

GLUTENSİZ TULUMBA TATLISI ÜRETİMİ

ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Birgöl BULUT

Y. Lisans Tezi

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

2013

Her hakkı saklıdır

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Y. LİSANS TEZİ

GLUTENSİZ TULUMBA TATLISI ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Birgöl BULUT

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İĞDIR
2013**

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ danışmanlığında Birgül BULUT tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(İmza)

.....
Doç. Dr. Bünyamin YILDIRIM
Enstitü Müdürü

ÖZET

Y. Lisans Tezi

GLUTENSİZ TULUMBA TATLISI ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Birgöl BULUT
İğdır Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ

Halkımız tarafından sevilerek tüketilen tulumba tatlısı, içerdiği gluten proteini nedeniyle çölyak hastaları tarafından tüketilememektedir. Bu hastaların diyeti açısından, tüketebilecekleri alternatif farklı glutensiz ürünlerin üretilmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, mısır unu (MU), karabuğday unu (KBU) ve pirinç unu (PU) kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ile glutensiz tulumba tatlısı formülleri optimize edildi. MU ve KBU ile üretilen formüllere patates nişastası (PN) ilave edildi. MU-PN ve KBU-PN karışımlarındaki PN oranının artması ile tatlıların sertlik değeri azalırken, genleşme, dış yapışkanlık (adhesiveness), şerbetli ve şerbetsiz verim değerleri artmaktadır. PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülüne ilave edilen soya proteininin (SP) artan seviyeleri genleşme değerini azaltırken, şerbetli ve şerbetsiz verim ile yağ emilimini arttırmaktadır. Her bir formül için optimizasyona dahil edilen özellikler göz önüne alındığında sabit bileşenlerle birlikte, MU formülünde, 60:40 oranında MU ve PN karışımı, % 201.57 su ile % 0.17 CMC kullanıldığında; KBU formülünde, yaklaşık 68:32 oranlarında KBU ve PN karışımı, % 175.87 su ile % 0.132 CMC ve % 2.2 soya proteini karışımı kullanıldığında; PU formülünde ise % 2.77 SP, % 200.78 su ile % 0.54 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Kontrol tulumba tatlısı ve glutensiz tulumba tatlıları için yapılan duyu analizde tüm parametreler için en yüksek puanı sırasıyla karabuğday, mısır, pirinç ve kontrol tulumba tatlısı almıştır.

2013, sayfa 104

Anahtar Kelimeler: Çölyak, tulumba tatlısı, glutensiz, yanıt yüzey yöntemi

ABSTRACT

MS Thesis

A STUDY ON GLUTEN FREE TULUMBA DESSERT PRODUCTION

Birgöl BULUT

Iğdır University, Faculty of Engineering
Department of Food Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Önder YILDIZ

Tulumba dessert is widely preferred in Turkey; however it cannot be consumed by celiac patients as it includes gluten. For this reason, they need an alternative diet. It is vital for the diet of these patients to produce different gluten-free products as an alternative to gluten-including foods. In this study, amount of corn flour (MU), buckwheat flour (KBU) and rice flour (PU) to be used in the gluten free tulumba formulation were optimized using the Response Surface Methodology (YYY). Potato starch (PN) was added to the samples including MU and KBU. The increase in PN in the MU-PN and KBU-PN mixtures caused to decrease in hardness of the samples and to increase in expansion, viscosity, adhesiveness, yield of both of the syrup including and not including samples. The increase in SP in the gluten free tulumba desserts prepared from PU caused to decrease in expansion value and to increase in fat absorption and yield of both of the syrup including and not including samples. When considering the features used in optimization process, the optimum formulations were % 201.57 water and 0.17 CMC for MU/PN mixtures (60:40%); 175.87 % water, 0.132 % CMC and 2.2 % soy protein for KBU/PN mixture (68:32); 2.77 % SP, % 200.78 % water and 0.54 % CMC for PU including desserts. The properties of the samples prepared from these three formulations were very close to control sample. KBU including sample had the highest sensory score and it was followed by MU, PU including gluten-free samples and control sample, respectively.

2013, 104 pages

Key words: Celiac, gluten-free tulumba dessert, RSM

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çölyak hastaları her zaman aileleri ve yaşadıkları toplumdan farklı bir glutensiz diyetle ihtiyaç duymaktadır. Bu hastaların günlük ihtiyaçlarını dengeli bir şekilde karşılayabilmeleri için glutensiz ürün yelpazesi genişletilmelidir. Geleneksel bir tatlımız olan tulumba tatlısının glutensiz olarak üretimine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğunun kek ve özellikle ekmek üzerinde yapılmış olması bu araştırmanın önemini daha da arttırmaktadır. Bu çalışmada farklı un kaynakları (karabuğday unu, pirinç unu ve mısır unu) kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ile glutensiz tulumba tatlısı formülleri geliştirilmiş ve kullanılan glutensiz bileşenlerin tulumba tatlısı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Araştırma konusunun seçilmesi, çalışmanın yürütülmesi, tez aşamasına getirilmesi ve tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyerek her türlü desteği veren, çalışmanın son aşamasına kadar her safhasında benimle büyük bir titizlikle ilgilenen saygı değer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Önder YILDIZ'a, laboratuvar çalışmalarında destek olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT'a, araştırma görevlisi Sayın M. Murat CEYLAN'a, yüksek lisans arkadaşım manevi kız kardeşim sevgili Berrak İĞDIR'a, uzman Sayın Erhan ÖZTÜRK'e, duysal değerlendirmede yardımcı olan tüm panelistlere, projemize (2012-FBE-L03) destek sağlayan Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve eğitimimin her aşamasında maddi ve manevi destek sağlayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Birgül BULUT
TEMMUZ- 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Un Analizleri: nem, kül ve toplam proteini	12
3.2.2. Tulumba tatlısı üretimi	12
3.2.2.1. Buğday unu ile kontrol tulumba tatlısı üretimi	13
3.2.2.2. Pirinç unu ile yapılan tulumba tatlısı	14
3.2.2.3. Mısır unu- patates nişastası ile tulumba tatlısı	14
3.2.2.4. Karabuğday unu- patates nişastası ile tulumba tatlısı üretimi	15
3.2.3. Tulumba tatlılarının değerlendirilmesi	15
3.2.3.1. Genleşme, yağ emilimi ve verim değerlerinin belirlenmesi	15
3.2.3.2. Tatlıların tekstürel özelliklerinin belirlenmesi	16
3.2.3.3. Tüketici testi (Duyusal analiz)	16
3.2.3.4. İstatistiksel analizler	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	18
4.1. Kullanılan Unların Özellikleri	18
4.1.1. Unların protein ve kül oranları	18
4.2. Kontrol Tulumba Tatlısı Üretimi	18
4.3. Glutensiz Tulumba Tatlısı Formüllerinin Optimizasyonu	19
4.3.1. Mısır unu ile glutensiz tulumba tatlısı formül optimizasyonu	19
4.3.1.1. Genleşme (cm)	20
4.3.1.2. Şerbetli verim (%)	22
4.3.1.3. Şerbetsiz verim (%)	24
4.3.1.4. Yağ emilimi (ml)	26
4.3.1.5. Sertlik (hardness) (g)	28
4.3.1.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)	30
4.3.1.7. Çiğnenebilirlik (chewiness)	32
4.3.1.8. İç yapışkanlık (cohesiveness)	34
4.3.1.9. Elastikiyet (resilience)	36
4.3.1.10. Esneklik (springiness)	38
4.3.2. Karabuğday unu ile glutensiz tulumba tatlısı üretimi	40
4.3.2.1. Genleşme (cm)	41
4.3.2.2. Şerbetli verim (%)	43
4.3.2.3. Şerbetsiz verim (%)	45

4.3.2.4. Yağ emilimi (ml).....	47
4.3.2.5. Sertlik (hardness) (g).....	49
4.3.2.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s).....	51
4.3.2.7. Çiğnenebilirlik (chewiness).....	53
4.3.2.8. İç yapışkanlık (cohesiveness).....	55
4.3.2.9. Esneklik (springiness).....	57
4.3.3. Pirinç unu ile glutensiz tulumba tatlısı üretimi.....	59
4.3.3.1. Genleşme (cm).....	60
4.3.3.2. Şerbetli verim (%).....	61
4.3.3.3. Şerbetsiz verim (%).....	63
4.3.3.4. Yağ emilimi (ml).....	65
4.3.3.5. Sertlik (hardness) (g).....	67
4.3.3.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s).....	69
4.3.3.7. Çiğnenebilirlik (chewiness).....	71
4.3.3.8. İç yapışkanlık (cohesiveness).....	73
4.3.3.9. Esneklik (springiness).....	74
4.4. Formül Optimizasyonu.....	76
4.4.1. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlısı.....	76
4.4.2. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlısı.....	78
4.4.3. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlısı.....	79
4.5. Duyusal değerlendirme.....	80
4.5.1. Görünüş.....	80
4.5.2. Gözenek yapısı.....	81
4.5.3. Simetri.....	81
4.5.4. Gevreklik.....	81
4.5.5. Tat ve aroma.....	82
4.5.6. Ağızda bıraktığı his.....	82
4.5.7. Genel kabul.....	82
5. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	83
KAYNAKLAR.....	86
EKLER.....	89
EK 1.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	90

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

dak	Dakika
g	Gram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
s	Saniye
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

AACC	Amerikan Hububat Kimyacılar Birliği
AOAC	Analitik Kimyacılar Birliği
BU	Buğday unu
BUT	Buğday unu tatlısı (kontrol)
LSD	En küçük önemli fark
CMC	Karboksi metil selüloz
KBU	Karabuğday unu
KO	Kareler ortalaması
KBUT	Karabuğday unu tatlısı
KT	Kareler toplamı
MU	Mısır unu
MUT	Mısır unu tatlısı
PN	Patates nişastası
PU	Pirinç unu
PUT	Pirinç unu tatlısı
SH	Standart hata
YYY	Yanıt Yüzey Yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genişleme değerine (cm) ait etki seviyeleri.....	21
Şekil 4.2.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde genişleme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	22
Şekil 4.3.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim üzerine (%) etki seviyeleri.....	23
Şekil 4.4.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	24
Şekil 4.5	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim üzerine (%) etki seviyeleri	26
Şekil 4.6.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	26
Şekil 4.7.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi üzerine (ml) etki seviyeleri	27
Şekil 4.8.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	28
Şekil 4.9.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine (g) ait etki seviyeleri	29
Şekil 4.10.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	30
Şekil 4.11.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri	31
Şekil 4.12.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi	32
Şekil 4.13.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çignenebilirlik değerine ait etki seviyeleri.....	33
Şekil 4.14.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde çignenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	34
Şekil 4.15.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri	35
Şekil 4.16.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi	36
Şekil 4.17.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin elastikiyet değerine ait etki seviyeleri.....	37
Şekil 4.18.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde elastikiyet değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	38
Şekil 4.19.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri.....	39
Şekil 4.20.	Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	40
Şekil 4.21.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genişleme değerine (cm) ait etki seviyeleri.....	43

Şekil 4.22.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde genleşme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	43
Şekil 4.23.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim (%) değerine ait etki seviyeleri.....	45
Şekil 4.24.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	45
Şekil 4.25.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim (%) değerine ait etki seviyeleri.....	47
Şekil 4.26.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	47
Şekil 4.27.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi (ml) değerine ait etki seviyeleri.....	48
Şekil 4.28.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	49
Şekil 4.29.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine ait etki seviyeleri.....	50
Şekil 4.30.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	51
Şekil 4.31.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri.....	52
Şekil 4.32.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	53
Şekil 4.33.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çignenebilirlik değerine ait etki seviyeleri.....	54
Şekil 4.34.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde çignenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	55
Şekil 4.35.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri.....	56
Şekil 4.36.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	57
Şekil 4.37.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri	58
Şekil 4.38.	Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	58
Şekil 4.39.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genleşme değerine (cm) ait etki seviyeleri.....	61
Şekil 4.40.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde genleşme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	61
Şekil 4.41.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim üzerine (%) etki seviyeleri.....	63
Şekil 4.42.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	63
Şekil 4.43.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim üzerine (%) etki seviyeleri.....	64
Şekil 4.44.	Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	65

Şekil 4.45. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi üzerine (ml) etki seviyeleri	66
Şekil 4.46. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	67
Şekil 4.47. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine (g) ait etki seviyeleri.....	68
Şekil 4.48. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	69
Şekil 4.49. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri.....	70
Şekil 4.50. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	70
Şekil 4.51. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çignenebilirlik değerine ait etki seviyeleri	72
Şekil 4.52. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde çignenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	72
Şekil 4.53. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri.....	73
Şekil 4.54. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	74
Şekil 4.55. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri.....	75
Şekil 4.56. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi.....	76
Şekil 4.57. Farklı mısır unu-patates nişastası karışımları ile CMC ve su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri.....	77
Şekil 4.58. Farklı karabuğday unu-patates nişastası ve CMC-SP karışımları ile su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri	78
Şekil 4.59. Farklı SP, CMC ve su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri..	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Buğday unu (kontrol) ve glutensiz tulumba tatlılarının formülüne dahil edilen sabit ve optimize edilen bileşenler ve oranları.....	13
Çizelge 4.1.	Buğday unu (BU) ile üretilen kontrol tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler.....	18
Çizelge 4.2.	Mısır unu (MU) ile tulumba tatlısı üretimi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni.....	20
Çizelge 4.3.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının genleşme değerine ait varyans analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.4.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.5.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.6.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimi (ml) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.7.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının sertlik (g) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.8.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.9.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.10.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.11.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.12.	Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının elastikiyet değerine ait varyans analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.13.	Karabuğday unu (KBU) ile tulumba tatlısı üretimi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni.....	41
Çizelge 4.14.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının genleşme değerine ait varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.15.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verimine ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.16.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verimine ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.17.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimine ait varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.18.	Karabuğday unu ile üretilen tatlıların sertlik (g) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.19.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.20.	Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	54

Çizelge 4.21. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.22. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.23. Pirinç unu (PU) ile tulumba tatlısı üretimi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni.....	59
Çizelge 4.24. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının genleşme (cm) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.25. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.26. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.27. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimine (ml) ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.28. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının sertlik değerine (g) ait varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.29. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.30. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.31. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları.....	73
Çizelge 4.32. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları.....	75
Çizelge 4.33. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler ...	77
Çizelge 4.34. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler	78
Çizelge 4.35. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler ...	79
Çizelge 4.36. Kontrol ve üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlılarının duyusal değerlendirme puanları.....	80
Çizelge 4.37. Kontrol ile üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlılarının duyusal değerlendirme bulgularına ait varyans analiz sonuçları	81

1. GİRİŞ

Tulumba tatlısı, halkımız tarafından sevilerek tüketilen, mutfağımıza özgü hamur tatlılarından biridir. Yapımında öncelikle hamur pişirilir. Pişen hamur belli bir dereceye kadar soğutulduktan sonra yumurta ilave edilir. Yumurta hamura iyice yedirildikten sonra elde edilen hamur tulumba kalıbına konularak şekillendirilir. Böylece klasik tulumba şekli almış hamur arzu edilen uzunluklarda kesilerek derin yağda kızartılır. Kızartılan hamurlar soğuk şerbete bırakılır. Yaklaşık olarak bir sonraki parti kızarıncaya kadar şerbetin içinde bekletilerek tüketime hazır hale getirilir (Doğan ve Yurt 2002). Tulumba tatlısının üretiminde değişik katkı maddeleri kullanılarak farklı formülasyonlar ile çok değişik tat ve görünüşte ürünler elde edilmektedir (Özen 2005).

Geleneksel olarak buğday unu ile üretilen tulumba tatlısı doğal olarak gluten proteini içermektedir. Unlu mamullerde önemli fonksiyonları olan gluten, buğday ve diğer tahıllarda (arpa, çavdar, yulaf) bulunan bir proteindir. Gluten, tam hidrolize olduğunda lastiksi bir kütle halini alarak elastik ve viskoz özellik gösterir. Hamurun önemli reolojik özelliklerini tayin eder (Anonim 1982). Gluten çoğu unlu mamullerde gözenek yapısına ve görünümüne katkıda bulunur. Mayalar tarafından oluşturulan CO₂ gazını hamur içinde tutarak ürünün kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar.

Gluten, gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşur. Gluten proteininin alkolde çözünebilen gliadin fraksiyonu çölyak hastaları tarafından sindirilememektedir. Bu hastalık, günümüzde insanoğlunun en sık görülen genetik hastalığıdır ve yaşam boyu devam eden gıda alerjisidir. Çölyaklı kişiler normal ekmek, makarna, pasta, börek, bisküvi, kek, tulumba tatlısı ve benzeri çok sayıda gıdayı ömür boyu yememek durumundadır.

Glutensiz diyet çok karmaşık bir diyettir. Çölyak hastası kişilerin tüm hayatlarını etkileyecek tamamıyla yepyeni beslenme alışkanlığına ihtiyaçları vardır. Çölyaklı hastalar okullarda, iş yerinde, toplantılarda vb. yerlerde yemek alırlarken ne aldıklarına son derece dikkat etmek zorundadır. Eğer dışarıda yemek yenilecekse çölyaklı hastaların yiyecekleri yemeklerde gluten olup olmadığını öğrenmeleri ve buna göre davranmaları gerekmektedir. Kullanılan besinlerde gluteni araştırmak, hangi gıdalarda

olduğunu öğrenmek çölyak hastaları için doğal bir olay haline gelmelidir.

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

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

Singh-Meneghini (2007) tarafından yapılan araştırmaya göre çölyak hastaları için kullanılan formülasyon hem arzu edilen pişme kalitesi ve hem de duyusal kalite sağlamalıdır. Formüldeki bileşenlerden en az biri hamura elastik ve viskoz yapı sağlayarak pişme kalite özelliklerini iyileştirmeli ve bileşenlerden en az diğeri ise duyusal kaliteyi sağlamalıdır.

Marketlerde mevcut olan birçok glutensiz ürünün (makarna, ekmek, bisküvi vb.) kalitesi, tüketilebilirliği ve tadı arzu edilen seviyede değildir (Arendt ve ark. 2002). Çünkü glutenin ürün formülünden çıkarılması fırın ürünlerinde büyük problemlere sebep olur. Bu nedenle alternatif ürünlerin, gluten içeren gıdalar kadar belirli kalite özelliklerine sahip olması gerekir. Bu amaçla glutene alternatif olabilecek bileşen ya da karışımlar üzerinde araştırmalar yapılmaktadır.

Çölyak hastalarının günlük ihtiyaçlarını dengeli bir şekilde karşılayabilmeleri için glutensiz ürün yelpazesi genişletilmelidir. Glutensiz tulumba tatlısı üretimine

yönelik çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğunun kek ve özellikle ekmek üzerinde yapılmış olması bu araştırmanın önemini daha da arttırmaktadır. Çünkü farklı bileşenlerle üretilen ve arzu edilen kalite özelliklerine sahip glutensiz tulumba tatlıları, çölyak hastaları tarafından tercih edilebilir. Bu nedenle çalışma sonuçları hem spesifik bir grubu memnun edecek ve hem de ulusal ve uluslararası piyasalarda ülke ekonomisine katkı sağlayabilme potansiyeline sahip olacaktır.

Bu çalışmada farklı un kaynakları (karabuğday unu, pirinç unu ve mısır unu) kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ile glutensiz tulumba tatlısı formülleri geliştirilmiş ve kullanılan glutensiz bileşenlerin tulumba tatlısı üzerine etkileri araştırılmıştır. Böylece çoğu zaman dengeli beslenemeyen çölyak hastaları için geleneksel olan bu tatlımız bir alternatif ürün olarak sunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Piştirilerek yapılan hamurlar kabartıcı kullanmadan hazırlanan ve su buharının etkisiyle kabaran hamurlardır. Bu hamurlar pastacılıkta önemli bir yere sahiptirler ve hazırlanmaları sırasında çok büyük dikkat ve özen gerekmektedir. Bu hamurlar pastanelerde satılan profitrol, ekler pasta, tulumba tatlısı, potifur gibi ürünlerin temel hamurudur (Anonim 2006).

Türk damak tadına uygun olan tulumba tatlısı, temel bileşenler (un, su ve yumurta) ile hazırlanan hamurun kızartılması sonucu elde edilen pişmiş ürünün şerbette bekletilmesi ile hazırlanmaktadır. Üretimde kullanılan sabit formülasyona ilaveten sertliği ve gevrekliği arttırması için tahıl ürünleri, tekstür ve içyapısını düzenlemesi için emülgatörler, renk ve tatta daha cazip bir görüntü elde etmek için şekerler ve besin değerini arttırmak için de süt ve süt ürünleri eklenebilir (Özen 2006).

Tulumba hamurunun yapımında kullanılan temel bileşen buğday unudur. Unlu mamullerin kalitesi üzerine etkili olan buğdayın yaklaşık % 70'ini teşkil eden nişastadır. Nişastanın sahip olduğu jelleşme ve film oluşturma özelliği kızartma işlemi sırasında da önemlidir. Ürüne giren yağ miktarının azaltılmasını sağlamaktadır. Kızartma sırasında nişastanın şişmesi ile amiloz fraksiyonu ayrılır ve yağın içeriye penetrasyonuna engel olur ve ürün yüzeyinde film oluşmasını sağlar. Jelatinizasyon ve oluşan bu film gevrekliğin ve arzu edilen tekstürün sağlanmasında önemli rol oynar. Bu amaçla kızartma işlemi yapılacak ürünlerde yüksek amiloz içerikli nişasta kullanımı tercih edilmektedir. Nişasta sahip olduğu jelleşme özelliği sayesinde yağı azaltılmış gıdalarda da kullanılma imkânına sahip olmuştur. Son ürün kalitesinde arzu edilen spesifik özellikleri yakalamak için farklı metotlarla modifiye edilen nişastadan elde edilen ürünler yağ ikamesi olarak düşük kalorili gıdalarda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Arı 2001).

Tulumba üretiminde kullanılan undan sonraki en önemli bileşen sudur. Su; hamurda diğer bileşenlerin karışımını sağlar, hamura arzu edilen viskoelastik yapıyı kazandırır ve son ürün kalitesi üzerinde etkilidir. Hamurda çözünür proteinler gibi

hidrofilik bileşenleri çözer ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate ederek gluten oluşturur. Genel olarak hamur işlerinde kullanılan suların; orta sertlikte (50-100 ppm), renksiz, kokusuz, tatsız, mikroorganizma içeriği az ve içme suyu niteliğinde olması gerekmektedir (Elgün ve Ertugay 1995).

Kaynamış suyun içerisine ilave edilen unun pişirilmesiyle hazırlanan tulumba hamurunun soğutulmasından sonra ilave edilen yumurta, sahip olduğu önemli besin değerinin yanı sıra fonksiyonel özellikleri ile de tulumba tatlısının temel bileşenlerinden biridir (Elgün ve Ertugay 1995). Yumurta özellikle makarna ve erişte gibi sarı rengin tercih edildiği ürünlerde; sarısının son ürüne renk vermesi, beyaz kısmının ise üründe tekstür oluşumuna katkısından dolayı kullanılır. Ancak yine de yumurtanın hamur ürünlerindeki temel kullanım sebebi son ürünün besinsel değerini önemli derecede arttırmaktır. Bunun yanı sıra ürünün fiziksel ve duyuşal özelliklerinin de geliştiği gözlenmiştir (Özen 2003).

Tulumba tatlısı, pişirilmiş hamurun yağda kızartılması ile elde edilen bir üründür. Kızartma yağı olarak daha çok sıvı bitkisel kaynaklı yağlar kullanılır. Ancak hidrojene yağların çoğu da kızartma işlemi için kullanılabilir. Sağlıklı gıdalara olan talebin artması, doymuş yağ asidi ve kolesterol içeriği yüksek gıdalar yerine, yağ azaltılmış ya da daha çok doymamış yağ asidi içeren gıdalara olan tercihi de artırmıştır. Bu açıdan bitkisel sıvı yağlar, doymamış esansiyel yağ asitleri ve E vitamini açısından önemli bir kaynak olduklarından kızartmalarda daha çok tercih edilmektedir (Anonim 2006).

Tulumba üretiminde hammaddeler dışında çeşitli katkı maddeleri ile de formülasyon zenginleştirilebilmektedir. Formülasyona ilave edilen katkı maddeleri hammaddeden ve prosten kaynaklanan kusurları gidermek, ürün özelliklerini iyileştirmek, bayatlamayı geciktirmek, zaman, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Böylece sabit kalitede, tüketici beğenisine daha uygun ürün üretimi sağlanır, ayrıca endüstriyel üretime olanak sağlayan teknik işlemlerin kolaylaşması sağlanır. Günümüzde buğday ununa alternatif olarak çeşitli hububat unları ve buğdaydan elde edilen bazı yan ürünlerde unlu mamullerin yapımında kullanılmaktadır. Bu sayede hem farklı fiziksel özellikte ve besin değerinde değişik çeşitte ürün elde

edilebilmekte, hem de ekonomik yarar sağlanabilmektedir (Özen 2006).

Unlu mamullerde son ürün kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri de protein miktarı ve kalitesidir. Buğdayların protein içeriği çeşide ve çevresel faktörlere bağlı olarak % 6-22 arasında değişir (Elgün ve Ertugay 1995).

Buğday ununa alternatif olarak pirinç, mısır ve çeşitli tahıl ürünlerinin unları da kullanılmaktadır. Pirinç; tane, öğütülmüş un ve nişasta halinde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Arginin esansiyel amino asidince oldukça zengin olup, çocuk beslenmesinde ayrı bir öneme sahiptir. Pirincin unu daha çok gıda dolgu maddesi ve çocuk mamalarında kullanılmaktadır. Nişastalar pişirildiklerinde moleküllerinin içyapısı değişir, moleküller önemli ölçüde su alarak şişer. Ancak pirinç nişastasının farklı amilopektin ve amiloz yapısı nedeni ile pişirme işlemi sonucu oluşan yapı diğer nişastaların aksine daha zayıftır. Bu özelliği sayesinde kullanıldığı üründe çok daha yumuşak bir yapı ve doyunluk hissi elde etmek mümkündür. Zayıf yapılı jeller, katı yapılı jellerle karşılaştırıldığında; ağızda daha yumuşak bir doyunluk hissi vermekte, aromaların hızla açığa çıkmasını sağlamakta, pürüzsüz bir kabuk oluşumuna olanak vermekte, ısı ve karıştırma işlemlerine daha dayanıklı olmakta ve daha düşük bir viskozite vermektedirler. Pirinç nişastasının bu zayıf jel yapısı pişme esnasında amiloz moleküllerinin büyük bir kısmının nişasta dışına çıkmış olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak pirinç nişastasının çok dallı amilopektin molekülleri birbirleriyle hemen bağlanarak çok hızlı bir kıvam elde edilmesini sağlamaktadır (Özavar 1999).

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

Dizlek ve ark. (2009) karabuğdayın; bileşiminde yüksek düzeyde protein, diyet lif, vitamin, mineral madde, temel çoklu doymamış yağ asitleri, rutin ve quercetin gibi antioksidanları içerdiğini, besin kalitesinin yüksek olması nedeniyle önemli bir gıda ham bileşeni ve fonksiyonel gıda endüstrisi için çok önemli bir potansiyele sahip olduğunu ifade etmektedirler.

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

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

Yapılan bir çalışmada, tulumba üretiminde 100 kısım un esasına göre 150 su, 10 sıvı yağ, 40 yumurta akı, 17 yumurta sarısı kullanılmıştır. Üretim aşamaları ve dikkat edilmesi gereken bazı hususlardan bahsedilmektedir. Tulumba yapımında öncelikle formülasyonda belirtilen su miktarı kadar su kaynatılmak üzere kaba konur. Su kaynamaya başladıktan sonra kısık ateşte ilk 90 saniye içerisinde un suya karıştırılarak ilave edilir. Tabana yapışma başladığında yapışmayı önlemek için sıvı yağ eklenir. Orta ateşte sürekli karıştırılarak toplam 7.5 dakika süre ile pişirilir ve uygun kıvamı aldıktan sonra ateşten alınır. Tatlının arzu edilen gevreklikte olması için pişirme sırasında nişastanın jelatinize olması çok önemlidir. Aksi takdirde elde edilecek tatlı yumuşak tekstüre sahip olacaktır. Pişirilen hamurun sıcaklığı yaklaşık 70-75°C'dir. Soğuması için hamur açılır. Yumurta ilavesi sırasında hamur sıcaklığı elde edilecek kitlenin tekstürünü etkiler. Yumurta hamur sıcaklığı yüksek iken ilave edilirse yumurta proteinleri 60-65°C de koagüle olacağından hamurda kuruma meydana gelir. Aksi durumda yani yumurta hamur çok soğduğunda ilave edilirse bu durumda da yumurtanın hamura yedirilmesi güçleşir. Yapılan denemelerde arzu edilen kıvamda yapı elde etmek için yumurta

ilavesinin hamur sıcaklığı 45-50°C'ye düştüğünde yapılması tavsiye edilmektedir. Yumurta ilavesinin ardından hamur sıcaklığı 30°C'ye düştüğünde kalıba alınması ve oda sıcaklığındaki (24°C) yağ içerisine 3.0-3.5 cm büyüklüğünde parçalar halinde ilave edilmesi önerilmektedir. Kızartma esnasında sıcaklık kontrolünün sağlanabilmesi için fritözün doluluk oranının aynı kalmasına özen göstermek gerekmektedir (Doğan ve Yurt 2002).

Kızartma işlemi sırasında uygun yağın seçimi önemli olduğu kadar kızartma ortamı yani kızartma işleminin yapıldığı şartlar da önemlidir. Bunun için aşağıdaki parametrelere dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü kızartma ortamı ürünün yağ kaldırmasını etkilemektedir. Bu sebeple; kızartma ortamı açık renkte ve temiz olmalı, köpük ve duman oluşumu görülmemeli, ortamda yanmış partikül bulunmamalıdır. Kızartma koşullarını etkileyen faktörlerden biriside kızartma esnasında açığa çıkan buhardır. Buhar su halinde bir miktar yağın hidrolizine sebep olur. Aynı zamanda eğer ortamdaki uzaklaştırılmaz ise son üründe istenmeyen çeşniye sebep olacaktır. Kızartma esnasında ortamdaki uzaklaşan yağ miktarı da kızartma koşullarını etkilemektedir. Kızartma yağı ürün tarafından emilmekte ve toplam miktarında azalma meydana gelmektedir. Ürün tarafından emilen yağın yerine taze yağ eklenmelidir. Kızartma için kullanılan kap kızartma yapımına uygun şekilde dizayn edilmelidir. Kızartma kapları eğer çok büyük ise bu kızartma ortamında soğuk zonların oluşmasına yani istenilen kızartma sıcaklığının altındaki sıcaklıkta noktaların oluşmasına sebep olmaktadır (Özen 2006).

Pirinç unu ve nişastasının çölyak hastaları için planlanan ürünlerin hazırlanmasında, buğday unu yerine kullanımı yaygındır. Pirinç ürünlerinin uygun tat ve renkte olması, sindirilebilir protein içermesinden dolayı glutensiz formüllerde çoğunlukla tercih edilmektedir (Eliasson ve Larsson 1993).

Ylimaki ve ark. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, tanecik ve öğütme metodu farklı olan üç pirinç unu kullanılarak, glutensiz ekmek üretiminde Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY)'nin başarılı bir uygulaması rapor edilmiştir. Çalışmada en optimal sonuçlar orta büyüklükteki tanelerden elde edilmiş ve ince öğütülmüş pirinç unlarına % 1.75 hidroksi propil metil selüloz (HPMC) ve % 0.15 karboksi metil selüloz (CMC)

ilave edilmesiyle elde edilmiştir. Elde edilen bu ekmeklerin, buğday unundan yapılan ekmeklere gözenek sıklığı, iç renk, kabuk ve nem bakımından çok benzediği bildirilmektedir.

Yapılan diğer bir çalışmada, glutensiz ekmek üretimi için un kaynağı olarak % 80 pirinç unu ve % 20 patates nişastası karışımı kullanılmıştır. Formülde kullanılacak su, CMC ve HPMC seviyeleri YYY ile belirlenmiştir. Değerlendirilen parametreler üzerine CMC ve suyun çok etkili, HPMC'nin ise daha az etkili olduğu rapor edilmektedir (Ylimaki ve ark. 1988).

Shih ve ark. (2006) glutensiz krep (pancake) üretiminde pirinç unu ile pirinç ununa % 10–40 arasında tatlı patates unu ilave etmiş ve kreplerin tekstürel özelliklerindeki değişimleri araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda bileşimdeki patates unu miktarının artmasıyla üretilen keklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı ve dolayısıyla kalitesinin arttığı ifade edilmiştir.

Glutensiz ürünlerin üretilmesi amacıyla yapılan çalışmaların çoğunda tahıl nişastaları kullanılmaktadır. Buğday dışındakiler daha çok tercih edilmektedir. Çünkü bazı çölyak hastaları buğday nişastasını bile tolere edemeyebilir. Bunun sebebi buğday nişastasına az miktarda da olsa gliadin karışabilme ihtimalindedir. Bu az miktar dahi uzun süreli alındığında çölyak hastalarını rahatsız edebilmektedir (Chartrand ve ark. 1997; Horvath ve Mehta, 2000; Lohiniemi ve ark. 2000).

Lopez ve ark. (2004) glutensiz ekmek üretimi için % 45 pirinç unu, % 35 mısır nişastası ve % 20 kasava nişastası içeren bir karışım kullanmıştır. Üretilen ekmeklerin gözenek yapısının tekdüze ve homojen, görünüm ve tatlarının arzu edilen nitelikte olduğu ifade edilmektedir.

Moore ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, mısır nişastası tabanlı (54 g mısır nişastası, 25 g kahverengi pirinç unu, 12.5 g soya unu ve 8.5 g karabuğday unu) ve kahverengi pirinç unu tabanlı (50 g kahverengi pirinç unu, 37.5 g yağsız süt tozu, 25 g patates nişastası, 12.5 g mısır nişastası, 30 g tüm yumurta ve 12.5 g soya unu) iki glutensiz karışım ile ticari bir glutensiz karışım kullanılarak üretilen ekmeklerin iki günlük depolama sonrası kırılğan oldukları ve bu ekmeklerin elastikliğinin, yapışkanlığının ve esnekliğinin azaldığı ifade edilmektedir. Bunun yanında aynı odaklı

(confucal) lazer tarama mikroskobu görüntülerine göre süt tabanlı bileşenler içeren glutensiz ekmeklerin içyapısında, buğday unu ile üretilen ekmeklerin içyapısındaki gluten ağlarına benzer yapıların oluştuğu belirtilmektedir.

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılabilir mısır nişastası, kasava nişastası ve pirinç unu oranları Sanchez ve ark. (2002) tarafından optimize edilmiştir. Ekmeğin iç özelliklerini iyileştirmek için soya unu ilavesi de denenmiştir. En uygun ekmek formülasyonunun % 74.2 mısır nişastası, % 17.2 pirinç unu ve % 8.6 kasava nişastası ile oluşturulduğu belirtilmiş ve bu karışıma % 0.5 oranında soya unu ilavesinin ekmek iç özellikleri ve hacim üzerinde olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Singh-Meneghini (2007) glutensiz un olarak iki ya da daha fazla bileşen içeren karışım önermektedir. Bu karışım kasava gibi yumru köklü bitki (root-tuber) unu, badem unu, kurutulmuş bir çeşit muz (*Plantain, Musa*) unu ve karabuğdaydan oluşmaktadır. Karışımda kasava % 15–85, badem % 20–60, karabuğday % 15–75 ve muz % 5–30 arasında değişmektedir. Pirinç ve mısır unları ekmek yapımı için arzu edilebilir viskoelastik özelliklere sahip değildir ve akışkan karakterli bir hamur oluştururlar. Bu bileşenlerden hazırlanan ürünler kabarmamış, gözeneksiz, ufalanan içyapıya sahip, renkte yetersiz ve fark edilebilir derecede olumsuz bir tada sahiptir. Kasava ve tatlı patates gibi yumru bitki unları da gluten içermez. Pirinç ve mısırdan farklı olarak unlu mamullerde kullanıldığında kabul edilebilir kabuk, içyapı ve hacim sağlarlar. Fakat üretilen ürünlerin ağızda bırakılan his ya da lezzet profilinin duyuşal açıdan memnun edici sonuçlar vermediği ifade edilmektedir.

Hidrokoloidler gıdaların fonksiyonel özelliklerini kontrol etmek kullanılan hayvansal, bitkisel, mikrobiyal ya da sentetik hidrofilik polimerlerdir (Williams ve Phillips 2000). Gıdalarda tekstür ve viskoelastik özellikleri iyileştirmek, nişasta retrogradasyonunu yavaşlatmak, serbest suyu bağlamak, yağı ikame etmek, depolama süresince ürün kalitesini korumak ve glutensiz ekmeklerde gluten ile yer değiştirme amaçlı kullanılmaktadır. Hidrokoloidlerin buğday ekmeği veya glutensiz ekmekler üzerinde yaptığı etki hidrokoloidin kaynağına, kimyasal yapısına, kimyasal modifikasyona, hamurda kullanılan dozuna, diğer bileşenlerle interaksiyonuna ve elde ediliş prosesine göre değiştiği belirtilmiştir (Arendt ve Bello 2008).

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

Yapılan bir çalışmada (Lazaridou ve ark. 2007), glutensiz ekmek üretiminde hamur reolojisi üzerine pektin, CMC, agaroz, ksantan ve yulaf β -glukanının etkilerini araştırmak için bu bileşenler % 1 ve 2 (pirinç ununa göre) oranlarında formüle ilave edilmiştir. Hamurun reolojik özellikleri üzerine en belirgin etki ksantan kullanıldığında elde edilmiştir. Ksantan dışındaki hidrokolloidlerin ilavesi ile ekmeklerin hacmi artmaktadır. Pektin dışındaki hidrokolloidlerin oranı % 1'den 2'ye çıkarıldığında ekmek hacmi azalmaktadır. En iyi gözenek yapısı % 1 oranında CMC, β -glukan ve % 2 oranında pektin kullanıldığında, en kötü gözenek yapısı ise % 2 CMC kullanıldığında elde edilmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan duyusal değerlendirmede ise tüm kabul edilebilirlik değerleri en yüksek glutensiz ekmek % 2 CMC ile elde edilmiştir. Ayrıca hidrokolloidlerin kullanılması ile üretilen glutensiz ekmeklerin, depolama süresince ekmek içi sertlik değerleri buğday unundan elde edilen kontrol ekmekleri ile karşılaştırılmıştır. Ekmek içi sertlik değerleri pektin, CMC ve agaroz (% 1 ve 2) ile β -glukan (% 1) ilavesi edilmesiyle önemli seviyede değişmemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kontrol tulumba tatlısı üretimi için özel amaçlı buğday unu (Söke Un, Söke Değirmencilik San. ve Tic. A.Ş., Aydın), glutensiz tulumba tatlısı üretimi için ise buğday unu yerine üç farklı formülde karabuğday unu (Fitmek, Hedef Glutensiz Ekmek San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir), mısır unu ve pirinç unu (Aro-Tech, Gıda ve Tarım Ürünleri Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti., İzmir) kullanılmıştır. Mısır unu ve karabuğday unu kullanılan formüllere patates nişastası (Soyyiğit Gıda San. ve Tic. A.Ş., İstanbul) ilave edilmiştir. Çalışmada ayrıca karboksi metil selüloz (CMC) ve izole soya proteini (SP) (Adler, KMK Laboratuvarları Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul), ayçiçek yağı (Komili, Ana Gıda, İstanbul), içme suyu (Palandöken Desni, Erzurum) ve piyasadan temin edilen kristal şeker ile taze yumurta kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Un analizleri: Nem, kül ve toplam protein miktarı

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

3.2.2. Tulumba tatlısı üretimi

Buğday unu (kontrol) ve glutensiz tulumba tatlılarının formülüne dahil edilen sabit ve optimize edilen bileşenler ve oranları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Farklı un kaynakları kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlısı formüllerini optimize etmek amacıyla Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanılmıştır. Ön denemeler sonrası glutensiz un kaynağı olarak pirinç unu, mısır unu ve karabuğday ununun kullanılması

kararlaştırılmıştır. Ön denemelerde mısır ve karabuğday unları ile birlikte patates nişastası kullanılması sonuçları olumlu yönde etkilediğinden formüle ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1. Buğday unu (kontrol) ve glutensiz tulumba tatlılarının formülüne dahil edilen sabit ve optimize edilen bileşenler ve oranları

Bileşenler	BUT (g)	PUT (g)	MUT (g)	KBUT (g)
Buğday unu	100	-	-	-
Pirinç unu	-	100	-	-
Mısır unu	-	-	50-70	-
Karabuğday unu	-	-	-	60-80
Patates nişastası	-	-	30-50	20-40
Su	150	190-210	190-210	170-190
Sıvı yağ	10	10	10	10
CMC	-	0.3-0.7	0.3-0.7	0.3-0.7
Soya proteini		1.5-4.5	-	1.5-4.5
Yumurta akı	40	40	40	28
Yumurta sarısı	17	17	17	23

*KBUT= karabuğday unu tatlısı; MUT= mısır unu tatlısı; PUT= pirinç unu tatlısı; BUT= buğday unu tatlısı (kontrol)

3.2.2.1. Buğday unu ile kontrol tulumba tatlısı üretimi

Bu çalışmada buğday unu (BU) ile üretilen kontrol tulumba tatlıları (BUT) Çizelge 3.1’de verilen formülasyona göre üretilmiştir (Doğın ve Yurt 2002). Su kaynamaya başladıktan sonra, kısık ateşte ilk 90 saniye içinde un suya sürekli karıştırarak ilave edildi. Tabana yapışmasını önlemek için sıvı yağ eklendi. Orta ateşte sürekli karıştırılarak, toplam 7.5 dak süre pişirilerek ateşten indirildi. Tatlının arzu edilen gevreklik ve tekstürde olması için pişirme sırasında nişastanın jelatinize olması sağlandı. Pişirilen hamur (70-75°C) açılarak soğutuldu. Hamur sıcaklığı 45-50°C olduğunda yumurta ilave edildi. KitchenAid Mikser (Model KSM45) ile 3 dak yoğurarak ilave edilen yumurta hamura yedirildi. Hamur sıcaklığı 30°C’ye düştüğünde kalıba doldurularak ve soğuk yağ (25°C) içerisine 3.0-3.5 cm büyüklüğünde parçalar

halinde kesilerek bırakıldı. Yağ sıcaklığı ilk 10 dakikada 150°C çıktıktan sonra her 1 dak da 2°C sıcaklık artışı olacak şekilde fritöz sıcaklığı kontrol edildi. Kızartma işlemi boyunca sıcaklık sürekli kontrol altında tutuldu. Kızartma süresi ön denemeler ile arzu edilen rengin oluştuğu 20 dakika olarak belirlendi. Üretilen tüm tatlıların kızartılması esnasında, sıcaklık kontrolünün sağlanması için fritözün doluluk oranının deneme boyunca aynı olmasına dikkat edildi.

3.2.2.2. Pirinç unu ile yapılan tulumba tatlısı

Su kaynamaya başladıktan sonra, kısık ateşte ilk 90 saniye içinde un suya sürekli karıştırılarak ilave edildi. Tabana yapışmasını önlemek için sıvı yağ eklendi. Orta ateşte sürekli karıştırılarak, toplam 8.5 dakika pişirilerek ateşten indirildi. Tatlının arzu edilen gevreklik ve tekstürde olması için pişirme sırasında nişastanın jelatinize olması sağlandı. Pişirilen hamur (70-75 °C) açılarak soğutuldu. Hamur sıcaklığı 45-50 °C olduğunda yumurta ilave edildi. KitchenAid Mikser (Model KSM45) ile 3 dak yoğurarak ilave edilen yumurta hamura yedirildi. Hamur sıcaklığı 30 °C'ye düştüğünde kalıba doldurularak, sıcaklığı 80 °C olan yağın içerisine 3.0-3.5 cm büyüklüğünde parçalar halinde bırakıldı. Yağ sıcaklığı ilk 10 dakikada 120 °C ye çıktıktan sonra her bir dakikada 4 °C sıcaklık artışı olacak şekilde fritöz sıcaklığı kontrol edildi. Kızartma süresi yapılan ön denemelerde arzu edilen rengin oluştuğu 15 dakika olarak belirlendi.

3.2.2.3. Mısır unu - patates nişastası ile tulumba tatlısı

Su kaynamaya başladıktan sonra, kısık ateşte ilk 90 saniye içinde un suya sürekli karıştırılarak ilave edildi. Tabana yapışmasını önlemek için sıvı yağ eklendi. Orta ateşte sürekli karıştırılarak, toplam 8.5 dakika pişirilerek ateşten indirildi. Tatlının arzu edilen gevreklik ve tekstürde olması için pişirme sırasında nişastanın jelatinize olması sağlandı. Pişirilen hamur (70-75 °C) açılarak soğutuldu. Hamur sıcaklığı 45-50 °C olduğunda yumurta ilave edildi. KitchenAid Mikser (Model KSM45) ile 6 dak yoğurarak ilave edilen yumurta hamura yedirildi. Hamur kalıba doldurularak sıcaklığı 80 °C olan yağın içerisine 3.0-3.5 cm büyüklüğünde parçalar halinde bırakıldı. Yağ sıcaklığı ilk 10 dakikada 120 °C'ye çıktıktan sonra her bir dakikada 4 °C sıcaklık artışı

olacak şekilde fritöz sıcaklığı kontrol edildi. Kızartma işlemi boyunca sıcaklık sürekli kontrol altında tutuldu. Kızartma süresi ön denemelerde arzu edilen rengin oluştuğu 17 dakika olarak belirlendi.

3.2.2.4. Karabuğday unu- patates nişastası ile tulumba tatlısı üretimi

Su kaynamaya başladıktan sonra, kısık ateşte ilk 90 saniye içinde un suya sürekli karıştırılarak ilave edildi. Tabana yapışmasını önlemek için sıvı yağ eklendi. Orta ateşte sürekli karıştırılarak, toplam 10.5 dak pişirilerek ateşten indirildi. Tatlının arzu edilen gevreklik ve tekstürde olması için pişirme sırasında nişastanın jelatinize olması sağlandı. Pişirilen hamurun (70-75°C) açılarak soğuması sağlandı. Hamur sıcaklığı 45-50 °C olduğunda yumurta ilave edildi. KitchenAid Mikser (Model KSM45) ile 5 dak yoğurarak ilave edilen yumurta hamura yedirildi. Hamur kalıba doldurularak sıcaklığı 80 °C olan yağın içerisine 3.0-3.5 cm büyüklüğünde parçalar halinde bırakıldı. Yağ sıcaklığı ilk 10 dakikada 120 °C'ye çıktıktan sonra her bir dakikada 4 °C sıcaklık artışı olacak şekilde fritöz sıcaklığı kontrol edildi. Kızartma süresi ön denemelerde arzu edilen rengin oluştuğu 18 dakika olarak belirlendi.

3.2.3. Tulumba tatlılarının değerlendirilmesi

3.2.3.1. Genleşme (cm), yağ emilimi (ml) ve verim (%) değerlerinin belirlenmesi

Tulumba örneklerinin genleşme değerleri bir manuel mikrometre ile ölçüldü. Tulumba tatlılarının yağ emilimi için her kızartma sırasında kullanılan yağda (600 ml) meydana gelen azalma (ml) belirlendi ve % olarak hesaplandı. Tuluma örneklerinde verim değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Şerbetsiz tulumba verimi (\%)} = 100 - \frac{\text{Pişmemiş hamur ağırlığı} - \text{Şerbetsiz tulumba ağırlığı}}{\text{Şerbetsiz tulumba ağırlığı}} \times 100$$

$$\text{Şerbetli tulumba verimi (\%)} = 100 - \frac{\text{Pişmemiş hamur ağırlığı} - \text{Şerbetsiz tulumba ağırlığı}}{\text{Şerbetli tulumba ağırlığı}} \times 100$$

3.2.3.2. Tatlıların tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

Tulumba tatlılarının tekstürel parametreleri bir tekstür analiz cihazında (TA-XTplus, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) P/5 donanımı kullanılarak TPA (Texture Profile Analysis) metodu ile belirlendi. Bu parametreler bir kuvvet-mesafe grafiğinden hesaplanmaktadır. Değerlendirilen parametreler sertlik (hardness), esneklik (springiness), elastikiyet (resilience), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness) ve çiğnenebilirliktir (chewiness). Sertlik ilk sıkıştırma boyunca ulaşılan maksimum pik olarak belirlenmektedir. Esneklik uygulanan basınç sonrası tulumba tatlısında meydana gelen geri dönüş ile ilişkili yükseklik değerini ifade eder. Dış yapışkanlık değeri prob tarafından uygulanan ikinci basınç sırasında grafik altında kalan pozitif alanın, birinci basınç sırasında aynı şekilde oluşan alana oranı olarak hesaplanmaktadır. Çiğnenebilirlik değeri, sakızlılık değeri ile esneklik değerlerinin çarpılması sonucu hesaplanmaktadır.

3.2.3.3. Tüketici testi (Duyusal analiz)

Duyusal değerlendirme ürünün kalitesi hakkında tüketicinin beğenisini ve isteklerini yansıttığı için oldukça önemlidir. Yapılan ön değerlendirmeler ve optimizasyon sonrası üretilen kontrol ve kontrole en yakın glutensiz tulumba tatlılarının duyusal değerlendirilmesi Iğdır Üniversitesi öğretim elemanları tarafından yapıldı. Panel öncesi panelistler değerlendirme kriterleri açısından bilgilendirildi. Panel üyelerine glutensiz tulumba tatlıları numaralandırılmış numune kapları içerisinde, su ve duyusal değerlendirme formu ile birlikte sunuldu. Panelistlerin tulumba tatlısı özelliklerinin tümü göz önüne alındığında, glutensiz tatlıların beğenme dereceleri hedonik skala kullanılarak belirlendi.

3.2.3.4. İstatistiksel analizler

Her bir glutensiz tulumba tatlısı için formülasyonda sabit olmayan bileşenlerin optimum seviyeleri YYY ile belirlendi. Kontrol tulumba tatlısı ile belirlenen glutensiz

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

Formül optimizasyonları için yapılan varyans analizlerinin sonuçları standartlaştırılmış Pareto grafikleri ile de gösterildi. Bu grafiklerde her bir bileşenin lineer ve kuadratik etkileri ile bunlara ait interaksiyonların etkilerinin önem seviyeleri yatay çubuk grafiğı olarak gösterilmektedir. Y eksenine paralel olarak çizilen çizgi $P<0.05$ 'e göre önem seviyesini göstermektedir. Bu çizginin sağı tarafına geçen çubuk ne kadar uzunsa etki o kadar fazla demektir. Etki seviyesinin (+) olması, bileşenin miktarının artmasıyla etkisinin arttığını, (-) olması ise etkisinin azaldığını ifade etmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kullanılan Unların Özellikleri

4.1.1. Unların protein ve kül oranları

Çalışmada kullanılan buğday, mısır, karabuğday ve pirinç unlarının protein oranları sırasıyla % 9.50, 5.52, 10.32 ve 7.54, kül oranları ise sırasıyla % 0.48, 0.62, 1.93 ve 0.56 olarak bulunmuştur.

4.2. Kontrol Tulumba Tatlısı Üretimi

Buğday unu (BU) ile Çizelge 3.2’de verilen formülasyona (Doğan ve Yurt 2002) göre üretilen kontrol tulumba tatlısına ait değerler (BUT) Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday unu (BU) ile üretilen kontrol tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler

Tulumba tatlısının özellikleri	Elde edilen değer
Genleşme (cm)	2.77±0.047
Şerbetli verim (%)	86.52±1.445
Şerbetsiz verim (%)	73.86±1.436
Yağ emilimi (ml)	46.66±11.54
Sertlik (hardness) (g)	110.75±5.533
Çiğnenebilirlik (chewiness)	133.78±7.587
Dış yapışkanlık (adhesiveness)	-16.97±4.629
İç yapışkanlık (cohesiveness)	0.457±0.047
Elastikiyet (resilience)	0.088±0.001
Esneklik (springiness)	2.273±0.167

4.3. Glutensiz Tulumba Tatlısı Formüllerinin Optimizasyonu

Mısır, karabuğday ve pirinç unları ile Çizelge 3.1’de verilen glutensiz tulumba tatlısı formüllerindeki sabit olmayan bileşenlerin oranlarını optimize etmek amacıyla Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanıldı.

4.3.1. Mısır unu ile glutensiz tulumba tatlısı formül optimizasyonu

Mısırın kendine özgü, tüketici beğenisini olumsuz etkileyen aromasından dolayı, yalnız başına unlu mamullerin üretiminde kullanıldığı çok az sayıda çalışmanın yapıldığı söylenebilir. Bu yüzden glutensiz gıdalarda da mısır ürünlerinin kullanımı pek yaygın değildir (Arendt ve Bello 2008). Glutensiz un kaynağı olarak mısır unu kullanıldığında yukarıda da ifade edildiği gibi mısırın kendine özgü aroması söz konusu olmakta ve ürünün tüketilebilirliğini olumsuz yönde etkileyebildiği görülmektedir. Bu olumsuz aromayı bastırmak ve fonksiyonel özelliklerinden yararlanmak amacıyla patates nişastasının kullanılabilme olanakları ön denemelerde araştırılmış ve çok olumlu sonuçlar alınmıştır. Ön denemeler sonucunda kullanılacak toplam un miktarındaki mısır ununun oranı % 50–70, patates nişastasının oranı ise % 30–50 olarak belirlenmiştir. Mısır unu ve patates nişastası ile en iyi glutensiz tulumba tatlısı formülünü elde etmek için Çizelge 4.2’deki YYY deneme deseni kullanılmıştır. Optimizasyonda üretilen her bir tatlının çeşitli özellikleri üzerine modele dahil edilen bileşenlerin etkisi aşağıda sırasıyla değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.2. Mısır unu (MU) ile tulumba tatlısı üretimi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni

Deneme	PN *	Su **	CMC***
1	-1.00	-1.00	-1.00
2	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	-1.00
4	-1.00	1.00	1.00
5	1.00	-1.00	1.00
6	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	1.00
8	0.00	0.00	0.00
9	-1.00	-1.00	1.00
10	-1.00	1.00	-1.00
11	0.00	0.00	0.00
12	1.00	-1.00	-1.00
13	0.00	0.00	0.00
14	-1.63	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00
16	0.00	-1.63	0.00
17	1.63	0.00	0.00
18	0.00	0.00	1.63
19	0.00	0.00	-1.63
20	0.00	1.63	0.00

PN: Patates nişastası; CMC: Karboksi metil selüloz

* PN (g) /100g MU+PN karışımı. 1.00=50 g; 0.00=40 g; -1.00= 30 g; 1.63=56.32 g; -1.63= 23.67g

** su (g) /100g MU+PN karışımı. 1.00= 210 g; 0.00=200 g; -1.00=190 g; 1.63=216.33 g; -1.63= 183.67 g

*** CMC (g) /100g MU+PN karışımı. 1.00=0.45 g ; 0.00= 0.3g; -1.00= 0.15 g; 1.63= 0.05 g; -1.63=0.55g

4.3.1.1. Genleşme (cm)

Un kaynağı olarak MU-PN karışımı kullanıldığında üretilen glutensiz tulumba tatlılarının genleşme değerleri 1.83-2.44 cm arasında değişmiştir. Genleşmedeki toplam farklılığın % 88.211'i modeldeki bileşenlerin (su, MU-PN karışımı ve CMC) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksyonlar tarafından açıklanabilmektedir. Faktörlerin genleşme (cm) değerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları ve bu faktörlerin etki seviyeleri verilmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1).

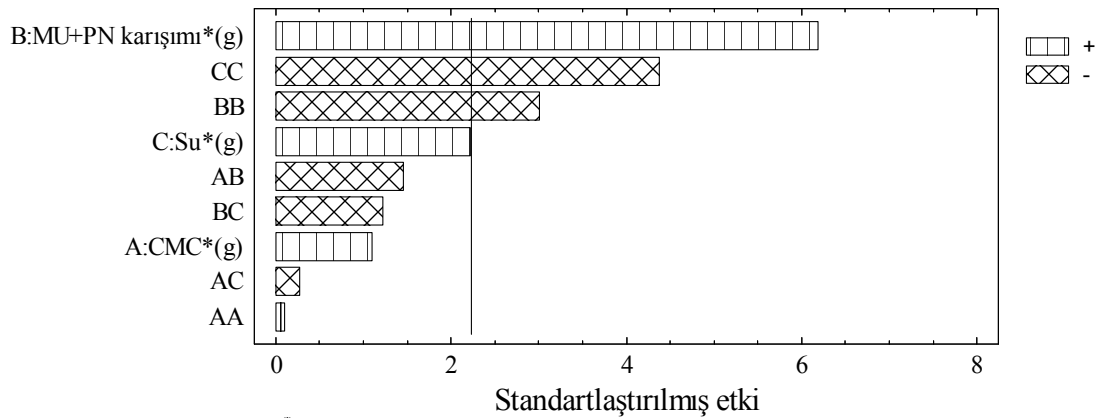
Çizelge 4.3. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının genişleme değerine (cm) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.009	0.009	1.20
MU+PN ² karışımı (B)	1	0.307	0.307	38.21 ***
Su (C)	1	0.039	0.039	4.91
A*A	1	0.000	0.000	0.01
A*B	1	0.017	0.017	2.13
A*C	1	0.000	0.000	0.08
B*B	1	0.072	0.072	9.06 *
B*C	1	0.012	0.012	1.49
C*C	1	0.154	0.154	19.16 **
Toplam Hata	10	0.080	0.008	
Toplam	19	0.682		
R ² =88.211				

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

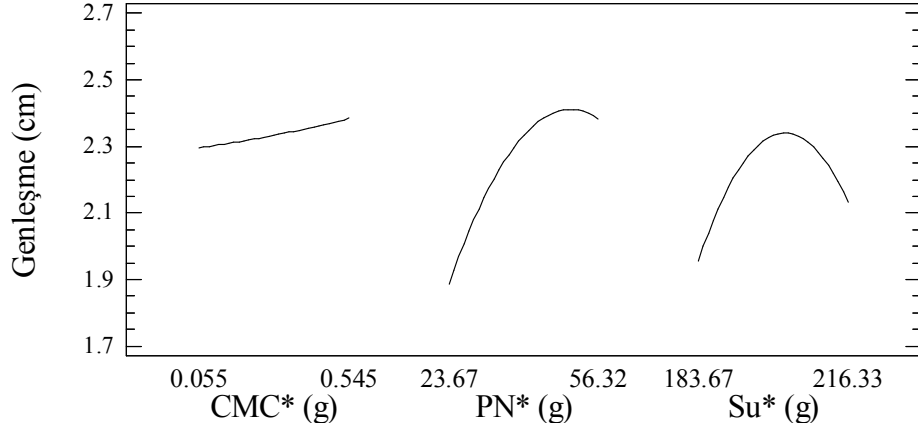
¹CMC: karboksi metil selüloz; ² MU+PN: mısır unu+ patates nişastası

MU-PN karışımının genişleme değerine etkisi istatistiksel olarak da oldukça önemli bulunmuştur (P<0.001). Karışımındaki PN oranı arttıkça genişleme artmıştır (Şekil.4.3). Ayrıca suyun (P<0.01) ve MU-PN karışımının (P<0.05) genişleme üzerindeki kuadratik etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Formülde kullanılan CMC seviyelerinin genişleme değerine etkisi az olup istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 4.1). Üretilen glutensiz tulumba tatlılarının genişlemesi üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik ise aşağıdaki verilmiştir.



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.1. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genişleme değerine (cm) ait etki seviyeleri



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.2. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde genleşme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Genleşme (cm)} = & -47.625 + 2.50992 \cdot \text{CMC} + 0.161385 \cdot \text{MU-PN karışımı} + \\ & 0.454795 \cdot \text{Su} + 0.115638 \cdot \text{CMC}^2 - 0.0308333 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} - \\ & 0.00583333 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 0.000743199 \cdot \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.0003875 \cdot \text{MU-PN} \\ & \text{karışımı} \cdot \text{Su} - 0.00108026 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.2. Şerbetli verim (%)

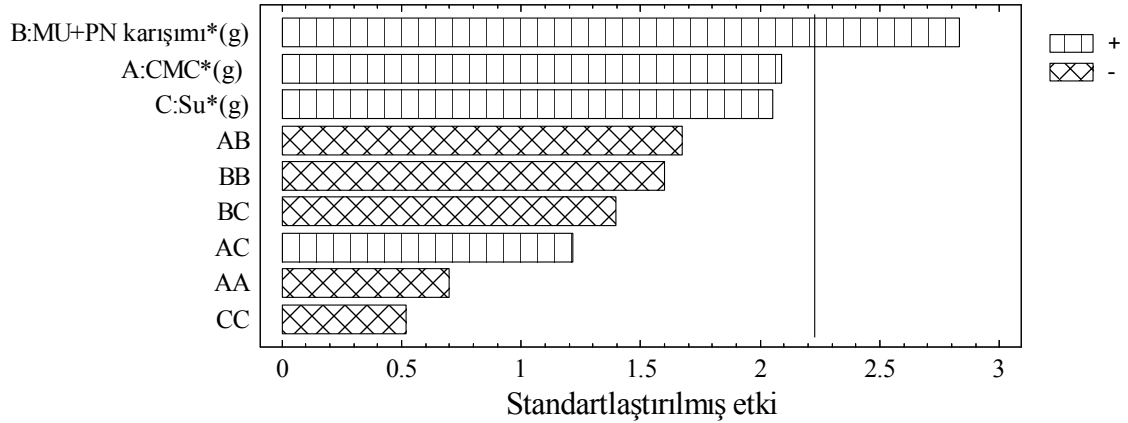
Un kaynağı olarak MU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının şerbetli verimi % 78.74-92.43 arasında değişmiştir. Bu glutensiz tulumba tatlılarının şerbetli verimine ait toplam farklılığın önemli bir kısmı (% 72.107) su, MU-PN karışımı ve CMC'nin lineer ve kuadratik etkileri ile bu bileşenler arasındaki etkileşimler tarafından açıklanabilmektedir. Tulumba tatlılarının şerbetli verimine ait varyans analiz sonuçları (Çizelge 4.4) ve faktörlerin etki seviyeleri (Şekil 4.3) verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	30.301	30.301	4.37
MU+PN ² karışımı (B)	1	55.742	55.742	8.03*
Su (C)	1	29.203	29.203	4.21
A*A	1	3.385	3.385	0.49
A*B	1	19.468	19.468	2.80
A*C	1	10.260	10.260	1.48
B*B	1	17.727	17.727	2.55
B*C	1	13.52	13.52	1.95
C*C	1	1.857	1.857	0.27
Toplam Hata	10	69.412	6.941	
Toplam	19	248.861		
$R^2=72.107$				

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

¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası

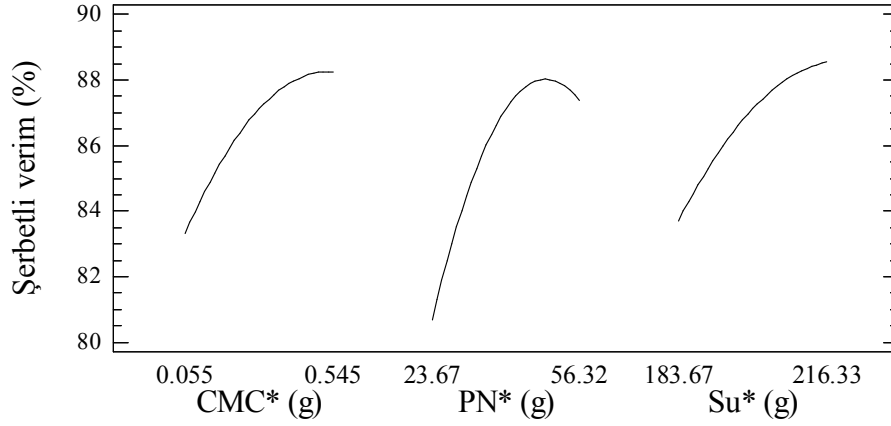


*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.3. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim üzerine (%) etki seviyeleri

Formülde kullanılan MU-PN karışımındaki PN oranı arttıkça elde edilen tulumba tatlılarının şerbetli verimi önemli derecede artmıştır ($P < 0.05$). Bunun yanında CMC ve suyun artan seviyeleri tatlıların şerbetli verimini istatistiksel olarak önemsiz bir seviyede arttırmaktadır ($P > 0.05$) (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). Formülde kullanılan bileşenlerin lineer (MU-PN karışımı hariç) ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksyonların tulumba tatlılarının şerbetli verimine etkileri istatistiksel olarak

önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3). Tatlıların şerbetli verimi üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.4. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Şerbetli verim (\%)} = & -195.399 - 85.8584*CMC + 4.04369* \text{ MU-PN karışımı} + \\ & 1.9414*Su - 22.4958*CMC^2 - 1.04*CMC* \text{ MU+PN karışımı} + 0.755*CMC*Su - \\ & 0.0115915* \text{ MU+PN karışımı}^2 - 0.013* \text{ MU+PN karışımı} *Su - 0.00374992*Su^2 \end{aligned}$$

4.3.1.3. Şerbetsiz verim (%)

MU ve PN kullanılarak hazırlanan glutensiz tulumba tatlılarının şerbetsiz verimleri % 67.37 ile 89.90 arasında değişmiştir. Farklılığın önemli bir kısmı (% 64.860) modeldeki bileşenlerin (su, MU-PN karışımı ve CMC) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonlar tarafından açıklanabilmektedir. Çizelge 4.5’de modeldeki bileşenlerin tulumba tatlısının şerbetsiz verimi üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları ve Şekil 4.5’de ise bu faktörlerin etki seviyeleri Pareto grafiğinde verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları

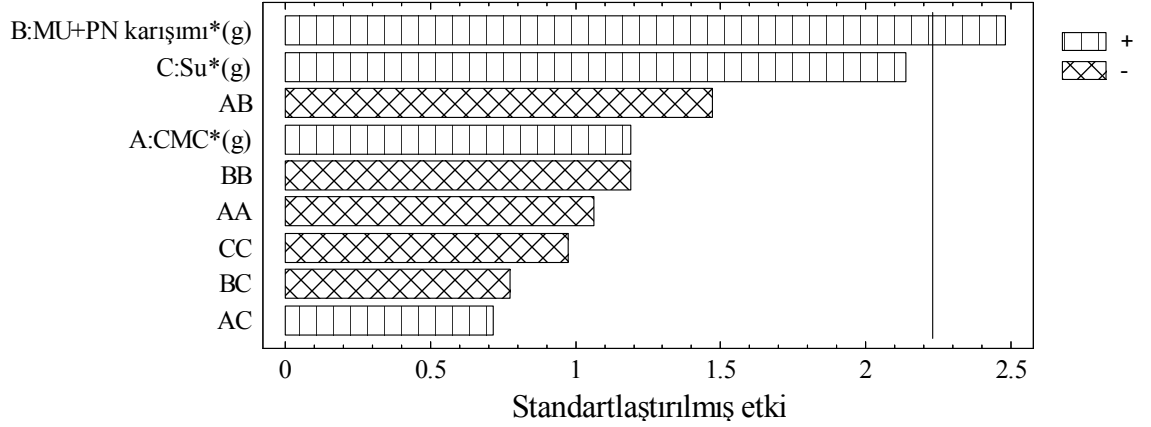
Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	31.108	31.108	1.42
MU+PN ² karışımı (B)	1	134.675	134.675	6.14*
Su (C)	1	100.017	100.017	4.56
A*A	1	24.799	24.799	1.13
A*B	1	47.482	47.482	2.17
A*C	1	11.305	11.305	0.52
B*B	1	30.965	30.965	1.41
B*C	1	13.132	13.132	0.60
C*C	1	20.826	20.826	0.95
Toplam Hata	10	219.19	21.919	
Toplam	19	623.876		
R ² =64.860				

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

¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası

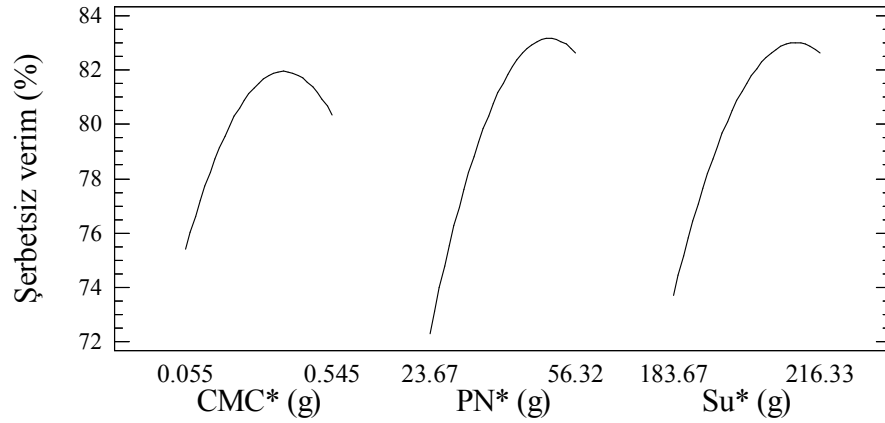
Formülde kullanılan MU-PN karışımındaki PN oranı arttıkça tatlının şerbetsiz verimi artmaktadır (Şekil 4.6). İstatistiksel olarak da önemli olan bu artış (P<0.05) (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5) aslında formüle ilave edilen patates nişastasının seçiminde ne kadar isabetli bir karar alındığını da göstermektedir. Böylece hem verim artmış ve hem de çoğu kişi tarafından arzu edilmeyen MU'nun kendine özgü aroması PN ile maskelenmiştir. Öte yandan formülde kullanılan farklı su ve CMC seviyelerinin lineer etkisi, test edilen bileşenlerin kuadratik etkileri ile aralarındaki interaksiyonların tatlının şerbetsiz verimine etkileri önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5). Tulumba tatlılarının şerbetsiz verimine, faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik ise aşağıda verilmiştir.

$$\text{Şerbetsiz verim (\%)} = -595.733 - 46.8291 \cdot \text{CMC} + 4.59303 \cdot \text{MU-PN karışımı} + 5.57165 \cdot \text{Su} - 60.8835 \cdot \text{CMC}^2 - 1.62417 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} + 0.7925 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 0.0153197 \cdot \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.0128125 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} - 0.0125577 \cdot \text{Su}^2$$



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.5 Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim üzerine (%) etki seviyeleri



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.6. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.1.4. Yağ emilimi (ml)

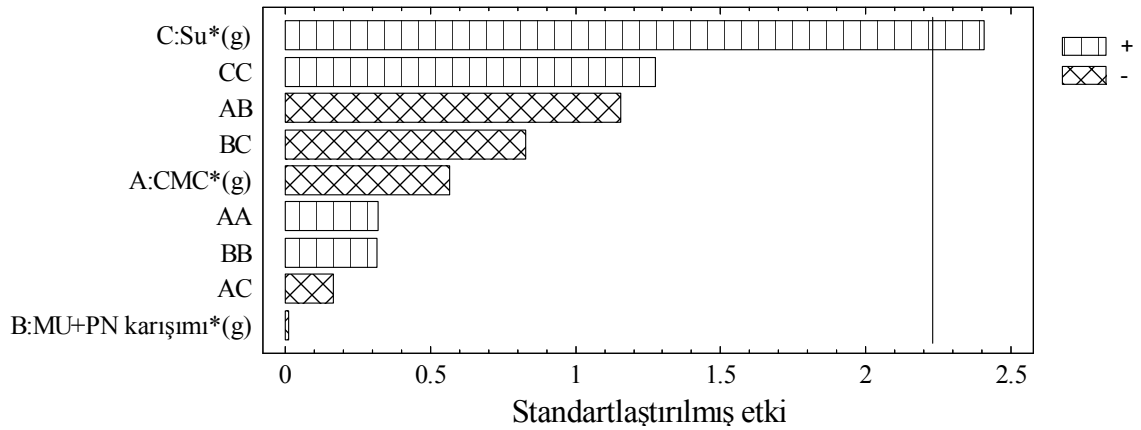
MU ve PN kullanılarak hazırlanan glutensiz tulumba tatlılarının yağ emilimi 60-105 ml (% 10.0-17.5) arasında değişmiştir. Çizelge 4.6'da da görüldüğü gibi tatlıların yağ emiliminde meydana gelen değişikliğin % 49.755'i modele alınan bileşenlerin (su, MU-PN karışımı ve CMC) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki etkileşimler tarafından açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.6. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimi (ml) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	36.796	36.749	0.32
MU+PN ² karışımı (B)	1	0.020	0.020	0.00
Su (C)	1	662.850	662.850	5.80*
A*A	1	11.595	11.595	0.10
A*B	1	153.125	153.125	1.34
A*C	1	3.125	3.125	0.03
B*B	1	11.571	11.571	0.10
B*C	1	78.125	78.125	0.68
C*C	1	185.699	185.699	1.62
Toplam Hata	10	1143.120	114.312	
Toplam	19	2273.750		
$R^2=49.755$				

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

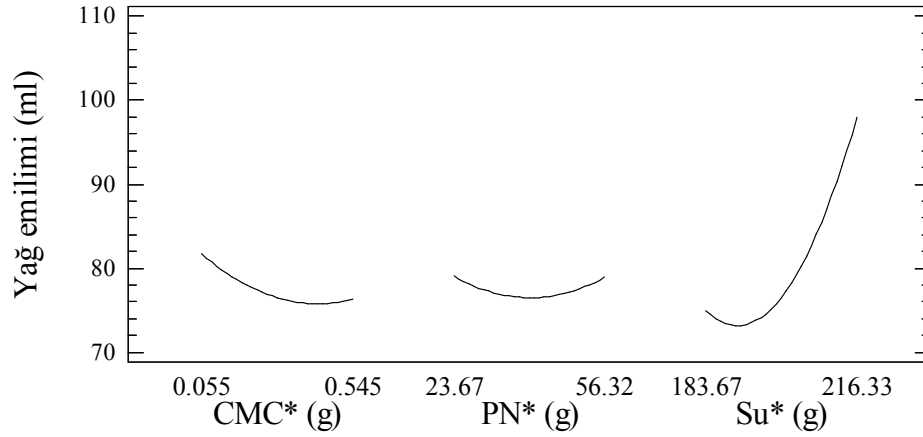
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.7 Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi (ml) üzerine etki seviyeleri

Formüle ilave edilen su miktarı artıka hazırlanan tulumba tatlılarının yağ emilimi ($P < 0.05$) artmıştır (Şekil 4.7). En düşük yağ emilimi su oranının en az olduğu durumda olmuştur. CMC seviyesinin artması yağ emilimini kısmen azaltmaktadır ($P > 0.05$). Bu durum CMC'nin bir miktar su bağlaması ile ilişkilidir (Şekil 4.8). Polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.8. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$Yağ\ emilimi\ (ml) = 1147.65 + 163.939*CMC + 6.372* MU-PN\ karışımı - 12.9193*Su + 41.6319*CMC^2 - 2.91667*CMC*MU-PN\ karışımı - 0.416667*CMC*Su + 0.00936504*MU-PN\ karışımı^2 - 0.03125* MU-PN\ karışımı*Su + 0.0374981*Su^2$$

4.3.1.5. Sertlik (hardness) (g)

Un kaynağı olarak MU-PN karışımı kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının sertlik değeri 111.18-197.30 g arasında değişmiştir. Sertlik değeri üzerine her bir faktörün etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. MU-PN karışımı hazırlanan tulumba tatlılarının sertliğini en çok etkileyen faktördür (P<0.001). Bunun yanında modele dahil edilen bütün bileşenlerin kuadratik etkileri tulumba tatlılarının sertlik değerini önemli ölçüde etkilemiştir (P<0.01) (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.9). MU-PN karışımındaki PN oranının artması tatlının sertliğini azaltmaktadır (Şekil 4.10).

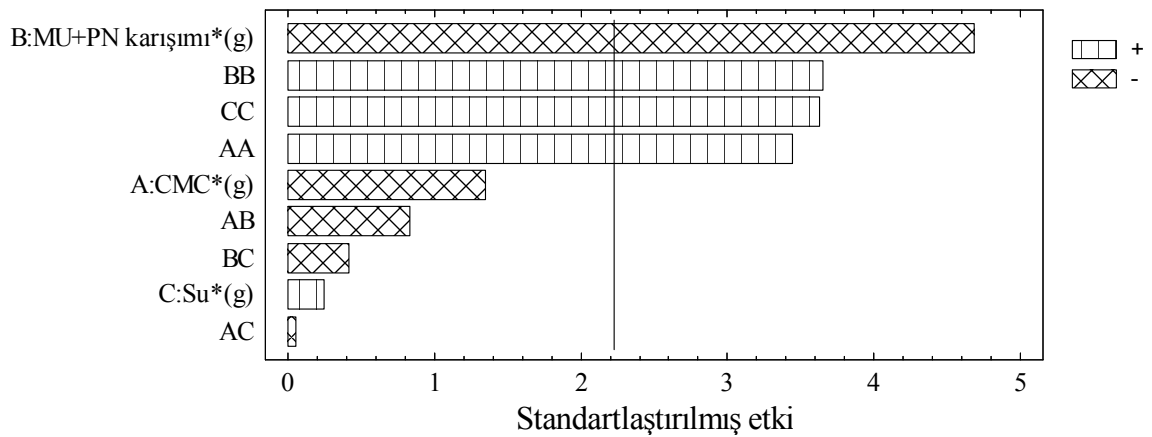
Çizelge 4.7. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının sertlik (g) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	536.178	536.178	1.82
MU+PN ² karışımı (B)	1	6460.730	6460.73	21.91 ***
Su (C)	1	18.245	18.245	0.06
A*A	1	3492.160	3492.160	11.84 **
A*B	1	203.616	203.616	0.69
A*C	1	0.994	0.994	0.00
B*B	1	3925.280	3925.280	13.31 **
B*C	1	51.714	51.714	0.18
C*C	1	3876.960	3876.960	13.15 **
Toplam Hata	10	2948.500	294.850	
Toplam	19	20099.500		
R ² =85.330				

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

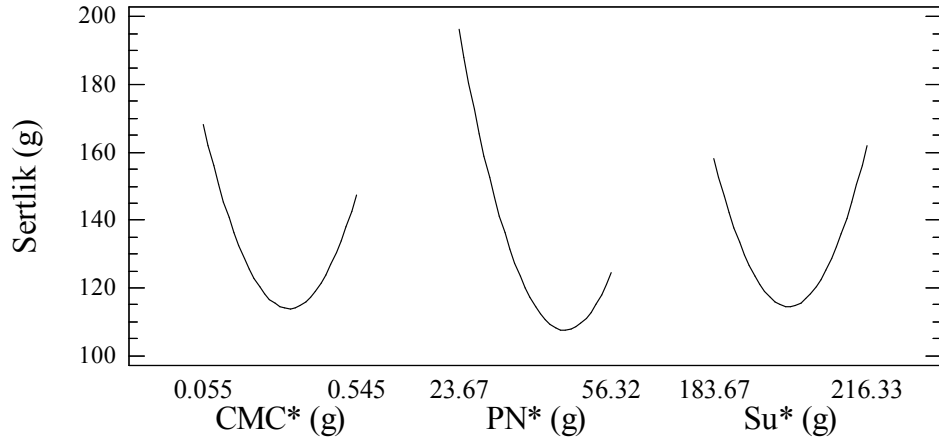
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası

Şekil 4.9'da gösterilen Pareto grafiğinde her bir faktörün sertlik değeri üzerine etkisi önem sırasına göre verilmiştir. Formüldeki farklı su, CMC ve MU-PN karışımı seviyelerinin sertlik değerine etkisi parabol grafiği oluşturmuş ve en uygun (düşük) sertlik değerleri grafikte gösterilmiştir. Belirtilen orta noktalardaki seviyelerin altına veya üzerine çıktığında sertlik değeri yükselmektedir (Şekil 4.10). Sertlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.9. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine (g) ait etki seviyeleri



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
 CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; Su g/100 g un

Şekil 4.10. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Sertlik (g)} = & 7128.41 - 294.248 \cdot \text{CMC} - 9.90452 \cdot \text{MU-PN karışımı} - 67.3303 \cdot \text{Su} + \\ & 722.487 \cdot \text{CMC}^2 - 3.36333 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} - 0.235 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} + 0.172484 \cdot \\ & \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.025425 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} + 0.171337 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)

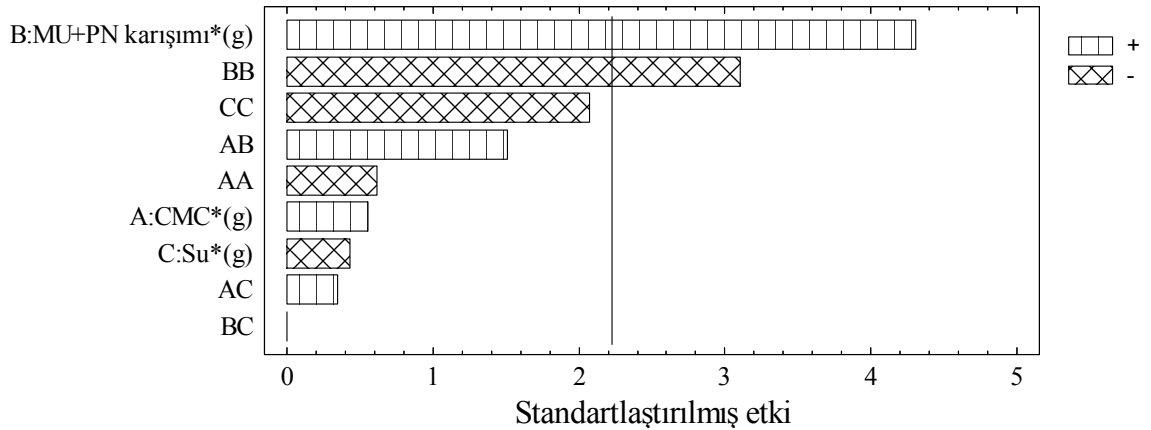
MU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değeri -58.30 ile -6.17 g.s arasında değişmiştir. Bu tatlının dış yapışkanlık değerine ait toplam farklılığın % 77.567'si modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonları tarafından açıklanabilmektedir. Çizelge 4.8'de dış yapışkanlık değeri üzerine her bir faktörün etkisini gösteren varyans analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	23.504	23.504	0.31
MU+PN ² karışımı (B)	1	1423.480	1423.480	18.53**
Su (C)	1	14.169	14.169	0.18
A*A	1	29.314	29.314	0.38
A*B	1	174.471	174.471	2.27
A*C	1	9.288	9.288	0.12
B*B	1	740.934	740.934	9.65*
B*C	1	0.000	0.000	0.00
C*C	1	330.869	330.869	4.31
Toplam Hata	10	768.132	76.813	
Toplam	19	3424.170		
$R^2=77.567$				

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

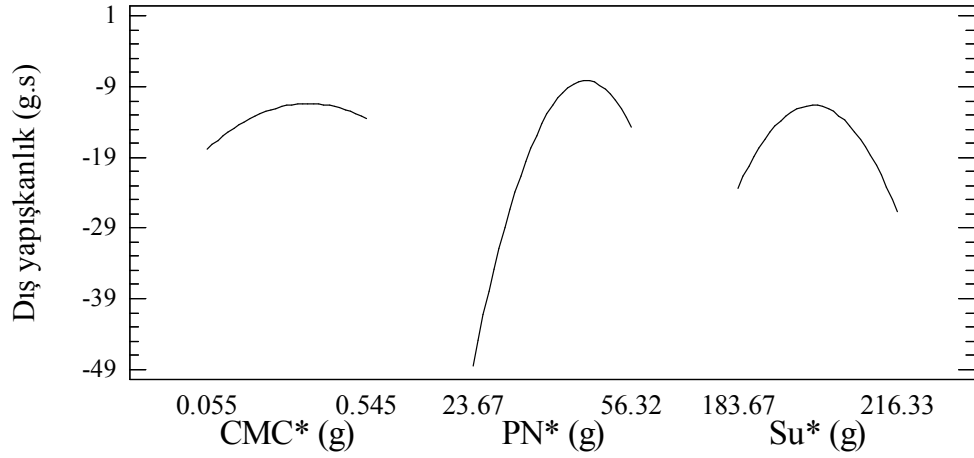
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.11. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.11'de görüldüğü gibi dış yapışkanlık değeri üzerine formülde kullanılan MU-PN karışımının lineer etkisi ($P < 0.01$) ile kuadratik etkisi ($P < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. CMC ve suyun lineer ve kuadratik etkileri ile modele dahil edilen bileşenler arasındaki interaksiyonların dış yapışkanlık değeri üzerine etkileri ise istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0.05$).



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
 CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.12. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

Formülde kullanılan MU-PN karışımındaki PN oranı arttıkça üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlığı artmaktadır. Fakat formülde kullanılan CMC miktarının artması veya azalması dış yapışkanlık üzerinde etkili değildir (Şekil 4.12). Dış yapışkanlık üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Dış\ yapışkanlık\ (g.s) = -2081.75 - 219.617*CMC + 6.07368* MU-PN\ karışımı + 19.6987*Su - 66.1945*CMC^2 + 3.11333*CMC*MU-PN\ karışımı + 0.718333*CMC*Su - 0.0749382* MU-PN\ karışımı^2 + 0.0001* MU-PN\ karışımı*Su - 0.0500533*Su^2$$

4.3.1.7. Çiğnenebilirlik (chewiness)

MU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değeri 34.22–182.60 arasında değişmiştir. Üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da ve bu etkilerin önem sırası ise Şekil 4.13'deki Pareto grafiğinde verilmiştir.

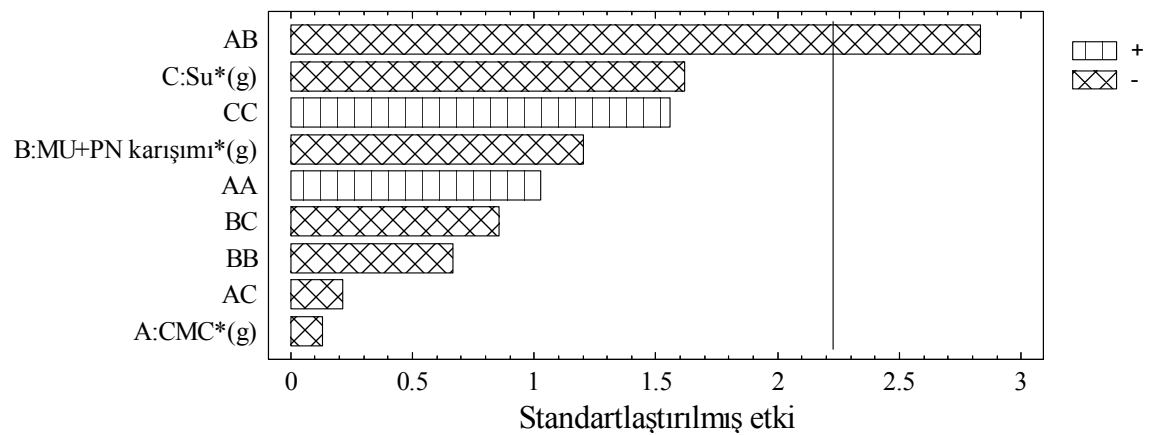
Çizelge 4.9. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	2.960	2.960	0.02
MU+PN ² karışımı (B)	1	245.202	245.202	1.45
Su (C)	1	441.610	441.611	2.61
A*A	1	177.877	177.877	1.05
A*B	1	1354.340	1354.340	8.01*
A*C	1	7.860	7.860	0.05
B*B	1	74.654	74.654	0.44
B*C	1	123.167	123.167	0.73
C*C	1	409.543	409.543	2.42
Toplam Hata	10	1690.480	169.480	
Toplam	19	4537.130		
R ² =62.741				

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

¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası

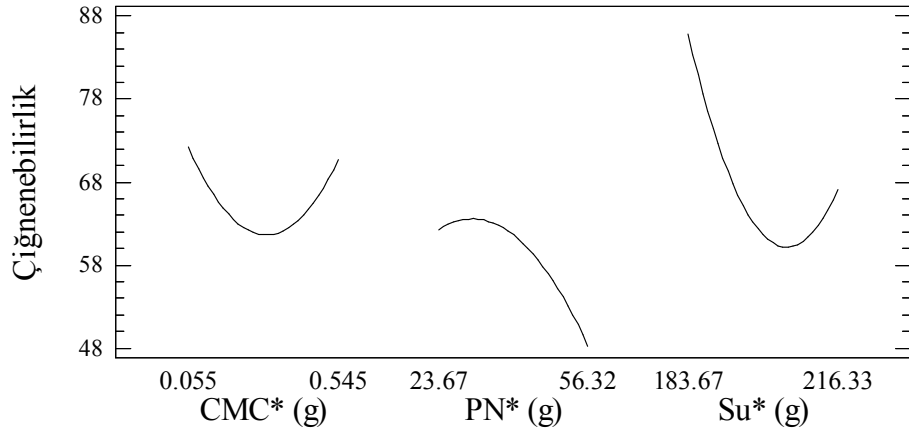
Çizelge 4.9'da da görüldüğü gibi CMC ile MU-PN karışımı interaksiyonunun üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Öte yandan modele dahil edilen faktörlerin lineer ve kuadratik etkileri ile diğer interaksiyonların çiğnenebilirlik değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.13).



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.13. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çiğnenebilirlik değerine ait etki seviyeleri

Bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz tulumba tatlısının çiğnenebilirlik değerinde meydana gelen toplam farklılığın % 62.741'ni açıklamaktadır. Genel olarak formüldeki su oranı ile MU-PN karışımındaki PN oranının artması çiğnenebilirlik değerini azaltmaktadır (Şekil 4.14). Çiğnenebilirlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.14. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde çiğnenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Çiğnenebilirlik} = & 1941.36 + 378.114 \cdot \text{CMC} + 11.9236 \cdot \text{MU-PN karışımı} - 21.0828 \cdot \text{Su} + \\ & 163.058 \cdot \text{CMC}^2 - 8.67417 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} - 0.660833 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 0.0237871 \cdot \\ & \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.0392375 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} + 0.055687 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.8. İç yapışkanlık (cohesiveness)

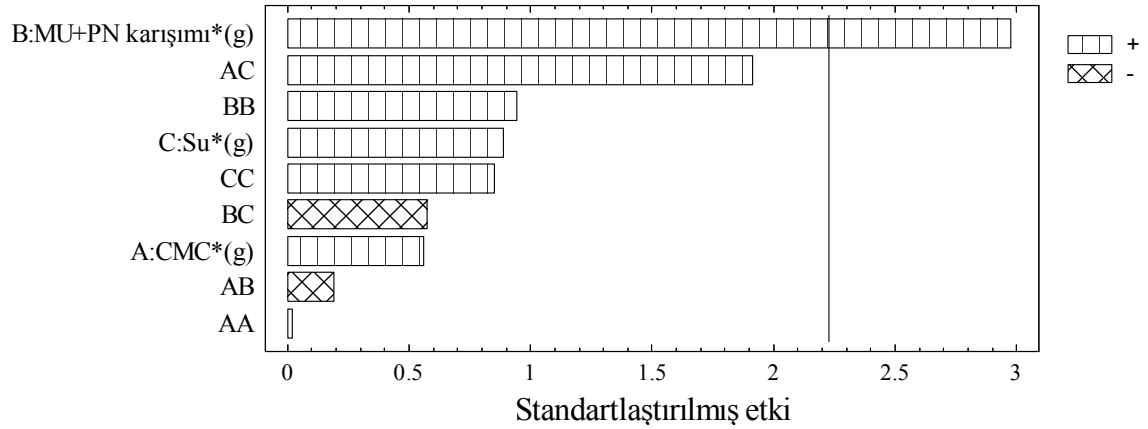
MU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değeri 0.20-0.46 arasında değişmiştir. Bu tulumba tatlısının iç yapışkanlık değerine ait toplam farklılığın % 60.776'sı modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonları tarafından açıklanabilmektedir. Çizelge 4.10'da iç yapışkanlık değeri üzerine her bir faktörün etkisini gösteren varyans analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.10 ve Şekil 4.15'de görüldüğü gibi formülde kullanılan MU-PN karışımının lineer etkisi tatlının iç yapışkanlığını istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemektedir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.10. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.001	0.001	0.31
MU+PN ² karışımı (B)	1	0.048	0.048	8.86*
Su (C)	1	0.004	0.004	0.79
A*A	1	0.000	0.000	0.00
A*B	1	0.000	0.000	0.04
A*C	1	0.020	0.020	3.65
B*B	1	0.004	0.004	0.89
B*C	1	0.001	0.001	0.33
C*C	1	0.003	0.003	0.72
Toplam Hata	10	0.054	0.005	
Toplam	19	0.139		
$R^2=60.776$				

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

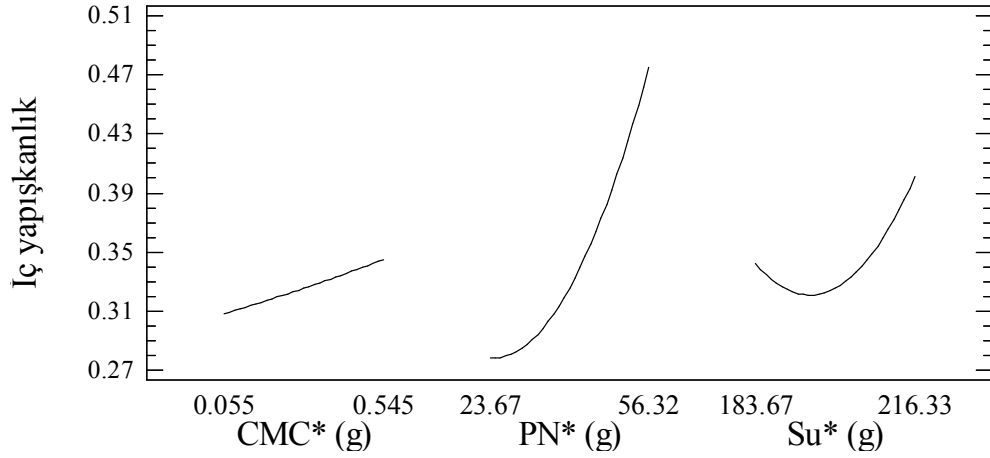
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.15. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri

Formülde kullanılan CMC ve genel olarak su oranı arttıkça üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlığı artmaktadır (Şekil 4.16). Fakat bu bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarının iç yapışkanlık değerine etkileri istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$). Formülde kullanılan faktörlerin iç yapışkanlık üzerine etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.16. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{İç yapışkanlık} = & 7.69152 - 6.46929 \cdot \text{CMC} + 0.0216768 \cdot \text{MU-PN karışımı} - \\ & 0.0714101 \cdot \text{Su} + 0.0187885 \cdot \text{CMC}^2 - 0.00333333 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} + \\ & 0.0333333 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} + 0.000191987 \cdot \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.00015 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} \\ & + 0.000173018 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.9. Elastikiyet (resilience)

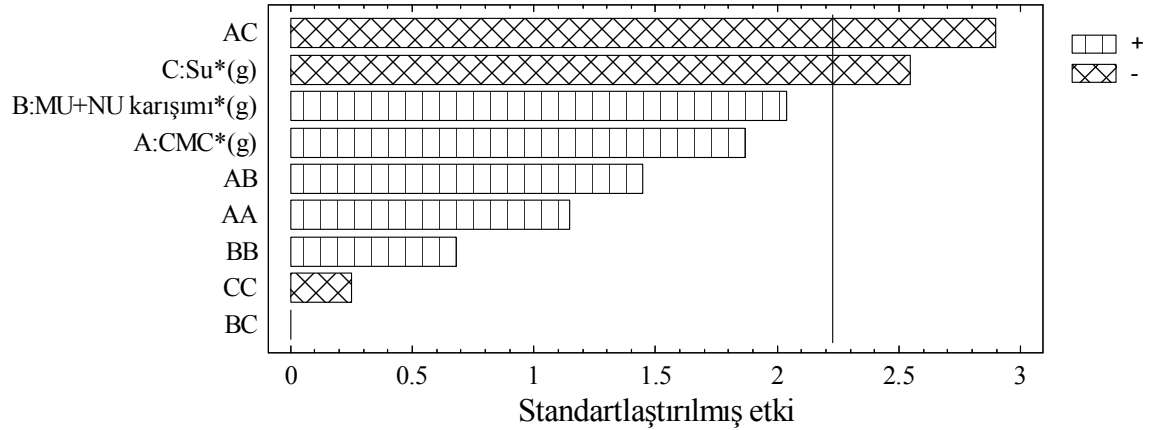
MU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının elastikiyet değeri 0.06-0.15 arasında değişmiştir. Üretilen tulumba tatlılarının elastikiyet değeri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge 4.11'de de görüldüğü gibi suyun lineer etkisi ve CMC ile suyun interaksyonu üretilen tulumba tatlılarının elastikiyet değerini istatistiksel olarak önemli düzeyinde etkilemektedir ($P < 0.05$). Bu etkilerin önem sırası Şekil 4.17'deki Pareto grafiğinde verilmiştir. Bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksyonlarından oluşan modelimiz tulumba tatlısının elastikiyet değerinde meydana gelen toplam farklılığın % 72.547'sini açıklamaktadır.

Çizelge 4.11. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının elastikiyet değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.001	0.001	3.49
MU+PN ² karışımı (B)	1	0.001	0.001	4.15
Su (C)	1	0.001	0.001	6.49*
A*A	1	0.000	0.000	1.31
A*B	1	0.000	0.000	2.10
A*C	1	0.002	0.002	8.38*
B*B	1	0.000	0.000	0.46
B*C	1	0.000	0.000	0.00
C*C	1	0.000	0.000	0.06
Toplam Hata	10	0.002	0.000	
Toplam	19	0.007		
R ² =72.547				

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

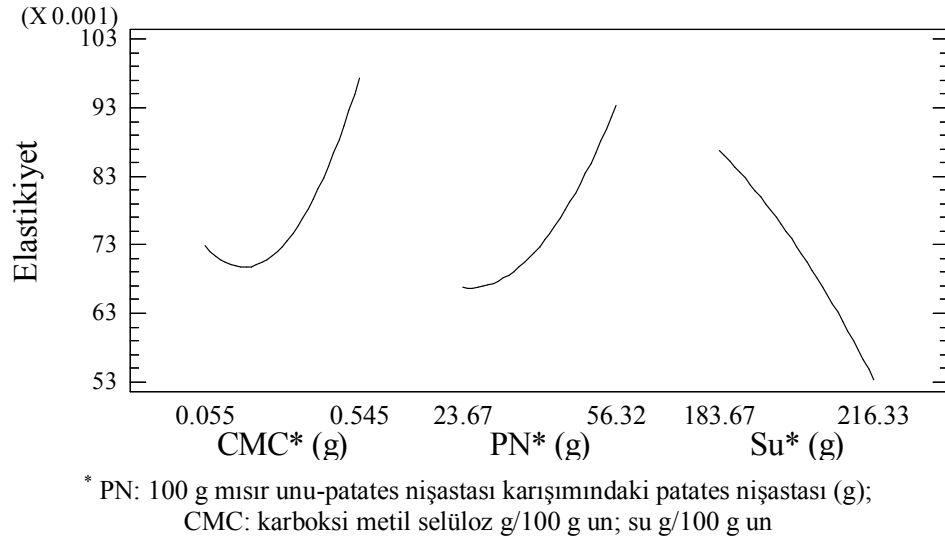
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.17. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin elastikiyet değerine ait etki seviyeleri

Formülde kullanılan MU-PN karışımındaki PN oranının artması ve genel olarak CMC seviyesinin artması elastikiyet değerini arttırmaktadır Fakat bu lineer etkiler istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0.05$). Bunun yanında kullanılan su oranının azalması elastikiyet değerini arttırmaktadır ($P < 0.05$) (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18). Elastikiyet üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir



Şekil 4.18. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde elastikiyet değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\text{Elastikiyet} = -0.652054 + 1.727 \cdot \text{CMC} - 0.00287758 \cdot \text{MU-PN karışımı} + 0.00601721 \cdot \text{Su} + 0.204994 \cdot \text{CMC}^2 + 0.005 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} - 0.01 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} + 0.0000274405 \cdot \text{MU-PN karışımı}^2 + 0.0 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} - 0.0000100992 \cdot \text{Su}^2$$

4.3.1.10. Esneklik (springiness)

MU ve PN karışımı kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının esneklik değeri 0.46 ile 2.24 arasında değişmiştir. Üretilen tatlıların esneklik değeri üzerine faktörlerin etkilerini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de ve bu etkilerin önem sıraları ise Şekil 4.19’da verilmiştir.

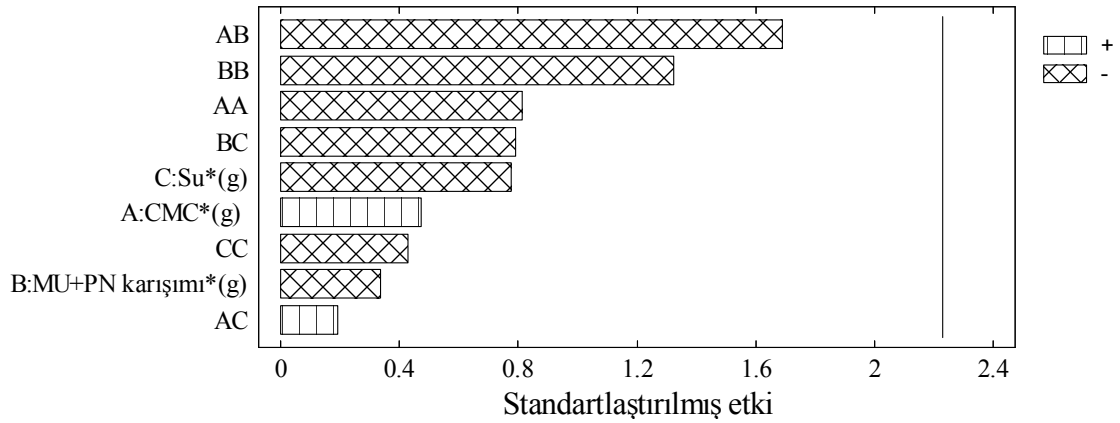
Formülde kullanılan su oranı artıka esneklik değeri azalmaktadır. Öte yandan MU-PN karışımındaki PN oranındaki değişimler ile CMC oranındaki değişimler parabol oluşturmuştur (Şekil 4.20). Fakat modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarının esneklik değerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.19). Esneklik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

Çizelge 12. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.054	0.054	0.22
MU+PN ² karışımı (B)	1	0.028	0.028	0.11
Su (C)	1	0.148	0.148	0.60
A*A	1	0.163	0.163	0.66
A*B	1	0.702	0.702	2.85
A*C	1	0.009	0.009	0.04
B*B	1	0.430	0.430	1.75
B*C	1	0.154	0.154	0.63
C*C	1	0.045	0.045	0.18
Toplam Hata	10	2.461	0.246	
Toplam	19			
R ² =40.509				

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

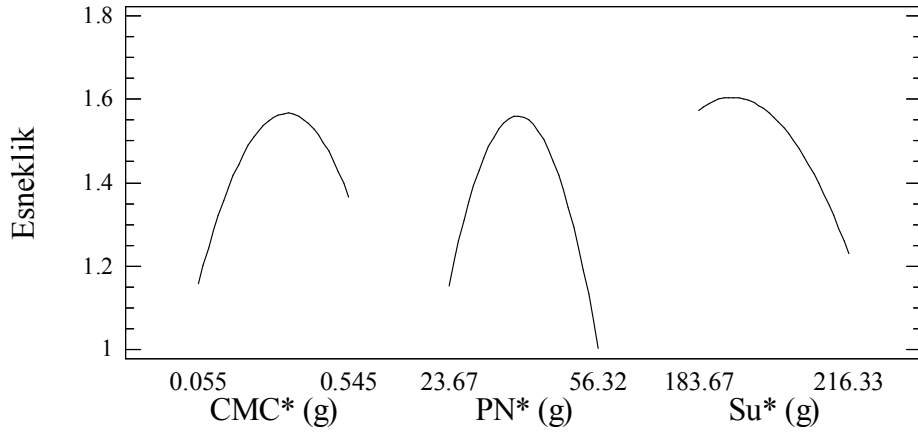
¹CMC: karboksi metil selüloz; ²MU+PN: mısır unu+ patates nişastası



*CMC: karboksi metil selüloz; MU: mısır unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.19. Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri

$$\begin{aligned}
 \text{Esneklik} = & -35.2024 + 6.79133 \cdot \text{CMC} + 0.476667 \cdot \text{MU-PN karışımı} + 0.272926 \cdot \text{Su} - \\
 & 4.94039 \cdot \text{CMC}^2 - 0.1975 \cdot \text{CMC} \cdot \text{MU-PN karışımı} + 0.0225 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 0.00180655 \cdot \\
 & \text{MU-PN karışımı}^2 - 0.0013875 \cdot \text{MU-PN karışımı} \cdot \text{Su} - 0.000586853 \cdot \text{Su}^2
 \end{aligned}$$



* PN: 100 g mısır unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası (g);
 CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; Su g/100 g un

Şekil 4.20 Mısır unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2. Karabuğday unu ile glutensiz tulumba tatlısı üretimi

Yapılan ön denemelerde, karabuğday unuyla üretilen tulumba tatlılarında arzu edilen özellikler elde edilemedi. Karabuğday unlu tulumba tatlısının özelliklerini iyileştirmek için MU ile birlikte kullanılıp çok iyi sonuçlar alınan patates nişastasının kullanma olanaklarının araştırılmasına karar verildi. Ön denemelerde patates nişastası olumlu sonuçlar verince deneme desenine dahil edildi. Ön denemeler sonucunda kullanılacak toplam un kaynağı içerisindeki karabuğday unu oranı % 60–80, patates nişastası oranı ise % 20–40 olarak belirlendi. En iyi özelliklere sahip karabuğday unu tabanlı glutensiz tulumba tatlısı elde edebilmek için Çizelge 4.13'deki YYY deneme deseni kullanıldı. Optimizasyonda üretilen her bir tatlının çeşitli özellikleri üzerine modele dahil edilen bileşenlerin etkisi aşağıda sırayla değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13. Karabuğday unu (KBU) ile tulumba tatlısı üretimi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni

Deneme	CMC-SP karışımı*	Su **	PN***
1	-1.00	-1.00	-1.00
2	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	-1.00
4	-1.00	1.00	1.00
5	1.00	-1.00	1.00
6	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	1.00
8	0.00	0.00	0.00
9	-1.00	-1.00	1.00
10	-1.00	1.00	-1.00
11	0.00	0.00	0.00
12	1.00	-1.00	-1.00
13	0.00	0.00	0.00
14	-1.63	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00
16	0.00	-1.63	0.00
17	1.63	0.00	0.00
18	0.00	0.00	1.63
19	0.00	0.00	-1.63
20	0.00	1.63	0.00

KBU: Karabuğday unu, PN: Patates nişastası, SP: Soya proteini, CMC: Karboksi metil selüloz

* g CMC+ g SP/100g KBU+PN 1.00= 5 g SP+0.3 g CMC; 0.00=3 g SP+0.5g CMC; -1.00=1 g SP+0.7 g CMC; 1.63= 8.15 g SP+ 0.49 g CMC; -1.63= 1.63 g SP+ 1.14 g CMC

** g su/100g KBU+PN 1.00= 190 g; 0.00=180 g; -1.00= 170 g; 1.63 = 196.33 g; -1.63= 163.67g

*** g PN/100g KBU+PN 1.00= 40 g; 0.00 =30 g; -1.00 = 20 g; 1.63 =46.33 g; -1.36=13.67 g

4.3.2.1. Genleşme (cm)

KBU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının genleşme değerleri 1.87-2.74 cm arasında değişmiştir. Genleşme değerindeki farklılığın % 78.840'ı modeldeki bileşenlerin (su, SP-CMC karışımı ve KBU-PN karışımı) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonlar tarafından açıklanabilmektedir. Faktörlerin genleşme değeri (cm) üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları ve bu faktörlerin etki seviyeleri verilmiştir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.21).

Çizelge 4.14. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının genleşme (cm) değerine ait varyans analiz sonuçları

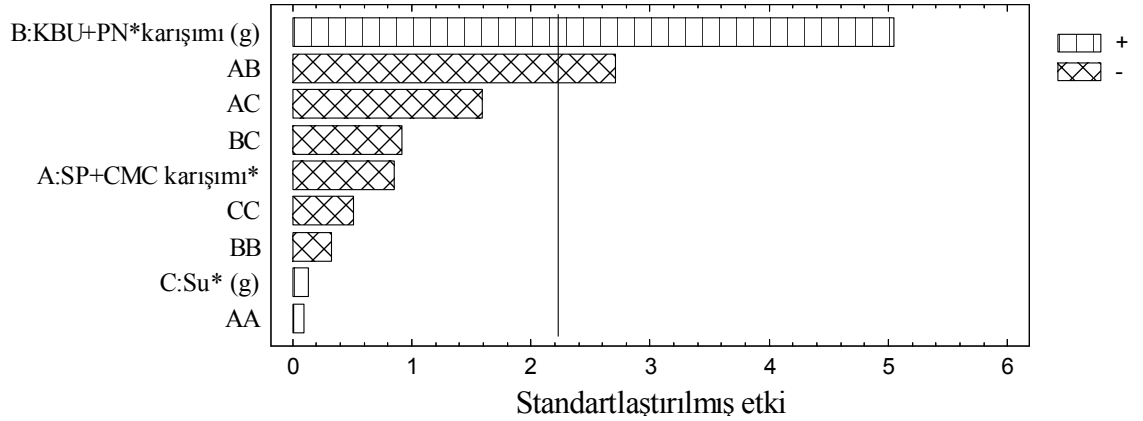
Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	0.015	0.015	0.73
KBU+PN karışımı ² (B)	1	0.545	0.545	25.46 ***
Su (C)	1	0.000	0.000	0.02
A*A	1	0.000	0.000	0.01
A*B	1	0.156	0.156	7.32 *
A*C	1	0.054	0.054	2.54
B*B	1	0.002	0.002	0.11
B*C	1	0.018	0.018	0.84
C*C	1	0.005	0.005	0.26
Toplam Hata	10	0.214	0.021	
Toplam	19	1.013		
R ² = 78.84				

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

¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

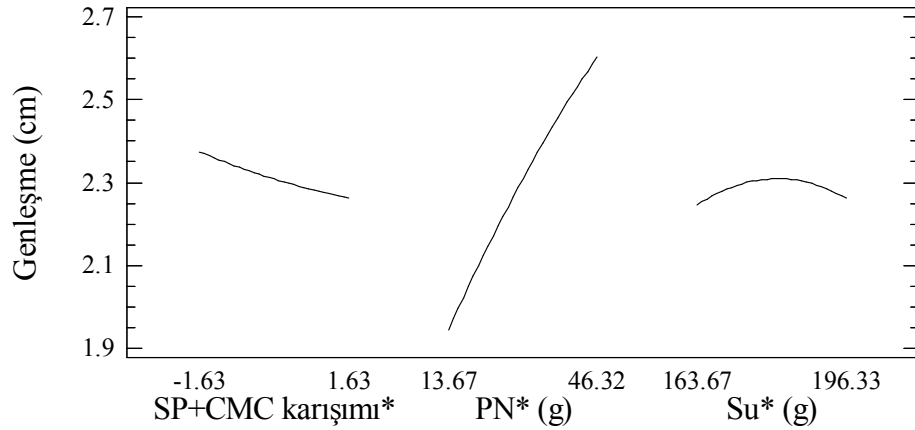
Genleşme değerini etkileyen en etkili faktör istatistiksel olarak da oldukça önemli (P<0.001) olan KBU-PN karışımının lineer etkisidir (Çizelge 4.14). Bununla birlikte KBU-PN karışımı ile SP-CMC karışımı arasındaki interaksiyon tulumba tatlılarının genleşme değerini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemektedir (P<0.05). Karışımdaki patates nişastası oranı arttıkça tulumba tatlısı genleşme değeri de artmaktadır (Şekil 4.22). Buna karşın formülde kullanılan farklı su seviyelerinin, SP-CMC karışımındaki değişimlerin ve modele dahil edilen bileşenlerin kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonların tulumba tatlılarının genleşme değerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.21). Üretilen glutensiz tatlıların genleşme değeri üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik ise aşağıdaki gibidir.

$$\text{Genleşme (cm)} = -7.76244 + 1.87072 * \text{SP-CMC karışımı} + 0.11362 * \text{KBU-PN karışımı} + 0.0890858 * \text{Su} + 0.00363076 * \text{SP-CMC karışımı}^2 - 0.014 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{KBU-PN karışımı} - 0.00825 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{Su} - 0.000131469 * \text{KBU-PN karışımı}^2 - 0.000475 * \text{KBU-PN karışımı} * \text{Su} - 0.000206455 * \text{Su}^2$$



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabugday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.21. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genleşme değerine (cm) ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
PN: Karabugday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre.

Şekil 4.22. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde genleşme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.2. Şerbetli verim (%)

KBU ve PN ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim değerleri % 78.36-92.40 arasında değişmiştir. Modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki etkileşimler tatlıların şerbetli veriminde meydana gelen değişimleri % 82.467 oranında açıklayabilmektedir ($R^2=82.467$). Faktörlerin şerbetli verim (%) üzerine olan etkilerine ait varyans analiz sonuçları ve etki seviyeleri verilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.23).

Çizelge 4.15. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verimine (%) ait varyans analiz sonuçları

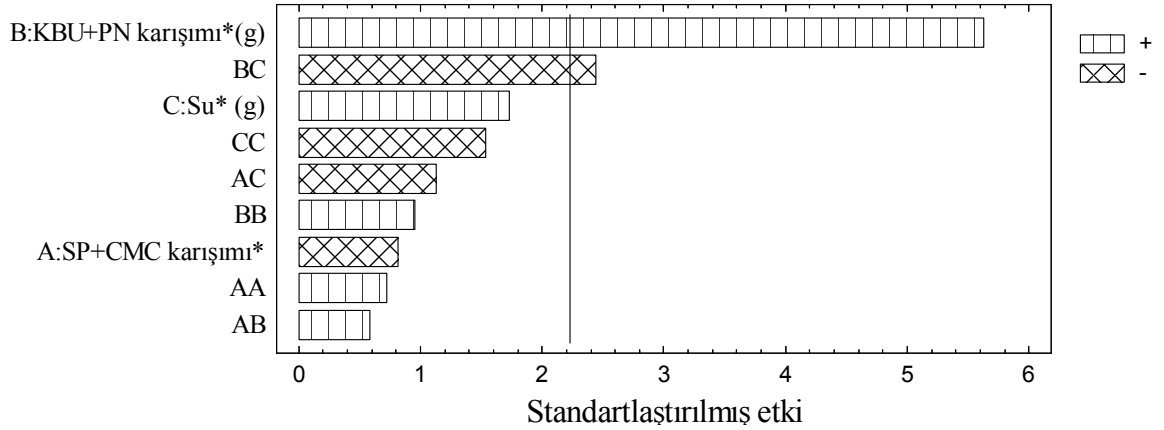
Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	3.684	3.684	0.67
KBU+PN karışımı ² (B)	1	175.059	175.059	31.70***
Su (C)	1	16.507	16.507	2.99
A*A	1	2.909	2.909	0.53
A*B	1	1.891	1.891	0.34
A*C	1	7.087	7.087	1.28
B*B	1	5.024	5.024	0.91
B*C	1	33.007	33.007	5.98*
C*C	1	12.970	12.970	2.35
Toplam Hata	10	55.218	5.521	
Toplam	19	314.943		
$R^2=82.467$				

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

¹SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

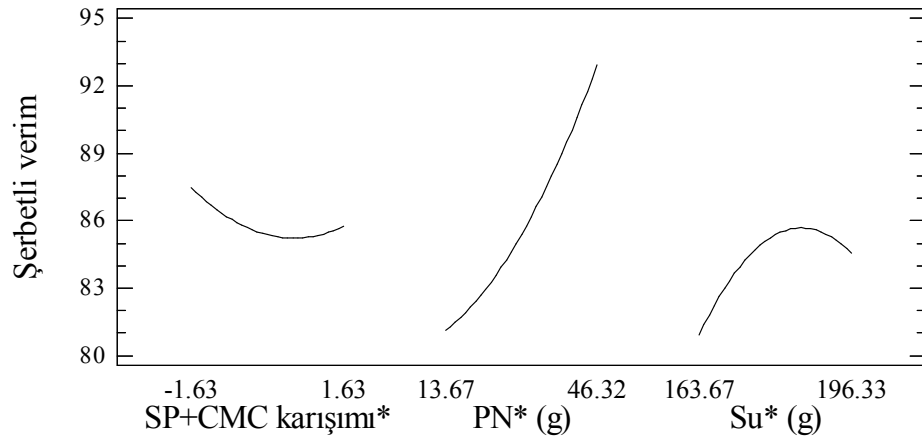
Formülde kullanılan KBU-PN karışımının lineer etkisi P<0.001 düzeyinde tulumba tatlısının şerbetli verimini etkilemektedir. KBU-PN karışımı ile suyun interaksyonunun ise şerbetli verim üzerine etkisi istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Suyun lineer ve kuadratik etkisi de şerbetli verimi etkilemektedir. Fakat bu etki istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05). Bunun yanında formülde kullanılan CMC-SP karışımının lineer, kuadratik etkisi ve diğer bileşenlerle interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.23). KBU-PN karışımındaki PN miktarı arttıkça şerbetli verim artmaktadır (Şekil 4.24). Şerbetli verim değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik ise aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{Şerbetli verim (\%)} = & -370.717 + 14.958* \text{ SP-CMC karışımı} + 3.64846* \text{ KBU-PN} \\ & \text{karışımı} + 4.28804* \text{ Su} + 0.470665* \text{ SP-CMC karışımı}^2 + 0.048625* \text{ SP-CMC karışımı} \\ & * \text{ KBU-PN karışımı} - 0.094125* \text{ SP-CMC karışımı} * \text{ Su} + 0.00617071* \text{ KBU-PN} \\ & \text{karışımı}^2 - 0.0203125* \text{ KBU-PN karışımı} * \text{ Su} - 0.00990971* \text{ Su}^2 \end{aligned}$$



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabugday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.23. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim (%) değerine ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
PN: Karabugday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre.

Şekil 4. 24. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.3. Şerbetsiz verim (%)

KBU ve PN ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının şerbetsiz verim değerleri % 59.84-85.71 arasında değişmiştir. Bu aralıkta meydana gelen değişim, şerbetli verimde olduğu gibi çok büyük oranda KBU-PN karışımında meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmaktadır ($P < 0.01$). Şerbetsiz verim değerinde meydana gelen farklılığın % 71.440'ı modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz tarafından açıklanabilmektedir. Bu değerler

üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da ve bu faktörlerin etki seviyeleri ise Şekil 4.25'de Pareto grafiğinde verilmiştir.

Çizelge 4.16. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verimine (%) ait varyans analiz sonuçları

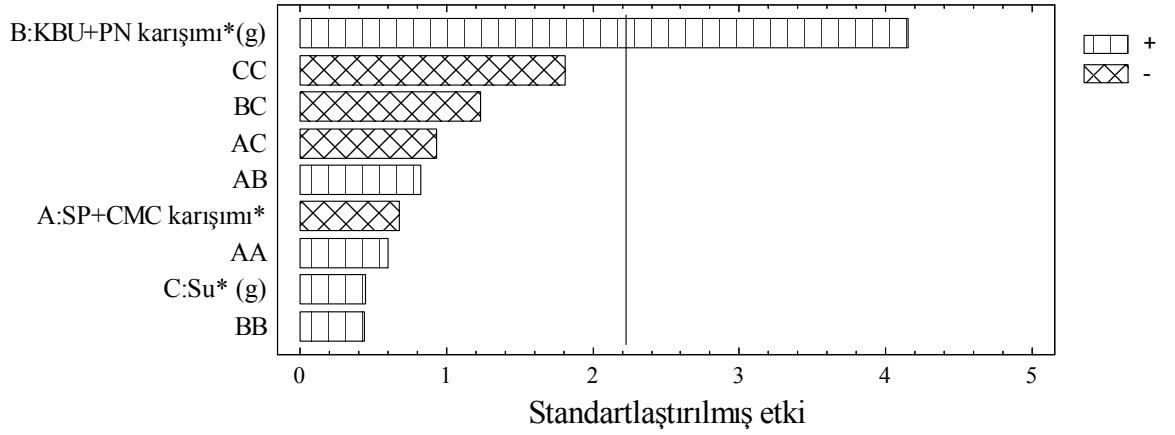
Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	14.122	14.122	0.46
KBU+PN karışımı ² (B)	1	531.493	531.493	17.21 **
Su (C)	1	6.242	6.242	0.20
A*A	1	11.068	11.068	0.36
A*B	1	20.898	20.898	0.68
A*C	1	26.901	26.901	0.87
B*B	1	5.973	5.973	0.19
B*C	1	46.996	46.996	1.52
C*C	1	101.054	101.054	3.27
Toplam Hata	10	308.831	30.883	
Toplam	19	1081.360		
$R^2=71.440$				

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

¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

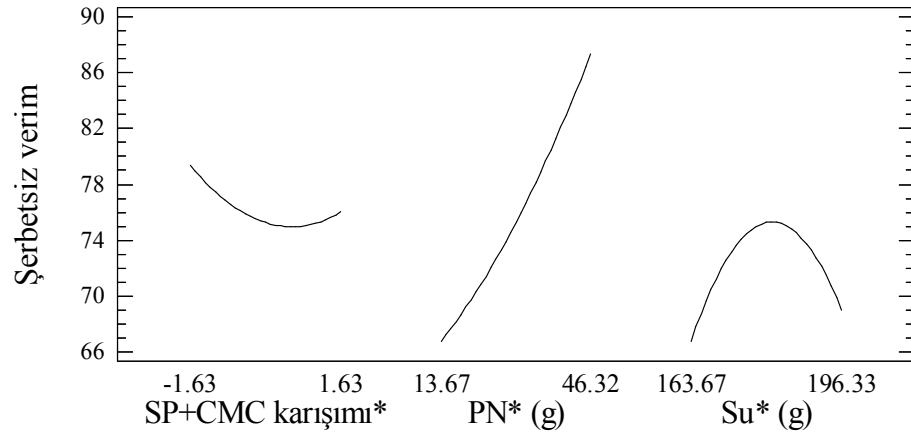
Şekil 4.26'da görüldüğü gibi formülde kullanılan KBU-PN karışımındaki PN oldukça önemli etkiye sahiptir. Suyun ve CMC-SP karışımının lineer etkileri ile modele dahil edilen bileşenlerin kuadratik etkileri ve interaksiyonları şekeriz verimi istatistiksel olarak önemli derecede etkilememektedir (P>0.05). Şerbetsiz verim üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Şerbetsiz verim (\%)} = & -976.994 + 27.1297* \text{ SP-CMC karışımı} + 4.59057* \text{ KBU-PN} \\ & \text{karışımı} + 10.753* \text{ Su} + 0.918062* \text{ SP-CMC karışımı}^2 + 0.161625* \text{ SP-CMC karışımı} * \\ & \text{KBU-PN karışımı} - 0.183375* \text{ SP-CMC karışımı} * \text{ Su} + 0.00672817* \text{ KBU-PN} \\ & \text{karışımı}^2 - 0.0242375* \text{ KBU-PN karışımı} * \text{ Su} - 0.02766* \text{ Su}^2 \end{aligned}$$



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; KBU: karabugday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.25. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim (%) değerine ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
PN: Karabugday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre.

Şekil 4.26. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.4. Yağ emilimi (ml)

KBU ve PN kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimi 40-80 ml (% 6.66-13.33) arasında değişmiştir. Modele alınan bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki etkileşimler tulumba tatlısının yağ emiliminde meydana gelen değişimleri sadece % 33.092 oranında açıklayabilmektedir (Çizelge 4.17).

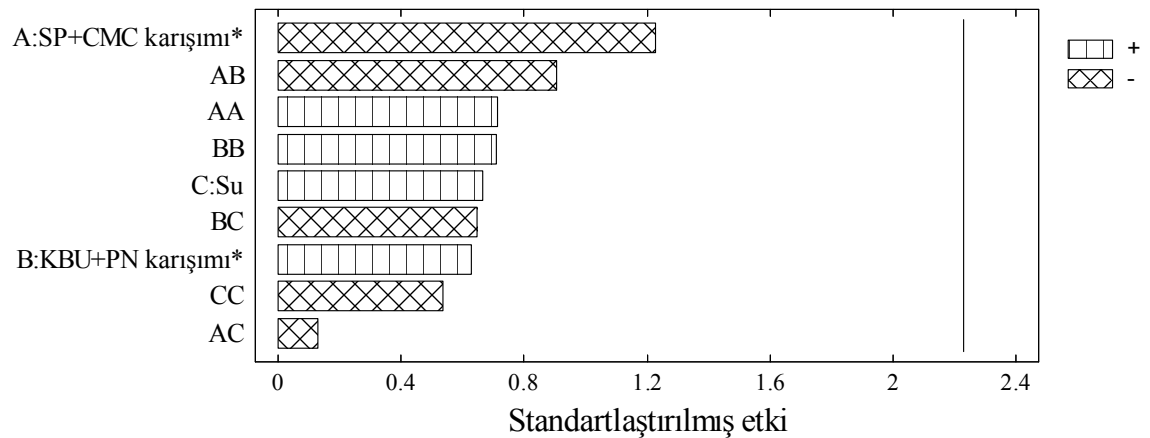
Çizelge 4.17. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimi (ml) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	281.972	281.972	1.51
KBU+PN karışımı ² (B)	1	73.552	73.552	0.39
Su (C)	1	82.597	82.597	0.44
A*A	1	94.908	94.908	0.51
A*B	1	153.125	153.125	0.82
A*C	1	3.125	3.125	0.02
B*B	1	94.092	94.092	0.50
B*C	1	78.125	78.125	0.42
C*C	1	53.946	53.946	0.29
Toplam Hata	10	1869.230	186.923	
Toplam	19	2793.750		
R ² =33.092				

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

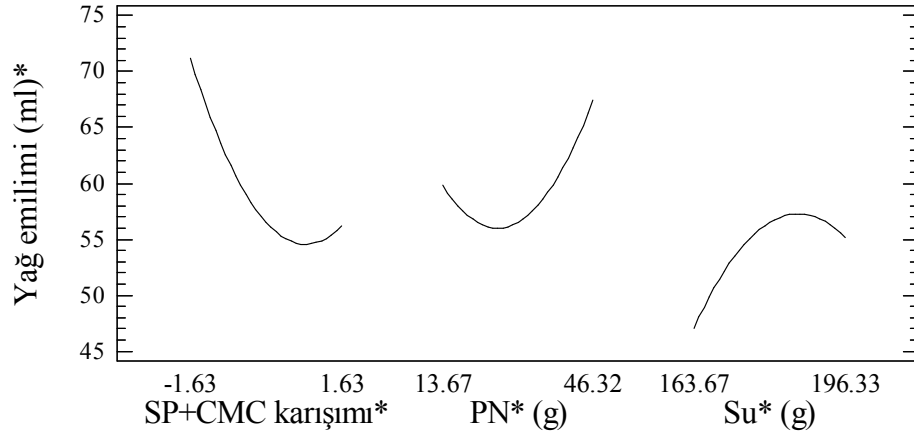
¹SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

SP-CMC karışımındaki SP oranı arttıkça yağ emilimi azalmaktadır (Şekil 4.28). Fakat formülde kullanılan ve modele dahil edilen suyun, SP-CMC ve KBU-PN karışımlarının lineer ve kuadratik etkileri ile bu bileşenlerin interaksyonlarının yağ emilimine etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.27). Yağ emilimi değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik ise aşağıdaki gibidir.



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.27. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi (ml) değerine ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
 PN: Karabuğday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.28. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Yağ emilimi (ml)} = & -794.804 + 19.7708 * \text{SP-CMC karışımı} + 4.25798 * \text{KBU-PN} \\ & \text{karışımı} + 8.46165 * \text{Su} + 2.68832 * \text{SP-CMC karışımı}^2 - 0.4375 * \text{SP-CMC karışımı} * \\ & \text{KBU-PN karışımı} - 0.0625 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{Su} + 0.0267031 * \text{KBU-PN karışımı}^2 - \\ & 0.03125 * \text{KBU-PN karışımı} * \text{Su} - 0.0202095 * \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.2.5. Sertlik (hardness) (g)

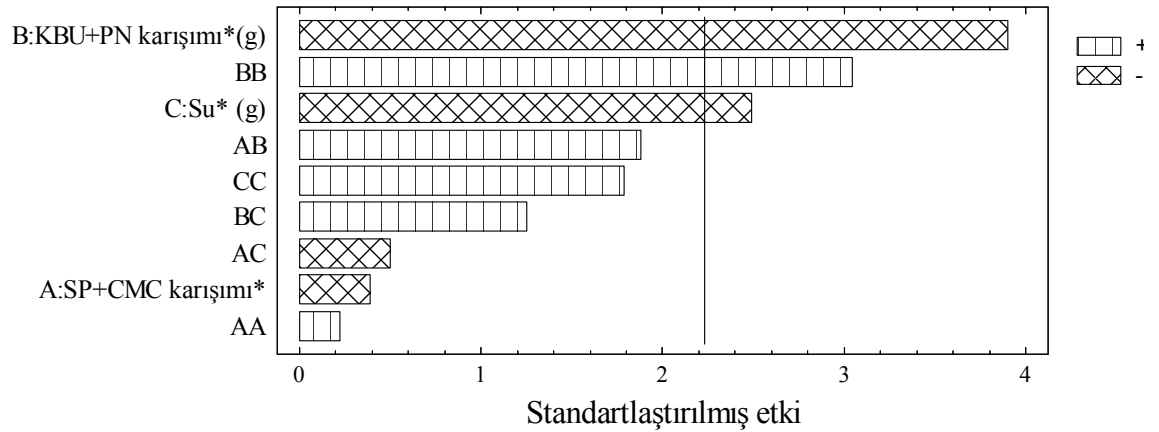
Un kaynağı olarak KBU ve PN kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının sertlik değeri 89.34-161.25 g arasında değişmiştir. Bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz, sertlik değerinde meydana gelen toplam farklılığın % 76.747'sini başarı ile açıklayabilmektedir. Üretilen bu tulumba tatlılarının sertlik değerleri üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de ve her bir faktörün etkisinin önem sırası ise Pareto grafiğinde Şekil 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Karabuğday unu ile üretilen tatlıların sertlik (g) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	26.618	26.618	0.15
KBU+PN karışımı ² (B)	1	2707.600	2707.600	15.22**
Su (C)	1	1102.81	1102.81	6.20*
A*A	1	8.622	8.622	0.05
A*B	1	628.05	628.05	3.53
A*C	1	44.429	44.429	0.25
B*B	1	1646.46	1646.46	9.26*
B*C	1	278.515	278.515	1.57
C*C	1	567.288	567.288	3.19
Toplam Hata	10	1778.62	177.862	
Toplam	19	8652.16		
$R^2=76.747$				

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

¹SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

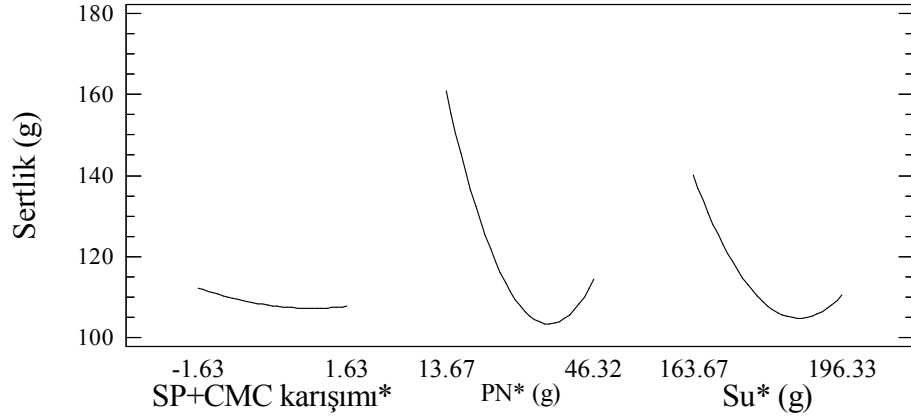


*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.29. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine ait etki seviyeleri

Tulumba tatlılarının sertlik değeri üzerine KBU-PN karışımının lineer etkisi $P < 0.01$, su seviyelerinin lineer etkisi ile KBU-PN karışımının kuadratik etkisi $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18). Formüldeki KBU-PN karışımındaki PN miktarı ile formüldeki su miktarının artması sertlik değerini azaltmaktadır. KBU-PN karışımının kuadratik etkisi ise sertlik değerini arttırmaktadır (Şekil 4.29 ve Şekil 4.30). Fakat SP-CMC karışımı ile KBU-PN karışımının interaksyonu ve su ile KBU-PN karışımının interaksyonu sertliği etkilemesine rağmen istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.18). Sertlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1.63: g SP+ g CMC
PN: Karabuğday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.30. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Sertlik (g)} = & 2856.65 + 14.4286 * \text{SP-CMC karışımı} - 18.7469 * \text{KBU-PN karışımı} - \\ & 26.2721 * \text{Su} + 0.810321 * \text{SP-CMC karışımı}^2 + 0.886037 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{KBU-PN} \\ & \text{karışımı} - 0.235662 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{Su} + 0.111702 * \text{KBU-PN karışımı}^2 + \\ & 0.0590037 * \text{KBU-PN karışımı} * \text{Su} + 0.0655356 * \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.2.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)

KBU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerleri -72.65 ile -7.08 g.s arasında değişmiş olup bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19' da verilmiştir. Tulumba tatlısının dış yapışkanlık değerine ait toplam farklılığın % 76.747'si modele alınan bileşenlerin (su, SP-CMC karışımı ve KBU-PN karışımı) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonlar tarafından açıklanabilmektedir.

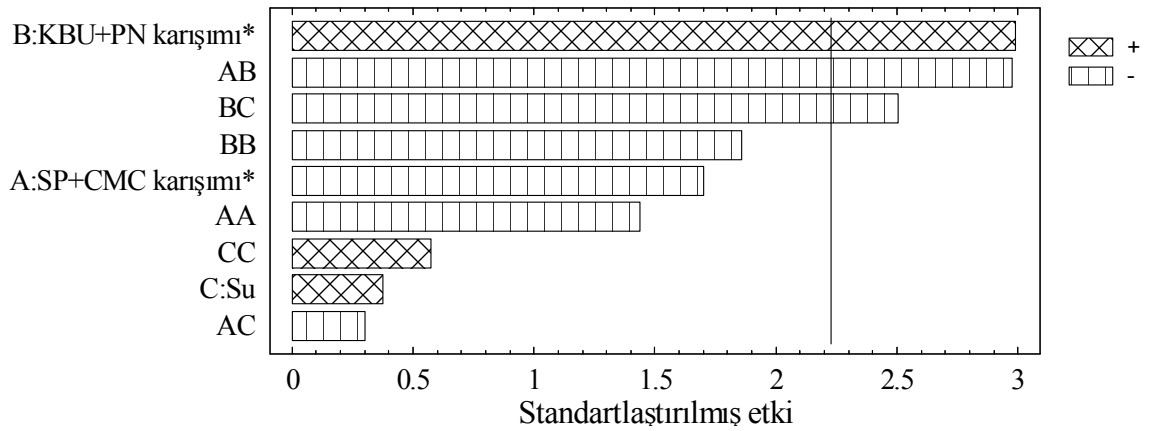
Çizelge 4.19. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	785.468	785.468	2.90
KBU+PN karışımı ² (B)	1	2425.810	2425.810	8.95 *
Su (C)	1	38.526	38.526	0.14
A*A	1	558.758	558.758	2.06
A*B	1	2403.810	2403.810	8.87 *
A*C	1	24.9147	24.9147	0.09
B*B	1	936.359	936.359	3.45
B*C	1	1697.930	1697.930	6.26 *
C*C	1	88.610	88.610	0.33
Toplam Hata	10	2710.930	271.093	
Toplam	19	11658.300		
$R^2=76.747$				

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

¹SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

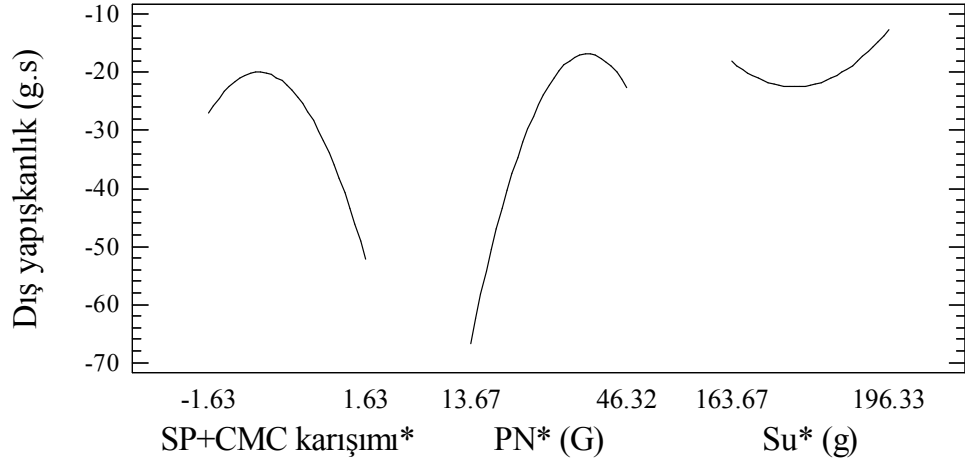
Formülde kullanılan KBU-PN karışımının lineer etkisi, KBU-PN karışımı ile SP-CMC karışımının interaksyonu ve KBU-PN karışımı ile suyun interaksyonu P<0.05 düzeyinde tulumba tatlısının dış yapışkanlığını etkilemektedir. Bunun yanında su ve SP-CMC karışımının yapışkanlık üzerine lineer etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.31). KBU-PN karışımındaki PN'nin artması dış yapışkanlık değerini arttırmaktadır (Şekil 4.32). Dış yapışkanlık üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik ise aşağıda verilmiştir.



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.31. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri

Dış yapışkanlık (g.s) = -116.451 + 76.0787 SP-CMC karışımı + 32.6257* KBU-PN karışımı - 4.7846*Su - 6.5229* SP-CMC karışımı² - 1.73343* SP-CMC karışımı * KBU-PN karışımı - 0.176475* SP-CMC karışımı*Su - 0.0842375* KBU-PN karışımı² - 0.145685* KBU-PN karışımı *Su + 0.0259011*Su²*



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
PN: Karabugday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.32. Karabugday unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.7. Çiğnenebilirlik (chewiness)

KBU ve PN kullanılarak hazırlanan glutensiz tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerleri ise 15.757-125.487 arasında değişmiştir. Üretilen tatlıların çiğnenebilirlik değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

KBU-PN karışımındaki PN'nin ve SP-CMC karışımındaki SP'nin artması çiğnenebilirlik değerini arttırmaktadır (Şekil 4.34). Fakat tulumba tatlısının çiğnenebilirlik değerleri üzerine modele alınan bileşenlerin lineer (su, SP-CMC karışımı ve KBU-PN karışımı) ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.33). Pareto grafiğinde (Şekil 4.33) bu etkilerin önem sırası verilmiştir. Bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile etkileşimlerinden oluşan modelimiz tulumba tatlısının çiğnenebilirlik değerinde meydana gelen farklılığın % 40.824'nü

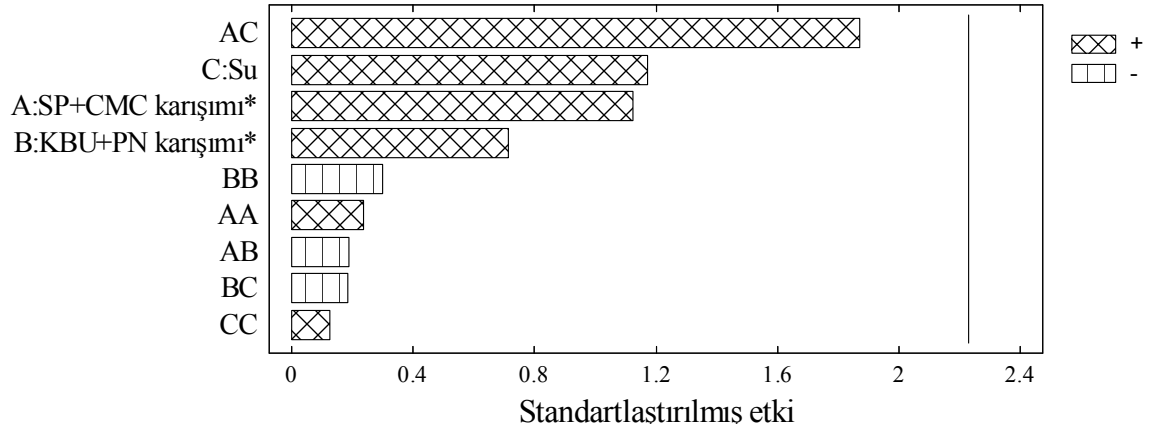
açıklamaktadır. Çiğnenebilirlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.20. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	1433.290	1433.290	1.27
KBU+PN karışımı ² (B)	1	579.478	579.478	0.51
Su (C)	1	1561.570	1561.570	1.38
A*A	1	64.185	64.185	0.06
A*B	1	40.199	40.199	0.04
A*C	1	3964.280	3964.280	3.50
B*B	1	102.721	102.721	0.09
B*C	1	38.390	38.390	0.03
C*C	1	17.924	17.924	0.02
Toplam Hata	10	11328.000	1132.800	
Toplam	19	19143.000		
R ² =40.824				

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

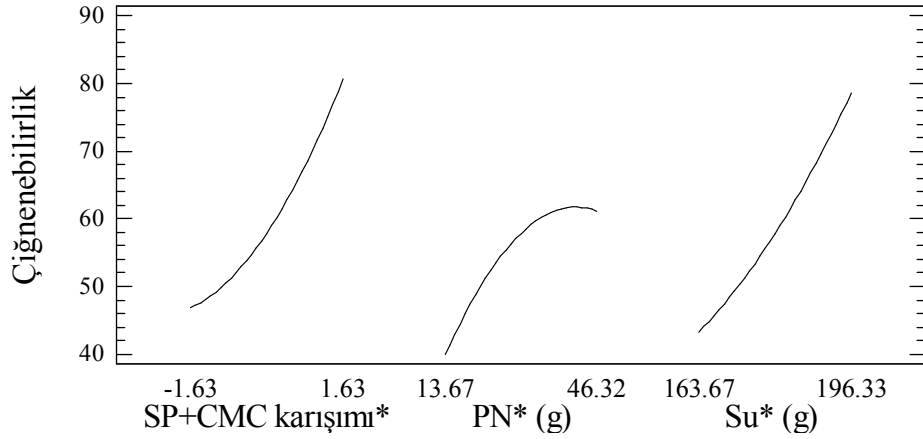
¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.33. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çiğnenebilirlik değerine ait etki seviyeleri

$$\begin{aligned} \text{Çiğnenebilirlik} = & 77.3396 - 383.592 * \text{SP-CMC karışımı} + 6.27621 * \text{KBU-PN karışımı} \\ & 2.45449 * \text{Su} + 2.21078 * \text{SP-CMC karışımı}^2 - 0.224163 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{KBU-PN} \\ & \text{karışımı} + 2.22606 * \text{SP-CMC karışımı} * \text{Su} - 0.0279006 * \text{KBU-PN karışımı}^2 + \\ & 0.0219062 * \text{KBU-PN karışımı} * \text{Su} + 0.0116494 * \text{Su}^2 \end{aligned}$$



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
 PN: Karabuğday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.34. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde çignenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.8. İç yapışkanlık (cohesiveness)

Un kaynağı olarak KBU ve PN kullanılarak üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerleri 0.22-0.65 arasında değişmiştir. İç yapışkanlık değerine ait toplam farklılığın % 65.089'u modele dahil edilen su, SP-CMC karışımı ve KBU-PN karışımı bileşenlerinin lineer ve kuadratik etkileri ile bu bileşenlerin interaksiyonları tarafından açıklanabilmektedir. Çizelge 4.21'de iç yapışkanlık değeri üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları ve Şekil 4.35'de ise bu etkilerin önem sırası verilmiştir.

Formülde kullanılan suyun lineer etkisi ve su ile SP-CMC karışımı interaksiyonunun iç yapışkanlık değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Tulumba tatlısının iç yapışkanlık değeri üzerine formülde kullanılan SP-CMC karışımının etkisi parabol grafiği oluşturmuştur. Arzu edilen en düşük iç yapışkanlık değeri yaklaşık % 0.43 g CMC ve % 3.7 SP karışımı ile elde edilmekte olup artan ve azalan SP-CMC seviyeleri iç yapışkanlığı arttırmaktadır (Şekil 4.36). İç yapışkanlık üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik ise aşağıda verilmiştir.

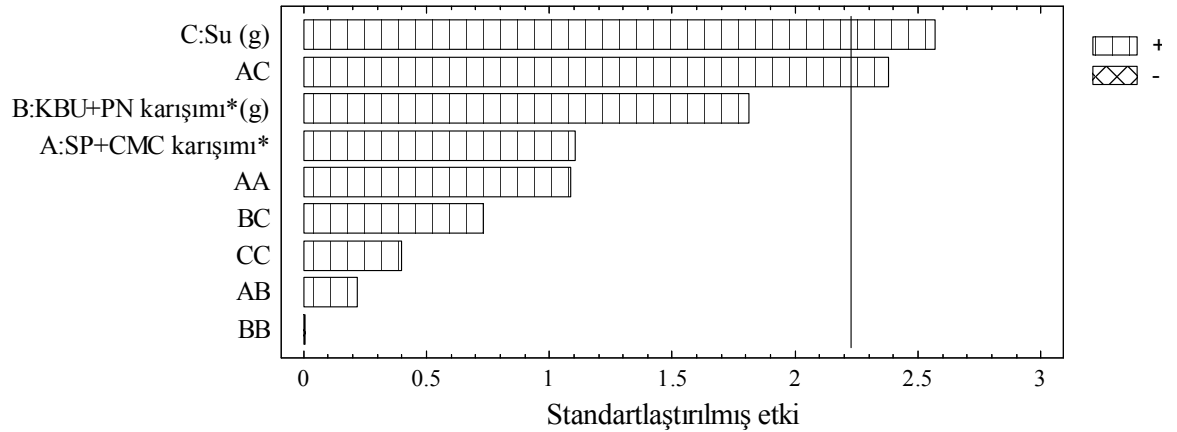
Çizelge 4.21 Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	0.008	0.008	1.22
KBU+PN karışımı ² (B)	1	0.021	0.022	3.29
Su (C)	1	0.043	0.043	6.60*
A*A	1	0.007	0.007	1.18
A*B	1	0.000	0.000	0.05
A*C	1	0.037	0.037	5.67*
B*B	1	9.187	9.187	0.00
B*C	1	0.003	0.003	0.53
C*C	1	0.001	0.001	0.16
Toplam Hata	10	0.066	0.006	
Toplam	19	0.189		
$R^2=65.089$				

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

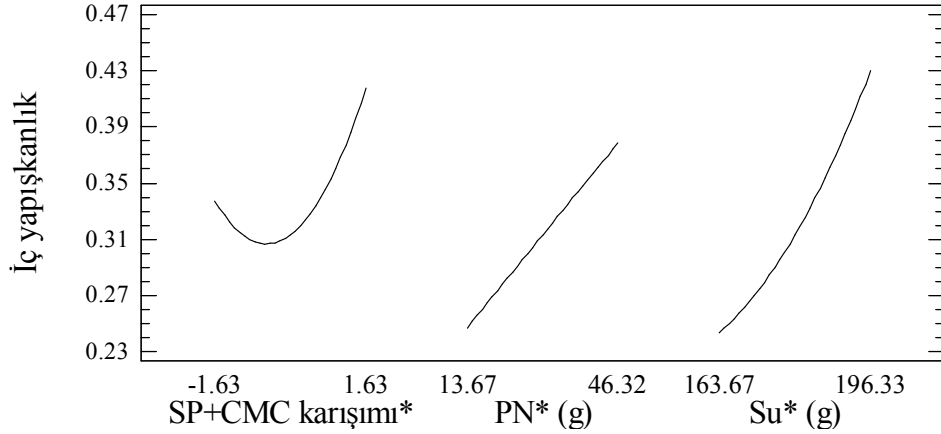
¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

$$\begin{aligned} \text{İç yapışkanlık} = & 3.17594 - 1.22713* \text{ SP-CMC karışımı} - 0.033709** \text{ KBU-PN karışımı} \\ & - 0.0325919* \text{ Su} + 0.0243738* \text{ SP-CMC karışımı}^2 + 0.000625* \text{ SP-CMC karışımı} * \\ & \text{ KBU-PN karışımı} + 0.00685* \text{ SP-CMC karışımı} * \text{ Su} - 8.344\text{E-}7* \text{ KBU-PN karışımı}^2 + \\ & 0.00021* * \text{ KBU-PN karışımı} * \text{ Su} + 0.0000889345* \text{ Su}^2 \end{aligned}$$



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.35. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
 PN: Karabuğday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.36. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.2.9. Esneklik (springiness)

KBU ve PN kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının esneklik değeri 0.053 ile 0.095 arasında değişmiştir. Üretilen tatlıların esneklik değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22’de ve faktörlerin etkilerinin önem seviyesi ise Şekil 4.37’de verilmiştir.

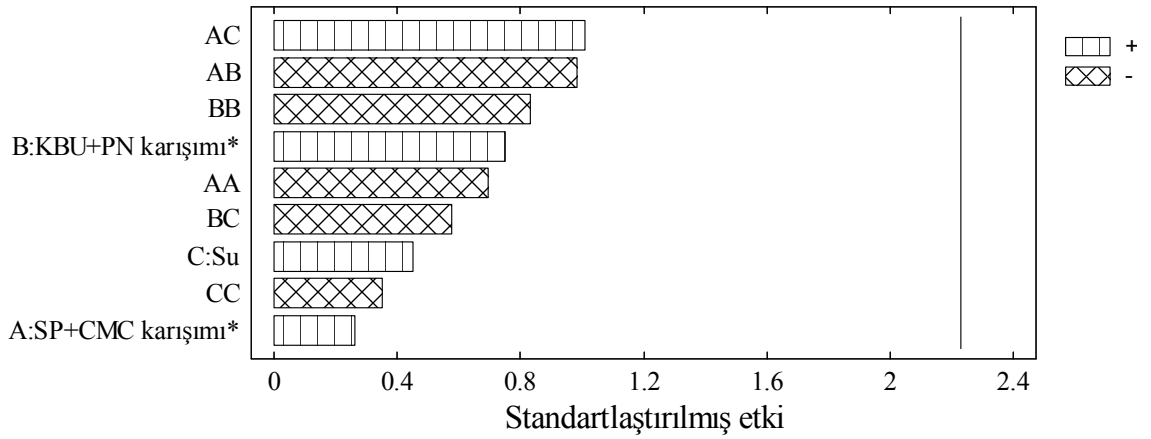
Çizelge 4.22. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
SP+CMC karışımı ¹ (A)	1	0.033	0.033	0.07
KBU+PN karışımı ² (B)	1	0.274	0.274	0.56
Su (C)	1	0.100	0.100	0.21
A*A	1	0.236	0.236	0.48
A*B	1	0.473	0.473	0.97
A*C	1	0.498	0.498	1.02
B*B	1	0.337	0.337	0.69
B*C	1	0.163	0.163	0.33
C*C	1	0.060	0.060	0.12
Toplam Hata	7	4.879	0.487	
Toplam	16	6.990		
R ² =30.188				

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

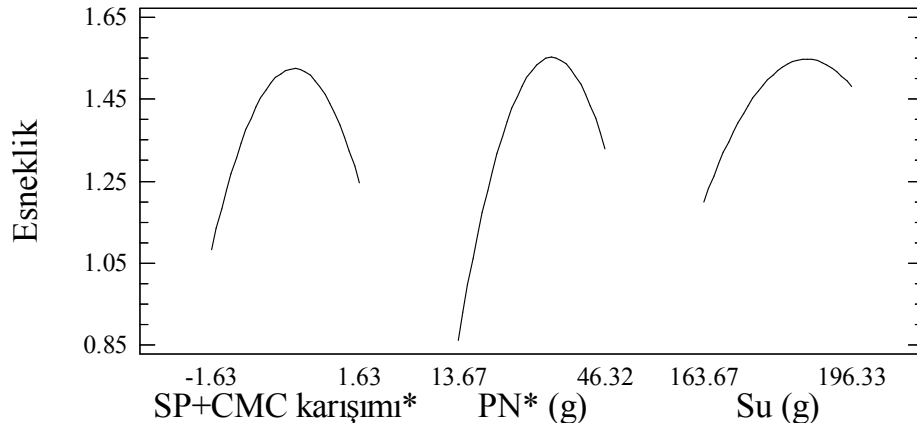
¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz; ²KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Tulumba tatlısının esneklik değeri üzerine, modele alınan bileşenlerin (su, SP-CMC karışımı ve KBU-PN karışımı) lineer ve kuadratik etkileri ve bileşenler arasındaki interaksiyonların etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.37). Her bir bileşenin esneklik üzerine etkisi parabol oluşturmuştur (Şekil 4.38). Bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz, tulumba tatlısının esneklik değerinde meydana gelen toplam farklılıkların sadece % 30.188'ni açıklamaktadır. Esneklik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; KBU: karabuğday unu, PN: patates nişastası

Şekil 4.37. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri



*SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz; -1,63: g SP+ g CMC, 1,63: g SP+ g CMC
PN: Karabuğday unu-patates nişastası karışımındaki patates nişastası; Su oranı 100 g un esasına göre dir.

Şekil 4.38. Karabuğday unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$Esneklik = -31.5232 - 3.71123* SP-CMC \text{ karışımı} + 0.367312* KBU-PN \text{ karışımı} + 0.294884*Su - 0.134147* SP-CMC \text{ karışımı}^2 - 0.024325* SP-CMC \text{ karışımı} * KBU-PN \text{ karışımı} + 0.02495* SP-CMC \text{ karışımı} * Su - 0.00160035* KBU-PN \text{ karışımı}^2 - 0.0014275* KBU-PN \text{ karışımı} * Su - 0.000676111 * Su^2$$

4.3.3. Pirinç unu ile glutensiz tulumba tatlısı üretimi

Pirinç unu kullanılarak glutensiz tulumba tatlılarının üretiminde kullanılacak su, CMC ve soya proteini (SP) oranlarını optimize etmek için Çizelge 4.23'deki YYY deneme deseni kullanılmıştır.

Çizelge 4.23. Pirinç unu (PU) ile tulumba tatlısı üretimine ait Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) deneme deseni

Deneme	SP *	CMC **	Su***
1	-1.00	-1.00	-1.00
2	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	-1.00
4	-1.00	1.00	1.00
5	1.00	-1.00	1.00
6	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	1.00
8	0.00	0.00	0.00
9	-1.00	-1.00	1.00
10	-1.00	1.00	-1.00
11	0.00	0.00	0.00
12	1.00	-1.00	-1.00
13	0.00	0.00	0.00
14	-1.63	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00
16	0.00	-1.63	0.00
17	1.63	0.00	0.00
18	0.00	0.00	1.63
19	0.00	0.00	-1.63
20	0.00	1.63	0.00

CMC: karboksil metil selüloz; SP: Soya proteini

* g SP/100g PU +PN karışımı; 1.00= 4.5 g; 0.00= 3.0 g; -1.00= 1.5 g; 1.63=5.45g; -1.63=0.55 g

** g CMC/100g PU +PN karışımı. 1.00= 0.7g; -1.00= 0.3 g; 0.00= 0.5 g; 1.63=0.83g ; -1.63=0.17 g

*** g Su/ 100g PU +PN karışımı. 1.00=210 g; 0.00=200 g; -1.00= 190 g; 1.63= 216.33g; -1.63= 183.67 g

4.3.3.1. Genleşme (cm)

PU kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının genleşme değerleri 2.14-3.19 cm arasında değişmiştir. Modeldeki bileşenlerin (su, CMC ve SP) lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksyonlar tatlıların genleşmesinde meydana gelen toplam varyasyonu (% 66.336) açıklamaktadır. Çizelge 4.24'de faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları ve Şekil 4.39'da ise bu faktörlerin etki seviyeleri verilmiştir.

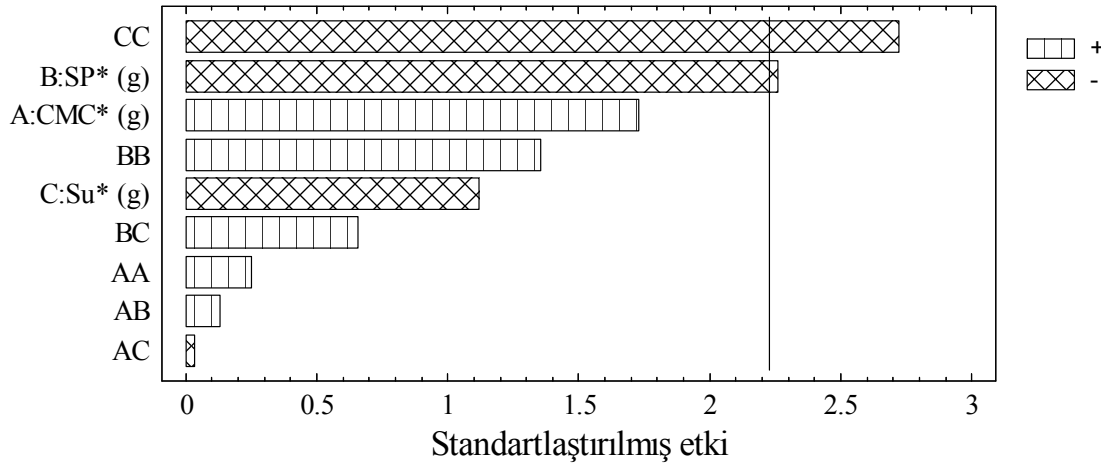
Çizelge 4.24. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının genleşme (cm) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.138	0.138	2.98
SP ¹ (B)	1	0.237	0.237	5.11*
Su (C)	1	0.058	0.058	1.25
A*A	1	0.002	0.002	0.06
A*B	1	0.001	0.001	0.02
A*C	1	0.000	0.000	0.00
B*B	1	0.085	0.085	1.83
B*C	1	0.020	0.020	0.43
C*C	1	0.344	0.344	7.40*
Toplam hata	10	0.465	0.046	
Toplam	19	1.382		
R ² =66.336				

*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

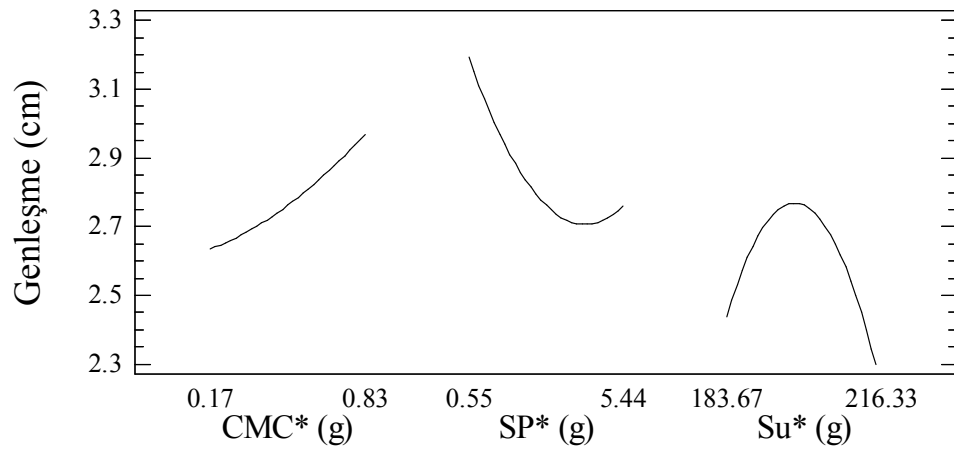
Formülde kullanılan SP'nin lineer etkisi ile suyun kuadratik etkisi tulumba tatlısının genleşmesini P<0.05 düzeyinde etkilemektedir. Öte yandan formülde kullanılan farklı su seviyeleri ile bileşenlerin kuadratik etkileri ve bileşenler arasındaki interaksyonlar genleşme değerini istatistiksel olarak etkilememektedir (P>0.05). (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.39). Artan CMC seviyeleri genleşme değerinde istatistiksel olarak önemli olmayan bir artış meydana getirmektedir (Şekil 4.39 ve Şekil 4.40). PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının genleşmesi üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik ise aşağıdaki gibidir.

$$\text{Genleşme (cm)} = -58.2033 + 0.289252*\text{CMC} - 0.987078*\text{SP} + 0.630392*\text{Su} + 0.368929*\text{CMC}^2 + 0.0333333*\text{CMC}*\text{SP} - 0.00125*\text{CMC}*\text{Su} + 0.0358395*\text{SP}^2 + 0.00333333*\text{SP}*\text{Su} - 0.00161592*\text{Su}^2$$



*CMC: karboksil metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.39. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin genişleme değerine (cm) ait etki seviyeleri



CMC: karboksil metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g /100 g un

Şekil 4.40. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde genişleme değeri (cm) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.3.2. Şerbetli verim (%)

PU kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının şerbetli verim (%) değeri 78.12-93.27 arasında değişmiştir. Şerbetli verim değerine ait toplam farklılığın önemli

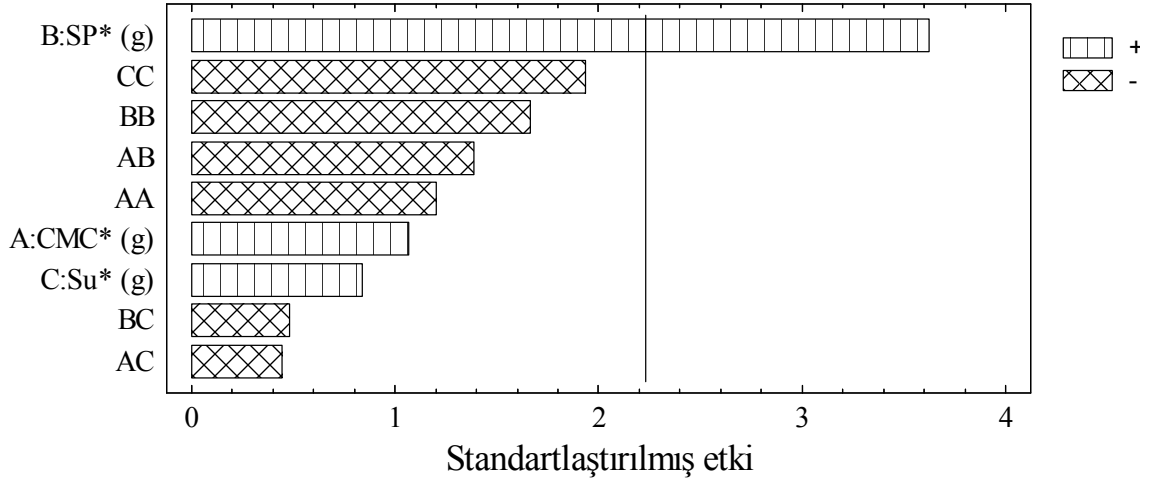
bir kısmı (% 70.782) modele alınan bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksyonları tarafından açıklanabilmektedir. Üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetli verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	7.322	7.322	1.14
SP ¹ (B)	1	84.39	84.39	13.11**
Su (C)	1	4.508	4.508	0.70
A*A	1	9.352	9.352	1.45
A*B	1	12.350	12.350	1.92
A*C	1	1.280	1.280	0.20
B*B	1	17.791	17.791	2.76
B*C	1	1.496	1.496	0.23
C*C	1	24.060	24.060	3.74
Toplam hata	10	64.375	6.437	
Toplam	19	220.33		
R ² =70.782				

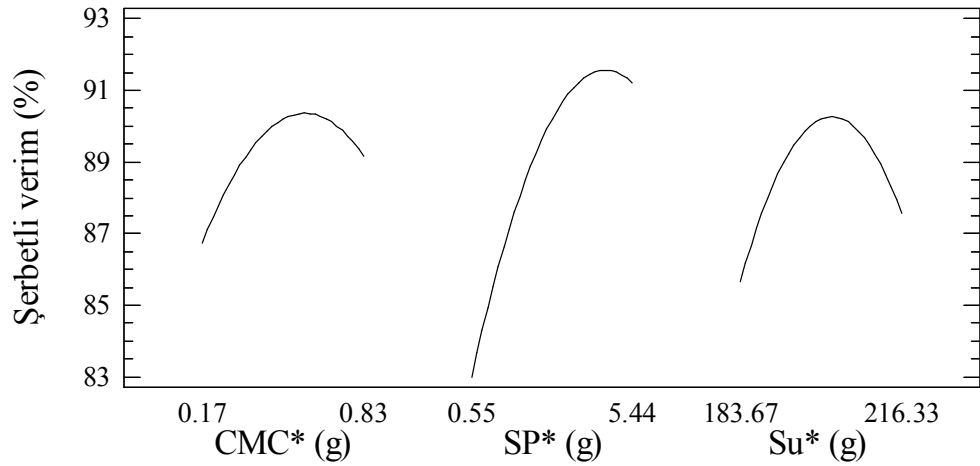
*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’de görüldüğü gibi formülde kullanılan SP oldukça önemli etkiye sahiptir. Farklı seviyelerde kullanılan SP'nin tulumba tatlısının şerbetli verimi üzerine lineer etkisi P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Şerbetli verim üzerine, formülde kullanılan (SP'nin lineer etkisi hariç) her bir bileşenin lineer ve kuadratik etkisi ile bileşenler arasındaki interaksyonların etkisi P>0.05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Şerbetli verim üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



*CMC: karboksil metil selüloz; SP: Soya proteini

Şekil 4.41. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetli verim (%) üzerine etki seviyeleri



CMC: karboksil metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.42. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetli verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Şerbetli verim (\%)} = & 319.14 + 24.5627 \cdot \text{CMC} + 35.9816 \cdot \text{SP} - 3.04912 \cdot \text{Su} + 31.5315 \cdot \\ & \text{CMC}^2 - 4.14167 \cdot \text{CMC} \cdot \text{SP} - 0.2 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 3.73348 \cdot \text{SP}^2 - 0.0288333 \cdot \text{SP} \cdot \text{Su} + \\ & 0.00823405 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

4.3.3.3. Şerbetsiz verim (%)

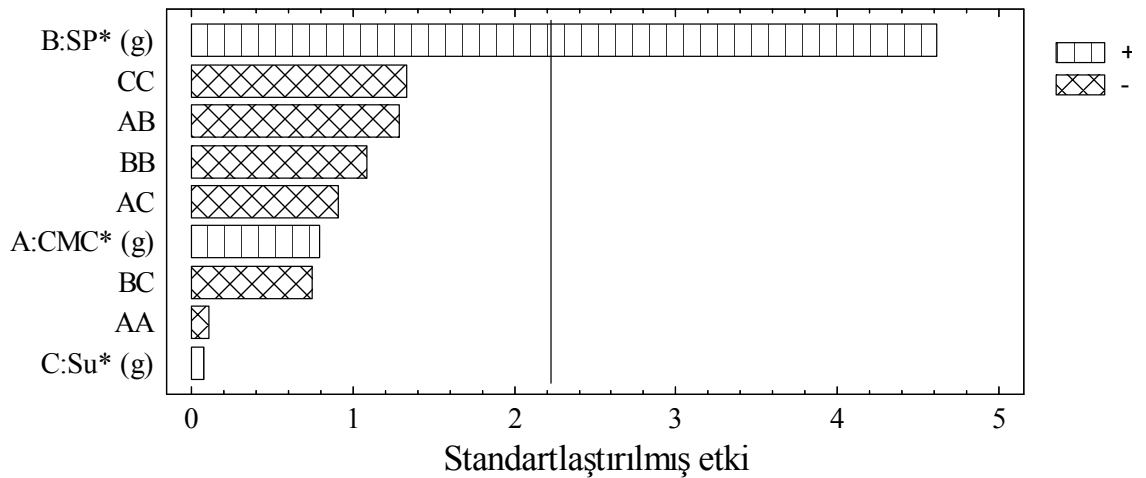
PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının şerbetsiz verim değerleri % 63.00-89.26 arasında değişmiştir. Bu aralıkta meydana gelen değişim, şerbetli verimde olduğu

gibi SP'nin önemli derecedeki etkisinden meydana gelmektedir ($P < 0.01$). Şerbetsiz verim değerinde meydana gelen farklılığın % 73.464'ü bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz tarafından başarıyla açıklanabilmektedir. Bu değerler üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da ve bu faktörlerin etki seviyeleri ise Şekil 4.43'de Pareto grafiğinde verilmiştir.

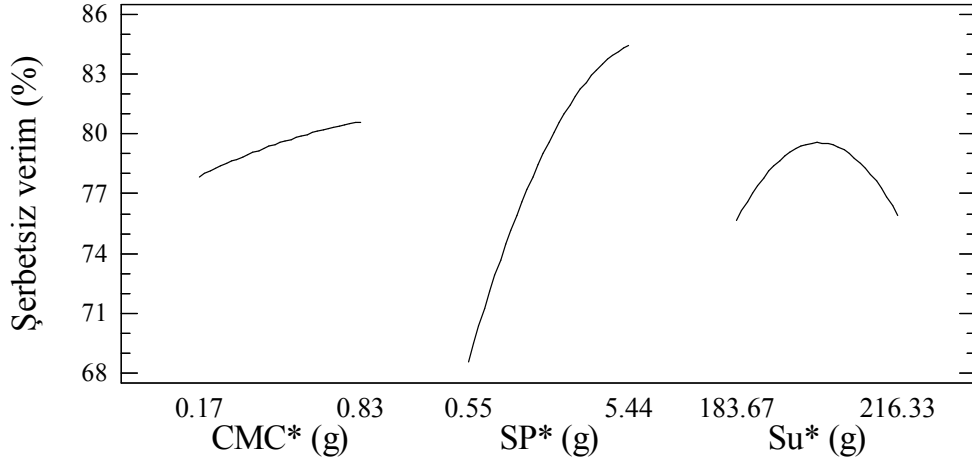
Çizelge 4.26. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının şerbetsiz verim (%) değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	9.355	9.355	0.63
SP ¹ (B)	1	317.239	317.239	21.28**
Su (C)	1	0.087	0.087	0.01
A*A	1	0.189	0.189	0.01
A*B	1	24.570	24.570	1.65
A*C	1	12.350	12.350	0.83
B*B	1	17.600	17.600	1.18
B*C	1	8.364	8.364	0.56
C*C	1	26.566	26.566	1.78
Toplam hata	10	149.055	14.905	
Toplam	19	561.713		
$R^2=73.464$				

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz



Şekil 4.43. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin şerbetsiz verim üzerine (%) etki seviyeleri



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.44. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde şerbetsiz verim (%) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'de görüldüğü gibi formülde kullanılan SP oldukça önemli etkiye sahiptir. Tulumba tatlısının şerbetsiz verimi üzerine SP'nin lineer etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.01$). Suyun, CMC'nin ve SP'nin kuadratik etkileri ve aralarındaki interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Şerbetsiz verim üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Şerbetsiz verim (\%)} = & -618.434 + 148.867 \cdot \text{CMC} + 22.8915 \cdot \text{SP} + 6.19775 \cdot \text{Su} - \\ & 2.95042 \cdot \text{CMC}^2 - 5.84167 \cdot \text{CMC} \cdot \text{SP} - 0.62125 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} - 0.514701 \cdot \text{SP}^2 - \\ & 0.0681667 \cdot \text{SP} \cdot \text{Su} - 0.0141871 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

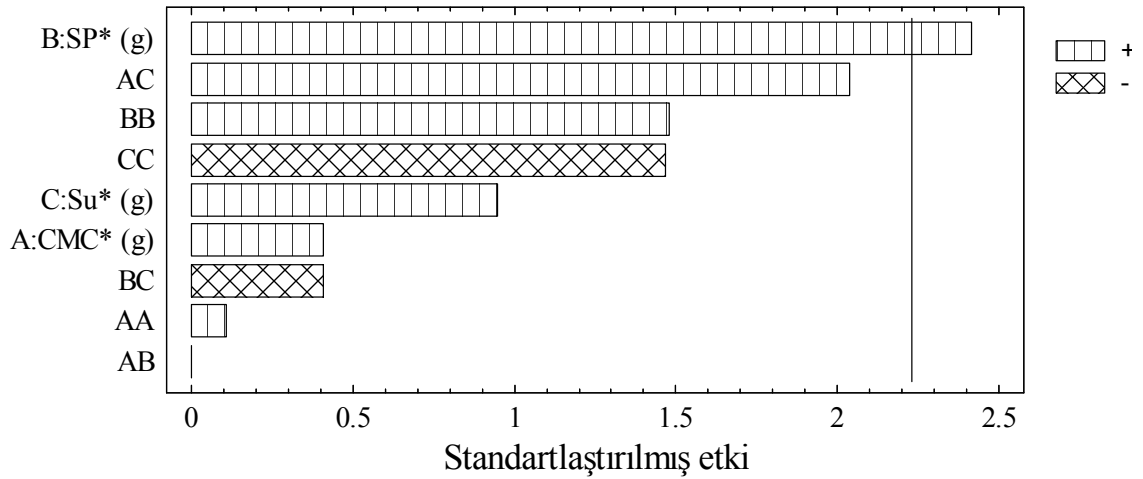
4.3.3.4. Yağ emilimi (ml)

PU kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarında meydana gelen yağ emilimi miktarı 40-110 ml (% 6.66-18.33) arasında değişmiştir. Çizelge 4.27'de yağ emilimi üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları, Şekil 4.45'de ise bu faktörlerin etki seviyeleri verilmiştir.

Çizelge 4.27. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının yağ emilimine (ml) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	50.278	50.278	0.17
SP ¹ (B)	1	1757.190	1757.190	5.84*
Su (C)	1	270.995	270.995	0.90
A*A	1	3.516	3.516	0.01
A*B	1	0.000	0.000	0.00
A*C	1	1250.000	1250.000	4.15
B*B	1	660.098	660.098	2.19
B*C	1	50.000	50.000	0.17
C*C	1	646.967	646.967	2.15
Toplam hata	10	3010.770	301.077	
Toplam	19	7805.000		
R ² =61.425				

*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

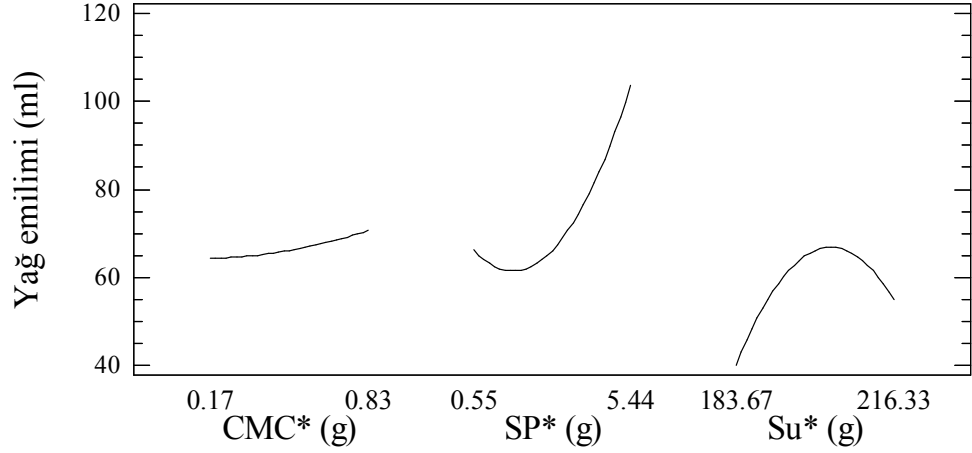


*CMC: karboksi metil selüloz; SP: Soya proteini

Şekil 4.45 Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin yağ emilimi üzerine (ml) etki seviyeleri

Tatlıların yağ emilimi miktarında meydana gelen değişimlerin % 61.425'i modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonlar tarafından açıklanmaktadır. Formülde kullanılan SP seviyesinin artması yağ emilimini istatistiksel olarak önemli derecede arttırmaktadır (P<0.05) (Şekil 4.46). Kullanılan CMC ve suyun lineer etkileri, bileşenlerin kuadratik etkileri ve bileşenler arasındaki interaksiyonların yağ emilimine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.45). Üretilen glutensiz tulumba

tatlılarının yağ emilimi üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik ise aşağıdaki gibidir.



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.46. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde yağ emilimi (ml) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$Yağ\ emilimi\ (ml) = -2295.73 - 1253.03*CMC + 22.111*SP + 25.8298*Su + 12.695*CMC^2 + 0.0* CMC * SP + 6.25* CMC *Su + 3.15213* SP^2 - 0.166667*SP*Su - 0.070012*Su^2$$

4.3.3.5. Sertlik (hardness) (g)

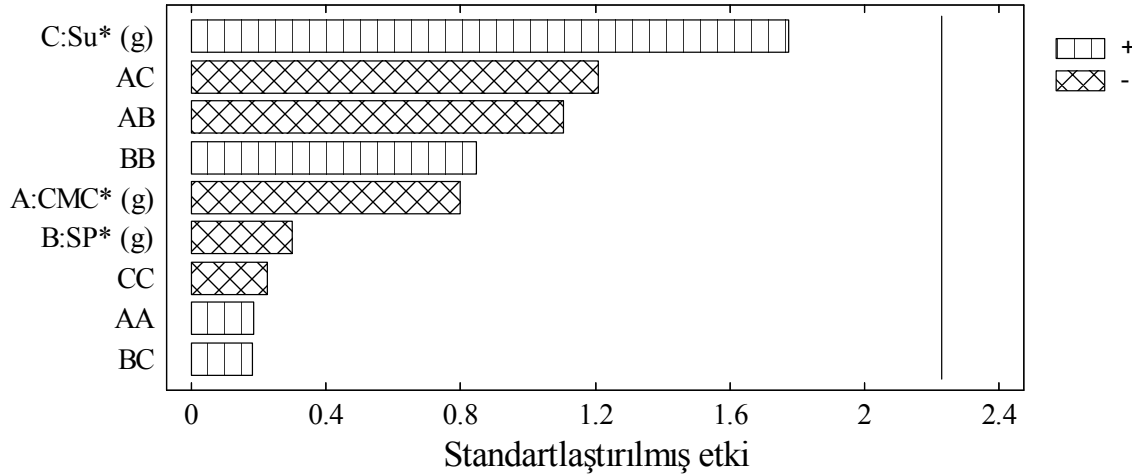
PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının sertlik değeri 46.50-192.82 g arasında değişmiştir. Bu aralıkta meydana gelen değişimde, modele dahil edilen bileşenlerin sertlik değeri üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Sertlik değerinde meydana gelen bu farklılıkların % 42.589'u bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz tarafından açıklanabilmektedir. Sertlik değeri üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de ve bu faktörlerin etki seviyeleri ise Şekil 4.47'de Pareto grafiğinde verilmiştir. Sertlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.28. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının sertlik değerine (g) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	773.400	773.400	0.64
SP ¹ (B)	1	109.822	109.822	0.09
Su (C)	1	3811.020	3811.020	3.14
A*A	1	41.425	41.425	0.03
A*B	1	1480.500	1480.500	1.22
A*C	1	1773.990	1773.990	1.46
B*B	1	866.416	866.416	0.71
B*C	1	39.382	39.382	0.03
C*C	1	62.651	62.651	0.05
Toplam hata	10	12119.500	1211.950	
Toplam	19	21110.200		
R ² =42.589				

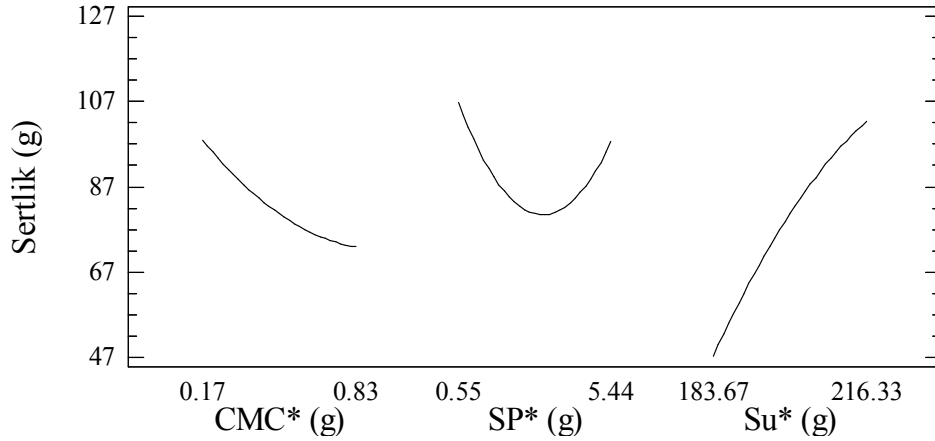
*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksil metil selüloz

$$\text{Sertlik (g)} = -1784.84 + 1543.44 \cdot \text{CMC} - 30.4568 \cdot \text{SP} + 13.6852 \cdot \text{su} + 43.5709 \cdot \text{CMC}^2 - 45.3458 \cdot \text{CMC} \cdot \text{SP} - 7.44562 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} + 3.61129 \cdot \text{SP}^2 + 0.147917 \cdot \text{SP} \cdot \text{Su} - 0.021787 \cdot \text{Su}^2$$



*CMC: karboksil metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.47. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin sertlik değerine (g) ait etki seviyeleri



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.48. Piriñç unu ile tulumba tatlısı üretiminde sertlik değeri (g) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.3.6. Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)

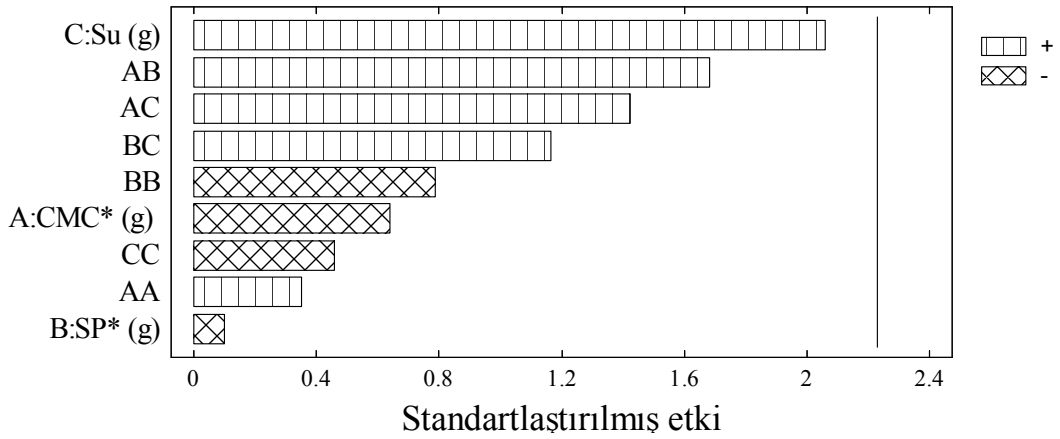
PU kullanılarak hazırlanan glutensiz tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değeri -32.27 ile -4.53 g.s arasında değişmiştir. Tatlıların dış yapışkanlık değerinde meydana gelen farklılığın % 54.287'si modeldeki bileşenlerin (su, SP ve CMC) lineer ve kuadratik etkisi ile bileşenler arasındaki interaksiyonlar tarafından açıklanabilmektedir. Tulumba tatlısının dış yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da ve standartlaştırılmış Pareto grafiği ise Şekil 4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Piriñç unu ile üretilen tulumba tatlılarının dış yapışkanlık değerine (g.s) ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	6.790	6.790	0.41
SP ¹ (B)	1	0.172	0.172	0.01
Su (C)	1	70.250	70.250	4.24
A*A	1	2.0616	2.061	0.12
A*B	1	46.851	46.851	2.83
A*C	1	33.620	33.620	2.03
B*B	1	10.285	10.285	0.62
B*C	1	22.445	22.445	1.36
C*C	1	3.467	3.467	0.21
Toplam hata	10	165.501	16.550	
Toplam	19	362.048		
R ² =54.287				

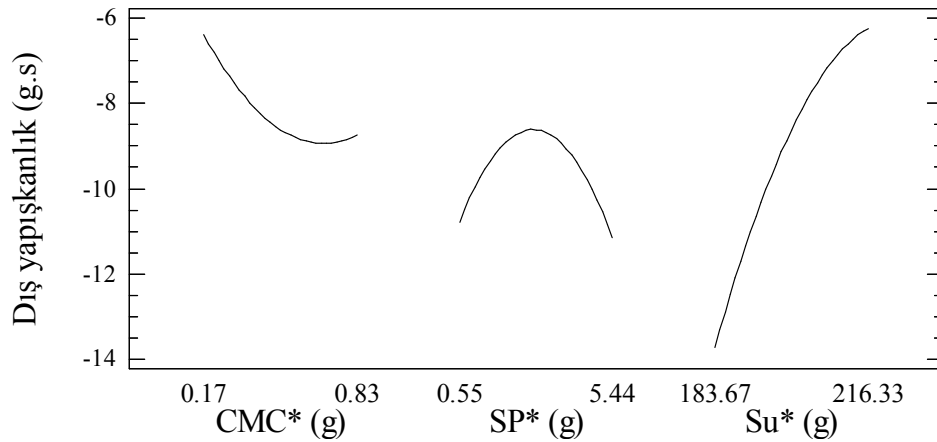
*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

Formülde kullanılan su oranı arttıkça tulumba tatlısının dış yapışkanlık değeri artmaktadır (Şekil 4.50). Fakat dış yapışkanlık değeri üzerine tüm bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonların etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$) (Şekil 4.49. ve Çizelge 4.29). Tulumba tatlısının dış yapışkanlığı üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik ise aşağıda verilmiştir.



*CMC: karboksi metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.49. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin dış yapışkanlık değerine (g.s) ait etki seviyeleri



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.50. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde dış yapışkanlık değeri (g.s) üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned}
 \text{Dış yapışkanlık (g.s)} = & -77.1563 - 242.433*CMC - 24.0856*SP + 1.43267*Su + \\
 & 9.71961* CMC^2 + 8.06667*CMC* SP + 1.025* CMC *Su - 0.393475* SP^2 + \\
 & 0.111667* SP *Su - 0.00512518*Su^2
 \end{aligned}$$

4.3.3.7. Çiğnenebilirlik (chewiness)

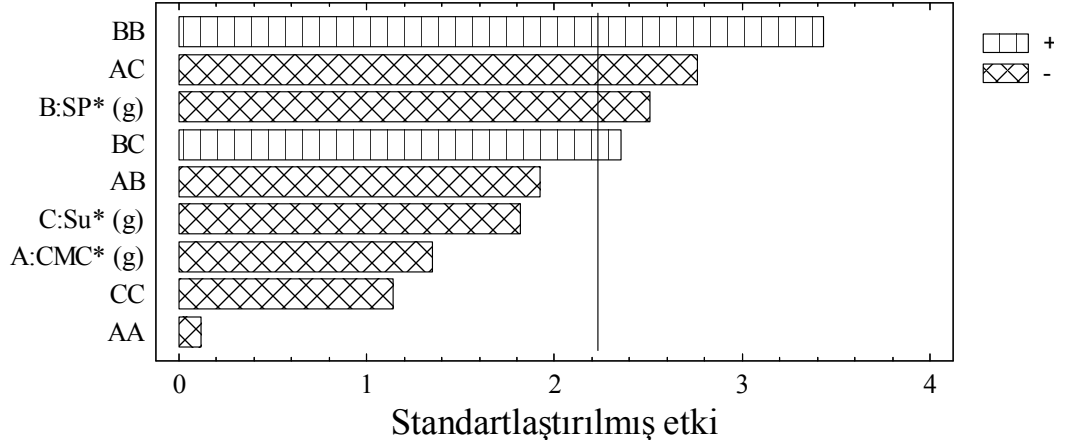
PU kullanılarak hazırlanan glutensiz tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerleri 16.48-69.13 arasında değişmiştir. Çiğnenebilirlik değerindeki toplam farklılığın önemli bir kısmı (% 80.748) bileşenlerin lineer ve kuadratik etkisi ile interaksiyonlarından oluşan modelimiz tarafından açıklanabilmektedir. Üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının çiğnenebilirlik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	138.502	138.502	1.82
SP ¹ (B)	1	478.364	478.364	6.28 *
Su (C)	1	252.714	252.714	3.32
A*A	1	1.037	1.037	0.01
A*B	1	281.556	281.556	3.69
A*C	1	579.701	579.701	7.61 *
B*B	1	896.176	896.176	11.76 **
B*C	1	421.951	421.951	5.54 *
C*C	1	98.773	98.773	1.30
Toplam hata	10	762.072	76.207	
Toplam	19	3958.510		
R ² =80.748				

*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

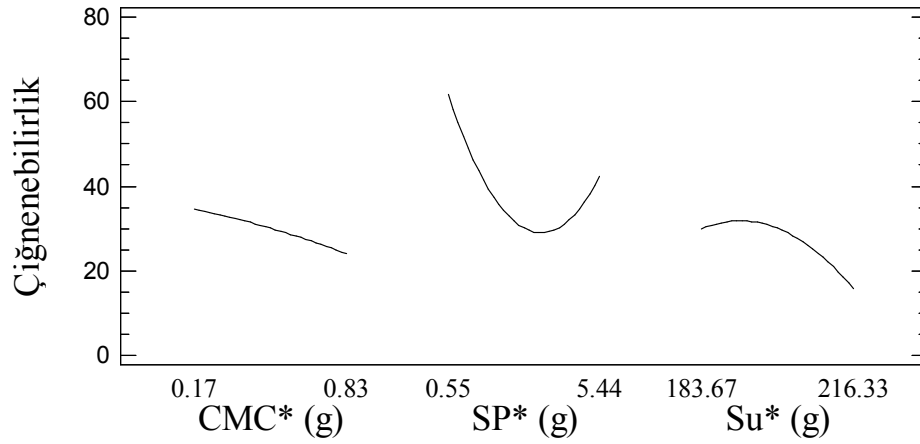
Çizelge 4.30 ve Şekil 4.51'de görüldüğü gibi formülde kullanılan SP oldukça önemli etkiye sahiptir. SP'nin farklı seviyelerinin tulumba tatlısının çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi parabol oluşturmuş olup lineer (P<0.05) ve kuadratik etkileri (P<0.01) önemli bulunmuştur. Ayrıca suyun CMC ve SP ile interaksiyonları da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Formülde kullanılan farklı su ve CMC seviyelerinin çiğnenebilirlik üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05) (Şekil 4.51 ve Şekil 4.52).



*CMC: karboksil metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.51. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin çiğnenebilirlik değerine ait etki seviyeleri

Formülde kullanılan SP ve CMC oranı arttıkça üretilen tatlıların çiğnenebilirlik değeri azalmaktadır (Şekil 4.52). Çiğnenebilirlik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.



CMC: karboksil metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; g Su/100 g un

Şekil 4.52 Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde çiğnenebilirlik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

$$\begin{aligned} \text{Çiğnenebilirlik} = & -1091.13 + 901.325 \cdot \text{CMC} - 112.942 \cdot \text{SP} + 11.185 \cdot \text{Su} - 6.89662 \cdot \\ & \text{CMC}^2 - 19.775 \cdot \text{CMC} \cdot \text{SP} - 4.25625 \cdot \text{CMC} \cdot \text{Su} + 3.67279 \cdot \text{SP}^2 + 0.484167 \cdot \text{SP} \cdot \text{Su} - \\ & 0.0273559 \cdot \text{Su}^2 \end{aligned}$$

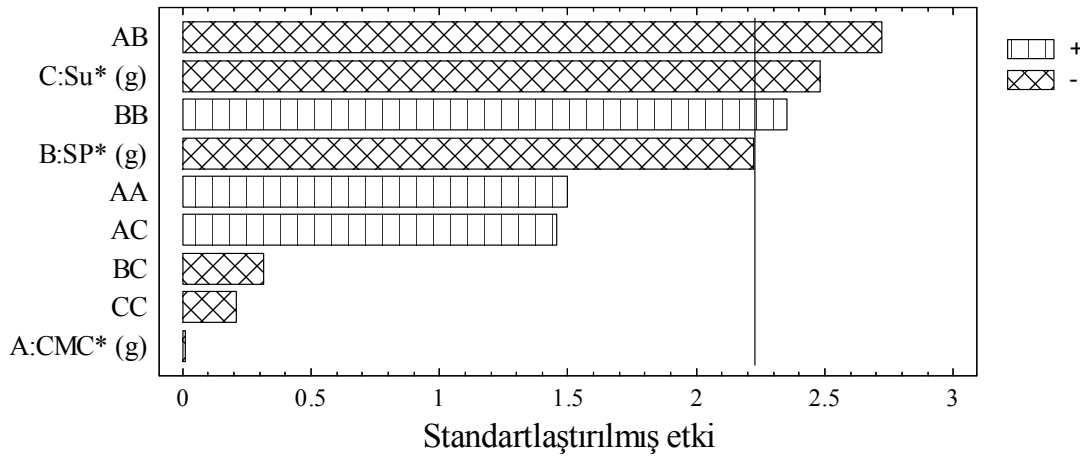
4.3.3.8. İç yapışkanlık (cohesiveness)

PU ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerleri 0.30–0.57 arasında değişmiştir. İç yapışkanlık değerinde meydana gelen toplam farklılığın % 73.812'si modele dahil edilen bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile bu bileşenlerin interaksiyonları tarafından açıklanabilmektedir. İç yapışkanlık değeri üzerine faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının iç yapışkanlık değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	3.252	3.252	0.00
SP ¹ (B)	1	0.015	0.015	4.93*
Su (C)	1	0.019	0.019	6.15*
A*A	1	0.007	0.007	2.24
A*B	1	0.023	0.023	7.40*
A*C	1	0.006	0.006	2.12
B*B	1	0.017	0.017	5.53*
B*C	1	0.000	0.000	0.10
C*C	1	0.000	0.000	0.04
Toplam hata	10	0.038	0.003	
Toplam	19	0.119		
R ² =73.812				

*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz

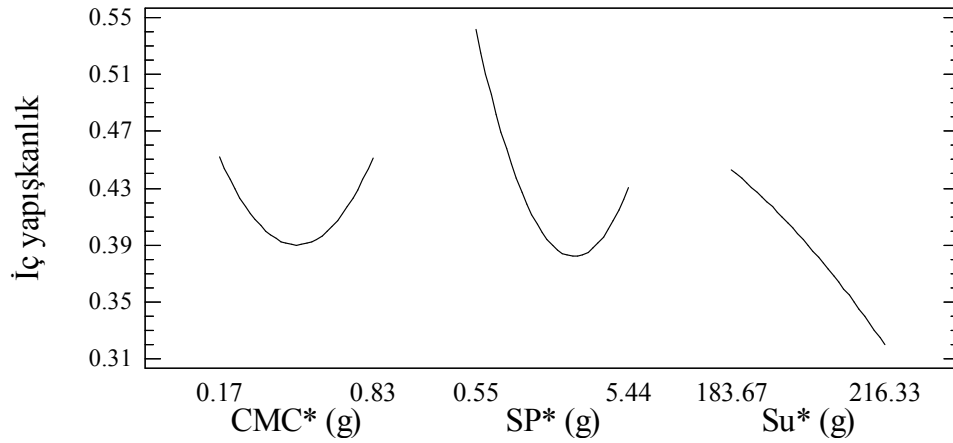


*CMC: karboksi metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.53. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin iç yapışkanlık değerine ait etki seviyeleri

Çizelge 4.31 ve Şekil 4.53’de görüldüğü gibi formülde kullanılan farklı su ve SP seviyeleri iç yapışkanlık değerini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemektedir. Bunun yanında iç yapışkanlık değerini SP’nin kuadratik etkisi ve CMC-SP interaksyonu da etkilemektedir ($P<0.05$). Formülde kullanılan su oranı arttıkça üretilen tatlıların iç yapışkanlığı azalmıştır (Şekil 4.54). İç yapışkanlık üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{İç yapışkanlık} = & 1.13548 - 2.90574*CMC + 0.0536966*SP + 0.00314105*Su + \\ & 0.566569* CMC^2 - 0.179167*CMC*SP + 0.014375*CMC*Su + 0.0161178*SP^2 - \\ & 0.000416667* SP*Su - 0.00003219*Su^2 \end{aligned}$$



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; g Su/100 g un

Şekil 4.54. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde iç yapışkanlık değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.3.3.9. Esneklik (springiness)

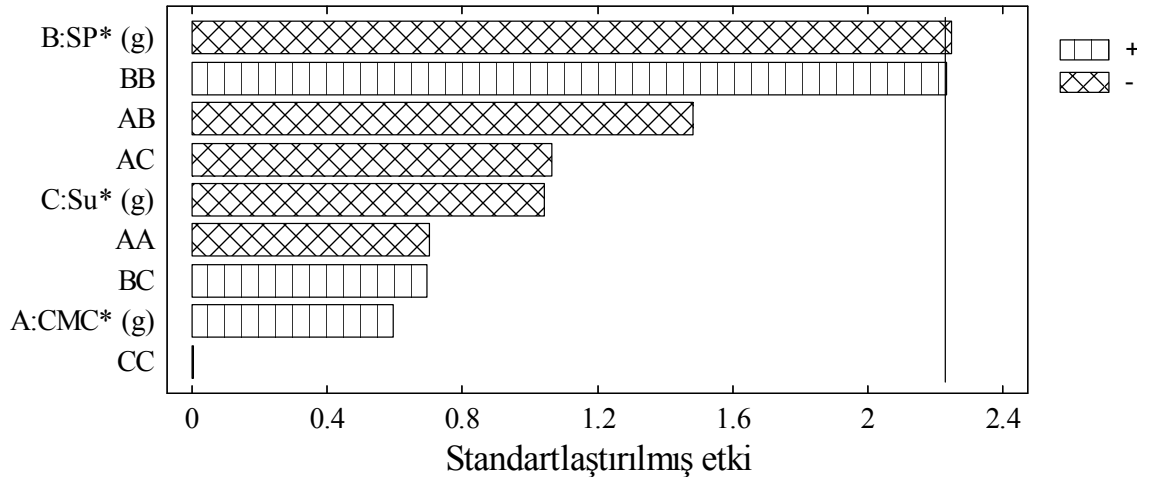
PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının esneklik değeri 0.78 ile 1.52 arasında değişmiştir. Esneklik değerine ait toplam farklılığın önemli bir kısmı (% 61.578) modele alınan bileşenlerin lineer ve kuadratik etkileri ile interaksyonları tarafından açıklanabilmektedir. Üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerleri üzerine modeldeki faktörlerin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Çizelge 4.32 ve Şekil 4.55’de görüldüğü gibi formülde kullanılan SP önemli etkiye sahiptir. Farklı seviyelerde kullanılan SP’nin lineer ve kuadratik etkisi tulumba tatlısının esnekliği üzerine $P<0.05$ düzeyinde önemli iken, CMC ve suyun lineer ve

kuadratik etkileri ile bileşenler arasındaki interaksiyonların etkisi ise $P > 0.05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Formülde kullanılan, su oranı arttıkça üretilen tatlıların esneklik değeri azalırken, CMC miktarındaki artış esneklik değerini arttırmaktadır (Şekil 4.56). Esneklik üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.32. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlılarının esneklik değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	KO	F
CMC ¹ (A)	1	0.008	0.008	0.36
SP ¹ (B)	1	0.117	0.117	5.05*
Su (C)	1	0.025	0.025	1.09
A*A	1	0.011	0.011	0.50
A*B	1	0.051	0.051	2.19
A*C	1	0.026	0.026	1.13
B*B	1	0.116	0.116	4.99*
B*C	1	0.011	0.011	0.48
C*C	1	1.789	1.789	0.00
Toplam hata	10	0.233	0.023	
Toplam	19	0.261		
$R^2=61.578$				

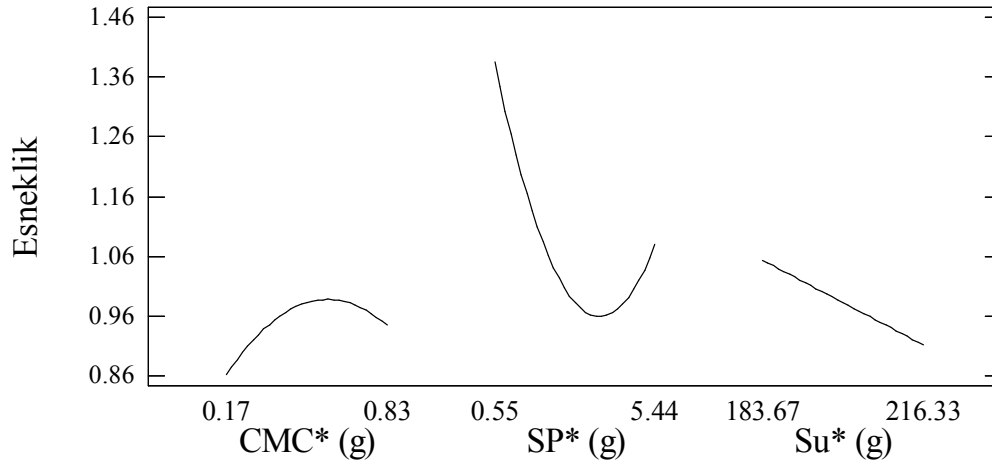
*P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001; ¹SP: soya proteini; CMC: karboksi metil selüloz



*CMC: karboksi metil selüloz; SP: soya proteini

Şekil 4.55. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde deneme faktörlerinin esneklik değerine ait etki seviyeleri

$$\text{Esneklik} = 0.443542 + 7.40148*\text{CMC} - 0.680265*\text{SP} + 0.00205923*\text{Su} - 0.72839*\text{CMC}^2 - 0.266667*\text{CMC}*\text{SP} - 0.02875*\text{CMC}*\text{Su} + 0.0418814*\text{SP}^2 + 0.0025*\text{SP}*\text{Su} + 0.00000116446*\text{Su}^2$$



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.56. Pirinç unu ile tulumba tatlısı üretiminde esneklik değeri üzerine bileşen seviyelerinin etkisi

4.4. Formül Optimizasyonu

Ürün geliştirme çalışmalarında tercih edilen en önemli yöntemlerden birisi çoklu faktörlerin optimizasyonu ve beğenilirlik değerlerinin kullanılmasıdır. Bu amaçla YYY yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Doğan ve Yıldız 2010). İlk defa Harrington (1965) tarafından kullanılan beğenilirlik değeri incelenen kalite özelliklerinin 0 ile 1 arasında değişen skalaya dönüştürülmesiyle elde edilmektedir. Bütün faktörler birlikte değerlendirildiğinde toplam ortalama beğenilirlik değeri elde edilmektedir. Bu da her faktöre ait beğenilirlik değerlerinin geometrik ortalamasıdır (Akbaş 2009).

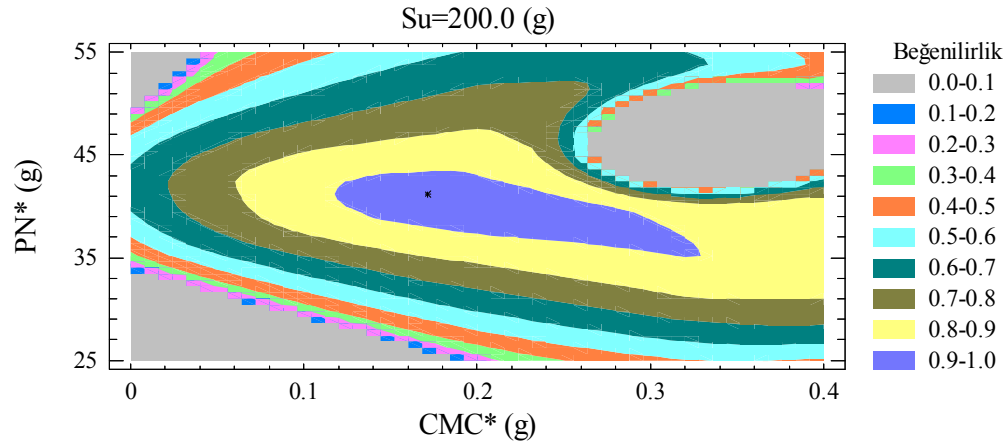
4.4.1. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlısı (MUT)

Un kaynağı olarak MU ve PN karışımı ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülünde kullanılan su miktarı ile MU-PN karışımındaki PN miktarı ve CMC seviyelerindeki değişimlerin beğenilirlik değeri üzerine etkileri Şekil 4.57’de verilmiştir. Çalışmada değerlendirilen tüm tulumba tatlısı özellikleri göz önüne

alındığında, sabit bileşenlerle birlikte 60:40 oranında MU ve PN karışımı, % 201.57 su ile % 0.17 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu tatlıların değerlendirilmesinde tulumba tatlısının dış yapışkanlık, çiğnenebilirlik, iç yapışkanlık, elastikiyet, genleşme, şerbetli verim, şerbetsiz verim ve yağ emilimi değerleri göz önüne alındığında beğenilirlik değeri 0.952 olmaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.33. Mısır unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler

Tulumba tatlısının özellikleri	Optimize değer	Elde edilen değer
Çiğnenebilirlik (chewiness)	64.24	65.71
Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)	-13.71	-11.36
İç yapışkanlık (cohesiveness)	0.31	0.30
Genleşme (cm)	2.33	2.39
Şerbetli verim (%)	85.87	84.71
Şerbetsiz verim (%)	80.00	81.26
Elastikiyet (resilience)	0.07	0.078
Yağ emilimi (ml)	80.00	80.00
Beğenilirlik	0.952	



CMC: karboksi metil selüloz g/100 g un; PN: patates nişastası g/100 g un karışımı; su g/100 g un

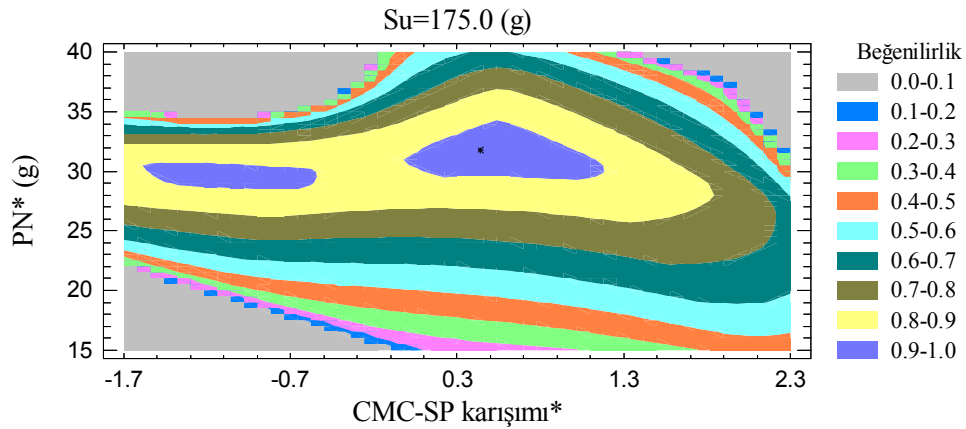
Şekil 4.57. Farklı mısır unu-patates nişastası karışımları ile CMC ve su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri

4.4.2. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlısı (KBUT)

KBU-PN karışımı ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülünde kullanılan farklı su seviyeleri ile un kaynağı (KBU ve PN) ve CMC-SP karışımındaki değişimlerin beğenilirlik değeri üzerine etkileri Şekil 4.58’de verilmiştir. Çalışmada değerlendirilen tüm tulumba tatlısı özellikleri göz önüne alındığında, sabit bileşenlerle birlikte 68.24:31.76 oranlarında KBU ve PN karışımı, % 175.87 su ile % 0.132 CMC ve % 2.2 soya proteini karışımı kullanıldığında kontrol tulumba tatlılarına en yakın KBU ile üretilen glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu glutensiz tatlıların değerlendirilmesinde tulumba tatlılarının dış yapışkanlık, sertlik, iç yapışkanlık, genişleme, şerbetli verim ve şerbetsiz verim değerleri göz önüne alındığında beğenilirlik değeri 0.963 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Karabuğday unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler

Tulumba tatlısının özellikleri	Optimize değer	Elde edilen değer
Dış yapışkanlık (adhesiveness) (g.s)	-25.00	-25.41
İç yapışkanlık (cohesiveness)	0.30	0.34
Sertlik (hardness) (g)	110.69	112.31
Genleşme(cm)	2.33	2.39
Şerbetsiz verim	76.00	75.34
Şerbetli verim	85.62	84.95
Beğenilirlik	0.963	



CMC-SP karışımı: karboksil metil selüloz-soya proteini karışımı g/100 g un;
PN: patates nişastası g/100 g un karışımı; su g/100 g un

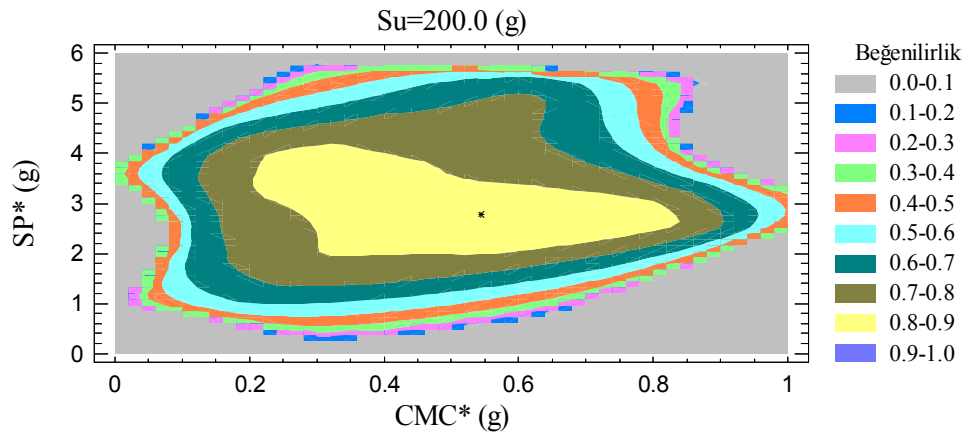
Şekil 4.58. Farklı karabuğday unu-patates nişastası ve CMC-SP karışımları ile su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri

4.4.3. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlısı (PUT)

Pirinç ununun kullanıldığı glutensiz tulumba tatlılarının üretiminde modele dahil edilen soya proteini, su ve CMC seviyelerinin beğenilirlik değeri üzerine etkileri Şekil 4.59'da verilmiştir. Tulumba tatlılarının tüm özellikleri göz önüne alındığında, sabit bileşenlerle birlikte % 2.77 SP, % 200.78 su ile % 0.54 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın pirinç unlu glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu tatlıların beğenilirlik değeri çiğnenebilirlik, iç yapışkanlık, esneklik, şerbetli-şerbetsiz verim ve yağ emilimi değerleri göz önüne alındığında 0.898 olmaktadır (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Pirinç unu ile üretilen tulumba tatlısı için belirlenen optimum formül ile üretilen tulumba tatlılarının özelliklerine ait değerler

Tulumba tatlısının özellikleri	Optimize değer	Elde edilen değer
Çiğnenebilirlik (chewiness)	30.96	31.47
İç yapışkanlık (cohesiveness)	0.39	0.38
Genleşme (cm)	2.78	2.71
Şerbetli verim (%)	90.00	89.81
Şerbetsiz verim (%)	79.53	80.08
Esneklik (springiness)	1.00	1.26
Yağ emilimi (ml)	65.50	60
Beğenilirlik	0.898	



CMC: karboksil metil selüloz g/100 g un; SP: soya proteini g/100 g un; su g/100 g un

Şekil 4.59. Farklı SP, CMC ve su seviyelerinin toplam beğenilirlik değerleri

4.5. Duyusal Değerlendirme

Buğday unu (BU) kullanılarak üretilen kontrol tulumba tatlısı ile üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlıları duyusal olarak da analiz edilmiştir. Panel üyeleri her bir tulumba tatlısını; görünüş, gözenek yapısı, simetri, gevreklik, tat ve aroma, ağızda bıraktığı his ve genel beğenilirlik açısından değerlendirmiştir. Panelistler tarafından verilen puanlar istatistiksel analize tabi tutulmuş olup, alınan bulgular ve bu bulgulara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37’de verilmiştir.

4.5.1. Görünüş

Üretilen tulumba tatlılarının, panel üyelerinden aldıkları ortalama görünüş puanları 6.042- 8.442 arasında değişmiştir. En yüksek puan karabuğday unundan elde edilen tulumba tatlılarına aittir. KBU ile üretilen tulumba tatlılarının renklerinin koyu kahverengi olması çikolata katılmış izlenimi vermektedir. Diğer unlarla elde edilen (PU, MU ve BU) tulumba tatlıları görünüş olarak da birbirlerine benzemektedirler. Duyusal analizde kullanılan parametrelerden olan görünüş açısından tulumba tatlıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.01$) (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

Çizelge 4.36. Kontrol ve üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlılarının duyusal değerlendirme puanları*

	KBUT±SH	MUT±SH	PUT±SH	BUT±SH	LSD
Görünüş	8.442±0.49 ^a	7.092±0.49 ^{ab}	6.578±0.49 ^b	6.042±0.49 ^b	1.363
Gözenek yapısı	7.171±0.61 ^a	6.964±0.61 ^a	6,650±0.61 ^{ab}	4.928±0.61 ^b	1.753
Simetri	8.664±0.44 ^a	7.821±0.44 ^{ab}	7.121±0.44 ^b	7.092±0.44 ^b	1.248
Gevreklik	7.650±0.49 ^a	7.450±0.49 ^a	7.135±0.49 ^a	7.100±0.49 ^a	1.404
Tat ve Aroma	7.714±0.49 ^a	7.700±0.49 ^a	7.585±0.49 ^{ab}	6.221±0.49 ^b	1.396
ABH	8.278±0.46 ^a	8.035±0.46 ^a	7.657±0.46 ^a	7.057±0.46 ^a	1.327
Genel Kabul	8.492±0.35 ^a	7.921±0.35 ^{ab}	7.342±0.35 ^{bc}	6.778±0.35 ^c	0.994

*KBUT= karabuğday unu tatlısı; MUT= mısır unu tatlısı; PUT= pirinç unu tatlısı; BUT= buğday unu tatlısı (kontrol); SH= standart hata; LSD= en küçük önemli fark

Çizelge 4.37. Kontrol ile üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlılarının duyuşal değerlendirme bulgularına ait varyans analiz sonuçları

	Görünüş	Gözenek yapısı	Simetri	Gevreklik	Tat ve Aroma	ABH	Genel Kabul
K.T	44.492	43.930	23.036	2.903	22.070	11.892	22.914
K.O	14.830	14.643	7.678	0.967	7.356	3.964	7.638
F	4.587**	2.740	2.832*	0.282	2.171	1.293	4.444**
SD	3	3	3	3	3	3	3

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

4.5.2. Gözenek yapısı

Kontrol tulumba tatlısı ile glutensiz tulumba tatlılarının duyuşal değerlendirmede gözenek yapısı için aldıkları ortalama puanlar 4.928 ile 7.171 arasında değişmiştir. Gözenek yapısı bakımından üretilen tulumba tatlıları arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.5.3. Simetri

Glutensiz tulumba tatlıları ve kontrol tulumba tatlısının duyuşal değerlendirmede simetri açısından aldıkları ortalama puanlar 7.090-8.664 arasında değişmiştir. En yüksek puanı KBUT almıştır. Üretilen tatlılar arasında simetri açısından $P<0.05$ düzeyinde önemli bir fark vardır (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.5.4. Gevreklik

Duyuşal değerlendirmede kontrol ve glutensiz tulumba tatlılarının gevreklik açısından aldıkları puanlar 7.100 ile 7.650 arasında değişmiştir. En yüksek puanı yine KBUT almıştır. Fakat gevreklik bakımından tatlılar arasında istatistiksel bir fark yoktur ($P>0.05$) (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.5.5. Tat ve aroma

Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi üretilen tulumba tatlılarının tat ve aroma açısından duyusal olarak değerlendirilmesi sırasında alınan ortalama puanlar 6.221-7.714 arasında değişmiştir. Bulgulara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. Karabuğday unu ile üretilen tatlıların tat ve aromaları daha çok beğenilmiştir. Fakat tat ve aroma bakımından üretilen tulumba tatlıları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$) (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.5.6. Ağızda bıraktığı his

Çiğnenen ürünün yutulduktan sonra ağızda bıraktığı his, ürün tercihlerinde ve değerlendirmede etkili olabilmektedir. Duyusal olarak değerlendirilen tulumba tatlılarının bu parametre için panelistlerden aldıkları puanlar 7.057 ile 8.278 arasında değişmiştir. En yüksek puan karabuğday unu tulumba tatlısı tarafından alınırken, kontrol tulumba tatlısı tat ve aroma da olduğu gibi düşük puan almıştır. Fakat üretilen tulumba tatlılarının ağızda bıraktığı his bakımından aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($P>0.05$) (Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37).

4.5.7. Genel kabul

Tulumba tatlılarının tüm özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, kontrol ve glutensiz tatlıların genel beğenilirlik için panelistlerden aldıkları puanlar 6.778 ile 8.492 arasında değişmiştir (Çizelge 4.36). Tulumba tatlılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de verilmiştir. Üretilen tatlılar arasında en yüksek beğenilirlik puanını (8.492) karabuğday unu ile hazırlanmış tulumba tatlısı, en düşük puanı (6.778) ise kontrol tulumba tatlısı almıştır. Tulumba tatlıları arasında (PUT, MUT, KBUT ve BUT) genel kabul değerleri açısından istatistiksel olarak da önemli fark bulunmaktadır ($P<0.01$).

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Un kaynağı olarak MU, KBU ve PU kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlısı formüllerini optimize etmek amacıyla Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanıldı. MU'nun kendine özgü, tüketici talebini olumsuz etkileyen aromasını bastırmak ve fonksiyonel özelliklerinden yararlanmak için formüle PN ilave edildi. Un kaynağı olarak KBU kullanıldığında arzu edilen özelliklere sahip tulumba tatlısı üretilmedi. KBU ile birlikte de iyi sonuç veren PN formüle dahil edildi. Yıldız (2010) tarafından yapılan glutensiz kek üretiminde hem mısır formülünde ve hem de kestane unu formülünde PN'dan benzer amaçlarla yararlanılmıştır.

Optimize edilmiş glutensiz formüllerle üretilen tulumba tatlılarının yağ Emilimi 60-80 ml (% 10.00-13.33) arasında değişmiştir. Kontrol tulumba tatlısında ise yağ Emilimi 46.66 ml (% 7.77) olup glutensiz tatlılara göre oldukça düşüktür. Yapılan bir çalışmada buğday unu ile üretilen tulumba tatlılarının en düşük yağ Emilimi %12.06 olarak belirlenmiştir (Özen 2006). Öte yandan Doğan ve Yurt (2002) tarafından yapılan farklı faktörlerin yağ Emilimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise tulumba tatlılarının yağ Emilimi % 7.75-14.41 arasında değişmiştir.

Formüle ilave edilen su miktarı artıca hazırlanan tulumba tatlılarının yağ Emilimi artmıştır. Çünkü formüldeki su miktarının artmasına paralel olarak kızartma sırasında buharlaşan su miktarı artmaktadır. Kızartılan ürünlerde yağ Emilimi buharlaşan su miktarına bağlıdır (Chanderan ve ark. 1996).

CMC seviyesinin artması yağ Emilimini kısmen azaltmaktadır ($P>0.05$). Bu durum CMC'nin bir miktar su bağlaması ile ilişkilidir. Benzer durum Doğan ve Yurt (2002) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir. Gıda formüllerinde, gıdaların viskoziteyi ve su tutma kapasitesini kontrol etmek için kullanılır ve film oluşturma kabiliyetine sahiptirler. Sıcaklığın yükselmesiyle birlikte jel ve film oluştururlar. Gıdaların yağ Emilimini azaltmada en önemli özelliği termal jelleşmedir. Araştırmacılar tulumbanın yağ Emilimini kızartma yağı sıcaklığı, fritözün doluluk oranı gibi çeşitli faktörlerle ilişkilendirmektedir (Doğan ve Yurt 2002).

MU-PN ve KBU-PN karışımlarındaki PN oranının artması tatlının sertlik (hardness) değerini azaltırken, genleşme, dış yapışkanlık değerini (adhesiveness), şerbetli ve şerbetsiz verimini artmaktadır. İstatistiksel olarak da önemli olan bu artış

($P < 0.05$) aslında bu unlara ilave edilen patates nişastasının seçiminde ne kadar isabetli bir karar alındığını da göstermektedir. Böylece hem verim artmış ve hem de çoğu kişi tarafından arzu edilmeyen MU'nun kendine özgü aroması PN ile maskelenmiştir. Yıldız (2010), un kaynağı olarak kestane unu-patates nişastası karışımının kullanıldığı bir glutensiz kek çalışmasında, formüldeki PN oranının artması ile elde edilen keklerin özgül hacminin arttığını ve sertlik değerinin ise azaldığını rapor etmektedir. Nişastanın en önemli fonksiyonel özelliği; suyun varlığında sıcaklığa bağlı göstermiş olduğu davranıştır. Nişasta ve su karışımı, kritik sıcaklığın (patates nişastası için $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında) üzerine ısıtıldığı zaman granülü tutan hidrojen bağları zayıflayarak şişmekte ve başlangıçtaki büyüklüğünün birkaç katına çıkmaktadır (BeMiller ve Whistler 2009). Tulumba tatlılarının genleşme ve verim değerleri ile keklerin hacim artışı nişastanın bu özelliği ile ilişkilendirilebilir. MU-PN karışımındaki PN oranı arttıkça üretilen tulumba tatlılarının elastikiyeti (resilience) artmaktadır.

PU ile üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülüne ilave edilen SP'nin lineer etkisi ile suyun kuadratik etkisi tulumba tatlısının genleşmesini $P < 0.05$ düzeyinde etkilemektedir. Artan SP genleşmeyi azaltmaktadır. Soya proteini gluten içermediğinden öz teşkil etme özelliği göstermemektedir. Ayrıca ilave edilen soya proteini nispi olarak nişasta miktarını azalttığından tulumba tatlılarının genleşme değerini olumsuz etkilemiştir. Bunun yanında artan CMC seviyeleri genleşme değerinde istatistiksel olarak önemli olmayan bir artış meydana getirmektedir.

PU kullanılarak üretilen glutensiz tulumba tatlılarının formülüne dahil edilen SP, şerbetli ve şerbetsiz verim ile yağ emilimini açısından da oldukça önemli etkiye sahiptir. Artan SP seviyeleri verimi ve yağ emilimini arttırmaktadır. Doğan ve Yurt (2002) tarafından yapılan araştırmada unun yüksek protein içeriğinin yağ emilimde istatistiksel olarak önemsiz olan bir artış meydana getirdiğini ifade edilmektedir.

Un kaynağı olarak PU kullanıldığında formüle ilave edilen SP'nin farklı seviyeleri tulumba tatlısının çiğnenebilirlik (chewiness) değeri üzerine oldukça önemli etkiye sahip olup, parabol oluşturmuştur. Lineer ($P < 0.05$) ve kuadratik etkileri ($P < 0.01$) önemli bulunmuştur. SP ve CMC oranı arttıkça üretilen tatlıların çiğnenebilirlik değeri azalmaktadır.

MU ile glutensiz tulumba tatlısı üretiminde, optimizasyona dahil edilen özellikler göz önüne alındığında, sabit bileşenlerle birlikte 60:40 oranında MU ve PN

karışımı, % 201.57 su ile % 0.17 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu tatlıların değerlendirilmesinde tulumba tatlısının dış yapışkanlık (adhesiveness), çiğnenebilirlik (chewiness), iç yapışkanlık (cohesiveness), elastikiyet (resilience), genleşme, şerbetli verim, şerbetsiz verim ve yağ emilimi değerleri göz önüne alındığında beğenilirlik değeri 0.952 olmaktadır.

Un kaynağı olarak KBU kullanıldığında, sabit bileşenlerle birlikte yaklaşık 68:32 oranlarında KBU ve PN karışımı, % 175.87 su ile % 0.132 CMC ve % 2.2 soya proteini karışımı kullanıldığında kontrol tulumba tatlılarına en yakın KBU ile üretilen glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu glutensiz tatlıların değerlendirilmesinde tulumba tatlılarının dış yapışkanlık (adhesiveness), sertlik, iç yapışkanlık (cohesiveness), genleşme, şerbetli verim ve şerbetsiz verim değerleri göz önüne alındığında beğenilirlik değeri 0.963 olarak bulunmuştur.

PU ile glutensiz tulumba tatlısı üretiminde, optimizasyona dahil edilen özellikler göz önüne alındığında, sabit bileşenlerle birlikte % 2.77 SP, % 200.78 su ile % 0.54 CMC kullanıldığında kontrol tulumba tatlısına en yakın pirinç unlu glutensiz tulumba tatlısı üretmek mümkün olmuştur. Bu tatlıların beğenilirlik değeri çiğnenebilirlik (chewiness), iç yapışkanlık (cohesiveness), esneklik (springiness), şerbetli-şerbetsiz verim ve yağ emilimi özellikleri göz önüne alındığında 0.898 olmaktadır.

Kontrol tulumba tatlısı ve üç farklı formülle üretilen glutensiz tulumba tatlıları için duyusal olarak değerlendirildi. Panel üyeleri her bir tulumba tatlısını; görünüş, gözenek yapısı, simetri, gevreklik, tat ve aroma, ağızda bıraktığı his ve genel beğenilirlik açısından değerlendirdi. Panelistler tüm parametreler için en yüksek puanı sırasıyla karabuğday, mısır, pirinç ve kontrol tulumba tatlılarına verdi. Tulumba tatlıları görünüş, simetri ve genel kabul edilebilirlik açısından istatistiksel olarak farklı bulunurken, diğer parametreler açısından aralarında fark görülmedi.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th Ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Anonim, 2008. http://www.doktorsitesi.com/metinoku-1-Makale-1166-Gluten_enteropatisi, Erişim: 27.10.2008
- Anonymous, 2006 b. <http://www.kultur.gov.tr> Erişim tarihi: 12.05.2006.
- Arendt, E.K. and Bello, F.D., 2008. Gluten-Free Cereal Products and Beverages. Food Science and Technology International Series, Erişim 07.01.2009. www.google.com.
- Arendt, E.K., O'Brien, C.M., Schober, T., Gormley, T.R. and Gallagher, E., 2002. Development of gluten-free cereal products. *Farm and Food*, 12, 21–27.
- Aubrecht, E. and Biacs, P.A., 2001. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*, 30(1), 71–80.
- BeMiller, J.N. and Whistler, R.L., 2009. *Starch: Chemistry and Technology*, 3rd edition, pp. 511-539, Potato starch: Production, Modifications and Uses, Academic Press.
- Chartrand, L.J., Russo, P.A., Dulhaime, A.G. and Seidman, E.G., 1997. Wheat starch intolerance in patients with coeliac disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 97, 612–618.
- Chanderan K., Chee C. and Guruprasad A. 1996. Effects of friying parameters on physical changes of tapioca chips during deep-fat friying. *International Journal of Food Science and Technology*. 31, 249.
- CoHort, 2004. Costat Userik Guide. CoHort software, Monterey, CA.
- Dizlek, H., Özer, M. S., İnanç, E. ve Gül, H., 2009. Karabuğdayın (*Fagopyrum Esculentum Moench*) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *Gıda Dergisi*, 34(5), 317-324.
- Doğan, İ.S. ve Yurt, B., 2002. Tulumba tatlısında yağ emilimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Gıda*, 27 (1), 65-71.
- Elgün, A., ve Ertugay Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi No:718, Erzurum.

- Eliasson, A. and Larsson, K., 1993. A Molecular Colloidal Approach. In *Cereals in Breadmaking*: Marcel Dekker, New York. Erişim 07.01.2009. www.google.com.
- Horvath, K. and Mehta, D.I., 2000. Celiac disease: a worldwide problem. *Indian Journal of Pediatrics*, 67, 757–763.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G., 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033–1047.
- Lohiniemi, S., Maki, M., Kaukinen, K., Laippala, P. and Collin, P., 2000. Gastrointestinal symptoms rating scale in coeliac patients on wheat starch-based gluten-free diets. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 35, 947–949.
- Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G. and Junqueira, R.G., 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten free white bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47, 63–70.
- Moore, M.M., Schober, T. J., Dockery, P. and Arendt, E.K., 2004. Textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads. *Cereal Chemistry*, 81, 567–575.
- Özavar, ř., 1999. Değişik ticari nişastaların fiziksel-kimyasal özellikleri. *Unlu Mamuller Dünyası*, 6 (8), 29-30.
- Özen, F.B., 2003. Geleneksel Gıdalardan Erişte. Bitirme Projesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Konya.
- Özen, F.B., 2006. Tulumba tatlısının üretim metodu ile farklı un tipi ve katkı kullanımının son ürün kalitesine etkisi üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1992. Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'in etkileri. *Gıda*, 17(6), 419- 426.
- Sanchez, H.D., Osella, C.A. and Tela, T., 2002. Optimisation of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Journal of Food Science*, 67, 416–419.
- Shih, F.F., Truong, V.D. and Daigle, K.W., 2006. Physicochemical properties of gluten-free pancakes from rice and sweet potato flours. *Journal of Food Quality*, 29(1), 97–107.

- Singh-Meneghini, A., 2007. Flour formulations for making gluten-free food products. International Application Published Under The Patent Cooperation Treaty. International Publication Number WO 2007/062012 A2.
- StatGraphics, 2006. StatGraphics Centrium Release 15.1. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Williams, P.A. and Phillips, G., 2000. Introduction to hydrocolloids. In: Handbook of Hydrocolloids. (editörs: Phillips, G.O., Williams, P.A.) Cambridge:Woodhead Publishing, 1-19s.
- Wijngaard, H.H. and Arendt, E.K., 2006. Buckwheat. *Cereal Chemistry* 83(4): 391–401.
- Yıldız, G., 2009. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Yıldız, 2010. Farklı Formülasyon, Pişirme ve Depolama Sürelerinin Glütensiz Kek Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması (Doktora tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.
- Yenice, N., Gümrah, M. ve Kozan, A., 2005. Asemptomatik bireylerde gluten sensitif enteropati seroprevalansı. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 4(2), 94–96.
- Ylimaki, G., Hawrysh, Z.J., Hardin, R.T. and Thomson, A.B.R., 1991. Response surface methodology to the development of rice flour yeast breads: sensory measurements. *Journal of Food Science*, 56, 751–759.

EKLER

EK-1. Tulumba tatlısı duyuşal değerlendirme formu

TULUMBA TATLISI DUYUSAL TEST FORMU	
Örnek adı	
Görünüş	
Gözenek yapısı	
Şekil Bütünlüğü (Simetri)	
Gevreklik	
Tat ve aroma	
Ağızda bıraktığı his	
Genel Kabul	
Panelist	

ÖZGEÇMİŞ

10.03.1971 yılında Erzurum'un Pasinler (Hasankale) ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Pasinler'de tamamladı. 1987 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde yükseköğrenimine başladı. 1991 yılında Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı.