

**FARKLI EMÜLGATÖRLERİN GLUTENSİZ EKMEK
ÜRETİMİNDE KULLANILMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Nuri ILDIZ

Yüksek Lisans Tezi

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

2015

Her hakkı saklıdır

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI EMÜLGATÖRLERİN GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİNDE
KULLANILMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

NURİ İLDİZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İĞDIR

2015

Her hakkı saklıdır

**T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

..... danışmanlığında
tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri
tarafından Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak
kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun / /2015 tarih ve 2015/
sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....
Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM
Enstitü Müdürü

ÖZET

FARKLI EMÜLGATÖRLERİN GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİNDE KULLANILMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ILDIZ, Nuri

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

Mayıs 2015, 126 Sayfa

Bu çalışmada pirinç, mısır ve karabuğday unları içeren üç farklı formül kullanılarak üretilen glutensiz ekmeklerin bazı kalite özellikleri üzerine (hacim, tekstürel özellikler, pişme kaybı, kabuk ve ekmek içi renk değerleri gibi) lesitin, LC; diasetil tartarik asidin monogliserit esteri, DATEM; destile monogliseritler, DM ve sodyum stearol laktilat, SSL (% 0.0-1.0 oranlarında) ile FO ve OVALETTE ticari emülgatör karışımlarının (%0.0-6.0 oranlarında) etkileri araştırılmıştır. Genel olarak emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ve artan emülgatör seviyeleri üretilen ekmeklerin yapışkanlık, elastikiyet, esneklik değerlerini önemli seviyede azaltırken, ekmeklerin hacmini, kabuk renk L ve b değerleri ile ekmek içi renk L değerlerini önemli seviyede arttırmıştır ($P<0.05$). Öte yandan farklı emülgatörlerin sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve sertlik değerleri ile pişme kaybı ve renk a değerleri üzerine etkileri farklı un kaynaklarında değişmiştir. Buğday unu ile üretilen kontrol ekmeğine en yakın glutensiz ekmekler pirinç unlu formüle % 0.25 oranında DATEM, mısır unlu formüle % 6 oranında OVALETTE ve karabuğday unlu formüle ise % 6 oranında FO emülgatörü ilave edilmesi ile elde edilmiştir. Üretilen bu ekmekler duyusal olarak da değerlendirilmiştir. Kontrol ekmeği ile pirinç unuyla üretilen glutensiz ekmek duyusal değerlendirme parametreleri açısından istatistiksel olarak farksız bulunmuştur ($P>0.05$) (nemlilik hariç). Karabuğday ve mısır unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin duyusal değerlendirmede tüm parametreler açısından aldığı skor ise 5 puanın üzerindedir (mısır ekmeği esneklik değeri hariç). Farklı un kaynaklarında farklı emülgatörlerin performansı değişmektedir. Bu nedenle yeni ürün geliştirme veya iyileştirme çalışmalarında formüle uygun emülgatör seçiminin yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz ekmek, Emülgatör, Çölyak Hastalığı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USING FACILITIES OF DIFFERENT EMULSIFIERS IN GLUTEN-FREE BREAD PRODUCTION

ILDIZ, Nuri

Master Thesis, Department of Food Engineering

Thesis Adviser: Asst. Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

May 2015, 126 page

In this study, effects of different emulsifiers on some quality properties of gluten-free bread produced by three different formulas including rice, corn and buckwheat flours were investigated, including lecithin (LC), diacetyl tartaric ester of monoglycerides (DATEM), distilled monoglycerides (DM) and sodium stearoyl lactylate (SSL) and commercial mixtures including FO and OVALETTE. While adding emulsifiers into formulation and rising level of emulsifier generally decreased stickiness, elasticity and flexibility values of produced breads, It significantly increased bread volume, crust color L, and b values and crumb color L values ($P < 0.05$). On the other hand, the effect of different emulsifiers on gumminess, chewiness, and hardness values, baking loss, and color values changed with different flours. The most proximate gluten-free bread to control bread was produced with rice flour added 0.25 % DATEM, with corn flour added 6 % OVALETTE and with buckwheat flour added 6 % FO. This produced bread also was evaluated with sensory tests. Control bread and gluten-free bread produced with rice flour were found alike statistically in terms of sensory test parameters ($P > 0.05$) (except for the humidity). All sensory test parameters of gluten-free bread with buckwheat flour and with corn flour were higher than 5 points. (except for flexibility value of gluten-free bread with corn flour). Effects of different emulsifiers changed with different flours, so choosing suitable emulsifier for formula is suggested for further studies on improving and developing new products.

Key Words: Gluten-free bread, emulsifiers, celiac disease

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çölyak hastaları hayatlarının tüm döneminde gerek aileleri gerekse diğer toplum fertlerinden farklı olarak glutensiz diyetle ihtiyaç duymaktadırlar. Bu hastalığa sahip fertlerin günlük besin ihtiyaçlarını dengeli ve eksiksiz bir şekilde karşılayabilmeleri için glutensiz ürün yelpazesi genişletilmelidir. Glutensiz ekmek üretimine yönelik farklı çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışmaların çoğunda kontrol ekmekleri ile glutensiz ekmekler arasında kalite farkının olduğu gözlemlenmiştir. Glutensiz ekmeklerin kalitelerini iyileştirmeye yönelik farklı fonksiyonel bileşenlerin (emülgatör, gam, lif vs.) kullanımı ve bu bileşenlerin glutensiz ekmeklerin kalite özellikleri üzerine etkileri konusunda sınırlı çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, farklı glutensiz unlar (pirinç, mısır ve karabuğday) ile optimize edilmiş ekmek formülasyonları kullanılarak bu un kaynaklarında farklı emülgatörlerin glutensiz ekmek kalitesi (hacim, renk değerleri ve tekstürel özellikler gibi) üzerine etkileri araştırılmıştır.

Araştırma konusunun seçilmesi, çalışmanın yürütülmesi, tez aşamasına getirilmesi ve tezin hazırlanmasında tüm özveriyle her türlü desteğini esirgemeyen, çalışmanın son aşamasına kadar geçen süreçte benimle hassasiyetle ilgilenen saygı değer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ'a, desteklerini gördüğüm tüm bölüm öğretim elemanlarına, duyuşal değerlendirmede yardımcı olan tüm panelistlere, projemize destek sağlayan Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür etmek isterim.

Nuri ILDIZ

MAYIS-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	5
3. MATERYAL ve METOT.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Metot.....	13
3.2.1. Kimyasal ve fizikokimyasal analizler.....	13
3.2.2. Kontrol ekmeği üretimi	14
3.2.3. Glutensiz ekmeklerin üretimi.....	14
3.2.3.a. Pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmek.....	15
3.2.3.b. Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmek.....	16
3.2.3.c. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz ekmek	17
3.2.4. Glutensiz ve kontrol ekmeklerinin değerlendirilmesi.....	17
3.2.4.a. Spesifik hacim (ml/g) ve pişme kaybının (%) belirlenmesi ...	17
3.2.4.b. Ekmeklerin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi	18
3.2.4.c. Renk tayini	19
3.2.4.d. Tüketici testi (Duyusal analiz)	19
3.2.4.e. İstatistiksel analizler	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	20
4.1. Glutensiz ekmeklerin üretimi	20
4.1.1. Hacim	20
4.1.1.a. Pirinç unu ekmeğinin hacmi	20
4.1.1.b. Karabuğday unu ekmeğinin hacmi	22
4.1.1.c. Mısır unu ekmeğinin hacmi	23

4.1.1.d. Hacim açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	25
4.1.2. Sakızımsılık (g).....	27
4.1.2.a. Pirinç unu ekmeğinin sakızımsılık değeri.....	27
4.1.2.b. Karabuğday unu ekmeğinin sakızımsılık değeri	29
4.1.2.c. Mısır unu ekmeğinin sakızımsılık değeri	31
4.1.2.d. Sakızımsılık değeri açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	33
4.1.3. Yapışkanlık (g s).....	33
4.1.3.a. Pirinç unu ekmeğinin yapışkanlık değeri	33
4.1.3.b. Karabuğday unu ekmeğinin yapışkanlık değeri	34
4.1.3.c. Mısır unu ekmeğinin yapışkanlık değeri	36
4.1.3.d. Yapışkanlık açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi ..	39
4.1.4. Elastikiyet (mm).....	40
4.1.4.a. Pirinç unu ekmeğinin elastikiyet değeri	40
4.1.4.b. Karabuğday unu ekmeğinin elastikiyet değeri	41
4.1.4.c. Mısır unu ekmeğinin elastikiyet değeri	44
4.1.4.d. Elastikiyet açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi ...	44
4.1.5. Sertlik (g)	45
4.1.5.a. Pirinç unu ekmeği sertlik değeri	45
4.1.5.b. Karabuğday unu ekmeği sertlik değeri	48
4.1.5.c. Mısır unu ekmeği sertlik değeri	49
4.1.5.d. Sertlik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	52
4.1.6. Esneklik (mm).....	53
4.1.6.a. Pirinç unu ekmeği esneklik değeri	53
4.1.6.b. Karabuğday unu ekmeği esneklik değeri	55
4.1.6.c. Mısır unu ekmeği esneklik değeri	55
4.1.6.d. Esneklik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	57
4.1.7. Çiğnenebilirlik (g).....	58
4.1.7.a. Pirinç unu ekmeği çiğnenebilirlik değeri	58
4.1.7.b. Karabuğday unu ekmeği çiğnenebilirlik değeri	61
4.1.7.c. Mısır unu ekmeği çiğnenebilirlik değeri	62
4.1.7.d. Çiğnenebilirlik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi.....	65

4.1.8. Pişme kaybı	66
4.1.8.a. Pirinç unu ekmeği pişme kaybı değeri	66
4.1.8.b. Karabuğday unu ekmeği pişme kaybı değeri	67
4.1.8.c. Mısır unu ekmeği pişme kaybı değeri	70
4.1.8.d. Pişme kaybı açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	70
4.1.9. Kabuk rengi	71
4.1.9.a. Pirinç unu ekmeği renk L değeri	73
4.1.9.b. Karabuğday unu ekmeği renk L değeri	75
4.1.9.c. Mısır unu ekmeği renk L değeri	75
4.1.9.d. Renk L açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	76
4.1.10. Renk a değeri	79
4.1.10.a. Pirinç unu ekmeği renk a değeri	79
4.1.10.b. Karabuğday unu ekmeği renk a değeri	81
4.1.10.c. Mısır unu ekmeği renk a değeri	81
4.1.10.d. Renk a açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	82
4.1.11. Renk b değeri	85
4.1.11.a. Pirinç unu ekmeği renk b değeri	85
4.1.11.b. Karabuğday unu ekmeği renk b değeri	87
4.1.11.c. Mısır unu ekmeği renk b değeri	89
4.1.11.d. Renk b açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	89
4.1.12. Ekmek içi rengi	90
4.1.12.a. Pirinç unu ekmeği renk L değeri	92
4.1.12.b. Karabuğday unu ekmeği renk L değeri	94
4.1.12.c. Mısır unu ekmeği renk L değeri	96
4.1.12.d. Renk L açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	96
4.1.13. Renk a değeri	98
4.1.13.a. Pirinç unu ekmeği renk a değeri	98
4.1.13.b. Karabuğday unu ekmeği renk a değeri	100
4.1.13.c. Mısır unu ekmeği renk a değeri	102
4.1.13.d. Renk a açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	102
4.1.14. Renk b değeri	104
4.1.14.a. Pirinç unu ekmeği renk b değeri	104

4.1.14.b. Karabuğday unu ekmeği renk b değeri	104
4.1.14.c. Mısır unu ekmeği renk b değeri	108
4.1.14.d. Renk b açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi	108
4.2. Uygun emülgatör seçimi ve oranının belirlenmesi	109
4.3. Duyusal Değerlendirme	112
4.3.1. Esneklik	114
4.3.2. Ekmek içi nemlilik	114
4.3.3. Gözenek yapısı	114
4.3.4. Görünüş	115
4.3.5. Tat ve aroma	115
4.3.6. Genel kabul	115
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	116
6. KAYNAKLAR.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	126

Simgeler ve Kısaaltmalar Dizini

d	Dakika
g	Gram
Mm	Milimetre
Cm	Santimetre
S	Saniye
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

AACC	Amerikan Hububat Kimyacılar Birliği
AOAC	Analitik Kimyacılar Birliği
BU	Buğday unu
ÇH	Çölyak hastalığı
KBU	Karabuğday unu
KO	Kareler ortalaması
MU	Mısır unu
KT	Kareler toplamı
KE	Kontrol ekmeği
PUE	Pirinç unu ekmeği
MUE	Mısır unu ekmeği
KBUE	Karabuğday unu ekmeği
LSD	En küçük önemli fark
MDG	Monodigliserit
PN	Patates nişastası
PU	Pirinç unu
SH	Standart hata
YYY	Yanıt Yüzey Yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Kontrol ekmeği ile sırasıyla karabuğday, mısır ve pirinç unları ile üretilen emülgatörsüz ve emülgatör ilaveli glutensiz ekmekler.....	121
----------	--	-----

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Kontrol ekmek formülasyonu	14
Çizelge 3.2. Pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu.....	15
Çizelge 3.3. Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu	16
Çizelge 3.4. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu.....	18
Çizelge 4.1. Pirinç unu ekmeklerinin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	21
Çizelge 4.2. Pirinç unu ekmeklerinin hacmi üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	22
Çizelge 4.3. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin hacmi üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.4. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	24
Çizelge 4.5. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.6. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	26
Çizelge 4.7. Pirinç unu ekmeklerinin sakızımsılık değeri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.8. Pirinç unu ekmeklerinin sakızımsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	28
Çizelge 4.9. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sakızımsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	30
Çizelge 4.10. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sakızımsılık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.11. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sakızımsılık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları....	31
Çizelge 4.12. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sakızımsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	32
Çizelge 4.13. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.14. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	35
Çizelge 4.15. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.16. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.17. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	38

Çizelge 4.18.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.19.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.20.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.21.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	43
Çizelge 4.22.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.23.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları...	45
Çizelge 4.24.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	46
Çizelge 4.25.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	47
Çizelge 4.26.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.27.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları...	49
Çizelge 4.28.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	50
Çizelge 4.29.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	51
Çizelge 4.30.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.31.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.32.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	54
Çizelge 4.33.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları...	55
Çizelge 4.34.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması.....	56
Çizelge 4.35.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	57
Çizelge 4.36.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	59
Çizelge 4.37.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin çignenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	60
Çizelge 4.38.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin çignenebilirlik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	61
Çizelge 4.39.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin çignenebilirlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	62

Çizelge 4.40.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	63
Çizelge 4.41.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	64
Çizelge 4.42.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.43.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları	67
Çizelge 4.44.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	68
Çizelge 4.45.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	69
Çizelge 4.46.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	70
Çizelge 4.47.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	71
Çizelge 4.48.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	72
Çizelge 4.49.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	73
Çizelge 4.50.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	74
Çizelge 4.51.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	75
Çizelge 4.52.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	77
Çizelge 4.53.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	78
Çizelge 4.54.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	79
Çizelge 4.55.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	80
Çizelge 4.56.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	81
Çizelge 4.57.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	82
Çizelge 4.58.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	83
Çizelge 4.59.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	84
Çizelge 4.60.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	85
Çizelge 4.61.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ...	86

Çizelge 4.62.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	87
Çizelge 4.63.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	88
Çizelge 4.64.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değeri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	89
Çizelge 4.65.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları...	90
Çizelge 4.66.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	91
Çizelge 4.67.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.68.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	93
Çizelge 4.69.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	94
Çizelge 4.70.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	95
Çizelge 4.71.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	96
Çizelge 4.72.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	97
Çizelge 4.73.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	99
Çizelge 4.74.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	100
Çizelge 4.75.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	100
Çizelge 4.76.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	101
Çizelge 4.77.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	103
Çizelge 4.78.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	104
Çizelge 4.79.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	105
Çizelge 4.80.	Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	106

Çizelge 4.81.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	107
Çizelge 4.82.	Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	106
Çizelge 4.83.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları	108
Çizelge 4.84.	Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması	110
Çizelge 4.85.	Kontrol ekmeğinin belirlenen özelliklerine ait ortalama değerler	111
Çizelge 4.86.	Kontrol ve glutensiz ekmeklerin duyusal değerlendirme puanları	112

1. GİRİŞ

Ekmek, esas bileşen olarak buğday unu, maya, tuz, katkı maddeleri ve suyun belirli oranlarda karıştırılıp yoğrulması, elde edilen hamurun uygun süre mayalandıktan sonra şekil verilip pişirilmesiyle elde edilir. Ekmeğin; kolay ulaşılır, ucuz bir gıda olması, besin değerinin yüksek olması, nötr bir tat ve aromaya sahip olması, diğer bir ifade ile birlikte yenildiği gıda maddesinin tat ve aromasını etkilememesi nedeniyle büyük öneme sahiptir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Ekmek üretiminde çeşitli katkı maddeleri kullanılarak formülasyon zenginleştirilebilmektedir. Formülasyona ilave edilen katkı maddeleri hammaddeden ve procesten kaynaklanan kusurları gidermek, ürün özelliklerini iyileştirmek, bayatlamayı geciktirmek, zaman, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Böylece sabit kalitede, tüketici talebine uygun ürün üretimi ve endüstriyel üretime olanak sağlayan teknik işlemlerin kolaylaşması sağlanır. Günümüzde buğday ununa alternatif olarak çeşitli hububat unları ve buğdaydan elde edilen bazı yan ürünlerde unlu mamullerin yapımında kullanılmaktadır. Bu sayede hem farklı fiziksel özellikte ve besin değerinde değişik çeşitte ürün elde edilebilmekte, hem de ekonomik yarar sağlanabilmektedir (Özen, 2006).

Unlu mamullerde son ürün kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri gluten miktarı ve kalitesidir. Buğdayın gluten içeriği çeşide ve çevresel faktörlere bağlı olarak % 6–22 arasında değişir (Elgün ve Ertugay, 1995). Gluten, tam hidrolize olduğunda lastiksi bir kütle halini alarak elastik ve viskoz özellik gösterir. Hamurun önemli reolojik özelliklerini tayin eder (Anonim, 1982). Gluten çoğu unlu mamullerde gözenek yapısına ve görünümüne katkıda bulunur. Mayalar tarafından oluşturulan CO₂ gazını hamur içinde tutarak ürünün kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar (Pomeranz, 1987).

Endospermde bulunan gluten proteinleri nişasta granüllerinin etrafında sürekli bir matriks oluşturmaktadır. Gluten proteinleri su veya tuzlu suda çözünmez nitelikte olup, monomerik gliadinler ve polimerik gluteninler olmak üzere iki fraksiyondan oluşmaktadır. Bu iki fraksiyon tanede hemen hemen eşit oranlarda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda gliadin fraksiyonunun çölyak hastaları için toksik,

glutenin fraksiyonunun ise daha az toksik olduğu belirlenmiştir (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastalığı, genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan, bağışıklık sistemine bağlı bağırsak problemi ile karakterize edilen bir hastalık olup, duyarlı kişilerde gluten içeren gıdaların alınmasından bir süre sonra ortaya çıkan bir emilim bozukluğu (malabsorpsiyon) sendromudur (Urgancı, 2007).

Kişi, çölyaklı bir hasta olduğunu uzun süre fark etmeyebilir. Hastalık hayatın herhangi bir döneminde tipik belirtilerle başlayabileceği gibi çok hafif belirtilerle de seyredebilir ve tanısı çok zor olabilir. Hastalığın en klasik belirtileri ishal, kusma, iştahsızlık, karın ağrısı, karın şişliği, kilo kaybı ve büyüme geriliğidir (Kutlu, 2004).

Glutensiz diyetle buğday, arpa, yulaf ve çavdar unu içeren her türlü besin maddesinin tüketilmemesi gerekmektedir (Özkaya, 1999). Çölyak hastası olan insanlar gluten içeren gıdalarla beslendiklerinde, ince bağırsakların iç yüzeyini örten hücrelerden oluşmuş olan ve mukoza diye adlandırılan kısımda meydana gelen immünolojik reaksiyonlar sonucunda, bu bölgede bulunan emici hücreler artık görev yapamaz hale gelmektedir. Bunun sonucunda vücut için gerekli olan besin maddelerinin sindirimi ve emilimi bozulacağından dolayı, ishal ve zamanla vücutta bu sindirilemeyen maddelerin eksikliği başlar. Çölyak hastalığı olan insanlar glutensiz diyetle beslendiklerinde bağırsaklarında oluşan bu problem düzelir, ancak tekrar glutenli gıdaları tüketmeye başlamaları halinde hastalık bulguları yeniden ortaya çıkar (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastalığının gerçek sıklığı bilinmemektedir. Hastalığın giderek artan sıklıkta görülmesi ve teşhiste kullanılan testlerin yaygınlaşması hastalığın eskiye nazaran daha sık görülür olmasından sorumlu olabilir. Hastalık en sık olarak Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşayan insanlarda görülmektedir. Bu bölgelerde yaşayan her 300 kişiden biri çölyak hastasıdır. Amerika Birleşik Devletleri genelinde çölyak hastalığı sıklığının 1/3000 civarında olduğu sanılmaktadır. Ancak kan bankasındaki kanlar üzerinde yapılan serolojik çalışmalar her 300 kişiden birinde bu hastalığın bulunabileceğini göstermektedir (Anonim, 2008). Ülkemizde, bu hastalığın görülme sıklığının % 0.2 civarında olduğu belirtilmektedir (Yenice ve ark. 2005).

Glutensiz ürünlerde buğday ununa alternatif olarak karabuğday, pirinç, kestane ve mısır gibi çeşitli tahıl unları ve nişastaları kullanılmaktadır (Özen, 2006). Pirinç ve

mısır unları ekmek yapımı için arzu edilebilir viskoelastik özelliklere sahip değildir ve akışkan karakterli bir hamur oluştururlar. Bu bileşenlerden hazırlanan ürünler kabarmamış, gözeneksiz, ufalanan içyapıya sahip, renkte yetersiz ve fark edilebilir derecede olumsuz bir tada sahiptir (Singh-Meneghini, 2007).

Bu unlardan üretilen glutensiz ürünlerin olumsuzluklarının giderilmesine ve kalitelerinin iyileştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla glutensiz ekmek formüllerinde lesitin (LC), diasetil tartarik asidin monogliserit esteri (DATEM), destile monogliseritler (DM) ve sodyum stearol laktilat (SSL) gibi emülgatörler kullanılmaktadır (Nunes ve ark., 2009).

Emülgatörlerin başlıca özelliği, hidrofilik ve lipofilik gruplar içermeleridir. Emülgatörlerin yapılarında teşkil ettikleri yağ asidi zinciri molekülün lipofilik kısmını; polietilen zincirleri ise hidrofilik kısmını oluşturmaktadır. Emülgatörlerin bu özellikleri formülasyonlarına dahil edilen ürünlerde, özellikle ekmek üretiminde, gluten gelişimini teşvik edici, protein-nişasta, protein-yağ komplekslerinin oluşumunu sağlayıcı, hamurun gaz tutma yeteneğini dolayısıyla ekmek hacmini artırıcı, ekmek içi sertliğini ve yapışkanlığını azaltıcı ve bayatlamayı geciktirici etkilere sahip olmasını sağlamaktadır (Özer ve Atlan, 1995).

Emülgatörlerin kullanım alanları sahip oldukları özelliklere göre değişmektedir. Unlu mamullerin üretiminde kullanılan emülgatörler etki mekanizmasına göre 3 grup altında toplanırlar. Bunlar hamur kuvvetlendirici fonksiyonu olanlar, ürün içini yumuşatıcı etkisi olanlar ve her iki fonksiyonu yerine getirebilenlerdir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Hamuru kuvvetlendirici fonksiyonu olan emülgatörler; hamurun gaz tutma gücü, yoğurmaya karşı toleransı, su tutma kapasitesi (hidrasyon derecesi), uzama yeteneği ve olgunlaşma süresi gibi hamur özelliklerini geliştirerek, hamura uygun bir işlenebilirlik ve teknolojik özellik kazandırarak, ürünün kalitatif özelliklerini iyileştirirler. Emülgatörlerin hamur kuvvetlendirici etkisi, hamurda glutenle yaptıkları interaksyondan ve emülsiyon sisteminde aldıkları rolden kaynaklanmaktadır. Gluten proteinleri ve emülgatörlerin muhtemelen hidrojen bağları vasıtasıyla kompleks oluşturması sonucu ürünün gözenek yapısının iyileşmesi, hacminin artması yanında bayatlaması da gecikmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Emülgatörler yüzey gerilimini azaltıcı ve buna bağlı olarak gıdaların homojen yapıya kavuşmalarını sağlayan maddelerdir. Gıdaların uzayan raf ömürlerine bağlı olarak meydana gelebilecek fiziksel kusurlarını önleyen, viskozite, doku ve duysal nitelikleri ve ilgili olumlu etkilere yol açan emülgatörler, günümüzde çok yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinden birisidir (Sinanoğlu, 1998).

Bu çalışmada farklı glutensiz unlar (karabuğday, pirinç ve mısır gibi) kullanılarak optimize edilmiş ekmek formülasyonlarında farklı emülgatörlerin [lesitin (LC), diasetil tartarik asidin monogliserit esteri (DATEM), destile monogliseritler (DM), sodyum stearyl laktat (SSL) ile FO ve OVALETTE ticari emülgatör karışımları] glutensiz ekmek kalitesi (hacim, tekstürel özellikler, pişme kaybı, kabuk ve ekmek renk değerleri gibi) üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Ekmek hamurunun hazırlanmasında kullanılan ana bileşen buğday unudur. Buğday unu; temizlenmiş, tavllanmış buğdayın öğütülmesiyle elde edilen yarı mamul işlenmiş bir gıdadır. Undan sonra gelen en önemli bileşen sudur. Mayalanma su olmadan mümkün olmadığı gibi, sıcaklığın da uygun olması gerekmektedir. Unun sıcaklığını belirli oranların haricinde değiştirmek mümkün olmamasına rağmen su için bu durum geçerli değildir. Su; hamurda diğer bileşenlerin karışımını sağlar, hamura arzu edilen visko-elastik yapıyı kazandırır ve son ürün kalitesi üzerinde etkilidir. Hamurda çözünür proteinler gibi hidrofilik bileşenleri çözer ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate ederek gluten oluşturur (Elgün ve Ertugay, 1995).

Ekmek mayası, hamurda bulunan, basit şekerleri fermantasyona uğratarak, fermantasyon sonucu meydana gelen CO₂ gazı ile hamuru kabartan, fermantasyon ürünü diğer maddelerle de hamurun olgunlaşmasını ve aroma teşekkülünü sağlayan, tek hücreli mikroorganizmalar olan *Saccharomyces cerevisiae*'dir (Kent, 1984; Pylar, 1988; Ünal, 1991). Ekmek mayası kendine has tatta olmalı, içerisinde gözle görülebilen yabancı madde bulunmamalı, bozmuş veya kokmuş olmamalıdır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Hamur ve ekmeğin başlıca bileşenlerinden olan tuz, ekmeğe tat vermesinin yanı sıra özü yumuşatıcı etkiye sahip proteazların etkinliğini azaltarak özün yumuşamasını önler. Ayrıca, fermantasyon sırasında mayanın çalışmasını dolayısıyla gaz oluşumunu ve hamurun olgunlaşmasını düzenler (Blanshard ve ark., 1988). Tuz ekmeğin su aktivitesini düşürerek mikrobiyolojik bozulmayı geciktirmek ve küf gelişimini inhibe edici etkisinden dolayı ekmeğin raf ömrünü uzatmak amacıyla da ekmekte kullanılan temel ingredientlerden birisidir (Elgün ve Ertugay, 2002). Ekmek yapımında kullanılacak tuz yeterli incelikte, temiz, parlak ve beyaz olmalı, fermantasyonu etkileyecek iyot ve benzeri mineralleri içermemelidir (Özer, 1998).

Gluten, özellikle buğdaydan üretilen ekmeğin, kek, pasta, makarna gibi ürünlerin teknolojik özellikleri üzerinde çok önemli etkilere sahiptir. Gluten ikamesi olarak bazı gıda katkı maddelerinin kullanılması ile ekmeğin başta olmak üzere, diğer

ürünlerin yapılması, son yıllarda teknolojisinin önemli konuları içerisinde yer almaktadır (Farrell ve Kelly, 2001).

Gluten proteininin gliadin fraksiyonu çölyak hastaları tarafından sindirilememektedir. Çölyak günümüzde tüm dünya insanlarında en sık görülen genetik hastalık olup, yaşam boyu devam eden gıda alerjisidir. Çölyaklı kişiler piyasada mevcut olan unlu mamulleri yaşamları boyunca tüketemedikleri için farklı bir diyetle ihtiyaç duymaktadır (Yıldız ve Dogan, 2014).

Glutensiz ürünlerin üretiminde buğday ununa alternatif olarak pirinç, mısır, karabuğday, kestane unu gibi farklı un kaynakları ve nişastalar kullanılmaktadır (Sanchez ve ark., 2002; Lopez ve ark., 2004; Shih ve ark., 2006; Lazaridou ve ark., 2007; Arendt and Bello, 2008; Ronda ve ark., 2009; Levent ve Bilgiçli, 2011; Gularte ve ark., 2012; Witczak ve ark., 2012; Yıldız ve Dogan, 2014).

Glutensiz ürünlerin üretilmesinde buğday nişastasından dışındakiler daha çok tercih edilmektedir. Çünkü bazı çölyak hastaları buğday nişastasını bile tolere edemeyebilir. Bunun sebebi buğday nişastasına az miktarda da olsa gliadin karışabilme ihtimalindedir. Bu az miktar dahi uzun süreli alındığında çölyak hastalarını rahatsız edebilmektedir (Chartrand ve ark. 1997; Horvath ve Mehta, 2000; Lohiniemi ve ark., 2000). Bunlara ilaveten patates, nohut, mercimek, soya fasulyesi, fındık gibi besinler ve bu besinlerden elde edilen un ve nişastaları tercih edilmektedir (Özer ve ark., 2008).

Codex Alimentarius'a göre glutensiz gıdalar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

(a) buğday, çavdar, arpa veya bunların melezlerinin prolaminlerini içermeyen bileşenlerden üretilen ve gluten seviyesi 20 ppm'i geçmeyen veya

(b) buğday, çavdar, arpa, yulaf, kılıksız buğday veya bunların melezlerinden "glutensiz" olarak belirtilen bileşenleri içeren ve gluten seviyesi 200 ppm'i geçmeyen veya

(c), (a) ve (b) deki bileşenlerden herhangi ikisinin karışımı olup gluten seviyesi 200 ppm'i aşmayan gıdalar (Özüğür ve Hayta, 2011).

Gluten ikamesi olarak bazı katkı maddelerinin kullanılmaya başlanması ile ekmek ve kek başta olmak üzere kalite niteliklerinin geliştirildiği, gluten içermeyen ürünler, gıda üreticilerinin üzerinde önemle durduğu bir konu olmuştur. Gluten içermeyen fırın ürünlerinin üretiminde glutenin fonksiyonlarını bir ölçüye kadar karşılamak amacı ile bitkisel zamkların kullanılabilmesi bildirilmektedir (Lazaridou ve ark., 2001).

Gluten içermeyen hammaddelerden üretilen glutensiz ürünlerin arzu edilen kalite, tat ve aromaya sahip olmadıkları ifade edilmektedir (Sivaramakrishnan ve ark., 2004; Moore ve ark., 2004; Singh-Meneghini, 2007). Çoğu ürün tüketiciler tarafından hoşça gitmemelerine karşın, zorunlu oldukları için tüketilmektedirler. Bundan dolayı son zamanlarda glutensiz ürünlerin niteliklerini iyileştirmeye yönelik çalışmalar büyük önem kazanmıştır.

Hamuru kuvvetlendirici fonksiyonu olan emülgatörler; hamurun gaz tutma gücü, yoğurmaya karşı toleransı, su tutma kapasitesi (hidrasyon derecesi), uzama yeteneği ve olgunlaşma süresi gibi hamur özelliklerini geliştirerek, hamura uygun bir işlenebilirlik ve teknolojik özellik kazandırarak, ürünün kalitatif özelliklerini iyileştirirler (Elgün ve Ertugay, 1995).

Emülgatörlerin bu özellikleri formülasyonlarına dahil edilen ürünlerde, özellikle ekmek üretiminde, gluten gelişimini teşvik edici, protein-nişasta, protein-yağ, komplekslerinin oluşumunu sağlayıcı, hamurun gaz tutma yeteneğini dolayısıyla ekmek hacmini artırıcı, ekmek içi sertliğini ve yapışkanlığını azaltıcı ve bayatlamayı geciktirici etkilere sahip olmasını sağlamaktadır (Özer ve Atlan, 1995).

Yüksek kalitede, geleneksel dış görünüş ve tatta endüstriyel ürünler üretmek için yeni bileşenlerin ve katkıların kullanılması kaçınılmazdır. Pişirme endüstrisinde fonksiyonları nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir grup katkı maddesi emülgatörlerdir (Wijnans, 1997).

Glutensiz ürünlerde; modifiye nişastalar, bitkisel zamklar, bazı bitkisel ve hayvansal protein kaynakları ve yüzey aktif maddelerin (emülgatörler) kullanılması ile kalitesi geliştirilmiş mamüller üretilmektedir (Yaseen ve ark., 2005).

Singh-Meneghini (2007) tarafından yapılan araştırmaya göre çölyak hastaları

için hazırlanan formülasyon hem arzu edilen pişme kalitesi ve hem de duyusal kalite sağlamalıdır. Formüldeki bileşenlerden en az biri hamura elastik ve viskoz yapı sağlayarak pişme kalite özelliklerini iyileştirmeli ve bileşenlerden en az diğer biri ise duyusal kaliteyi sağlamalıdır.

Pirinç; tane, öğütülmüş un ve nişasta halinde glutensiz gıdalarda çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Arginin esansiyel amino asidince oldukça zengin olup, çocuk beslenmesinde ayrı bir öneme sahiptir. Pirincin unu daha çok gıda dolgu maddesi ve çocuk mamalarında kullanılmaktadır. Nişastalar pişirildiklerinde moleküllerinin içyapısı değişir, moleküller önemli ölçüde su alarak şişer. Ancak pirinç nişastasının farklı amilopektin ve amiloz yapısı nedeni ile pişirme işlemi sonucu oluşan yapı diğer nişastaların aksine daha zayıftır. Bu özelliği sayesinde kullanıldığı üründe çok daha yumuşak bir yapı ve doygunluk hissi elde etmek mümkündür. Pirinç nişastasının bu zayıf jel yapısı pişme esnasında amiloz moleküllerinin büyük bir kısmının nişasta dışına çıkmış olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak pirinç nişastasının çok dallı amilopektin molekülleri birbirleriyle hemen bağlanarak çok hızlı bir kıvam elde edilmesini sağlamaktadır (Özavar, 1999).

Pirinç unu ve nişastasının çölyak hastaları için planlanan ürünlerin hazırlanmasında, buğday unu yerine kullanımı yaygındır. Pirinç ürünleri uygun tat, renkte olması ve sindirilebilir protein içermesinden dolayı tercih edilir (Eliasson ve Larsson, 1993). Ortamdaki serbest suyu tutan nişastayı sağlamakla görevli olan pirinç un kekte içyapının oluşmasında yer alan önemli bir bileşendir (Köklü, 2007).

Ylimaki ve ark. (1991) tarafından yapılmış bir çalışmada, öğütme ve tanecik metodu üç farklı pirinç unu kullanılarak, glutensiz ekmek üretiminde Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY)'nin başarılı bir uygulaması rapor edilmiştir. Bu çalışmada orta büyüklükteki tanelerden en optimal sonuçlar elde edilmiş olup, ince öğütülmüş pirinç unlarına % 0.15 karboksi metil selüloz (CMC) ve % 1.75 hidroksi propil metil selüloz (HPMC) ilave edilmesiyle elde edilmiştir. Bu şekilde üretilen ekmeklerin, buğday unuyla üretilen ekmeklere kabuk yapısı, rengi, gözenek sıklığı, iç renk ve nem miktarı bakımından çok benzediği bildirilmektedir.

Yapılan başka bir çalışmada, glutensiz ekmek üretiminde % 80 pirinç unu ve % 20 patates nişastası karışımı kullanılmıştır. Formüle ilave edilecek su miktarı, HPMC ve CMC seviyeleri YYY ile belirlenmiştir. Elde edilen parametreler üzerine CMC ve suyun çok etkili, HPMC'nin ise daha az etkili olduğu rapor edilmektedir (Ylimaki ve ark., 2006).

Mısır ise endüstride oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip ekonomik değeri olan bir üründür. Ancak üretiminin az olması ve kendine özgü kokusu mısır kullanımını kısıtlayan önemli etmenlerdendir. Mısırdan elde edilen önemli ürünlerden biri de mısır unudur. Mısır unu çok çeşitli unlu mamullerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Özellikle ekmek çeşitlerini zenginleştirmek amacı ile yapılan çalışmalarda mısır unu bilhassa tercih edilmektedir. Yapısında bulunan bol miktardaki beta karoten, hem katıldığı buğday ununun da renk pigmentlerince zenginleşmesini hem de farklı bir ürün çeşidinin elde edilmesini sağlar. Mısır proteinlerinin gluten içermemesinden dolayı yoğurma sırasında hamurda gluten gelişmesi olmaz. Bu nedenle mısır unu hamurun gaz tutma kapasitesini olumsuz yönde etkiler (Özkaya ve Özkaya, 1992).

Glutensiz gıdaların üretiminde mısır ile sorgum nişasta ve/veya proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla modifiye edilmesine yönelik çok az sayıda çalışma mevcuttur. Mısırın kendine has belirgin aromasından dolayı mısır unu ile ekmek üretimi konusunda çok az sayıda çalışma vardır. Bu nedenle glutensiz gıdalarda mısır ürünlerinin kullanımı yaygın değildir (Arendt ve Bello, 2008).

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılabilir mısır nişastası, kasava nişastası ve pirinç unu oranları Sanchez ve ark. (2002) tarafından optimize edilmiştir. Soya unu ilavesi de ekmeğin iç özelliklerini iyileştirmek için denenmiştir. En uygun formülasyon % 74.2 mısır nişastası, % 17.2 pirinç unu ve % 8.6 kasava nişastası olarak belirlenmiştir. Soya ununun % 0.5 oranında ilavesi ekmek iç özellikleri ve hacim üzerinde olumlu sonuçlar vermiştir.

Lopez ve ark., (2004) glutensiz ekmek üretimi için % 45 pirinç unu, % 35 mısır nişastası ve % 20 kasava nişastası içeren bir karışım kullanmıştır. Üretilen deneme ekmekleri standart ekmekle karşılaştırıldığında, gözenek yapısının tekdüze

ve homojen, görünüm ve tatlarının arzu edilen nitelikte olduğu ifade edilmektedir.

Glutensiz bisküvi üretiminde çeşitli nişastalar ve unlar kullanılan bir çalışmada patates nişastası ve mısır unu karışımından elde edilen bisküvilerin besinsel değerlerinin ve beğenilirliklerinin yüksek olduğu ifade edilmektedir. Tekstürel özelliklerden sertliğin ise nişasta kullanılmayan bisküvilerde daha fazla olduğu; karabuğday ununun kullanıldığı bisküvilerin protein içeriğinin yüksek olduğu bulunmuştur (Gambus ve ark., 2009).

Glutensiz makarna ve benzeri ürünlerin üretiminde kullanılabilen pirinç unu yaygın olarak Asya ülkelerinde çeşitli nişastalarla birlikte kullanılmaktadır. Pirinç ununun dışında glutensiz makarna yapımında mısır unu da kullanılmıştır (Mestres ve ark., 1993).

Mısır unundan yapılan eriştelerde en iyi sonucun % 80 jelatinize olmuş mısır unu kullanılmasıyla elde edildiği belirlenmiştir (Yalçın ve Basman, 2008). Mısır unu (MU), karabuğday unu (KBU) ve pirinç unu (PU) kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ile glutensiz tulumba tatlısı formülleri optimize edilmiştir. MU ve KBU ile üretilen formüllere patates nişastası (PN) ilave edilmiştir. MU-PN ve KBU-PN karışımlarındaki PN oranının artması ile tatlıların sertlik değeri azalırken, genleşme, dış yapışkanlık (adhesiveness), şerbetli ve şerbetsiz verim değerleri artmıştır. PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülüne ilave edilen soya proteininin (SP) artan seviyeleri genleşme değerini azaltırken, şerbetli ve şerbetsiz verim ile yağ emilimini arttırmıştır. Her bir formül için optimizasyona dahil edilen özellikler göz önüne alındığında sabit bileşenlerle birlikte, MU formülünde 60:40 oranında MU ve PN karışımı, % 201.57 su ile % 0.17 karboksi metil selüloz (CMC) kullanıldığında; KBU formülünde, yaklaşık 68:32 oranlarında KBU ve PN karışımı, % 175.87 su ile % 0.132 CMC ve % 2.2 soya proteini karışımı kullanıldığında; PU formülünde ise % 2.77 SP, % 200.78 su ile % 0.54 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın glutensiz tulumba üretmek mümkün olmuştur (Bulut, 2013).

Bugün dünyada geliştirilen glutensiz gıda ürünleri (örneğin ekmek, makarna ve bisküvi) tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo-tahıllardan da (pseudocereals) üretilmektedir. Bu tahıllardan biri olan karabuğday çölyak hastaları için alternatif

gıdaların elde edilmesinde önemli bir kaynaktır (Yıldız ve Yalçın, 2013).

Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday unundan erişte, krep, gözleme, kek, kraker, kahvaltılık gevrek, ekmek ve bisküvi yapılabilir (Panda ve ark., 2010). Karabuğday yüksek besleyici değerlere sahiptir. Ayrıca, beslenmemiz için çok önemli protein kaynağı olmasının yanında, nişasta, besinsel lif, vitamin, temel mineralleri ve iz elementleri de içermektedir. Ayrıca rutin, orientin, kuersetin gibi fenolik maddeleri de bol miktarda içerirler.

Karabuğday unu, tam unu ya da kepeği birçok ülkede erişte, ekmek, makarna, kek, krep, pankek, kahvaltılık tahıl, dondurma külahları ve bisküvi üretiminde kullanılabilir. Zengin fonksiyonel bileşikleri ve gluten içermemesinden dolayı, fonksiyonel, diyetetik amaçlı ürünlerin üretiminde ve çölyak hastalarının diyetlerinde karabuğdaya yer verilmektedir (Yıldız, 2009).

Karabuğdayda gluten proteininin bulunmaması, karabuğday ununu glutensiz diyetlerin önemli bir parçası haline getirmiştir (Wijngaard ve Arendt 2006). Bu tohumun glutensiz tahıl ürünlerinin üretimi için mükemmel bir bileşen olduğu ve immünolojik analizler ile çölyak hastaları için hiçbir zararlı proteini içermediği ifade edilmektedir (Aubrecht ve Biacs, 2001).

Hidrokolloidler gıdalarda tekstür ve viskoelastik özellikleri iyileştirmek, nişasta redrogradasyonunu yavaşlatmak, serbest suyu bağlamak, yağı ikame etmek, depolama süresince ürün kalitesini korumak ve glutensiz ekmeklerde gluten ile yer değiştirme amaçlı kullanılmaktadır. Hidrokolloidlerin buğday ekmeği veya glutensiz ekmekler üzerinde yaptığı etki kullanılan hidrokolloidin kaynağına, kimyasal yapısına, kimyasal modifikasyona, hamurda kullanılan dozuna, formüldeki diğer bileşenlerle interaksiyonuna ve elde ediliş prosesine göre değişir (Arendt ve Bello, 2008).

Son zamanlarda pirinç ve mısır unu tabanlı glutensiz unların hazırlanmasında, hamurdaki glutenin viskoelastik özelliklerini taklit etmek amacıyla nişasta, süt bileşenleri ve/veya hidrokolloidlerin birleştirilmesine yönelik çalışmaların arttığı gözlenmektedir (Arendt ve Bello 2008).

Lazaridou ve ark. (2007) glutensiz ekmek üretiminde hamur reolojisi üzerine

pektin, CMC, agaroz, ksantan ve yulaf β -glukanının etkilerini araştırmak için bu bileşenleri % 1 ve % 2 (pirinç ununa göre) seviyelerinde kullanmıştır. Hamurun reolojik özellikleri üzerine en belirgin etkiyi ksantan sağlamıştır. Diğer hidrokolloidlerin ilavesi ile ekmeklerin hacmi artmıştır. Pektin dışındaki hidrokolloidlerin oranı % 1'den % 2'ye çıkarıldığında ekmek hacmi azalmıştır. En iyi gözeneklilik değerleri (porosity) % 1 oranında CMC, β -glukan ve % 2 oranında pektin kullanıldığında, en kötü gözeneklilik değeri ise % 2 CMC kullanıldığında elde edilmiştir. Öte yandan ekmek içinin yüksek elastikiyet değerleri % 2 oranında CMC, pektin ve ksantan kullanıldığında elde edilmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan duyusal değerlendirmede ise tüm kabul edilebilirlik değerleri açısından en yüksek değer % 2 CMC ile üretilen glutensiz ekmeklerde elde edilmiştir. Ayrıca hidrokolloidlerin kullanılması ile üretilen glutensiz ekmeklerin, depolama süresince ekmek içi sertlik değerleri kontrol ekmekleri ile karşılaştırılmıştır. Ekmek içi sertlik değerleri pektin, CMC ve agaroz (% 1 ve 2) ile β -glukan (% 1) ilavesi edilmesiyle önemli seviyede değişmemiştir. Öte yandan ksantan (% 1 ve 2) ile β -glukan (% 2) kullanımında ekmek içi sertleşmiştir. Schober ve ark. (2005) da sorgumdan yaptıkları glutensiz ekmeklere ksantan ilave edildiğinde ekmek içi sertlik değerinin arttığını bildirmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada kontrol ekmek üretimi için Tip 650 ekmeklik buğday unu (Bafra Eriş Un Yem Gıda, San. ve Tic. A.Ş., Samsun), glutensiz ekmek üretimi için ise buğday unu yerine üç farklı formülde karabuğday unu (Fitmek, Hedef Glutensiz Ekmek San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir), mısır unu ve pirinç unu (Aro-Tech, Gıda ve Tarım Ürünleri Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir) , pastacılık ve böreklik yağı (Marsan Gıda San. ve Tic. A.Ş., Adana) kullanılmıştır. Ayrıca mono digliseridler (MD), sodyum stearoyl-2-lactilate (SSL), lesitin (LC), diasetil tartarik asidin monogliserit esteri (DATEM) (Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri Sanayi., İstanbul), FO ticari emülgatör karışımı (ÖZMER Pastacılık ve İçecek Ürünleri Sanayi Pazarlama Turizm ve Dış Ticaret A.Ş., İstanbul), OVALETTE ticari emülgatör karışımı (KATSAN Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul), instant maya (PAK Gıda Üretim ve Pazarlama A.Ş., İstanbul), içme suyu (Palandöken Desni, Erzurum), piyasadan temin edilen kristal şeker ve rafine iyotlu tuz kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler

Denemede kullanılan unlarda; kül miktarı (AACC 08-03) ve protein tayini (AACC 46-12) yapıldı. Protein miktarı (%), toplam serbest azotun 6.25 faktörü ile çarpımı sonucu hesaplandı (Anonim, 1995).

3.2.2. Kontrol ekmeği üretimi

Bu çalışmada buğday unu ile kontrol ekmeği Çizelge 3.1. de verilen formülasyona göre üretilmiştir (Meral, 2011). Formüle göre un, su ve katkı maddesi KitchenAid mikser ile (Model KSM45) 1. kademede 5 dk yoğurulduktan sonra hamura tuz ilave edildi. Akabinde mikserin 2. kademesinde 20 dk yoğurma sonrası maya ilave edildi ve bu kademede yoğurma 25 dk'ya tamamlandı. Mikserden alınan hamur 10 dk ön fermentasyona (20-25 °C'de laboratuvar koşullarında) bırakıldı. Daha sonra şekil verilen hamurlar 14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirildi ve 30 °C'de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabininde ana fermentasyona tabi tutuldu. Fermentasyona, hamur yüksekliği tavanın 2 cm üstüne ulaşınca kadar devam edildi. Mayalanan hamurlar 218 °C'de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 21 dk pişirildi. Hamur hazırlama parametreleri ve pişirme koşulları ön denemelerle belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Kontrol ekmeğ formülasyonu

Bileşenler	(%)
Un	100.0
Su	60.0
Tuz	1.5
Instant Aktif Maya	1.0
Ekmek Katkı Maddesi	0.8

3.2.3. Glutensiz Ekmeklerin Üretimi

Bu çalışmada glutensiz ekmekler, önceki çalışmalarda optimize edilmiş formüller kısmen modifiye edilerek üretilmiştir. Farklı glutensiz kaynaklar kullanılarak üretilen ekmeklerde oluşan kalite olumsuzluklarının (renk, tad, hacim, tekstür, vs.) giderilmesi ve tüketilebilirliğin artırılması için çeşitli emülgatörlerin

farklı seviyelerinin etkisi araştırılmıştır. Üretilen ekmekler kontrol ekmekleri ile mukayese edilerek karşılaştırılmıştır. Farklı un kaynakları ile hazırlanan hamurların yoğurma ve pişirme koşulları ön denemelerle belirlenmiştir.

3.2.3.a. Pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmek

Un kaynağı olarak pirinç ununun kullanıldığı optimize edilmiş formül (Demirkesen ve ark., 2009; 2010) modifiye edilerek (Çizelge 3.2) glutensiz ekmekler üretilmiştir. Bu formüle farklı seviyelerde, farklı emülgatörler ilave edilerek ekmek özelliklerine (hacim, pişme kaybı, tekstürel özellikler, ekmek içi ve kabuk rengi) etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 3.2. Pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu

Bileşenler	(%)
Un (Pirinç Unu)	100.00
Su	100.00
Tuz	1.50
Instant maya	1.00
Yağ	8.00
Şeker	8.00
Emülgatör	
1. grup	0.0-1.0
2. grup	0.0-6.00
Gam (ksantan gam)	0.50

1. grup: MDG, SSL, DATEM, LC; 2. grup: FO ve OVALETTE ticari karışımları

Yukarıda verilen formüle göre pirinç unu, su, tuz, yağ, şeker, emülgatör ve gam KitchenAid mikser ile (Model KSM45) 1. kademede 5 dk yoğuruldu. Bu dakikada hamura maya ilave edildi ve mikserin 2. kademesinde toplamda 5 dk ile yoğuruldu. Süre sonunda mikserden alınan hamur ön fermantasyona tabi tutulmadan

14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirildi ve 30 °C’de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabiniinde 25-27 dk süre ile ana fermentasyona tabi tutuldu. Mayalanan hamurlar 200 °C’de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 27 dk pişirildi.

3.2.3.b. Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmek

Mısır ununun kullanıldığı glutensiz ekmekler Hager ve Arendt (2013) tarafından optimize edilmiş formül modifiye edilerek üretilmiştir (Çizelge 3.3). Optimize edilen formüle farklı emülgatörler, farklı seviyelerde ilave edilerek ekmek özellikleri üzerine (ekmek içi gözenek yapısı ve rengi, kabuk, hacim, renk ve tekstürel özellikler) etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 3.3. Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu

Bileşenler	(%)
Un (Mısır Unu)	100.00
Su	125.00
Tuz	1.50
Maya	2.00
Şeker	2.00
Emülgatör	
1. grup	0.0-1.0
2. grup	0.0-6.0
Gam (ksantan gam)	0.30
Gam (CMC)	0.63

1. grup: MDG, SSL, DATEM, LC; 2. grup: FO ve OVALETTE ticari karışımları

Çizelge 3.3. de verilen formüle göre mısır unu, su, tuz, şeker, emülgatör ve gamlar KitchenAid mikser ile (Model KSM45) 1. kademedede 5 dk yoğuruldu. Bu dakikada hamura maya ilave edildi ve mikserin 2. kademesinde toplamda 5 dk yoğuruldu. Süre sonunda mikserden alınan hamur ön fermantasyona tabi tutulmadan

14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirildi ve 30°C'de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabiniinde 27-30 dk ana fermentasyona tabi tutuldu. Mayalanan hamurlar 190°C'de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 34 dk pişirildi.

3.2.3.c. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz ekmek

Un kaynağı olarak karabuğday ununun kullanıldığı glutensiz ekmekler Çizelge 3.4. de verilen modifiye edilmiş optimize formül ile üretilmiştir (Hager ve Arendt, 2013). Daha sonra ekmekte göz önüne alınan kalite özellikleri (ekmek içi gözenek yapısı ve rengi, hacim, kabuk, renk ve tekstürel özellikler) üzerine farklı emülgatörlerin etkileri araştırılmıştır. Formüle göre karabuğday unu, su, tuz, şeker, emülgatör ve gamlar KitchenAid mikser ile (Model KSM45) 1. kademedede 5 dk yoğuruldu. Bu dakikada hamura maya ilave edildi ve mikserin 2. kademesinde toplamda 5 dk yoğuruldu. Süre sonunda mikserden alınan hamur ön fermentasyona tabi tutulmadan 14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirildi ve 30°C'de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabiniinde 34-35 dk ana fermentasyona tabi tutuldu. Mayalanan hamurlar 190°C'de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 30 dk pişirildi.

3.2.4. Glutensiz ve kontrol ekmeklerin değerlendirilmesi

3.2.4.a. Spesifik hacim (ml/g) ve pişme kaybının (%) belirlenmesi:

Ekmeklerin hacmi kolza tohumuyla yer değiştirme prensibine göre çalışan hacim ölçer (Şimşek Laboratuvar, Ankara) ile ölçülüp ve ekmek ağırlıkları göz önünde bulundurularak spesifik hacim değerleri hesaplandı (AACC Metot 10-91). Izgara üzerine alınan ekmekler, oda sıcaklığında 2 sa tutularak soğutulduktan sonra tartıldı. Pişme sonunda ekmek ağırlığında meydana gelen % pişme kaybı aşağıdaki formül ile hesaplandı.

$$\text{Pişme kaybı (\%)} = [1 - (\text{Ekmek ağırlığı} / \text{Toplam bileşenlerin ağırlığı})] * 100$$

Çizelge 3.4. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz ekmek formülasyonu

Bileşenler	(%)
Un (Karabuğday Unu)	100.00
Su	125.00
Tuz	1.50
Maya	3.00
Şeker	2.00
Emülgatör	
1. grup	0.0-1.0
2. grup	0.0-6.0
Gam (ksantan gam)	0.52
Gam (CMC)	1.50

1. grup: MDG, SSL, DATEM, LC; 2. grup: FO ve OVALETTE ticari karışımları

3.2.4.b. Ekmeklerin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

TA-XT Plus tekstür analiz cihazında (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) P/25 donanımı kullanılarak TPA (Texture Profil Analizi) metodu ile ekmeklerin tekstürel özellikleri belirlendi. Parametrelerden sertlik (hardness), çiğnenebilirlik (chewiness), yapışkanlık (cohesiveness) ve esneklik (resilience) değerlendirildi. Sertlik, TPA testinde örneğin ilk sıkıştırılması esnasında elde edilen pik değeridir (örneklerinin % 25 oranında sıkıştırılması için gerekli olan g kuvvet). Çiğnenebilirlik, sakızimsılık değeri ile esneklik değerlerinin çarpılmasıyla elde edildi. Yapışkanlık, prob tarafından uygulanan ikinci sıkıştırma sırasında grafik altında kalan alanın, birinci sıkıştırımadaki alana oranı olarak hesaplandı. Esneklik ise uygulanan basınç sonrası ekmekte meydana gelen geri dönüş ile ilişkili olan yükseklik değerini ifade eder.

3.2.4.c. Renk tayini

Ekmekler bütün ve dilim halinde HP Scan Jet 400 C tarayıcı ile HP Precision Scan LT programı ile tarandıktan sonra TIFF resim formatında saklandı. Daha sonra bu görüntülerin ‘Lab Color Mod’ (16 Bits/channel) ayarlarında L, a ve b değeri hesaplandı. L değeri 100 ise rengin beyaz, 0 ise siyah, +a değeri kırmızı, - a değeri yeşili ve +b değeri sarı, -b değeri mavi olduğunu gösterir (Dogan, 2002).

3.2.4.d. Tüketici testi (Duyusal analiz)

Duyusal değerlendirme nihai ürünün kalitesi ve tüketilebilirliği hakkında tüketicinin beğenisinin ve taleplerinin belirlendiği değerlendirme aşaması olduğu için oldukça önemlidir. Yapılan ön değerlendirmeler ve optimizasyon sonrası üretilen kontrol ve kontrole en yakın glutensiz ekmeklerin duyusal değerlendirilmesi İğdır Üniversitesi öğretim elemanları tarafından yapıldı. Panel öncesi panelistler değerlendirme kriterleri açısından bilgilendirildi. Panel üyelerine kontrol ve glutensiz ekmekler numaralandırılmış numune kapları içerisinde, su ve duyusal değerlendirme formu ile birlikte sunuldu. Panelistlerin ekmekleri beğenme dereceleri hedonik skala kullanılarak belirlendi.

3.2.4.e. İstatistiksel analizler

Kontrol ve glutensiz ekmek örnekleri çeşitli parametreler açısından karşılaştırılmış ve elde edilen değerlerin StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics 2006) ve CoStat istatistik programları (CoHort 2004) kullanılarak “faktöriyel deneme deseninde” varyans analizleri yapılmıştır. Faktör ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı LSD testi ile $P < 0.05$ seviyesinde belirlenmiştir. Ayrıca 14 panelistin katıldığı duyusal değerlendirme sonuçları da istatistiksel analize tabi tutuldu.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Glutensiz un kaynağı olarak pirinç, mısır ve karabuğday unları kullanılarak üretilen ekmekler emülgatörsüz (S_0) ve dört farklı seviye (S_1 , S_2 , S_3 ve S_4) emülgatör ilave edilerek üretilmiştir. Emülgatör seviyeleri ön denemeler ve literatürden yararlanarak; DATEM, MDG, SSL ve LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak belirlenmiştir.

4.1. Glutensiz ekmeklerin üretimi

Pirinç unu (PU) ile Çizelge 3.2. de verilen formülasyona (Demirkesen ve ark., 2009; 2010) göre üretilen glutensiz ekmeklere ilave edilen emülgatörlerin ekmek özellikleri üzerine etkisi aşağıda sırasıyla değerlendirilmiştir.

Karabuğday unu (KBU) ile Çizelge 3.3. de verilen formülasyona (Hager ve Arendt, 2013) göre üretilen glutensiz ekmeklere ilave edilen emülgatörlerin ekmek özellikleri üzerine etkisi aşağıda sırasıyla değerlendirilmiştir.

Mısır unu (MU) ile Çizelge 3.4. de verilen formülasyona (Hager ve Arendt, 2013) göre üretilen glutensiz ekmeklere ilave edilen emülgatörlerin ekmek özellikleri üzerine etkisi aşağıda sırasıyla değerlendirilmiştir.

4.1.1. Hacim

4.1.1.a. Pirinç unu ekmeğinin hacmi

Unun ekmeklik kalitesinin belirlemede kullanılan en önemli kriterlerden birisi ekmek hacmidir. Üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2. de verilmiştir. Pirinç unu ile üretilen tava ekmeklerinin ortalama hacimleri 466.250 ile 566.250 ml arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Farklı emülgatörlerin ve ilave edilen farklı emülgatör seviyelerinin ekmeklerin hacimleri

Çizelge 4.1. Pirinç unu ekmeklerinin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	507.500	1.419	c	1,4	505.000	3.476	jk
1	520.833	1.419	b	1,5	502.500	3.476	k
2	518.333	1.419	b	1,6	516.250	3.476	gh
3	520.625	1.419	b	2,1	538.750	3.476	c
4	527.292	1.419	a	2,2	530.000	3.476	de
Emülgatör				2,3	508.750	3.476	ghij
1	532.000	1.550	ab	2,4	526.250	3.476	ef
2	524.750	1.550	c	2,5	491.250	3.476	l
3	499.750	1.550	d	2,6	515.000	3.476	ghi
4	533.750	1.550	a	3,1	528.750	3.476	e
5	494.000	1.550	e	3,2	530.000	3.476	de
6	529.250	1.550	b	3,3	466.250	3.476	n
Seviye*Emülgatör				3,4	563.750	3.476	a
0,1	507.500	3.476	ghijk	3,5	493.750	3.476	kl
0,2	507.500	3.476	hijk	3,6	541.250	3.476	c
0,3	507.500	3.476	hijk	4,1	533.750	3.476	d
0,4	507.500	3.476	ijk	4,2	527.500	3.476	e
0,5	507.500	3.476	jk	4,3	495.000	3.476	kl
0,6	507.500	3.476	jk	4,4	566.250	3.476	a
1,1	551.250	3.476	b	4,5	475.000	3.476	m
1,2	528.750	3.476	de	4,6	566.250	3.476	a
1,3	521.250	3.476	fg				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). En düşük hacimli ekmekler emülgatör ilavesiz (S_0) elde edilmiştir. Emülgatörlerin ilavesi ile ekmek hacminde önemli derece artış gözlemlenmiştir. Formülasyona OVALETTE marka emülgatör karışımı % 6 oranında ilave edildiğinde ekmek hacminde en yüksek artış, % 1 seviyesinde lesitin ilave edildiğinde ise en düşük artış elde edilmiştir. Formüle ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça ekmek hacmi de artmıştır (Çizelge 4.1). S_1 , S_2 , ve S_3 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama hacimleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz iken, emülgatörsüz (S_0) üretilen ekmek hacmi oldukça düşüktür.

Çizelge 4.2. Pirinç unu ekmeklerinin hacmi üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	4977.9	1244.4	25.75	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	30404.2	6080.8	125.81	0.0000	***
S*E	20	33677.1	1683.8	34.84	0.0000	***
Hata	90	4350.0	48.3			
Toplam	119	73409.2				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.1.b. Karabuğday unu ekmeğinin hacmi

Karabuğday unu kullanarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama hacimleri 427.500 ile 513.750 ml arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Üretilen bu ekmeklerin hacmi üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları çizelge 4.3. de verilmiştir. Formüle ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksyonunun üretilen ekmeklerin hacimleri üzerine etkisi istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Karabuğday unundan üretilen ekmeklerin formülasyonuna OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinde ilave edilmesi ile

üretilen ekmeklerde en yüksek hacim değeri belirlenmiştir. En düşük hacim değerini ise formülasyona ilave edilen MDG emülgatörü vermiştir.

Çizelge 4.3. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin hacmi üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	34660.4	8665.1	256.22	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	25126.0	5025.2	148.59	0.0000	***
S*E	20	18589.6	929.4	27.48	0.0000	***
Hata	90	3043.7	33.8			
Toplam	119	81419.8				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.1.c. Mısır unu ekmeğinin hacmi

Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerin ortalama hacimleri 432.500 ile 547.500 ml arasında (Çizelge 4.6) değişmiştir. Üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5. de verilmiştir. Formülasyonda farklı emülgatörler ve bu emülgatörlerin farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin hacimleri arasındaki fark çok önemli (P<0.001) bulunmuştur (Çizelge 4.5). Diğer unlarla üretilen ekmeklerde olduğu gibi mısır unu ile üretilen ekmeklerin de formülasyonuna farklı kaynaklı emülgatörlerin ilavesi ekmek hacim değerlerinde önemli seviyede artış sağlamıştır. Üretilen ekmeklerin hacim değerinde en yüksek artış OVALETTE emülgatörünün, en düşük artış ise MDG emülgatörünün formülasyonda kullanılması ile gözlemlenmiştir. Ayrıca Çizelge 4.5. de görüldüğü gibi emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonunda ekmek hacmine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Formülasyonda OVALATTE emülgatörünün % 6 seviyesinin kullanılması en yüksek hacim değerini, MDG emülgatörünün % 0.5 seviyesinde kullanılması ise en düşük hacim değerini vermiştir.

Çizelge 4.4. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	427.500	1.187	e	1,4	467.500	2.907	de
1	460.625	1.187	d	1,5	467.500	2.907	de
2	464.583	1.187	c	1,6	460.000	2.907	fg
3	469.792	1.187	b	2,1	450.000	2.907	jk
4	476.458	1.187	a	2,2	445.000	2.907	l
Emülgatör				2,3	458.750	2.907	fg
1	450.500	1.300	c	2,4	512.500	2.907	a
2	446.500	1.300	d	2,5	450.000	2.907	k
3	452.000	1.300	c	2,6	471.500	2.907	d
4	483.750	1.300	a	3,1	461.250	2.907	f
5	450.000	1.300	cd	3,2	451.250	2.907	ijk
6	476.000	1.300	b	3,3	451.250	2.907	ijk
Seviye*Emülgatör				3,4	497.500	2.907	c
0,1	427.500	2.907	m	3,5	450.000	2.907	k
0,2	427.500	2.907	m	3,6	507.500	2.907	b
0,3	427.500	2.907	m	4,1	457.500	2.907	fgh
0,4	427.500	2.907	m	4,2	453.750	2.907	hij
0,5	427.500	2.907	m	4,3	465.000	2.907	e
0,6	427.500	2.907	m	4,4	513.750	2.907	a
1,1	456.250	2.907	fghi	4,5	455.000	2.907	hij
1,2	455.000	2.907	ghij	4,6	513.750	2.907	a
1,3	457.500	2.907	fgh				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata
 *** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);
 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO. Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM,
 MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO
 için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.1.d. Hacim açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Glutensiz ekmeklerin hacmi pirinç unu kullanıldığında 466.250 ile 566.250 ml arasında, karabuğday unu kullanıldığında 427.500 ile 513.750 ml arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 432.500 ile 547.500 ml arasında değişmiştir. Formüle ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonunun üretilen ekmeklerin hacimleri üzerine etkisi istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Her üç formülde de en düşük hacimli ekmekler emülgatör ilavesiz (S_0) elde edilmiştir. Emülgatörlerin ilavesi ile ekmek hacminde önemli derece artış sağlanmıştır.

Emülgatörler hidrofilik ve lipofilik gruplar içermekte olup, kullanıldıkları ürünlerde, özellikle ekmek üretiminde, gluten gelişimini teşvik edici, protein-nişasta, protein-yağ komplekslerinin oluşumunu sağlayıcı, hamurun gaz tutma yeteneğini dolayısıyla ekmek hacmini artırıcı etkilere sahiptir (Özer ve Atlan, 1995). Farklı emülgatörlerin kullanıldığı birçok çalışmada emülgatörlerin hacim artırıcı etkisinden bahsedilmektedir (Mettler ve Seibel, 1993; Ribotta ve ark., 2004; Nunes ve ark., 2009; Demirkesen ve ark., 2010a ve 2010b). Her üç formülde de ekmek hacmini en çok arttıran OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinde kullanılmasıdır. Pirinç unlu glutensiz ekmek üretiminde en düşük hacim artışı lesitin ilave edildiğinde, diğer iki unda ise MDG ilavesi ile gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	72709.2	18177.3	361.54	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	38226.7	7645.3	152.06	0.0000	***
S*E	20	18235.8	911.7	18.14	0.0000	***
Hata	90	4525.0	50.2			
Toplam	119	133697.0				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Çizelge 4.6. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin hacim değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	432.500	1.447	d	1,4	522.500	3.545	d
1	477.292	1.447	c	1,5	470.000	3.545	l
2	491.042	1.447	b	1,6	477.500	3.545	jk
3	499.375	1.447	a	2,1	487.500	3.545	h
4	496.458	1.447	a	2,2	463.750	3.545	m
Emülgatör				2,3	483.750	3.545	hi
1	465.500	1.585	de	2,4	532.500	3.545	c
2	463.250	1.585	e	2,5	483.750	3.545	hi
3	475.250	1.585	c	2,6	495.000	3.545	g
4	515.000	1.585	a	3,1	481.250	3.545	ij
5	469.250	1.585	d	3,2	476.250	3.545	k
6	487.750	1.585	b	3,3	508.750	3.545	f
Seviye*Emülgatör				3,4	540.000	3.545	b
0,1	432.500	3.545	o	3,5	476.250	3.545	k
0,2	432.500	3.545	o	3,6	513.750	3.545	e
0,3	432.500	3.545	o	4,1	457.500	3.545	n
0,4	432.500	3.545	o	4,2	472.500	3.545	kl
0,5	432.500	3.545	o	4,3	497.500	3.545	g
0,6	432.500	3.545	o	4,4	547.500	3.545	a
1,1	468.750	3.545	lm	4,5	483.750	3.545	hi
1,2	471.250	3.545	kl	4,6	520.000	3.545	d
1,3	453.750	3.545	n				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.2. Sakızımsılık

4.1.2.a. Pirinç unu ekmeğinin sakızımsılık değeri

Pirinç unu ile üretilen tava ekmeklerin ortalama sakızımsılık değerleri Çizelge 4.8. de görüldüğü gibi 159.962 ile 332.987 g arasında değişmiştir. Ekmeklerin sakızımsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7. de verilmiştir. Pirinç unu kullanılarak üretilen ekmeklerin sakızımsılık değerleri formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerden ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerinden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0.001$). Genel olarak SSL ve lesitin ilavesi sakızımsılık değerini yükseltirken, diğer emülgatörler bu değeri düşürmüştür. SSL emülgatörünün % 1 seviyesinde formülasyonda kullanılması ile en yüksek sakızımsılık değeri, OVALETTE emülgatörünün ise % 6 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile en düşük sakızımsılık değeri elde edilmektedir. Ayrıca Çizelge 4.7. de görüldüğü üzere emülgatör seviyeleri ile emülgatörler arasındaki etkileşimde ($P<0.001$) çok önemli bulunmuştur. S_1 ve S_2 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama sakızımsılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Pirinç unu ekmeklerinin sakızımsılık değeri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	14448.5	3612.1	26.3	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	78351.2	15670.2	114.4	0.0000 ***
S*E	20	96331.4	4816.5	35.1	0.0000 ***
Hata	90	12319.3	136.8		
Toplam	119	201450.0			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.8. Pirinç unu ekmeklerinin sakızimsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	255.767	2.388	b	1,4	257.238	5.849	fgh
1	264.485	2.388	a	1,5	297.933	5.849	cd
2	260.402	2.388	ab	1,6	303.811	5.849	c
3	242.737	2.388	c	2,1	266.034	5.849	fgh
4	235.391	2.388	d	2,2	239.866	5.849	i
Emülgatör				2,3	315.833	5.849	b
1	227.834	2.616	d	2,4	315.833	5.849	e
2	240.292	2.616	c	2,5	285.841	5.849	j
3	292.596	2.616	a	2,6	225.960	5.849	j
4	226.499	2.616	d	3,1	197.342	5.849	k
5	280.526	2.616	b	3,2	238.634	5.849	i
6	242.792	2.616	c	3,3	289.893	5.849	de
Seviye*Emülgatör				3,4	197.514	5.849	k
0,1	255.767	5.849	fghi	3,5	293.326	5.849	de
0,2	255.767	5.849	fghi	3,6	239.665	5.849	i
0,3	255.767	5.849	fghi	4,1	159.962	5.849	m
0,4	255.767	5.849	ghi	4,2	267.779	5.849	fg
0,5	255.767	5.849	ghi	4,3	332.987	5.849	a
0,6	255.767	5.849	hi	4,4	193.096	5.849	kl
1,1	260.065	5.849	fgh	4,5	269.763	5.849	f
1,2	199.363	5.849	k	4,6	188.757	5.849	l
1,3	268.498	5.849	fg				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = Datem; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = Ovalette; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri Datem, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, Ovalette ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.2.b. Karabuğday unu ekmeğinin sakızimsılık değeri

Karabuğday unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sakızimsılık değerleri 123.546 ile 574.598 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). Üretilen ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10. da verilmiştir. Karabuğday ununun kullanıldığı formülasyona farklı emülgatörlerin ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değerleri arasındaki fark çok önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile sakızimsılık değeri önemli seviyede artmıştır. Ayrıca emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyon da sakızimsılık değerini istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($P<0.001$) etkilemektedir (Çizelge 4.10). Üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerinin lesitin emülgatörünün % 0.5 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek, ovalatte emülgatörünün % 6 seviyesinde formülasyona ilave edilmesiyle ise en düşük artış olduğu belirlenmiştir. Emülgatörlerin S_0 , S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi sakızimsılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup emülgatör ilave edilmeden üretilen (S_0) ekmeğin sakızimsılık değeri önemli seviyede düşüktür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	306182.0	76545.6	3909.2	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	1.0	200986.0	10264.4	0.0000	***
S*E	20	472955.0	23647.7	1207.7	0.0000	***
Hata	90	1762.2	136.8			
Toplam	119	780900.2				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.9. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	144.273	0.903	e	1,4	304.111	2.212	f
1	286.868	0.903	a	1,5	450.893	2.212	d
2	261.832	0.903	c	1,6	320.371	2.212	e
3	270.378	0.903	b	2,1	272.635	2.212	g
4	239.916	0.903	d	2,2	208.392	2.212	k
Emülgatör				2,3	223.796	2.212	ij
1	227.115	0.989	b	2,4	123.546	2.212	o
2	214.640	0.989	c	2,5	574.598	2.212	a
3	204.648	0.989	d	2,6	168.027	2.212	m
4	174.025	0.989	f	3,1	308.960	2.212	f
5	441.250	0.989	a	3,2	223.796	2.212	ij
6	182.243	0.989	e	3,3	213.658	2.212	k
Seviye*Emülgatör				3,4	151.080	2.212	mn
0,1	144.273	2.212	mno	3,5	544.915	2.212	b
0,2	144.273	2.212	no	3,6	139.990	2.212	o
0,3	144.273	2.212	no	4,1	196.890	2.212	l
0,4	144.273	2.212	no	4,2	238.256	2.212	h
0,5	144.273	2.212	no	4,3	227.112	2.212	i
0,6	144.273	2.212	no	4,4	147.114	2.212	mn
1,1	212.818	2.212	k	4,5	491.571	2.212	c
1,2	218.612	2.212	ijk	4,6	138.554	2.212	o
1,3	214.402	2.212	jk				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.2.c. Mısır unu ekmeğinin sakızimsılık değeri

Un kaynağı olarak mısır unu kullanılan glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sakızimsılık değeri 182.021 ile 693.896 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.12). Üretilen ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11. de verilmiştir.

Formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi sakızimsılık değeri üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$). Formülasyona ilave edilen emülgatörler arasında MDG emülgatörünün % 0.75 seviyesinde kullanılması ile üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri en yüksek seviye gözlemlenmiştir. FO emülgatörünün % 6 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile sakızimsılık değeri en düşük seviye gözlemlenmiştir (Çizelge 4.11). S_0 , S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi sakızimsılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça ekmeklerin sakızimsılık değerleri önemli seviyede azalmıştır.

Çizelge 4.11. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	292074.0	73018.5	1029.63	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	1.36247E	272493.0	3842.39	0.0000	***
S*E	20	592397.0	28619.9	403.57	0.0000	***
Hata	90	6382.58	70.9175			
Toplam	119	2.23332E				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Çizelge 4.12. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sakızimsılık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	510.884	1.718	a	1,4	310.031	4.210	p
1	477.843	1.718	b	1,5	538.782	4.210	d
2	399.698	1.718	c	1,6	345.711	4.210	n
3	405.899	1.718	d	2,1	483.017	4.210	k
4	385.133	1.718	e	2,2	529.755	4.210	e
Emülgatör				2,3	355.074	4.210	m
1	507.965	1.883	b	2,4	291.107	4.210	r
2	596.205	1.883	a	2,5	523.544	4.210	fg
3	367.411	1.883	c	2,6	215.691	4.210	t
4	346.225	1.883	d	3,1	490.997	4.210	j
5	503.038	1.883	b	3,2	693.896	4.210	a
6	294.505	1.883	e	3,3	203.090	4.210	u
Seviye*Emülgatör				3,4	316.611	4.210	o
0,1	510.884	4.210	ghi	3,5	512.581	4.210	gh
0,2	510.884	4.210	hi	3,6	218.218	4.210	t
0,3	510.884	4.210	hi	4,1	525.999	4.210	efg
0,4	510.884	4.210	hi	4,2	603.027	4.210	c
0,5	510.884	4.210	hi	4,3	267.864	4.210	s
0,6	510.884	4.210	hi	4,4	302.490	4.210	q
1,1	528.927	4.210	ef	4,5	429.399	4.210	l
1,2	643.461	4.210	b	4,6	182.021	4.210	v
1,3	500.145	4.210	i				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.2.d. Sakızımsılık değeri açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz ekmeklerin ortalama sakızımsılık değerleri pirinç unlu ekmeklerde 159.962 ile 332.987 arasında, karabuğday unlu ekmeklerde 123.546 ile 574.598 arasında ve mısır unlu ekmekler de ise 182.021 ile 693.896 arasında değişmiştir. Formülasyonlara ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi sakızımsılık değeri üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$). Pirinç unu ve mısır unu kullanılan glutensiz ekmek formüllerinde ilave edilen emülgatörler sakızımsılık değeri üzerine farklı şekilde etki etmiştir. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerde genel olarak SSL ve lesitin ilavesi sakızımsılık değerini yükseltirken, diğer emülgatörler bu değeri düşürmüştür.

Mısır unu ile üretilen ekmeklerde ise MDG ilavesi belirgin bir şekilde sakızımsılık değerinde artış sağlarken, SSL, OVALETTE ve FO emülgatörlerinin ilavesi ekmeklerin sakızımsılık değerlerini belirgin bir şekilde düşürmektedir. Ayrıca bu ekmeklerde ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça ekmeklerin sakızımsılık değerleri önemli seviyede azalmıştır. Öte yandan karabuğday unlu formülasyona emülgatörlerin ilave edilmesi ile sakızımsılık değeri önemli seviyede artmıştır. Artan emülgatör seviyelerinde sakızımsılık değerini arttırmaktadır.

4.1.3. Yapışkanlık

4.1.3.a. Pirinç unu ekmeğinin yapışkanlık değeri

Yapışkanlık değeri, ekmek içi tekstür yapısının değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kriterlerinden birisidir. Üretilen tava ekmeklerinin ortalama yapışkanlık değerleri 0.547 ile 0.804 g s arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). Üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.13. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin ve farklı seviyelerinin formülasyona dahil edilmeleri ile üretilen ekmeklere ait ekmek içi yapışkanlık değerleri arasındaki fark

($P < 0.001$) çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Pirinç unlu glutensiz ekmeklerde mdg emülgatörünün kullanılması ile en yüksek yapışkanlık değeri, OVALETTE emülgatörünün formülasyonda kullanılması ile en düşük yapışkanlık değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.14). Ayrıca Çizelge 4.5. den anlaşıldığı gibi farklı emülgatör seviyeleri lineer etkisi ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonda çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$). MDG emülgatörünün % 0,25 seviyesinin formülasyona ilavesiyle üretilen ekmeklerde yapışkanlık değerinin en yüksek olduğu gözlemlenmiş, OVALETTE emülgatörünün % 1.5 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde yapışkanlık değerinin en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14). Çizege 4.14. de görüldüğü gibi S_0, S_1, S_2, S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olup, ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça ekmek içi yapışkanlık değeri azalmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	0.19496	0.04874	114.6	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	0.37681	0.07536	177.3	0.0000	***
S*E	20	0.15692	0.00784	18.4	0.0000	***
Hata	90	0.38248	0.00042			
Toplam	119	0.76694				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.3.b. Karabuğday unu ekmeğinin yapışkanlık değeri

Ekmek içi tekstür yapısının değerlendirilmesinde yapışkanlık da önemli kriterler arasındadır. Çizelge 4.16. da görüldüğü gibi karabuğday unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama yapışkanlık değerleri 0.496 ile 0.727 g s

Çizelge 4.14. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.761	2.388	a	1,4	0.580	0.010	ghi
1	0.723	2.388	b	1,5	0.746	0.010	c
2	0.685	2.388	c	1,6	0.698	0.010	d
3	0.665	2.388	d	2,1	0.760	0.010	bc
4	0.651	2.388	e	2,2	0.763	0.010	ab
Emülgatör				2,3	0.689	0.010	d
1	0.747	2.616	b	2,4	0.594	0.010	fg
2	0.762	2.616	a	2,5	0.741	0.010	c
3	0.685	2.616	c	2,6	0.567	0.010	i
4	0.619	2.616	d	3,1	0.736	0.010	c
5	0.737	2.616	b	3,2	0.744	0.010	c
6	0.632	2.616	d	3,3	0.613	0.010	e
Seviye*Emülgatör				3,4	0.585	0.010	gh
0,1	0.761	0.010	abc	3,5	0.723	0.010	c
0,2	0.761	0.010	bc	3,6	0.723	0.010	c
0,3	0.761	0.010	bc	4,1	0.587	0.010	g
0,4	0.761	0.010	bc	4,2	0.722	0.010	c
0,5	0.761	0.010	bc	4,3	0.740	0.010	c
0,6	0.761	0.010	bc	4,4	0.604	0.010	ef
1,1	0.754	0.010	bc	4,5	0.575	0.010	hi
1,2	0.804	0.010	a	4,6	0.547	0.010	j
1,3	0.759	0.010	bc				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

arasında değişmiştir. Bu ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15. de verilmiştir. Farklı emülgatörler ile üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerleri arasındaki fark çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Formülasyona lesitin emülgatörü ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin yapışkanlığının en yüksek, DATEM emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin yapışkanlığının ise en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca farklı emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki etkileşimde ekmeklerin yapışkanlık değerini çok önemli düzeyde ($P<0.001$) etkilemektedir (Çizelge 4.16). Üretilen ekmeklerde en yüksek yapışkanlık değeri formülasyona % 0.75 seviyesinde lesitin emülgatörü, en düşük yapışkanlık değeri ise formülasyona % 0.25 seviyesinde DATEM emülgatörü ilave edilmesi ile elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.15. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	0.02035	0.00508	28.90	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	0.21486	0.04297	244.03	0.0000 ***
S*E	20	0.15826	0.00791	44.94	0.0000 ***
Hata	90	0.01584	0.00017		
Toplam	119	0.40933			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.3.c. Mısır unu ekmeğinin yapışkanlık değeri

Mısır ununun formülasyona un kaynağı olarak ilave edilmesi ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama yapışkanlık değerleri 0.538 ile 0.634 g s arasında (Çizelge 4.17) değişmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18. de verilmiştir. Formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler

Çizelge 4.16. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.615	0.002	a	1,4	0.669	0.006	d
1	0.583	0.002	c	1,5	0.697	0.006	b
2	0.604	0.002	b	1,6	0.596	0.006	gh
3	0.607	0.002	b	2,1	0.550	0.006	j
4	0.622	0.002	a	2,2	0.620	0.006	f
Emülgatör				2,3	0.547	0.006	j
1	0.546	0.002	d	2,4	0.586	0.006	i
2	0.610	0.002	b	2,5	0.695	0.006	b
3	0.580	0.002	c	2,6	0.626	0.006	f
4	0.611	0.002	b	3,1	0.535	0.006	k
5	0.686	0.002	a	3,2	0.602	0.006	g
6	0.604	0.002	b	3,3	0.595	0.006	gh
Seviye*Emülgatör				3,4	0.593	0.006	ghi
0,1	0.615	0.006	fg	3,5	0.727	0.006	a
0,2	0.615	0.006	fg	3,6	0.588	0.006	hi
0,3	0.615	0.006	fg	4,1	0.518	0.006	l
0,4	0.615	0.006	fg	4,2	0.680	0.006	c
0,5	0.615	0.006	fg	4,3	0.647	0.006	e
0,6	0.615	0.006	fg	4,4	0.595	0.006	gh
1,1	0.511	0.006	l	4,5	0.695	0.006	b
1,2	0.532	0.006	k	4,6	0.598	0.006	g
1,3	0.496	0.006	m				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.17. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin yapışkanlık değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.631	0.002	a	1,4	0.597	0.006	de
1	0.588	0.002	b	1,5	0.577	0.006	hij
2	0.587	0.002	b	1,6	0.562	0.006	k
3	0.575	0.002	c	2,1	0.583	0.006	ghi
4	0.564	0.002	e	2,2	0.604	0.006	cd
Emülgatör				2,3	0.577	0.006	ij
1	0.598	0.002	b	2,4	0.617	0.006	b
2	0.610	0.002	a	2,5	0.586	0.006	fgh
3	0.568	0.002	d	2,6	0.557	0.006	klm
4	0.597	0.002	b	3,1	0.578	0.006	hij
5	0.581	0.002	c	3,2	0.612	0.006	bc
6	0.581	0.002	c	3,3	0.544	0.006	no
Seviye*Emülgatör				3,4	0.591	0.006	efg
0,1	0.631	0.006	ab	3,5	0.571	0.006	j
0,2	0.631	0.006	ab	3,6	0.558	0.006	kl
0,3	0.631	0.006	ab	4,1	0.563	0.006	k
0,4	0.631	0.006	ab	4,2	0.593	0.006	ef
0,5	0.631	0.006	ab	4,3	0.538	0.006	o
0,6	0.631	0.006	ab	4,4	0.553	0.006	lm
1,1	0.634	0.006	a	4,5	0.542	0.006	no
1,2	0.610	0.006	bc	4,6	0.597	0.006	de
1,3	0.548	0.006	mn				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değeri üzerine etkileri $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklı emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen mısır ekmeklerinin yapışkanlık değerleri pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi önemli seviyede azalmıştır. Mısır ekmeği formülasyonunda MDG emülgatörünün % 0.75 seviyesinde kullanılması ile yapışkanlık değerinin en yüksek seviyesi gözlemlenmiştir. S_1 ve S_2 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca emülgatörün en yüksek seviyesi (S_4) ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değeri önemli seviyede azalmıştır.

Çizelge 4.18. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi yapışkanlık değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	0.06169	0.01542	101.71	0.000 ***
Emülgatör (E)	5	0.02331	0.00466	30.74	0.000 ***
S*E	20	0.02971	0.00148	9.80	0.000 ***
Hata	90	0.01364	0.00015		
Toplam	119	0.12836			

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.3.d. Yapışkanlık açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Farklı unlarla üretilen glutensiz ekmeklerin yapışkanlık değeri farklılık göstermektedir. Bu değer pirinç unlu ekmeklerde 0.547 ile 0.804 arasında, karabuğday unlu ekmeklerde 0.496 ile 0.727 arasında ve mısır unlu ekmeklerde ise 0.538 ile 0.634 arasında değişmiştir. Pirinç unlu ekmeklerde genel olarak emülgatör ilavesi ve ilave edilen emülgatör seviyesindeki artış yapışkanlık değerini azaltmaktadır. MDG emülgatörünün kullanılması ile yapışkanlık değeri çok etkilenmezken, OVALETTE emülgatörünün kullanılması ile en düşük yapışkanlık değeri elde edilmiştir. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin

ortalama yapışkanlık değeri formülasyona sadece lesitin emülgatörü ilave edilmesi ile artarken, diğer emülgatörlerin ve özellikle DATEMin ilave edilmesi ile azalmaktadır. Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinde ise ortalama yapışkanlık değerleri farklı emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ve ilave edilen seviyedeki artışla pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi önemli seviyede azalmıştır. En az azalma MDG emülgatörü ilavesi ile olurken, en çok azalma SSL ilavesi ile olmuştur. Emülgatörler hidrofilik ve lipofilik gruplar içermekte olup, emülgatörlerin yapısındaki yağ asidi zinciri molekülün lipofilik kısmını; polietilen zincirleri ise hidrofilik kısmını oluşturmaktadır. Emülgatörlerin bu özellikleri kullanıldıkları ürünlerde, özellikle ekmek üretiminde, ekmek içi sertliğini ve yapışkanlığını azaltıcı ve bayatlamayı geciktirici etkilere sahip olmasını sağlamaktadır (Özer ve Atlan, 1995).

4.1.4. Elastikiyet

4.1.4.a. Pirinç unu ekmeğinin elastikiyet değeri

Un kaynağı olarak pirinç unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama elastikiyet değerleri 0.280 ile 0.521 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.20). Üretilen ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19. da verilmiştir. Formülasyona farklı emülgatörlerin ilavesiyle üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri arasındaki fark ($P < 0.001$) çok önemli bulunmuştur. Çizelge 4.20. de görüldüğü gibi MDG emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek elastikiyet değeri, OVALETTE emülgatörünün formüle ilave edilmesiyle de en düşük elastikiyet değeri elde edilmiştir. Ayrıca emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki etkileşimde elastikiyet değerini önemli derecede ($P < 0.001$) etkilemektedir (Çizelge 4.19). MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinde formülasyonda kullanılmasıyla üretilen ekmeklerde en yüksek elastikiyet değeri elde edilirken, OVALETTE emülgatörünün % 4.5 seviyesinde kullanılması ile en düşük elastikiyet

değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.20). S_0 , S_1 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi elastikiyet değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz iken S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi elastikiyet değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Formüldeki emülgatör seviyesi arttıkça elastikiyet değeri azalmaktadır.

Çizelge 4.19. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	0.12403	0.03100	92.4	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	0.23804	0.04760	141.8	0.0000 ***
S*E	20	0.11084	0.00554	16.5	0.0000 ***
Hata	90	0.03020	0.00033		
Toplam	119	0.50311			

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.4.b. Karabuğday unu ekmeğinin elastikiyet değeri

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama elastikiyet değerleri 0.245 ile 0.461 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.21) ve bu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22. de verilmiştir. Pirinç unu kaynaklı üretilen ekmeklerde olduğu gibi karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin formülasyonuna emülgatörlerin ilave edilmesi ile elastikiyet değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Karabuğday ununun kullanıldığı formülasyonla üretilen bu ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değeri üzerine farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun etkisi çok önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur (Çizelge 4.22). DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde en düşük elastikiyet değeri, lesitin emülgatörünün % 0.75 seviyesinde ilave edilmesiyle ise en yüksek elastikiyet değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.448	0.003	a	1,4	0.360	0.009	i
1	0.451	0.003	a	1,5	0.450	0.009	cdef
2	0.408	0.003	b	1,6	0.443	0.009	fg
3	0.384	0.003	c	2,1	0.472	0.009	cd
4	0.373	0.003	d	2,2	0.486	0.009	b
Emülgatör				2,3	0.408	0.009	h
1	0.441	0.004	b	2,4	0.322	0.009	kl
2	0.474	0.004	a	2,5	0.448	0.009	efg
3	0.406	0.004	c	2,6	0.311	0.009	lm
4	0.351	0.004	d	3,1	0.433	0.009	g
5	0.441	0.004	b	3,2	0.458	0.009	cde
6	0.361	0.004	d	3,3	0.348	0.009	ij
Seviye*Emülgatör				3,4	0.308	0.009	m
0,1	0.448	0.009	cdefg	3,5	0.430	0.009	g
0,2	0.448	0.009	defg	3,6	0.325	0.009	k
0,3	0.448	0.009	efg	4,1	0.403	0.009	h
0,4	0.448	0.009	efg	4,2	0.459	0.009	cde
0,5	0.448	0.009	efg	4,3	0.346	0.009	j
0,6	0.448	0.009	efg	4,4	0.319	0.009	kl
1,1	0.452	0.009	cdef	4,5	0.430	0.009	g
1,2	0.521	0.009	a	4,6	0.280	0.009	n
1,3	0.482	0.009	bc				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.21. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.339	0.002	a	1,4	0.419	0.005	c
1	0.324	0.002	b	1,5	0.443	0.005	b
2	0.324	0.002	b	1,6	0.311	0.005	gh
3	0.338	0.002	a	2,1	0.256	0.005	n
4	0.325	0.002	b	2,2	0.349	0.005	d
Emülgatör				2,3	0.286	0.005	l
1	0.280	0.002	e	2,4	0.289	0.005	l
2	0.328	0.002	b	2,5	0.436	0.005	b
3	0.300	0.002	d	2,6	0.327	0.005	f
4	0.331	0.002	b	3,1	0.292	0.005	kl
5	0.423	0.002	a	3,2	0.332	0.005	f
6	0.320	0.002	c	3,3	0.318	0.005	g
Seviye*Emülgatör				3,4	0.302	0.005	ij
0,1	0.339	0.005	def	3,5	0.461	0.005	a
0,2	0.339	0.005	def	3,6	0.325	0.005	f
0,3	0.339	0.005	def	4,1	0.258	0.005	n
0,4	0.339	0.005	def	4,2	0.343	0.005	de
0,5	0.339	0.005	def	4,3	0.310	0.005	h
0,6	0.339	0.005	ef	4,4	0.304	0.005	i
1,1	0.253	0.005	no	4,5	0.438	0.005	b
1,2	0.277	0.005	m	4,6	0.297	0.005	jk
1,3	0.245	0.005	o				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.4.c. Mısır unu ekmeğinin elastikiyet değeri

Çizelge 4.24. de görüldüğü gibi mısır unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama elastikiyet değerleri 0.245 ile 0.461 mm arasında değişmiştir. Çizelge 4.23. de ekmek içi elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Farklı emülgatörlerin formülasyona ilavesi ile üretilen ekmeklerin ekmek içi elastikiyet değerleri arasındaki fark ($P<0.001$) çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23). Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesiyle üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri pirinç unu ve karabuğday unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi azalmıştır. Ayrıca farklı emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonunun elastikiyet değerleri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Lesitin emülgatörünün % 0.75 seviyesinin formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek, DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde formülasyona ilavesi edilmesi ile en düşük elastikiyet değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.22. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	0.00591	0.00147	14.4	0.000 ***
Emülgatör (E)	5	0.24579	0.04915	479.2	0.000 ***
S*E	20	0.13613	0.00680	66.3	0.000 ***
Hata	90	0.00923	0.00010		
Toplam	119	0.50311			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.4.d. Elastikiyet açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama elastikiyet değerleri pirinç unu için 0.280 ile 0.521 arasında, karabuğday unu için 0.245 ile 0.461 arasında ve mısır unu için 0.245 ile 0.461 arasında değişmiştir. Pirinç unu kaynaklı üretilen ekmeklerde formülasyonuna emülgatörlerin ilave edilmesi ile elastikiyet değerinin

azaldığı gözlemlenmiştir (MDG hariç). En fazla azalma OVALETTE emülgatörünün ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde elde edilmiştir. Formüldeki emülgatör seviyesi arttıkça elastikiyet değeri azalmaktadır. Pirinç unu kaynaklı üretilen ekmeklerde olduğu gibi karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin formülasyonuna emülgatörlerin ilave edilmesi ile elastikiyet değerinin azaldığı gözlemlenmiştir (lesitin hariç). En fazla azalma DATEM emülgatörünün ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde elde edilmiştir. Mısır unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama elastikiyet değeri emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesiyle pirinç unu ve karabuğday unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi azalmıştır (lesitin hariç). En fazla azalma karabuğday ununda olduğu gibi DATEM emülgatörünün ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde elde edilmiştir.

Çizelge 4.23. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	0.00591	0.00147	14.4	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	0.24579	0.04915	479.2	0.0000	***
S*E	20	0.13613	0.00680	66.3	0.0000	***
Hata	90	0.00923	0.00010			
Toplam	119	0.50311				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.5. Sertlik

4.1.5.a. Pirinç unu ekmeği sertlik değeri

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sertlik değerleri 207.383 ile 551.370 g arasında değişmiş ve ekmek içi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26. da verilmiştir.

Çizelge 4.24. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin elastikiyet değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.339	0.002	a	1,4	0.419	0.005	c
1	0.324	0.002	b	1,5	0.443	0.005	b
2	0.324	0.002	b	1,6	0.311	0.005	gh
3	0.338	0.002	a	2,1	0.256	0.005	n
4	0.325	0.002	b	2,2	0.349	0.005	d
Emülgatör				2,3	0.286	0.005	l
1	0.280	0.002	e	2,4	0.289	0.005	l
2	0.328	0.002	b	2,5	0.436	0.005	b
3	0.300	0.002	d	2,6	0.327	0.005	f
4	0.331	0.002	b	3,1	0.292	0.005	kl
5	0.423	0.002	a	3,2	0.332	0.005	f
6	0.320	0.002	c	3,3	0.318	0.005	g
Seviye*Emülgatör				3,4	0.302	0.005	ij
0,1	0.339	0.005	def	3,5	0.461	0.005	a
0,2	0.339	0.005	def	3,6	0.325	0.005	f
0,3	0.339	0.005	def	4,1	0.258	0.005	n
0,4	0.039	0.005	def	4,2	0.343	0.005	de
0,5	0.339	0.005	def	4,3	0.310	0.005	h
0,6	0.339	0.005	ef	4,4	0.304	0.005	i
1,1	0.253	0.005	no	4,5	0.438	0.005	b
1,2	0.277	0.005	m	4,6	0.297	0.005	jk
1,3	0.245	0.005	o				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.25. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	342.248	2.225	d	1,4	431.925	5.450	d
1	365.346	2.225	bc	1,5	373.952	5.450	h
2	375.525	2.225	a	1,6	435.749	5.450	d
3	370.264	2.225	ab	2,1	306.692	5.450	m
4	363.965	2.225	c	2,2	313.236	5.450	m
Emülgatör				2,3	463.050	5.450	c
1	295.570	2.437	f	2,4	385.129	5.450	g
2	318.460	2.437	e	2,5	385.704	5.450	g
3	436.845	2.437	a	2,6	399.337	5.450	f
4	367.363	2.437	d	3,1	272.801	5.450	n
5	377.289	2.437	c	3,2	328.545	5.450	l
6	385.290	2.437	b	3,3	473.395	5.450	b
Seviye*Emülgatör				3,4	336.077	5.450	l
0,1	342.248	5.450	ijkl	3,5	408.115	5.450	e
0,2	342.248	5.450	jkl	3,6	402.649	5.450	ef
0,3	342.248	5.450	jkl	4,1	207.383	5.450	p
0,4	342.248	5.450	jkl	4,2	360.710	5.450	i
0,5	342.248	5.450	jkl	4,3	551.370	5.450	a
0,6	342.248	5.450	kl	4,4	341.435	5.450	kl
1,1	348.727	5.450	ijk	4,5	376.426	5.450	h
1,2	247.560	5.450	o	4,6	346.469	5.450	ijk
1,3	354.164	5.450	ij				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Pirinç ununun kullanıldığı formülasyonda, farklı emülgatörler ve bunların farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri arasındaki fark Çizelge 4.26. da görüldüğü gibi çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değeri, formülasyona DATEM ilave edilmesi ile en düşük, SSL ilavesi edilmesiyle en yüksek olmuştur (Çizelge 4.25). Ayrıca emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun da ekmeğin sertlik değerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Çizelge 4.25. de görüldüğü üzere formülasyonda DATEM emülgatörünün % 1 kullanım seviyesi en düşük sertlik değerini verirken, SSL emülgatörünün % 1 kullanım seviyesi en yüksek sertlik değerini vermiştir.

Çizelge 4.26. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	15494.3	3873.5	32.59	0.000 ***
Emülgatör (E)	5	254050.0	50810.0	427.51	0.000 ***
S*E	20	253644.0	12682.2	106.71	0.000 ***
Hata	90	10696.6	118851.0		
Toplam	119	533885.			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.5.b. Karabuğday unu ekmeği sertlik değeri

Karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sertlik değerleri 210.466 ile 827.856 g arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27. de verilmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değeri üzerine farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde önemlidir. Formülasyona emülgatör ilave edilmeden üretilen ekmeklerde sertlik değeri önemli seviyede düşüktür. İlave edilen tüm emülgatörler üretilen ekmeklerin sertlik değerini arttırmaktadır (Çizelge

4.28). OVALETTE emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin sertlik değerinde az bir artış olurken, lesitin emülgatörünün formülasyona dahil edilmesi ile sertlik değerinin en yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Ovalatte emülgatörünün % 3 seviyesi formülasyona ilave edildiğinde üretilen ekmeklerde en düşük seviyede sertlik değerini (210 g) vermiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	866739.0	221685.0	5226.0	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	1.6	324830.0	7657.6	0.0000	***
S*E	20	792089.0	39604.4	933.6	0.0000	***
Hata	90	10696.6	42.4			
Toplam	119	802785				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.5.c. Mısır unu ekmeği sertlik değeri

Un kaynağı olarak mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sertlik değerleri 303.904 ile 1157.150 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.29) ve ekmek içi sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30. da verilmiştir. Farklı emülgatörler ile üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri arasındaki fark çok önemli (P<0.001) bulunmuştur. Ayrıca emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun da sertlik değeri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Üretilen ekmeklerin ortalama sertlik değeri MDG emülgatörünün (% 0.75) formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek seviyede, FO emülgatörünün (% 6) ilave edilmesi ile ise en düşük seviyede olmuştur. Emülgatörün en yüksek seviyesinin ilave edildiği S₄ e ait ekmek içi sertlik değeri önemli seviyede azalmıştır.

Çizelge 4.28. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	234.864	1.329	d	1,4	454.491	5.450	h
1	496.793	1.329	a	1,5	644.970	5.450	d
2	417.841	1.329	b	1,6	541.745	5.450	e
3	415.382	1.329	b	2,1	470.948	5.450	g
4	381.116	1.329	c	2,2	334.237	5.450	q
Emülgatör				2,3	395.571	5.450	l
1	402.327	1.456	b	2,4	210.466	5.450	w
2	355.985	1.456	c	2,5	827.856	5.450	a
3	360.049	1.456	c	2,6	267.965	5.450	r
4	280.166	1.456	e	3,1	444.846	5.450	i
5	633.638	1.456	a	3,2	443.365	5.450	i
6	302.921	1.456	d	3,3	360.087	5.450	o
Seviye*Emülgatör				3,4	254.646	5.450	s
0,1	234.864	5.450	tuv	3,5	750.727	5.450	b
0,2	234.864	5.450	uv	3,6	238.622	5.450	tu
0,3	234.864	5.450	uv	4,1	371.498	5.450	n
0,4	234.864	5.450	uv	4,2	351.534	5.450	p
0,5	234.864	5.450	uv	4,3	376.116	5.450	m
0,6	234.864	5.450	uv	4,4	246.364	5.450	t
1,1	489.478	5.450	f	4,5	709.773	5.450	c
1,2	415.923	5.450	k	4,6	231.411	5.450	v
1,3	433.608	5.450	j				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata
 *** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);
 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO
 Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.29. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	794.649	2.233	b	1,4	517.543	5.470	j
1	805.917	2.233	a	1,5	924.129	5.470	b
2	683.978	2.233	d	1,6	613.785	5.470	h
3	696.668	2.233	c	2,1	826.525	5.470	e
4	680.610	2.233	d	2,2	900.904	5.470	c
Emülgatör				2,3	614.134	5.470	h
1	843.291	2.446	c	2,4	472.408	5.470	l
2	982.367	2.446	a	2,5	903.168	5.470	c
3	639.200	2.446	d	2,6	386.730	5.470	m
4	568.960	2.446	e	3,1	846.161	5.470	d
5	862.178	2.446	b	3,2	1157.150	5.470	p
6	498.188	2.446	f	3,3	371.922	5.470	n
Seviye*Emülgatör				3,4	514.836	5.470	j
0,1	794.649	5.470	fg	3,5	898.068	5.470	c
0,2	794.649	5.470	g	3,6	391.874	5.470	m
0,3	794.649	5.470	g	4,1	932.380	5.470	a
0,4	794.649	5.470	g	4,2	1014.750	5.470	p
0,5	794.649	5.470	g	4,3	496.386	5.470	k
0,6	794.649	5.470	g	4,4	545.366	5.470	ı
1,1	816.741	5.470	ef	4,5	790.874	5.470	g
1,2	1044.390	5.470	p	4,6	303.904	5.470	o
1,3	918.911	5.470	b				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.30. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin sertlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	373999.0	93499.8	781.0	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	3.63752	727505.0	6077.3	0.0000	***
S*E	20	1.74216	87108.1	727.6	0.0000	***
Hata	90	10773.7	119.7			
Toplam	119	576446				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.5.d. Sertlik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sertlik değerleri pirinç unu için 207.383 ile 551.370 g arasında, karabuğday unu için 210.466 ile 827.826 g arasında ve mısır unu için 303.904 ile 1157.150 g arasında değişmiştir. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değeri, formülasyona DATEM ve MDG ilave edilmesi ile azalmakta olup diğer emülgatörlerin ilavesi ekmeklerin sertlik değerini arttırmaktadır. SSL ilavesi edilmesiyle en yüksek değer elde edilmiştir. Karabuğday unlu formülasyona emülgatör ilave edilmeden üretilen ekmeklerde sertlik değeri önemli seviyede düşüktür. İlave edilen tüm emülgatörler üretilen ekmeklerin sertlik değerini arttırmaktadır. OVALETTE emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin sertlik değerinde en az artış olurken, lesitin emülgatörünün ilavesi sertlik değerini çok arttırmaktadır. Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama sertlik değerleri formülasyona DATEM, lesitin ve MDG ilave edilmesi ile artmakta olup diğer emülgatörlerin ilavesi ekmeklerin sertlik değerini azaltmaktadır. Birçok çalışmada üretilen ekmeklerde emülgatör ilavesinin ekmeklerin sertlik değerini azalttığı rapor edilmektedir (Aust ve Doerry, 1992; Koocheiki ve ark., 2009; Bilgiçli ve ark., 2014).

4.1.6. Esneklik

4.1.6.a. Pirinç unu ekmeği esneklik değeri

Pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri 0.787 ile 2.843 mm arasında değişmiştir ve üretilen ekmeklerin ekmek içi esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31. de verilmiştir. Formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi esneklik değerlerine etkisi istatistiksel olarak $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31). Formülasyona OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinin ilave edilmesi ile en düşük, MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinin ilave edilmesi ile ise en yüksek ekmek esneklik değeri gözlemlenmiştir (Çizelge 4.32). Genel olarak ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça esneklik değeri azalmaktadır. S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi esneklik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz iken S_1 ve emülgatörün kullanılmadığı S_0 seviyesi üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

Çizelge 4.31. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	10.0226	2.50565	126.09	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	3.05682	0.61136	30.77	0.0000 ***
S*E	20	8.66897	0.43344	21.81	0.0000 ***
Hata	90	1.78843	0.01987		
Toplam	119	23.5368			

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Çizelge 4.32. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	1.654	0.028	a	1,4	0.883	0.070	fgh
1	1.302	0.028	b	1,5	0.984	0.070	cdef
2	0.967	0.028	c	1,6	1.049	0.070	cd
3	0.930	0.028	c	2,1	1.007	0.070	cde
4	0.908	0.028	c	2,2	1.045	0.070	cd
Emülgatör				2,3	0.921	0.070	efg
1	1.101	0.031	bc	2,4	0.895	0.070	fg
2	1.501	0.031	a	2,5	0.989	0.070	cdef
3	1.096	0.031	bc	2,6	0.946	0.070	def
4	1.013	0.031	c	3,1	0.983	0.070	cdef
5	1.115	0.031	b	3,2	0.964	0.070	def
6	1.087	0.031	bc	3,3	0.920	0.070	efg
Seviye*Emülgatör				3,4	0.847	0.070	gh
0,1	1.654	0.070	b	3,5	0.977	0.070	cdef
0,2	1.654	0.070	b	3,6	0.889	0.070	fg
0,3	1.654	0.070	b	4,1	0.888	0.070	fg
0,4	1.654	0.070	b	4,2	1.002	0.070	cde
0,5	1.654	0.070	b	4,3	0.900	0.070	fg
0,6	1.654	0.070	b	4,4	0.787	0.070	h
1,1	0.972	0.070	cdef	4,5	0.974	0.070	cdef
1,2	2.843	0.070	a	4,6	0.896	0.070	fg
1,3	1.084	0.070	c				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.6.b. Karabuğday unu ekmeği esneklik değeri

Karabuğday ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri 0.879 ile 2.514 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.34). Bu glutensiz ekmeklerin ekmeği için esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33. de verilmiştir. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi bu ekmeklerin formülasyonuna da emülgatör ilave edilmesi ile esneklik değeri önemli seviyede azalmıştır. Çizelge 4.33. de görüldüğü gibi üretilen glutensiz ekmeklerin ekmeği için esneklik değeri üzerine farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

Çizelge 4.33. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	42.2935	10.5734	6176.78	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	0.82314	0.16462	96.17	0.0000	***
S*E	20	3.41692	0.17084	99.81	0.0000	***
Hata	90	0.15406	0.00171			
Toplam	119	46.6876				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.6.c. Mısır unu ekmeği esneklik değeri

Çizelge 4.36. da görüldüğü gibi mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri 0.851 ile 1.069 mm arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmeği için esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35. de verilmiştir. Formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin esneklik değeri üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

Çizelge 4.34. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	2.514	0.008	a	1,4	1.055	0.020	e
1	0.989	0.008	d	1,5	1.007	0.020	fgh
2	1.069	0.008	c	1,6	0.968	0.020	ijk
3	0.949	0.008	e	2,1	0.950	0.020	k
4	1.151	0.008	b	2,2	1.024	0.020	ef
Emülgatör				2,3	1.261	0.020	c
1	1.260	0.009	d	2,4	1.010	0.020	fg
2	1.510	0.009	a	2,5	0.972	0.020	hijk
3	1.348	0.009	b	2,6	1.200	0.020	d
4	1.286	0.009	c	3,1	0.913	0.020	lm
5	1.296	0.009	c	3,2	0.967	0.020	jk
6	1.305	0.009	c	3,3	0.980	0.020	hij
Seviye*Emülgatör				3,4	0.964	0.020	jk
0,1	2.514	0.020	a	3,5	0.993	0.020	ghi
0,2	2.514	0.020	a	3,6	0.879	0.020	n
0,3	2.514	0.020	a	4,1	0.987	0.020	ghij
0,4	2.514	0.020	a	4,2	2.039	0.020	b
0,5	2.514	0.020	a	4,3	1.027	0.020	ef
0,6	2.514	0.020	a	4,4	0.890	0.020	mn
1,1	0.938	0.020	kl	4,5	0.995	0.020	ghi
1,2	1.007	0.020	fgh	4,6	0.966	0.020	jk
1,3	0.957	0.020	jk				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

SSL emülgatörünün % 0.5 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ortalama esneklik değerlerinin en yüksek seviyede, OVALETTE emülgatörünün % 4.5 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ortalama esneklik değerlerinin ise en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.35. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	0.02879	0.00719	15.33	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	0.06278	0.01255	26.74	0.0000	***
S*E	20	0.10604	0.00530	11.29	0.0000	***
Hata	90	0.04226	0.00046			
Toplam	119	0.23989				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.6.d. Esneklik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri pirinç unu için 0.787 ile 2.843 mm arasında, karabuğday unu için 0.879 ile 2.514 mm arasında ve mısır unu için 0.851 ile 1.069 mm arasında değişmiştir.

Pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri formülasyona ilave edilen tüm emülgatörler ile önemli derecede azalmaktadır. Formülasyona OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinin ilave edilmesi ile en düşük, MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinin ilave edilmesi ile ise en yüksek ekmek esneklik değeri elde edilmiştir. Genel olarak ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça da esneklik değeri azalmaktadır. Yapılan bir çalışmada da kullanılan iki farklı emülgatörün artan seviyeleri üretilen keklerin esneklik değerini azalmıştır. Bu etki emülgatör kullanımının unlardaki protein ve nişasta arasındaki interaksiyonların kuvvetini azaltması ile açıklanmaktadır (Sahi ve Alava, 2003). Karabuğday ile

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi formülasyona emülgatör ilave edilmesi ile önemli seviyede azalmıştır. Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama esneklik değerleri SSL emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek seviyede, OVALETTE emülgatörünün ilave edilmesi ile en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak sadece OVALETTE ve FO emülgatörleri etkili olmakta ve esneklik değerini düşürmektedirler.

4.1.7. ığnenebilirlik

4.1.7.a. Pirinç unu ekmeği çığnenebilirlik değeri

Ekmek kalitesini etkileyen, tekstürel özelliklerden önemli birisi de ığnenebilirliktir. Üretilen tava ekmeklerinin ortalama çığnenebilirlik değerleri izelge 4.37. de görüldüğü üzere 134.687 ile 647.826 g.mm arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.38. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin, emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve iki faktör arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin çığnenebilirlik değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.001$). Pirincin un kaynağı olarak kullanıldığı formülasyonda MDG emülgatörünün ilavesi ile en yüksek, OVALETTE emülgatörünün ilavesi ile ise en düşük çığnenebilirlik değeri belirlenmiştir (izelge 4.37). Genel olarak formülasyona ilave edilen emülgatör oranı arttıķa çığnenebilirlik değeri önemli seviyede azalmıştır. S_0 , S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama çığnenebilirlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Emülgatörün ilave edilmediği (S_0) formüllerde çığnenebilirlik değeri en yüksek seviyededir.

Çizelge 4.36. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin esneklik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	0.970	0.004	b	1,4	1.009	0.010	bc
1	1.022	0.004	a	1,5	0.987	0.010	cdef
2	0.991	0.004	a	1,6	1.013	0.010	bc
3	0.966	0.004	b	2,1	0.968	0.010	ghi
4	0.962	0.004	b	2,2	0.996	0.010	cde
Emülgatör				2,3	1.069	0.010	a
1	0.985	0.004	a	2,4	0.955	0.010	hi
2	0.994	0.004	a	2,5	1.002	0.010	c
3	0.997	0.004	a	2,6	0.956	0.010	hi
4	0.932	0.004	c	3,1	1.018	0.010	b
5	0.993	0.004	a	3,2	0.980	0.010	cdefg
6	0.968	0.004	b	3,3	0.985	0.010	cdef
Seviye*Emülgat				3,4	0.851	0.010	k
0,1	0.970	0.010	cdefghi	3,5	1.021	0.010	b
0,2	0.970	0.010	defghi	3,6	0.945	0.010	i
0,3	0.970	0.010	efghi	4,1	0.997	0.010	cd
0,4	0.970	0.010	fghi	4,2	1.004	0.010	c
0,5	0.970	0.010	fghi	4,3	0.954	0.010	i
0,6	0.970	0.010	fghi	4,4	0.874	0.010	j
1,1	0.974	0.010	cdefgh	4,5	0.984	0.010	cdef
1,2	1.022	0.010	b	4,6	0.957	0.010	hi
1,3	1.006	0.010	bc				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.37. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin çignenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	448.100	3.093	a	1,4	291.086	7.576	de
1	338.560	3.093	b	1,5	248.497	7.576	gh
2	252.479	3.093	c	1,6	292.548	7.576	de
3	229.967	3.093	d	2,1	317.366	7.576	c
4	217.012	3.093	e	2,2	292.808	7.576	de
Emülgatör				2,3	229.127	7.576	i
1	260.701	3.388	d	2,4	291.051	7.576	de
2	369.583	3.388	a	2,5	205.054	7.576	j
3	319.426	3.388	b	2,6	282.803	7.576	e
4	245.910	3.388	e	3,1	214.029	7.576	j
5	315.975	3.388	b	3,2	193.875	7.576	k
6	271.744	3.388	c	3,3	254.431	7.576	g
Seviye*Emülgatör				3,4	267.231	7.576	f
0,1	448.100	7.576	b	3,5	164.333	7.576	l
0,2	448.100	7.576	b	3,6	290.119	7.576	e
0,3	448.100	7.576	b	4,1	209.813	7.576	j
0,4	448.100	7.576	b	4,2	134.687	7.576	m
0,5	448.100	7.576	b	4,3	268.429	7.576	f
0,6	448.100	7.576	b	4,4	299.661	7.576	d
1,1	234.036	7.576	hi	4,5	163.575	7.576	l
1,2	647.826	7.576	a	4,6	266.307	7.576	f
1,3	291.086	7.576	de				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.38. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	898365.0	224591.0	978.02	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	213929.0	42785.7	186.32	0.0000	***
S*E	20	439010.0	21950.5	95.590	0.0000	***
Hata	90	20667.6	229.64			
Toplam	119	157197E				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.7.b. Karabuğday unu ekmeği çiğnenebilirlik değeri

Çizelge 4.40. de görüldüğü gibi karabuğday unundan üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri 126.143 ile 580.444 g.mm arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39. da verilmiştir. Bu ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi formülasyona emülgatör ilave edilmesi ile önemli seviyede azalmıştır. Farklı emülgatörlerin ilavesi ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark (P<0.001) çok önemli bulunmuştur. Kullanılan emülgatörler arasında lesitin emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde çiğnenebilirlik değeri en yüksek seviyede, OVALETTE emülgatörünün ilave edilmesi ile çiğnenebilirlik değeri en düşük seviyede gözlemlenmiştir (Çizelge 4.40). Ayrıca farklı emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun çiğnenebilirlik değerine etkileri istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Üretilen glutensiz ekmeklerde en yüksek çiğnenebilirlik değeri % 0.5 seviyesinde lesitin emülgatörü, en düşük çiğnenebilirlik değeri ise % 3 seviyesinde OVALETTE emülgatörü ilave edilmesi ile elde edilmiştir. S₃ ve S₄ seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.39. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	73668.3	18417.1	77.79	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	975864.0	195173.0	824.38	0.0000 ***
S*E	20	488333.0	24416.7	103.13	0.0000 ***
Hata	90	21307.5	236.75		
Toplam	119	1559172			

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.7.c. Mısır unu ekmeği çiğnenebilirlik değeri

Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri 174.387 ile 1130.570 g.mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.41). Üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42. de verilmiştir.

Farklı emülgatörler ve bu emülgatörlerin farklı seviyeleri formülasyona ilave edilerek üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark P<0.001 düzeyinde önemli bulunmuştur. Aynı zamanda Çizelge 4.42. de görüldüğü üzere emülgatör seviyeleri ile emülgatör arasındaki interaksiyonun çiğnenebilirlik değerine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.001).

Formülasyona MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinde ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değeri en yüksek seviyede, FO emülgatörünün % 6 seviyesinde ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değeri ise en düşük seviyede gözlemlenmiştir. S₀, S₁, S₂, S₃ ve S₄ seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle SSL, OVALETTE ve FO ilave edilen ekmeklere ait çiğnenebilirlik değeri önemli seviyede azalmıştır.

Çizelge 4.40. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin çignenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye							
0	324.759	3.440	a	1,4	326.304	7.693	f
1	285.979	3.440	b	1,5	448.968	7.693	e
2	276.663	3.440	c	1,6	309.106	7.693	g
3	261.910	3.440	d	2,1	255.825	7.693	i
4	253.661	3.440	d	2,2	259.651	7.693	i
Emülgatör				2,3	233.847	7.693	j
1	272.850	3.388	b	2,4	126.143	7.693	o
2	256.943	3.388	c	2,5	580.444	7.693	b
3	243.817	3.388	d	2,6	204.067	7.693	l
4	209.982	3.388	f	3,1	287.724	7.693	h
5	476.882	3.388	a	3,2	253.949	7.693	i
6	223.092	3.388	e	3,3	209.087	7.693	kl
Seviye*Emülgatör				3,4	141.770	7.693	m
0,1	324.759	7.693	fg	3,5	540.848	7.693	c
0,2	324.759	7.693	fg	3,6	138.079	7.693	mn
0,3	324.759	7.693	fg	4,1	293.887	7.693	gh
0,4	324.759	7.693	fg	4,2	225.753	7.693	j
0,5	324.759	7.693	fg	4,3	242556	7.693	a
0,6	324.759	7.693	fg	4,4	130.935	7.693	no
1,1	202.055	7.693	l	4,5	489.388	7.693	d
1,2	220.604	7.693	jk	4,6	139.447	7.693	m
1,3	208.835	7.693	kl				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata
 *** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);
 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO
 Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.41. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	490.153	1.593	b	1,4	345.010	3.902	k
1	562.337	1.593	a	1,5	531.392	3.902	c
2	424.412	1.593	c	1,6	349.798	3.902	k
3	395.152	1.593	d	2,1	470.105	3.902	h
4	375.601	1.593	e	2,2	702.930	3.902	a
Emülgatör				2,3	376.650	3.902	j
1	495.626	1.745	b	2,4	272.677	3.902	l
2	726.798	1.745	a	2,5	526.864	3.902	cd
3	366.189	1.745	c	2,6	197.249	3.902	p
4	326.258	1.745	d	3,1	481.570	3.902	g
5	498.793	1.745	b	3,2	706.582	3.902	a
6	283.522	1.745	e	3,3	197.506	3.902	p
Seviye*Emülgatör				3,4	256.363	3.902	n
0,1	490.153	3.902	fg	3,5	522.870	3.902	d
0,2	490.153	3.902	g	3,6	206.022	3.902	o
0,3	490.153	3.902	g	4,1	525.068	3.902	d
0,4	490.153	3.902	g	4,2	603.751	3.902	b
0,5	490.153	3.902	g	4,3	260.625	3.902	n
0,6	490.153	3.902	g	4,4	267.089	3.902	m
1,1	511.233	3.902	e	4,5	422.684	3.902	i
1,2	1130.570	3.902	r	4,6	174.387	3.902	q
1,3	506.012	3.902	ef				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.42. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	562294.0	140574.0	2307.34	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	2.62259E	524518.0	8609.30	0.0000	***
S*E	20	1.16165E	58082.5	953.35	0.0000	***
Hata	90	5483.21	60.9			
Toplam	119	435202E				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.7.d. Çiğnenebilirlik açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Farklı unlarla üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri pirinç unu kullanıldığında 134.687 ile 647.826 g.mm arasında, karabuğday unu kullanıldığında 126.143 ile 580.444 g.mm arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 174.387 ile 1130.570 g.mm arasında değişmiştir. Pirincin un kaynağı olarak kullanıldığı formülasyonda emülgatörün ilave edilmediği (S₀) formüllerde çiğnenebilirlik değeri en yüksek seviyededir. Genel olarak formülasyona ilave edilen emülgatör oranı arttıkça çiğnenebilirlik değeri önemli seviyede azalmıştır. Formülasyonda MDG emülgatörünün ilavesi ile en yüksek, OVALETTE emülgatörünün ilavesi ile ise en düşük çiğnenebilirlik değeri belirlenmiştir. Karabuğday unundan üretilen glutensiz tava ekmeklerinin çiğnenebilirlik değerleri pirinç unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi formülasyona emülgatör ilave edilmesi ile önemli seviyede azalmıştır. Kullanılan emülgatörler arasında lesitin emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde çiğnenebilirlik değeri en yüksek seviyede, OVALETTE emülgatörünün ilave edilmesi ile çiğnenebilirlik değeri en düşük seviyede gözlemlenmiştir. Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri özellikle SSL, OVALETTE ve FO ilavesi ile önemli seviyede azalmıştır. Formülasyona lesitin ilavesi çiğnenebilirlik değerini önemli derecede etkilemezken, MDG emülgatörünün

ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin çiğnenebilirlik değeri önemli derecede artmaktadır.

4.1.8. Pişme kaybı

4.1.8.a. Pirinç unu ekmeği pişme kaybı değeri

Üretilen ekmeklerin pişme sonrasında hacminde ve ağırlığında meydana gelen değişiklik (pişme kaybı) oldukça önemlidir. Üretilen tava ekmeklerinin ortalama pişme kaybı değerleri Çizelge 4.44. de belirtildiği üzere % 18.290 ile % 20.813 arasında değişmiştir.

Ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.43. de verilmiştir. Un kaynağı olarak pirincin kullanıldığı formülasyonda farklı emülgatörlerin formülasyona ilavesi ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

SSL emülgatörünün formülasyonda kullanılması ile üretilen ekmeklerde pişme kaybının en yüksek, MDG emülgatörünün kullanılmasıyla ise ekmeklerdeki pişme kaybının en düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.44). Bununla birlikte farklı emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun pişme kaybına etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Üretilen ekmeklerde SSL emülgatörünün % 1 seviyesinde kullanılması ile en yüksek, MDG emülgatörünün % 0.50 seviyesinde kullanılması ile en düşük oranda pişme kaybı hesaplanmıştır (Çizelge 4.44).

S_1 , S_2 ve S_3 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama pişme kaybı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. S_0 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama pişme kaybı değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Emülgatör oranının en yüksek kullanıldığı S_4 seviyesi ile üretilen ekmeklerde nem kaybı değeri oldukça artmıştır.

Çizelge 4.43. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	23.5441	5.8860	12.24	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	7.0295	1.4059	2.92	0.0171	*
S*E	20	33.8710	1.6935	3.52	0.0000	***
Hata	90	43.2717	0.4807			
Toplam	119	107.716				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.8.b. Karabuğday unu ekmeği pişme kaybı değeri

Ekonomik yönden düşünüldüğünde, üretilen ekmeklerin pişme sonrasında ağırlığında ve hacminde meydana gelen değişiklik oldukça önemlidir. Aynı zamanda ambalaj tasarlanırken de ağırlık ve hacimde (nem kaybı) meydana gelen değişiklikler dikkate alınarak değerlendirilir.

Un kaynağı olarak karabuğday ununun kullanılması ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama pişme kaybı değerleri Çizelge 4.45. de görüldüğü üzere % 18.853 ile % 23.570 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46. da verilmiştir.

Farklı emülgatörlerin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun pişme kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli (P<0.001) bulunmuştur. Fakat emülgatörlerin farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasındaki fark önemsiz (P>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.46).

Çalışmada kullanılan emülgatörler arasında SSL emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde pişme kaybının en yüksek seviyede olduğu gözlemlenirken, lesitin emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile pişme kaybının en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.44. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülga			
0	18.400	0.141	d	1,4	19.267	0.346	def
1	18.890	0.141	c	1,5	20.093	0.346	bc
2	19.294	0.141	b	1,6	18.290	0.346	h
3	19.255	0.141	bc	2,1	19.189	0.346	def
4	19.721	0.141	a	2,2	18.327	0.346	h
Emülgatör				2,3	19.955	0.346	c
1	18.872	0.155	b	2,4	19.349	0.346	de
2	18.755	0.155	b	2,5	19.705	0.346	cd
3	19.450	0.155	a	2,6	19.240	0.346	def
4	19.338	0.155	a	3,1	19.667	0.346	cd
5	19.112	0.155	ab	3,2	19.387	0.346	de
6	19.147	0.155	ab	3,3	19.405	0.346	de
Seviye*Emülgatör				3,4	19.152	0.346	def
0,1	18.400	0.346	defgh	3,5	18.932	0.346	defg
0,2	18.400	0.346	efgh	3,6	18.994	0.346	defg
0,3	18.400	0.346	fgh	4,1	18.850	0.346	defg
0,4	18.400	0.346	gh	4,2	18.971	0.346	defg
0,5	18.400	0.346	gh	4,3	20.740	0.346	a
0,6	18.400	0.346	gh	4,4	20.522	0.346	ab
1,1	18.254	0.346	h	4,5	18.431	0.346	defgh
1,2	18.689	0.346	defgh	4,6	20.813	0.346	a
1,3	18.748	0.346	defgh				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör : 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.45. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye		Seviye*Emülgatör					
0	22.226	0.187	a	1,4	21.188	0.459	f
1	21.922	0.187	a	1,5	20.080	0.459	g
2	22.265	0.187	a	1,6	22.447	0.459	abcd
3	22.253	0.187	a	2,1	22.667	0.459	^a abcd
4	21.923	0.187	a	2,2	22.857	0.459	^a abcd
Emülgatör							
				2,3	23.307	0.459	ab
1	22.335	0.205	b	2,4	22.967	0.459	abcd
2	22.428	0.205	b	2,5	19.538	0.459	g
3	23.080	0.205	a	2,6	22.253	0.459	abcd
4	22.424	0.205	b	3,1	23.233	0.459	^a ab
5	20.072	0.205	c	3,2	22.127	0.459	ef
6	22.368	0.205	b	3,3	23.570	0.459	a
Seviye*Emülgatör							
				3,4	22.551	0.459	abcd
0,1	22.226	0.459	abcd	3,5	19.665	0.459	^a g
0,2	22.226	0.459	^a abcd	3,6	22.375	0.459	abcd
0,3	22.226	0.459	^a bcde	4,1	21.575	0.459	^a f
0,4	22.226	0.459	^f cdef	4,2	22.110	0.459	ef
0,5	22.226	0.459	def	4,3	23.277	0.459	ab
0,6	22.226	0.459	def	4,4	23.186	0.459	abc
1,1	21.977	0.459	ef	4,5	18.853	0.459	h
1,2	22.820	0.459	abcd	4,6	22.538	0.459	abcd
1,3	23.018	0.459	^a abcd				^a

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.46. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	3.07321	0.768303	0.91	0.4615	
Emülgatör (E)	5	108.17	21.634	25.63	0.0000	***
S*E	20	46.4075	2.32038	2.75	0.0006	***
Hata	90	75.9622	0.844025			
Toplam	119	233.613				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.8.c. Mısır unu ekmeği pişme kaybı değeri

Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama pişme kaybı değerleri % 21.295 ile % 24.822 arasında değişmiştir (Çizelge 4.48). Üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47. de verilmiştir. Formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen pişme kaybı üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur (P<0.001) (Çizelge 4.47). Formülasyona SSL emülgatörünün % 0.75 seviyesinin ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı en yüksek seviyede gözlemlenmiş, OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesi ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı ise en düşük seviyede gözlemlenmiştir. S₀, S₁, S₂, ve S₃ seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama pişme kaybı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz iken S₄ seviyesi ilave edilerek üretilen ekmeklerin pişme kaybı azalmıştır.

4.1.8.d. Pişme kaybı açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Glutensiz tava ekmeklerinin pişme kaybı pirinç unu için % 18.290 – 20.813 arasında, karabuğday unu için % 18.853 – 23.570 arasında ve mısır unu için % 21.295 – 24.822 arasında değişmiştir. Üretilen glutensiz tava ekmeklerinde pişme kaybı üzerine farklı emülgatörlerin etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur.

Üç un kaynağı ile üretilen ekmeklerde SSL emülgatörünün formülasyonda kullanılması ile üretilen ekmeklerde pişme kaybının en yüksek olmuştur. Pirinç unu kullanılan formülasyonda MDG emülgatörünün kullanılmasıyla ise ekmeklerdeki pişme kaybının en düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir. Emülgatör oranının en yüksek kullanıldığı S₄ seviyesi ile üretilen ekmeklerde pişme kaybı oldukça artmıştır. Karabuğday ununun kullanılması ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinde emülgatörlerin farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Lesitin emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile pişme kaybının en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Mısır unu formülüne OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesi ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı en düşük seviyede gözlemlenmiştir. S₄ seviyesi ilave edilerek üretilen ekmeklerin pişme kaybı azalmıştır.

Çizelge 4.47. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	3.07694	0.769235	2.09	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	23.1951	4.63902	12.60	0.0886	***
S*E	20	31.2821	1.5641	4.25	0.0000	***
Hata	90	33.1257	0.368063			
Toplam	119	90.6798				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.9. Kabuk rengi

Ekmek kalitesinin belirlenmesinde kabuk rengi oldukça önemlidir ve tüketici tercihleri açısından arzu edilen renkte olması istenir. Ekmeğin kabuk renginin değerlendirilmesinde L, a, b değerleri dikkate alınır ve değerlendirilir.

Çizelge 4.48. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin pişme kaybı değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	23.294	0.123	a	1,4	23.048	0.303	efg
1	23.202	0.123	a	1,5	22.444	0.303	gh
2	23.129	0.123	ab	1,6	23.445	0.303	bcde
3	22.988	0.123	ab	2,1	23.901	0.303	bc
4	22.841	0.123	b	2,2	23.380	0.303	bcde
Emülgatör				2,3	23.831	0.303	bcd
1	23.002	0.135	b	2,4	22.434	0.303	gh
2	23.109	0.135	b	2,5	22.701	0.303	g
3	23.951	0.135	a	2,6	22.528	0.303	g
4	22.472	0.135	c	3,1	22.459	0.303	g
5	22.921	0.135	b	3,2	23.275	0.303	efg
6	23.089	0.135	b	3,3	24.822	0.303	a
Seviye*Emülgatör				3,4	22.291	0.303	gh
0,1	23.294	0.303	bcdefg	3,5	22.700	0.303	g
0,2	23.294	0.303	bcdefg	3,6	22.382	0.303	gh
0,3	23.294	0.303	cdefg	4,1	22.014	0.303	h
0,4	23.294	0.303	cdefg	4,2	22.781	0.303	h
0,5	23.294	0.303	cdefg	4,3	23.689	0.303	g
0,6	23.294	0.303	defg	4,4	21.295	0.303	bcd
1,1	23.343	0.303	bcdef	4,5	23.467	0.303	i
1,2	22.815	0.303	fg	4,6	23.799	0.303	bcde
1,3	24.119	0.303	b	1,4	23.048	0.303	bcd

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.9.a. Pirinç unu ekmeği renk L değeri

Üretilen glutensiz ekmeklerinin ortalama kabuk L değerleri Çizelge 4.50. de belirtildiği üzere 43.330 ile 53.823 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk L değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49. da verilmiştir.

Pirinç unundan üretilen glutensiz ekmek formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin kabuk L değerlerine etkisi çok önemli ($P<0.001$) bulunmuştur.

En yüksek L değeri formülasyona OVALETTE emülgatörünün ilavesiyle, en düşük L değeri ise DATEM emülgatörünün formüle ilave edilmesi ile elde edilmiştir (Çizelge 4.50). Emülgatör ile seviye arasındaki etkileşimde kabuk L değerini (Çizelge 4.49) önemli seviyede etkilemektedir ($P<0.001$). OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinde kullanılması en yüksek kabuk L değerini verirken, DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde kullanılması en düşük kabuk L değerini vermiştir (Çizelge 4.50).

Hem S_0 ve S_1 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ve hem de S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk L değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Formüle ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça ekmeklerin kabuk L değeri de önemli seviyede artmıştır.

Çizelge 4.49. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	143.757	35.939	52.2	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	485.909	97.181	141.4	0.0000	***
S*E	20	308.309	15.415	22.4	0.0000	***
Hata	90	61.854	0.687			
Toplam	119	999.8				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.50. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	44.749	0.169	c	1,4	46.459	0.414	efg
1	44.463	0.169	c	1,5	46.469	0.414	ef
2	46.367	0.169	b	1,6	44.507	0.414	ij
3	47.162	0.169	a	2,1	42.676	0.414	k
4	46.789	0.169	ab	2,2	43.513	0.414	j
Emülgatör				2,3	43.330	0.414	j
1	43.536	0.185	d	2,4	52.479	0.414	b
2	44.013	0.185	d	2,5	49.503	0.414	c
3	44.905	0.185	c	2,6	46.700	0.414	e
4	49.446	0.185	a	3,1	43.909	0.414	j
5	46.957	0.185	b	3,2	45.895	0.414	fgh
6	46.579	0.185	b	3,3	47.985	0.414	d
Seviye*Emülgatör				3,4	49.721	0.414	c
0,1	44.749	0.414	ghij	3,5	47.948	0.414	d
0,2	44.749	0.414	hij	3,6	47.514	0.414	d
0,3	44.749	0.414	ij	4,1	43.846	0.414	j
0,4	44.749	0.414	ij	4,2	42.749	0.414	k
0,5	44.749	0.414	ij	4,3	44.776	0.414	ghi
0,6	44.749	0.414	ij	4,4	53.823	0.414	a
1,1	42.498	0.414	k	4,5	46.114	0.414	fg
1,2	43.160	0.414	jk	4,6	49.426	0.414	c
1,3	43.684	0.414	j				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.9.b. Karabuğday unu ekmeği renk L değeri

Karabuğdayın un kaynağı olarak kullanılması ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk L değerleri Çizelge 4.52. de görüldüğü gibi 39.047 ile 52.204 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.51. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerleri üzerine etkisi oldukça önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur. Üretilen ekmeklerde kabuk renk L değeri için en yüksek değer OVALETTE emülgatörünün ilavesiyle (% 4.5), en düşük değer ise DATEM emülgatörünün ilavesi ile (% 0.25) elde edilmiştir.

Çizelge 4.51. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	146.339	36.584	127.63	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	1199.6	239.92	837.01	0.0000 ***
S*E	20	743.756	37.187	129.74	0.0000 ***
Hata	90	25.797	0.286		
Toplam	119	999.8			

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.9.c. Mısır unu ekmeği renk L değeri

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk L değerleri 46.570 ile 64.694 arasında (Çizelge 4.53) değişmiş ve bu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.54. de verilmiştir.

Glutensiz ekmek formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin kabuk renk L değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($P<0.001$). Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ve artan emülgatör seviyeleri ile üretilen mısır ekmeklerinde ortalama kabuk renk L değeri önemli seviyede artmıştır.

Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ortalama L değerlerinde de formülasyonda emülgatörlerin kullanılması ile artış gözlemlenmişti. Üretilen glutensiz ekmeklerin ortalama kabuk renk L değerleri formülasyona OVALETTE emülgatörünün ilavesi ile en yüksek, MDG emülgatörünün ilavesi ile en düşük değer almıştır. Ekmeklerin ortalama kabuk renk L değerleri arasındaki fark S_3 ve S_4 seviyeleri arasında önemsiz iken S_0 , S_1 ve S_2 seviyeleri arasında önemli bulunmuştur (Çizelge 4.53).

4.1.9.d. Renk L açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen glutensiz ekmeklerin kabuk ve ekmek içi renk değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Farklı unlarla üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk L değerleri pirinç unu kullanıldığında 43.330 ile 53.823 arasında, karabuğday unu kullanıldığında 39.047 ile 52.204 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 46.570 ile 64.694 arasında değişmiştir.

Genel olarak emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ve artan emülgatör seviyeleri üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerini önemli seviyede artmıştır. Pirinç unu ve karabuğday ununun kullanıldığı glutensiz ekmeklerde en yüksek renk L değeri formülasyona OVALETTE emülgatörünün ilavesiyle, en düşük L değeri ise DATEM emülgatörünün formüle ilave edilmesi ile elde edilmiştir.

Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin ortalama kabuk renk L değeri de formülasyona OVALETTE emülgatörünün ilavesi ile en yüksek değer alırken, MDG emülgatörünün ilavesi ile en düşük değer almıştır.

Çizelge 4.52. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	44.938	0.109	a	1,4	46.576	0.267	e
1	41.904	0.109	d	1,5	43.594	0.267	h
2	43.489	0.109	c	1,6	39.066	0.267	m
3	44.821	0.109	a	2,1	38.606	0.267	n
4	44.081	0.109	b	2,2	39.995	0.267	l
Emülgatör				2,3	39.047	0.267	m
1	40.249	0.119	e	2,4	51.483	0.267	b
2	42.909	0.119	d	2,5	42.394	0.267	i
3	40.473	0.119	e	2,6	49.412	0.267	d
4	49.107	0.119	a	3,1	40.481	0.267	k
5	43.847	0.119	c	3,2	44.281	0.267	g
6	46.503	0.119	b	3,3	39.004	0.267	mn
Seviye*Emülgatör				3,4	52.204	0.267	a
0,1	44.938	0.267	fg	3,5	45.998	0.267	f
0,2	44.938	0.267	g	3,6	46.969	0.267	e
0,3	44.938	0.267	g	4,1	38.641	0.267	n
0,4	44.938	0.267	g	4,2	41.357	0.267	j
0,5	44.938	0.267	g	4,3	39.706	0.267	l
0,6	44.938	0.267	g	4,4	50.335	0.267	c
1,1	38.546	0.267	n	4,5	42.321	0.267	i
1,2	43.975	0.267	gh	4,6	52.128	0.267	a
1,3	39.668	0.267	l				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisericidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.53. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	46.570	0.170	d	1,4	61.292	0.417	e
1	53.511	0.170	c	1,5	52.172	0.417	kl
2	55.215	0.170	b	1,6	57.943	0.417	f
3	56.337	0.170	a	2,1	50.311	0.417	n
4	56.436	0.170	a	2,2	51.009	0.417	m
Emülgatör				2,3	52.745	0.417	jk
1	50.261	0.186	c	2,4	61.666	0.417	e
2	48.468	0.186	d	2,5	51.474	0.417	m
3	52.200	0.186	b	2,6	64.086	0.417	b
4	59.427	0.186	a	3,1	53.169	0.417	j
5	52.094	0.186	b	3,2	47.382	0.417	qr
6	59.233	0.186	a	3,3	54.873	0.417	h
Seviye*Emülgatör				3,4	64.694	0.417	a
0,1	46.570	0.417	qrs	3,5	53.755	0.417	i
0,2	46.570	0.417	rs	3,6	64.152	0.417	b
0,3	46.570	0.417	rs	4,1	49.706	0.417	op
0,4	46.570	0.417	rs	4,2	49.380	0.417	p
0,5	46.570	0.417	rs	4,3	56.701	0.417	g
0,6	46.570	0.417	s	4,4	62.413	0.417	d
1,1	51.548	0.417	lm	4,5	56.502	0.417	g
1,2	48.000	0.417	q	4,6	63.416	0.417	c
1,3	50.113	0.417	no				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.54. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	1621.93	405.481	580.93	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	2148.03	429.606	615.50	0.0000	***
S*E	20	754.736	37.7368	54.07	0.0000	***
Hata	90	62.8183	0.69798			
Toplam	119	4587.21				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.10. Renk a değeri

4.1.10.a. Pirinç unu ekmeği renk a değeri

Pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama renk a değerleri 5.034 ile 9.266 arasında değişmiştir (Çizelge 4.55). Renk a değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.56. da verilmiştir. Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksyonun üretilen glutensiz ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine etkisi P<0.001 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ortalama renk a değeri OVALETTE emülgatörünün, en düşük renk a değeri ise lesitin emülgatörünün formülasyonda kullanılması ile üretilen ekmeklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.55). S₁, S₂ ve S₃ emülgatör seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. S₀ ve S₄ seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olup emülgatörün en yüksek seviyesi olan S₄ seviyesi ile üretilen ekmeklerin ortalama renk a değerlerinde önemsiz bir azalma gözlemlenmiştir. Emülgatör kaynaklarının değişmesiyle üretilen ekmeklerin ortalama renk a değerleri 5.829 ile 8.514 arasında değişmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	6.980	0.125	b	1,4	7.719	0.307	gh
1	7.730	0.125	a	1,5	5.695	0.307	lm
2	7.522	0.125	a	1,6	7.571	0.307	ghij
3	7.694	0.125	a	2,1	8.926	0.307	abc
4	6.957	0.125	b	2,2	9.199	0.307	a
Emülgatör				2,3	7.848	0.307	fg
1	8.216	0.137	ab	2,4	6.449	0.307	k
2	8.514	0.137	a	2,5	5.034	0.307	o
3	7.896	0.137	b	2,6	7.677	0.307	gh
4	6.520	0.137	d	3,1	8.721	0.307	bc
5	5.829	0.137	e	3,2	8.962	0.307	ab
6	7.284	0.137	c	3,3	8.477	0.307	cde
Seviye*Emülgatör				3,4	5.467	0.307	mn
0,1	6.980	0.307	ghijk	3,5	6.201	0.307	k
0,2	6.980	0.307	hijk	3,6	8.334	0.307	de
0,3	6.980	0.307	ijk	4,1	7.983	0.307	fg
0,4	6.980	0.307	jk	4,2	8.162	0.307	ef
0,5	6.980	0.307	k	4,3	8.517	0.307	cd
0,6	6.980	0.307	k	4,4	5.987	0.307	kl
1,1	8.472	0.307	cde	4,5	5.232	0.307	no
1,2	9.266	0.307	a	4,6	5.860	0.307	l
1,3	7.656	0.307	ghi				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.56. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	13.9	3.4	9.1	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	108.1	21.6	56.9	0.0000	***
S*E	20	52.9	2.6	6.9	0.0000	***
Hata	90	34.1	0.3			
Toplam	119	209.1				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.10.b. Karabuğday unu ekmeği renk a değeri

Çizege 4.58. de görüldüğü gibi karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk a değerleri 3.185 ile 5.126 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.57. de verilmiştir. Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri önemli seviyede artmıştır. Genel olarak ilave edilen seviye arttıkça da kabuk renk a artmaktadır. Farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri etkileri istatistiksel olarak çok önemli (P<0.001) bulunmuştur. Üretilen ekmeklerde kabuk renk a değeri en fazla MDG emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile artarken, en az artış ise FO emülgatörünün ilave edilmesiyle olmuştur. Ayrıca emülgatör ve seviye arasındaki interaksiyonda (P<0.001) çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.57).

4.1.10.c. Mısır unu ekmeği renk a değeri

Glutensiz ekmek formülasyonda mısır ununun kullanılması ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri -0.096 ile 5.138 arasında (Çizelge 4.59) değişmiş olup bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60. da verilmiştir. Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri arasındaki fark çok önemli (P<0.001) bulunmuştur (Çizelge 4.60).

Emülgatörlerin formülasyona dahil edilmesi ile ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri önemli seviyede azalmıştır. Ayrıca emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun da kabuk renk a değerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.001$) bulunmuştur (Çizelge 4.60). Üretilen bu glutensiz ekmeklerin kabuk renk a değerleri MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinin formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek, FO emülgatörünün % 6 seviyesinde ilave edilmesi ile en düşük değeri almıştır.

Çizelge 4.57. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	12.0643	3.01608	32.54	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	7.04942	1.40988	15.21	0.0000	***
S*E	20	21.0324	1.05162	11.35	0.0000	***
Hata	90	8.34168	0.092685			
Toplam	119	48.4878				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.10.d. Renk a açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk a değerleri pirinç unu kullanıldığında 5.034 ile 9.266, karabuğday unu kullanıldığında 3.185 ile 5.126 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise -0.096 ile 5.138 değişmiştir. Pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerde en yüksek ortalama renk a değeri OVALETTE ilavesi ile, en düşük ortalama renk a değeri ise lesitin ilavesi ile elde edilmiştir. Karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk a değerleri emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile önemli seviyede artmıştır. Üretilen ekmeklerde kabuk renk a değeri en fazla MDG emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile artarken, en az artış ise FO emülgatörünün ilave edilmesiyle olmuştur.

Çizelge 4.58. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	3.282	0.062	c	1,4	3.462	0.152	ij
1	3.997	0.062	b	1,5	4.618	0.152	bc
2	3.986	0.062	b	1,6	3.136	0.152	k
3	4.198	0.062	a	2,1	4.232	0.152	def
4	4.020	0.062	b	2,2	4.228	0.152	def
Emülgatör				2,3	4.463	0.152	cd
1	3.903	0.068	b	2,4	4.150	0.152	efg
2	4.178	0.068	a	2,5	3.315	0.152	ijk
3	3.999	0.068	ab	2,6	3.528	0.152	ij
4	3.647	0.068	c	3,1	3.530	0.152	ij
5	4.135	0.068	a	3,2	4.176	0.152	efg
6	3.518	0.068	c	3,3	5.126	0.152	a
Seviye*Emülgatör				3,4	4.048	0.152	fg
0,1	3.282	0.152	ijk	3,5	4.501	0.152	bc
0,2	3.282	0.152	jk	3,6	3.809	0.152	hi
0,3	3.282	0.152	jk	4,1	4.140	0.152	efg
0,4	3.282	0.152	jk	4,2	4.710	0.152	b
0,5	3.282	0.152	jk	4,3	3.185	0.152	k
0,6	3.282	0.152	jk	4,4	3.292	0.152	ijk
1,1	4.333	0.152	cde	4,5	4.962	0.152	a
1,2	4.494	0.152	bcd	4,6	3.834	0.152	hi
1,3	3.940	0.152	gh				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.59. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	3.592	0.029	a	1,4	2.136	0.072	jk
1	2.987	0.029	b	1,5	3.428	0.072	d
2	2.367	0.029	c	1,6	2.585	0.072	h
3	2.343	0.029	c	2,1	3.470	0.072	d
4	1.961	0.029	d	2,2	2.318	0.072	i
Emülgatör				2,3	2.715	0.072	g
1	3.082	0.032	b	2,4	1.432	0.072	m
2	3.876	0.032	a	2,5	3.258	0.072	e
3	2.519	0.032	c	2,6	1.012	0.072	o
4	1.659	0.032	d	3,1	2.776	0.072	g
5	3.110	0.032	b	3,2	4.373	0.072	b
6	1.656	0.032	d	3,3	2.091	0.072	k
Seviye*Emülgatör				3,4	0.587	0.072	p
0,1	3.592	0.072	d	3,5	3.042	0.072	f
0,2	3.592	0.072	d	3,6	1.187	0.072	n
0,3	3.592	0.072	d	4,1	3.267	0.072	e
0,4	3.592	0.072	d	4,2	3.959	0.072	c
0,5	3.592	0.072	d	4,3	1.863	0.072	l
0,6	3.592	0.072	d	4,4	0.546	0.072	p
1,1	2.303	0.072	i	4,5	2.229	0.072	ij
1,2	5.138	0.072	a	4,6	-0.096	0.072	q
1,3	2.335	0.072	i				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisericidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Genel olarak ilave edilen emülgatör seviye arttıkça da kabuk renk a artmaktadır. Mısır unu ile üretilen glutensiz ekmeklerde ise emülgatörlerin formülasyona dahil edilmesi ile ekmeklerin ortalama kabuk renk a değerleri önemli seviyede azalmıştır (MDG hariç). En büyük azalma OVALETTE ve FO emülgatörleri ile elde edilmiştir. İlave edilen emülgatör seviyesi arttıkça da ortalama kabuk renk a değeri azalmaktadır.

Çizelge 4.60. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	39.6138	9.90344	472.22	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	77.7782	15.5556	741.74	0.0000	***
S*E	20	53.1853	2.65926	126.80	0.0000	***
Hata	90	1.88747	0.020971			
Toplam	119	172.465				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.11. Renk b değeri

4.1.11.a. Pirinç unu ekmeği renk b değeri

Formülasyonda pirinç unu kullanılarak üretilen tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk b değerleri 27.058 ile 34.719 arasında değişmiştir (Çizelge 4.61). Bu ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.62). Kullanılan emülgatörlerin, emülgatör seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.001) (Çizelge 4.62). Üretilen ekmeklerde ortalama kabuk renk b için en yüksek değer OVALETTE emülgatörü ilavesi (% 6), en düşük değer ise MDG emülgatörünün ilavesi (%1) sonucunda elde edilmiştir (Çizelge.4.61). İlave edilen emülgatör seviyesi arttıkça üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk b değerleri artmıştır.

Çizelge 4.61. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	29.183	0.194	cd	1,4	30.458	0.476	ef
1	28.872	0.194	d	1,5	30.060	0.476	efgh
2	29.713	0.194	bc	1,6	27.813	0.476	jk
3	30.139	0.194	b	2,1	27.437	0.476	jk
4	30.735	0.194	a	2,2	28.277	0.476	j
Emülgatör				2,3	28.324	0.476	j
1	28.464	0.212	d	2,4	33.479	0.476	b
2	28.441	0.212	d	2,5	30.291	0.476	efg
3	29.515	0.212	c	2,6	30.472	0.476	ef
4	31.964	0.212	a	3,1	28.018	0.476	j
5	30.146	0.212	b	3,2	28.792	0.476	ij
6	29.840	0.212	bc	3,3	29.265	0.476	efghi
Seviye*Emülgatör				3,4	31.980	0.476	c
0,1	29.183	0.476	efghi	3,5	31.947	0.476	c
0,2	29.183	0.476	fg hij	3,6	30.830	0.476	de
0,3	29.183	0.476	ghij	4,1	30.625	0.476	e
0,4	29.183	0.476	hij	4,2	27.613	0.476	jk
0,5	29.183	0.476	hij	4,3	31.300	0.476	d
0,6	29.183	0.476	hij	4,4	34.719	0.476	a
1,1	27.058	0.476	k	4,5	29.248	0.476	efghi
1,2	28.340	0.476	j	4,6	30.901	0.476	de
1,3	29.503	0.476	efghi				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisericidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate);

4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.62. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	53.094	13.273	14.63	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	169.701	33.940	37.41	0.0000	***
S*E	20	133.049	6.652	7.33	0.0000	***
Hata	90	81.648	0.907			
Toplam	119	437.493				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.11.b. Karabuğday unu ekmeği renk b değeri

Glutensiz ekmek formülasyonda karabuğdayın kullanılması ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk b değerleri 22.112 ile 29.846 arasında (Çizelge 4.63) değişmiştir.

Ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64. de verilmiştir. Emülgatörlerin farklı seviyelerinin formülasyona ilavesi ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri arasındaki fark istatistiksel önemli bulunmuştur (P<0.05).

Ekmeklerin kabuk renk b değeri OVALETTE emülgatörünün % 4.5 seviyesinin formülasyona ilavesi ile en yüksek, DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde formülasyona ilavesi ile en düşük değer almıştır (Çizelge 4.63). Ayrıca farklı emülgatör ve emülgatör ile seviye arasındaki etkileşimde kabuk renk b değerini çok önemli seviyede (P<0.001) etkilemektedir. Emülgatör kaynaklarının değişmesiyle elde edilen ekmek kabuk renk b değerleri 24.096 ile 28.328 arasında değişmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	26.359	0.195	a	1,4	28.277	0.436	b
1	25.493	0.195	c	1,5	26.339	0.436	de
2	25.741	0.195	bc	1,6	24.844	0.436	ef
3	26.046	0.195	ab	2,1	23.112	0.436	j
4	25.859	0.195	bc	2,2	23.898	0.436	hi
Emülgatör				2,3	26.489	0.436	cd
1	24.096	0.195	e	2,4	29.601	0.436	a
2	25.281	0.195	cd	2,5	24.500	0.436	fgh
3	25.001	0.195	d	2,6	29.601	0.436	a
4	28.328	0.195	a	3,1	23.432	0.436	ij
5	25.823	0.195	c	3,2	26.489	0.436	cd
6	26.868	0.195	b	3,3	24.679	0.436	efg
Seviye*Emülgatör				3,4	29.846	0.436	a
0,1	26.359	0.436	cde	3,5	25.326	0.436	e
0,2	26.359	0.436	cde	3,6	26.505	0.436	cd
0,3	26.359	0.436	de	4,1	24.604	0.436	efg
0,4	26.359	0.436	de	4,2	25.653	0.436	e
0,5	26.359	0.436	de	4,3	22.112	0.436	k
0,6	26.359	0.436	de	4,4	27.557	0.436	c
1,1	22.975	0.436	j	4,5	26.592	0.436	cd
1,2	24.006	0.436	ghi	4,6	28.605	0.436	b
1,3	23.432	0.436	ij				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.64. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değeri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	10.1935	2.5483	3.35	0.0133 *
Emülgatör (E)	5	225.641	45.1282	59.30	0.0000 ***
S*E	20	179.705	8.9852	11.81	0.0000 ***
Hata	90	68.4877	0.7609		
Toplam	119	484.028			

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.11.c. Mısır unu ekmeği renk b değeri

Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk b değerleri 30.232 ile 37.776 arasında (Çizelge 4.66) değişmiştir. Mısır unu kaynaklı üretilen ekmeklerin b değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.65 de verilmiştir.

Farklı emülgatörlerin farklı seviyeleri ile üretilen ekmeklerin b değerleri arasındaki fark çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Emülgatör seviyeleri ile emülgatör ve seviye arasındaki interaksiyon da çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Üretilen ekmeklerin ortalama b değerlerinde en yüksek değer SSL emülgatörünün formülasyona ilave edilmesi ile gözlemlenmiştir. Ayrıca S₀, S₃ ve S₄ seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama b değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Emülgatör kaynaklarının değişmesiyle elde edilen ortalama ekmek b değerleri 32.029 ile 34.433 arasında değişmiştir. (Çizelge 4.66).

4.1.11.d. Renk b açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk b değerleri pirinç unu kullanıldığında 27.058 ile 34.719 arasında, karabuğday unu kullanıldığında

22.112 ile 29.846 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 30.232 ile 37.776 arasında değişmiştir.

Formülasyonda pirinç unu kullanılarak üretilen tava ekmeklerinin ortalama kabuk renk b değeri için en yüksek değer OVALETTE emülgatörü ilavesi (% 6), en düşük değer ise MDG emülgatörünün ilavesi (%1) sonucunda elde edilmiştir. İlave edilen emülgatör seviyesi arttıkça üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk b değerleri artmıştır.

Glutensiz ekmek formülasyonda karabuğdayın kullanılması ile üretilen ekmeklerin ortalama kabuk renk b değeri OVALETTE emülgatörünün % 4.5 seviyesinin formülasyona ilavesi ile en yüksek, DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde formülasyona ilavesi ile en düşük değer almıştır.

Çizelge 4.65. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	151.264	37.8160	98.29	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	111.641	22.3282	58.04	0.0000	***
S*E	20	183.975	9.1987	23.91	0.0000	***
Hata	90	34.6252	0.3847			
Toplam	119	481.505				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.12. Ekmek içi rengi

Ekmek içi rengi, buğdayın veya unun ekmeklik kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli kriterler arasındadır. Ekmeğin iç renginin değerlendirilmesinde ekmeğin kabuk renginde olduğu gibi L, a, b değerleri dikkate alınır ve değerlendirilir.

Çizelge 4.66. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin kabuk renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	31.091	0.126	d	1,4	35.063	0.310	cd
1	33.476	0.126	c	1,5	35.235	0.310	cd
2	33.487	0.126	c	1,6	35.053	0.310	cd
3	33.855	0.126	b	2,1	32.049	0.310	ij
4	34.330	0.126	a	2,2	31.432	0.310	jkl
Emülgatör				2,3	33.557	0.310	f
1	32.029	0.138	d	2,4	35.256	0.310	cd
2	32.144	0.138	d	2,5	36.139	0.310	b
3	32.916	0.138	c	2,6	32.489	0.310	hi
4	34.361	0.138	a	3,1	32.891	0.310	gh
5	34.433	0.138	a	3,2	31.891	0.310	jk
6	33.602	0.138	b	3,3	31.926	0.310	jk
Seviye*Emülgatör				3,4	36.161	0.310	b
0,1	31.091	0.310	ijklm	3,5	35.326	0.310	c
0,2	31.091	0.310	klm	3,6	34.936	0.310	d
0,3	31.091	0.310	lm	4,1	32.082	0.310	ij
0,4	31.091	0.310	lm	4,2	33.072	0.310	g
0,5	31.091	0.310	lm	4,3	37.776	0.310	a
0,6	31.091	0.310	lm	4,4	34.234	0.310	e
1,1	32.034	0.310	ijk	4,5	34.376	0.310	e
1,2	33.237	0.310	fg	4,6	34.444	0.310	e
1,3	30.232	0.310	m				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.12.a. Pirinç unu ekmeği renk L değeri

Un kaynağı olarak pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değerleri Çizelge 4.68. de verildiği üzere 60.784 ile 65.895 arasında değişmiştir. Ayrıca bu ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.67. de verilmiştir.

Farklı emülgatörler kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri arasındaki fark ($P<0.01$) oldukça önemli bulunmuştur. Üretilen ekmeklerde ekmek içi renk L değerinin OVALETTE ilavesi ile en yüksek değerde, lesitin ilavesi ile ise en düşük değerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.68). Ayrıca farklı emülgatör seviyeleri ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun da ekmek içi renk L değeri üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($P<0.001$). Üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerinin OVALETTE emülgatörünün % 6 seviyesinde formülasyonda kullanılmasıyla en yüksek, lesitin emülgatörünün % 1 seviyesinde formülasyonda kullanılmasıyla en düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir. S_0 , S_1 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ve S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin kendi aralarında ortalama ekmek içi renk L değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Formüle ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça üretilen ekmeklere ait ortalama ekmek içi renk L değeri artmaktadır.

Çizelge 4.67. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	17.683	4.420	4.71	0.0017 **
Emülgatör (E)	5	114.159	22.831	24.3	0.0000 ***
S*E	20	60.551	3.027	3.23	0.0001 ***
Hata	90	84.405	0.937		
Toplam	119	276.800			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.68. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	62.384	0.197	c	1,4	64.603	0.484	bc
1	62.818	0.197	bc	1,5	61.308	0.484	j
2	63.212	0.197	ab	1,6	62.194	0.484	hij
3	63.405	0.197	a	2,1	63.057	0.484	defg
4	63.348	0.197	ab	2,2	62.630	0.484	defghi
Emülgatör				2,3	63.780	0.484	de
1	63.019	0.216	c	2,4	64.667	0.484	b
2	62.646	0.216	c	2,5	61.300	0.484	j
3	62.892	0.216	c	2,6	63.835	0.484	d
4	64.616	0.216	a	3,1	63.060	0.484	defg
5	61.398	0.216	d	3,2	62.194	0.484	
6	63.632	0.216	b	3,3	62.703	0.484	defghi
Seviye*Emülgatör				3,4	65.529	0.484	a
0,1	62.384	0.484	defghij	3,5	61.212	0.484	j
0,2	62.384	0.484	efghij	3,6	65.734	0.484	a
0,3	62.384	0.484	fghij	4,1	63.483	0.484	def
0,4	62.384	0.484	ghij	4,2	62.847	0.484	defgh
0,5	62.384	0.484	ghij	4,3	63.070	0.484	defg
0,6	62.384	0.484	ghij	4,4	65.895	0.484	a
1,1	63.109	0.484	defg	4,5	60.784	0.484	j
1,2	63.175	0.484	defg	4,6	64.011	0.484	cd
1,3	62.522	0.484	defghi				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.12.b. Karabuğday unu ekmeği renk L değeri

Çizelge 4.70. de görüldüğü gibi formülasyonda karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değeri 44.969 ile 52.870 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.69. da verilmiştir. Farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Pirinç unu kullanılarak üretilen ekmeklerde olduğu gibi karabuğday unlu ekmek formülasyonuna da emülgatör ilave edilmesi ekmeklerin ortalama ekmek içi renk L değerlerini arttırmıştır. Ekmek içi renk L değerindeki en yüksek değer formülasyona FO emülgatörünün ilavesiyle, en düşük değer ise DATEM emülgatörünün ilavesi ile elde edilmiştir. Ayrıca emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun da ekmek içi renk L değeri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). FO emülgatörünün % 6 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde ortalama ekmek içi renk L değeri en yüksek seviyede elde edilmiştir. S_1 ve S_2 seviyeleri ile üretilen ekmekler ile S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk L değerleri arasındaki fark kendi aralarında istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca emülgatörün ilave edilmediği S_0 seviyesi ile üretilen ekmeklerde ekmek içi renk L değeri en düşüktür.

Çizelge 4.69. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	296.427	74.16	207.35	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	172.567	34.513	96.57	0.0000	***
S*E	20	117.079	5.853	16.38	0.0000	***
Hata	90	32.166	0.357			
Toplam	119	618.24				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.70. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	44.969	0.133	c	1,4	48.501	0.298	gh
1	48.275	0.133	b	1,5	48.406	0.298	ghi
2	48.205	0.133	b	1,6	50.198	0.298	d
3	49.350	0.133	a	2,1	46.835	0.298	op
4	49.107	0.133	a	2,2	47.385	0.298	lmn
Emülgatör				2,3	46.567	0.298	p
1	46.440	0.122	e	2,4	48.639	0.298	g
2	47.376	0.122	c	2,5	49.298	0.298	f
3	46.925	0.122	d	2,6	50.504	0.298	d
4	49.435	0.122	a	3,1	47.569	0.298	klm
5	48.106	0.122	b	3,2	49.479	0.298	ef
6	49.606	0.122	a	3,3	47.994	0.298	ijk
Seviye*Emülgatör				3,4	52.194	0.298	b
0,1	44.969	0.298	qr	3,5	48.147	0.298	hij
0,2	44.969	0.298	r	3,6	50.178	0.298	d
0,3	44.969	0.298	r	4,1	46.114	0.298	q
0,4	44.969	0.298	r	4,2	47.031	0.298	no
0,5	44.969	0.298	r	4,3	47.274	0.298	mn
0,6	44.969	0.298	r	4,4	52.870	0.298	a
1,1	46.711	0.298	op	4,5	49.712	0.298	e
1,2	48.016	0.298	hijk	4,6	51.643	0.298	c
1,3	47.821	0.298	jkl				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.12.c. Mısır unu ekmeği renk L değeri

Üretilen glutensiz mısır ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değerleri izelge 4.72. de görüldüğü üzere 56.467 ile 66.966 arasında değişmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları izelge 4.71. de verilmiştir.

Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değeri üzerine etkileri $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Emülgatörlerin ilavesiyle üretilen ekmeklerin ortalama L değerlerinde pirinç unu ve karabuğday unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi artış gözlemlenmiştir.

Üretilen ekmeklerin L değerinde en yüksek artış OVALETTE emülgatörünün % 3 seviyesinde, en düşük artış ise MDG emülgatörünün % 1 seviyesinin ilave edilmesi ile elde edilmiştir (izelge 4.72). S_0 , S_1 ve S_2 seviyelerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.71. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	678.521	169.63	289.30	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	463.609	92.7218	158.13	0.0000	***
S*E	20	214.098	10.7049	18.26	0.0000	***
Hata	90	52.7719	0.586354			
Toplam	119	1409.0				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

4.1.12.d. Renk L açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Farklı unlarla üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değerleri pirinç unu kullanıldığında 60.784 ile 65.895 arasında, karabuğday unu kullanıldığında 44.969 ile 52.870 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 56.467 ile 66.966 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.72. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk L değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	56.467	0.156	d	1,4	65.333	0.382	bc
1	61.528	0.156	c	1,5	62.892	0.382	g
2	62.097	0.156	b	1,6	64.677	0.382	de
3	62.678	0.156	a	2,1	59.285	0.382	l
4	62.873	0.156	a	2,2	59.398	0.382	l
Emülgatör				2,3	62.185	0.382	hi
1	58.917	0.171	d	2,4	65.871	0.382	b
2	58.846	0.171	d	2,5	61.880	0.382	i
3	61.004	0.171	c	2,6	63.962	0.382	f
4	64.303	0.171	a	3,1	59.069	0.382	lm
5	60.865	0.171	c	3,2	60.402	0.382	k
6	62.836	0.171	b	3,3	62.491	0.382	gh
Seviye*Emülgatör				3,4	66.966	0.382	a
0,1	56.467	0.382	n	3,5	62.602	0.382	gh
0,2	56.467	0.382	n	3,6	64.538	0.382	e
0,3	56.467	0.382	n	4,1	61.348	0.382	j
0,4	56.467	0.382	n	4,2	58.953	0.382	lm
0,5	56.467	0.382	n	4,3	65.033	0.382	cd
0,6	56.467	0.382	n	4,4	66.879	0.382	a
1,1	58.416	0.382	m	4,5	60.484	0.382	k
1,2	59.009	0.382	lm	4,6	64.538	0.382	e
1,3	58.843	0.382	lm				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Un kaynağı olarak pirinç unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değerleri OVALETTE ilavesi ile en yüksek değerde, lesitin ilavesi ile ise en düşük değerde olduğu belirlenmiştir. Formüle ilave edilen emülgatör seviyesi arttıkça üretilen ekmeklere ait ortalama ekmek içi renk L değeri artmaktadır. Karabuğday unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değeri, pirinç unu kullanılarak üretilen ekmeklerde olduğu gibi formülasyonu emülgatör ilave edilmesi ile arttırmıştır. Ekmek içi renk L değerindeki en yüksek değer formülasyona FO emülgatörünün ilavesiyle, en düşük değer ise DATEM emülgatörünün ilavesi ile elde edilmiştir. Ayrıca emülgatörün ilave edilmediği S_0 seviyesi ile üretilen ekmeklerde ekmek içi renk L değeri en düşüktür. Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk L değerleri emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile pirinç unu ve karabuğday unu ile üretilen ekmeklerde olduğu gibi artış gözlemlenmiştir. Üretilen ekmeklerin L değerinde en yüksek artış OVALETTE emülgatörünün, en düşük artış ise MDG emülgatörünün formülasyona ilavesi ile elde edilmiştir. İlave edilen emülgatör seviyesi arttıkça üretilen ekmeklere ait ortalama ekmek içi renk L değeri artmaktadır.

4.1.13. Renk a değeri

4.1.13.a. Pirinç unu ekmeği renk a değeri

Ekmeklerinin ekmek içi renk a değerleri -5.976 ile -4.764 arasında değişmiştir (Çizelge 4.73). Üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.74. de verilmiştir. Ekmek içi renk a değeri için en yüksek değer formülasyona lesitin emülgatörü, en düşük değer ise DATEM emülgatörü ilave edildiğinde gözlemlenmiştir. Formülde kullanılan farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun ekmek içi renk a değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	-5.599	0.182	a	1,4	-4.971	0.447	ab
1	-5.422	0.182	a	1,5	-4.983	0.447	ab
2	-5.348	0.182	a	1,6	-5.333	0.447	abcd
3	-5.325	0.182	a	2,1	-5.858	0.447	d
4	-5.344	0.182	a	2,2	-5.413	0.447	abcd
Emülgatör				2,3	-5.597	0.447	abcd
1	-5.723	0.200	b	2,4	-5.463	0.447	abcd
2	-5.697	0.200	b	2,5	-4.992	0.447	ab
3	-5.479	0.200	ab	2,6	-4.764	0.447	a
4	-5.170	0.200	ab	3,1	-5.722	0.447	cd
5	-5.076	0.200	ab	3,2	-5.721	0.447	cd
6	-5.299	0.200	a	3,3	-5.180	0.447	abc
Seviye*Emülgatör				3,4	-5.425	0.447	abcd
0,1	-5.599	0.447	abcd	3,5	-5.093	0.447	ab
0,2	-5.599	0.447	abcd	3,6	-4.806	0.447	a
0,3	-5.599	0.447	abcd	4,1	-5.889	0.447	d
0,4	-5.599	0.447	abcd	4,2	-5.778	0.447	d
0,5	-5.599	0.447	abcd	4,3	-5.298	0.447	abcd
0,6	-5.599	0.447	abcd	4,4	-5.039	0.447	ab
1,1	-5.550	0.447	abcd	4,5	-5.183	0.447	abc
1,2	-5.976	0.447	d	4,6	-4.877	0.447	a
1,3	-5.719	0.447	bcd				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.74. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	1.233	0.308	0.39	0.8186
Emülgatör (E)	5	7.341	1.468	1.83	0.1141
S*E	20	5.119	0.255	0.32	0.9973
Hata	90	72.04	0.800		
Toplam	119	85.734			

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.13.b. Karabuğday unu ekmeği renk a değeri

Karabuğday unlu glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk a değerleri -2.800 ile -1.006 arasında (Çizelge 4.76) değişmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.75. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine etkisi P<0.001 seviyesinde bulunmuştur (Çizelge 4.75). Üretilen glutensiz ekmeklerde ekmek içi renk a değeri MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek değer alırken, DATEM emülgatörünün % 0.25 seviyesinde ilave edilmesi ile en düşük değerde kalmıştır (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.75. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	2.740	0.685	44.45	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	3.746	0.749	48.62	0.0000 ***
S*E	20	14.579	0.728	47.30	0.0000 ***
Hata	90	1.387	0.015		
Toplam	119	22.453			

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Çizelge 4.76. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	-2.173	0.025	c	1,4	-1.006	0.062	a
1	-1.779	0.025	a	1,5	-2.306	0.062	k
2	-1.898	0.025	b	1,6	-1.790	0.062	f
3	-1.912	0.025	b	2,1	-2.275	0.062	k
4	-2.140	0.025	c	2,2	-1.474	0.062	cd
Emülgatör				2,3	-2.496	0.062	l
1	-2.332	0.027	d	2,4	-1.821	0.062	f
2	-1.800	0.027	a	2,5	-2.110	0.062	hij
3	-1.888	0.027	b	2,6	-1.213	0.062	b
4	-1.891	0.027	b	3,1	-2.305	0.062	k
5	-2.072	0.027	c	3,2	-2.108	0.062	hij
6	-1.899	0.027	b	3,3	-1.191	0.062	b
Seviye*Emülgatör				3,4	-1.658	0.062	e
0,1	-2.173	0.062	hijk	3,5	-1.913	0.062	g
0,2	-2.173	0.062	hijk	3,6	-2.300	0.062	k
0,3	-2.173	0.062	ijk	4,1	-2.268	0.062	k
0,4	-2.173	0.062	jk	4,2	-1.859	0.062	fg
0,5	-2.173	0.062	jk	4,3	-2.029	0.062	hi
0,6	-2.173	0.062	jk	4,4	-2.800	0.062	n
1,1	-2.638	0.062	m	4,5	-1.861	0.062	fg
1,2	-1.388	0.062	c	4,6	-2.021	0.062	h
1,3	-1.550	0.062	d				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için S₀ = 0.0; S₁ = % 0.25; S₂ = % 0.50; S₃ = % 0.75; S₄ = % 1.0, OVALETTE ve FO için ise S₀ = 0.0; S₁ = % 1.5; S₂ = % 3.0; S₃ = % 4.5; S₄ = % 6.0 olarak kullanılmıştır.

4.1.13.c. Mısır unu ekmeği renk a değeri

Mısır unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk a değerleri izelge 4.77. de görüldüğü üzere -7.491 ile -4.590 arasında değişmiştir. Üretilen ekmeklerin bu değerlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.78. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin formülasyona ilave edilmesi ile ekmek içi renk a değerleri arasındaki fark $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuş (izelge 4.78) ve ortalama ekmek içi renk a değerleri önemli seviyede azalmıştır. Ayrıca emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonunda ekmek içi renk a değeri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur ($P < 0.001$). MDG emülgatörünün % 0.25 seviyesinin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerde ekmek içi renk a değeri en yüksek seviyede gözlemlenmiş olup OVALETTE emülgatörünün % 3 seviyesinin formülasyona ilavesi ile üretilen ekmeklerde ise ekmek içi renk a değeri en düşük seviyede gözlemlenmiştir. S_1 , S_2 ve S_3 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk a değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak kendi aralarında önemsiz bulunmuştur.

4.1.13.d. Renk a açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk a değerleri pirinç unu kullanıldığında -5.976 ile -4.764 arasında, karabuğday unu kullanıldığında -2.800 ile -1.006 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise -7.491 ile -4.590 arasında değişmiştir. Un kaynağı olarak pirinç ununun kullanıldığı formüllerde kullanılan farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun ekmek içi renk a değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Karabuğday unlu ve mısır unlu glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk a değerleri farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.77. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	-5.086	0.094	a	1,4	-6.515	0.231	hij
1	-6.024	0.094	b	1,5	-6.049	0.231	defg
2	-6.110	0.094	b	1,6	-6.430	0.231	ghij
3	-6.127	0.094	b	2,1	-4.590	0.231	a
4	-6.613	0.094	c	2,2	-6.039	0.231	def
Emülgatör				2,3	-6.766	0.231	j
1	-5.764	0.103	b	2,4	-6.658	0.231	ij
2	-5.434	0.103	a	2,5	-6.225	0.231	efgh
3	-6.195	0.103	c	2,6	-6.383	0.231	ghi
4	-6.282	0.103	c	3,1	-5.843	0.231	cd
5	-6.057	0.103	c	3,2	-5.018	0.231	ab
6	-6.220	0.103	c	3,3	-6.347	0.231	fghi
Seviye*Emülgatör				3,4	-6.583	0.231	ij
0,1	-5.086	0.231	abc	3,5	-6.470	0.231	hij
0,2	-5.086	0.231	abc	3,6	-6.503	0.231	hij
0,3	-5.086	0.231	abc	4,1	-7.491	0.231	k
0,4	-5.086	0.231	abc	4,2	-6.023	0.231	de
0,5	-5.086	0.231	bc	4,3	-6.446	0.231	hij
0,6	-5.086	0.231	bc	4,4	-6.566	0.231	ij
1,1	-5.812	0.231	cd	4,5	-6.456	0.231	hij
1,2	-5.006	0.231	ab	4,6	-6.698	0.231	j
1,3	-6.331	0.231	efghi				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.78. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk a değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	29.743	7.435	34.82	0.000	***
Emülgatör (E)	5	10.880	2.176	10.19	0.000	***
S*E	20	20.008	1.000	4.68	0.000	***
Hata	90	19.220	0.213			
Toplam	119	79.852				

*P< 0.05, **P<0.01, ***P<0.001

4.1.14. Renk b değeri

4.1.14.a. Pirinç unu ekmeği renk b değeri

Un kaynağı olarak pirinç unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değeri 10.588 ile 14.357 arasında değişmiştir (Çizelge 4.79). Üretilen glutensiz pirinç ekmeğinin ekmek içi renk b değeri üzerine formülasyonuna ilave edilen emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.001) (Çizelge 4.80). Ekmek içi renk b değeri için en yüksek değer formülasyona % 1 seviyesinde SSL emülgatörünün ilavesiyle, en düşük değer ise % 1.5 seviyesinde FO emülgatörünün formülasyona ilavesi ile üretilen ekmeklerde elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

4.1.14.b. Karabuğday unu ekmeği renk b değeri

Çizelge 4.81. de görüldüğü gibi karabuğday unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değerleri 12.309 ile 17.541 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.79. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	13.705	0.156	a	1,4	12.547	0.383	de
1	12.958	0.156	b	1,5	12.790	0.383	d
2	12.660	0.156	b	1,6	10.588	0.383	i
3	13.050	0.156	b	2,1	13.255	0.383	cd
4	12.864	0.156	b	2,2	13.783	0.383	abc
Emülgatör				2,3	13.604	0.383	bcd
1	13.435	0.171	ab	2,4	10.994	0.383	hi
2	13.658	0.171	ab	2,5	12.265	0.383	de
3	13.799	0.171	a	2,6	12.060	0.383	ef
4	13.264	0.171	c	3,1	13.120	0.383	d
5	12.082	0.171	b	3,2	13.493	0.383	bcd
6	12.047	0.171	c	3,3	13.689	0.383	bcd
Seviye*Emülgatör				3,4	11.364	0.383	gh
0,1	13.705	0.383	abcd	3,5	14.357	0.383	a
0,2	13.705	0.383	abcd	3,6	12.270	0.383	de
0,3	13.705	0.383	abcd	4,1	13.132	0.383	d
0,4	13.705	0.383	abcd	4,2	13.296	0.383	cd
0,5	13.705	0.383	abcd	4,3	14.143	0.383	a
0,6	13.705	0.383	abcd	4,4	11.623	0.383	fg
1,1	13.957	0.383	abc	4,5	13.204	0.383	d
1,2	14.013	0.383	ab	4,6	11.785	0.383	fg
1,3	13.853	0.383	abc				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.82. de verilmiştir. Farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Üretilen ekmeklerde ekmek içi renk b değerinin lesitin emülgatörünün % 0.50 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek değerde, OVALETTE emülgatörünün % 1.5 seviyesinde ilave edilmesi ile en düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir. S_2 , S_3 ve S_4 seviyeleri ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk b değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Emülgatörün ilave edilmediği S_0 seviyesi ile üretilen ekmeklerin b değeri düşüktür.

Çizelge 4.80. Pirinç unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	14.981	3.745	6.36	0.0001 ***
Emülgatör (E)	5	61.379	12.275	20.85	0.0000 ***
S*E	20	38.656	1.932	3.28	0.0001 ***
Hata	90	52.994	0.588		
Toplam	119	168.011			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.82. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P
Seviye (S)	4	24.033	6.008	11.92	0.0000 ***
Emülgatör (E)	5	46.587	9.317	18.48	0.0000 ***
S*E	20	75.471	3.773	7.48	0.0000 ***
Hata	90	45.383	0.504		
Toplam	119	191.476			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

Çizelge 4.81. Karabuğday unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye							
0	12.994	0.144	d	1,4	13.847	0.355	ef
1	14.276	0.144	a	1,5	13.752	0.355	efg
2	13.269	0.144	bc	1,6	14.559	0.355	bcd
3	13.501	0.144	b	2,1	12.477	0.355	kl
4	13.175	0.144	bc	2,2	12.688	0.355	ijkl
Emülgatör				2,3	12.966	0.355	ijkl
1	12.830	0.158	b	2,4	12.309	0.355	l
2	13.857	0.158	a	2,5	15.013	0.355	b
3	12.840	0.158	b	2,6	14.162	0.355	de
4	12.821	0.158	b	3,1	12.668	0.355	jkl
5	14.241	0.158	a	3,2	13.649	0.355	efgh
6	14.071	0.158	a	3,3	13.229	0.355	efghi
Seviye*Emülgatör				3,4	12.351	0.355	l
0,1	12.994	0.355	efghijkl	3,5	14.752	0.355	bc
0,2	12.994	0.355	fghijkl	3,6	14.359	0.355	cde
0,3	12.994	0.355	fghijkl	4,1	13.006	0.355	efghij
0,4	12.994	0.355	ghijkl	4,2	12.411	0.355	l
0,5	12.994	0.355	ghijkl	4,3	12.056	0.355	kl
0,6	12.994	0.355	hijkl	4,4	12.602	0.355	kl
1,1	13.004	0.355	efghijk	4,5	14.693	0.355	bc
1,2	17.541	0.355	a	4,6	14.284	0.355	de
1,3	12.957	0.355	ijkl				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono digliseridler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

4.1.14.c. Mısır unu ekmeği renk b değeri

Formülasyona un kaynağı olarak mısır unu ilave edilmesi ile üretilen tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değerleri 24.552 ile 28.430 arasında değişmiş (Çizelge 4.84) ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.83. de verilmiştir. Glutensiz ekmek formülasyona ilave edilen farklı emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve faktörler arasındaki interaksiyonun üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değeri üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Emülgatörlerin formülasyona ilave edilmesi ile ekmek içi renk b değerleri önemli seviyede artmıştır. Lesitin emülgatörünün % 0.25 seviyesinin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk b değerleri en yüksek değer almıştır. Öte yandan FO emülgatörünün % 6 seviyesinin formülasyona ilave edilmesi ile üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk b değerleri en düşük seviyede gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.83. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerleri üzerine faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SS	KT	KO	F	P	
Seviye (S)	4	48.805	12.201	33.56	0.0000	***
Emülgatör (E)	5	27.513	5.502	15.14	0.0000	***
S*E	20	64.626	3.231	8.89	0.0000	***
Hata	90	32.718	0.363			
Toplam	119	173.663				

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

4.1.14.d. Renk b açısından glutensiz ekmeklerin değerlendirilmesi

Farklı glutensiz unlarla üretilen tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değerleri pirinç unu kullanıldığında 10.588 ile 14.357 arasında, karabuğday unu

kullanıldığında 12.309 ile 17.541 arasında ve mısır unu kullanıldığında ise 24.552 ile 28.430 arasında değişmiştir.

Üretilen glutensiz ekmeklerin ekmek içi renk b değeri üzerine formülasyonuna ilave edilen emülgatörlerin, bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ve emülgatör ile seviye arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur.

Pirinç unu kullanılarak üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değeri için en yüksek değer formülasyona % 1 seviyesinde SSL emülgatörünün ilavesiyle, en düşük değer ise % 1.5 seviyesinde FO emülgatörünün formülasyona ilavesi ile elde edilmiştir. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz tava ekmeklerinin ortalama ekmek içi renk b değerleri lesitin emülgatörünün % 0.50 seviyesinde formülasyona ilave edilmesi ile en yüksek değerde, OVALETTE emülgatörünün % 1.5 seviyesinde ilave edilmesi ile en düşük değerdedir.

Emülgatörün ilave edilmediği S_0 seviyesi ile üretilen ekmeklerin b değeri düşüktür. Un kaynağı olarak mısır unu ile üretilen tava ekmeklerin formülasyonuna emülgatörlerin ilave edilmesi ile ekmek içi renk b değerleri önemli seviyede artmıştır. Üretilen ekmeklerin ortalama ekmek içi renk b değerleri % 0.25 seviyesinde lesitin ilave edilmesi ile en yüksek değer alırken % 6 seviyesinin FO emülgatörünün ilave edilmesi ile en düşük değer almıştır.

4.2. Uygun emülgatör seçimi ve oranının belirlenmesi

Çizelge 3.1. de verilen formüle göre üretilen kontrol ekmeğinin belirlenen ekmek özellikleri Çizelge 4.85. de verilmiştir. Farklı un kaynakları (pirinç, karabuğday ve mısır unları) kullanılarak optimize edilmiş formüllerle üretilen glutensiz ekmeklerde farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerinin ekmek özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Değerlendirilen ekmek özellikleri göz önünde bulundurularak kontrol ekmeğine en yakın glutensiz ekmekler belirlenmiştir (Şekil 1).

Çizelge 4.84. Mısır unu ile üretilen ekmeklerin ekmek içi renk b değerlerine ait ortalamalar ve karşılaştırılması

Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)	Faktörler (*)	Ortalama	SH	LSD (**)
Seviye				Seviye*Emülgatör			
0	24.757	0.123	d	1,4	25.255	0.301	jkl
1	26.637	0.123	a	1,5	28.430	0.301	a
2	25.956	0.123	c	1,6	26.018	0.301	ghi
3	26.319	0.123	ab	2,1	26.877	0.301	e
4	26.000	0.123	bc	2,2	25.611	0.301	ijk
Emülgatör				2,3	25.326	0.301	jkl
1	25.838	0.134	b	2,4	26.067	0.301	gh
2	26.426	0.134	a	2,5	27.084	0.301	de
3	26.011	0.134	b	2,6	24.773	0.301	jklm
4	25.486	0.134	b	3,1	25.232	0.301	jkl
5	26.599	0.134	a	3,2	27.948	0.301	bc
6	25.244	0.134	a	3,3	25.905	0.301	ghij
Seviye*Emülgatör				3,4	25.632	0.301	ijk
0,1	24.757	0.301	jklm	3,5	27.079	0.301	de
0,2	24.757	0.301	klm	3,6	26.122	0.301	fg
0,3	24.757	0.301	lm	4,1	25.689	0.301	hij
0,4	24.757	0.301	lm	4,2	26.246	0.301	fg
0,5	24.757	0.301	lm	4,3	28.124	0.301	ab
0,6	24.757	0.301	lm	4,4	25.748	0.301	hij
1,1	26.634	0.301	ef	4,5	25.644	0.301	ij
1,2	27.569	0.301	cd	4,6	24.552	0.301	m
1,3	25.945	0.301	ghij				

* Her bir faktör kendi içerisinde değerlendirilmiştir. ** LSD (P<0.05), SH: Standart Hata

*** Emülgatör: 1 = DATEM; 2 = MDG (mono diglisidler); 3 = SSL (sodyum stearoyl-2-lactilate); 4 = OVALETTE; 5 = LC (lesitin); 6 = FO

Ekmek formüllerinde emülgatör seviyeleri DATEM, MDG, SSL, LC için $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 0.25$; $S_2 = \% 0.50$; $S_3 = \% 0.75$; $S_4 = \% 1.0$, OVALETTE ve FO için ise $S_0 = 0.0$; $S_1 = \% 1.5$; $S_2 = \% 3.0$; $S_3 = \% 4.5$; $S_4 = \% 6.0$ olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.85. Kontrol ekmeğinin belirlenen özelliklerine ait ortalama değerler

Ekmek özellikleri	Ortalama değer±standart sapma
Hacim	600.00±8.160
Pişme kaybı (%)	18.08±0.990
Sertlik	357.89±10.45
Yapışkanlık	-0.05±0.005
Esneklik	0.969±0.030
Yapışıklık	0.788±0.034
Yapışkanlık Sakızimsılık	279.166±9.067
Çiğnenabilirlik	273.746±13.39
Elastikiyet	0.471±0.022
Kabuk renk değerleri	
L değeri	41.12±1.950
a değeri	6.50±0.260
b değeri	24.83±1.720
Ekmek içi renk değerleri	
L değeri	63.32±0.140
a değeri	-4.74±0.300
b değeri	17.87±0.230

Pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmeklerde genel olarak değerlendirilen ekmek özellikleri ve ekmeklerin görsel değerlendirilmesi göz önüne alındığında kontrole en yakın sonuç formülasyona DATEM emülgatörünün % 0.25 oranında ilave edilmesi ile elde edilmiştir. Çalışmada belirlenen ekmek özellikleri ve ekmeklerin görsel değerlendirilmesi göz önüne alındığında, mısırın un kaynağı olarak kullanılması ile üretilen glutensiz ekmeklerin formülasyonuna % 6 oranında OVALET emülgatörünün ilave edilmesi ile kontrol ekmeklerinin kalitesine en yakın mısır ekmekleri üretilmiştir. Karabuğday unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin belirlenen ekmek özellikleri ve ekmeklerin görsel değerlendirilmesi göz önüne alındığında, üretilen glutensiz ekmeklerin formülasyonuna % 6 oranında FO

emülgatörünün ilave edilmesi ile kontrol ekmeklerine en yakın karabuğday ekmekleri üretilmiştir.

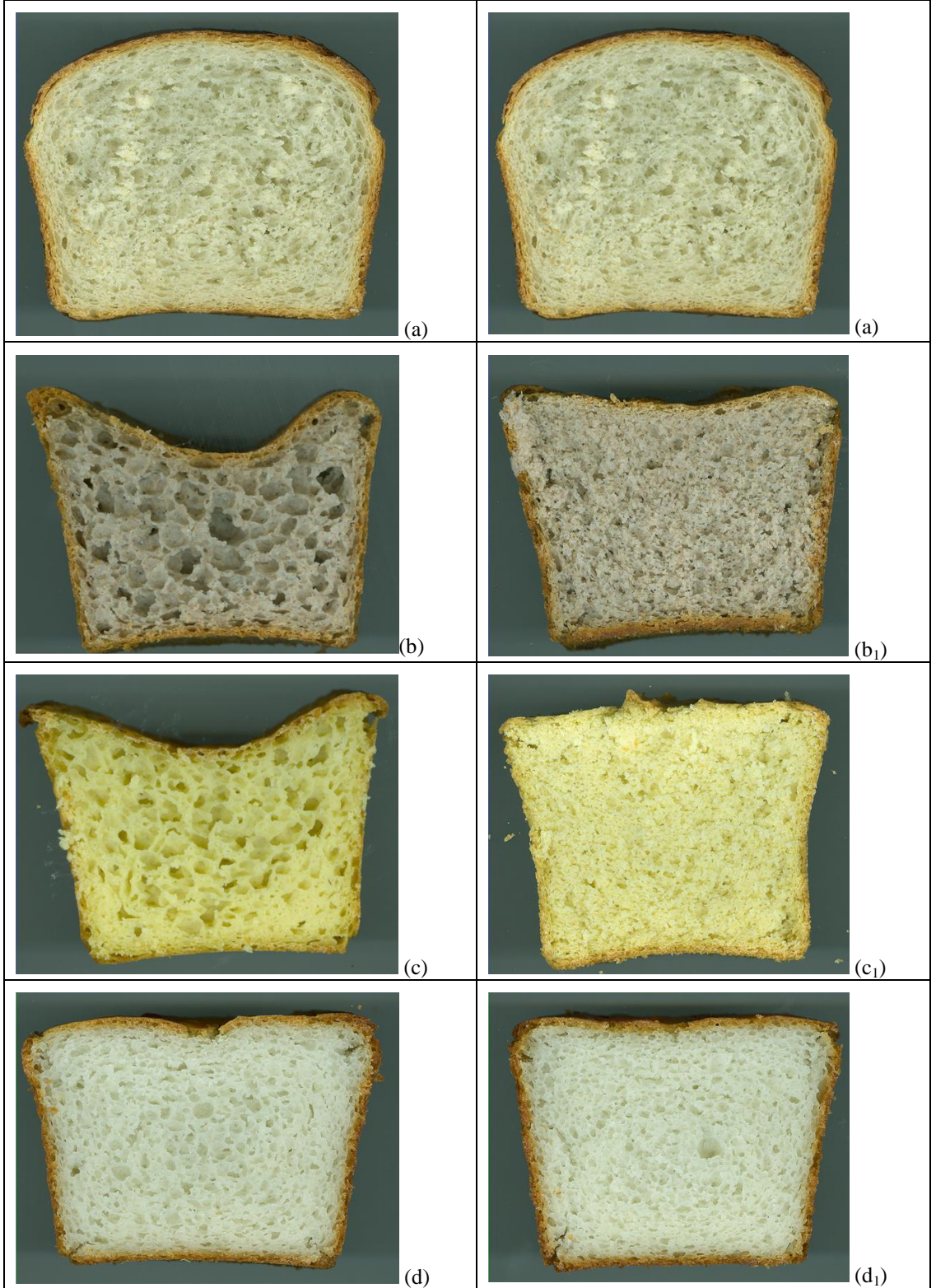
4.3. Duyusal Değerlendirme

Kontrol ekmeği ve üç farklı optimize edilmiş formül ile üretilen glutensiz ekmekler (pirinç, mısır, karabuğday ekmeği) iki tekerrürlü olarak duyusal analiz edilmiştir. Panelistler her bir ekmeği esneklik, ekmek içi nemlilik, gözenek yapısı, görünüş, tat ve aroma ile genel kabul açısından değerlendirmiştir. Panelistler tarafından verilen puanların ortalama değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.86 da verilmiştir. Yapılan birçok çalışmada, optimize edilmiş formüllerle üretilen glutensiz ürünler yine de buğday unu ile üretilen kontrol örneklerinden daha düşük puan almaktadır (Yıldız ve Dogan, 2014; Kittisuban ve ark., 2014; Melito ve Farkas, 2013; Arendt ve Bello, 2008; Lazaridou ve ark., 2007). Bu çalışmada kontrol ekmeği ile pirinç unuyla üretilen glutensiz ekmek duyusal değerlendirme parametreleri açısından istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (nemlilik hariç). Karabuğday ve mısır unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin tüm parametreler açısından aldığı skor 5 puanın üzerindedir (mısır ekmeği esneklik değeri hariç).

Çizelge 4.86. Kontrol ve glutensiz ekmeklerin duyusal değerlendirme puanları*

Ekmekler	PE	ME	KBUE	KE
Esneklik	7.270 ± 0.440 ^a	4.726 ± 0.508 ^c	5.687 ± 0.492 ^{bc}	6.922 ± 0.464 ^{ab}
Nemlilik	5.025 ± 0.431 ^b	5.533 ± 0.498 ^{ab}	5.325 ± 0.482 ^b	6.872 ± 0.455 ^a
Gözenek yapısı	6.930 ± 0.407 ^a	6.606 ± 0.470 ^a	5.037 ± 0.455 ^b	7.166 ± 0.429 ^a
Görünüş	7.255 ± 0.429 ^a	5.286 ± 0.495 ^b	5.375 ± 0.480 ^b	8.388 ± 0.452 ^a
Tat ve aroma	6.755 ± 0.399 ^a	5.106 ± 0.461 ^b	5.250 ± 0.447 ^b	7.588 ± 0.421 ^a
Genel kabul	6.800 ± 0.348 ^a	5.066 ± 0.402 ^b	5.218 ± 0.389 ^b	7.444 ± 0.367 ^a

*Parametreler ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Aynı satırdaki farklı harfler parametreler arasında önemli fark olduğunu göstermektedir (p<0.05). ME: Mısır ekmeği; PE: Pirinç ekmeği; KBUE: Karabuğday ekmeği; KE: Kontrol ekmeği



Şekil 1. Kontrol ekmeği (a) ile sırasıyla karabuğday, mısır ve pirinç unları ile üretilen emülgatörsüz (b, c ve d) ve emülgatör ilaveli (b₁, c₁ ve d₁) glutensiz ekmekler

4.3.1. Esneklik

Üretilen kontrol ve glutensiz ekmeklerin esneklik değerleri 4.726 – 7.270 arasında değişmiştir. Yapılan değerlendirmede panelistler en yüksek puanı pirinç ekmeğine, en düşük puanı ise mısır ekmeğine vermiştir. Ekmeklerin esneklik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 86).

4.3.2. Ekmek içi nemlilik

Üretilen ekmekler arasında ekmek içi nemlilik değeri açısından en yüksek puanı (6.872) kontrol ekmeği, en düşük puanı ise (5.025) ise pirinç ekmeği almıştır. Üretilen pirinç, mısır ve karabuğday ekmeklerinin ekmek içi nemlilik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz, kontrol ekmeğinin ekmek içi nemlilik değeri yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.86).

4.3.3. Gözenek yapısı

Glutensiz ekmekler ile kontrol ekmeklerinin duyusal değerlendirmede gözenek yapısı açısından aldıkları ortalama puanlar 5.037 ile 7.166 arasında değişmiştir.

Un kaynağı olarak buğdayın kullanılmasıyla üretilen kontrol ekmekleri içeriğinde bulunan gluten sayesinde en iyi gözenek yapısına sahip olup panelistler tarafından en yüksek puanı (7.166) almıştır. Pirinç, mısır ve kontrol ekmeklerinin gözenek yapısı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olup, karabuğday ekmeğinin gözenek yapısı diğer ekmeklere göre panelistler tarafından daha düşük puanla değerlendirilmiştir (Çizelge 4.86).

4.3.4. Görünüş

Üretilen ekmeklerin panelistlerden aldıkları ortalama görünüş puanları 5.286 ile 8.388 arasında değişmiştir. Görünüş özelliği açısından en yüksek puanı kontrol ekmeği, en düşük puanı ise mısır ekmeği almıştır. Kontrol ile pirinç ekmeğinin görünüş değerleri açısından aralarındaki fark istatistiksel önemsiz bulunmuşken, bu ekmekler ile mısır ve karabuğday ekmeklerinin görünüş değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.86).

4.3.5. Tat ve aroma

Çizelge 4.86 da görüldüğü gibi üretilen ekmeklerin tat ve aroma açısından panelistlerden aldığı puanlar ortalama olarak 5.106 – 7.588 arasında değişmiştir. Kontrol ekmeklerinin tat ve aromaları panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir. Duyusal değerlendirmede pirinç ekmekleri kontrol ekmeklerinden sonra en yüksek puanı almış olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Mısır ve karabuğdayın kendine özgü aromasından dolayı bu unlar ile üretilmiş ekmekler daha az beğenilmiştir.

4.3.6. Genel kabul

Üretilen kontrol ve glutensiz ekmeklerin bütün özellikleri göz önüne alındığında genel beğenilirlik açısından panelistlerden aldıkları puanlar 5.066 ile 7.444 arasında değişmiştir (Çizelge 4.86). Üretilen ekmeklerden mısır ve karabuğday ekmeğinin genel beğenilirlik açısından düşük puan almalarının sebebi kendilerine özgü aroma ve ağızda bıraktıkları tatla ilişkili olduğu düşünülmektedir. En yüksek puanı genel beğenilirlik açısından kontrol ekmeği (7.444), en düşük puanı ise mısır ekmeği (5.066) almıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Glutensiz ekmeklerin doğru emülgatör ve ilave edilecek optimal seviye ile önemli oranda iyileştirilebileceği ifade edilmektedir (Nunes ve ark., 2009). Bu nedenle pirinç, mısır ve karabuğday unları kullanılarak üretilen glutensiz ekmeklerin bazı kalite özellikleri üzerine farklı emülgatörlerin ve bu emülgatörlerin farklı seviyelerini etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmada kontrol ekmeğine en yakın glutensiz ekmekler pirinç unlu formüle % 0.25 oranında DATEM emülgatörü, mısır unlu formüle % 6 oranında OVALET emülgatörü ve karabuğday unlu formüle ise % 6 oranında FO emülgatörü ilave edilmesi ile elde edilmiştir.

Yapılan duyuşal değerlendirmede kontrol ekmeği ile pirinç unuyla üretilen glutensiz ekmek duyuşal değerlendirme parametreleri açısından istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (nemlilik hariç). Karabuğday ve mısır unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin duyuşal değerlendirmede tüm parametreler açısından aldığı skor 5 puanın üzerindedir (mısır ekmeği esneklik değeri hariç).

5.1. KAYNAKLAR

- Anonim, 1982. Wheat gluten contributes to nutrition, functionality to meat, baked goods and other foods. *Food Development*, 16, 22–23.
- Anonim, 1995. Approved methods of the american association of cereal chemists, 9th ed. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN, USA.
- Anonim, 2008. Gluten_enteropatisi. <http://www.doktorsitesi.com/metinoku-1-Makale-1166-> Erişim tarihi: 27.10.2008
- Arendt, E.K., Bello, F.D., 2008. Gluten-free cereal products and beverages. *Food Science and Technology International Series*, erişim tarihi: 07.01.2009. www.google.com.
- Arendt, E.K., Bello, F.D., 2008. Gluten-free cereal products and beverages. *Food Science and Technology International Series*, erişim tarihi: 07.01.2009. www.google.com.
- Aubrecht, E., Biacs, P.A., 2001. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*, 30(1), 71–80.
- Blanshard, J. M. V., Frazier, P. J., Galliard, T., 1988. Chemistry and physics baking, *royal society of chemistry*. England, 276 s.
- Bilgiçli, N., Demir, M.K., Yılmaz, C. 2014. Influence of some additives on dough and bread properties of a wheat-lupin flour blend. *Quality assurance and safety of crops & foods*, 6(2)-167-173.

- Bulut. B., 2013. Glutensiz tulumba tatlısı üzerine bir araştırma. *Yüksek lisans tezi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Iğdır.
- Chartrand, L.J., Russo, P.A., Dulhaime, A.G. and Seidman, E.G., 1997. Wheat starch intolerance in patients with coeliac disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 97, 612–618.
- CoHort, 2004. Costat User Guide. *CoHort SoftWare*, Monterey, CA.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S., 2010a, Rheological properties of gluten free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 96, 295-303.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S., 2010b, Utilization of chestnut flour in gluten free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 101 (3), 329-336.
- Doğan, İ.S. ve Yurt, B., 2002. Tulumba tatlısında yağ emilimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Gıda*, 27 (1), 65-71.
- Elgün, A., Ertugay Z., 1995. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi ofset tesisi No:718, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718, Ziraat Fakültesi No: 297. *Ders kitapları serisi* No: 52, 407 s.
- Eliasson, A., Larsson, K., 1993. A Molecular colloidal approach. *In cereals in breadmaking*: Marcel Dekker, New York. Erişim tarihi: 07.01.2009. www.google.com.

- Farrell, R. Y., Kelly, C. P., 2001. Celiac sprue. *The American Journal of Gastroenterology*, 96 (12), 3237-3246.
- Gambus, H., Gambus, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A., Sikora, M., 2009. Quality of gluten- free supplemented cakes and biscuits. *International Journal of Food Properties*, 60 (4): 31-50.
- Hager, A.-S., Arendt K.E., 2013. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids* 32, 195-203.
- Horvath, K., Mehta, D.I., 2000. Celiac disease: a worldwide problem. *Indian Journal of Pediatrics*, 67, 757–763.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin, F.K., 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda* 34(1), 29-36.
- Kent, N.L., 1984, Technology of cereals, *Pergamon press*, No: 2143 U. S. A., 220 p.
- Kittisuban, P., Ritthiruandej, P., Suphantharika, M. 2014. Optimization of hydroxypropyl methylcellulose, yeast β -glucan, and whey protein levels based on physical properties of gluten-free rice bread using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 57, 738-748.
- Koocheki, A., Mortazavi, S., Mahalati, M.N., Karimi, M. 2009. Effect of emulsifiers and fungal α -amylase on rheological characteristics of wheat dough and quality of flat bread. *Journal of Food Process Engineering*, 32 (2), 187–205.

- Köklü, G., 2007. Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri. Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. *Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 5s (yayınlanmamış).
- Kutlu, T. 2004. Çölyak Hastalığı. <http://www.medicalnetwork.com.tr/2004>.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderris, C. G., 2001. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G., 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033–1047.
- Lohiniemi, S., Maki, M., Kaukinen, K., Laippala, P. and Collin, P., 2000. Gastrointestinal symptoms rating scale in celiac patients on wheat starch-based gluten-free diets. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 35, 947–949.
- Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G., Junqueira, R.G., 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47, 63–70.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M.C., Matencio, F., 1993. Comparison of various processes for making maize pasta. *Journal of Cereal Science*, 17, 277-290.
- Melito, H., Farkas, B.E., 2013. Physical properties of gluten-free donuts. *Journal of Food Quality*, 36, 32–40.

- Moore, M.M., Schober, T. J., Dockery, P., Arendt, E.K., 2004. Textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads. *Cereal Chemistry*, 81, 567–575.
- Nunes, M.H.B., Moore, M.M., Ryan, L.A.M., Arendt, E.K., 2009. Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters. *European Food Research and Technology*, 228, 633–642.
- Özavar, Ş., 1999. Değişik ticari nişastaların fiziksel-kimyasal özellikleri. *Unlu Mamüller Dünyası*, 6 (8), 29-30.
- Özen, F.B., 2006. Tulumba tatlısının üretim metodu ile farklı un tipi ve katkı kullanımının son ürün kalitesine etkisi üzerine bir araştırma. *Yüksek lisans tezi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Özer, M. S., Atlan A., 1995. Küçük ekmek yapımında bazı katkı maddelerinin kullanılmasının ekmek nitelikleri üzerine etkileri. *Gıda*, 20 (6), 357-363.
- Özer, E.A., Banoğlu, Ş., Banoğlu, E., 2008. Çölyak hastalığı ve glutensiz diyet. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum.
- Özer, S. M., 1998. Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *Doktora Tezi*, 132 s., Adana.
- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1992. Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve ssl'in etkileri. *Gıda*, 17(6), 419- 426.
- Özkaya, B., 1999. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

- Özüğür, G., Hayta M., 2011. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36(5), 287-294.
- Panda R., Taylor SL., Goodman RE., 2010. Development of a sandwich enzyme-linked immuno sorbent assay (ELISA) for detection of buckwheat residues in food. *Food Science*, 75(6), 110-117.
- Pomeranz, Y., 1987. Modern cereal science and technology. *VCH publishers*, inc., Washington, U.S.A..
- Pylar, E .J., 1988. Baking science and technology. *Sosland publishing*, U.S.A..
- Ribotta, P. D., Perez, G. T., Leon, A. E., Anon, M. C., 2004. Effect of emulsifiers and guar gum on microstructural, rheological and baking performance of frozen bread dough. *Food Hydrocolloids*, 18, 305-313.
- Sae-Eaw, A., Chompreeda, P., Prinyawiwatkul, W., Haruthaithanasan, V., Suwonsichon, T., Saidu, J.E., Xu. Z., 2007. Acceptance and purchase intent of us consumers for nonwheat rice butter cakes. *Journal of Food Science*, 72(2), 92-97.
- Sahi, S.S., Alava, J.M., 2003. Functionality of emulsifiers in sponge cake production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(14), 1419-1429.
- Sanchez, H.D., Osella, C.A. and Tela, T., 2002. Optimisation of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Journal of Food Science*, 67, 416–419.

- Schober, J.T., Messerschmidt, M., Bean, S.R., Park, S.H., Arendt, E.K., 2005. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*, 82, 394–404.
- Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B., Chattopadhyay, P. K., 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *Journal of Food Engineering*, 62(9), 37-45.
- Sinanoğlu, E., 1998. Bisküvi üretiminde kullanılan katkı maddeleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. *Yüksek lisans tezi*, Maslak, İstanbul.
- Singh-Meneghini, A., 2007. Flour formulations for making gluten-free food products. International application published under the patent cooperation treaty. *International Publication Number* WO 2007/062012 A2.
- StatGraphics, 2006. Stat Graphics centrium release 15.1. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Türksoy, S., Özkaya, B., 2006. Gluten ve çölyak hastalığı, **Türkiye 9. Gıda Kongresi**, Bolu. Türk Standartları Enstitüsü, 1977. Pirinç Unu. TS 2639, Ankara.
- Urgancı, N., 2007. Çölyak Nedir?. <http://www.glutensiz.com/colyaknedir.html>.
- Ünal, S., 1991. *Hububat teknolojisi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 29, 62 s.
- Wijnans, G.J.M., 1997. Emülsifiers: Sucrose esters of fatty acids. *Food Technology International*, (7) 35-37.

- Wijngaard, H.H., Arendt, E.K., 2006. Buckwheat. *Cereal Chemistry* 83(4), 391–401.
- Yalçın, S., Basman, A., 2008. Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum. *Journal of Food Quality*, 31, 465-479.
- Yaseen, E. I., Herald, T. J., Aramouni, F. M., Alavi, S., 2005. Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International*, 38(2), 111-119.
- Yıldız, N., Yalçın, E., 2013. Karabuğdayın (Buckwheat) kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri. *Gıda Dergisi*, 38(6), 383-390.
- Yıldız, G., 2009. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar. *Yüksek lisans tezi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Yildiz, O., Dogan, I.S., 2014. Optimization of gluten-free cake prepared from chestnut flour and transglutaminase. Response surface methodology approach. *International Journal of Food Engineering*. 10 (4), 737–746.
- Yenice, N., Gümrah, M., Kozan, A., 2005. Asemptomatik bireylerde gluten sensitif enteropati seroprevalansı. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 4(2), 94–96.
- Ylimaki, G., Hawrysh, Z.J., Hardin, R.T., Thomson, A.B.R., 1991. Response surface methodology to the development of rice flour yeast breads. Sensory measurements. *Journal of Food Science*, 56, 751–759.

Ylimaki, G., Hawrysh, Z.J., Hardin, R.T., Thomson, A.B.R., 2006. Application of response surface methodology to the development of rice flour yeast breads: Objective measurements. *Journal of Food Science*, 53(6), 1800-1805.

ÖZGEÇMİŞ

14.05.1981 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1999 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yükseköğrenimine başladı. 2003 yılında Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.