T.C.

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI FIRINCILIK ÜRÜNLERİNDE SİYEZ BUĞDAY UNU KULLANIMININ OPTİMİZASYONU, ÜRÜN KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ NİTELİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Bağdagül KAPLAN

Danışman	**Dr.Öğr.Üyesi Müge HENDEK ERTOP**
Jüri Üyesi	**Dr.Öğr.Üyesi Seda ÖZGEN**
Jüri Üyesi	**Dr.Öğr.Üyesi Fırat SEFAOĞLU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2020

TEZ ONAYI

Bağdagül KAPLAN tarafından hazırlanan "**Bazı Fırıncılık Ürünlerinde Siyez Buğday Unu Kullanımının Optimizasyonu, Ürün Kalitesi Ve Raf Ömrü Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi**" adlı tez çalışması **16/01/2020 tarihinde** aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Dr.Öğr.Üyesi Müge HENDEK ERTOP Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr.Öğr.Üyesi Seda ÖZGEN Çankırı Karatekin Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr.Öğr.Üyesi Fırat SEFAOĞLU Kastamonu Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Nur BELKAYALI .....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Bağdagül KAPLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI FIRINCILIK ÜRÜNLERİNDE SİYEZ BUĞDAY UNU KULLANIMININ OPTİMİZASYONU, ÜRÜN KALİTESİ VE RAF ÖMRÜ NİTELİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Bağdagül KAPLAN
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Müge HENDEK ERTOP

Bu çalışmada, insanların günlük diyetinde ve fırıncılık ürünleri sektöründe önemli paya sahip ekmek ve kek üretiminde siyez buğday unu kullanımının optimizasyonunun, ürün kalitesi ve raf ömrü nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Optimizasyonda, yüzey yanıt metodu (YYM) ile beş seviyeli üç bağımsız faktör merkezi bileşen deneme deseni kullanılmıştır. Bu amaçla ekmek ve kek yapımında normal ekmeklik buğday unu ve siyez unu kullanılmış. "Hacim (H), Duyusal Değerlendirme (DD) ve Gözenek Faktörü (GF)" yanıtlarına cevap veren bir formül optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonuçlarının validasyonu yapılmıştır. Doğrulama denemelerinden elde edilen sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında, istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı (p>0.05) tespit edilmişir.

Optimize sonuçlara göre üretilen kek ve ekmek numuneleri, siyez unsuz kontrol ekmeklerine göre bazı fizikokimyasal nitelikler (renk, ağırlık, hacim, kabuk kalınlığı, spesifik hacim, hamur verimi, ağırlık kaybı, pH, toplam asitlik, karbonhidrat protein, yağ, kül) ile mineral madde içeriği, nişasta retrogradasyonu, rutubet kaybı ve duyusal özellikler açısından karşılaştırılmıştır. Formül optimizasyonu sonuçlarına göre; ekmekde siyez unu kullanım oranı %65,12; maya kullanım oranı %1,49; su kullanım oranı %55,03; kekte ise siyez unu kullanım oranı %39,59; kabartma tozu kullanım oranı %5,78; yumurta kullanım oranı %58,9 olarak tespit edilmiştir. Optimum kek ve ekmeklerin protein, yağ ve antioksidant aktivite değerleri yüksek bulunmuştur. Mineral madde miktarlarında da artış sağlandığı görülmüştür. Özellikle optimize ürünlerde Si, Fe ve Zn elemetlerinin oldukça yüksek olması, duyusal açıdan da yüksek skor almaları tercih edilebilir özellikte kek ve ekmek üretimi sağlamıştır. Bu oranlar kullanılarak üretilecek kek ve ekmeğin müşteri beğenisine hitap edebilecek ve ticari olarak kabul görecek ürünler olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, siyez unu, siyez buğdayı, kek, ekmek, yüzey yanıt yöntemi

2020, 115 sayfa
Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc. Thesis

OPTIMIZATION OF EINKORN WHEAT FLOUR IN SOME BAKERY PRODUCTS, DETERMINATION OF THE EFFECTS ON PRODUCT QUALITY AND SHELF LIFE PROPERTIES

Bağdagül KAPLAN
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Müge HENDEK ERTOP

In this study, the effects of optimization of the use of einkorn flour on the daily diet and production of bread and cakes, which have an important share in the bakery products sector, on product quality and shelf-life characteristics were investigated. Optimization was performed by using responce surface methodology (RSM), three factor, five level, central composite rotatable design. For this purpose, bread wheat flour and einkorn flour were used in making bread and cakes. A formula optimization was performed that responded to the "Volume (H), Sensory Evaluation (DD) and Pore Factor (GF)" responses. The optimization results were validated. It was determined that there was no statistically significant difference ($p>0.05$) between the results obtained from the verification attempts and the values estimated from the model.

The cake and bread samples produced according to the optimization results were compared to control bread without einkorn flour in terms of some physicochemical properties (color, weight, volume, crust thickness, specific volume, dough yield, weight loss, pH, total acidity, carbohydrate, protein, fat, ash) mineral contents, starch retrogradation, moisture loss, and sensory properties. According to formula optimization results; the usage rates of the einkorn flour as 65.12%, yeast 1.49%, water 55,03% were determined for the bread; the usage rates of the einkorn flour as 39.59%, baking powder 5.78% and egg 58.9% were determined for the cake. The protein, fat and antioxidant activity values of the optimum cakes and bread samples were found high. An increase in the amounts of mineral contents has also been observed.Especially in optimized products, the Si, Fe and Zn contents were quite high, and they had high scores in terms of sensory properties. It is thought that the cakes and bread to be produced using these ratios will be commercially acceptable products that can appeal to the customer.

Key Words: Optimization, einkorn flour, einkorn wheat, cake, bread, response surface methodlogy

2020, 115 pages
Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Tez yapım ve yazım aşamasında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübeleriyle yol gösteren ve beni herzaman teşvik eden değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Müge HENDEK ERTOP'a (Kastamonu Üniversitesi), sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez için yapmış olduğum laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarıyla büyük katkıda bulunan kıymetli arkadaşım Fatmanur ÖRÜ'ye ve Duyusal değerlendirmelere katılıp özveri ve dikkatle uygulama yapan Kastamonu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans ve Yüksek Lisans öğrencilerine çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle sürekli yanımda olduklarını bildiğim aileme saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Elbette çalışmalarımın en yoğun olduğu zamanlarda bile anlayışıyla her daim yanımda olan ve beni bu hususta her zaman destekleyen eşim M. Nadir KAPLAN'a ve canım evlatlarım ELİF SU KAPLAN ile ESAT EFE KAPLAN'a en içten sevgi ve en samimi teşekkürlerimi sunarım.

Bağdagül KAPLAN
2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLOLAR DİZİNİ	xii
FORMÜLLER DİZİNİ	xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	1
2. LİTERATÜR ve GENEL BİLGİLER	2
2.1. Siyez Buğdayı ve Yetiştiriciliği	2
2.1.1. Siyez Buğdayının Besinsel, Morfolojik ve Teknolojik Özellikleri	3
2.1.2. Siyez Ürünleri	5
2.2. Fırıncılık Ürünleri ve Çeşitleri	7
2.2.1. Ekmek Tanımı ve Özellikleri	7
2.2.1.1 Pişme Sonrası Ekmekte Fizikokimyasal Kalite Özellikleri	10
2.2.1.2 Rafömrü Süresince Ekmekte Kalite Özellikleri	10
2.2.2. Kek Tanımı ve Özellikleri	11
2.2.2.1 Pişme Sonrası Kekte Fizikokimyasal Kalite Özellikleri	13
2.2.2.2 Rafömrü Süresince Kekte Kalite Özellikleri	14
2.3. Fırıncılık Ürünlerinde Kullanılan Un Nitelikleri	14
2.4. Optimizasyon	17
2.5. Yanıt Yüzey Metodu (RSM)	19
3. MATERYAL ve METOD	20
3.1. Un Örneklerinin Fizikokimyasal Kalite Özellikleri	21
3.1.1. Kül	21
3.1.2. Rutubet	21
3.1.3. Protein	21
3.1.4. Glüten	22
3.1.5. Yağ	22
3.2. Yanıt Yüzey Metodu ile Formül Optimizasyonu	22
3.2.1. Deneysel Dizayn	22
3.2.1.1. Değişken Faktör Seviyelerinin Belirlenmesi	24
3.3. Ekmek Üretimi	25
3.4. Kek Üretimi	26
3.5. Ekmek ve Kekte Kalite Özellikleri	26

3.5.1. Duyusal Değerlendirme 27
3.5.2. Hacim ve Spesifik Hacim 27
3.5.3. Gözenek Faktörü 28
3.5.4. Kabuk Kalınlığı Ölçümü 30
3.5.5. Renk Ölçümü 30
3.5.6. Antioksidan Aktivite 31
3.5.7. Mineral Madde İçeriği 31
3.6. Ekmek ve Kekte Raf ömrü Niteliklerinin Belirlenmesi 32
3.6.1. Nişasta Retrogradasyonu (DSC Analizi) 33
3.6.2. Rutubet Miktarı ve Rutubet Kaybı 33
3.7. İstatistiksel Analizler 34
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA 35
4.1. Un Örneklerinin Kalite Özellikleri 35
4.2. Ekmek Ürünlerine Ait Optimizasyon Sonuçları 35
4.3. Formül Optimizasyonun Sonuçlarının Deneysel Doğrulaması 42
4.4. Kek Ürünlerine Ait Optimizasyon Sonuçları 44
4.5. Formül Optimizasyonun Sonuçlarının Deneysel Doğrulaması 51
4.6.Optimizasyon Sonrası Optimize ve Kontrol Örneklerinin Karşılaştırılması 53
4.6.1. Pişme Sonrası Ekmek ve Kek Fizikokimyasal Özellikleri 53
4.6.2. Pişme Sonrası Ekmek ve Kekde Gözenek Analizi 58
4.6.3. Pişme Sonrası Ekmek ve Kekde Mineral Madde İçeriği 62
4.6.4. Pişme Sonrası Ekmek ve Kekde Rutubet Kaybı 65
4.6.5. Pişme Sonrası Ekmek ve Kekde Nişasta Retrogradasyonu 67
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 71
KAYNAKLAR 75
EKLER 86
EK 1- (Deneysel Dizayna Göre Üretilen Ekmek Örnekleri) 87
EK 2- (Ekmek “Hacim” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler) 94
EK 3- (Ekmek “Gözenek faktörü” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler) 95
EK 4- (Ekmek “Duyusal Değerlendirme” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler) 96
EK 5- (Ekmek “Hacim” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen “Quadratic fonksiyona” ait varyans analizi (ANOVA) tablosu) 97
EK 6- (Ekmek “Gözenek faktörü” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen “Lineer fonksiyona” ait varyans analizi (ANOVA) tablosu) 98
EK 7- (Ekmek “Duyusal Değerlendirme” değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen “Quadratic fonksiyona” ait varyans analizi (ANOVA) tablosu) 99

EK 8- (Design expert yazılımı tarafından ekmek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları) 100
EK 9- (Deneysel Dizayna Göre Üretilen Kek Örnekleri) 101
EK 10- (Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler)..... 108
EK 11- (Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler) 109
EK 12- (Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler) 110
EK 13- (Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu)..... 111
EK 14- (Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Lineer fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu)..... 112
EK 15- (Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu)..... 113
EK 16- (Design expert yazılımı tarafından kek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları) 114
ÖZGEÇMİŞ 115

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
dak	Dakika
g	Gram
H	Hacim
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
M	Molar
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normal
nm	Nanometre
pH	Power of Hydrogen
ppm	Milyonda bir
RK	Rutubet Kaybı
rpm	Dakikadaki devir sayısı
s	Saniye
%	Yüzde

Kısaltmalar

AACC	American Association of Cereal Chemists
AS	Örnek ekstraktına ait absorbans değeri
AO	Şahit DPPH çözeltisinin absorbans değeri
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CCRD	Merkezi Bilesen Deneme Deseni (CentralComposite Rotatable Design)
DD	Duyusal Değerlendirme
DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
DSC	Diferansiyel taramalı kalorimetre (Diferential Scanning Calorimeter)
GF	Gözenek Faktörü
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (High Pressure Liquit Chromotography)
HPMC	Hidroksipropilmetilselüloz
ICC	International Chamber of Commerce
KE	Kabul Edilebilirlik
KSO	Kül Sindirilebilirlik Oranı
SEM	Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
YYM (RSM)	Yüzey Yanıt Metodu (Responce Surface Methodology)

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 3.1.	Çalışma Planı	20
Şekil 3.2.	Taranmış Gözenek Yapısının İşlenmiş Görüntüleri	29
Şekil 4.1.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, maya, su) Kullanım Oranı Parametrelerinin Ekmek Hacim Faktörüne Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	39
Şekil 4.2.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, maya, su) Kullanım Oranı Parametrelerinin Ekmek Gözenek Faktörüne Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	40
Şekil 4.3.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, maya, su) Kullanım Oranı Parametrelerinin Ekmek Duyusal Değerlendirmesine Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	40
Şekil 4.4.	Ekmek Optimizasyonu 1. Çözümün Rampa Grafiği	42
Şekil 4.5.	Tarama ve Ölçeklendirme Yapılmış Doğrulama Ekmeğin Görüntüsü	43
Şekil 4.6.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) Kullanım Oranı Parametrelerinin Kek Hacim Faktörüne Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	48
Şekil 4.7.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) Kullanım Oranı Parametrelerinin Kek Gözenek Faktörüne Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	49
Şekil 4.8.	Bağımsız Değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) Kullanım Oranı Parametrelerinin Kek Duyusal Değerlendirmesine Etkisini Gösteren Yanıt Yüzey Grafikleri	49
Şekil 4.9.	Kek Optimizasyonu 1. Çözümün Rampa Grafiği	51
Şekil 4.10.	Tarama ve Ölçeklendirme Yapılmış Doğrulama Kekin Görüntüsü	52
Şekil 4.11.	Tarama ve Ölçeklendirme Yapılmış Optimize (a) ve Kontrol (b) Ekmek Görüntüsü	59
Şekil 4.12.	Tarama ve Ölçeklendirme Yapılmış Optimize (a) ve Kontrol (b) Kek Görüntüsü	61
Şekil 4.13.	Ekmek ve Kek Örneklerine Ait Rutubet Eğrileri	65
Şekil 4.14.	Ekmek Numunelerinin (OE: a; KE: b) 1. Ve 7. Günlere Ait Termogramları	69
Şekil 4.15.	Kek Numunelerinin (OK: a; KK: b) 1. Ve 7. Günlere Ait Termogramları	70

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Ekmek, Ekmek Çeşitleri Ve Diğer Ekmek Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri 9
Tablo 3.1. Desing Expert Yazılımı Tarafından Önerilen Ekmekte Deneme Deseni 23
Tablo 3.2. Desing Expert Yazılımı Tarafından Önerilen Kekte Deneme Deseni 24
Tablo 3.3. YYM'a Göre Kullanılacak Ekmek Değişkenler Ve Seviyeleri 24
Tablo 3.4. YYM'a Göre Kullanılacak Kek Değişkenler Ve Seviyeleri..... 25
Tablo 3.5. Temel Ekmek Formülasyonu..... 26
Tablo 3.6. Temel Kek Formülasyonu 26
Tablo 3.7. Duyusal Değerlendirmede Kullanılan "Ekmek Kalite Özellikleri Panel Formu" 27
Tablo 3.8. Gözenek Faktörü (GF)'nün Hesaplanması 30
Tablo 3.9. CP-OES İle Element Tayini Çalışma Parametreleri 32
Tablo 4.1. Un Örneğinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri 35
Tablo 4.2. Ekmek Optimizasyonu İçin Elde Edilen H, GF Ve DD Değerleri .. 36
Tablo 4.3. (Ekmek) Optimizasyonun Istatistiksel Parametreleri**;** Model Seçimi Ve Lack Of Fit Testi Için Belirlenen P Değerleri; Model Ve Bağımsız Değişken Faktörler Için Belirlenen P Değerleri (**a**), Quadratic Fonksiyon Için Varyans Analiz Sonuçları (**b**)..... 37
Tablo 4.4. (Ekmek) Optimum Nokta Doğrulama Deneme Sonuçları..... 43
Tablo 4.5. (Ekmek) Optimum Noktada Ortalama Deneysel Değerlerin Modelden Tahminlenen Değerler Ile Karşılaştırılması..... 44
Tablo 4.6. Kek Optimizasyonu İçin Elde Edilen H, GF Ve DD Değerleri..... 45
Tablo 4.7. (Kek) Optimizasyonun Istatistiksel Parametreleri**;** Model Seçimi Ve Lack Of Fit Testi Için Belirlenen P Değerleri; Model Ve Bağımsız Değişken Faktörler Için Belirlenen P Değerleri (**a**), Quadratic Fonksiyon Için Varyans Analiz Sonuçları (**b**)..... 46
Tablo 4.8. (Kek) Optimum Nokta Doğrulama Deneme Sonuçları 52
Tablo 4.9. (Kek) Optimum Noktada Ortalama Deneysel Değerlerin Modelden Tahminlenen Değerler Ile Karşılaştırılması..... 53
Tablo 4.10. Laboratuvar Çalışmasında Kullanılan Ekmek Ve Kek Formülleri.. 54
Tablo 4.11. Ekmek (a) Ve Kek (b) Örneklerine Ait Bazı Fizikokimyasal Özellikler..... 54
Tablo 4.12. Ekmek Örneklerine Ait Gözenek Analiz Sonuçları 59
Tablo 4.13. Optimize Ve Kontrol Ekmeğe Ait GF Değerlerinin İstatistiki Karşılaştırılması 60
Tablo 4.14. Kek Örneklerine Ait Gözenek Analiz Sonuçları ……..... 61
Tablo 4.15. Optimize Ve Kontrol Keke Ait GF Değerlerinin İstatistiki Karşılaştırılması 62
Tablo 4.16. Ekmek Örneklerine Ait Mineral Madde İçerikleri 62
Tablo 4.17. Kek Örneklerine Ait Mineral Madde İçerikleri 63
Tablo 4.18. Ekmek Ve Kek Örneklerinin Rutubet İçerikleri Ve RK Değerleri.. 66
Tablo 4.19. Ekmek Ve Kek Numunelerinin Raf Ömrü Süresince Termal Özellikleri..... 68

FORMÜLLER DİZİNİ

Sayfa

Formül 3.1. Sipesifik Hacim (cm/g) Formülü..... 28
Formül 3.2. % İnhibisyon Değeri Formülü..... 31
Formül 3.3. Rutubet Kaybı Formülü..... 33

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Siyez Bulguru 6
Fotoğraf 2.2. Siyez Ekmeği..... 6

1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Bu tezin temel amacı; "Ata buğdaylarımızdan Siyez buğdaylarının günlük hayatta en çok tükettiğimiz iki tip (kimyasal ve mikrobiyal olarak kabartılan) fırıncılık ürünü "ekmek ve kek" tipi ürünlerde kullanımının formül optimizasyonu" ile "öncelikle tüketilebilir kalite ve tüketici beğenisine hitap edecek nitelikte ürün üretebilmektir". Bu nedenle "Hacim (H), Duyusal Değerlendirme (DD) ve Gözenek Faktörü (GF)" yanıtlarına cevap veren bir optimizasyon gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Özellikle siyez buğdayının kullanımı besinsel açıdan ekmek veya keki zenginleştireceği tahmin edilmektedir. Ancak böyle bir ürün günümüz tüketicisinin hacim, tekstür, koku, lezzet vb. beğenisine hitap etmeyen bir ürün ortaya koyabilir. Bu nedenle başlangıçta tüketim kalitesine dayanan bir optimizasyon yapılması, daha sonra kontrol örneklerine karşın besinsel, fizikokimyasal ve raf ömrü niteliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın diğer amaçlarından birisi de optimize ürünlerin kontrol örneklerine karşı özellikle besinsel ve fizikokimyasal niteliklerini ortaya çıkartarak sağlıklı ve fonksiyonel ürünlere talep gösteren günümüz tüketicilerinin istifadesine sunulabilecek ürünler oluşturmaktır. Gelecekte bağımsız tarımsal üretim ve biyo çeşitliliğimizin korunması ülke olarak yerel tohumlarımızın korunması, yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılmasıyla mümkündür. Bu açıdan Siyez buğdayı en önemli yerel ve ata mirası tohumlarımızın başında gelmektedir. Mevcutta siyez unu katkılı bisküvi endüstriyel olarak ticari bir firma tarafından yapılmaktadır. Yöresel bazı yöntemler ile ata buğday kullanımı ile evlerde ekmek üretimi de yapılmaktadır. Ancak kek ve ekmek kullanımında en iyi kalitede ürünü verecek optimal kullanım miktarının belirlenmesi ve bu sonucun endüstriyel olarak kullanılabilir veri oluşturması çalışmanın temel amaçlarındandır.

2. LİTERATÜR VE GENEL BİLGİLER

2.1. Siyez Buğdayı Ve Yetiştiriciliği

“Kabuklu buğdaylar” diye adlandırılan ve hasat sırasında kabuklarını korumayı başaran buğdaylar, insanlığın ilk evcilleştirilen buğdayları olarak bilinirler. Bu buğdaylar günümüzdeki buğdayların atalarındandır. Kabuk soyumu mümkün olan ve verim açısından daha iyi sonuçlar veren ekmeklik ve makarnalık buğdayların gerek ekonomik gerekse beslenme açısından daha çok tercih edilmesinin eski ata buğday yetiştiriciliğinin düşüşüne neden olduğu bilinmektedir. Bu düşüş özellikle 1960’lı yıllarda başlamış ve giderek artmaya devam etmiştir (Nesbitt ve Samuel, 1995; Pagnotta vd., 2005). Ata buğdayı çeşitlerinden en çok bilinen tür, siyez buğdayı dır (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). Siyez buğdayı, ilk olarak Güneydoğu Anadolu bölgesinde ki Karaca Dağ’da ekilmeye başlamış “Verimli Hilal” olarak adlandırılan Kafkaslar, Balkanlar ve Orta Avrupa’yıda içine alan büyük bir bölgede yaygınlaşmıştır. Ayrıca bu buğday türü Türkiye’nin kuzeyi, geçiş bölgeleri, Almanya, İsviçre ve İtalya’nın bazı bölgelerinde de yetiştirilmiştir. Siyez buğdayının yaklaşık 10 000 yıl önce Gernik buğdayı (*Triticum dicoccum* L.) ile birlikte kültüre alınan en eski buğday olduğuda bulgular arasında yer almaktadır (Perrino ve Hammer, 1982; Ozkan vd., 2002; Loje vd., 2003).

Siyez buğdayı ekimi ülkemizde çoğunlukla Kastamonu’nun İnsangazi, Seydiler, Devrekani ilçelerinde yapılmakta olduğu, il bazındaki ekim oranınında büyük kısmının 4 400 ton siyez buğdayı ekimi ile Seydiler ilçesine ait olduğu bilinmektedir. İhsangazi ilçesinde yapılan tahıl ekiminin yaklaşık %90’lık kısmı buğday, ekilen buğday türünün yaklaşık %45’lik kısmıda siyez buğdayıdır. Hasadı yapılan siyez buğdayının büyük çoğunluğu (yaklaşık %80’i) hayvan yemi olarak değerlendirilmekte kalan kısmı ise (yaklaşık %20) siyez bulguru olarak işlenmektedir. 2018 yılında yapılan bir araştırma sonucunda Kastamonu bölgesinde toplamda yaklaşık 10 000 ton siyez buğdayı ekimi yapılmış olduğu tespit edilmiştir (URL-5, 2020). Siyez buğdayının ugunsuz hava koşullarından daha az etkilenmesi ve verimi yüksek olmayan topraklarda bile yetişebilir olması İhsangazi, Seydiler ve

Devrekani ilçesindeki olumsuz tarım koşulları sebebiyle çiftçiler tarafından tercih edilir bir ürün olmasına vesile olmuştur (Zengin, 2015). Diğer bir çalışmada Devrekani ilçesinde yapılan siyez ekiminin giderek arttığı, yaklaşık 7000 dekarlık bir alanda 2 100 ton siyez buğdayı ekildiği elde edilen bulgular arasındadır. Bu bölgede "Kaplıca" olarak adlandırılan Çatal Siyez (Gernik buğdayı) ekiminin daha çok olduğu ve hasat edilen ürünün çoğunlukla hayvan yemi olarak değerlendirildiği geri kalan kısmının ise Tek Siyez denilen buğday olup bulgur ve un olarak işlendiği tespit edilmiştir. 2018 yılı Gıda Tarım Hayvancılık il müdürlüğü araştırma sonuçlarına göre Kastamonu ilinde toplam siyez buğdayı ekili arzilerin 41 500 dekara ulaştığı tespit edilmiştir (URL-5, 2020). Siyez buğdayının, bulgur ve evlerde yöresel ekmek yapımı haricinde gıda olarak kullanım yeri bulamaması ve yöresel alışkanlıklar çiftçileri büyük ölçüde siyezin hayvan yemi olarak değerlendirmesine sebep olmaktadır.

Biyo-çeşitliliğimizin temeli olan en önemli ve en eski tohumlarımızın başını çeken siyez buğdayının yerelde ve ulusalda tanınırlığını arttırmalı, siyez buğdayından üretilebilecek ürün çeşitliliği çoğaltılarak tüketilme alanı genişletilmeli daha çok tüketilmesi sağlanarak bu değerli tohum türümüzün yok olması engellenmelidir. Bu sebeple ata tohumlarımız daha fazla gündeme getirilmeli, tanınırlığı ve tüketimi arttırılarak tescillenmeleri sağlanmalıdır.

2.1.1. Siyez Buğdayının Besinsel, Morfolojik Ve Teknolojik Özellikleri

Birçok bilimsel çalışmada siyez buğdayının ekmeklik buğdaya göre daha fazla protein, yağ, karatenoid ve lutein miktarına sahip olduğu tespit edilmiş, kabuk yapısının çok sert olduğu ve zor ayrıldığı, tek başakçıklı yapısı sayesinde de olumsuz hava şartları, zararlı böcek ve hastalıklara karşı daha dirençli bir tür olduğu gözlemlenmiştir (Adom ve Liu, 2002; Adom vd., 2003; Zhou vd., 2004; Adom vd., 2005; Li vd., 2005; Moore vd., 2005; Kim vd., 2006; Mpofu vd., 2006; Zhou vd., 2007; Siebenhandl vd., 2007; Abdel-Aal vd., 2007; T.C Kastamonu Valiliği, 2016; URL-5, 2020). Siyez buğdayının diğer buğdaylara göre daha çok protein, fenolikler, tokoferoller ve karotenoidler içermesi kendisine fonksiyonel bır gıda olma özelliği kazandırmakta, tam buğday olarak tüketilebilir olması düşük glisemik indekse sahip olmasını sağlamaktadır. Günümüzde Siyez buğdayının popüleritesi giderek artmakta

olup bunun başlıca sebeplerinin siyez buğdayının dayanıklılığı, ve verimsiz bölgelerde dahi yetiştirilebilir olması, insanların daha bilinçli bir tüketici haline gelerek sağlıklı-organik beslenmeye odaklanmaları, siyez buğdayının kan kolesterolü, kolit (kalın bağırsak iltihabı) ve alerjiler gibi bir çok hastalığa karşı fayda sağladığının tespiti, olduğu düşünülmektedir (Sharma vd., 1981; Strehlow vd., 1991; Strehlow vd., 1994; Abdel-Aal vd., 2002; Pagnotta vd., 2005). Yüksek seviyede kuvvetli gluten proteini içeren ekmeklik buğday çeşitleri (*Triticum aestivum*) ve makarna ürünlerine amber sarısı renk veren durum buğdayı (*Triticum durum*) çeşitleri ile buğday, en çok yetiştirilen tahıl durumundadır. Fakat tahılların sağlık ve besleyicilik açısından vücuda sağladığı fayda üzerinde çok fazla durulmamıştır (Hentschel vd., 2002; Guarda vd., 2004; Leenhardt vd., 2006). Yapılan klinik ve epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, günlük diyetlerinde tam tahıl içeren ürünlere yer veren kişilerde koroner kalp hastalıklarının (Jacobs vd., 2002; URL-6, 2020), tip 2 diyabetin (Fung vd., 2002; Montonen vd., 2003), yaşla ilgili göz hastalıkları riskininin ve bazı kanser türlerininin (Chatenoud vd., 1998; Kasum vd., 2001; Larsson vd., 2005) daha az görülmesi ve tahılların bu konularda koruyucu bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir. Tüketilen tahılların kepek miktarındaki çokluk içerdikleri flavonoidler, fenolik asitler, fitik asitler, tokoferoller, karotenoidlerin ve doğal antioksidanların düzeylerinin fazla olmasına bu da tüketicilerin sağlık açısından fayda sağlamalarına sebep olmaktadır (Adom ve Liu, 2002; Adom vd., 2003; Zhou vd., 2004; Adom vd., 2005; Li vd., 2005; Moore vd., 2005; Kim vd., 2006; Mpofu vd., 2006; Zhou vd., 2007; Siebenhandl vd., 2007; Abdel-Aal vd., 2007). Son yıllarda organik ve sağlıklı beslenmeye yönelen tüketiciler için ata buğday (*Triticum monococcum, Triticum dicoccon*) türleri daha çok tercih edilecek gıdalar olarak görülmektedir. Birçok bilimsel araştırma sonuçlarına göre siyez buğdayından elde edilen değerler şu şekildedir. Siyez buğdayı ortalama olarak %2,34 kül, %17 protein içerir. Sedimentasyon değeri %22'dir (Brandolini vd, 2008; Giuliani vd, 2009; Hidalgo ve Brandolini, 2012). Hidalgo ve Brandolini, (2014)'ün yaptığı çalışmada siyez buğdayının makarnalık ve ekmeklik buğdaylara kıyasla Zn, Fe, Mn, Cu, Mg, P elementlerince, karotenoidler, tokoller, konjuge fenolikler, alkil resorsinoller ve fitosteroller açısından daha zengin olduğu belirlenmiş, ortalama olarak %2,7 şeker, %6,5 nişasta, %3,5 yağ, %1,2 diyet lif, %1 β-glukan içerdiği tespit edilmiştir. Siyez buğdayının glutamik asit ve prolin amino

asitlerince de zengin olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde siyez buğdayının sahip olduğu besin içeriğinin çok zengin olduğu ve bebek maması gibi birçok üründe kullanımının fayda sağlayacağı konusunda görüş birliği sağlanmıştır (Hidalgo ve Brandolini, 2011).

Buğday kalitesi ve teknolojik nitelikler açısından tohum büyüklüğü önemli bir kriterdir. Genelde endosperm kısmı çok, dış perikarp ve aleuron tabakası az olan taneler büyük ve daha ağırdır. Hidalgo ve Brandolini, (2014)'ün yaptığı çalışmada siyez buğdayı ve ekmeklik buğday karşılaştırılmış ve siyez buğdayının ruşeym kısmının %3,1, ekmeklik buğdayın rüşeym kısmının %2,9, siyez buğdayının kepek kısmının %22,9, ekmeklik buğdayın kepek kısmının %16, siyez buğdaynın endosperm kısmının %74, ekmeklik buğdayın endosperm kısmının ise %81 olduğu tespit edilmiştir. Siyez buğdaynın ekmeklik buğdaya kıyasla daha küçük tane yapsına sahip olmasının sebebinin kepek fraksiyonun yüksek olması olduğu düşünülmektedir. Siyez buğdayı 1000 tane ağırlığının (25-28 g) en düşük kalitedeki ekmeklik buğdayın 1000 tane ağırlığından (ortalama 34,9 g) bile daha düşük olması, siyez buğdayının kalite düzeyinin daha düşük olduğunu göstermektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2014). Bu sebeple siyez buğdayının teknolojik açıdan un işleme randımanı makarnalık ve ekmeklik buğdaya kıyasla çok daha düşüktür.

2.1.2. Siyez Ürünleri

Yapılan çalışmalara göre siyez buğdayının ekmeklik buğdaya oranla daha yüksek yağ içerdiği ve daha fazla sarı lutein içerdiği tespit edilmiştir (Atak, 2017; URL-6, 2020). Ayrıca siyez, protein, fenolikler, tokoferoller ve karatenoidler açısından zengin, düşük glisemik indekse sahip sağlık açısından faydalı olduğu bilinen fonksiyonel bir tahıl çeşididir (Atak, 2017). Bu sebeple inasanların daha doğal ve sağlıklı beslenmeye olan eğilimleri siyez buğdayı ve ürünlerine olan ilgisini ve talebini arttırmıştır. Siyez buğdayı çoğunlukla Kastamonu bölgesinde yetiştirilen ve daha çok hayvan yemi olarak değerlendirilen bir tahıl iken günümüzde gıda olarak tüketimi artan önemli bir tahıl çeşidi haline gelmiştir. Siyez buğdayı çoğunlukla kaynatıldıktan sonra kurutulup taş değirmenlerde kırılması suretiyle elde edilen bulgur olarak tüketilmektedir (URL-5, 2020). Özellikle Kastamonu bölgesinde siyez bulgurundan yapılan "bulgur pilavı", "ekşili pilav" çokça tüketilen geleneksel yemek

çeşitlerindendir. Siyez buğdayından yapılan siyez unu yine en çok tüketilen siyez buğdayı ürünlerindendir. Siyez unundaki karbonhidrat değeri daha düşük iken protein oranı daha yüksektir. Dolayısı ile spor yapan, protein ağırlıklı beslenerek zayıflamaya çalışan kişilerce tüketimi çok uygundur (Şanal, 2019). Siyez unundan yapılan fırıncılık ürünleri, siyez ekmeği, siyez simidi yine oldukça rağbet gören lezzet oranı oldukça yüksek olan ürünlerdendir. Siyez buğdayından yapılan siyez eriştesi, siyez tarhanası, siyez ezmesi (kahvaltılık gevrek), siyezli çekme helva siyez buğdayından yapılan ve tüketimi giderek artan ürün çeşitlerine verilebilecek örneklerdir (URL-5, 2020).

Fotoğraf 2.1 Siyez Bulguru (URL-3, 2019)

Fotoğraf 2.2 Siyez Ekmeği (URL-2, 2019)

2.2. Fırıncılık Ürünleri Çeşitleri

2.2.1. Ekmek Tanımı ve Özellikleri

Ekmek üretimi çok eski tarihlerden beri var olan yaklaşık sekiz bin yıl önce Anadolu'da da izlerine rastlanan eski bir teknolojidir (Çiçek, 2011). İlk başta ekmek yapımı için arpa kullanıldığı daha sonra buğday ile ekmek yapmaya başlandığı kabaran (maya kullanılarak) ekmek üretiminin sonradan üretilmeye başlandığı yapılan arkeolojik çalışmalarda tespit edilmiştir (Atlı vd., 2016). Ekmek insanların günlük diyetinde önemli bir yere sahiptir. Yapılan araştırmalarda Türkiye'de günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %60'nın ekmekten karşılandığı tespit edilmiştir. Erdemir, (2015) yaptığı araştırma sonucunda ülkemizde kişi başına tüketilen günlük ekmek miktarının 300-400 g arasında olduğunu bildirmiştir.

Türk Gıda Kodeksi 28163 sayı 04/01/2012 tarihli Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre Ekmek; Buğday ununa su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürün olarak tanımlanmaktadır. Karışık tahıllı ekmek ise, Buğday unu, tam buğday unu veya bunların karışımına, her birinden en az %5 oranında olmak üzere; mısır, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, darı, tritikale unları, kırmaları, kırık taneleri veya ezmelerinden en az üçü ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek çeşidini ifade eder.

Ekmek üretiminde kullanılan bileşenlerin farklı fonksiyonları vardır. Un; ekmeğin karakteristik özelliğini oluşmasını sağlayan en önemli bileşendir ve ekmeğin kalitesini doğrudan etkiler (Lazsisty, 1986; Pyler, 1988). Ülkemizde ekmek sektöründe en fazla buğday unu kullanılmaktadır. Genel olarak ekmek un sert buğdaydan elde edilmiş olması, yüksek oranda protein ve glüten içermesi ve yeterli olgunlukta olması istenmektedir. Teknik olarak unun olgunlaşması sırasında un lipitleri ve proteinleri arasında meydana gelen bazı kimyasal reaksiyonlar sonucunda, unun ekmeklik kalitesi iyileşmekte ve elde edilen hamurun da gaz tutma kapasitesi yükselmektedir (Elgün vd., 1998; Coşkuner, 2003). Ekmek mayası ise hamurun

içerdiği basit şekerleri fermantasyona uğratarak CO_2 gazı oluşumunu böylece hamurun kabarmasını, fermantasyon ürünü diğer maddelerle de aroma ve lezzet oluşumunu, hamurun olgunlaşmasını sağlayan tek hücreli mikroorganizmalardır. *Saccharomyces cerevisae*' en çok kullanılan ekmek mayası çeşididir (Kent, 1984; Pyler, 1988; Ünal, 1991). Kaliteli bir ekmek mayası yabancı madde içermemeli, kendine has tat ve kokuda olmalı, bozulmuş olmamalıdır (Elgün ve Ertugay, 2011). Tuz; maya aktivasyonunu olumlu yönde etkileyerek hamurdaki gaz oluşumu ve olgunlaşmaya katkı sağlar. Bunun yanı sıra hamurdaki proteaz aktivitesini düşürerek özde yumuşamaya sebep olur. Ekmeğin tat oluşumunda da büyük role sahiptir (Blanshard vd., 1988). Tuz, ekmekteki su aktivitesini azaltarak mikrobiyolojik bozulmasının yavaşlamasına yardımcı olmakta böylece ekmeğin raf ömrünün uzamasında katkı sağlamaktadır (Elgün ve Ertugay, 2011). Kaliteli bir tuz ince yapılı, parlak ve beyaz renkli, yabancı madde ve iyot vb. mineralleri içermeyen özellikte olmalıdır (Özer, 1998). Toplam hamur ağırlığının %39-40'ını oluşturan su, ekmek üretiminin temel hammaddelerinden biridir. Üretimde kullanılacak su miktarı hamur kalitesinde büyük bir öneme sahiptir. Su, hammaddelerin homojen bir şekilde karışmasını sağlayarak hamurum elastiki yapısının istenen ölçüde olmasına yardımcı olan ana bileşenlerin başındadır (Ergönül, 2007). Suyun sertliği de ekmek kalitesinde etki gösteren önemli bir kriterdir.

Ekmek. Türk gıda kodeksi "Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği"ne göre ekmek, tam buğday unlu ekmek (buğday ununa en az %60 oranında tam buğday unu ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), tam buğday ekmeği (tam buğday unundan tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), kepekli ekmek (buğday ununa en az %10 en fazla %30 oranında kepek ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), çavdarlı ekmek (buğday ununa en az %30 oranında çavdar unu, çavdar kırması, çavdar kırığı, çavdar ezmesi veya bunların karışımı ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), yulaflı ekmek (buğday ununa en az %15 oranında yulaf unu, yulaf kırması, yulaf kırığı, yulaf ezmesi veya bunların karışımı ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), mısırlı ekmek (buğday ununa en az %20 mısır unu ve/veya mısır irmiği ilave edilip tekniğine uygun olarak üretilen ekmek), diğer ekmek çeşitleri (bir veya birden fazla tahıl unu, tahıl ezmesi, tahıl tanesi, tahıl kırması, tahıl irmiği, soya unu, baklagil unları, kepek, bitkisel yağ, süt ve/veya süt

ürünleri, bitkisel lif veya diğer çeşni maddelerinden bir veya birkaçının ilave edilmesinden sonra tekniğine uygun olarak üretilen ekmek) olmak üzere sekiz farklı çeşide ayrılmıştır. Bu ekmek çeşitlerinin tebliğde yer verilen kimyasal özellikleri aşağıdaki Tablo 2.1.'de belirtildiği şekildedir.

Tablo 2.1 Ekmek, ekmek çeşitleri ve diğer ekmek çeşitlerinin kimyasal özellikleri

Ürün	**Rutubet % (m/m) en çok**	**Kül (tuz hariç) (m/m) (kuru maddede)**	**Tuz % (m/m) en çok (kuru maddede)**
Ekmek	38	En az 0,65 En çok 1,1	1,5
Tam Buğday Ekmeği	42	En az 1,2 En çok 2,9	1,5
Tam Buğday Unlu Ekmek	42	En az 1,1 En çok 2,5	1,5
Çavdarlı Ekmek	43	En az 0,7 En çok 2,5	1,5
Kepekli Ekmek	43	En az 1,2 En çok2,5	1,5
Yulaflı Ekmek	43	En az 0,7 en çok 1,5	1,5
Mısırlı Ekmek	42	En az 1,1 En çok 2,0	1,5
Diğer Ekmek Çeşitleri	—	---	1,5

Bu ekmek çeşitlerinden en çok tercih edilen albenisi ve kalitesinin yüksek olması sebebiyle beyaz buğday unundan yapılan normal ekmektir. Ancak bu ekmek çeşidinin kepek miktarının az olması bu sebeple besinsel lif içeriğinin azlığı söz konusudur (Erdemir, 2015). Son yıllarda yaşanan problemlerden biri olan rutin ve hareketsiz yaşam ile beraber lif oranı düşük gıda tüketiminin çokluğu sebebiyle kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi aksaklıkları, obezite, diyabet gibi sağlık problemlerinin artışı insanları besinsel lif içeriği yüksek olan tam tahıllı ürünler tüketmeye yönlendirmiştir (Atlı vd., 2016).

2.2.1.1 Pişme sonrası ekmekte fizikokimyasal kalite özellikleri

Bir ekmeğin kalitesi iç ve dış özellikleri değerlendirilerek belirlenmektedir. Kaliteli bir ekmeğin şekli simetrik olmalı herhangi bir basıklık ya da çökme olmamalı, kabuk rengi her tarafında aynı olmalı ve eşit kızarmış olmalı, kabuğu ince ve kolay parçalanabilir olmalı, iç gözenekleri ince ve homojen olmalı, tadı aşırı ekşi ya da yavan olmamalı yabancı bir tat ve koku içermemeli, ekmek çiğnendiğinde hamurumsu ve yapışkan olmamalı ya da çok kuru ve ufalanan yapıda olmamalıdır (Hendek Ertop, 2014).

2.2.1.2 Raf ömrü süresince ekmekte kalite özellikleri

Ekmek, raf ömrü kısa olan gıdaların başında gelmektedir (Gerçekarslan vd., 2007). Ekmek bayatlarken mikrobiyal bozulma ve fizikokimyasal değişimler gözlemlenmektedir. Genel olarak insanlar ekmeği yeni üretilmiş şekilde tüketmek istemekte bu sebeple ekmek sağlıklı ve yenilebilir özellikte olmasına rağmen, duyusal kalitesinde meydana gelen değişikliklerden dolayı tüketilmemekte bu da önemli ekonomik kayıplara, israfa neden olmaktadır. Ekmeğin bayatlama hızı; ekmek bileşenleri (su – maya – enzimler – tuz - ekmek içini yumuşatıcı katkılar), unun biyokimyasal bileşenleri (proteinler, nişasta, pentozanlar, lipitler ve su), üretim yöntemi (sponge hamur metodu, direkt hamur metodu, sürekli metot), üretim değişkenleri (fermentasyon süresi, yoğurma şartları, pişirme süresi, son fermentasyon süresi), ekmeğin nemi ve spesifik hacmi, ekmeğin depolama koşulları (depolama süresi ve sıcaklığı) gibi faktörler ile doğrudan ilişkilidir (Gerçekarslan vd., 2007). Ekmekte bayatlama ekmek içi bayatlaması ve kabuk bayatlaması olmak üzere iki gruba ayrılabilir (Gerçekarslan vd., 2007). Ekmek içindeki nem ekmeğin orta noktasından kabuğa doğru transfer olur. Ekmek neminin bu hareketi ekmek yapısında yumuşama ve sakızlaşmaya sebep olmaktadır. Bu olay ekmeğin rafda bekleme süresi boyunca kabuk kısmında gerçekleşen olumsuzlukardan biridir (Elgün ve Ertugay, 2011). Ekmek içi bayatlaması meydana gelirken görülen olumsuzlıklar; ekmek içindeki rutubet miktarı, su tutma aktivitesi ve çözünür nişasta miktarında azalma, ekmek yapısındaki nişasta kristalizasyonu artışı, ufalanır ekmek yapısı, mat renk ve fark edilir şekilde lezzet kaybı olarak sayılabilir

(Gerçekarslan vd., 2007). Ekmek yapısındaki nişasta retrogradasyonu (çirişlemme) ekmeğin bayatlamasındaki en önemli faktörlerden biri olduğu birçok bilimsel çalışmada tespit edilmiştir. Diğer bileşenlerin nişasta ile olan ilişkileri ve kendi yapısal değişimleri de ekmeğin bayatlamasında etkili olan faktörler arasında sayılabilir (Gerçekarslan vd., 2007; Çiçek, 2011). Ekmeğin bayatlamasını tespit edebilmek için ekmeğin su bağlama oranı, yapıdaki çözünür nişasta miktarı, amiloz – amilopektin ekstraksiyonu, X-ray kırınım desenleri, ekmeğin yapısındaki ufalanma miktarı ve termal değişimler gibi testlerden faydalanılmaktadır. Ekmek tazeliğinde dikkat edilen en önemli faktörün ekmek yapısının yumuşak ya da sert oluşu olduğu göz önünde bulundurulursa tekstür - profil analizi (TPA) ekmek bayatlamasında ve ekmeğin kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek önemli bir analiz çeşitidir (Gerçekarslan vd., 2007).

2.2.2. Kek Tanımı ve Özellikleri

Kek, fırıncılık sektöründe en fazla çeşidi olan ve formül olarak birden çok alternatifi bulunan sektörün çok tercih edilen ürünlerinden biridir. Bu sebeple literatürde birçok kek tanımına rastlamak mümkündür. Bu tanımlardan bir tanesine göre kek: Un, şeker, yağ, yumurta, kabartma tozu, su (bazen süt) ve tatlandırıcı kullanarak hazırlanan hamurun pişirilmesiyle elde edilen unlu mamuldür (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Kek, orta kuvvette, %8-9 proteinli ince çekilmiş yumuşak buğday unundan şeker, yağ ve yumurta ilavesiyle hazırlanmış yumuşak hamurdan, usulüne göre pişirilmiş hazır gıda maddesidir (Uçar, 2011). Kek yapımında kimyasal kabartıcı kullanımının yanı sıra çırpılmış yumurta akı katkısı ve hızlı çırpma da kekin kabarmasında etkili olan etmenlerdir. Dağdelen, (2000)'e göre ise kek; pişirilmiş, kimyasal kabartıcılar ile kabartılmış, çoğu zaman görünüş açısından diğer kompanentlerle zenginleştirilmiş tipik olarak dairesel ve düzgün şekilli bir gıda maddesidir. Kek yapımında kullanılan hammaddeler, un, su, şeker, yağ, yağsız süt tozu, yumurta akı tozu, tuz, stabilizatörler, kabartma tozları, nişasta, emülgatörler, lezzet maddeleri ve antimikrobiyallerdir. Kek üretiminde kullanılan bileşenlerin farklı fonksiyonları vardır. Un, kekte içyapının meydana gelmesini sağlayan hammaddelerin başındadır. Un; kekdeki serbest suyu tutan nişastanın kaynağıdır. Kek yapımında kullanılan unun gluten içeriği düşük olmalıdır. Böylece kekin

gözenek yapısı istenilen şekilde olur. Mercan ve Boyacıoğlu, (1999)'nun yaptığı bir çalışmada kek üretimi için ideal olan unun yumuşak yapılı buğdaylardan üretilen düşük proteinli (%7-10) (%14 nem miktarı üzerinden) unlar olduğunu belirtmiştir. Su, kek üretiminde şekerin çözülmesini ve diğer hammaddelerin birbiri ile karışmasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra kek hamurunun kıvamını ve sıcaklık derecesini dengeleyerek kabartma tozlarının aktivitesinide hızlandırmaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Şeker, kekin tat oluşumunda başroldedir. İyi bir kekte şeker tamamen çözünmüş olmalıdır ki bu sırada hamurdaki gluten gelişimi azalmakta, pişme aşamasında proteinlerin denatürasyon sıcaklığının artmasına sebep olan şeker, kekin gözenek yapısının gergin bir hal alması için ihtiyaç duyulan süreyi arttırmaktadır. Bu da kekin daha yumuşak bır yapıya sahip olması anlamı taşımaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Yağ, kekin koku bileşiklerini taşımak, kaliteli bir yeme hissi uyandırmak ve kekin kabarması için etkili olan hava kabarcıklarını sararak stabil hale getirip hacmi yüksek, kabuk ve iç şekli düzgün bir kek oluşumunu sağlamakla görevlidir. Ayrıca kekteki rutubet kaybını azaltarak kekin raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Süttozu, fırıncılık ürünlerinde yapıyı olumlu etkileyen ve kabarma sağlayan, su tutma özelliği ile de raf ömrü süresini uzatan bir hammadde çeşididir. Kek yapımında genellikle yağsız süt tozu kullanımı tercih edilmektedir. Kek yapımında kullanılan yumurta akı şekil olarak düzgün, simetrik ve eşit oranda kabarmış, yumuşak ve albenili bir kek oluşumunda büyük karkı sağlamaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Tuz, tat ve koku oluşumunda etkili olup bir denge sağlamakta, protein çözünürlüğünüde arttırarak etkili rol oynamaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999). Stabilizatörler, kekin yapısında olumlu bir etki sağlar. Hammaddeler arasında homojen bir karışım oluştur, faz ayrımını önler. İstenilen kıvamda hamur oluşumunu ve bu yapının korunmasını sağlayan önemli bir katkı maddesidir (Çakmakçı ve Çelik, 1995; Mercan vd., 2000). Kimyasal kabartıcılar (kabartma tozları), hamurdaki kimyasal aktiviteyi sağlayarak karbondioksit oluşumuna yol açar. Bu sayede istenilen kek hacmi sağlanmış olur (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999; Mercan vd., 2000). Formülünde nişasta bulunduran fırıncılık ürünleri tüketicilere iyi bir enerji sağlar. Nişasta fırıncılık ürünlerinin yapısı ve şekil özelliklerinde de oldukça etkilidir. Keklerin pişirme aşamasındaki fiziksel değişimde (sıvıdan- katıya) de nişastanın etkisi büyüktür (Saldamlı, 1998). Kek üretiminde emülgatör kullanımındaki en büyük

sebep kalitenin olumlu yönde artmasını sağlamaktır. Emülgatörler hamurdaki havalanmayı sağlar ve şekil simetrisini olumlu yönde etkiler (Mercan vd., 2000). Ayrıca kek hamurunun yağ aktivitesinde artışa yol açar böylece yağ protein ve nişasta arasında daha aktif haraket ederek daha yumuşak ve gevrek bir kek oluşumu sağlanmış olur. Emülgatörlerin raf ömrü konusunda da olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Mercan vd., 2000). Lezzet katkıları, kekin daha yenilebilir ve çekici bir tada sahip olması, üretim sırasında kaybedilen lezzetin geri kazanılması ya da piyasada olmayan yeni bir çeşidin tüketiciye sunulması için tercih edilen katkı maddeleridir. Keklerde en çok tercih edilen lezzet maddeleri vanilya aroması, kakao tozu, hindistan cevizi aromasıdır (Çakmakçı ve Çelik, 1995). Antimikrobiyeller, fırıncılık ürünlerinde mikrobiyal gelişmenin ve bu gelişimin neden olduğu olumsuz sonuçlarının önlenmesi için kullanılan katkı maddeleridir. Kek üretiminde kullanılan kimyasal koruyucular propiyonik asit, sorbik asit, benzoik asit, asetik asit ve tuzları ile laktik asit ve fosfat tuzları örnek verilebilir (Göçmen ve Gürbüz., 2000). Kek üretim aşamaları;

1.Hammadde bileşenlerinin depolanması ve dozlarının ayarlanması,

2.Karıştırma,

3. Pişirme alanına transfer,

4. Pişirme,

5. Soğutma, şeklinde sıralanabilir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999; Mercan vd., 2000).

Kek kalitesinde prosesin uygulama şekli oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Kaliteli bir kek elde etmek için kek içeriğindeki hammaddelerin sıcaklığına dikkat edilmeli, hammaddeler uygun sıra ile karıştırılmalı, miktar oranları dengeli olmalı, elde edilen kek hamurunun sıcaklık, özgül ağırlık ve pH değerlerine dikkat edilmeli, hamur doğru tavalanmalı ve uygun pişirme yöntemi uygulanmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999).

2.2.2.1 Pişme sonrası kekte fizikokimyasal kalite özellikleri

Kek kalitesinin fizikokimyasal kalite özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir. Simetrik bir şekilde kazanılmış hacim artışı, eşit şekilde dağılan çok sayıda küçük gözenek yapısı, Albesnisi yüksek bir kabuk yapısı ve rengi, parlak ve yumuşak iç

yapı, lezzetli bir tat ve etkileyici bir koku (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999; Mercan vd., 2000).

2.2.2.2 Raf ömrü süresince kekte kalite özellikleri

Uygun şekilde depolama koşuluna sahip, ambalaj kalitesi iyi ve su aktivitesi düşük bir kekin ortalama olarak raf ömrünün 1-4 hafta olması beklenir. Raf ömrünün kısa olması tüketici ilgisinin yoğun olduğu kek sektörünün en büyük problemleri arasındadır. Raf ömrünü etkileyen faktörler; fiziksel bayatlama, kimyasal oksidasyon ve mikrobiyolojik gelişim sonucu bozulmadır. Keklerde bayatlamanın en belirgin şekli bölgesel kuruma, lezzette kayıp ve yapısal bozukluktur (Uçar, 2011). Keklerde yaşanan bayatlamayı geciktirmek ve raf ömrünü uzatabilmek için kimyasal koruyucu kullanımı, doğal antioksidan kullanımı, modifiye atmosfer ile paketleme uygulamaları kullanılan yöntemlerden bazılarıdır.

2.3 Fırıncılık Ürünlerinde Kullanılan Un Nitelikleri

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (Tebliğ no: 2012/2) ile Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ no: 2013/9)'ne göre ekşi hamur ekmeklerinde özel amaçlı buğday unu kullanılacağından tebliğde belirtilen niteliklere uygun un (rutubet en çok %14,5; protein miktarı en az %7) ve ekmeklik buğday unu (rutubet en çok %14,5; protein miktarı en az %10,5) kullanılmaktadır.

Yaklaşık onbeş bin yıl önce insanlar tarafından yetiştirilen ilk bitki olarak bilinen buğday, Güneybatı Asya'da kültüre alınmıştır. Tarihte buğdayın gelişimi ile uygarlıkların gelişimi birbirine paralellik göstermiş, tahılların depolanabilir olması ve tarıma dayalı yaşam insanların göçebe yaşam şeklinden yerleşik hayata geçişine vesile olmuştur. Ülkemizde de buğday, bereketin simgesi, sosyo- kültürel ve tarihi değeri büyük olan bir bitki olarak büyük öneme sahiptir (Atlı vd., 2016; Şanal, 2019). Buğdayın anavatanı olarak bilinen ve Verimli Hilal diye adlandırılan Türkiye'nin güneydoğusundan başlayarak güneybatıda Suriye'nin Lübnan'ın ve Ürdün'ün, güney doğuda ise Irak'ın dağlık alanları ile İran'ın Zağros Dağlarını da içine alan ve buradan güneye doğru uzanan yarım ay şeklinde bir bölge mevcuttur. Bu açıdan bakıldığında Türkiye adına buğdayın önemi daha iyi anlaşılacaktır

(URL-6, 2020). Dünya nüfusunun %35'inin temel besin kaynağı olan buğday, dünyada en çok ekilen tahıl ürünüdür. Zira dünyada 600 hektarlık araziye ekilmektedir. Ülkemizde de durum aynı şekildedir ki tarım yapılabilen yaklaşık yirmi dört milyon hektarlık alanın on beş milyon hektarlık kısmında tahıl üretimi yapılmakta; üretilen tahıl gurubunun %48'ini buğday oluşturmaktadır (Atlı vd., 2016).

İnsan beslenmesinde besin kaynaklarının temelini oluşturan buğday enerji ihtiyacının %15-70 temin etmektedir, yine vücudumuzda önemli rolü olan proteinin %20'si buğdaydan karşılanmaktadır (Şanal, 2019, URL-6, 2020). 100 gr birinci sınıf ekmeklik buğdayın içeriğinde yaklaşık olarak 71gr karbonhidrat, 12,6 gr protein, 1,9 gr yağ, 12,2 gr lif ve 3,2 gr demir bulunmaktadır. Karbonhidrat içeriğinin büyük çoğunluğu nişasta formunda olup protein içeriğinin büyük kısmı glüten ağırlıklıdır. Nişasta beslenmede enerji açısından, glüten ise protein ihtiyacının giderilmesi açısından önem arz etmektedir. Ayrıca glüten fırıncılık ürünleri yapımında hamurun kabarması ve ürün kalitesi bakımından önemli bir role sahiptir. (URL-6, 2020).

Buğday tanesi kabuk (%14,5), embriyo (%2,5), rüşeym (%83) olmak üzere üç bölümden oluşur. Kabuk bölümü antioksidan, demir çinko bakır, magnezyum, B vitaminleri ve lifli maddelerce zengin olan bölümdür. Kepeğin büyük bir kısmı bu bölümden oluşmaktadır. Embriyo bölümü besin değeri en yüksek olan folik asit, E vitamini, fosfor, esansiyel yağ asitleri ve yağ alkollerinin bolca bulunduğu bölümdür. İyi bir lif kaynağıdır. Ruşeym bölümü ise yaklaşık %11 yağ içerir bu bölüm çoğunlukla biyolojik böcek kontrol ajanlarının hazırlanmasında, kozmetik formülasyonlarda kullanılmaktadır (URL-6, 2020).

Buğday tanesinden kabuk ve rüşeym kısmı ayrıldıktan sonra geriye kalan endosperm kısmından un elde edilmektedir. Un öğütüldükten sonra kabuğun ve rüşeym kısmının belirli oranlarda tekrar ilave edilmesiyle değişik kullanım amaçları için un çeşitleri üretilmektedir. Bu çeşitlerden biri de kabuk ve embriyonun ayrılmadan öğütülmesi ile elde edilen "tam buğday unu" dur. Tam buğday unu, rafine una bakarak proteinler, faydalı yağlar, lifli maddeler, mineraller ve vitaminler açışından daha zengin olduğu bilinmektedir. Tam buğday unu ile yapılan ürünler de rafine undan yapılan ürünlere göre vücutta kötü kolesterolü dengede tutulabilmekte, hazmı olan lifli maddelerin çokluğu sayesinde bağırsak hareketleri artarak kabızlığı önlenmekte

ve bağırsaklarda besin emilimi yavaşlayarak vücut glisemik indeksi daha düşük olmakta buda tokluk hissini arttırarak kan şekerinin hızlı yükselişi engellenmektedir (URL-6, 2020).

Buğdayın en yaygın tüketim şekli; un, makarna, irmik, bisküvi, ekmek gibi fırıncılık ürünleridir. Bu ürünlerin kalitesi, kaliteli bir unla, kaliteli un da kaliteli buğdayla doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Buğdayın kalitesinde, buğdayın genetik yapısı, depolama koşulları ve öğütme koşulları etkilidir. Dünyada yetişen buğday türlerinden 3 tanesi ekonomik ve ticari yönden önemli olup bunlar; *Tr.aestivum* (ekmeklik buğday), *Tr.durum* (makarnalık buğday), *Tr.compactum* (bisküvilik buğday) dır. *Tr.aestivum*, en yaygın buğday türlerinden olup ekmek yapımına elverişli un elde edilen buğday türüdür. *Tr.durum*, daha çok yaz aylarında ekimi yapılan glüten kalitesi daha çok makarna ve bulgur yapmaya elverişli olan buğday türüdür. *Tr.compactum*, yumuşak yapılı protein miktarı ve glüten kalitesi düşük olan buğday türüdür. Bu buğdaydan öğütülen un ekmek yapmak için uygun değildir bu sebeple daha çok bisküvi ve kek yapımında tercih edilmektedir. Buğday ve un kalitesinde depolama koşullarının da etkisi çoktur. Depolama esnasında tanede ve unda bir takım kimyasal değişimlerin devam etmesi söz konusudur. Bu sebeple depolama koşullarını kontrol altında tutmak tanede madde kaybını oluşacak alkol ve asetik asitin sebep olacağı ekşi tat ve kokuyu yağlarda oluşabilecek oksidatif - hidrolitik bozulmaları ve küf ve bakterilerin yaratacağı olumsuz etkileri önlemekte dolayısı ile kaliteye direk etkili olmaktadır. Öğütme buğday tanesindeki kabuk tabakası ile endospermi birbirinden ayırarak un elde edilen mekanik bir işlemdir. Öğütme işlemi sırasında kabuğun düzgün ayrılmaması durumunda elde edilecek unun ekmekçilik kalitesi düşmekte ve kabarmayan esmer renkli ekmek üretimine sebep olmaktadır. Dolayısı ile kaliteye direk etki eden önemli bir kriterdir. Değirmenlerde ekmek için yüksek protein kuvvetli glüten içeren, bisküvi için düşük ve zayıf protein, makarna için yüksek protein orta glüten içeren un üretimi çoğunluktadır (Ertugay, 2010).

Unların ekmeklik kalitesinde önemli olan kriterler ise protein miktarı, protein kalitesi, proteolitik aktivite ve amilolitik aktivitedir (Göçmen, 1993; Bulut, 2012). Buğdaylardaki protein seviyesi yetişme koşulları ile doğrudan ilişkilidir. Taneden elde edilen unun su kaldırma özelliği ve hamurum gelişme süresi protein miktarı ile

doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Ekmeklik unların protein miktarı en az %11 olması istenmektedir. Bu husus dikkate alınarak paçal yapılıp ekonomik değeri düşük olan buğdayları değerlendirmek mümkün olabilmektedir. Ekmeklik unlarda önemli olan bir özellikte hamurun uzaması, şekil alması, uzamaya karşı direnci ve gaz tutma gücüdür. Bunlar hamurun iskeletini oluşturan glüten (öz) maddesi ile ilgili özelliklerdir. Glüten (protein) kalitesi yüksek olan unlardan elde edilen hamurda gaz tutma kabiliyeti iyidir ve elde edilen ekmek hacimleri yüksek olmaktadır. Protein kalitesinin durumu da unda yapılan sedimentasyon testi ile belirlenmekte olup, bu değerin yüksek olması istenmektedir. Ekmeklik un kalitesindeki diğer bir önemli faktör proteinler arasındaki aminoasit bağlarını kırarak daha küçük parçalara ayrılmasına ve böylece kopan glüten bağları sebebiyle hamurun gaz tutma özelliğinin zayıflayarak hacim düşüşüne neden olan proteaz enzimlerinin aktivitesidir. Bu aktivite çok sert glüten yapısına sahip olan hamurların yumuşatılması içinde kullanılabilecek önemli bir kalite kriteridir (Göçmen, 1993; Bulut, 2012). Unların kalitesini gösteren bir diğer husus ise undaki zedelenmiş nişastanın amilolitik enzimlerinin aktivitesi sonucu oluşan şekerin fermentasyonu ile ortaya çıkan CO_2 gazı ile hacim artışını sağlamaktır. Amilaz enzimi aktivitesinin çok fazla olması da yine ekmek yapısındaki yapışkanlık, küçük gözenek yapısı ve düşük ekmek hacmi gibi olumsuz sonuçlar doğuracağı için istenmeyen bir durumdur (Ertugay, 2010).

2.4. Optimizasyon

Günümüzde gerek firma sayısının çokluğu ve serbest piyasa şartları, gerek se müşterilerin daha çok bilinçlenmesi ve tüketeceği ürünün fiyat ve kalite olarak en iyisine ulaşmak için daha kontrollü alış-veriş yapması sebebiyle firmalar arası rekabet oldukça fazladır. Bu rekabet ortamı firmaları ürünlerini ya da üretim sistemlerini daha verimli daha kaliteli ya da daha hızlı olmaya sevk etmiştir. Bu sebeple firmalar optimizasyon tekniklerini sistemlerine ya da ürünlerine uygulamaya başlamıştır. Optimizasyon; sistemin hedefleri doğrultusunda, sistemdeki değişkenlerin birbiriyle olan etkileşimleri ve bu bağımsız değişkenlerin hedefe olan etkileri de göz önünde bulundurularak bir araya getirilmesi ve sisteme uygulanması işlemidir (Ertekin ve Koç, 2009). Optimizasyon işlemi ile firmalar üretimini ve kalitesini arttırabilmekte, üretimini hızlandırabilmekte, en iyi ürün formülünü tespit edebilmekte, üretim maliyetini düşürebilmekte ya da kârını arttırabilmekte, bunlar

gibi sistemine birçok fayda sağlayabilmektedir (Hendek Ertop, 2014). Sistemler optimize edilirken hedefe etki eden çok sayıda yanıt kullanılır ve yanıtlar birbirleri ile etkileşim ve rekabet halinde oldukları için hep birlikte değerlendirmeye alınırlar. Fakat bu şekilde de optimizasyonda karışıklık söz konusu olabilir. Bu karışıklığı önlemek için constrained, desirability fonksiyonu, response surface methodology gibi yaklaşımlar mevcuttur (Hendek Ertop, 2014). Yapılan çalışmalar neticesinde gıda bilimi ve teknolojisi alanında en çok kullanılan optimizasyon tekniklerden biri Yanıt Yüzey Yöntemi (Response Surface Methodology) dir (Ertekin ve Koç, 2009). Bu yöntemde hedefi etkileyen parametreler bir arada ve eşzamanlı olarak incelenir. Böylece, prosesin işlem parametrelerindeki değişime verdiği yanıt olabilecek en az sayıda deneme yapılarak en iyi şekilde tanımlanabilmektedir. Gıda biliminde yanıt yüzey yöntemi kullanılarak yapılan optimizasyon çalışmasına verilebilecek birçok örnek çalışma mevcuttur. Örneğin Mccarthy vd. (2005), tarafından yapılan çalışmada yanıt yüzey metodunu glutensiz ekmek formülasyonunda HPMC (hidroksipropilmetilselüloz) ve su miktarının eş zamanlı etkilerini belirlenmek için kullanılmıştır. İlk pişirme testinden sonra bu değişkenler için alt ve üst limitleri belirlemişlerdir. Merkezi deneme deseni kullanılarak 13 kombinasyonlu deneme 45 deseni oluşturmuşlardır. %2,2 HPMC (hidroksipropilmetilselüloz) ve %79 su seviyesi ile oluşturulan formülasyon ekmek kalitesinde daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Povilaitis ve Venskutonis (2015), tarafından yapılan çavdar kepeğinin ekstraksiyon özelliklerinin değerlendirilmesi ve optimizasyonu çalışmasında, yanıt yüzey metodunda merkezi deneme deseni kullanılmıştır. Ekstraksiyon basıncı, sıcaklığı ve süresi değişken olarak belirlenmiş ve bu değişkenlerin minimum ve maksimum seviyeleri literatür verilerine dayanılarak seçilmiştir Zettel ve Hitzmann (2017), tarafından yapılan çalışmada, ekmek üretimi için fırınlama işlemi sırasında kızılötesi radyasyonu arttıran bir seramik kaplama kullanılarak pişirme işlemi hızlandırılmış ve üretim parametreleri, fermantasyon süresi ve pişirme sıcaklığı optimize edilmiştir. Çalışmada kalite kriterleri olarak spesifik hacim, pişme kaybı, renk, ekmek içi sertlik ve elastikiyet olarak belirlenmiştir. Yüksel vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada, bayat ekmek tozundan mısır cipsleri üretilmek için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak bayat ekmek seviyesinin (%0-50), kızartma süresinin (40-60 s) ve kızartma sıcaklığının (170-190 °C) mısır cipsin bazı

fizikokimyasal, dokusal ve duyusal özellikleri üzerine eşzamanlı etkilerini incelemek için optimizasyon yapmışlardır.

2.5. Yüzey Yanıt Metodu (RSM)

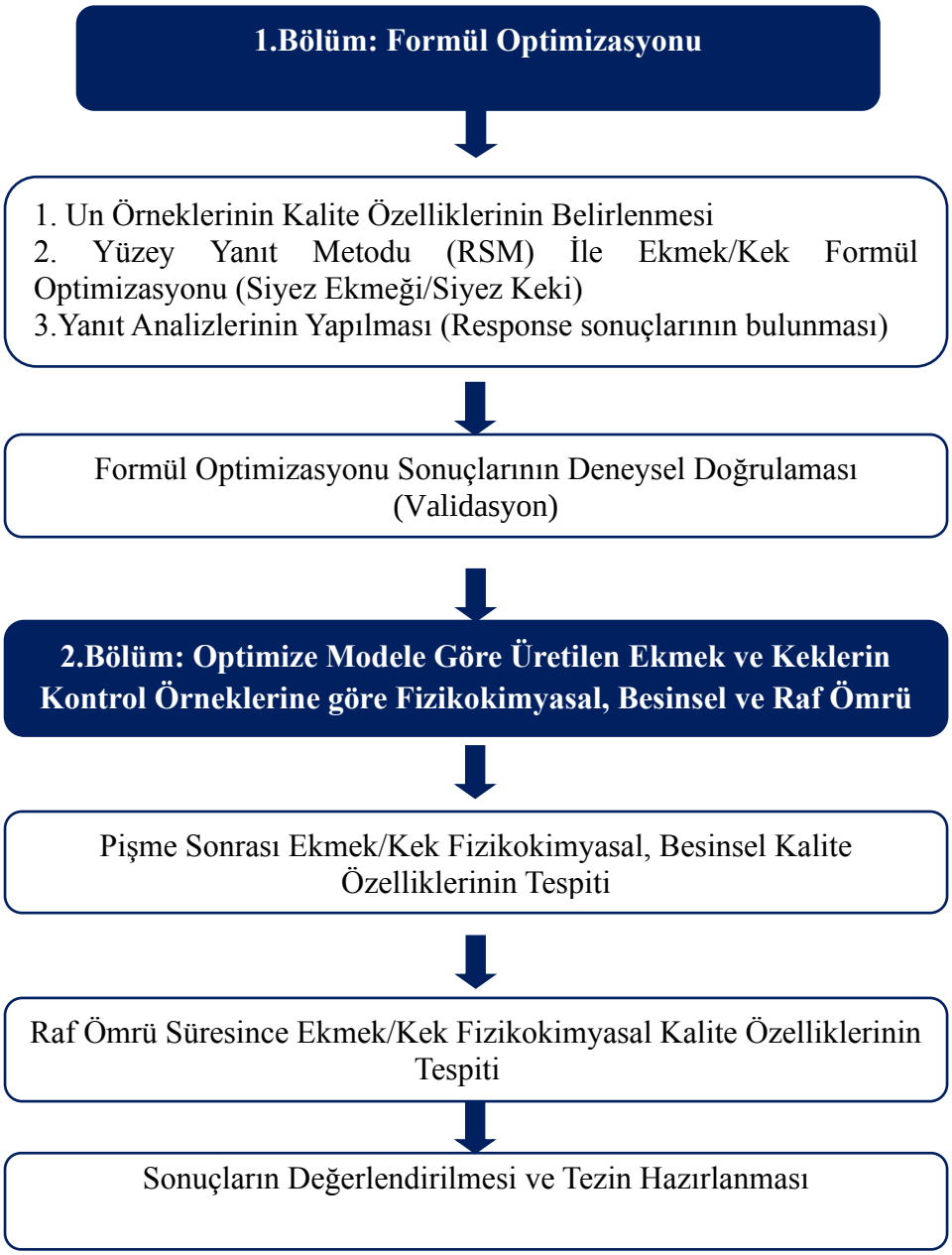
"Response surface" metodu optimizasyon içeren istatistiksel ve matematiksel tekniklerin bir arada kullanıldığı bir metotdur. Bu metot ilk olarak 1951 yılında "Denemelerin Optimum Koşullara Ulaşması" ismi ile Box ve Wilson tarafından geliştirilmiş ve tanımlanmış ilk olarak kimya endüstrisinde uygulanmış, 2000 yılında bu tarafa da gıda mühendisliği alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çok farklı gıda proseslerinde başarıyla uygulanabilmesi ve çok fazla yanıt dikkate alınarak eş zamanlı olarak incelenip en az sayıda deneme yapılarak optimum noktanın belirlenmesine olanak sağlaması, gıda işlemede yanıt yüzey yönteminin diğer optimizasyon yöntemleri arasından öne çıkmasının en önemli nedenleri arasındadır (Ertekin ve Koç, 2009; Hendek Ertop, 2014; Gürbüz, 2015).

RSM "eleme denemeleri", "bölge araştırması", "ürün veya prosesin optimizasyonu" olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Hendek Ertop, 2014). Eleme denemeleri aşaması daha verimli ve daha az sayıda deneme yapılmasını saylayan aşamadır. Bölge araştırması aşamasında yapılan eleme denemeleri ile belirlenen bağımsız değişkenlerin sistem yanıtında oluşturdukları değerlerin, optimum noktaya yaklaşıp yaklaşmadığı incelenmektedir. Prosesi etkileyen parametreler bağımsız değişken olarak adlandırılmaktadır. Sistemin bağımsız değişkenlere verdiği yanıtlar optimum noktaya yaklaşınca üçüncü aşamaya geçilir. Ürün veya prosesin optimizasyonu aşamasında ise gerçek yanıt fonksiyonu optimum nokta etrafında önemli bir eğrilik gösterir. Bu eğrilik tahminlenirken lineer olmayan modeller, ikinci dereceden polinomiyal modeller, üssel modeller ya da eksponensiyel modeller kullanılır. Uygun bir model elde edildikten sonra, bu model optimum noktanın araştırılmasında kullanılmaktadır. Deneysel verilerin ikinci bir polinomiyal denkleme uygulanması bu metodun en önemli dezavantajlarından biridir. Çünkü deneylerden elde edilen sonuçların oluşturduğu eğriliğin bütün sistemlerde polinomiyal bir modelle uyumlu olduğu söylenemez. Bu sebeple modelin matematiksel form uygunluğunun test edilmesi gerekmektedir. Kontrol Lack of fit testi ve kalıntı analizi gibi farklı test

yöntemleri uygulanarak yapılmaktadır. Matematiksel form uygunsuzluğunun istatistiki olarak önemsiz olması ve regresyon modeli için de önemli olması beklenmektedir (Ertekin ve Koç, 2009; Hendek Ertop, 2014; Gürbüz, 2015).

3. MATERYAL ve METOD

Tez çalışmasının planı Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma planı

3.1. Un Örneklerinin Fizikokimyasal Kalite Özellikleri

Kullanılacak olan ekmeklik buğday unu ve siyez buğdayı ununun fizikokimyasal kalite özellikleri konusunda bilgi sahibi olmak için kül, rutubet, protein, glüten, yağ ve sedimentasyon değeri analizleri yapılmıştır.

3.1.1. Kül

AACC Metod No: 08-01.01'e göre belirlenmiştir (AACC, 1990). Yaklaşık 3 g un numunesi sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere tartılarak kül fırınında 550 °C'de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar desikatörde soğutulmuş ve dara hariç tutularak, başlangıçtaki numune miktarına göre % kül oranı hesaplanmıştır

3.1.2. Rutubet

AACC Metod No: 44-19.01'a göre yapılmıştır (AACC, 1999). Bu amaçla, önce etüvde sonra desikatörde tutularak sabit tartıma getirilen tartım kaplarının daraları belirlenmiştir. Yaklaşık 2 g un numunesi 2 paralel tartılarak 135 °C' deki etüvde sabit tartım ağırlığına kadar tutulmuş, daha sonra desikatöre alınmış, oda sıcaklığına soğuması beklenmiş ve örneklerin ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüştür. Başlangıç ve sondaki örneğe ait tartım farkları hesaplanarak rutubet kaybı % olarak belirlenmiştir.

3.1.3. Protein

AOAC 960.52 Kjeldahl yöntemine göre yarı otomatik protein tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır (AOAC, 1990). Yaklaşık 1 g numune tartılarak protein yakma cihazında yakma yapılmıştır. Daha sonra sırasıyla destilasyon, borik asit ile damıtma ve HCl ile titrasyon yapılarak sonuçların ifadesi için 5,7 çevirme faktörü ile çarpılmıştır.

3.1.4. Glüten

Yaş gluten için ICC 106/2 metodu esas alınmıştır (ICC, 1984). 10 g un örneği tartılarak 5 mL, %2'lik tuz çözeltisi ile havanda yoğurulmuş aynı çözelti ile elde yıkanmıştır. Yıkama bittikten sonra elde edilen yaş glüten tartılarak % gluten miktarı hesaplanmıştır.

3.1.5. Yağ

Yağ tayini Soxhelet yöntemi kullanılarak AACC Method 30-25.01 (AACC, 2000)' a göre yapılmıştır. Sonuçlar iki değerin ortalaması olarak verilmiştir.

Toz ürünlerdeki yağ miktarı tayini için AACC (2000) Metod No: 30-20 modifiye edilerek kullanılmıştır. 5 gram numune kartuş içerisine tartılmış ve kartuş Soxhlet cihazının ekstraksiyon tüpünün içerisine yerleştirilmiştir. Analiz öncesinde sabit tartıma getirilmiş olan ekstraksiyon balonları ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilmiştir. Ürünlerdeki yağ, ekstraksiyon tüpüne en az sekiz sifon yaptırılmasıyla n-hekzan kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda içinde çözücü ve yağ bulunan balon fazla hekzanın uzaklaştırılması amacıylan vakumlu döner evaporatöre (Heidolph WB 2000, Almanya) bağlanmıştır. Sonrasında balon 105 °C ye ayarlanan etüvde 1 saat tutulmuştur. Etüvden çıkartılan balonlar desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tartım alınmıştır. Örneklerdeki yağ miktarı kuru temelde hesaplanmıştır.

3.2. Yüzey Yanıt Metodu ile Formül Optimizasyonu

3.2.1. Deneysel Dizayn

Ekmekte kullanılacak maya, Siyez unu ve su kullanım oranları ile Kekte kabartma tozu, Siyez unu ve yumurta kullanım oranları ürün kalite nitelikleri üzerinde en önemli parametreler olduğundan dolayı YYM için etkili değişken faktörler olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin Hacim (H), Gözenek Faktörü (GF) ile Duyusal Değerlendirme (DD) değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Yüzey Yanıt Metoduna (YYM) (Response Surface Methodology)- bağlı olarak Merkezi Bileşen

Deneme Desenine (Central Composite Rotatable Design (CCRD)) göre hazırlanmış Tablo 3.1. ve Tablo 3.2.'de gösterilen deneme desenleri kullanılmıştır. Deneme deseni, Design Expert 7.0.0 paket programı kullanılarak oluşturulmuştur.

Yapmış olduğumuz ön denemeler sonucunda ekmekte Siyez unu, maya ve su kullanım oranları, kekte ise Siyez unu, kabartma tozu ve yumurta kullanım oranları en etkili faktörler olarak belirlendiğinden, yüzey yanıt metodu için bağımsız değişkenler olarak alınmışlardır. Bağımsız değişkenlerin optimizasyonunda kullanılacak beş farklı seviye Tablo 3.1. ve Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Desing Expert yazılımı tarafından önerilen ekmekte deneme deseni

Deneme	Siyez %	Maya %	Su %
1	50,00	1,75	60,00
2	50,00	1,75	57,50
3	79,73	1,01	56,01
4	20,27	1,01	58,99
5	50,00	1,75	55,00
6	100,00	1,75	57,50
7	50,00	3,00	57,50
8	50,00	1,75	57,50
9	20,27	2,49	58,99
10	0,00	1,75	57,50
11	79,73	2,49	58,99
12	79,73	1,01	58,99
13	50,00	1,75	57,50
14	79,73	2,49	56,01
15	50,00	1,75	57,50
16	50,00	1,75	57,50
17	50,00	1,75	57,50
18	20,27	2,49	56,01
19	50,00	0,50	57,50
20	20,27	1,01	56,01

Tablo 3.2. Desing Expert yazılımı tarafından önerilen kekte deneme deseni

Deneme	Siyez %	Kabartma Tozu %	Yumurta %
1	79,73	8,18	36,08
2	50,00	5,50	45,00
3	100,00	5,50	45,00
4	50,00	5,50	45,00
5	20,27	2,82	36,08
6	50,00	5,50	45,00
7	79,73	2,82	36,08
8	50,00	5,50	45,00
9	79,73	8,18	53,92
10	0,00	5,50	45,00
11	50,00	5,50	45,00
12	20,27	8,18	53,92
13	79,73	2,82	53,92
14	20,27	8,18	36,08
15	50,00	1,00	45,00
16	50,00	10,00	45,00
17	50,00	5,50	60,00
18	20,27	2,82	53,92
19	50,00	5,50	30,00
20	50,00	5,50	45,00

3.2.1.1. Değişken faktör seviyelerinin belirlenmesi

Tablo 3.3 YYM'a göre kullanılacak ekmek değişkenler ve seviyeleri

Seviye no	Siyez unu Kullanım Oranı %	Maya Kullanım Oranı * %	Su Kullanım Oranı * %
-1,68	0,00	0,50	55,00
-1	20,27	1,01	56,01
0	50,00	1,75	57,50
1	79,73	2,49	58,99
1,68	100,00	3,00	60,00

*Kullanım oranları 100 g un üzerinden verilmiştir.

Tablo 3.4. YYM'a göre kullanılacak kek değişkenler ve seviyeleri

Seviye no	Siyez unu Kullanım Oranı (%)	Kabartma tozu Kullanım Oranı* (%)	Yumurta Kullanım Oranı* (%)
-1,68	0,00	1,00	30,00
-1	20,27	2,82	36,08
0	50,00	5,50	45,00
1	79,73	8,18	53,92
1,68	100,00	10,00	60,00

*Kullanım oranları 100 g un üzerinden verilmiştir.

3.3. Ekmek Üretimi

Genel olarak siyez unu (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) yüksek proteinli ve diploit kabuklu bir buğday türü olması nedeniyle ekmeklik buğday (*Triticum aestium*)'dan farklı protein yapısıyla ekmek üretimi için uygun olmadığı ve kullanılabilmesi için farklı ekmek yapım aşamalarının kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2011). Buna istinaden bu teze yön vermesi amacıyla bazı ön çalışmalar yapılmış ve siyez ununun klasik ekmek yapım metodu ile kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır. Direkt hamur metodu kullanılarak siyez buğday unu, su, tuz (kuru madde üzerinden %1,5), instant aktif kuru maya kullanılmıştır. (Elgün ve Ertugay, 2011). Hammaddeler bir arada yoğurulup, 40 dak ana fermentasyon, şekil verme, 30 dak tava fermentasyonu ve 185 °C'de pişirme aşamaları uygulanacaktır. Ancak yapılan ön denemelere göre siyez buğday ununun ekmeklik buğday unundan farklı olduğu, glüten yapısının tam teşekkül etmediği, iki aşamalı fermentasyon tekniğinin uygun olmadığı, glütensiz ürünlerin üretiminde kullanılan tek kademeli fermentasyon ve kalıpta pişirme tekniğinin uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan ön denemelerle normal ekmeklik buğday unu yaklaşık %60 su kaldırma oranına sahipken, siyez ununun daha düşük su kaldırma kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Denemelere göre oluşturulan başlangıç temel ekmek formülasyonu Tablo 3.5.'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Temel ekmek formülasyonu

Malzeme	Miktar (g)
Siyez unu	200
Su	90
İnstant aktif kuru maya	2,5
Tuz	3

3.4. Kek Üretimi

Kek yapımı için Şeker ve ark. (2016) kullandıkları metod modifiye edilerek kullanılmıştır. Formülasyon Tablo 3.6'da verilmiştir. Un, kabartma tozu ve şortening mikserde (Kitchenaid, K5Ai USA) 1 dak 65 rpm'de karıştırılmıştır. Diğer ingredientler ilave edilip daha sonra yumurta ve süt de eklendikten sonra 1 dak, ardından da hızlı devirde 4 dak daha karıştırmaya devam edilmiştir. Kek hamuru kek kalıplarına alınarak önceden ısıtılmış fırında 175 ºC 'da ort. 30 dak süreyle pişirilmiştir.

Tablo 3.6. Temel kek formülasyonu

Malzeme	Miktar (g)
Un	100
Tuz	1
Şortening [a]	40
Şeker	100
Kabartma tozu [b]	5*
Yumurta	45*
Yağsız Süt	50

[a] hidrojenize, [b]çift-etkili, *Kullanım miktarı ort. olarak verilmiştir.

3.5. Ekmek ve Kekte Kalite Özellikleri

Optimize ekmek ve kek numuneleri kontrol örneklerine kalite ve raf ömrü nitelikleri açısından değerlendirilmiştir.

3.5.1. Duyusal Değerlendirme

Oda sıcaklığında buzdolabı poşetlerinde bir gün bekletilen ekmek örnekleri ekmek içi gözenek yapısı, içyapı rengi, simetri, kabuk rengi, yumuşaklık gibi kalite kriterleri açısından duyusal olarak değerlendirilmiştir (Golzari, 2015). Duyusal değerlendirme yarı eğitimli panelistler ile gerçekleştirilmiş ve Tablo 3.7.'de verilen duyusal değerlendirme formu ve puan skalası kullanılmıştır.

Tablo 3.7. Duyusal değerlendirmede kullanılan "Ekmek kalite özellikleri panel formu"

Dış Özellikler	Ekmeğin kabuk rengi	Her tarafı aynı renkte olmalı, açıklı, koyulu, benekli olmamalıdır
	Şekilde simetrisi	Düzgün ve simetrik olmalı, basıklık ve çökme olmamalı
	Pişme düzgünlüğü	Tüm yüzeyler düzgün ve eşit kızarmış olmalı
	Kabuk özellikleri	İnce ve kolay parçalanabilir olmalı
İç Özellikler	Gözenek yapısı	Küçük, ince, homojen olmalı
	İç rengi	Kendine özgü ve uniform renkte olmalı
	Aroma ve tat	Kendine özgü olmalı, aşırı ekşi, mayalanmış, yavan veya yabancı tat ve kokuya sahip olmamalı
	Çiğneme özellikleri	Hamurumsu ve yapışkan olmamalı
	Yapı	Hamurumsu, ıslak, çok kuru, ufalanan yapıda olmamalı, yumuşak ve kadifemsi olmalı

	Kabul edilebilirlik düzeyi
Çok beğendim	5
Beğendim	4
Orta derecede beğendim	3
Az beğendim	2
Hiç beğenmedim	1

	Dış özellikler				İç özellikler			
Ekmeğin kabuk rengi	Şekilde simetrisi	Pişme düzgünlüğü	Kabuk özellikleri	Gözenek yapısı	İç rengi	Aroma ve tat	Çiğneme özellikleri	Yapı
PUAN								

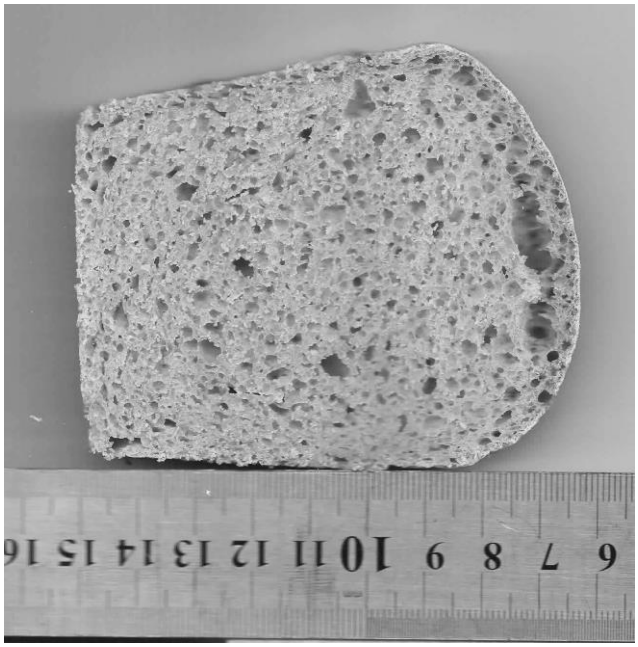
3.5.2. Hacim ve Spesifik Hacim

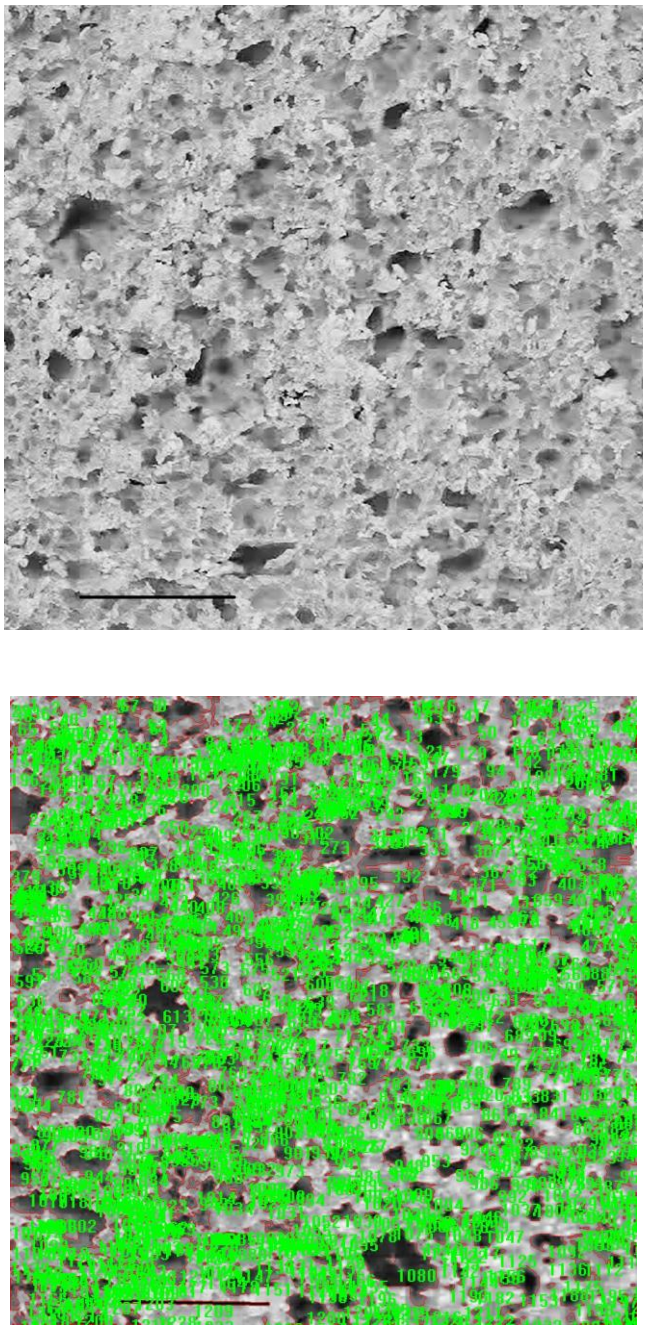
Ekmeklerin hacim ölçümleri için kolza tohumlarının yer değiştirme prensibinden yararlanılmıştır (Golzari, 2015). Hacim ölçümleri yapılacak ekmekler oda sıcaklığında 1 saat dinlendirildikten sonra (Artan vd., 2010) ölçüm kabına alınmış ve

ekmek hacmi kadar dışarı taşan kolza tohumlarının miktarı tespit edilerek ekmek hacimleri belirlenmiştir (Elgün ve Türker, 1998). Hacim ölçümleri yapılan ekmeklerin spesifik hacim ve yoğunluk miktarlarını belirlemek için aşağıda belirtilen formül (3.1.) kullanılmıştır (Artan vd., 2010).

$$\textbf{\textit{Spesifik hacim}}_{cm/g} = \frac{\textbf{\textit{Somun Ekmek Hacmi(cm)}}}{\textbf{\textit{Ekmek Ağırlığı (g)}}} \qquad (3.1)$$

3.5.3. Gözenek Faktörü





Şekil 3.2. Taranmış gözenek yapısının işlenmiş görüntüleri

Gözenek yapısının tespiti için Image Pro Plus 6.0 programı kullanılmış ve birim alandaki gözenek sayısı belirlenmiştir. Gözenek alanlarının oransal dağılımı belirlenmiştir ve buna bağlı gözenek faktörü hesaplanmıştır.

Kek ve ekmek numunesinden 10 mm kalınlığında düzgün kesit alınarak yatay tarayıcıda 600 dpı çözünürlük ve gri tonlamada görüntü elde edilmiştir (Şekil 3.2). Bu görüntü Microsoft Paint programına aktarılmış, ölçeklendirmesi yapılmış ve

belirli ebatlarda kesit alınmıştır (Şekil 3.2). Image ProPlus 6.0 programında, uygun filtreleme ve kontrast ayarları yapılmıştır. Elde edilen görüntüde gözenekler siyah bölge, taban alanı ise beyaz bölge olarak algılanmıştır (Şekil 3.2.). Her bir gözenek alanının toplam alandaki oransal yüzdeleri, gözeneklerin alanları ve sayıları program tarafından hesaplanmıştır (Şekil 3.2.). Bu yöntemle elde edilen gözenek alanları ve sayıları Microsoft Excell programı ile sınıflandırılarak (Tablo 3.8.) değerlendirilmiştir (Hendek Ertop, 2014).

Tablo 3.8. Gözenek faktörü (GF)'nün hesaplanması

Gözenek sınıfları	Gözenek sayısı (GS)	Sınıf katsayısı (SK)	GSxSK
Sınıf 1 = 0.05–0.49 mm²		1	
Sınıf 2 = 0.50–0.99 mm²		0.8	
Sınıf 3 = 1.00–4.99 mm²		0.6	
Sınıf 4 = 5.00–49.99 mm²		0.4	
Sınıf 5 = >50 mm²		0.2	
Toplam			GF

3.5.4. Kabuk Kalınlığı Ölçümü

Numune ekmekten 10 mm kalınlığında düzgün kesit alınarak, dijital kumpas ile 3 noktasından kabuk kalınlığı ölçümü yapılmıştır.

3.5.5.Renk Ölçümü

Kek ve ekmek numunelerinin orta bölümlerinden 2 cm kalınlığında dilimler alınarak yatay tarayıcıda (Hewlett-Packard Scanner PSC1215, USA) 600 dpi çözünürlükte ve orjinal renklerinde görüntü alınmıştır. Alınan görüntüler Image Pro Plus 6.0 görüntü işleme programına aktarılmıştır. Her bir görüntünün farklı 15 noktasından RGB ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra RGB sinyalleri L^*, a^* ve b^* birimlerine dönüştürülerek renk değerleri tekrar üretilmiştir. Dönüştürme işlemi yapılırken a^*

(kırmızılık / yeşillik) ve *b** (sarılık / mavilik) (aralık: /120 ile +120) *L** (açıklık / koyuluk, aralık: 0 ile 100) aralıkları kullanılmıştır. (Hendek Ertop, 2014).

3.5.6. Antioksidan Aktivite

Ekstraksiyon amacıyla 5 g numune, 50 mL %80'lik metanol solüsyonu ile 2 saat 37 ^{o}C'de manyetik karıştırıcıda ekstrakte edilmiştir. Örnekler 10000 rpm'de 15 dak santrüfüjlenerek ve supernatant kısımları alınarak filtre kâğıdından süzülmüş ve ekstraktlar elde edilmiştir. Antioksidan aktivite, serbest radikallerin süpürülmesine dayanan DPPH metodu kullanılarak yapılmıştır.

Ekstrakt içerisindeki fenolik bileşiklerin DPPH radikali üzerindeki süpürücü etkisini tespit etmek amacıyla, 0,2 mL ekstrakt, 0,5 mL DPPH çözeltisi ile 4 mL %80'lik methanolden oluşan karışım 15 s vorteks ile karıştırılıp ve 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda UV-VIS spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları okutulmuş ve % inhibisyon değerleri aşağıdaki formül (3.2) ile tespit edilmiştir.

% inhibisyon değeri = [1- (AS/A0)] x 100

AS: Örnek ekstraktına ait absorbans değeri
A0: Şahit DPPH çözeltisinin absorbans değeri (3.2)

3.5.7. Mineral Madde İçeriği

Örnekler mikrodalga yakma sistemi (Millestone MLS 1200, İtalya) kullanılarak yakılmış daha sonra İndüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile tayin edilmişlerdir (Hayta ve Hendek Ertop, 2019). Bu amaçla Kastamonu Üniversitesi Merkezi araştırma laboratuvarından hizmet alımı yapılmıştır.

Numuneler önce Isolab marka öğütücüde steril bir şekilde öğütülüp homojen hale getirilmiştir. Daha sonra Mikrodalga Yakma Sistemi (CEM MARS6) kullanılarak yakılmıştır. Cihazın aplikasyon bilgilerine göre çalışılacak numune için 0,25 g tartılıp üzerine 10ml HNO3 (67 % v/v) ilave edilmiştir. Mikrodalga kaplarının

ağızları sıkıca kapatılarak yakma için sıcaklık programı ayarlanmıştır. Analizi yapılacak numune için belirlenmiş sıcaklık programı prosedürüne göre 45 bar basınçta ilk 15 dk 200 ºC ye çıkılmış daha sonra 15 dk 200 ºC de sabit tutulmuştur. İşlem sonunda çözeltilerin oda sıcaklığına soğuması beklenmiştir. Daha sonra çözelti haline gelen numunelerin üzeri ultra saf su ile tamamlanmıştır.

ICP-OES için temin edilen multielement standart stok çözeltisi (Merck, Germany) kalibrasyon standartlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. Standart stok çözeltisi istenilen elementlere göre farklılık göstermektedir. Analize uygun standart çözelti seçilir. Hazırlanan örnekler ve kalibrasyon çözeltileri SpectroBlue marka ICP-OES cihazında analiz edilmiştir.

ICP-OES cihazında metallerin konsantrasyonları ölçülürken cihaz kendiliğinden üç ölçüm yapmaktadır (n=3). Daha sonra bu üç ölçümün ortalaması alınmakta ve standart sapma hesaplanmaktadır.

Tablo 3.9. CP-OES İle element tayini çalışma parametreleri

Instrumen	SPECTRO BLUE II
Wavelenght	nm
Replicates	3
Spray chamber	Cyclonic
Nebulizer Flow (L/min)	0,8
Plasma Torc	Quartz
Coolant Flow (L/min)	13
Auxiliary Gas Flow (L/min)	0,8
Sample Pump Speed (rpm)	30
Plasma Power (W)	1200

3.6. Ekmek ve Kekte Raf ömrü Niteliklerinin Belirlenmesi

Ekmek ve kek numuneleri kontrol örnekleriyle birlikte Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) analizlerine 1. ve 7. günlerde, Rutubet Kaybı (RK) analizine 0. 3. 5. 7. günlerde alınmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

3.6.1. Nişasta Retrogradasyonu (DSC Analizi)

Hayta ve Hendek Ertop (2019) tarafından yapılan çalışmalar referans olarak alınmıştır. Bu metoda göre ekmek ve kekte raf ömrü süresince nişasta retrogradasyonundaki değişim Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) analizi ile tespit edilmiştir. Ekmek ve kek örneklerinin 1. ve 7. günlerde ölçüm sonucu elde edilen endotermik piklerininin değerlendirilmesi ile nişasta retrogradasyonu izlenmiştir. Bu amaçla Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) hizmet alımı yapılmıştır.

3.6.2. Rutubet Miktarı ve Rutubet Kaybı

Ekmek ve kek örnekleri piştikten 3 saat sonra ölçüm yapmak amacıyla kabuk neminin belirlenmesi için ekmek yüzeyinden 2–3 mm kalınlığında ekmek kabuğu, kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesinde kabuk altından 2–3 mm kalınlığında iç kısım; ekmek/kek içi nem miktarının belirlenmesi amacıyla da ekmegin/kekin orta merkezinden 3–5 g tartılarak önceden 130 °C'de kurutularak darası alınmış kaplara konulmuştur. Kurutma dolabında 105 °C'de 12 saat kurutulduktan sonra, kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır. Rutubet kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla belirlenmiştir (Poinot vd., 2008).

Raf ömrü süresince ekmek örneklerindeki zamana bağlı rutubet kaybı (RK) hesaplanmıştır. Bu amaçla RK_1 (İlk güne göre bağıl rutubet kaybı) ve RK_2 (Bir önceki güne göre bağıl rutubet kaybı) olmak üzere iki değer belirlenmiştir.

$$RK_1 = \frac{(R_0 - R_{3,5,8})}{R_0} x100$$

$$RK_2 = \frac{(R_1 - R_2)}{R_1} x100$$

R_1: Bir önceki güne ait rutubet (%)
R_2: Hesaplama yapılacak güne ait rutubet (%) (3.3)

3.7. İstatistiksel Analizler

Deneylerde elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 17.0.1 paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) kullanılarak yapılmıştır. Optimizasyon sonunda optimum nokta doğrulama denemelerinden elde edilen ortalama sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi uygulanarak belirlenmiştir. Analiz değerlendirmelerinde ise çoklu varyans analizine tabi tutulan veri ortalamaları arasındaki fark $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

4.1. Un Örneklerinin Kalite Özellikleri

Çalışmamızda kullanılan una ait kimyasal ve teknolojik belirlenen özellikler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Un örneğinin kimyasal ve teknolojik özellikleri

	Rutubet (%)	Kül (%)	Protein (Nx5.7%)	Yağ (%)	Yaş Gluten Miktarı (%)	Su abs. (%)
Ekmeklik buğday unu	9,92±0.17	0,66±0,05	22,24	1,62±0.02	27,8	59,2
Siyez unu	10,23±0.00	1,69±0,03	13,05	2,33±0.05	29	55,4

* %14 rutubet esasına göre

4.2. Ekmek Örneklerine Ait Optimizasyon Sonuçları

Çalışmanın Bölüm 3.2.1.'de YYM'na göre deneysel dizayn kısmında belirtilen koşullarda denemeler gerçekleştirilerek elde edilen Hacim (H), Gözenek faktörü (GF) ve Duyusal değerlendirme (DD) değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir (Ekmek örneklerine ait fotograflar Ek1'de verilmiştir).

Tablo 4.2. Ekmek optimizasyonu için elde edilen H, GF ve DD değerleri

	Bağımsız Değişkenler			Yanıt 1	Yanıt 2	Yanıt 3
Uygulama	Siyez Oranı	Maya Oranı	Su Oranı	Hacim (H)	Gözenek Faktörü (GF)	Duyusal Değerlendirme (DD)
1	50,00	1,75	60,00	660	504	35,93
2	50,00	1,75	57,50	590	530	31,40
3	79,73	1,01	56,01	440	675	37,80
4	20,27	1,01	58,99	560	622	25,20
5	50,00	1,75	55,00	630	625	32,73
6	100,00	1,75	57,50	430	608	28,13
7	50,00	3,00	57,50	610	616	28,60
8	50,00	1,75	57,50	670	637	30,87
9	20,27	2,49	58,99	680	517	28,07
10	0,00	1,75	57,50	600	568	22,13
11	79,73	2,49	58,99	530	548	31,93
12	79,73	1,01	58,99	520	545	31,07
13	50,00	1,75	57,50	600	521	32,47
14	79,73	2,49	56,01	540	651	34,33
15	50,00	1,75	57,50	640	547	35,67
16	50,00	1,75	57,50	630	470	34,40
17	50,00	1,75	57,50	620	621	32,27
18	20,27	2,49	56,01	640	657	27,73
19	50,00	0,50	57,50	470	545	28,67
20	20,27	1,01	56,01	580	663	29,07

Tablo 4.2.'deki veriler Design expert yazılımı tarafından analiz edilerek önerilen uygun fonksiyon belirlenmiştir. Bu belirleme yapılırken; H, GF ve DD değerleri için "Sequential Model Sum of Squares (Type I)" ve "Lack of fit" testleri yapılmış ve her bir fonksiyon için standart sapma (Standard deviation), R^2 (R-squared), düzeltilmiş R^2 (adjusted R squared) ve öngörülen R^2 (predicted R-squared) değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu değerler karşılaştırılarak en uygun fonksiyon yazılım programı tarafından belirlemiştir.

Tablo 4.3. (Ekmek) Optimizasyonun istatistiksel parametreleri**;** Model seçimi ve lack of fit testi için belirlenen p değerleri; model ve bağımsız değişken faktörler için belirlenen p değerleri (**a**), Quadratic fonksiyon için varyans analiz sonuçları (**b**)

		p değerleri*		
		H	GF	DD
Model seçimi ve lack of fit testi	Quadratic	0.0003	0.4813	0.0063
	Lineer	0.0026	0.0382	0.0765
	Cubic	0.4483	0.7089	0.2648
	Lack of fit	0.6385	0.8477	0.2253
Model ve bağımsız değişken faktörler	Model	0.0001	0.0382	0.0104
	A-Siyez	<0.0001	0.8872	0.0018
	B-Maya	0.0003	0.9478	0.8909
	C-Su	0.1848	0.0049	0.4048
	AB	0.3756	-	0.5336
	AC	0.5227	-	0.4028
	BC	0.6994	-	0.2127
	A^2	0.0002	-	0.0024
	B^2	0.0015	-	0.0777
	C^2	0.3647	-	0.1889

a

Yanıt	H	GF	DD
R^2	0,9304	0,400	0,8149
Intercept	625,06	583,50	491,94
A-Siyez, %	-52,42	+2,00	38,62
B-Maya, %	38,48	-0,92	-1,29
C-Su, %	10,28	-45,22	-8,00
AB	-8,75	-	-7,75
AC	6,25	-	-10,50
BC	-3,75	-	16,00
A^2	-39,29	-	-36,16
B^2	-30,45	-	-17,60
C^2	6,67	-	12,63

b

* $p<0,05$ istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir
**H: Hacim; GF: Gözenek faktörü; DD: Duyusal değerlendirme

Önerilen fonksiyonların hangisinin en iyi modelleme yaptığı ANOVA tabloları ayrı ayrı çıkarılıp karşılaştırılarak belirlenmiştir (Ek5, Ek6, Ek7). En iyi modellemeyi yapan fonksiyon seçilirken;

• Model; önemli (significant),
• Lack of fit; önemli değil (not significant),
• Bütün model terimleri; "Değerler (Prob>F) <0,05",
• R^2; ~1,
• Düzeltilmiş R^2; ~1,
• Tahminlenen R^2; ~1,
• Varyasyon katsayısı (C.V%) minumum olması göz önünde bulundurulmuştur.

Görüldüğü gibi program tarafından model önerilirken en düşük p değerine sahip olması ve önem düzeyi $p<0,05$ öngörülmüş, "lack of fit" değelerinin ise önemsiz yani p>0,05 olması öngörülmüştür. Tablo 4.3. (a)'da görüldüğü gibi bu çalışma için tabloda verilen modeller geçerli, "lack of fit" değerleri uygun ve "Prob>F>0,050" değerine sahip parametreler önemsizdir.

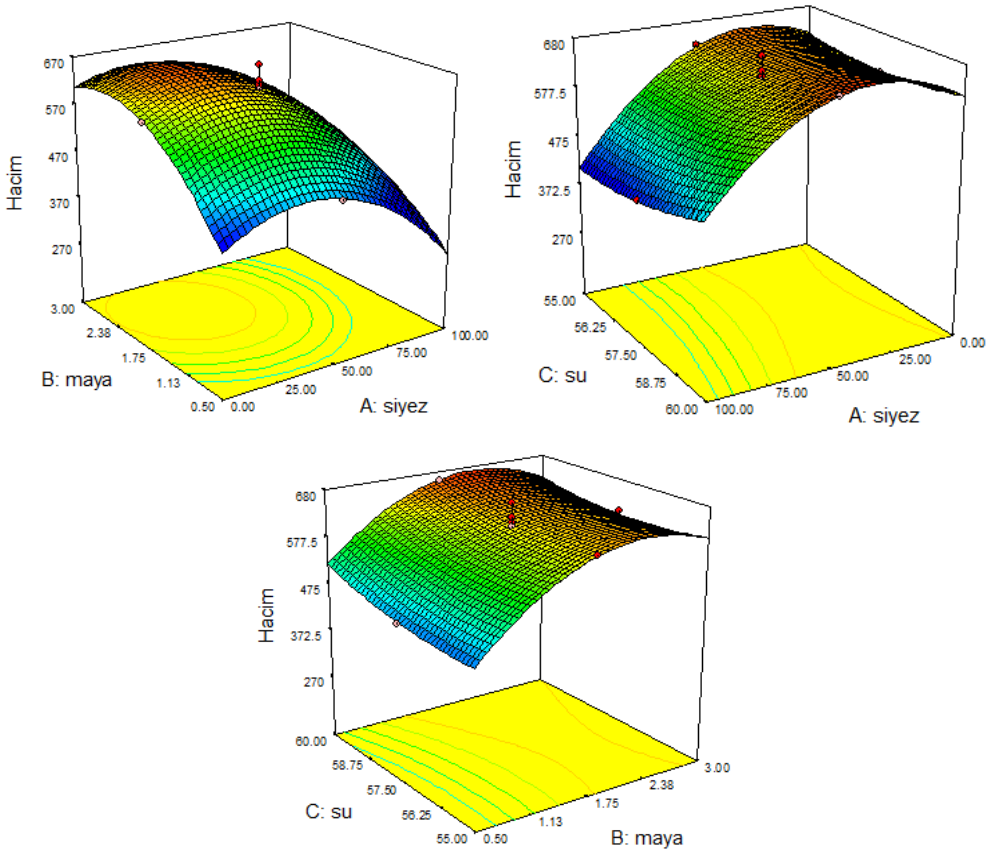
"Hacim (H)" için belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek3'de görüldüğü gibi Hacim için; "cubic" polinomda "alias" gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; "lack of fit", "Düzeltilmiş R^2", "Öngörülen R^2" değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.3. (a)'da görüldüğü gibi hacim için Quadratic (2.dereceden) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir ($p<0,05$). Bu nedenle çalışmamızda Hacim için Quadratic fonksiyon kullanılmıştır.

"Gözenek Faktörü (GF)" belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek4'de görüldüğü gibi GF için; "cubic" polinomda "alias" gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; "lack of fit", "Düzeltilmiş R^2", "Öngörülen R^2" değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.3. (a)'da görüldüğü gibi GF için Lineer (doğrusal) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir ($p<0,05$). Bu nedenle çalışmamızda GF için Lineer fonksiyon kullanılmıştır.

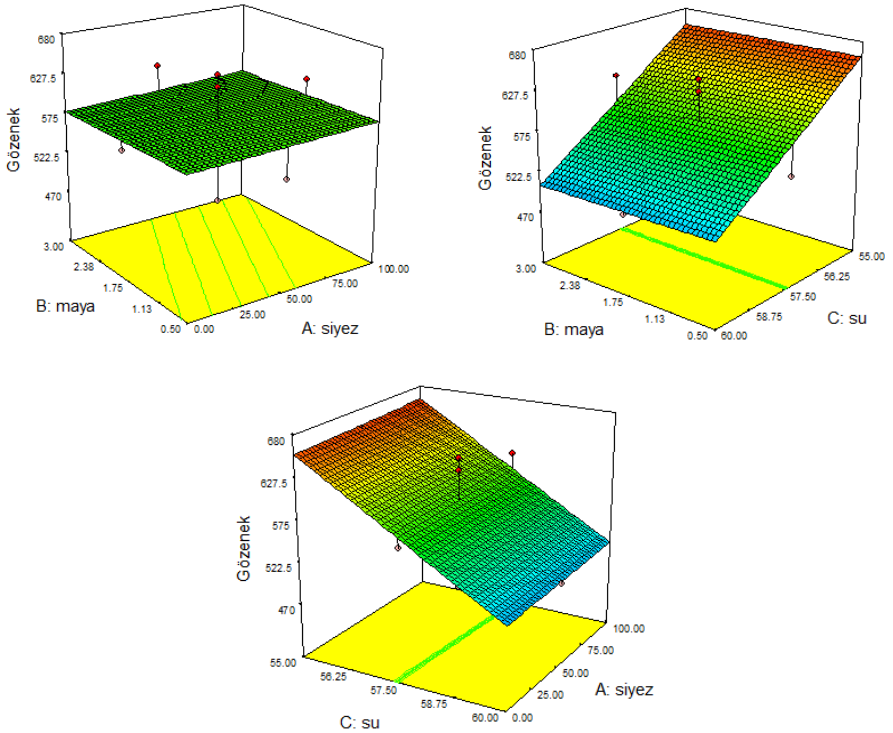
“Duyusal Değerlendirme (DD)” belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek4’de görüldüğü gibi DD için; “cubic” polinomda “alias” gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; “lack of fit”, “Düzeltilmiş R^2”, “Öngörülen R^2” değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.3. (a)’da görüldüğü gibi DD için Quadratic (2.dereceden) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir (p<0,05). Bu nedenle çalışmamızda DD için Quadratic fonksiyon kullanılmıştır.

Daha sonra, önerilen fonksiyona göre her bir yanıt için model ve bağımsız faktörlerin önem düzeyleri (p<0,05) değerlendirilmiştir. Tablo 4.3. (b)’de program tarafından belirlenen verilere göre Modeli oluşturan faktörlerden bazılarının $p>0,05$ yani önemsiz olduğu görülmektedir.

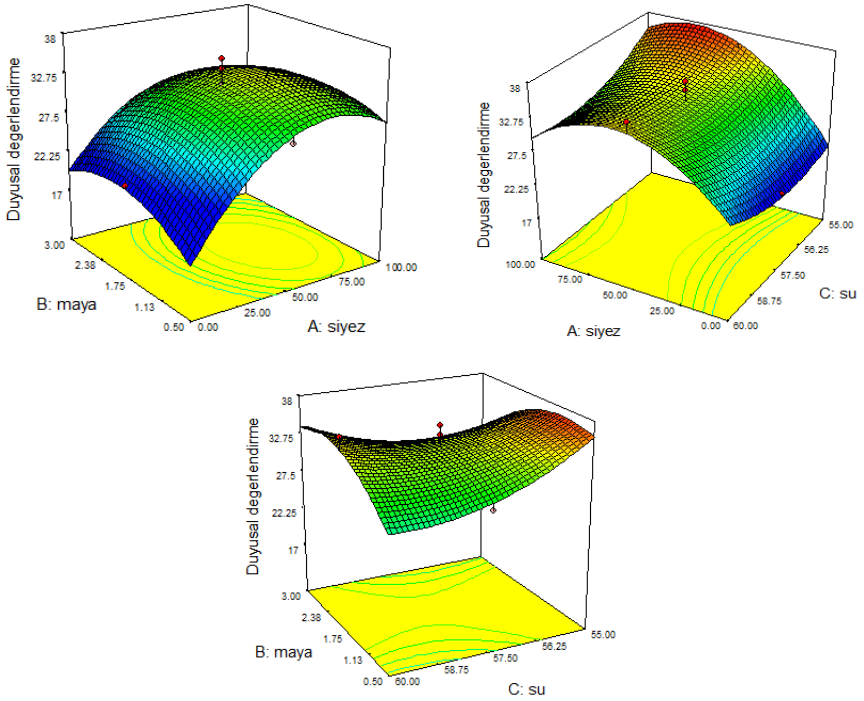
Sistemi modelleyen en iyi fonksiyonlar belirlendikten sonra üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri, yazılım programı aracılığıyla elde edilmiştir (Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3.)



Şekil 4.1. Bağımsız değişkenlerin (siyez, maya, su) kullanım oranı parametrelerinin ekmek Hacim’ine etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri



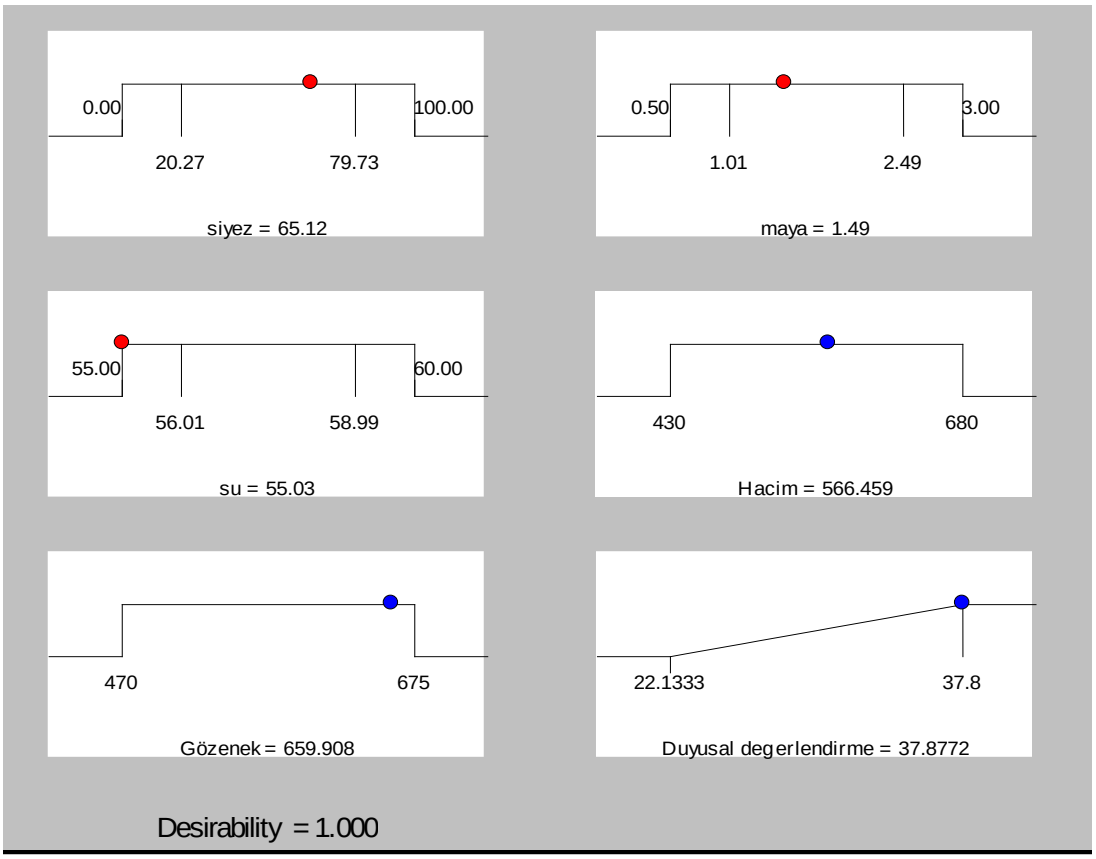
Şekil 4.2. Bağımsız değişkenlerin (siyez, maya, su) kullanım oranı parametrelerinin ekmek Gözenek faktörüne etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri



Şekil 4.3. Bağımsız değişkenlerin (siyez, maya, su) kullanım oranı parametrelerinin ekmek Duyusal Değerlendirmesine etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri

Desing Expert; “Numerical (sayısal optimizasyon), graphical optimization (grafik optimizasyonu) ve point prediction (nokta tahmini)” olmak üzere üç farklı optimizasyon gerçekleştirebilen bir programdır. Optimizasyonun amacı; istenilen cevabın elde edilmesini sağlayacak parametrelerin kesin değerlerinin belirlenmesini sağlamaktır. Bu çalışmada sayısal optimizasyon (numerical optimization) kullanılmış ve optimizasyon kriterleri olarak;

Siyez kullanım oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Maya kullanım oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Su oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Hacim; in range (belirlenen aralıkta)
Gözenek faktörü; in range (belirlenen aralıkta)
Duyusal değerlendirme; Max.;
Olarak seçilerek çözümler istenmiştir. Program tarafından tüm yanıtlar (Hacim, Gözenek Faktörü ve Duyusal Değerlendirme) değerleri bir arada değerlendirilmiş, “İstenirliği=1” (Desirability=1) olan on dört çözümden (Ek 8) birinci çözüm program tarafından önerilmiş ve kullanılmasına karar verilmiştir. Bu çözüme ait rampa grafikleri Şekil 4.4.’de verilmiştir.

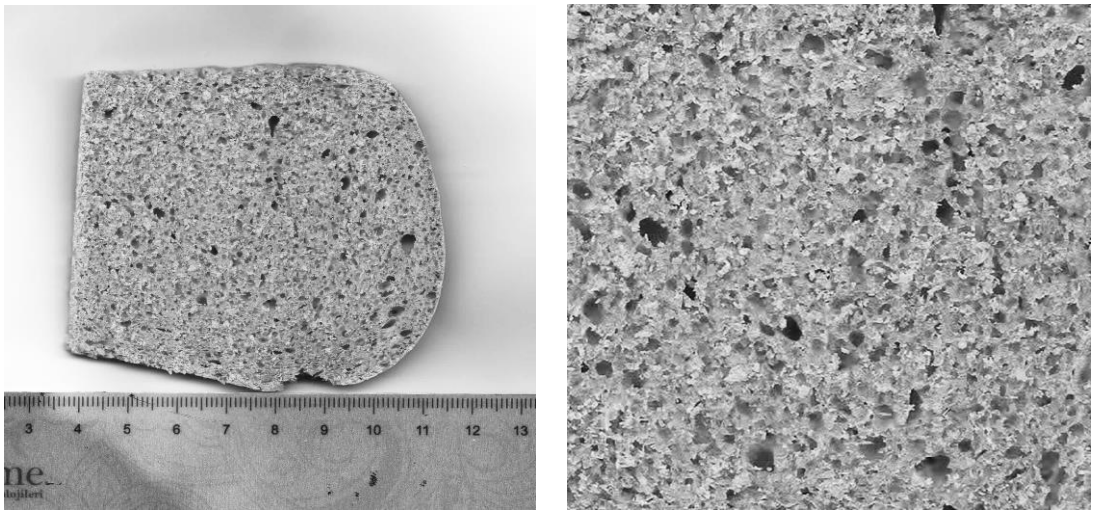


Şekil 4.4. Ekmek optimizasyonu sonucu 1.çözümün rampa grafikleri

Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi optimizasyon sonucu siyez kullanım oranı %65,12; maya kullanım oranı %1,49 ve su kullanım oranı da %55,03 olarak belirlenmiştir.

4.3. Ekmek İçin Optimizasyon Sonuçlarının Deneysel Doğrulaması

Optimizasyon neticesinde önerilen %65,12 siyez, %1,49 maya ve %55,03 su kullanım değerleri ile ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmeğe ait H, GF ve DD sonuçları belirlenmiştir. Tespit edilen sonuçlarr Şekil 4.5. ve Tablo 4.4.'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Tarama ve ölçeklendirme yapılmış doğrulama ekmeğin görüntüsü

Tablo 4.4. (Ekmek) Optimum nokta doğrulama deneme sonuçları

Deneme No	Siyez	Maya	Su	H	GF	DD
1	65,12	1,49	55,03	530	682,4	36
2	65,12	1,49	55,03	570	670,1	37
3	65,12	1,49	55,03	550	690,5	37
Ortalama				550,00	681,00	36,67
Modelden Tahminlenen				566,459	659,908	37,877

H: Hacim
GF: Gözenek Faktörü
DD: Duyusal değerlendirme

Her bir yanıt için, optimum nokta doğrulama denemelerinden elde edilen ortalama sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi uygulanarak belirlenmiştir. Tek örnek *T* –testi SPSS 17.0.1 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir yanıt için tek örnek *T* –testi sonuçları Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. (Ekmek) Optimum noktada ortalama deneysel değerlerin modelden tahminlenen değerler ile karşılaştırılması

Yanıt	Tahminlenen Değer	Ortalama Deneysel Sonuç (±SS)	Fark	*p*-değeri
H	566,46	550,00±20,00	-16,46	0,289
GF	659,91	681,00 ±10,28	+21,09	0,071
DD	37,88	36,67±0,58	-1,21	0,068

H, GF ve DD değeri için doğrulama denemelerinden elde edilen sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında, istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.

4.4. Kek Örneklerine Ait Optimizasyon Sonuçları

Bölüm 3.2.1.'de YYM'na göre deneysel dizayn kısmında belirtilen koşullarda denemeler gerçekleştirilerek elde edilen Hacim (H), Gözenek faktörü (GF) ve Duyusal değerlendirme (DD) değerleri Tablo 4.6.'da verilmiştir (Kek örneklerine ait fotografları Ek9'da verilmiştir).

Tablo 4.6. Kek optimizasyonu için elde edilen H, GF ve DD değerleri

	Bağımsız Değişkenler			Yanıt 1	Yanıt 2	Yanıt 3
Uygulama	Siyez Oranı	Kabartma tozu Oranı	Yumurta Oranı	Hacim	Gözenek Faktörü	Duyusal Değerlendirme
1	79,73	8,18	36,08	440	307	24,23
2	50,00	5,50	45,00	540	511	35,08
3	100,00	5,50	45,00	560	402	27,69
4	50,00	5,50	45,00	590	492	33,23
5	20,27	2,82	36,08	590	752	28,31
6	50,00	5,50	45,00	560	385	32.08
7	79,73	2,82	36,08	590	517	32,39
8	50,00	5,50	45,00	580	474	32,62
9	79,73	8,18	53,92	480	366	24,92
10	0,00	5,50	45,00	690	633	28,85
11	50,00	5,50	45,00	560	404	34,54
12	20,27	8,18	53,92	640	637	35,15
13	79,73	2,82	53,92	520	662	29,77
14	20,27	8,18	36,08	610	311	33,00
15	50,00	1,00	45,00	430	675	22,85
16	50,00	10,00	45,00	510	338	21,54
17	50,00	5,50	60,00	560	496	33,62
18	20,27	2,82	53,92	560	725	30,69
19	50,00	5,50	30,00	550	350	31,69
20	50,00	5,50	45,00	550	369	31,08

Tablo 4.6.'daki veriler Design expert yazılımı tarafından analiz edilerek önerilen uygun fonksiyon belirlenmiştir. Bu belirleme yapılırken; H, GF ve DD değerleri için "Sequential Model Sum of Squares (Type I)" ve "Lack of fit" testleri yapılmış ve her bir fonksiyon için standart sapma (Standard deviation), R^2 (R-squared), düzeltilmiş R^2 (adjusted R squared) ve öngörülen R^2 (predicted R-squared) değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu değerler karşılaştırılarak en uygun fonksiyon yazılım programı tarafından belirlemiştir.

Tablo 4.7. (Kek) Optimizasyonun istatistiksel parametreleri**;** Model seçimi ve lack of fit testi için belirlenen p değerleri; model ve bağımsız değişken faktörler için belirlenen p değerleri (**a**), Quadratic ve Linear fonksiyon için varyans analiz sonuçları (**b**)

		p değerleri*		
		H	GF	DD
Model seçimi ve lack of fit testi	Quadratic	0.0004	0.1610	0.0005
	Lineer	0.0233	<0.0001	0.6729
	Cubic	0.1172	0.2846	0.7195
	Lack of fit	0.2395	0.2277	0.1590
Model ve bağımsız değişken faktörler	Model	0.0001	<0.0001	0.0020
	A-Siyez	<0.0001	0.0045	0.0386
	B-Kabartma tozu	0.2848	<0.0001	0.4374
	C-Yumurta	0.6692	0.0204	0.4520
	AB	0.0038	-	0.0031
	AC	0.7612	-	0.2850
	BC	0.0904	-	0.6024
	A^2	0.0049	-	0.0486
	B^2	0.0002	-	< 0.0001
	C^2	0.5918	-	0.5213

a

Yanıt	H	GF	DD
R^2	0,9266	0,7487	0,8712
Intercept	563,39	+490,30	33,02
A-Siyez, %	-46,76	-70,40	-1,30
B- Kabartma tozu, %	6,92	-117,29	-0,44
C- Yumurta, %	2,70	+54,81	0,43
AB	-30,00	-	-2,77
AC	2,50	-	-0,81
BC	15,00	-	0,38
A^2	21,45	-	-1,20
B^2	-33,36	-	-3,34
C^2	-3,30		0,35

b

* $p<0.05$ istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir
**H: Hacim; GF: Gözenek faktörü; DD: Duyusal değerlendirme

Önerilen fonksiyonların hangisinin en iyi modelleme yaptığı ANOVA tabloları ayrı ayrı çıkarılıp karşılaştırılarak belirlenmiştir (Ek13, Ek14, Ek15). En iyi modellemeyi yapan fonksiyon seçilirken;

• Model; önemli (significant),
• Lack of fit; önemli değil (not significant),
• Bütün model terimleri; "Değerler (Prob>F) <0,05",
• R^2; ~1,
• Düzeltilmiş R^2; ~1,
• Tahminlenen R^2; ~1,
• Varyasyon katsayısı (C.V%) minumum olması göz önünde bulundurulmuştur.

Görüldüğü gibi program tarafından model önerilirken en düşük *p* değerine sahip olması ve önem düzeyi $p<0,05$ öngörülmüş, "lack of fit" değelerinin ise önemsiz yani p>0,05 olması öngörülmüştür. Tablo 4.7. (a)'da görüldüğü gibi bu çalışma için tabloda verilen modeller geçerli, "lack of fit" değerleri uygun ve "Prob>F>0,050" değerine sahip parametreler önemsizdir.

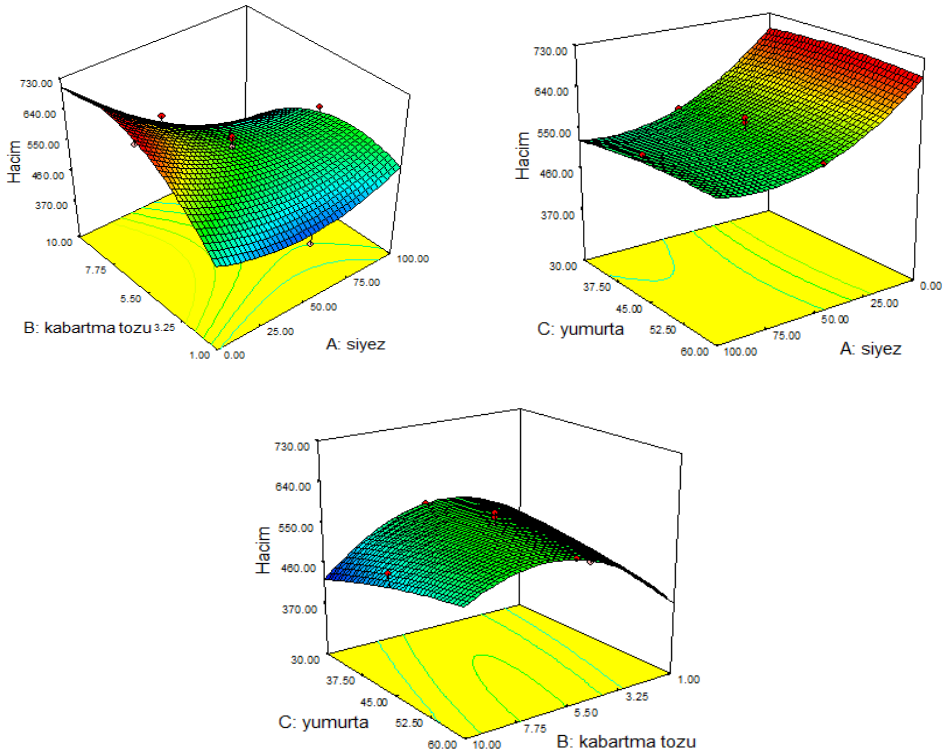
"Hacim (H)" için belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek3'de görüldüğü gibi Hacim için; "cubic" polinomda "alias" gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; "lack of fit", "Düzeltilmiş R^2", "Öngörülen R^2" değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.7. (a)'da görüldüğü gibi hacim için Quadratic (2.dereceden) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir ($p<0,05$). Bu nedenle çalışmamızda Hacim için Quadratic fonksiyon kullanılmıştır.

"Gözenek Faktörü (GF)" belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek4'de görüldüğü gibi GF için; "cubic" polinomda "alias" gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; "lack of fit", "Düzeltilmiş R^2", "Öngörülen R^2" değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.7. (a)'da görüldüğü gibi GF için Lineer (doğrusal) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir ($p<0,05$). Bu nedenle çalışmamızda GF için Lineer fonksiyon kullanılmıştır.

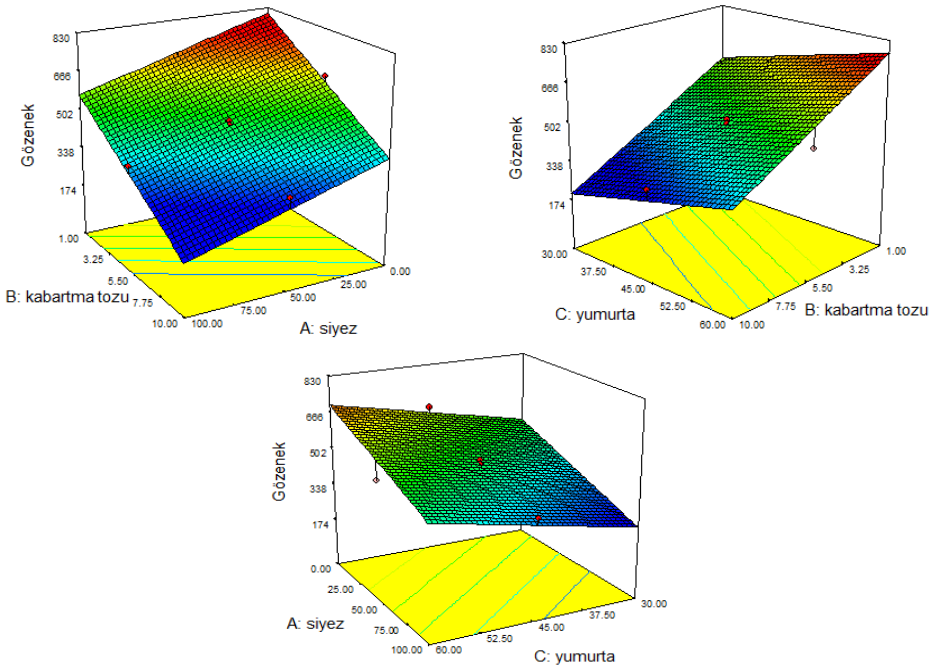
“Duyusal Değerlendirme (DD)” belirlenen veriler program tarafından analiz edilerek her bir fonksiyon (Quadratic, lineer ve Cubic) için istatiksel parametreler hesaplatılmıştır. Ek4’de görüldüğü gibi DD için; “cubic” polinomda “alias” gözlenmiştir. Kullanılan diğer fonkksiyonlar; “lack of fit”, “Düzeltilmiş R^2”, “Öngörülen R^2” değerleri açısından karşılaştırıldığında; Tablo 4.7. (a)’da görüldüğü gibi DD için Quadratic (2.dereceden) fonksiyon yazılım tarafından önerilmiştir (p<0,05). Bu nedenle çalışmamızda DD için Quadratic fonksiyon kullanılmıştır.

Daha sonra, önerilen fonksiyona göre her bir yanıt için model ve bağımsız faktörlerin önem düzeyleri (p<0,05) değerlendirilmiştir. Tablo 4.7. (b)’de program tarafından belirlenen verilere göre Modeli oluşturan faktörlerden bazılarının p>0,05 yani önemsiz olduğu görülmektedir.

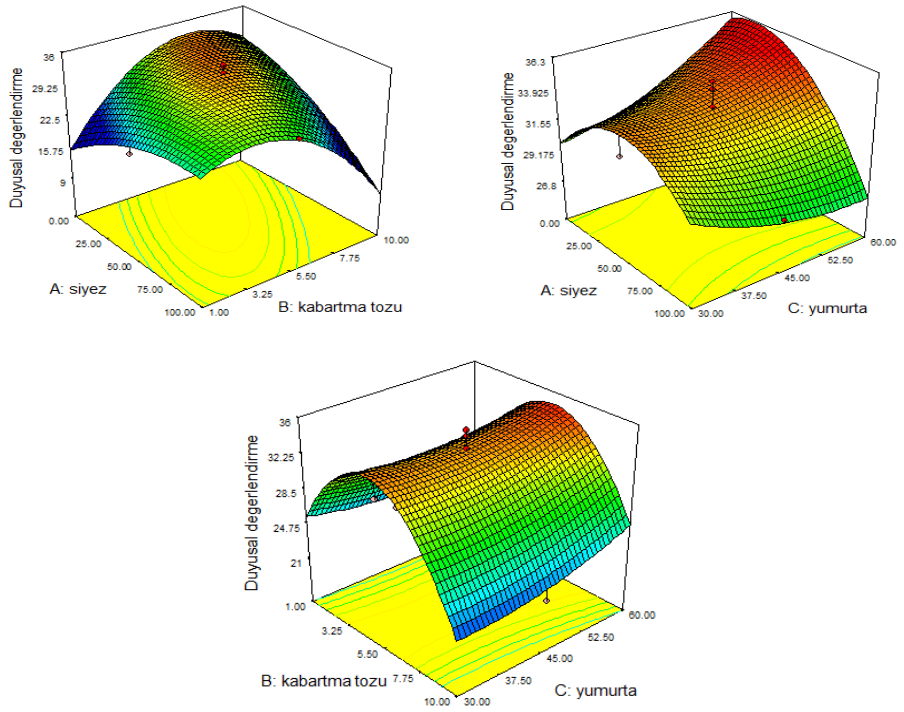
Sistemi modelleyen en iyi fonksiyonlar belirlendikten sonra üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri, yazılım programı aracılığıyla elde edilmiştir (Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8.)



Şekil 4.6. Bağımsız değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) kullanım oranı parametrelerinin kek Hacim’ine etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri



Şekil 4.7. Bağımsız değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) kullanım oranı parametrelerinin kek Gözenek faktörüne etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri

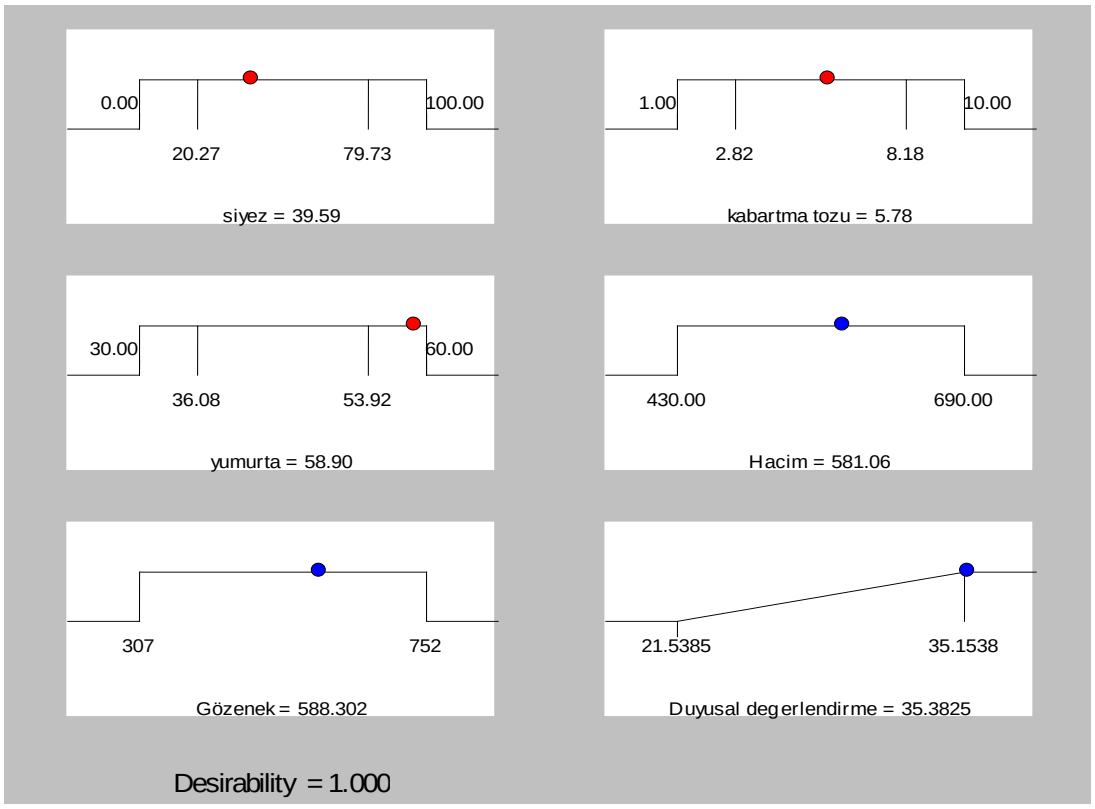


Şekil 4.8. Bağımsız değişkenlerin (siyez, kabartma tozu, yumurta) kullanım oranı parametrelerinin kek Duyusal Değerlendirmesine etkisini gösteren yüzey yanıt grafikleri

Desing Expert; “Numerical (sayısal optimizasyon), graphical optimization (grafik optimizasyonu) ve point prediction (nokta tahmini)” olmak üzere üç farklı optimizasyon gerçekleştirebilen bir programdır. Optimizasyonun amacı; istenilen cevabın elde edilmesini sağlayacak parametrelerin kesin değerlerinin belirlenmesini sağlamaktır. Bu çalışmada sayısal optimizasyon (numerical optimization) kullanılmış ve optimizasyon kriterleri olarak;

Siyez kullanım oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Maya kullanım oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Su oranı; in range (kullanılan aralıkta)
Hacim; in range (belirlenen aralıkta)
Gözenek faktörü; in range (belirlenen aralıkta)
Duyusal değerlendirme; Max.;

Olarak seçilerek çözümler istenmiştir. Program tarafından tüm yanıtlar (Hacim, Gözenek Faktörü ve Duyusal Değerlendirme) değerleri bir arada değerlendirilmiş, “İstenirliği=1” (Desirability=1) olan yirmi üç çözümden (Ek16) birinci çözüm program tarafından önerilmiş ve kullanılmasına karar verilmiştir. Bu çözüme ait rampa grafikleri Şekil 4.9.’da verilmiştir.

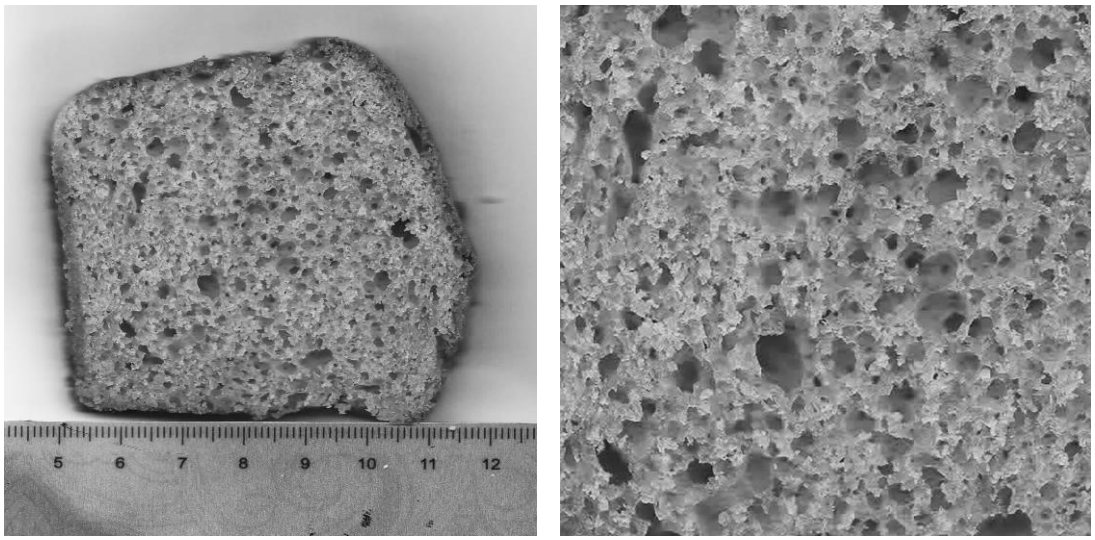


Şekil 4.9. Kek optimizasyonu sonucu 1.çözümün rampa grafikleri

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi optimizasyon sonucu siyez kullanım oranı %39,59; kabartma tozu kullanım oranı %5,78 ve yumurta kullanım oranı da %58,9 olarak belirlenmiştir.

4.5. Kek Optimizasyon Sonuçlarının Deneysel Doğrulaması

Optimizasyon neticesinde önerilen %39,59 siyez, %5,78 kabartma tozu ve %58,9 yumurta kullanım değerleri ile kek üretimi gerçekleştirilmiştir. Optimiza kek örneğine ait H, GF ve DD sonuçları belirlenmiştir. Tespit edilen sonuçlar Şekil 4.10. ve Tablo 4.8.'de verilmiştir



Şekil 4.10. Tarama ve ölçeklendirme yapılmış doğrulama kek numunesi görüntüsü

Tablo 4.8. (Kek) Optimum nokta doğrulama deneme sonuçları

Deneme No	Siyez	Kabartma tozu	Yumurta	H	GF	DD
1	39,59	5,78	58,9	540	520	37
2	39,59	5,78	58,9	500	524	39
3	39,59	5,78	58,9	540	560	37
Ortalama				526,67	534,66	38,33
Modelden Tahminlenen				581,06	588,30	35,38

H: Hacim
GF: Gözenek Faktörü
DD: Duyusal değerlendirme

Her bir yanıt için, optimum nokta doğrulama denemelerinden elde edilen ortalama sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi uygulanarak belirlenmiştir. Tek örnek *T* –testi SPSS 17.0.1 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir yanıt için tek örnek *T* –testi sonuçları Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. (Kek) Optimum noktada ortalama deneysel değerlerin modelden tahminlenen değerler ile karşılaştırılması

Yanıt	Tahminlenen Değer	Ortalama Deneysel Sonuç (±SS)	Fark	*p*-değeri
H	581,06	526,67±23,09	-54,39	0,055
GF	588,30	534,66±22,37	-53,70	0,053
DD	35,38	37,67±1,16	+2,29	0,075

H, GF ve DD değeri için doğrulama denemelerinden elde edilen sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında, istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı *(p>0,05)* belirlenmiştir.

4.6. Optimizasyon sonrası optimize ve kontrol örneklerinin karşılaştırılması

4.6.1. Pişme sonrası ekmek ve kek fizikokimyasal kalite özellikleri

Formül optimizasyonları sonucunda elde edilen Optimize Ekmek (OE) ve Optimize Kek (OK)'ler siyez unsuz Kontrol Ekmek (KE) ve Kontrol Kek (KK) örneklerine göre, fizikokimyasal kalite özellikleri açısından karşılaştırılarak siyez unu kullanımının bazı kalite niteliklerine etkileri belirlenmiştir.

Optimizasyon sonucu ekmek için belirlenmiş %65,12 siyez, %1,49 maya ve %55,03 su ile optimize kek için belirlenmiş %39,59 siyez, %5,78 kabartma tozu ve %58,9 yumurta kullanım oranlarına göre Tablo 4.10.' daki laboratuvar çalışmasında kullanılan optimize ve kontrol ürün formülleri oluşturulmuştur.

Tablo 4.10. Laboratuvar Çalışmasında kullanılan ekmek ve kek formülleri

Ekmek	Un (g)	Siyez unu (g)	Su (g)	Tuz (g)	Maya (g)	Toplam (g)
Optimize	69,76	130,24	110,06	3	2,98	316,04
Kontrol	200	0	110,06	3	2,98	316,04

Kek	Un (g)	Siyez unu (g)	Süt (g)	Şeker (g)	Yağ (g)	Kabartma tozu (g)	Yumurta (g)
Optimize	60,41	39,59	45	60	40	5,78	58,9
Kontrol	100	0	45	60	40	5,78	58,9

Tablo 4.11. Ekmek (a) ve Kek (b) örneklerine ait bazı fizikokimyasal özellikler

		OE	KE	*p* değeri
Protein (%)		10,39±0,18	7,82±0,45	0,045
Kül (%)		1,47±0,05	0,89±0,06	0,036
Yağ (%)		0,61±0,03	0,55±0,05	0,295
Rutubet (%)		37,18±0,70	36,35±0,88	0,711
Karbohidrat (%)		50,35±0,24	54,39±0,36	0,019
pH		5,25±0,15	5,58±0,18	0,032
Titrasyon asitliği (%)		7,69±0,53	2,22±0,52	0,044
İnhibisyon (%)		33,17±1,34	17,54±1,07	0,038
Ağırlık (g)		285,67±4,16	281,00±1,13	0,192
Hacim (cm^3)		550,00±20,00	565,00±5,00	0,478
Spesifik hacim (mL/g)		1,93±0,07	1,99±0,02	0,245
Kabuk kalınlığı (mm)		1,21±0,48	1,45±0,93	0,113
Hamur verimi (%)		91,40±0,52	92,97±0,13	0,204
Ağırlık kaybı (%)		8,60±0,09	7,02±0,11	0,036
Renk	*L** (R)	44,54 (134,5) ±2,70	69,01 (181,9) ±5,02	0,000
	*a** (G)	10,40 (98,3) ±1,79	0,47 (167,2) ±0,30	0,000
	*b** (B)	26,80 (61,1) ±2,24	18,02 (136,4) ±2,96	0,000

(a)

Tablo 4.11.'in devamı

		OK	KK	*p* değeri
Protein (%)		6,13±0,33	5,24±0,52	0,226
Kül (%)		1,86±0,15	1,77±0,02	0,538
Yağ (%)		14,68±0,09	14,25±0,05	0,131
Rutubet (%)		29,31±0,93	27,89±0,81	0,369
Karbohidrat (%)		48,01±0,39	50,85±0,35	0,087
pH		7,30±0,27	8,00±0,08	0,013
Titrasyon asitliği (%)		1,82±0,09	2,31±0,55	0,083
İnhibisyon (%)		32,03±0,24	23,98±1,55	0,013
Ağırlık (g)		247,00±3,61	248,02±1,00	0,678
Hacim (cm^3)		526,67±23,09	630,00±12,00	0,016
Spesifik hacim (mL/g)		2,13±0,48	2,54±0,02	0,011
Kabuk kalınlığı (mm)		1,81±0,39	2,75±0,55	0,000
Hamur verimi (%)		87,07±0,12	87,02±0,00	0,535
Ağırlık kaybı (%)		12,93±0,12	12,98±0,02	0,535
Renk	*L** (R)	46,20 (135,2) ±3,86	66,28 (179,00) ±4,50	0,000
	a (G)*	6,32 (104,1) ±1,95	0,48 (159,38) ±1,08	0,000
	b (B)*	27,17 (64,2) ±2,43	26,40 (113,88) ±1,52	0,346

(b)

p<0.05 istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir

Optimizasyonu yapılan ekmek ve kek örneklerinde protein (%), kül (%), yağ (%), rutubet (%), karbonhidrat (%), ağırlık (g), hacim (cm^3), spesifik hacim (mL/g), kabuk kalınlığı (nm), hamur verimi (%), ağırlık kaybı (%) ve renk (L^*, a^*, b^*) değerleri tespit edilmiş ve sonuçlar tablo 4.11'de verilmiş, aralarındaki farklılıklar istatistiki önem (p<0,05) düzeyinde belirtilmiştir. Siyez buğdayı ile yapılan çalışmalarda siyez buğdayının yüksek protein, karatenoid ve yağ içeriğine sahip olduğu, ayrıca ekmeklik buğdaya göre daha fazla lutein içerdiği belirlenmiştir (Sharma vd., 1981; Strehlow vd., 1991; Strehlow vd., 1994; Abdel-Aal vd., 2002; Pagnotta vd., 2005). Şanal, (2019)'un Siyezli ürünlerde yapmış olduğu çalışmalarda da Siyez unundaki Karbonhidrat değeri daha düşük iken protein oranının daha yüksek olduğu tespit

edilmiştir. Yapmış olduğumuz tez çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlar literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir. Siyez unu (%65,12) ve normal ekmeklik buğday unu (%34,88) paçal yapılarak üretilen OE'in protein (%10,39±0,18), kül (%1,47±0,05), yağ (%0,61±0,03), KE' de ise protein (%7,82±0,45), kül (%0,89±0,06), yağ (%0,55±0,05) değerleri tespit edilmiştir. OE 'in protein, yağ ve kül sonuçları KE'den daha yüksek bulunmuş, protein ve kül sonuçlarında istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). OE 'in rutubet değeri (%37,18±0,70) KE'in rutubet değeri (%36,35±0,88) olarak tespit edilmiş, sonuçlar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,05). OE'in karbonhidrat değeri (%50,35±0,24) KE'in karbonhidrat değerine göre (%54,39±0,36) daha düşük tespit edilmiş, elde edilen sonuçlarda istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir. (p<0,05). OE'in pH değeri (5,25±0,15) titrasyon asitliği (%7,69±0,53) dir. KE' pH değeri (5,58±0,18) titrasyon asitliği (%2,22±0,52) olarak tespit edilmiştir. Sonuçlarda istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir. (p<0,05). Elde edilen sonuçlara göre OE'deki % titrasyon asitliğinin KE'e oranla yüksek olmasının sebebinin kullanılan siyez buğdayı asitliğinin normal ekmeklik buğday ununa kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2014). OE'in % inhibisyonu (33,17±1,34) KE'in % inhibisyonu (17,54±1,07) dir. OK'in % inhibisyonu (32,03±0,24) KK'in % inhibisyonu (23,98±1,55) dir. Elde edilen sonuçlara göre OE ve OK 'in % inhibisyon değerleri KE ve KK'ne göre daha yüksek bulunmuş, %inhibisyon sonuçlarında istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Bilgiçli vd. (2006) yapmış olduğu bir çalışmada buğday ununa kepek ilave ederek tarhana örneklerinin antioksidan kapasitesini artırdığını belirtmişlerdir. Tez çalışmamızda OE ve OK üretiminde kullanmış olduğumuz Siyez buğdayı ununun normal ekmeklik buğday ununa kıyasla çok daha yüksek oranda kepek içerdiği ve antioksidan aktivitesinin daha fazla olduğu bilinmektedir. OE ve OK'in KE ve KK'e göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması hammadde kaynaklı olduğu düşünülmektedir. OE'in ağırlığı (285,67±4,16), ağırlık kaybı (%8,60±0,09), hacim (550,00 cm^3), Spesifik hacim (1,93±0,07), kabuk kalınlığı (1,21±0,48), hamur verimi (91,40±0,52), KE'in ağırlığı (281,00±1,13) ve ağırlık kaybı (%7,02±0,11), hacim (565,00 cm^3), Spesifik hacim (1,99±0,02), kabuk kalınlığı (1,45±0,93), hamur verimi (92,97±0,13)'dir. Elde edilen sonuçlara göre ağırlık kaybı değerleri arasında istatistiki açıdan önemli fark olduğu tespit edilmiş

(p<0,05), ağırlık, hacim, spesifik hacim, kabuk kalınlığı ve hamur verimi değerleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Elde edilen verilere istinaden OE'in KE'e kıyasla daha az kabaran, ağırlığı daha yüksek olan daha ince kabuklu bir ekmek çeşidi olduğu gözlemlenmiştir.

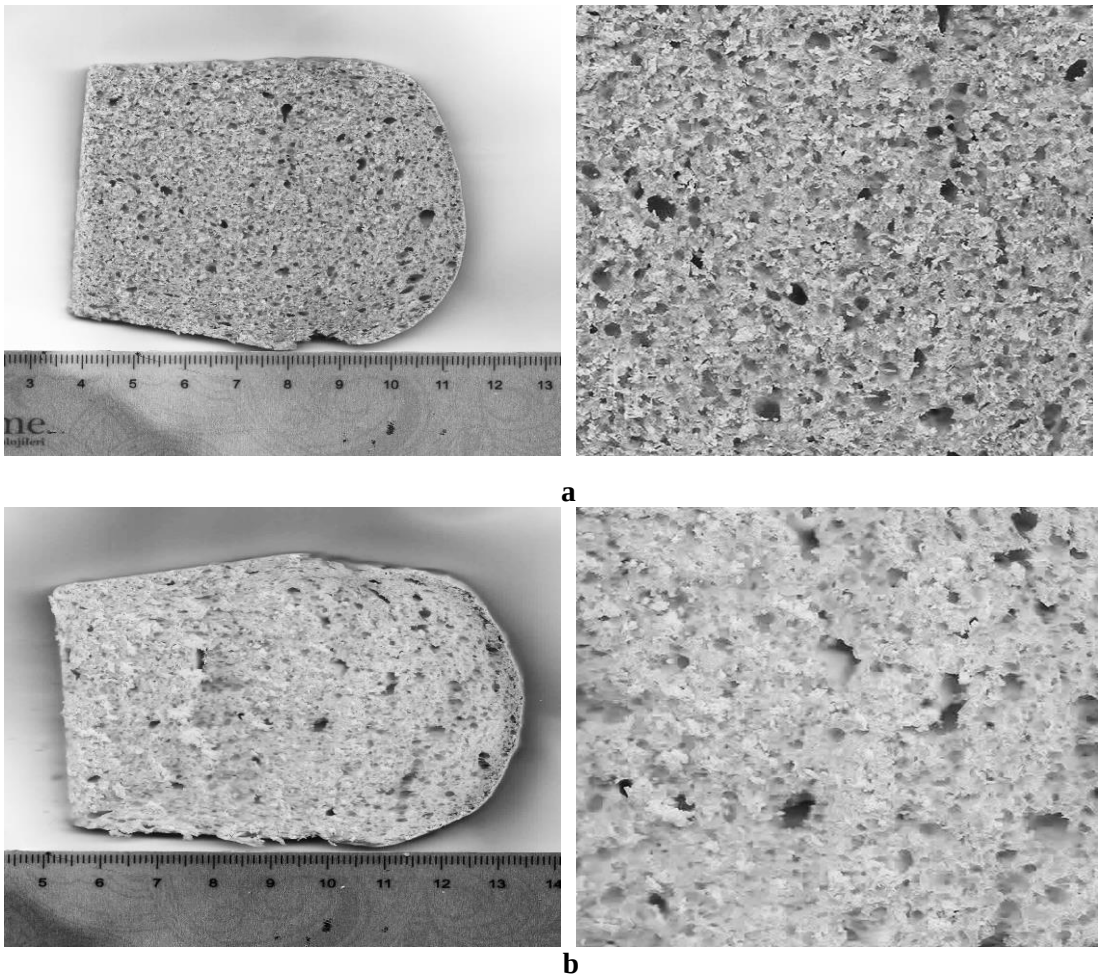
OE ve KE'in renk değerleri (parlaklık L^*, kırmızılık a^*, sarılık b^*) ölçülmüş, sonuçlar şu şekilde tespit edilmiştir. OE'in renk değerleri L^* (44,54), a^* (10,40), b^* (26,80), KE'in renk değerleri L^* (69,01), a^* (0,47), b^* (18,02) dir. Elde edilen sonuçlarda istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05). OE'nin KE'den daha koyu renkli daha esmerimsi bir ekmek olduğu gözlemlenmiş, bunun siyez ununda bulunan kepek oranının daha fazla olmasından kaynaklanan renk koyuluğu olduğu tahmin edilmiştir (Erdemir, 2015).

Siyez unu (%39,59) ve normal ekmeklik buğday unu (%60,41) paçal edilerek üretilen OK ve normal ekmeklik buğday unu (%100) ile üretilen KK'in analiz sonuçları birbiri ile kıyaslanmış, şu veriler elde edilmiştir. OK'in protein (%6,13±0,33), kül (%1,86±0,15), yağ (%14,68±0,09), KK'in ise protein (%5,24±0,52), kül (%1,77±0,02), yağ (%14,25±0,05) değerleri tespit edilmiş, değerleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05). OK'in KK'ne kıyasla protein ve kül oranının daha yüksek olma sebebinin yapımda kullanılan siyez ununun protein oranı ve kepek miktarının normal ekmeklik buğday unundan daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Pagnotta vd., 2005; Sharma vd.,1981; Strehlow vd., 1991; Strehlow vd.,1994; Abdel-Aal vd., 2002). OK'in rutubeti (%29,31±0,93) KK'in rutubet değeri ise (%27,89±0,81) ölçülmüş, değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Üretimde kullanılan siyez ununun rutubet değeri (10,23±0,00), normal ekmeklik buğday unununun rutubet değeri (9,92±0,17) tespit edilmiştir. OK'in KK'e göre rutubet değerinin yüksek olmasının sebebi hammaddeden (un) kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. OK'in karbonhidrat değeri (48,01±0,39) KK'in karbonhidrat değeri ise (50,85±0,35) olarak tespit edilmiş olup, değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05). OK'in pH değeri (7,30±0,27), titrasyon aitliği (%1,82±0,09), KK'in pH değeri (8,00±0,08), titrasyon aitliği (%2,31±0,55)'dir. Tespit edilen değerler arasındaki fark pH açısından önemli

(p<0,05), titrasyon açısından önemsiz bulunmuştur (p>0,05). OK'in ağırlığı (247,00±3,61), hacmi (526,67 cm^3), spesifik hacmi (2,13±0,48), kabuk kalınlığı (1,81±0,39), hamur verimi (%87,07±0,12), ağırlık kaybı (%12,93±0,12), KK'in ağırlığı (248,02±1,00), hacmi (630,00 cm^3), spesifik hacmi (2,54±0,02), kabuk kalınlığı (2,75±0,55), hamur verimi (%87,02±0,00), ağırlık kaybı (%12,98±0,02) olarak tespit edilmiştir. Ağırlık kaybı (%), hamur verimi (%) ve ağırlık (g) değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunurken (p>0,05), hacim (cm^3), spesifik hacim (mL/g) ve kabuk kalınlığı(mm) değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). OK ve KK'in renk değerleri (parlaklık L^*, kırmızılık a^*, sarılık b^*) ölçülmüş, sonuçlar şu şekilde tespit edilmiştir. OK'in renk değerleri L^* (46,20 (135,2) ±3,86), a^* (6,32 (104,1) ±1,95), b^* (27,17 (64,2) ±2,43), KK'in renk değerleri L^* (66,28 (179,00) ±4,50), a^* (0,48 (159,38) ±1,08), b^* (26,40 (113,88) ±1,52) dir. L^* ve a^* değerleri arasındaki fark istatiski açıdan önemli olduğu (p<0,05), b^* değeri arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemsiz olduğu (p>0,05) belirlenmiştir. Bu sonuçlara istinaden OK'in KK'e kıyasla daha küçük yapılı daha az kabaran, daha hafif ve daha koyu renkli kızarmış görünüme sahip bir kek olduğu gözlemlenmiştir. Bulut, (2012)'nin yapmış olduğu bir çalışmada fırıncılık ürünlerindeki hacim artışının kullanılan undaki protein ve glüten miktarı ve kalitesiyle ilişkili olduğu, undaki protein miktarının ve glüten kalitesinin yüksek olması durumunda mayalanma sırasında oluşan CO_2' in hamur içinde tutularak ürünün daha fazla kabarıp yüksek hacimli olmasına sebep olduğu belirlenmiştir. T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Kastamonu İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, (2016)'nün yapmış olduğu bir çalışmada siyez buğdayı unununun normal ekmeklik buğday ununa kıyasla protein miktarı çok olmasına rağmen glüten indexinin (kuvvet) ve hamur su tutma kapasitesinin daha düşük olduğu belirlenmiş, bu sebep ile siyez unu ile yapılan fırıncılık ürünlerinin hacimleri daha düşük olduğu, OE ve OK'in hacimlerindeki azlığın bu sebepten kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

4.6.2. Gözenek analizi

Optimize (OE) ve kontrol (KE) ekmeklerine ait gözenek analizi görüntüleri Şekil 4.11.'de sonuçlar da Tablo 4.12.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Tarama ve ölçeklendirme yapılmış optimize (a) ve kontrol (b) ekmeği görüntüsü

OE ve KE'in gözenek analizleri yapılmış ve gözenek alanlarına göre dağılımları Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Ekmek örneklerine ait gözenek analiz sonuçları

	KE			OE		
Gözenek sınıflandırması	Gözenek sayısı (GS) (adet)	Faktör katsayısı (FK)	GSxFK	Gözenek sayısı (GS) (adet)	Faktör katsayısı (FK)	GSxFK
Sınıf 1 = 0,05–0,49 mm^2	456	1	456	533	1	533
Sınıf 2 = 0,50–0,99 mm^2	100	0,8	80	86	0,8	68,8
Sınıf 3 = 1,00–4,99 mm^2	102	0,6	61,2	116	0,6	69,6
Sınıf 4 = 5,00–49,99 mm^2	18	0,4	7,2	24	0,4	9,6
Sınıf 5 = >50 mm^2	0	0,2	0	0	0,2	0
Toplam	676		**604,4**	759		**681,00**

OE'in birim alandaki toplam gözenek sayısı KE'e göre daha yüksek bulunmuştur. Buna bağlı olarak OE'in GF'de KE'den daha büyüktür. Sınıflara göre gözenek dağılımları incelendiğinde özellikle 1.Sınıfı oluşturan en küçük alanlı ve 0,05–0,49 mm^2 alana sahip gözeneklerin toplam sayısının OE'de (533) KE'den (456) çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

OE ve KE için elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi (SPSS 17.0.1) uygulanarak belirlenmiştir (Tablo 4.13).

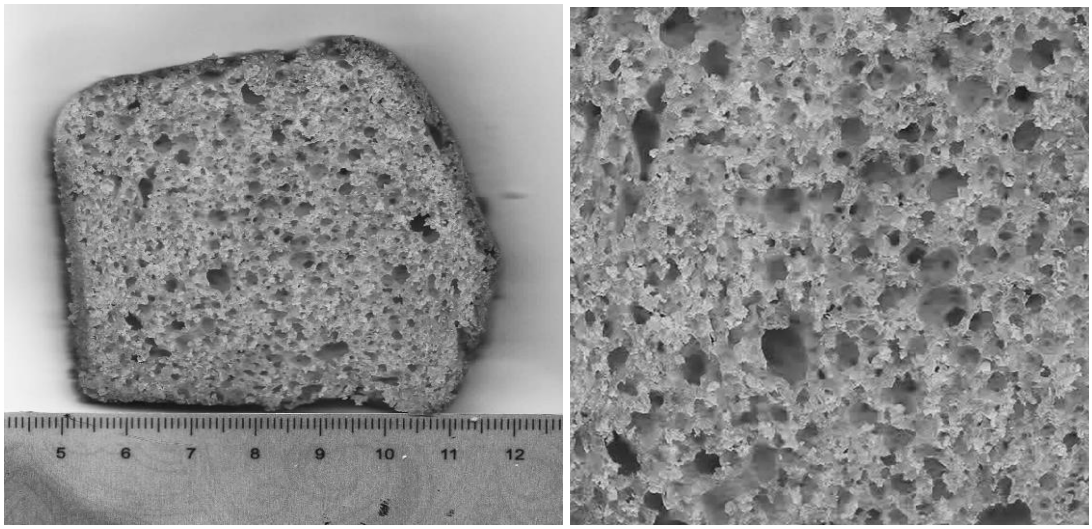
Tablo 4.13. Optimize ve kontrol ekmeğe ait GF değerlerinin istatistikî karşılaştırılması

Yanıt	Optimize ekmek (O±SS)	Kontrol ekmek	Fark	*p*-değeri
GF	681,0 ±10,28	604,4	+76,60	0,000

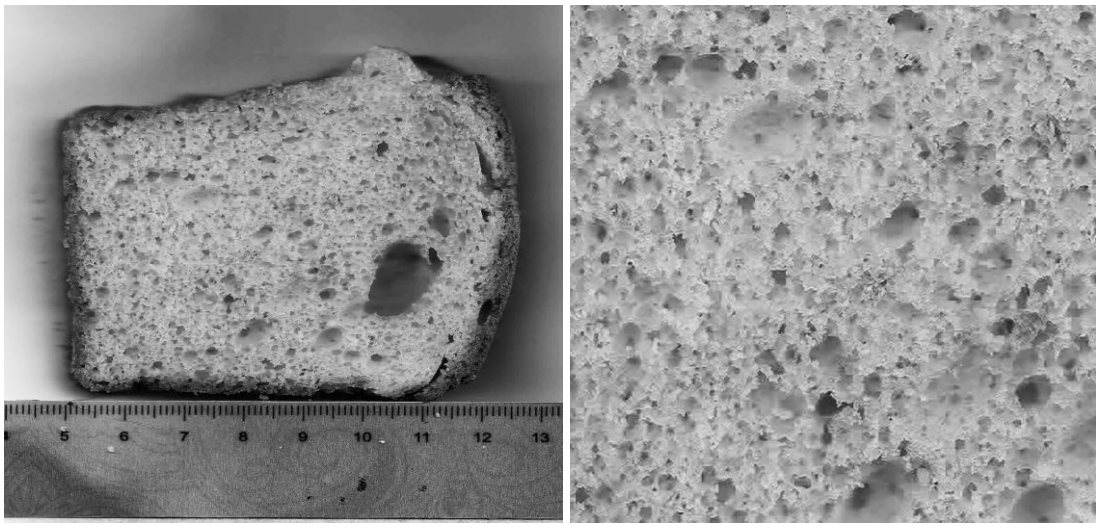
GF: Gözenek Faktörü

Gözenek faktörü değeri için optimize ve kontrol ekmeği için belirlenen sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli *(p<0,05)* bulunmuştur.

Optimize (OK) ve kontrol (KK) keklerine ait gözenek analizi görüntüleri Şekil 4.12.'de sonuçlar da Tablo 4.14.'de verilmiştir.



a



b

Şekil 4.12. Tarama ve ölçeklendirme yapılmış optimize (a) ve kontrol (b) kek örnek görüntüsü

OK ve KK'in gözenek analizleri yapılmış ve gözenek alanlarına göre dağılımları Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Kek örneklerine ait gözenek analiz sonuçları

	KK			OK		
Gözenek sınıflandırması	Gözenek sayısı (GS) (adet)	Faktör katsayısı (FK)	GSxFK	Gözenek sayısı (GS) (adet)	Faktör katsayısı (FK)	GSxFK
Sınıf 1 = 0,05–0,49 mm^2	510	1	510	430	1	430
Sınıf 2 = 0,50–0,99 mm^2	87	0,8	69,6	32	0,8	25,6
Sınıf 3 = 1,00–4,99 mm^2	109	0,6	65,4	95	0,6	57,0
Sınıf 4 = 5,00–49,99 mm^2	19	0,4	7,6	55	0,4	22,0
Sınıf 5 = >50 mm^2	0	0,2	0	0	0,2	0
Toplam	725		**652,6**	612		**534,6**

KK'in birim alandaki toplam gözenek sayısı OK'e göre daha yüksek bulunmuştur. Buna bağlı olarak KK'in GF'de OK'den daha büyüktür. Sınıflara göre gözenek dağılımları incelendiğinde özellikle 1.Sınıfı oluşturan en küçük alanlı ve 0,05–0,49 mm^2 alana sahip gözeneklerin toplam sayısının KK'de (510) OK'den (430) çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

OK ve KK için elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi (SPSS 17.0.1) uygulanarak belirlenmiştir (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. Optimize ve kontrol keke ait GF değerlerinin istatistikî karşılaştırılması

Yanıt	Optimize kek (O±SS)	Kontrol kek	Fark	*p*-değeri
GF	534,66±22,37	652,6	-117,94	0,012

GF: Gözenek Faktörü

Gözenek faktörü değeri için optimize ve kontrol kek numunesi için belirlenen sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli *(p<0,05)* bulunmuştur.

4.6.3. Mineral madde içeriği

Ekmek örneklerine ait mineral madde içerikleri Tablo 4.16.'da verilmiştir. Ekmeklerin yalnızca Se içeriğindeki farklılık istatistiki olarak önemli (*p*>0,05) bulunmazken, diğer tüm mineraller arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (*p*<0,05) bulunmuştur. Siyez unu ilaveli optimize ekmekteki Na hariç diğer tüm elementlerin miktarları önemli düzeyde kontrol ekmeğinden daha yüksek düzeydedir.

Tablo 4.16. Ekmek örneklerine ait mineral madde içerikleri

Ekmek	Mg (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	P (ppm)
KE	2609,4±42,3	4411,4±90,6	1144,4±10,7	234,1±2,7	523,3±9,7
OE	4558,8±10,8	4149,1±0,8	1733,3±6,3	467,3±2,5	1042,8±3,2
p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ekmek	Fe (ppb)	Mn (ppb)	Se (ppb)	Zn (ppb)	Si (ppb)
KE	7838,5±143,6	3650,1±143,6	887,2±56,7	4407,2±90,2	< 0,030
OE	30871,1±164,9	12824,6±47,4	905,4±11,4	11707,6±48,7	0,470±0,005
p değeri	0,000	0,000	0,108	0,000	0,000

KE: Kontrol ekmek, OE: Optimize ekmek,
p<0,05: Veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğunu göstermektedir.

OE'de en yüksek bulunan elementler sırasıyla Mg, K, P, Ca, Fe, Mn, Zn, Si ve Se'dur. KE'de ise Na'dir. KE'de Si elementi tesbit edilemezken, OE'de 0,470 ppb düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Kek örneklerine ait mineral madde içerikleri Tablo 4.17.'de verilmiştir. Kek örneklerinde de ekmek örneklerinde olduğu yalnızca Se içeriğindeki farklılık istatistiki olarak önemli (p>0,05) bulunmazken, diğer tüm mineraller arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Siyez unu ilaveli optimize kekteki tüm elementlerin miktarları önemli düzeyde kontrol kek örneğindekinden daha yüksek düzeydedir.

Tablo 4.17. Kek örneklerine ait mineral madde içerikleri

Kek	Mg (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	P (ppm)
KK	1580,4±4,3	4455,3±10,5	947,3±8,7	448,3±1,5	1967,3±6,8
OK	3267,6±19,9	5951,9±48,6	1899,2±16,7	599,3±7,6	2806,6±18,2
p değeri	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000

Kek	Fe (ppb)	Mn (ppb)	Se (ppb)	Zn (ppb)	Si (ppb)
KK	8322,8±4,8	1773,6±3,5	1000,2±17,1	3632,0±10,3	< 0,030
OK	18849,6±160,5	6137,2±55,7	842,8±92,0	7159,5±77,6	0,284±0,012
p değeri	0,000	0,000	0,098	0,000	0,001

KK: Kontrol kek, OK: Optimize kek,
p<0,05: Veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğunu göstermektedir.

OK'de en yüksek bulunan elementler sırasıyla Na, Mg, P, K, Ca, Fe, Zn, Mn'dur. KK'de ise Se'dur. Ayrıca KK'de Si elementi tesbit edilemezken, OK'de 0,284 ppb düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Siyez buğdayının durum buğdayı ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, tüm mineral madde düzeyleri açısından siyez buğdayının önemli düzeyde yüksek olduğu tesit edilmiştir. Özellikle Fe ve Zn miktarlarının durum buğdayına göre 3 ile 4 kat kadar

yüksek olduğu belirlenmiştir (Hendek Ertop, 2019). Ayrıca kontrol numunelerinde Si bulunmazken optimum numunelerde Si elementi tespit edilmiş, buda ürünlere fonksiyonel özellik kazandırmıştır. Si mineralinin gıdalarda az bulunur olması ve Si elementinin insan sağlığı açısından kemik, cilt, saç ve tırnak yapısını güçlendirmesi, alzhemier hastalığı ve nörolojik hastalılara karşı olumlu etkilerinin olması, bitki gelişimi hızlandırması ve zararlılarla olan mücadelede koruma sağlaması optimum ürünleri fonksiyonel açıdan değerli hale getirmiştir (Horuz, 2016; URL-4, 2019). Bu tez çalışmasında da siyez buğdayı kullanımı nihai ürün mineral madde düzeylerini zenginleştirmiştir. Bu durumun, siyez buğdayının una işlenmesi sırasında morflojik olarak kepek ve özellikle de minerallerce zengin aleuron tabakasının endosperm tabakasına morfolojik olarak sıkı bağlanması ve tam ayrıştırılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Üretilen tüm numunelerde tespit edilen Se mineralinin de vücut bağışıklık sistemi için çok önemli bir rolü olduğu, virüs ve kanserle savaşan hücreleri güçlendirdiği, doku esnekliğini arttırarak kalp damar sağlığının korunmasına yardımcı olduğu bilinmektedir (URL-7, 2020). Se mineralinin eksikliği kas zayıflığı, kalp damar hastalıkları, çocuklarda gelişim yavaşlığı, erken yaşlanma, zeka geriliği, kısırlık gibi bir çok olumsuz sağlık problemlerine sebep olduğu için tahıl ve tahıl ürünleri tüketiminin önemini göz önüne sermektedir (URL-7, 2020).

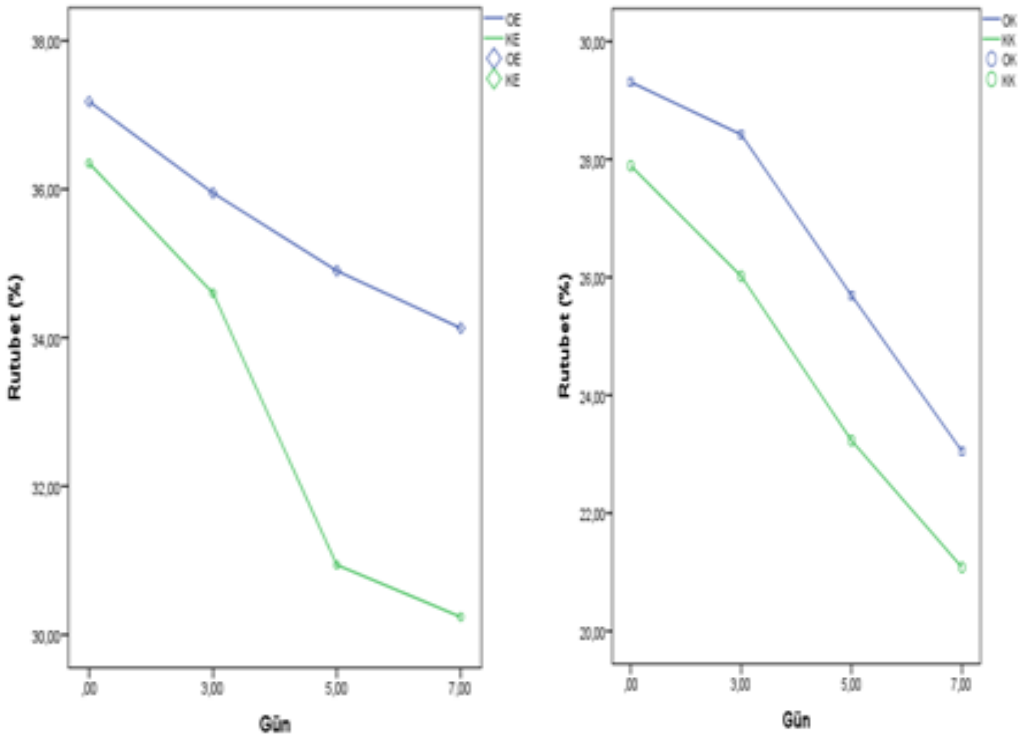
Mineral maddeler hayvansal ve bitkisel besinlerin yakılması sonucu külde kalan maddelerdir. Hayvansal organizmanın fonksiyonlarını sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesi yani yaşamını sürdürebilmesi için, besin maddeleri, su ve vitaminler yanında minerallere de gereksinimi vardır. Bazı mineraller, vitaminler ve hormonlar kadar vücut fonksiyonları yönünden önemlidir. İnsanlar mineral madde ihtiyacını bitkisel ve hayvansal gıdaları tüketerek karşılarlar (Zengin, 2015). Siyez unu ile takviye yapılarak üretilen ürünler tansiyon hastalarında kan basıncının kontrol altında tutulması için önerilen besin lifi, potasyum, magnezyum, folik asit, demir, silisyum ve selenyum mineralleri bakımından zengin olduğundan tansiyonun düşürülmesinde, saç dökülmesini yavaşlatmada, cilt ve tırnak yapısını iyileştirmede ve kemik ve eklem yapısını esnekleştirerek güçlendirmede etkili olmaktadır (URL-4, 2019). Hem kolesterolü hem de tansiyonu düşürmesi nedeniyle kalp sağlığı için daha yararlıdır (Boz, 2014; Gürbüz, 2015; Kastamonu Valiliği, 2016). Bu sebeple son yıllarda

insanlar daha sağlıklı beslenmek için mineral madde açısından biyoyararlığı yüksek olan gıdalara taleplerini arttırmakta siyez buğdaylı ürünlerinde tüketimi giderek artmaktadır.

4.6.4.Rutubet kaybı (RK)

Ekmek ve kek örneklerinin raf ömrü süresince (0. 3. 5. ve 7. gün) rutubetleri (%) tespit edildikten (Tablo 4.18.) sonra Rutubet Kaybı (RK) değerleri belirlenmiş, böylece zamana bağlı kayıp tespit edilmiştir.

Raf ömrü süresince ekmek örneklerinin, rutubetlerinin değiştiği belirlenmiş, tüm ekmeklerde ilk günkü rutubet değeri diğer günlerden farklı bulunmuştur. Bu durumda ekmeğin raf ömrü süresinin rutubet kaybı üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Ekmek ve kek numunelerinde siyez unu kullanımı ürünlerin rutubet içeriklerini yükseltirken, aynı zamanda raf ömrü süresince rutubet kaybının da daha az olmasını sağlamıştır (Şekil 4.13.) yedi günlük raf ömrü sonucunda KE'deki rutubet kaybının (RK1: %16,81), siyez unlu OE'in rutubet kaybının (RK1: %8,20) yaklaşık iki katı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil.4.13. Ekmek ve kek örneklerine ait rutubet eğrileri

Siyez unlu OK örneğinin raf ömrü sürecindeki rutubet kaybı ise (RK1) KK'den daha düşük bulunmuştur. Benzer durum OE ve KE için de geçerlidir ve KE'de beşinci gün çok yüksek rutubet kaybının meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durumun optimize numunelerdeki siyez unu ilavesinin kepek ve yağ içeriğine bağlı (Sharma vd., 1981; Strehlow vd., 1991; Strehlow vd., 1994; Abdel-Aal vd., 2002; Pagnotta vd., 2005; Hidalgo ve Brandolini, 2014) olarak yapıdaki suyun bağlanması ve raf ömrü süresince kontrollü salınımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.18. Ekmek ve kek örneklerinin rutubet içerikleri ve RK değerleri

Ekmek	Zaman (gün)	Rutubet (%)	RK_1 (%)	RK_2 (%)
OE	0	37,18±0,70		
	3	35,95±0,51	3,31	3,31
	5	34,90±0,53	6,13	2,92
	7	34,13±0,93	8,20	2,20
KE	0	36,35±0,88		
	3	34,60±0,19	4,81	4,81
	5	30,94±0,50	14,88	10,58
	7	30,24±2,89	16,81	2,26
OK	0	29,31±0,93		
	3	28,42±0,06	3,04	3,04
	5	25,69±0,18	12,35	9,31
	7	23,05±0,04	21,36	10,27
KK	0	27,89±0,81		
	3	26,02±0,58	6,71	6,71
	5	23,23±0,12	16,71	10,72
	7	21,08±0,33	24,42	9,25

OE: Optimize ekmek, KE: Kontrol ekmek, OK: Optimize kek, KK: Kontrol kek
RK_1: İlk güne göre bağıl rutubet kaybı
RK_2: Bir önceki güne göre bağıl rutubet kaybı
Ortalama ± standart sapma

4.6.5. Nişasta retrogradasyonu

Termal analiz sonucunda elde edilen birinci ve yedinci güne ait termogramlardan okunan veriler Tablo 4.19.'da verilmiştir. Daha önce ekmekte yapılan bir çalışmada pişme sonrası muhtemelen retrogradasyona dair yeterli değişim olmadığından dolayı ekmek numunelerine ait termogramlarda endotermik pik oluşumları çok küçük olduğundan veya gözlemlenemediğinden dolayı (Hayta ve Hendek Ertop, 2019) tüm örnekler pişirme işlemlerinin tamamlanmasından yaklaşık on iki saat sonra analize alınmışlardır. 10 °C / dakika hızda, 25 °C ile 250 °C arasında ısıtma programı uygulanan numunelerden elde edilen termogramdaki Pik alanınından; Retrograde nişastanın erime sıcaklığı (ΔH), Pik başlangıç sıcaklığı (T_0), pik tepe noktasından; Pik kristalleşme sıcaklığı (Tpk) ve pik bitiş sıcaklığından da Nihai geçiş sıcaklığı (Tm) hesaplanmıştır (Tablo 4.19.).

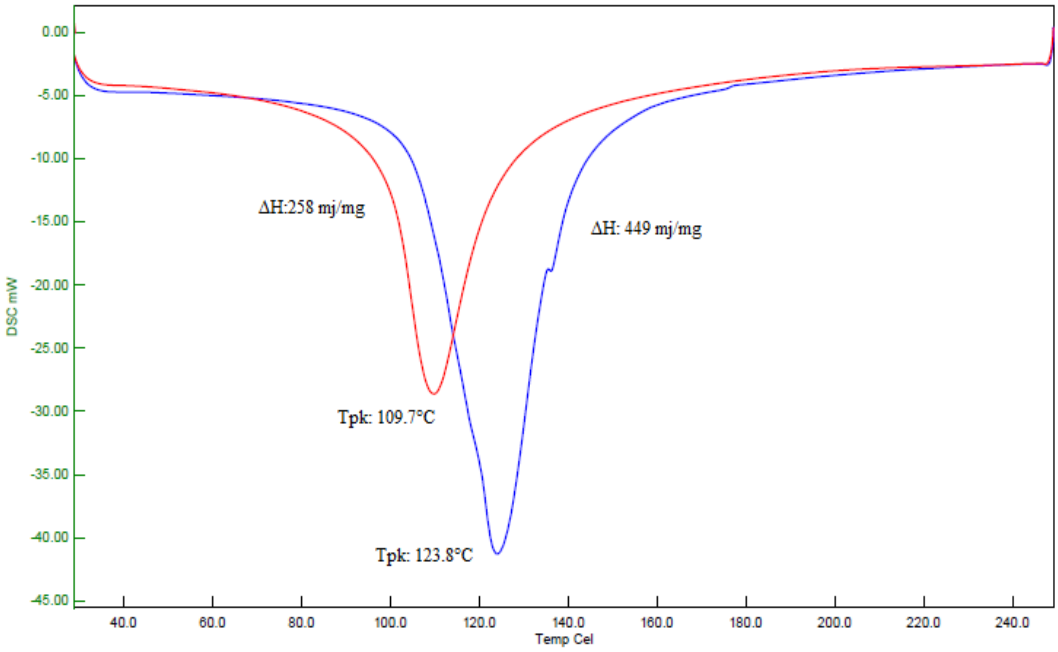
Ekmek ve kek numunelerinin birinci ve yedinci güne ait verileri incelendiğinde nişasta retrogradasyonuna bağlı endotermik pik alanlarında artış gözlenmektedir. Ancak OE'in KE'ne göre, OK'in de KK'ne göre başlangıç pik alanları yani retrogradasyon oluşumları daha düşüktür. Yedinci günün sonunda OE'in pik alanı KE pik alanından yalnızca 6 mj/mg daha büyüktür ki elde edilen pik alanları eşit olarak değerlendirilebilir. Yani yedinci günün sonunda OE ve KE'de ulaşılan retrogradasyon oluşumu aynı düzeydedir denilebilir. Yedinci günün sonunda KK'nin pik alanı OK pik alanında 49 mg/mg düzeyinde daha büyük bulunmuştur ki bu da KK'de raf ömrü sonunda daha fazla bir retrogradasyona ulaşıldığı şeklinde yorumlanmıştır.

Raf ömrü başlangıç ve sonucunda T_0, TpK, Tm ve entalpi (ΔH) değerleri, tüm ekmek ve kek örnekleri için yükselen bir trend izlemekle birlikte yalnızca KK örneğinde T_0, TpK, Tm değerlerinde düşme olmuştur ki bu örnekteki retrogradasyon oluşmunu gösteren entalpi entalpi (ΔH) değerinin artmış olması grafikte bir kayma olmuş olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü KK örneğinde de raf ömrüne bağlı olarak entalpide bir artış meydana gelmiş ve retrogradasyon oluşmuştur.

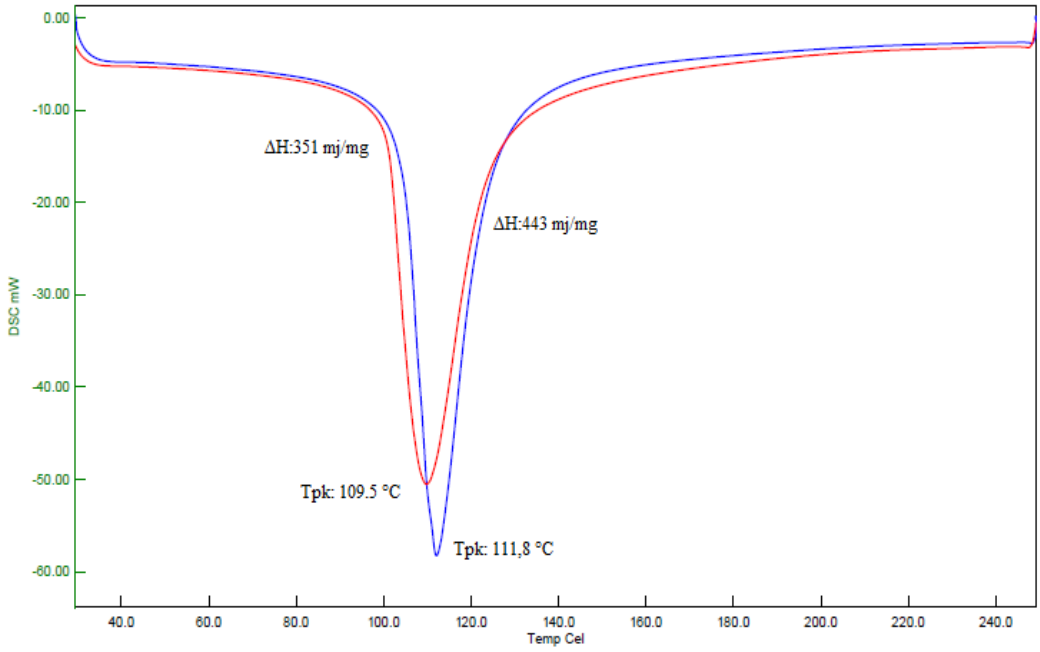
Tablo 4.19. Ekmek ve kek numunelerinin raf ömrü süresince termal özellikleri

	Gün	OE	KE	OK	KK
ΔH mj/mg	1	258	351	128	238
	7	449	443	306	357
T_0 (°C)	1	98,1	99,9	115,4	152,9
	7	104,1	103,4	132,2	133,6
T_{Pk} (°C)	1	109,7	109,5	120,4	161,9
	7	123,8	111,8	139,5	146,2
Tm (°C)	1	124,4	125,1	147,9	175,3
	7	143,7	125,4	150,5	157,5

Düzenli, yarı kristalİze nişasta yapısı pişirme işleminde jelatinleşmeye bağlı olarak şekilsiz hale gelir, kristalizasyon ekmek raf ömrü sırasındaki bayatlama sürecinde bir dereceye kadar ortaya çıkar. Sonuçlarımız ekmek depolama sürelerinin artmasıyla nişasta kristalizasyonu entalpisinin arttığını ve retrogradasyonun ilerlediğini göstermiştir. Entalpinin raf ömrü sürecine bağlı olarak yükselen değeri, ekmeğin bayatlama oranını etkileyen önemli faktörlerden biri olan nişasta retrogradasyonunun bir göstergesidir (Katina vd., 2006; Hayta ve Hendek Ertop, 2019; Abedfar vd., 2019)

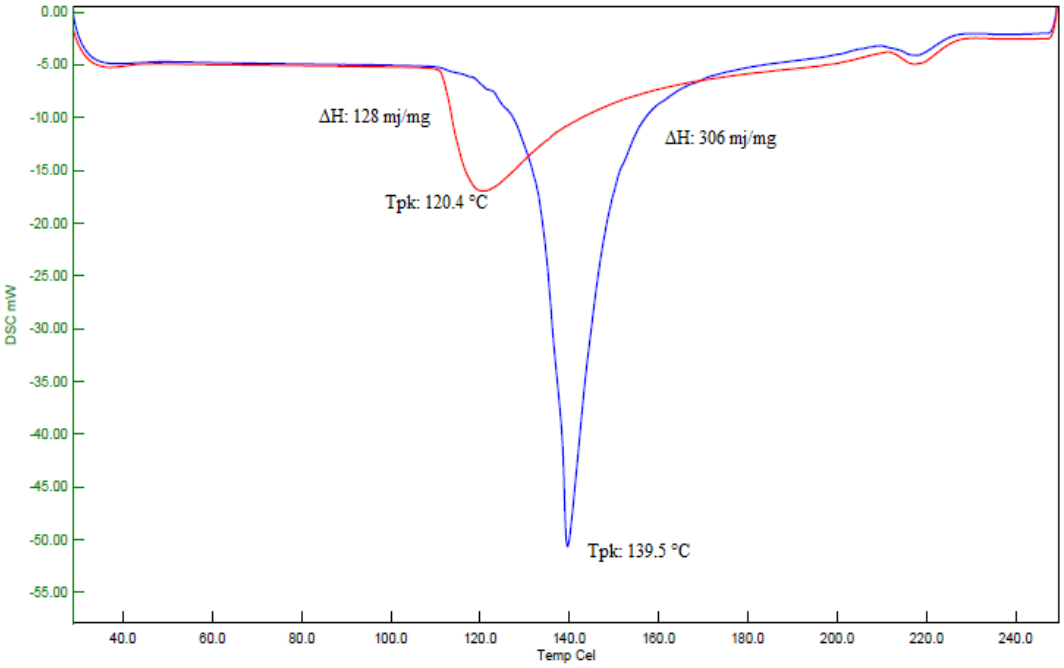


a

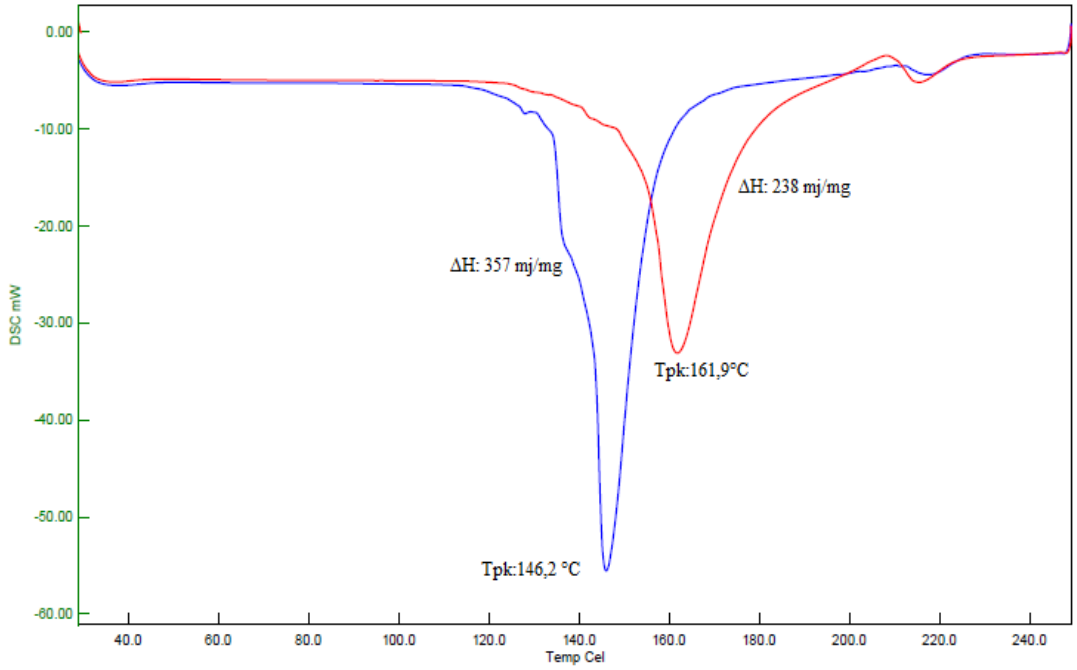


b

Şekil 4.14. Ekmek numunelerinin (OE: a; KE: b) 1. ve 7.günlerine ait termogramları



a



b

Şekil 4.15. Kek numunelerinin (OK: a; KK: b) 1. ve 7.günlerine ait termogramları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında günlük diyetimizde önemli bir yeri olan kek, ekmek gibi fırıncılık ürünlerinin üretiminde siyez unu kullanılarak formül optimizasyonu yapılmış, optimizasyon sonucu elde edilen ürünler kontrol ürünleriyle karşılaştırılıp besinsel, fizikokimyasal ve raf ömrü nitelikleri açısından incelenmiştir.

Response Surface Methodology (RSM)-Yüzey Yanıt Metoduna (YYM) bağlı olarak Central Composite Rotatable Design (CCRD)-Merkezi Bileşen Deneme Desenine göre hazırlanan tabloda belirlenen limitlere uygun şekilde üretimi yapılan yirmi adet kek ve yirmi adet ekmek numunelerinin hacim (H), gözenek faktörü (GF), kabuledilebilirlik düzeyi (DD) değerlendirmeleri yapılmış elde edilen yanıtlar Design expert yazılımı tarafından analiz edilerek önerilen uygun fonksiyon belirlenmiştir. Bu belirleme yapılırken; H, GF ve DD değerleri için "Sequential Model Sum of Squares (Type I)" ve "Lack of fit" testleri yapılmış ve her bir fonksiyon için standart sapma (Standard deviation), R^2 (R-squared), düzeltilmiş R^2 (adjusted R squared) ve öngörülen R^2 (predicted R-squared) değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu değerler karşılaştırılarak en uygun fonksiyon yazılım programı tarafından belirlemiştir. Optimizasyon sonucu Ekmekte siyez kullanım oranı %65,12, maya kullanım oranı %1,49; su kullanım oranı %55,03 olarak kekte ise siyez kullanım oranı %39,59; kabartma tozu kullanım oranı %5,78; yumurta kullanım oranı %58,9 olarak tespit edilmiştir.

Optimize formül ile üretilen ekmek ve kek numuneleri için yapılan hacim (H), gözenek faktörü (GF), Duyusal Değerlendirme (DD) neticesinde elde edilen sonuçlar için, optimum nokta doğrulama denemelerinden elde edilen ortalama sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olup olmadığı tek örnek *T* –testi (SPSS 17.0.1) uygulanarak belirlenmiştir. Optimim kek ve optimum ekmek H, GF ve DD değerleri için doğrulama denemelerinden elde edilen sonuçlar ile modelden tahminlenen değerler arasında, istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.

Üretilen optimum ürünler ve kontrol ürünlerinde bazı fizikokimyasal nitelik analizleri (renk, ağırlık, hacim, kabuk kalınlığı, spesifik hacim, hamur verimi, ağırlık kaybı, pH, toplam asitlik, karbonhidrat, protein, yağ, kül) yapılmış, optimum ürünlerde üretimde kullanılan sizey unu sebebi ile protein, kül ve yağ oranının kontrol ürününe göre daha yüksek karbonhidrat oranının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile siyez unu ile üretilecek olan ürünler, spor veya diyet yapan, protein ağırlıklı beslenen veya fonksiyonellik beklentisi olan tüketicilerce rağbet görecektir. Optimum ürünlerdeki kül oranının yüksek olması da yine formülde kullanılan siyez ununun daha fazla kepek içermesinden dolayı olduğu tahmin edilmektedir. Son yıllarda yaşanan haraketsiz ve rutin yaşam biçimi sebebi ile kişilerin yaşadığı kalp damar hastalıkları, sindirim sistemi rahatsızlıkları, obezite ve diyabet gibi birçok sağlık problemine karşı önlem olarak lif ve kepek içeriği yüksek olan fırıncılık ürünlerinin tüketimine olan talep arttığı için siyez unu kullanılarak yapılan optimum ekmek ve kekin bu alanda iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir.

Optimum ürünler ve kontrol ürünleri mineral madde içeriği açısından karşılaştırıldığında, optimum ürünlerin kontrol ürünlerine göre çok daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, siyez buğdayının una işlenmesi sırasında kepek ve özellikle de minerallerce zengin aleuron tabakasının endosperm tabakasına morfolojik olarak sıkı bağlanması ve değirmende una işleme sırasında tam ayrıştırılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İnsanların yaşamsal fonksiyonlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için mineral maddelere çokça ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebep ile siyez unu ile takviye edilerek yapılan ürünlerin tüketimine olan ilginin artacağı, optimizasyonu yapılan kek ve ekmeklerin bu konuda iyi bir alternatif olacağı tahmin edilmektedir. Çalışmamızda elde edilen siyez unlu optimize ürünlerin özellikle Zn ve Fe düzeylerinin buğday unlu kontrol örneklerine göre en az iki katı içeriğe sahip olması, siyez ununun farklı gıdalara ve buğday ununa mineral zenginleştirme amacıyla takviye edici olarak karıştırılabilme potansiyelini gündeme getirmiştir. Özellikle günümüzde, beslenme bozukluğu ve mineral madde yetersizliği (mineral malnutrition) görülen ülkelere ihraç edilen unlara Zn ve Fe ilavesi yapılmaktadır. Bebek ve hamile/emziren anne beslenmesinde bu mineraller büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan, gıdalarda az rastlanan Si elementinin bu

çalışmadaki optimum ürünlerde tespit edilmesi ve Si elementinin insan sağlığı ve bitki verimi açısından faydaları sebebiyle siyez unu kullanılan optimum ürünler mineral madde açısından fonksiyonel bir değer kazanmıştır diyebiliriz.

Elde edilen sonuçlara göre OE ve OK ‘in % inhibisyon değerleri KE ve KK’e göre daha yüksek bulunmuş, bu farkın da istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Bu sonuçların kullanılan hammaddedeki kepek oranlarından kaynaklandığı tahmin edilmekte, kepek oranında ki artışın antioksidan aktiviteyi doğru oranda arttırdığı düşünülmektedir.

Optimum kek ve ekmekdeki rutubet kaybı oranları kontrol kek ve ekmeğindeki rutubet kaybı oranları ile karşılaştırılmış optimum ürünlerde kullanılan siyez unun ürünlerdeki rutubet içeriğini arttırdığı ve raf ömrü süresinde rutubet kaybı oranını azalttığı belirlenmiştir. Özellikle KE’ deki rutubet kaybının OE’ e göre yaklaşık iki katı olduğu tespit edilmiş bu durumda siyez unu katkılı ürünlerde raf ömrü süresinin daha uzun ve daha kontrollü olacağı tahmin edilmiştir. Siyez unundaki morfolojik olarak endosperme yapışık olarak gelen ve ayrılamayan kepek fraksiyonunun bir taraftan daha fazla suyu bünyesinde tuttuğu, diğer taraftan daha yüksek yağ içeriğinin de yapıyı daha yumuşak tuttuğu düşünülmektedir.

Ekmek ve kek numunelerinin nişasta retregradasyonlarının karşılaştırılması için Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) analizi yapılmış, birinci ve yedinci güne ait verilere göre nişasta retrogradasyonuna bağlı endotermik pik alanlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Numunelerin birinci günün sonunda endotermik pik alanı OE için 258 mj, KE için 351 mj, OK için 128 mj, KK için 238 mj tespit edilirken, yedinci günün sonunda ise endotermik pik alanı OE için 449 mj, KE için 443 mj, OK için 306 mj, KK için 357mj tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara istinaden optimum ürünlerin raf ömrü süresince nişasta retregrodasyon hızının daha yüksek olduğu fakat ekmek numunelerinde bayatlamaya olan dayanıklılık hemen hemen aynı olduğu, kek numunelerinde ise OK’in KK’e kıyasla bayatlamaya karşı daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla fırıncılık ürünlerindeki yüksek rutubet oranının nişasta retregrodasyonunu azalttığı raf ömrünü arttırdığı bildirilmektedir (Hendek Ertop, 2014). Optimum numunelerde kullanılan

siyez unununun ürünlerin rutubetini arttırdığı ve raf ömrü süresince yaşanan nişasta retregradasyonu oranını azaltarak ürünleri bayatlamaya karşı daha dayanıklı hale getirdiği düşünülmektedir.

Yapılan bu tez çalışması ile günlük diyetimizde önemli bir yere sahip olan fırıncılık ürünlerinin (kek – ekmek) siyez unu takviyesi ile besinsel değeri arttırılmış, insan sağlığına çok daha fazla fayda sağlayabilecek fonksiyonel nitelikli bir ürün haline getirilmiştir. Bu ürünler doğal, sağlıklı ve fonksiyonel ürünler tüketmeyi tercih eden tüketicilerin istifadesine sunulabilecektir. Yapılan optimizasyon sonucu belirlenen formülasyon ve yöntem bilgileri sektöre temel veri sağlamış olacaktır. Ayrıca bu çalışma siyez buğdayı ve ununa dikkat çekmiş olacak, temel fırıncılık ürünlerinde kullanım potansiyelini arttıracaktır.

KAYNAKLAR

AACC, (1990). American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACC, Method: 08-01, Method: 10-11, Method: 10-54, Method: 10-90, Method: 38-11, Method: 44-01, Method: 46-12, Method: 55-10, Method: 54-21, Method: 56-60, Method: 56-81B, The Association: St.Paul, MN, USA.

AACC, (1999). Metod 44-19.01, Metod 08-01.01. 11th edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.

ACCC, (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th edn. AACC International, St. Paul

AACC, (2000). Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 30-25).

AOAC, (1990). Method 960.52, Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 15th edn., Arlington, VA.

Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., Wood, P. J., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D., & Fregeau-Reid, J. (2002). Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chemistry*, 79 (3), 455–457.

Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., Rabalski, I., Hucl, P., & Fregeau- Reid, J. (2007). Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. J*ournal of Agricultural Food Chemistry*, 55, 787–794.

Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 6182–6187.

Adom, K. K., Sorrells, M. E., & Liu, R. H. (2003). Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51, 7825–7834.

Adom, K. K., Sorrells, M. E., & Liu, R. H. (2005). Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 2297–2306.

Alifakı, Ö. Y., & Demirkol, Ş. Ö. (2016). Mikrodalga ile pişirilen pirinç kekinin formülasyonu ve işlem koşullarının optimizasyonu. *Gıda Dergisi*, 41(2); 91-98

Alsaıqalı, A. I. A. (2018). *Effects of Pseudocereals on the qualıty of gluten free dough and bread.* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Artan, M. Y., Karim, R., Chern, B. H., Ariffin, A. A., Man, Y. C., & Chin, N. L. (2010). The influence of different formulation of palm oil /Palm stearin –based shortenings on the quality of white bread. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 5:469-476.

Atak, M. (2017). Buğday ve Türkiye Buğday ve Köy Çeşitleri. *Mustafav Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 22(2):71-88.

Atlı, A., Karagöz, A., Özberk, F., & Özberk, İ. (2016). Buğday genetik kaynaklarından yerel ve kültür çeşitlerine; Türkiye'de buğday ve ekmek. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 25(2); 218-233.

Baumeister, R. F. (1993). Exposing the self-knowledge myth [Review of the book The self-knower: A hero under control]. Contemporary Psychology, 38, 466- 467.

Bennett, P. (2006). *Abnormal and clinical psychology: an introductory textbook.* 11/02/2006 tarihinde http://www.eblib.com/ adresinden alınmıştır.

Bernstein, M. (2002). 10 tips on writing the living Web. *A list apart: For people who make websites*, 149.

Bilgici, G. (2007). Ayrışımların Kongruans Özellikleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

Bilgicli, N., Elgun, A., & Türker, S. (2006). Effects of various phytase sources on phytic acid content, mineral extractability and protein digestibility of tarhana, *Food Chemistry*, 98:329–337.

Bilgiçli, N., & Türker, S. (2004). Tarhanada sindirilebilir protein ve kül miktarı üzerine maya, malt unu ve fitaz atkılarının etkileri1, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18 (33): 90 – 97.

Biswas, S. (2008). *Dopamine D3 receptor: A neuroprotective treatment target in Parkinson's disease*. ProQuest Digital Dissertations. (AAT 3295214) http://gradworks.umi.com/32/95/3295214.html, Erişim tarihi: 11/11/2014.

Blanshard, J. M. V. Frazier, P. J. & Galliard, T. (1988). Chemistry and pysics baking, Royal Society of Chemistry, England, 276p.

Brandolini, A., Hidalgo, A., & Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (Triticum monococcum L. subsp. monococcum) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47,599–609.

Brownlie, D. (2007). Toward effective poster presentations: An annotated bibliography. *European Journal of Marketing, 41*(11/12), 1245-1283. doi: 10.1108/03090560710821161.

Boz, H. (2014). Darı: Kimyasal bileşimi ve insan sağlığı açısından potansiyel faydaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1); 140-146.

Bozdoğan, N. (2015). *Glutensiz kek formülasyonlarında hidrokolloid ve diyet lifi kullanımının hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Bozkurt, H. (2009). *Köfte üretiminde ohmik pişirmenin uygulanması,matematiksel modellenmesi ve ekserjetik optimizisyonu.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Bulut, S. (2012). Ekmeklik Buğdayda Kalite. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5), 441-446.

Cansız, Z. (2018). *peynir altı suyu tozunun pastörizasyonu ve ekmek üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Chatenoud, L., Tavani, A., La Vecchia, C., Jacobs, D. R., Negri, E., Levi, F., & Franceschi, S. (1998). Whole grain food intake and cancer risk. *International Journal of Cancer*, 77, 24–28.

Cui, W., Mazza, G., Oormah, B. D. & Biliaderis, C. G. (1994). Optimisarion of an aqueous extraction process for flaxseed gum by Response Surface Methodology. *Lebensmittel-Wissenschauft und Technologie,* 27: 363-369.

Çakmaklı, Ü., Kemahlıoğlu, K., & Köse, E. (1995). Ham ve stabilize ticari buğday ruşeyminin bir katkı maddesi kombinasyonu ile birlikte katımının hamur ve ekmek niteliklerine etkileri. *Gıda Dergisi*, 20(4); 243-248.

Çakmakçı, S., & Çelik. İ. (1995). Gıda Katkı Maddeleri. (II.Baskı) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notu. No:164 Erzurum.

Çakmakçı, S., Çelik. İ., & Kotancılar, H.G. (2001). (Yayınlanmamış Makale) *Bazı gum katkılarının kek kalitesi üzerine etkisi*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.

Çiçek, S. (2011). *Yüksek hidrostatik basınç, mikrofluidizer ve ultrasound uygulamalı peyniraltı suyu ilavesinin ekmeğin tekstür, renk ve bazı kalite parametreleri üzerine etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Coşkuner, Y. (2003). *Çukurova Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Tek ve İki Katlı Düz Ekmek Üretimine Uygunluğu ile Ekşi Hamurun Kalite Üzerine Etkisinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 149s.

Dağdelen, A. (2000). *Kek ve kek unu formülasyonları, Bitirme Ödevi*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.

Doğan, S, İ., & Yıldız, Ö. (2004). Düşük kalorili kek üretimi: 1.Formül optimizisyonu[1]. *Gıda Dergisi*, 29(1); 17-25.

Elgün, A., Certel, M., Ertugay, Z., & Kotancılar, H. G. (1998). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi YayınlarıNo: 335, Erzurum, 238s.

Elgün, A., & Ertugay, Z. (2011). Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:718, Erzurum.

Elgün, A., & Türker, S. (1998). Buğday ve Unda Analitik Kalite Kontrolü, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.

Erdemir, Ş. Z. (2015). *Isıl işlem görmüş bakla ezme tozunun ekmek yapımında kullanımı ve kalite kriterleri üzerine etkisinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Eren, İ. (2004). *Patateslerin osmotik dehidrasyonunun "response surface" metodu kullanılarak optimizasyonu.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Ergönül, B. (2007). Ekmek Üretiminde Kritik Kontrol ve Kalite Kontrol Noktalarının Belirlenmesi, *Dünya Gıda Dergisi*, 12(1):62-65s.

Ertekin, K, F., & Koç, B. (2009). Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. *Gıda Dergisi*, 35(1); 63-70.

Ertugay, Z. (2010). Buğday, un ve ekmek arasındaki kalite ilişkileri. *Dergi Park,* Cilt13; Sayı 1-2.

Floros, J. D. & Chinnan, M. **(**1987). Optimization of pimiento pepper lye peeling using response surface methodology. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers,* 30(2): 560–565.

Fung, T. T., Hu, F. B., Pereira, M. A., Liu, S., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., & Willett, W.C. (2002). Whole-grain intake and the risk of Type 2 diabetes: A prospective study in men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 535–540.

Garvan, F. G., & Berkovich, A., (2009). The GBG-Rank and t-Cores I. Counting and 4-Cores. *Journal of Combinatorics and Number Theory, 1*(3), 49-64.

Gerçekaslan, K. E., Kotancılar, H. G., & Karaoğlu, M. M. (2007). Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesını ölçmede kullanılan yöntemler – I, *Gıda Dergisi,* 32; 305-315.

Guarda, G., Padovan, S., & Delogu, G. (2004). Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian breadwheat cultivars grown at different nitrogen levels, *European Journal of Agronomy*, 21, 181–192.

Giuliani, A., Karagöz, A., & Zencirci, N. (2009). Emmer (*Triticum dicoccon*) Production and Market Potential in Marginal Mountainous Areas of Turkey. *Mountain Research and Development*, 29 (3), 220–229.

Golzari, H, E. (2015). *Arpa unu ve çavdar unu ilavesinin buğday unlarının bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve ekmek kalite özellikleri üzerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Göçmen, D. (1993). Un ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalite ve Bayatlamasına Etkileri. *Gıda Dergisi*, 18(5), 325-331.

Göçmen, D. & Gürbüz, O. (2000). Fırıncılık Ürünlerinde Sünme Küf Oluşumunun Önlen-mesinde Kimyasal Koruyucu ve Laktik Starter Kullanımı. *Dünya Gıda*, 6:84-87.

Gökmen, V., & Öztan, A. (1995). Gıdaların raf ömrünü etkileyen faktörler ve raf ömrünün belirlenmesi. *Gıda Dergisi*, 20(5); 265-271.

Gürbüz, M. (2015). *Elma cipsi üretimi ve dehidrasyon şartlarının optimizasyonu.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

Harris, M., Karper, E., Stacks, G., Hoffman, D., DeNiro, R., Cruz, P., et al. (2001). Writing labs and the Hollywood connection. *Journal of Film and Writing, 44*(3), 213-245.

Haugh, W., & Lantzsch, H. J. (1983). "Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.

Hayta, M., & Hendek Ertop, M. (2017). Optimization of Sourdough Bread Incorporation into Wheat Bread by Response Surface Methodology: Bioactive and Nutritional Properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 52 (8): 1828-1835.

Hayta, M., & Hendek Ertop, M. (2019). Physicochemical, textural and microbiological properties of optimized wheat bread formulations as affected by differently fermented sourdough. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (3): 283-293.

Hendek Ertop, M. (2014). *Ekşi hamur formül optimizasyonunun ekmeğin aromatik profili, biyoaktif nitelikleri ve raf ömrü üzerindeki etkileri*. Doktora Tezi,

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

Hendek Ertop, M. (2019). Comparision of Industrial and Homemade Bulgur Produced From Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*) and Durum Wheat (*Triticum durum*): Physicochemical, Nutritional and Microtextural Properties, *Journal of Food Properties and Preservation*, 43(2), doi:10.1111/JFPP.13863.

Henry, W. A. (1990). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28-31.

Hentschel, V., Kranl, K., Hollmann, J., Lindhauer, M. G., Bohmand, V., & Bitsch, R. (2002). Spectrophotometric determination of yellow pigment content and evaluation of carotenoids by highperformance liquid chromatography in durum wheat grain. *Journal of the Agricultural Food Chemistry*. 50, 6663–6668.

Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2011). Evaluation of heat damage, sugars, amylases and colour in breads from Einkorn, durum and bread wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 54, 90-97.

Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2012). Lipoxygenase activity in wholemeal flours from *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*. *Food Chemistry* 131,1499–1503.

Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2014). Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). 56, 382–394.

Hitzmann, B., & Zettel, V. (2017). Nelder-Mead simplex metodu ile ekmek rulolarının üretim parametrelerinin optimizasyonu. *Food and Biopruducts Processing*, 103, 10-17.

Horuz, A. (2016). Silisyum bitki gelişimine olan etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(2) 151-163.

ICC (1984). International Chamber of Commerce. Standard methods. Working Method for the Determination of Wet Gluten in Wheat Flour, No:106/2.

ICC (1992). International Chamber of Commerce. Standard methods. Method for using the Brabender Farinograph, No:115/1.

ICC (1994). International Chamber of Commerce. Standard methods. Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*) No:155.

ICC (1994). International Chamber of Commerce. Standard methods. Determination of Sedimentation Value (ac. To Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality No:116/1.

Jacobs, D. R., Pereira, M. A., Stumpf, K., Pins, J. J., & Adlercreutz, H. (2002). Whole grain food intake elevates serum enterolactone. *British Journal of Nutrition*, 88, 111–116.

Kasum, C. M., Nicodemus, K., Harnack, L. J., Jr, & Folsom, A.R. (2001). Whole grain intake and incident endometrial cancer: the Iow a Women's Health Study. *Nutrition and Cancer*, 39, 180–186.

Kent, N. L. (1984). Technology of Cereals, Pergamon Press, No: 2143 U. S. A., 220 p

Kıvanç, Ö, S. (2013). *Süne – Kımıl (Eurygaster spp. ve/veya Aelia spp.) zararı görmüş unlarının kek, bisküvi ve ekmeklerde akrilamid ve hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumuna etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Hacattepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Kim, K.-H., Tsao, R., Yang, R., & Cui, S. W. (2006). Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis condition. *Food Chemistry*, 95, 466–473.

Lah, C. L., Cheryan, M. & Devor, R. E. **(**1980). A response surface methodology approach to the optimization of whipping properties of ultra-ltered soy product. *Journal of Food Science*, 45,1720 – 1726.

Larsson, S. C., Giovannucci, E., Bergkvist, L., & Wolk, A. (2005). Whole grain consumption and risk of colorectal cancer: a population based cohort of 60,000 women. *British Journal of Cancer*, 92, 1803– 1807.

Lazsisty, R. (1986). The Chemistry of Cereal Proteins, CRC Press. U. S. A., 203 p.

Lee-Chai, A. Y., & Bargh, J. A. (Eds.). (2001). The use and abuse of power: Multiple perspectives on the causes of corruption. *New York: Psychology Press*.

Leenhardt, F., Lyana, B., Rocka, E., Boussard, A., Potus, J., Chanliaud, E., & Remesya, C. (2006). Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties. *European Journal of Agronomy*, 25, 170–176.

Li, W., Shan, F., Sun, S., Corke, H., & Beta, T. (2005). Free radical scavenging properties and phenolic content of Chinese blackgrained wheat. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 8533–8536.

Loje, H., Moller, B., Lausten, A. M., & Hansen, A. (2003). Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37, 231–240.

Mccarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J., & Arendt, E. K. (2005). Application of Response Surface Methodology in the Development of Gluten-Free Bread. *Cereal Chemistry*, 82, 609–615.

Mercan, N., & Boyacıoğlu, M. H. (1999). Kek üretiminde yaygın olarak kullanılan bileşenler ve fonksiyonları. *Dünya-Gıda* 47, 36-42.

Mercan, N., & Boyacıoğlu, M. H. (1999). Kek üretim teknolojisi: Kekin tanımı, sınıflandırılması ve üretimi. *Dünya-Gıda*, 45, 36-39.

Mercan, N., Boyacıoğlu, M. H., & Boyacıoğlu, D. (2000). Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması. *Dünya-Gıda*, 57, 75-76.

Montonen, J., Knekt, P., Jarvinen, R., Aromaa, A., & Reunanen, A. (2003). Whole-grain and fiber intake and the incidence of Type 2 Diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 622–629.

Moore, J., Hao, Z., Zhou, K., Luther, M., Costa, J., & Yu, L. L. (2005). Carotenoid, tocopherol, phenolic acid, and antioxidant properties of Maryland-grown soft wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6649–6657.

Mpofu, A., Sapirstein, H. D., & Beta, T. (2006). Genotype and environmental variation in phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of hard spring wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1265–1270.

Mudahar, G. S., Toledo, R. T. & Jen, J. J. **(**1989). Optimization ofcarrot dehydration process using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 54, 714–719.

Myers, R. H. **(**1971). Response Surface Methodology, Allyn and Bacon, Boston, Massachusetts.

Myers, R. H., Khuri, A. I. & Carter, W. H. (1989). Response Surface Methodology: 1966- 1988, *Technometrics*, 31, 137-157.

Myers, R. H. & Montgomery, D. C. (1995). Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments 2nd ed. *John Wiley and Sons*, New York, NY.

Myers, R. H., Montgomery, D. C., Vining G. G., Borror, C. M. & Kowalski, S. M. (2004). Response Surface Methodology: A Retrospective and Literature Survey, *Journal of Quality Technology*, 36, 53-77.

Nesbitt, M., & Samuel, D. (1995). *From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In Hulled Wheats*, Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy, July 21-22.

Ozkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R., & Salamini, F. (2002). AFLP analysis of collection of tetraploid wheats indicates the origin of emmer and hard wheat domesticaton of southest Turkey, *Molecular Biology and Evolution*, 19 (10), 1797–1801.

Özaydın, S. (2014). *Bazı katkı maddelerinin diyabetik yulaf kepeği bisküvisinin kalite kriterleri üzerine etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Özer, S. M. (1998). *Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 132s

Pagnotta, M. A., Mondini, L., & Atallah, M. F. (2005). *Morphological and molecular characterization of Italian emmer wheat accessions*, Euphytica, 146, 29–37.

Perrino, P., & Hammer, K. (1982). *T. monococcum* L. and *T. dicoccum* Schubler (Syn of T. dicoccum Schrank) are still cultivated in Italy, *Genetic and Agriculture*, 36, 343–352.

Poinot, P., Arvisenet Ggrua-Priol, J., & Colas, D. (2008). Influence of formulation and process on the aromatic profile an physical characteristics of bread, *Journal of Cereal Science*, 48, 686-697.

Povilaitis, D., Sulniute, V., & Venskutonis, PR. (2015). Çavdar kepeğinin ekstraksiyon özelliklerinin değerlendirilmesi ve optimizasyonu. *Tahil Bilimi Dergisi*, 62, 117-123.

Pyler, E. J. (1988). Baking Science and Technology, Sosland Publishing Co. U.S.A., 1345p.

Rizzello, C. G., Curiel, J. A., Nionelli, L., Vincentini, O., Cagno, R. D., Silano, M., Gobbetti, M., & Coda, R. (2014). Use of fungal proteases and selected sourdough lactic acid bacteria for making wheat bread with an intermediate content of gluten. *Food Microbiology*, 37**:** 59-68.

Rogoff, B. & Mistry, J. (1985). Memory development in cultural context. M. Pressley & C. J. Brainerd (Eds.). *Cognitive learning and memory in children* (pp. 117-142). New York: Springer-Verlag.

Rustom, I. Y. S., Lopez-Leıva, M. H. & Nair, B. M. (1991). Optimization of extraction of peanut proteins with water by response surface methodology. *Journal of Food Science*, 56(6),1660–1663.

Saharan, K., Kheterpaul, N. & Bishnoi, S. (2001). HCl-extractibility of minerals from ricebean and fababean: influence of domestic processing methods. *Innovative Food Science Emerging Technology*, 2, 323-325.

Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları Ankara.Üçüncü, M. 1992. Süt Teknolojisi 2. Bölüm. Ege Ünv. Müh. Fak. Yay. No: 88 Bornova-İzmir.

Sharma, H. C., Waines, J. G., & Foster, W. (1981). Variability in primitive and wild wheats for useful genetic characters. *Crop Science*, 21, 555–559.

Siebenhandl, S., Grausgruber, H., Pellegrini, N., Del Rio, D., Fogliano, V., Pernice, R., & Berghofer, E. (2007). Phytochemical profile of main antioxidants in different fractions of purple and blue wheat, and black barley. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 8541–8547.

Strehlow, W., Hertzka, G., & Weuffen, W. (1991). *The dietary properties of spelt in the treatment of chronic diseases*. In Proceedings, Vol. 2; Hohenheimer Dinkelkolloquium, Hohenheim, Germany, pp 243-259.

Strehlow, W., Hertzka, G., & Weuffen, W. (1994). *Aspetti nutrizionali. In Le caratteristiche dietetiche del farro. Un cereale della salute*, Potenza, Italy; Perrino, P., Semeraro, D., Laghetti, G., Eds.; Bari, pp 52-66.

Şanal, T. (2019). Bazı Yerel Buğday Çeşitlerinin Kalite Parametreleri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, www.turktobb.org.tr, Ankara.

Şeker, İ. T., Hendek Ertop, M., & Hayta, M. (2016). Physicochemical and bioactive properties of cakes incorporated with Gilaburu fruit (Viburnum opulus) pomace. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 8 (2), 261-266

T.C Kastamonu Valiliği, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü; (2016). Siyez Buğdayı ve Ürünleri

Uçar, B. (2011). *Pandispanya kek kalitesi üzerine yabani meyvelerin fonksiyonel etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

URL-1, (2008). Tosun İ. Doktora Eğitiminde Öğrenci Tez Danışmanı İlişkisi, 21/11/2019 tarihinde www.yok.gov.tr adresinden alınmıştır.

URL-2, (2019). 21/11/2019 tarihinde https://www.faydaloji.com/siyez-ekmegi-faydalari-siyez-ekmegi-tarifi/, adresinden alınmıştır.

URL-3, (2019). 21/11/2019 tarihinde https://www.kastamonudepo.com/siyez-bulguru/, adresinden alınmıştır.

URL-4, (2019).21/11/2019 tarihinde https://bilgiyelpazesi.com/egitim_ogretim/konu_anlatimli_dersler/biyoloji_dersi_konu_anlatimlar/silisyum_minerali_nedir_ozellikleri.asp/, adresinden alınmıştır.

URL-5, (2020). 08/01/2020 tarihinde https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/Link/22/Siyez-Bugdayi, adresinden alınmıştır.

URL-6, (2020). BUĞDAYLA İLGİLİ BİLİMSEL GERÇEKLER [1] Dr. Gürbüz MIZRAK 09/01/2020 tarihinde www.gürbüzmızrak.com adresinden alınmıştır.

URL-7, (2020). 27/01/2020 tarihinde https://evregida.com.tr/selenyum-se-minerali/, adresinden alınmıştır.

Ünal, S. (1991). Hububat Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 29, 62s.

Yüksel, F., Karaman, S., Gürbüz, M., Hayta, M., Yalcin, H., Dogan, M., & Kayacier, A. (2017). Production of Deep-Fried Corn Chips Using Stale Bread Powder: Effect of Frying Time, Temperature and Concentration. *Food Science and Technology*, 83, 235-242.

Zengin, G. (2015). *Bazı ilkel buğdaylarda kalite parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisanas Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Zettel, V., & Hitzmann, B. (2017). Optimization of the Production Parameters for Bread Rolls with the Nelder–Mead Simplex Method. *Food and Bioproducts Processing*, 103, 10-17.

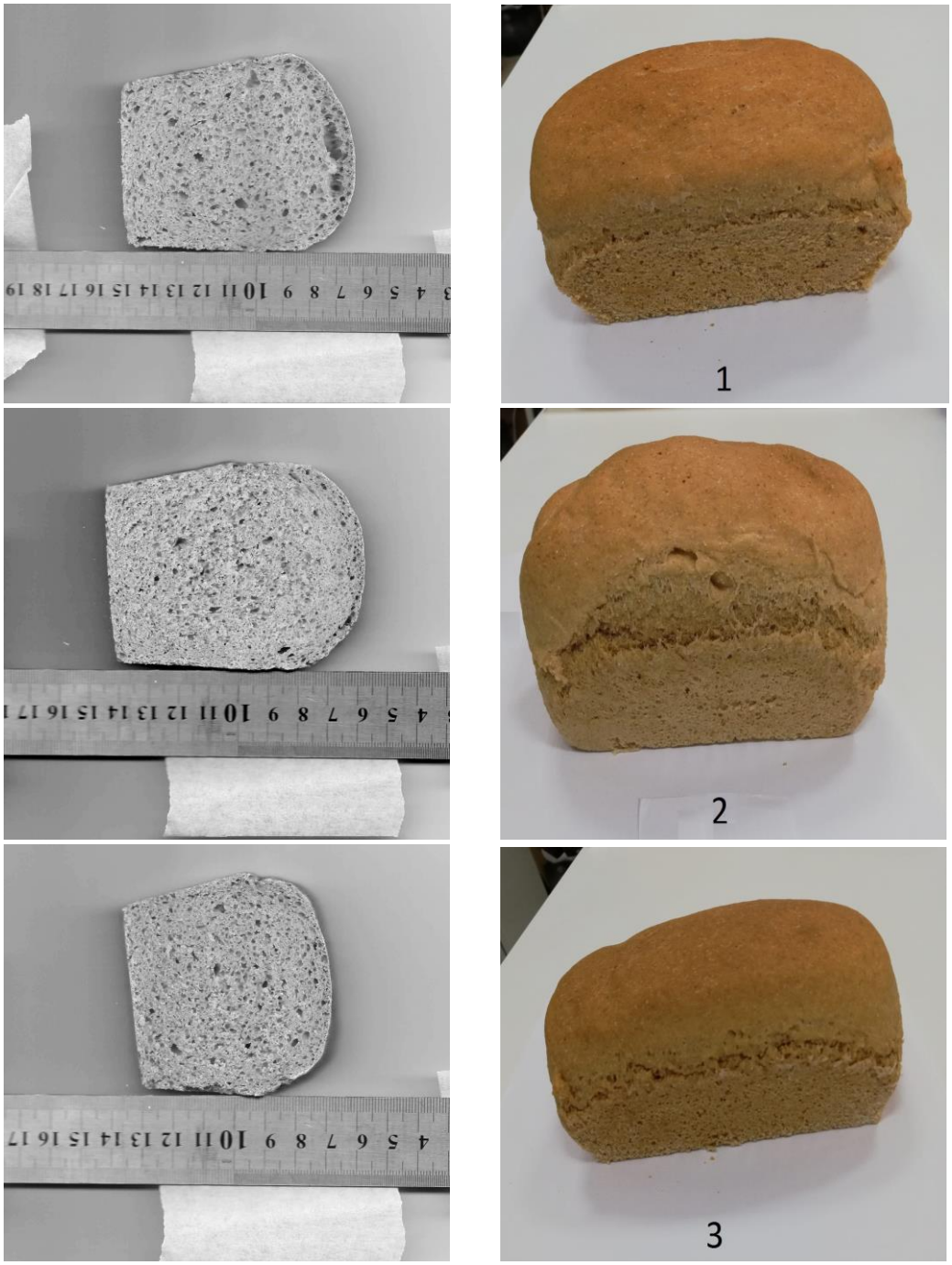
Zhou, K., Su, L., & Yu, L. L. (2004). Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *Journal of Agriculture and. Food Chemistry*, 52, 6108–6114.

Zhou, K., Hao, J., Griffey, C., Chung, H., O'Keefe, S. F., Chen, J., & Hogan, S. (2007). Antioxidant properties of fusarium head blight resistant and -susceptible soft red winter wheat grains grown in Virginia. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 3729–3736.

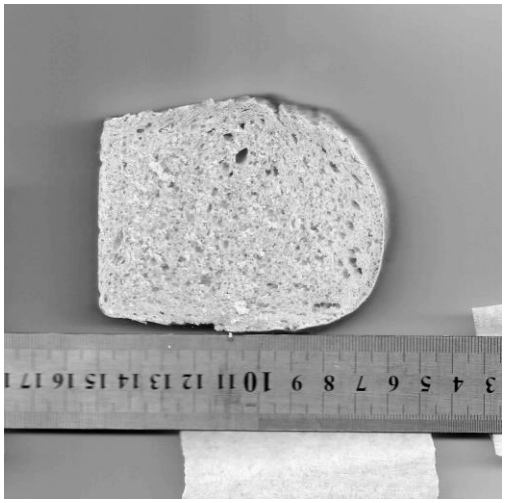
EKLER

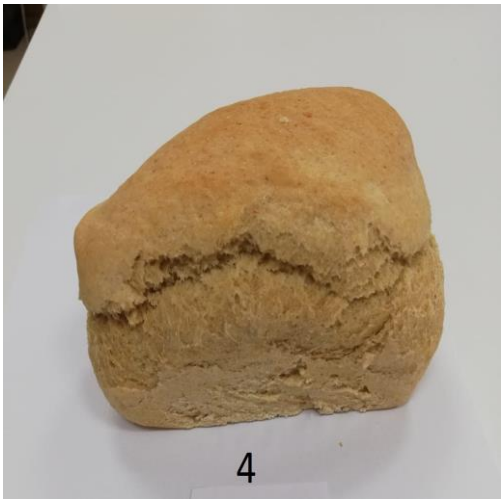
EK 1	**Deneysel dizayna göre üretilen ekmek örnekleri**
EK 2	**Ekmek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 3	**Ekmek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 4	**Ekmek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 5	**Ekmek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 6	**Ekmek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Lineer fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 7	**Ekmek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 8	**Design expert yazılımı tarafından ekmek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları**
EK 9	**Deneysel dizayna göre üretilen kek örnekleri**
EK 10	**Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 11	**Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 12	**Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler**
EK 13	**Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 14	**Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Lineer fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 15	**Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu**
EK 16	**Design expert yazılımı tarafından kek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları**

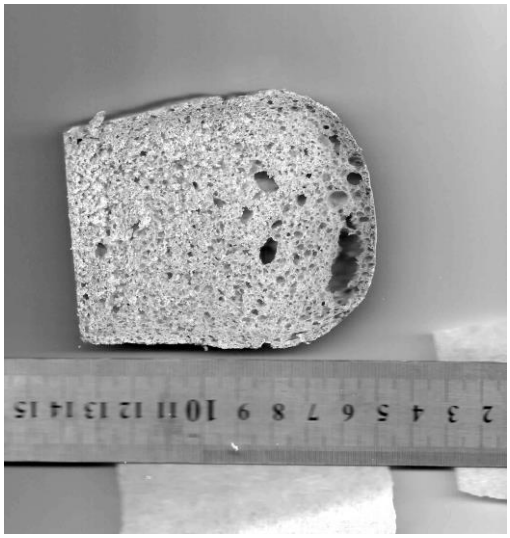
EK 1 Deneysel Dizayna Göre Üretilen Ekmek Örnekleri

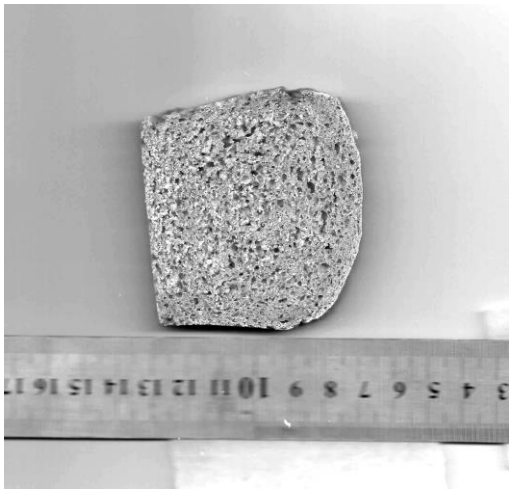


EK 1’in devamı

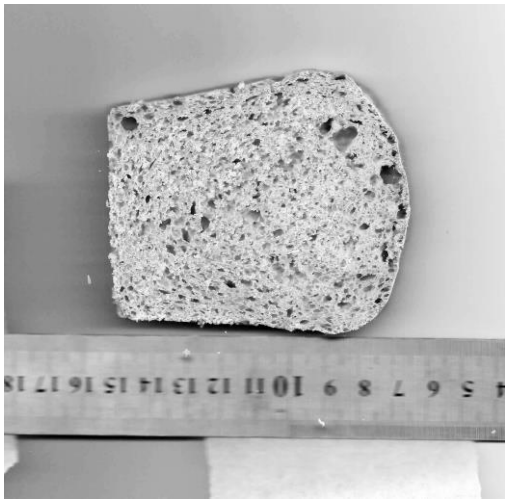


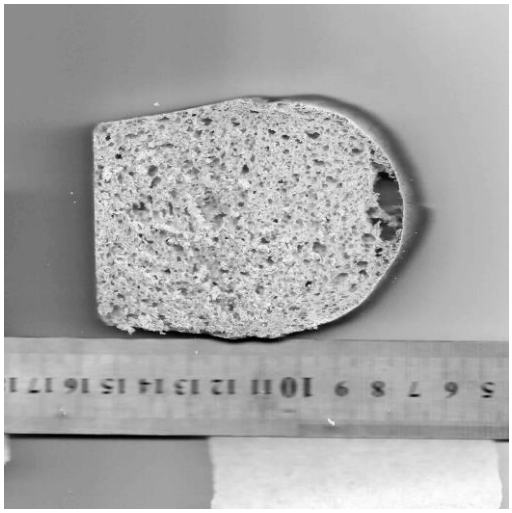


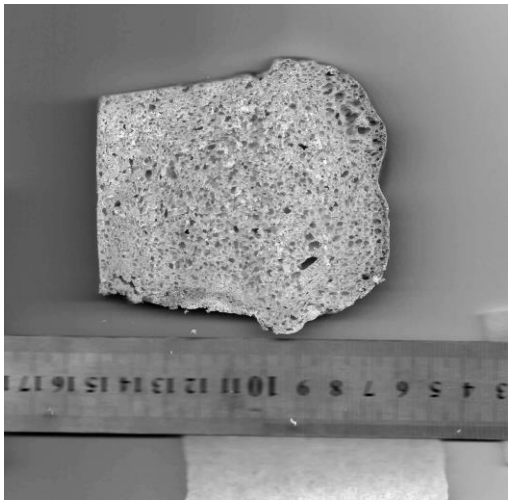


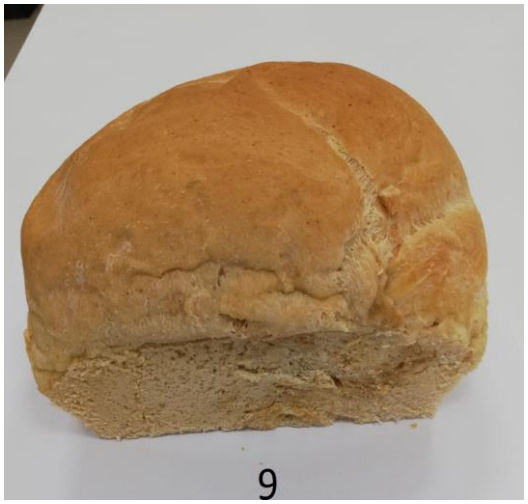


EK 1’in devamı

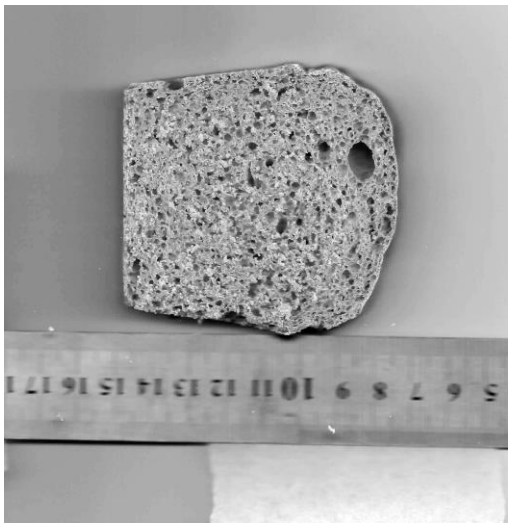


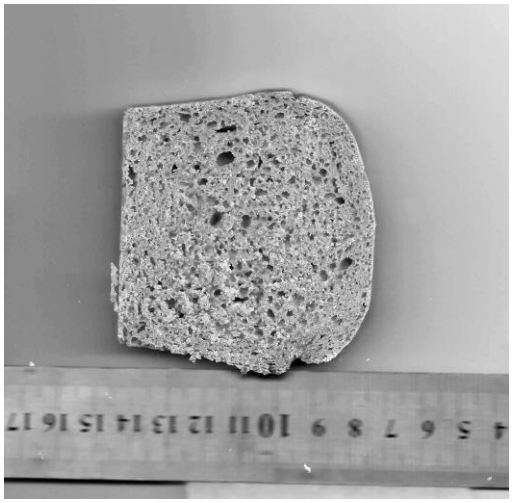




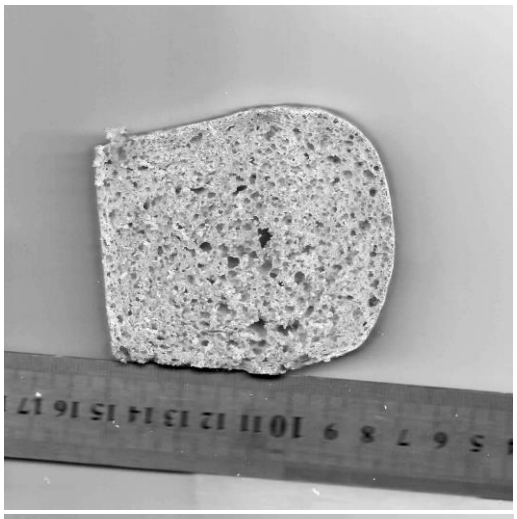


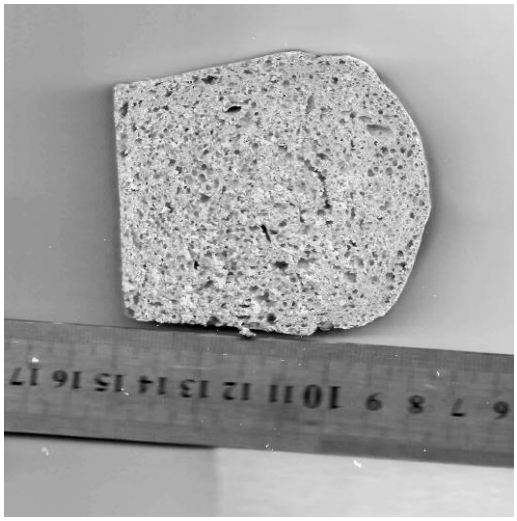
EK 1’in devamı

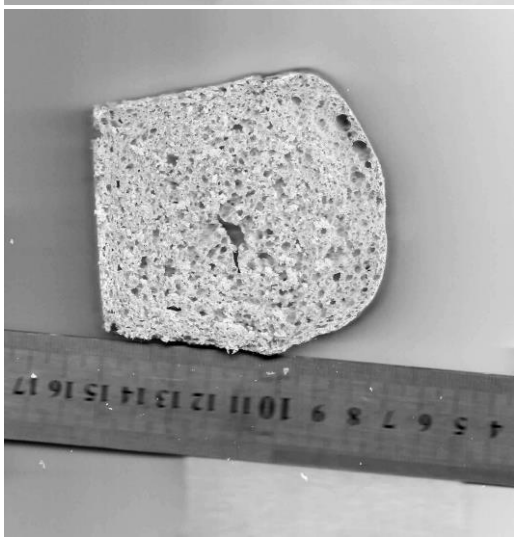




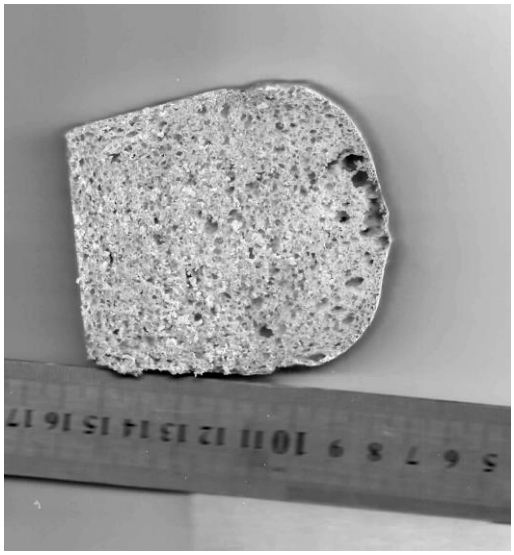
EK 1’in devamı



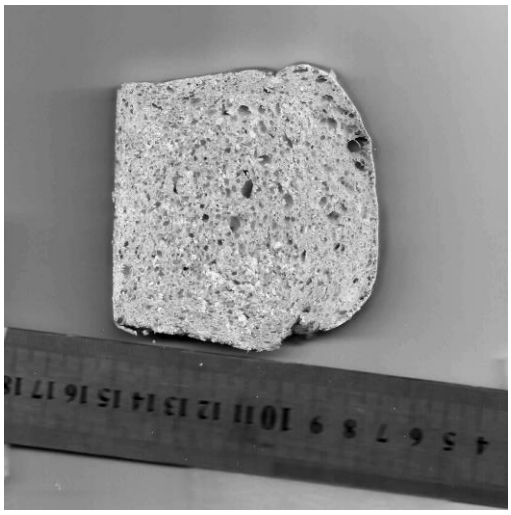


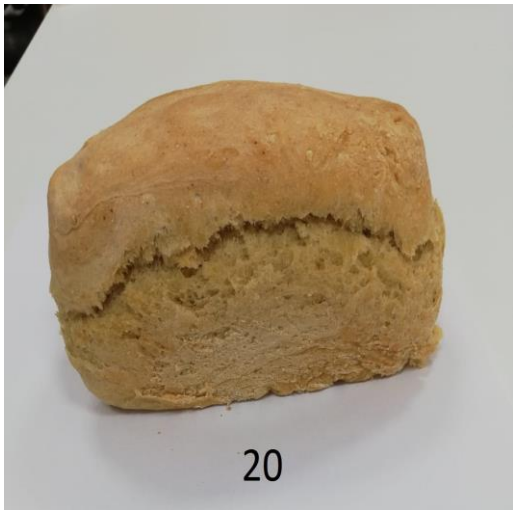


EK 1’in devamı



EK 1’in devamı





EK 2 Ekmek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	6774480	1	6774480			
Linear vs Mean	59189,741	3	19729,914	7,3191915	0,0026	
2FI vs Linear	1037,5	3	345,83333	0,1068078	0,9546	
Quadratic vs 2FI	34971,234	3	11657,078	16,368796	0,0003	Suggested
Cubic vs Quadratic	2960,2586	4	740,06466	1,0670763	0,4483	Aliased
Residual	4161,2658	6	693,5443			
Total	6876800	20	343840			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	38980,259	11	3543,6599	4,2694697	0,0606	
2FI	37942,759	8	4742,8448	5,7142709	0,0355	
Quadratic	2971,5244	5	594,30489	0,71603	0,6385	Suggested
Cubic	11,265803	1	11,265803	0,0135733	0,9118	Aliased
Pure Error	4150	5	830			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	51,919564	0,5784768	0,4994411	0,3365718	67881,969	
2FI	56,902588	0,5886165	0,3987472	-0,0177161	104132,71	
Quadratic	26,686185	0,9303995	0,867759	0,6777855	32968,99	Suggested
Cubic	26,335229	0,9593309	0,8712144	0,9173701	8454,6931	Aliased

EK 3 Ekmek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	6809445	1	6809445			
Linear vs Mean	27986,297	3	9328,7658	3,5551104	0,0382	Suggested
2FI vs Linear	1998,5	3	666,16667	0,2165789	0,8831	
Quadratic vs 2FI	8393,3915	3	2797,7972	0,8855803	0,4813	
Cubic vs Quadratic	8441,7026	4	2110,4257	0,5469524	0,7089	Aliased
Residual	23151,109	6	3858,5181			
Total	6879416	20	343970,8			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	21837,369	11	1985,2154	0,4926745	0,8477	Suggested
2FI	19838,869	8	2479,8587	0,615431	0,7422	
Quadratic	11445,478	5	2289,0956	0,568089	0,7250	
Cubic	3003,7752	1	3003,7752	0,7454523	0,4274	Aliased
Pure Error	20147,333	5	4029,4667			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	51,225423	0,39997	0,2874643	0,1558718	59064,492	Suggested
2FI	55,460452	0,4285318	0,1647772	-0,6693929	116809,09	
Quadratic	56,207483	0,5484871	0,1421254	-0,6994198	118910,11	
Cubic	62,116971	0,6691328	-0,0477461	-8,8773109	691125,32	Aliased

EK 4 Ekmek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	19125,051	1	19125,051			Suggested
Linear vs Mean	94,49498	3	31,498327	2,7551445	0,0765	
2FI vs Linear	15,157778	3	5,0525926	0,3915267	0,7611	
Quadratic vs 2FI	116,40295	3	38,800982	7,5546976	0,0063	Suggested
Cubic vs Quadratic	27,369464	4	6,842366	1,7112611	0,2648	Aliased
Residual	23,990609	6	3,9984349			
Total	19402,467	20	970,12333			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	166,06154	11	15,096503	4,4772143	0,0552	
2FI	150,90376	8	18,86297	5,5942464	0,0370	
Quadratic	34,500814	5	6,9001628	2,0464015	0,2253	Suggested
Cubic	7,1313499	1	7,1313499	2,1149654	0,2056	Aliased
Pure Error	16,859259	5	3,3718519			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	3,3812054	0,3406258	0,2169932	-0,1019286	305,69239	
2FI	3,5923318	0,395265	0,1161566	-0,259591	349,43043	
Quadratic	2,2662761	0,8148625	0,6482387	-0,0309516	286,00223	Suggested
Cubic	1,9996087	0,9135211	0,7261502	-4,7540142	1596,2543	Aliased

EK 5 Ekmek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	95198,476	9	10577,608	14,853011	0,0001	significant
A-siyez	37528,383	1	37528,383	52,69712	< 0,0001	
B-maya	20216,863	1	20216,863	28,388392	0,0003	
C-su	1444,4956	1	1444,4956	2,0283517	0,1848	
AB	612,5	1	612,5	0,8600687	0,3756	
AC	312,5	1	312,5	0,4388105	0,5227	
BC	112,5	1	112,5	0,1579718	0,6994	
A^2	22243,608	1	22243,608	31,234335	0,0002	
B^2	13360,758	1	13360,758	18,761093	0,0015	
C^2	642,05242	1	642,05242	0,901566	0,3647	
Residual	7121,5244	10	712,15244			
Lack of Fit	2971,5244	5	594,30489	0,71603	0,6385	not significant
Pure Error	4150	5	830			
Cor Total	102320	19				
Std. Dev.	26,686185		R-Squared	0,9303995		
Mean	582		Adj R-Squared	0,867759		
C.V. %	4,5852551		Pred R-Squared	0,6777855		
PRESS	32968,99		Adeq Precision	12,514688		

EK 6 Ekmek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Lineer fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	27986,297	3	9328,7658	3,5551104	0,0382	significant
A-siyez	54,459565	1	54,459565	0,0207541	0,8872	
B-maya	11,611482	1	11,611482	0,004425	0,9478	
C-su	27920,226	1	27920,226	10,640152	0,0049	
Residual	41984,703	16	2624,0439			
Lack of Fit	21837,369	11	1985,2154	0,4926745	0,8477	not significant
Pure Error	20147,333	5	4029,4667			
Cor Total	69971	19				

Std. Dev.	51,225423	R-Squared	0,39997
Mean	583,5	Adj R-Squared	0,2874643
C.V. %	8,7789927	Pred R-Squared	0,1558718
PRESS	59064,492	Adeq Precision	6,6387463

EK 7 Ekmek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
	Sum of		Mean	F	p-value	
Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	226,0557	9	25,117301	4,8904332	0,0104	significant
A-siyez	90,507258	1	90,507258	17,622105	0,0018	
B-maya	0,1017465	1	0,1017465	0,0198104	0,8909	
C-su	3,8859754	1	3,8859754	0,7566141	0,4048	
AB	2,1355556	1	2,1355556	0,4158007	0,5336	
AC	3,92	1	3,92	0,7632388	0,4028	
BC	9,1022222	1	9,1022222	1,772237	0,2127	
A^2	83,768712	1	83,768712	16,310084	0,0024	
B^2	19,846505	1	19,846505	3,8641893	0,0777	
C^2	10,210634	1	10,210634	1,988049	0,1889	
Residual	51,360073	10	5,1360073			
Lack of Fit	34,500814	5	6,9001628	2,0464015	0,2253	not significant
Pure Error	16,859259	5	3,3718519			
Cor Total	277,41578	19				

Std. Dev.	2,2662761	R-Squared	0,8148625
Mean	30,923333	Adj R-Squared	0,6482387
C.V. %	7,3286928	Pred R-Squared	-0,0309516
PRESS	286,00223	Adeq Precision	9,0025782

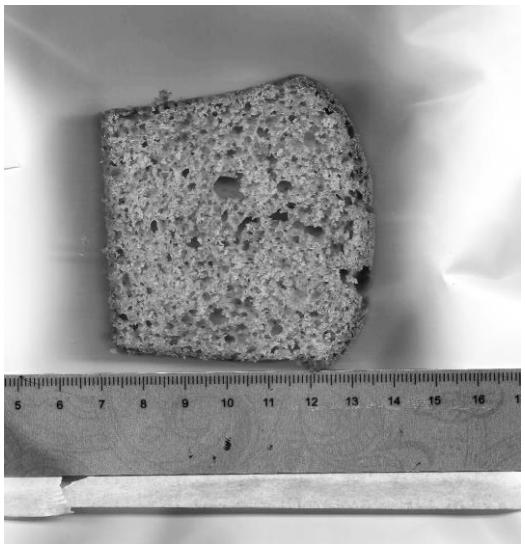
EK 8 Design expert yazılımı tarafından ekmek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
siyez	is in range	0	100	1	1	3
maya	is in range	0,5	3	1	1	3
su	is in range	55	60	1	1	3
Hacim	is in range	430	680	1	1	3
Gözenek	is in range	470	675	1	1	3
Duyusal deg.	maximize	22,13	37,8	1	1	3

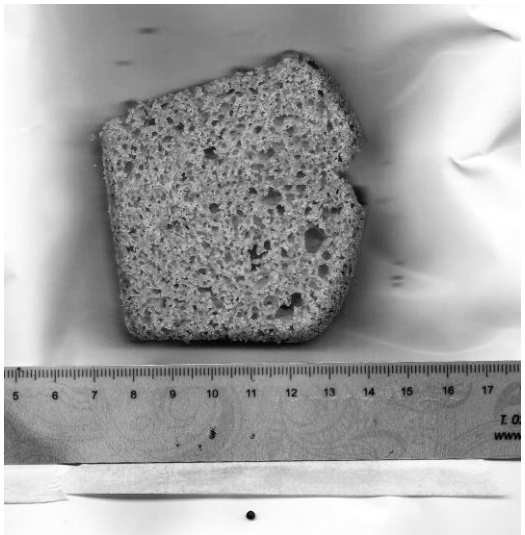
Solutions

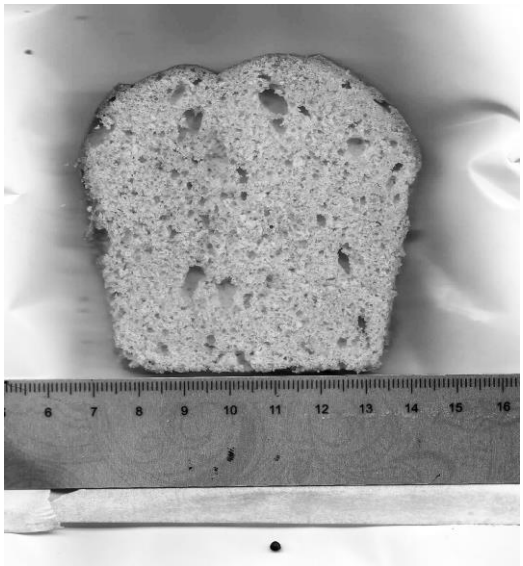
Number	siyez	maya	su	Hacim	Gözenek	Duyusal degerlendirme	Desirability	
1	**65,12**	**1,49**	**55,03**	**566,46**	**659,91**	**37,88**	**1**	**Selected**
2	71,43	1,50	55,11	544,13	657,89	37,84	1	
3	68,94	1,14	55,15	518,06	656,87	38,03	1	
4	66,10	1,24	55,17	538,70	656,17	37,84	1	
5	66,99	1,17	55,14	527,67	657,15	37,99	1	
6	73,77	0,95	55,01	475,48	661,72	38,60	1	
7	87,91	1,12	55,09	431,99	660,09	37,93	1	
8	70,49	1,59	55,05	554,56	659,56	37,80	1	
9	68,75	1,18	55,00	523,16	661,41	38,47	1	
10	60,33	1,10	55,03	540,31	660,10	37,90	1	
11	65,12	1,39	55,09	557,45	658,24	37,86	1	
12	71,43	1,59	55,04	551,26	660,10	37,85	1	
13	67,66	1,60	55,02	565,83	660,41	37,81	1	
14	82,13	1,31	55,06	480,94	660,44	38,16	1	

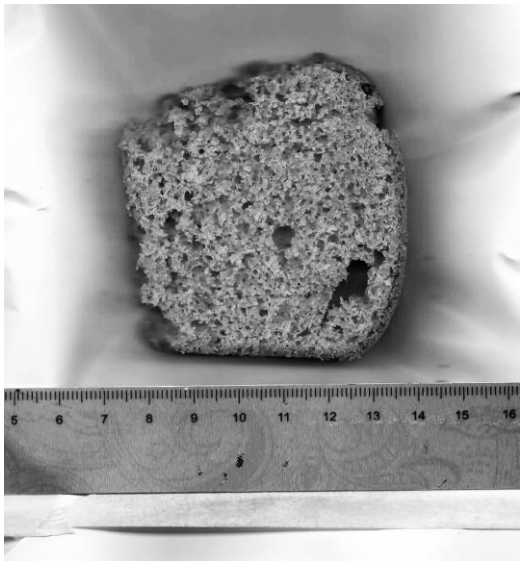
EK 9 Deneysel Dizayna Göre Üretilen Kek Örnekleri



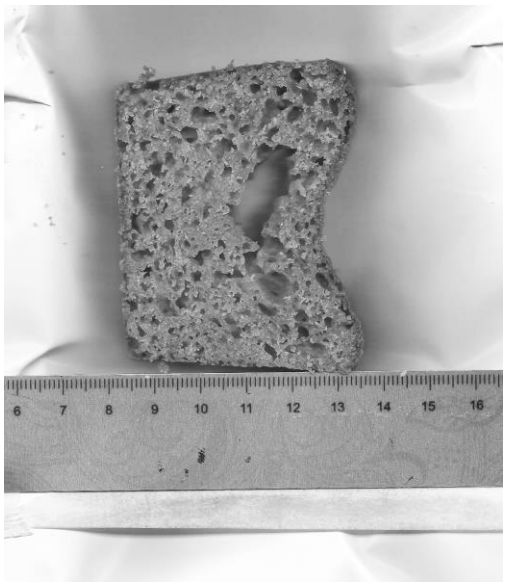
EK 9'un devamı



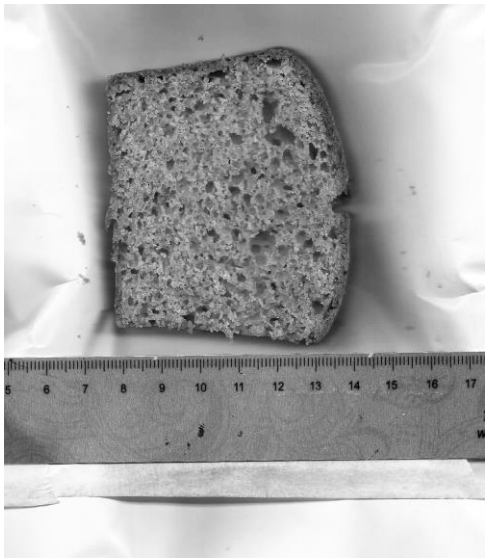


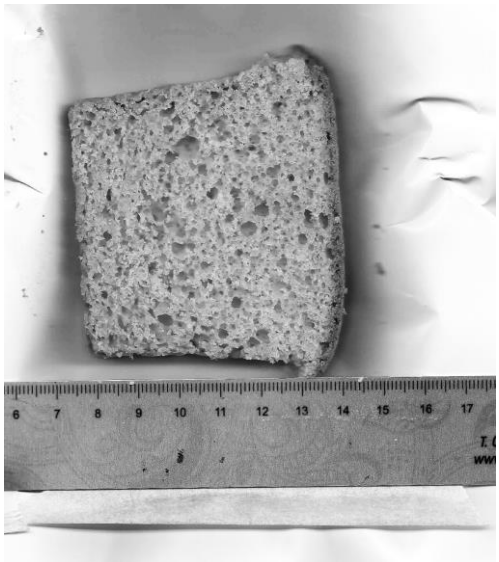


EK 9'un devamı

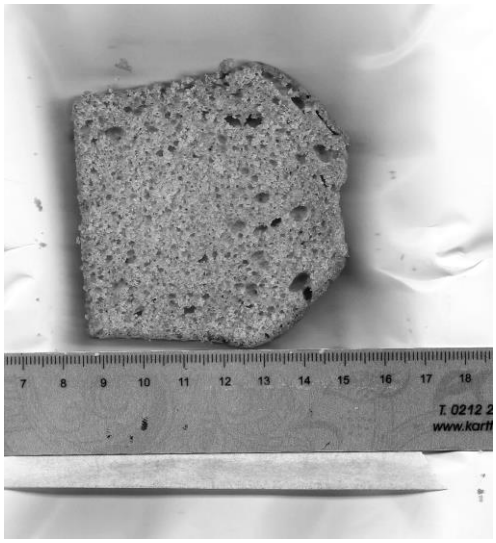


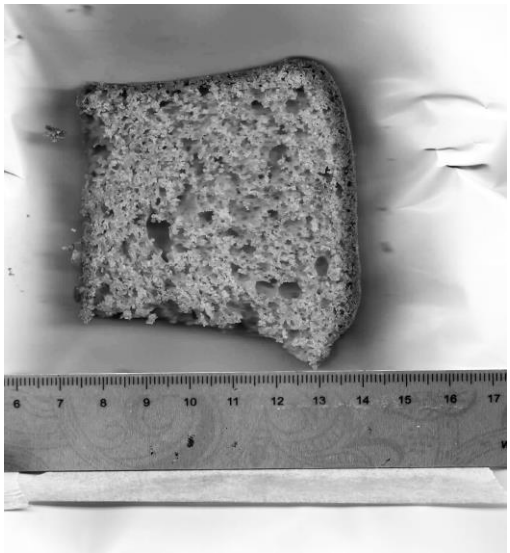
EK 9'un devamı

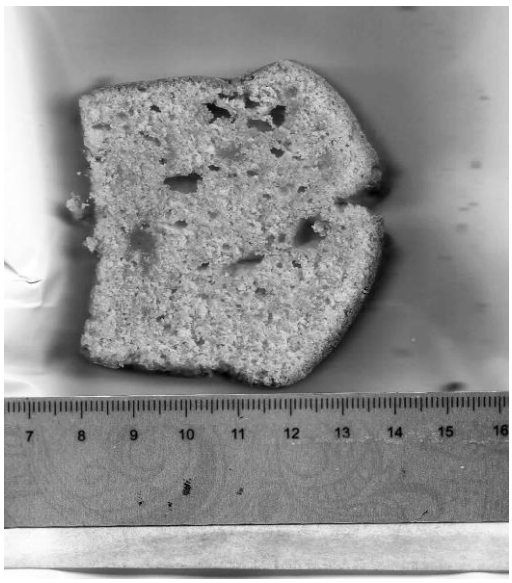




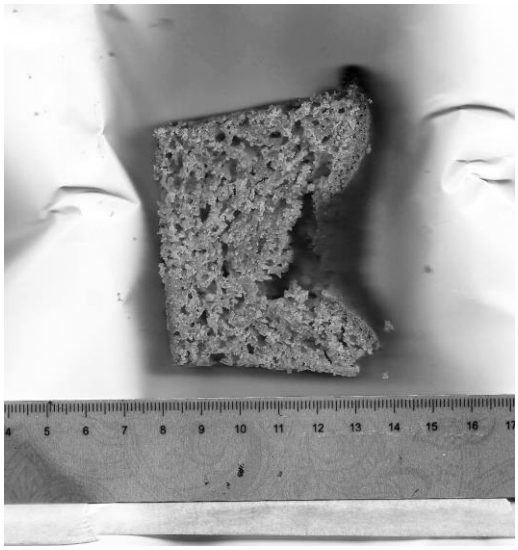
EK 9'un devamı

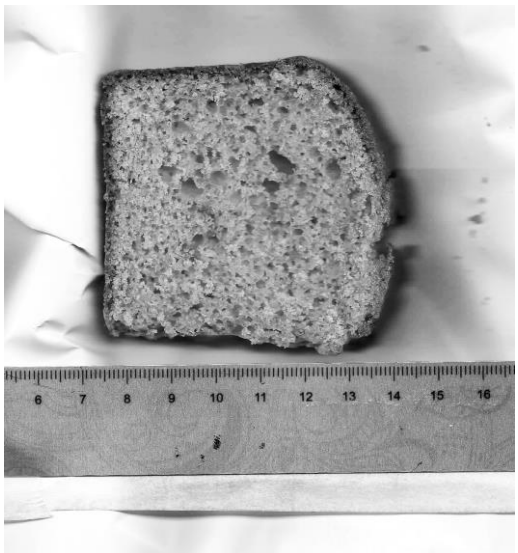


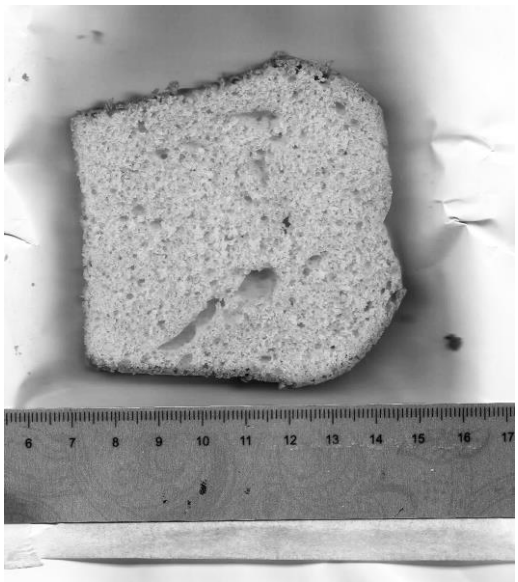




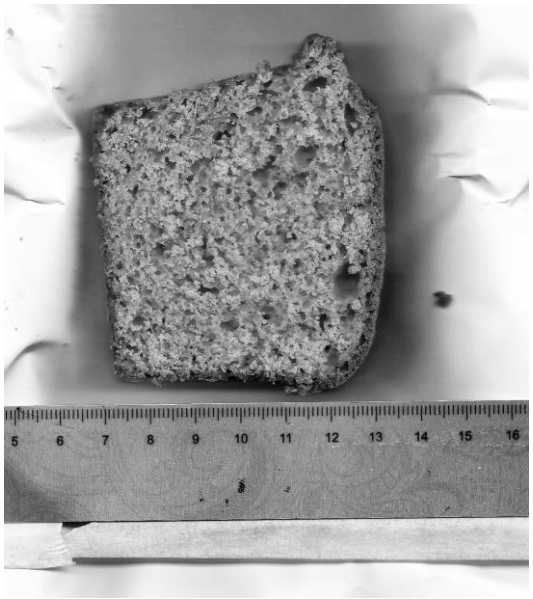
EK 9'un devamı

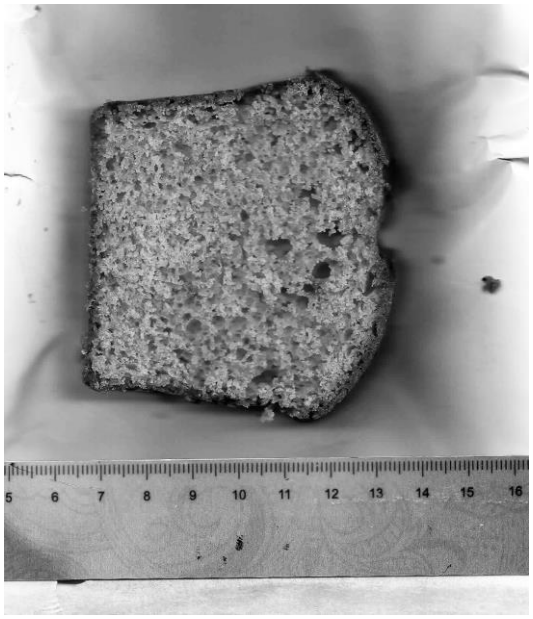






EK 9'un devamı





EK 10 Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	6116180	1	6116180			
Linear vs Mean	30618,048	3	10206,016	4,1655133	0,0233	
2FI vs Linear	9050	3	3016,6667	1,3006344	0,3161	
Quadratic vs 2FI	25027,532	3	8342,5107	16,279911	0,0004	Suggested
Cubic vs Quadratic	3381,9523	4	845,48808	2,9113469	0,1172	Aliased
Residual	1742,4679	6	290,41131			
Total	6186000	20	309300			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	37468,619	11	3406,2381	9,8256868	0,0103	
2FI	28418,619	8	3552,3274	10,247098	0,0101	
Quadratic	3391,0869	5	678,21737	1,9563963	0,2395	Suggested
Cubic	9,1345526	1	9,1345526	0,0263497	0,8774	Aliased
Pure Error	1733,3333	5	346,66667			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	49,498707	0,4385283	0,3332524	-0,0030556	70033,342	
2FI	48,159952	0,5681473	0,3688307	0,0977116	62997,779	
Quadratic	22,637182	0,9266053	0,86055	0,5953134	28255,221	Suggested
Cubic	17,041459	0,9750434	0,9209709	0,9354395	4507,6168	Aliased

EK 11 Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	4807881,8	1	4807881,8			
Linear vs Mean	296586,18	3	98862,06	15,972863	< 0,0001	Suggested
2FI vs Linear	10105,375	3	3368,4583	0,4924389	0,6936	
Quadratic vs 2FI	34588,201	3	11529,4	2,121854	0,1610	
Cubic vs Quadratic	28197,319	4	7049,3298	1,61811	0,2846	Aliased
Residual	26139,124	6	4356,5207			
Total	5203498	20	260174,9			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	80771,186	11	7342,8351	2,0107624	0,2277	Suggested
2FI	70665,811	8	8833,2263	2,4188912	0,1728	
Quadratic	36077,61	5	7215,522	1,975899	0,2364	
Cubic	7880,291	1	7880,291	2,1579394	0,2018	Aliased
Pure Error	18258,833	5	3651,7667			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	78,672589	0,7496816	0,7027469	0,5986327	158787,41	Suggested
2FI	82,706452	0,775225	0,6714826	0,0122271	390778,95	
Quadratic	73,713258	0,8626536	0,7390419	0,1460244	337846,58	
Cubic	66,003945	0,9339281	0,7907722	-3,4572509	1763360,7	Aliased

EK 12 Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen fonksiyona ait istatistiksel parametreler

Sequential Model Sum of Squares [Type I]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Mean vs Total	18199,012	1	18199,012			
Linear vs Mean	28,346859	3	9,4489531	0,5225825	0,6729	
2FI vs Linear	67,751091	3	22,583697	1,3251599	0,3086	
Quadratic vs 2FI	180,64252	3	60,214174	14,719907	0,0005	Suggested
Cubic vs Quadratic	10,679593	4	2,6698983	0,529969	0,7195	Aliased
Residual	30,227034	6	5,037839			
Total	18516,659	20	925,83297			

Lack of Fit Tests						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	277,9314	11	25,266491	11,112171	0,0078	
2FI	210,18031	8	26,272539	11,55463	0,0077	
Quadratic	29,537791	5	5,9075583	2,5981367	0,1590	Suggested
Cubic	18,858198	1	18,858198	8,2938119	0,0346	Aliased
Pure Error	11,368836	5	2,2737673			

Model Summary Statistics						
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	4,2522071	0,0892401	-0,0815274	-0,5250245	484,4196	
2FI	4,1282251	0,3025305	-0,0193784	-0,2462593	395,87065	
Quadratic	2,0225387	0,8712199	0,7553178	0,2373013	242,26902	Suggested
Cubic	2,2445131	0,9048408	0,6986626	-12,138344	4173,357	Aliased

EK 13 Kek "Hacim" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	64695,58	9	7188,3978	14,027729	0,0001	significant
A-siyez	29864,286	1	29864,286	58,27837	< 0,0001	
B-kabartma tozu	654,50354	1	654,50354	1,2772246	0,2848	
C-yumurta	99,258572	1	99,258572	0,1936972	0,6692	
AB	7200	1	7200	14,05037	0,0038	
AC	50	1	50	0,097572	0,7612	
BC	1800	1	1800	3,5125925	0,0904	
A^2	6627,9358	1	6627,9358	12,934021	0,0049	
B^2	16033,56	1	16033,56	31,288536	0,0002	
C^2	157,23982	1	157,23982	0,3068441	0,5918	
Residual	5124,4202	10	512,44202			
Lack of Fit	3391,0869	5	678,21737	1,9563963	0,2395	not significant
Pure Error	1733,3333	5	346,66667			
Cor Total	69820	19				

Std. Dev.	22,637182	R-Squared	0,9266053
Mean	553	Adj R-Squared	0,86055
C.V. %	4,093523	Pred R-Squared	0,5953134
PRESS	28255,221	Adeq Precision	15,323891

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	563,38794	1	9,232536	542,81657	583,95931	
A-siyez	-46,762824	1	6,1255774	-60,411461	-33,114187	1
B-kabartma tozu	6,9227821	1	6,1255774	-6,7258548	20,571419	1
C-yumurta	2,6959304	1	6,1255774	-10,952706	16,344567	1
AB	-30	1	8,0034525	-47,832803	-12,167197	1
AC	2,5	1	8,0034525	-15,332803	20,332803	1
BC	15	1	8,0034525	-2,8328035	32,832803	1
A^2	21,445576	1	5,963084	8,1589965	34,732155	1,0182653
B^2	-33,3552	1	5,963084	-46,641779	-20,068621	1,0182653
C^2	-3,3031617	1	5,963084	-16,589741	9,9834175	1,0182653

EK 14 Kek "Gözenek faktörü" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Lineer fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	296586,18	3	98862,06	15,972863	< 0,0001	significant
A-siyez	67692,821	1	67692,821	10,936938	0,0045	
B-kabartma tozu	187865,26	1	187865,26	30,352859	< 0,0001	
C-yumurta	41028,098	1	41028,098	6,6287937	0,0204	
Residual	99030,019	16	6189,3762			
Lack of Fit	80771,186	11	7342,8351	2,0107624	0,2277	not significant
Pure Error	18258,833	5	3651,7667			
Cor Total	395616,2	19				

Std. Dev.	78,672589		R-Squared	0,7496816		
Mean	490,3		Adj R-Squared	0,7027469		
C.V. %	16,045806		Pred R-Squared	0,5986327		
PRESS	158787,41		Adeq Precision	13,784944		
Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	490,3	1	17,591726	453,00721	527,59279	
A-siyez	-70,403779	1	21,288649	-115,5337	-25,273859	1
B-kabartma tozu	-117,28647	1	21,288649	-162,41639	-72,156547	1
C-yumurta	54,810701	1	21,288649	9,6807809	99,940621	1

EK 15 Kek "Duyusal Değerlendirme" değişkeni için yazılım programı tarafından önerilen "Quadratic fonksiyona" ait varyans analizi (ANOVA) tablosu

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	276,74047	9	30,748941	7,5168605	0,0020	significant
A-siyez	23,165347	1	23,165347	5,6629814	0,0386	
B-kabartma tozu	2,6759687	1	2,6759687	0,6541651	0,4374	
C-yumurta	2,5055435	1	2,5055435	0,6125031	0,4520	
AB	61,348644	1	61,348644	14,997238	0,0031	
AC	5,218997	1	5,218997	1,2758317	0,2850	
BC	1,1834497	1	1,1834497	0,2893051	0,6024	
A^2	20,616233	1	20,616233	5,0398271	0,0486	
B^2	161,20677	1	161,20677	39,408472	< 0,0001	
C^2	1,8073701	1	1,8073701	0,4418282	0,5213	
Residual	40,906628	10	4,0906628			
Lack of Fit	29,537791	5	5,9075583	2,5981367	0,1590	not significant
Pure Error	11,368836	5	2,2737673			
Cor Total	317,6471	19				

Std. Dev.	2,0225387	R-Squared	0,8712199
Mean	30,165388	Adj R-Squared	0,7553178
C.V. %	6,7048324	Pred R-Squared	0,2373013
PRESS	242,26902	Adeq Precision	8,3392144

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	33,024103	1	0,8248889	31,186136	34,862071	
A-siyez	-1,302399	1	0,547295	-2,5218484	-0,0829497	1
B-kabartma tozu	-0,4426548	1	0,547295	-1,6621041	0,7767945	1
C-yumurta	0,4283272	1	0,547295	-0,7911221	1,6477765	1
AB	-2,7692202	1	0,7150754	-4,3625075	-1,1759329	1
AC	-0,8076971	1	0,7150754	-2,4009844	0,7855902	1
BC	0,3846183	1	0,7150754	-1,208669	1,9779056	1
A^2	-1,1960607	1	0,5327769	-2,3831616	-0,0089598	1,0182653
B^2	-3,3445693	1	0,5327769	-4,5316702	-2,1574684	1,0182653
C^2	0,3541377	1	0,5327769	-0,8329633	1,5412386	1,0182653

EK 16 Design expert yazılımı tarafından kek için önerilen ve seçilen optimizasyon sonuçları

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
siyez	is in range	0	100	1	1	3
kabartma tozu	is in range	1	10	1	1	3
yumurta	is in range	30	60	1	1	3
Hacim	is in range	430	690	1	1	3
Gözenek	is in range	307	752	1	1	3
Duyusal degerlendirme	maximize	21,5385	35,153846	1	1	3

Solutions							
Number	Siyez	Kabartma tozu	Yumurta	Hacim	Gözenek	Duyusal degerlendirme	Desirability
1	**39,59**	**5,78**	**58,9**	**581,05555**	**588,30234**	**35,382452**	**1**
2	18,83	6,08	55,3	642,16733	601,98261	35,492801	1
3	35,79	6,52	57,75	597,42419	557,83045	35,323374	1
4	6,39	6,26	53,98	689,90723	615,3021	35,215186	1
5	17,99	6,43	54,95	649,87598	586,66875	35,554925	1
6	40,33	6,22	59,21	584,02205	568,74018	35,365408	1
7	38,2	4,95	59,95	568,37317	634,38691	35,190376	1
8	28,04	5,99	58,67	611,53997	604,99242	36,025428	1
9	40,16	5,4	59,46	573,94382	606,91799	35,336965	1
10	30,34	5,5	58,41	597,84413	619,1693	35,612694	1
11	30,38	6,36	58,9	609,8152	584,62657	36,012987	1
12	20,83	5,5	56,89	624,30408	632,52058	35,403506	1
13	28,38	5,33	59,67	597,78515	638,97255	35,81583	1
14	26,65	5,12	59,57	597,35347	651,57986	35,592872	1
15	34,26	5,83	58	594,20956	592,7955	35,524642	1
16	38,56	6,15	59,4	587,15133	577,41933	35,570676	1
17	22,09	6,97	55,61	640,96843	557,00493	35,531762	1
18	14,57	6,28	55,88	659,24858	606,89939	35,787057	1
19	15,17	6,13	54,34	655,4526	602,70759	35,304823	1
20	28,38	5,76	56,22	608,95127	598,95967	35,346281	1
21	15,3	6,93	57,49	664,49435	586,63286	36,352689	1
22	34,6	6,52	56,97	600,65242	555,79506	35,242951	1
23	2,35	5,51	58,28	684,41051	684,33948	35,403182	1

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bağdagül KAPLAN

Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu - 24/12/1984

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : bagdagulkaplan@ogr.kastamonu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Mustafa Kaya Anadolu Lisesi, 2002

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2006

Mesleki Deneyim

İş Yeri : SS Kastamonu Köy Kalkınma ve Diğer Tarımsal Amaçlı Koop. Birliği, 2006-2008

İş Yeri : Erdem Sepetçioğlu Şekerleme Gıda San ve Tic. A.Ş (2008 - Devam Ediyor)