,000	-1 6,3782	-13,0284
	P TE 4	-2,55000*	,80294	,005	-4,2249	-,8751
	PTE 12	,61000	,80294	,456	-1,0649	2,2849
	PE1	-3,38333*	,80294	,000	-5,0582	-1,7084
	PE2	-1,45000	,80294	,086	-3,1 249	,2249
	PE4	,83667	,80294	,310	-,8382	2,5116

PTE 12	C	-15,72833*	,80294	,000	-1 7,4032	-14,0534
	SE1	-15,99333*	,80294	,000	-1 7,6682	-14,3184
	SE2	-15,89000*	,80294	,000	-1 7,5649	-14,2151
	SE3	-15,31333*	,80294	,000	-1 6,9882	-13,6384
	P TE 4	-3,16000*	,80294	,001	-4,8349	-1,4851
	P TE 8	-,6 1 000	,80294	,456	-2,2849	1,0649
	PE1	-3,99333*	,80294	,000	-5,6682	-2,3184
	PE2	-2,06000*	,80294	,018	-3,7349	-,3851
	PE4	,22667	,80294	,781	-1,4482	1,9016
PE1	C	-11,73500*	,80294	,000	-1 3,4099	-10,0601
	SE1	-12,00000*	,80294	,000	-1 3,6749	-10,3251
	SE2	-11,89667*	,80294	,000	-1 3,571 6	-10,221 8
	SE3	-11,32000*	,80294	,000	-1 2,9949	-9,6451
	P TE 4	,83333	,80294	,312	-,841 6	2,5082
	P TE 8	3,38333*	,80294	,000	1,7084	5,0582
	PTE 12	3,99333*	,80294	,000	2,31 84	5,6682
	PE2	1,93333*	,80294	,026	,2584	3,6082
	PE4	4,22000*	,80294	,000	2,5451	5,8949
PE2	C	-13,66833*	,80294	,000	-1 5,3432	-11,9934
	SE1	-13,93333*	,80294	,000	-1 5,6082	-12,2584
	SE2	-13,83000*	,80294	,000	-1 5,5049	-12,1551
	SE3	-13,25333*	,80294	,000	-1 4,9282	-11,5784
	P TE 4	-1,10000	,80294	,186	-2,7749	,5749
	P TE 8	1,45000	,80294	,086	-,2249	3,1249
	PTE 12	2,06000*	,80294	,018	,3851	3,7349
	PE1	-1,93333*	,80294	,026	-3,6082	-,2584
	PE4	2,28667*	,80294	,010	,6118	3,961 6
PE4	C	-15,95500*	,80294	,000	-17,6299	-14,2801
	SE1	-16,22000*	,80294	,000	-17,8949	-14,5451
	SE2	-16,11 667*	,80294	,000	-17,791 6	-14,4418
	SE3	-15,54000*	,80294	,000	-17,2149	-13,8651
	P TE 4	-3,38667*	,80294	,000	-5,0616	-1,7118
	P TE 8	-,83667	,80294	,310	-2,5116	,8382
	PTE 12	-,22667	,80294	,781	-1,9016	1,4482
	PE1	-4,22000*	,80294	,000	-5,8949	-2,5451
	PE2	-2,28667*	,80294	,010	-3,9616	-,6118

Ek 6.3 Ekmek Sarılık (b) Değerlerinin İstatistiksel Analizi

	(I) ekmek örnekleri	(J) ekmek örnekleri	Mean D i fferenc e (I-J)	S td. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LS D	C	SE1	,461 67	,24937	,079	-,0585	,9819
		SE2	,50167	,24937	,058	-,0 1 85	1,0219
		SE3	,06500	,24937	,797	-,4552	,5852
		P TE 4	5,82833*	,24937	,000	5,3081	6,3485
		P TE 8	5,881 67*	,24937	,000	5,361 5	6,4019
		P TE 1 2	4,85833*	,24937	,000	4,3381	5,3785
		PE1	5,451 67*	,24937	,000	4,931 5	5,971 9
		PE2	5,68833*	,24937	,000	5,168 1	6,2085
		PE4	5,531 67*	,24937	,000	5,0115	6,051 9
	SE1	C	-,461 67	,24937	,079	-,9819	,0585
		SE2	,04000	,24937	,874	-,4802	,5602
		SE3	-,3 9667	,24937	,127	-,9 1 69	,1235
		P TE 4	5,36667*	,24937	,000	4,8465	5,8869
		P TE 8	5,42000*	,24937	,000	4,8998	5,9402
		P TE 1 2	4,39667*	,24937	,000	3,8765	4,9169
		PE1	4,99000*	,24937	,000	4,4698	5,51 02
		PE2	5,22667*	,24937	,000	4,7065	5,7469
		PE4	5,07000*	,24937	,000	4,5498	5,5902
	SE2	C	-,5 0167	,24937	,058	-1,021 9	,01 85
		SE1	-,04000	,24937	,874	-,5602	,4802
		SE3	-,4 3667	,24937	,095	-,9569	,0835
		P TE 4	5,32667*	,24937	,000	4,8065	5,8469
		P TE 8	5,38000*	,24937	,000	4,8598	5,9002
		P TE 1 2	4,35667*	,24937	,000	3,8365	4,8769
		PE1	4,95000*	,24937	,000	4,4298	5,4702
		PE2	5,1 8667*	,24937	,000	4,6665	5,7069
		PE4	5,03000*	,24937	,000	4,5098	5,5502
	SE3	C	-,06500	,24937	,797	-,5852	,4552
		SE1	,39667	,24937	,127	-,1 235	,9169
		SE2	,43667	,24937	,095	-,0835	,9569
		P TE 4	5,76333*	,24937	,000	5,243 1	6,2835
		P TE 8	5,81667*	,24937	,000	5,2965	6,3369
		P TE 1 2	4,79333*	,24937	,000	4,273 1	5,3135
		PE1	5,38667*	,24937	,000	4,8665	5,9069
		PE2	5,62333*	,24937	,000	5,103 1	6,1435
		PE4	5,46667*	,24937	,000	4,9465	5,9869
	P TE 4	C	-5,8283 3*	,24937	,000	-6,3485	-5,3081
		SE1	-5,3666 7*	,24937	,000	-5,8869	-4,8465
		SE2	-5,3266 7*	,24937	,000	-5,8469	-4,8065
		SE3	-5,76333*	,24937	,000	-6,2835	-5,2431
		P TE 8	,05333	,24937	,833	-,4669	,5735
		P TE 1 2	-,97000*	,24937	,001	-1,4902	-,4498
		PE1	-,3 7667	,24937	,147	-,8969	,1435
		PE2	-,1 4000	,24937	,581	-,6602	,3802
		PE4	-,2 9667	,24937	,248	-,8 1 69	,2235
	P TE 8	C	-5,88167*	,24937	,000	-6,401 9	-5,3615
		SE1	-5,42000*	,24937	,000	-5,9402	-4,8998
		SE2	-5,3800 0*	,24937	,000	-5,9002	-4,8598
		SE3	-5,8166 7*	,24937	,000	-6,3369	-5,2965
		P TE 4	-,0 5333	,24937	,833	-,5735	,4669
		P TE 1 2	-1,0233 3*	,24937	,001	-1,5435	-,5031
		PE1	-,4 3000	,24937	,1 00	-,9502	,0902
		PE2	-,1 9333	,24937	,447	-,7 1 35	,3269
		PE4	-,3 5000	,24937	,176	-,8702	,1702

P TE 12	C	-4,8583 3*	,24937	,000	-5,3785	-4,3381
	SE1	-4,3966 7*	,24937	,000	-4,9169	-3,8765
	SE2	-4,3566 7*	,24937	,000	-4,8769	-3,8365
	SE3	-4,79333*	,24937	,000	-5,3135	-4,2731
	P TE 4	,97000*	,24937	,001	,4498	1,4902
	P TE 8	1,02333*	,24937	,001	,5031	1,543 5
	PE1	,59333*	,24937	,027	,0731	1,1135
	PE2	,83000*	,24937	,003	,3098	1,3502
	PE4	,67333*	,24937	,014	,1 531	1,1935
PE1	C	-5,45167*	,24937	,000	-5,971 9	-4,9315
	SE1	-4,9900 0*	,24937	,000	-5,5102	-4,4698
	SE2	-4,9500 0*	,24937	,000	-5,4702	-4,4298
	SE3	-5,3866 7*	,24937	,000	-5,9069	-4,8665
	P TE 4	,37667	,24937	,147	-,1 435	,8969
	P TE 8	,43000	,24937	,1 00	-,0902	,9502
	P TE 1 2	-,59333*	,24937	,027	-1,1135	-,0731
	PE2	,23667	,24937	,354	-,2835	,7569
	PE4	,08000	,24937	,752	-,4402	,6002
PE2	C	-5,68833*	,24937	,000	-6,2085	-5,1681
	SE1	-5,2266 7*	,24937	,000	-5,7469	-4,7065
	SE2	-5,1 866 7*	,24937	,000	-5,7069	-4,6665
	SE3	-5,62333*	,24937	,000	-6,1435	-5,1031
	P TE 4	,14000	,24937	,581	-,3802	,6602
	P TE 8	,19333	,24937	,447	-,3269	,71 35
	P TE 1 2	-,83000*	,24937	,003	-1,3502	-,3098
	PE1	-,2 3667	,24937	,354	-,7569	,2835
	PE4	-,1 5667	,24937	,537	-,6769	,3635
PE4	C	-5,53167*	,24937	,000	-6,051 9	-5,0115
	SE1	-5,07000*	,24937	,000	-5,5902	-4,5498
	SE2	-5,030 0*	,24937	,000	-5,5502	-4,5098
	SE3	-5,46667*	,24937	,000	-5,9869	-4,9465
	P TE 4	,29667	,24937	,248	-,2235	,8169
	P TE 8	,35000	,24937	,176	-,1 702	,8702
	P TE 1 2	-,67333*	,24937	,014	-1,1935	-,1531
	PE1	-,0 8000	,24937	,752	-,6002	,4402
	PE2	,15667	,24937	,537	-,3635	,6769

Ek 6.4 Ekmek Kırmızılık (a) Değerlerinin İstatistiksel Analizi

	(I) ekmekör nekleri	(J) ekmek örnekler	Mean D ifference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	C	SE1	,051 67	,09531	,594	-,1 471	,2505
		SE2	-,01833	,09531	,849	-,2171	,1805
		SE3	-,021 67	,09531	,822	-,2205	,1771
		P TE 4	-,351 67*	,09531	,001	-,5505	-,1 529
		P TE 8	-,96833*	,09531	,000	-1,1671	-,7695
		P TE 12	-1,61833*	,09531	,000	-1,81 71	-1,41 95
		PE1	,041 67	,09531	,667	-,1 571	,2405
		PE2	-,57833*	,09531	,000	-,7771	-,3795
		PE4	-1,04167*	,09531	,000	-1,2405	-,8429
	SE1	C	-,051 67	,09531	,594	-,2505	,1471
		SE2	-,07000	,09531	,471	-,2688	,1288
		SE3	-,07333	,09531	,451	-,2721	,1255
		P TE 4	-,40333*	,09531	,000	-,6021	-,2045
		P TE 8	-1,02000*	,09531	,000	-1,21 88	-,8212
		P TE 12	-1,67000*	,09531	,000	-1,8688	-1,4712
		PE1	-,01000	,09531	,917	-,2088	,1888
		PE2	-,63000*	,09531	,000	-,8288	-,4312
		PE4	-1,09333*	,09531	,000	-1,2921	-,8945
	SE2	C	,01833	,09531	,849	-,1 805	,21 71
		SE1	,07000	,09531	,471	-,1 288	,2688
		SE3	-,00333	,09531	,972	-,2021	,1955
		P TE 4	-,33333*	,09531	,002	-,5321	-,1 345
		P TE 8	-,95000*	,09531	,000	-1,1 488	-,7512
		P TE 12	-1,60000*	,09531	,000	-1,7988	-1,4012
		PE1	,06000	,09531	,536	-,1 388	,2588
		PE2	-,56000*	,09531	,000	-,7588	-,3612
		PE4	-1,02333*	,09531	,000	-1,2221	-,8245
	SE3	C	,021 67	,09531	,822	-,1 771	,2205
		SE1	,07333	,09531	,451	-,1 255	,2721
		SE2	,00333	,09531	,972	-,1 955	,2021
		P TE 4	-,33000*	,09531	,002	-,5288	-,1 312
		P TE 8	-,94667*	,09531	,000	-1,1 455	-,7479
		P TE 12	-1,59667*	,09531	,000	-1,7955	-1,3979
		PE1	,06333	,09531	,514	-,1 355	,2621
		PE2	-,55667*	,09531	,000	-,7555	-,3579
		PE4	-1,02000*	,09531	,000	-1,21 88	-,8212
	P TE 4	C	,351 67*	,09531	,001	,1529	,5505
		SE1	,40333*	,09531	,000	,2045	,6021
		SE2	,33333*	,09531	,002	,1345	,5321
		SE3	,33000*	,09531	,002	,1312	,5288
		P TE 8	-,61667*	,09531	,000	-,8 1 55	-,4179
		P TE 12	-1,26667*	,09531	,000	-1,4655	-1,0679
		PE1	,39333*	,09531	,001	,1945	,5921
		PE2	-,22667*	,09531	,027	-,4255	-,0279
		PE4	-,69000*	,09531	,000	-,8888	-,4912
	P TE 8	C	,96833*	,09531	,000	,7695	1,1671
		SE1	1,02000*	,09531	,000	,821 2	1,21 88
		SE2	,95000*	,09531	,000	,751 2	1,1488
		SE3	,94667*	,09531	,000	,7479	1,1455
		P TE 4	,61667*	,09531	,000	,4179	,81 55
		P TE 12	-,65000*	,09531	,000	-,8488	-,4512
		PE1	1,01000*	,09531	,000	,811 2	1,2088
		PE2	,39000*	,09531	,001	,1912	,5888
		PE4	-,07333	,09531	,451	-,2721	,1255

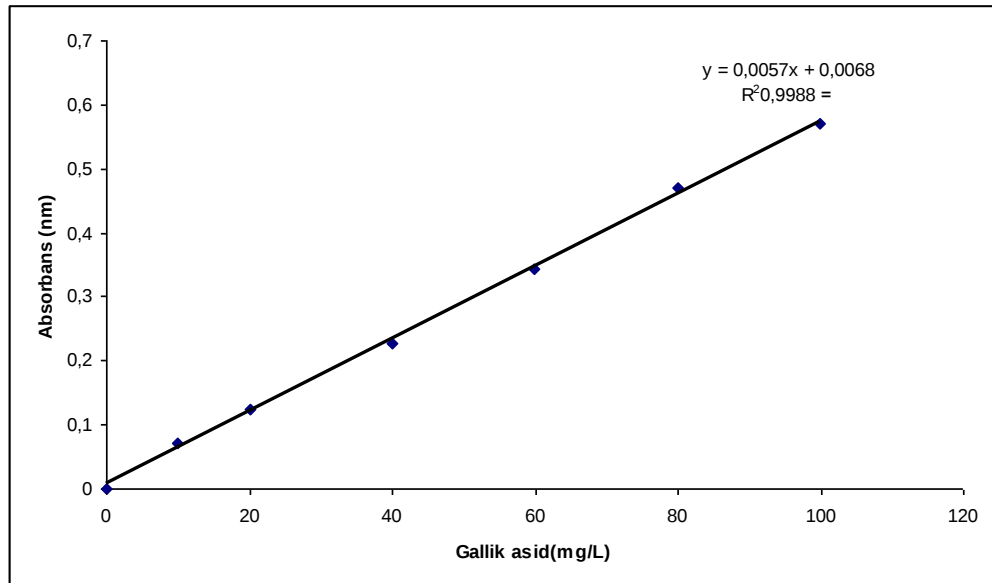
P TE 12	C	1,61833*	,09531	,000	1,4195	1,8171
	SE1	1,67000*	,09531	,000	1,471 2	1,8688
	SE2	1,60000*	,09531	,000	1,401 2	1,7988
	SE3	1,59667*	,09531	,000	1,3979	1,7955
	P TE 4	1,26667*	,09531	,000	1,0679	1,4655
	P TE 8	,65000*	,09531	,000	,451 2	,8488
	PE1	1,66000*	,09531	,000	1,461 2	1,8588
	PE2	1,04000*	,09531	,000	,841 2	1,2388
	PE4	,57667*	,09531	,000	,3779	,7755
PE1	C	-,041 67	,09531	,667	-,2405	,1571
	SE1	,01000	,09531	,917	-,1 888	,2088
	SE2	-,06000	,09531	,536	-,2588	,1388
	SE3	-,06333	,09531	,514	-,2621	,1355
	P TE 4	-,39333*	,09531	,001	-,5921	-,1 945
	P TE 8	-1,01000*	,09531	,000	-1,2088	-,8112
	P TE 12	-1,66000*	,09531	,000	-1,8588	-1,4612
	PE2	-,62000*	,09531	,000	-,8 1 88	-,4212
	PE4	-1,08333*	,09531	,000	-1,2821	-,8845
PE2	C	,57833*	,09531	,000	,3795	,7771
	SE1	,63000*	,09531	,000	,431 2	,8288
	SE2	,56000*	,09531	,000	,361 2	,7588
	SE3	,55667*	,09531	,000	,3579	,7555
	P TE 4	,22667*	,09531	,027	,0279	,4255
	P TE 8	-,39000*	,09531	,001	-,5888	-,1 912
	P TE 12	-1,04000*	,09531	,000	-1,2388	-,8412
	PE1	,62000*	,09531	,000	,421 2	,81 88
	PE4	-,46333*	,09531	,000	-,6621	-,2645
PE4	C	1,041 67*	,09531	,000	,8429	1,2405
	SE1	1,09333*	,09531	,000	,8945	1, 2921
	SE2	1,02333*	,09531	,000	,8245	1, 2221
	SE3	1,02000*	,09531	,000	,821 2	1,21 88
	P TE 4	,69000*	,09531	,000	,491 2	,8888
	P TE 8	,07333	,09531	,451	-,1 255	,2721
	P TE 12	-,57667*	,09531	,000	-,7755	-,3779
	PE1	1,08333*	,09531	,000	,8845	1, 2821
	PE2	,46333*	,09531	,000	,2645	,6621

Ek 6.5 Ekmek Doku Analizinin İstatistiksel Analizi

	(I) ekmek örnekleri	(J) ekmek örnekleri	Mean Difference (I-J)	S td. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LS D	C	SE1	-,46242*	,15525	,007	-,7863	-,1386
		SE2	-,79011 *	,15525	,000	-1,1140	-,4663
		SE3	-1,19221 *	,15525	,000	-1,5161	-,8684
		P TE 4	-,90560*	,15525	,000	-1,2294	-,5818
		P TE 8	-1,11598*	,15525	,000	-1,4398	-,7921
		P TE 12	-2,56025*	,15525	,000	-2,8841	-2,2364
		PE1	,26083	,15525	,108	-,0630	,5847
		PE2	,43787*	,15525	,011	,1140	,7617
		PE4	,50817*	,15525	,004	,1843	,8320
	SE1	C	,46242*	,15525	,007	,1386	,7863
		SE2	-,32768*	,15525	,048	-,6515	-,0038
		SE3	-,72978*	,15525	,000	-1,0536	-,4059
		P TE 4	-,44317*	,15525	,010	-,7670	-,1193
		P TE 8	-,65356*	,15525	,000	-,9774	-,3297
		P TE 12	-2,09782*	,15525	,000	-2,4217	-1,7740
		PE1	,72326*	,15525	,000	,3994	1,0471
		PE2	,90030*	,15525	,000	,5765	1,2241
		PE4	,97059*	,15525	,000	,6467	1,2944
	SE2	C	,79011*	,15525	,000	,4663	1,1140
		SE1	,32768*	,15525	,048	,0038	,6515
		SE3	-,40210*	,15525	,018	-,7259	-,0783
		P TE 4	-,11549	,15525	,466	-,4393	,2084
		P TE 8	-,32588*	,15525	,049	-,6497	-,0020
		P TE 12	-1,77014*	,15525	,000	-2,0940	-1,4463
		PE1	1,05094*	,15525	,000	,7271	1,3748
		PE2	1,22798*	,15525	,000	,9041	1,5518
		PE4	1,29827*	,15525	,000	,9744	1,6221
	SE3	C	1,19221 *	,15525	,000	,8684	1,5161
		SE1	,72978*	,15525	,000	,4059	1,0536
		SE2	,40210*	,15525	,018	,0783	,7259
		P TE 4	,28661	,15525	,080	-,0372	,6105
		P TE 8	,07622	,15525	,629	-,2476	,4001
		P TE 12	-1,36804*	,15525	,000	-1,6919	-1,0442
		PE1	1,45304*	,15525	,000	1,1292	1,7769
		PE2	1,63008*	,15525	,000	1,3062	1,9539
		PE4	1,70037*	,15525	,000	1,3765	2,0242
	P TE 4	C	,90560*	,15525	,000	,5818	1,2294
		SE1	,44317*	,15525	,010	,1193	,7670
		SE2	,11549	,15525	,466	-,2084	,4393
		SE3	-,28661	,15525	,080	-,6105	,0372
		P TE 8	-,21039	,15525	,190	-,5342	,1135
		P TE 12	-1,65465*	,15525	,000	-1,9785	-1,3308
		PE1	1,16643*	,15525	,000	,8426	1,4903
		PE2	1,34347*	,15525	,000	1,0196	1,6673
		PE4	1,41376*	,15525	,000	1,0899	1,7376
	P TE 8	C	1,11598*	,15525	,000	,7921	1,4398
		SE1	,65356*	,15525	,000	,3297	,9774
		SE2	,32588*	,15525	,049	,0020	,6497
		SE3	-,07622	,15525	,629	-,4001	,2476
		P TE 4	,21039	,15525	,190	-,1135	,5342
		P TE 12	-1,44426*	,15525	,000	-1,7681	-1,1204
		PE1	1,37682*	,15525	,000	1,0530	1,7007
		PE2	1,55386*	,15525	,000	1,2300	1,8777
		PE4	1,62415*	,15525	,000	1,3003	1,9480

	P TE 12	C	2,56025*	,15525	,000	2,2364	2,8841
		SE1	2,09782*	,15525	,000	1,7740	2,4217
		SE2	1,7701 4*	,15525	,000	1,4463	2,0940
		SE3	1,36804*	,15525	,000	1,0442	1,6919
		P TE 4	1,65465*	,15525	,000	1,3308	1,9785
		P TE 8	1,44426*	,15525	,000	1,1204	1,7681
		PE1	2,82108*	,15525	,000	2,4972	3,1449
		PE2	2,9981 2*	,15525	,000	2,6743	3,3220
		PE4	3,06841 *	,15525	,000	2,7446	3,3923
	PE1	C	-,26083	,15525	,108	-,5847	,0630
		SE1	-,72326*	,15525	,000	-1,0471	-,3994
		SE2	-1,05094*	,15525	,000	-1,3748	-,7271
		SE3	-1,45304*	,15525	,000	-1,7769	-1,1292
		P TE 4	-1,16643*	,15525	,000	-1,4903	-,8426
		P TE 8	-1,37682*	,15525	,000	-1,7007	-1,0530
		P TE 12	-2,821 08*	,15525	,000	-3,1449	-2,4972
		PE2	,17704	,15525	,268	-,1 468	,5009
		PE4	,24733	,15525	,127	-,0765	,571 2
	PE2	C	-,43787*	,15525	,011	-,761 7	-,11 40
		SE1	-,90030*	,15525	,000	-1,2241	-,5765
		SE2	-1,22798*	,15525	,000	-1,551 8	-,9041
		SE3	-1,63008*	,15525	,000	-1,9539	-1,3062
		P TE 4	-1,34347*	,15525	,000	-1,6673	-1,01 96
		P TE 8	-1,55386*	,15525	,000	-1,8777	-1,2300
		P TE 12	-2,99812*	,15525	,000	-3,3220	-2,6743
		PE1	-,1 7704	,15525	,268	-,5009	,1468
		PE4	,07029	,15525	,656	-,2536	,3941
	PE4	C	-,5081 7*	,15525	,004	-,8320	-,1 843
		SE1	-,97059*	,15525	,000	-1,2944	-,6467
		SE2	-1,29827*	,15525	,000	-1,6221	-,9744
		SE3	-1,70037*	,15525	,000	-2,0242	-1,3765
		P TE 4	-1,41 376*	,15525	,000	-1,7376	-1,0899
		P TE 8	-1,6241 5*	,15525	,000	-1,9480	-1,3003
		P TE 12	-3,06841 *	,15525	,000	-3,3923	-2,7446
		PE1	-,24733	,15525	,127	-,571 2	,0765
		PE2	-,07029	,15525	,656	-,3941	,2536

EK-7 Toplam Fenol Miktarı Tayininde Kullanılan Gallik Asid Kalibrasyon Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Burcu GÜNAL 1986 yılında Düzce merkezde doğmuştur. Orta ve lise eğitimini Düzce Arsal Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 2008 yılında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur ve aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Temel İşlemler Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Aralık 2008-Haziran 2009 tarihleri arasında Eurest firmasında Asistan Proje müdürü olarak görev almıştır. Yüksek lisans çalışmasının Haziran 2009- Aralık 2009 dönemi Erasmus Staj Hareketliliği kapsamında stajyer olarak Almanya’da Karlsruhe Institute of Process Engineering in Life Sciences’da görev almıştır. Eylül 2010 tarihinde Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Dış Ticaret Ön lisans programından mezun olmuştur. Ağustos 2010’dan bu yana Manisa Modern Ambalaj firmasında Kalite ve Ar-Ge mühendisi olarak görev almaktadır.