

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ULTRASON ÖN UYGULAMALI VE MİKRODALGA
KURUTMA YÖNTEMİ İLE ŞEKER PANCARI
POSASINDAN DİYET GIDA LİFİ ELDESİ**

**Hazırlayan
Aylin ÖZGÜR GÖKSU**

**Danışman
Prof. Dr. Mahmut DOĞAN**

Doktora Tezi

**Ağustos 2019
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ULTRASON ÖN UYGULAMALI VE MİKRODALGA
KURUTMA YÖNTEMİ İLE ŞEKER PANCARI
POSASINDAN DİYET GIDA LİFİ ELDESİ**

(Doktora Tezi)

**Hazırlayan
Aylin ÖZGÜR GÖKSU**

**Danışman
Prof. Dr. Mahmut DOĞAN**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından FDK-2017-7539 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



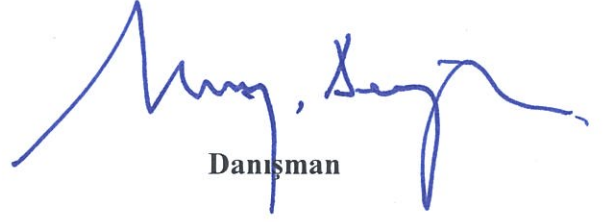
Aylin ÖZGÜR GÖKSU

“Ultrason Ön Uygulamalı Ve Mikrodalga Kurutma Yöntemi İle Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Eldesi” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



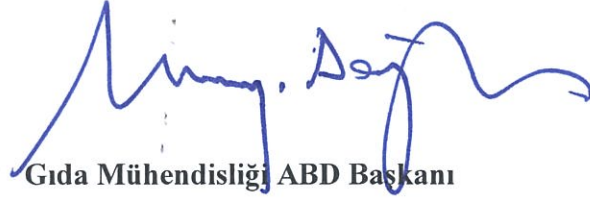
Hazırlayan

Aylin ÖZGÜR GÖKSU



Danışman

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN danışmanlığında **Aylin ÖZGÜR GÖKSU** tarafından hazırlanan “**Ultrason Ön Uygulamalı ve Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Eldesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Üye : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Üye : Prof. Dr. Dilek SIVRI ÖZAY

Üye : Prof. Dr. Hasan YALÇIN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHİOĞLU

29 / 08 / 2019

[Signature of Prof. Dr. Mahmut DOĞAN]

[Signature of Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA]

[Signature of Prof. Dr. Dilek SIVRI ÖZAY]

[Signature of Prof. Dr. Hasan YALÇIN]

[Signature of Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHİOĞLU]

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 01/10/2019 tarih ve 2019/56-09 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

[Signature of Prof. Dr. Mehmet AKKURT]

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince her türlü desteği ve imkânı sağlayan, yönlendirmeleriyle çok önemli katkılar sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mahmut DOĞAN'a,

Tez İzleme Komitesinde bulunan ve yönlendirmeleriyle önemli katkılar sağlayan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Kemal SARIOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Hasan YALÇIN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Oya SİPAHİOĞLU'na,

Doktora eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, araştırma görevlilerine ve öğrenci arkadaşlarıma, laboratuvar çalışmalarım boyunca protein analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Kimyager Bekir HÜROĞLU'na,

Tez çalışmalarımın materyali olan şeker pancarı posasının teminini sağlayan Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. yönetimine ve personellerine, tez çalışmalarım boyunca bana sürekli manevi destek veren, beni motive eden Kayseri Şeker Fabrikası Ar-Ge Merkezinde görev yapan mesai arkadaşlarıma,

BİDEB 2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Doktora Burs Programı ile verdiği destekten dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na ve FDK-2017-7539 kodlu proje ile doktora tez çalışmamı destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinasyon Birimi'ne,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi doktora eğitimim süresince de maddi ve manevi her türlü desteklerini esirgemeyen aileme, sabrı ve yardımlarından dolayı her zaman bana destek olan sevgili eşime ve doktora tez çalışmalarım sırasında aramıza katılan, onunla ilgilenmem gereken zamandan kısarak çalışmalarımı gerçekleştirdiğim, yine de beni sabırla bekleyen biricik kızım ASEL'e

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aylin ÖZGÜR GÖKSU

Ağustos 2019, KAYSERİ

ULTRASON ÖN UYGULAMALI VE MİKRODALGA KURUTMA YÖNTEMİ İLE ŞEKER PANCARI POSASINDAN DİYET GIDA LİFİ ELDESİ

Aylin ÖZGÜR GÖKSU

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Ağustos 2019
Danışman: Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

ÖZET

Diyet gıda lifleri sağlık açısından olumlu etkileri ve gıdalara kazandırdıkları özellikler nedeniyle gıda sanayinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde diyet gıda lifi üretimi yapılmamakta ve gerekli lifler ithal edilmektedir. Bu çalışmada şeker pancarı posasından teknolojik olarak en iyi özelliklere sahip diyet gıda lifi üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı üretim yöntemleri uygulanmış ve uygulanan yöntemler için optimum proses parametreleri belirlenmiştir. Uygulanan üretim yöntemleri 1. haşlama ve kurutma işlemlerinden meydana gelen klasik yöntem ile diyet lif üretimi; 2. ultrason uygulamasının klasik üretim yönteminde ön uygulama olarak kullanılması şeklinde ultrason ön uygulama ile diyet lif üretimi; 3. klasik üretim yönteminde kurutma aşamasında mikrodalga ile kurutma yöntemi kullanılarak şeker pancarı posasından diyet lif üretimleri şeklindedir. Yanıt yüzey yöntemi ile bu üç yöntemle ait optimum proses parametreleri belirlenmiştir. Klasik yöntem için optimum proses parametreleri haşlama sıcaklığı 75 °C, haşlama süresi 45 dakika, kurutma sıcaklığı 92.66 °C, kurutma süresi 6.78 saat olarak; ultrason ön uygulama için optimum proses parametreleri ultrason güç (% amplitude) %73.50, ultrason uygulama süresi 29.58 dakika olarak ve mikrodalga kurutma yöntemi için optimum proses parametreleri mikrodalga güç 450 W, mikrodalga süre 67.95 dakika olarak belirlenmiştir. Ayrıca ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte kullanılarak şeker pancarı lifi üretilmiştir. Dört farklı yöntem ile üretilen şeker pancarı lifleri karşılaştırılmış ve ultrason ön uygulama ile mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte kullanılarak üretilen şeker pancarı lifinin su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve renk değerlerinden L^* (aydınlık) değerinin diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle şeker pancarı posasından teknolojik olarak en iyi özelliklere sahip diyet gıda lifi üretim yöntemi olarak ultrason ön uygulama ile mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı yöntem seçilmiştir. Bu yöntemle üretilen şeker pancarı lifleri üç farklı

partikül boyutunda ($<100\ \mu\text{m}$, $100\text{-}200\ \mu\text{m}$ ve $200\text{-}300\ \mu\text{m}$) öğütülerek elenmiştir. Partikül boyutu arttıkça şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesinin önemli ölçüde arttığı, yapılan toz akış analizlerinde partikül boyutu arttıkça kekleşme ve kohezyon değerinin azaldığı bulunmuştur ($p < 0.05$). Şeker pancarı lifi model gıda olarak seçilen kek ve köfte üretiminde %3 ve %6 oranlarında kullanılmış, model gıdalar üzerine olan kalite etkisi incelenmiştir. Şeker pancarı lifinin model kek örneklerine ilave edilmesi keklerin tekstürel özelliklerinden sertlik değerini artırmış, esneklik değerini ise azaltmıştır ($p < 0.05$). Şeker pancarı lifi ilavesi keklerin renginde koyulaşma meydana getirmiş ve duyuşal açıdan keklerin beğenisini azaltmıştır. Köfte örneklerinde tekstürel özelliklerinden sertlik, sakızimsılık ve çiğnene bilirlık değerlerini artırmıştır ($p < 0.05$). Köftelerin pişme ve çap kayıplarını azaltmış, renginde açılma meydana getirmiştir. Ayrıca köftelere şeker pancarı lifi ilavesi duyuşal açıdan beğeniı artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şeker Pancarı Posası, Diyet Gıda Lifi, Ultrason, Mikrodalga

DIETARY FIBER PRODUCTION FROM SUGAR BEET PULP WITH ULTRASOUND PRETREATMENT AND MICROWAVE DRYING

Aylin ÖZGÜR GÖKSU

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

PhD Thesis, August 2019

Supervisor: Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

ABSTRACT

Dietary fibers are often used in food industry since they provide foods with some properties and their positive effects on health. However, dietary fibers are not produced in our country so required fibers are imported. In this study, it was aimed to produce dietary fiber from sugar beet pulp with the best technological properties. For this purpose, different production methods were applied and optimum process parameters were determined for these methods. These methods are 1. dietary fiber production by the classical method consisting of boiling and drying processes; 2. ultrasound pretreatment method in the form of using as a pretreatment in the classical method; 3. microwave drying method which was applied in the drying stage of classical method for the production of dietary fiber from sugar beet pulp. The process parameters of these three methods were optimized using the response surface methodology. The optimum process parameters determined as the optimum process parameters of the classical method are boiling temperature 75 °C, boiling time 45 minutes, drying temperature 92.66 °C, drying time 6.78 hours; the optimum process parameters of ultrasound pretreatment are ultrasound power (amplitude %) 73.50%, ultrasound time 29.58 minutes; the optimum process parameters of microwave drying are microwave power 450 W, microwave time 67.95 minutes. In addition, ultrasound pretreatment and microwave drying methods were used together to produce sugar beet fiber. Sugar beet fibers produced by four different methods were compared and it was determined that sugar beet fiber produced by using ultrasound pretreatment and microwave drying methods together have higher water holding capacity, oil holding capacity and L^* (lightness) value than other methods. For this reason, the method where ultrasound pretreatment and microwave drying methods were used together was selected as the production method of dietary fiber from sugar beet pulp having the best technological properties. The sugar beet fibers produced by this method were sieved by grinding in

three different particle sizes ($<100\ \mu\text{m}$, $100\text{-}200\ \mu\text{m}$ and $200\text{-}300\ \mu\text{m}$). It was observed that water holding capacity of sugar beet fibers increased with increasing particle size, the caking and cohesion decreased with increasing particle size significantly ($p < 0.05$). Sugar beet fiber is used in 3% and 6% of the production of cakes and meatballs selected as model foods; the performance of sugar beet fiber was examined in the model foods. The addition of sugar beet fiber to the cakes increased the hardness value and decreased the springiness value ($p < 0.05$). Addition of sugar beet fiber darkened the color of cakes and reduced the sensory appreciation of cakes. It increased the hardness, gumminess and chewiness values of meatballs ($p < 0.05$). It reduced cooking losses and diameter losses of meatballs, caused lighter color. Furthermore, the addition of sugar beet fiber to meatballs increased sensory appreciation.

Keywords: Sugar Beet Pulp, Dietary Fiber, Ultrasound, Microwave

İÇİNDEKİLER

ULTRASON ÖN UYGULAMALI VE MİKRODALGA KURUTMA YÖNTEMİ İLE ŞEKER PANCARI POSASINDAN DİYET GIDA LİFİ ELDESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL ve ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER	xv
TABLolar LİSTESİ	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xx
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Ultrason Tekniği	4
1.1.1. Ultrasonun Etki Mekanizması	4
1.1.2. Ultrasonun Tekniğinin Gıdalarda Uygulanması	5
1.2. Mikrodalga	7
1.2.1. Mikrodalga'nın Etki Mekanizması	7
1.2.2. Mikrodalga'nın Gıdalarda Uygulanması	8
1.3. Diyet Lif	9
1.3.1. Diyet Lif Çeşitleri	10
1.3.1.1. Çözünür Lifler	11
1.3.1.2. Çözünmez lifler	11
1.3.2. Diyet Liflerin Sağlık Üzerine Etkileri	13
1.3.3. Diyet Liflerinin Teknolojik Özellikleri	14
1.3.4. Diyet Lif Kaynakları	14
1.4. Şeker Pancarı ve Şeker Pancarı Posası	17

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal	21
2.1.1. Diyet Gıda Lifi Üretiminde Kullanılan Materyal	21
2.1.2. Hammaddede ve Elde Edilen Liflerde Yapılan Analizler için Kullanılan Materyaller	21
2.1.3. Model Gıda Denemelerinde Kullanılan Materyaller	23
2.1.4. Alet - Ekipman ve Cihazlar	23
2.2. Yöntem	24
2.2.1. Diyet Lif Üretimi	24
2.2.1.1. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	25
2.2.1.2. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	28
2.2.1.3. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	29
2.2.1.4. Ultrason Ön Uygulamalı ve Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	31
2.2.1.5. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi .	32
2.2.2. Yapılan Analizler	32
2.2.2.1. Hammaddede Yapılan Analizler	32
2.2.2.2. Elde Edilen Şeker Pancarı Liflerinde Yapılan Analizler	33
2.2.2.2.1. Nem Tayini	33
2.2.2.2.2. Kül Tayini	33
2.2.2.2.3. Su Bağlama Kapasitesi	34
2.2.2.2.4. Yağ Bağlama Kapasitesi	34
2.2.2.2.5. Renk Tayini	34
2.2.2.2.6. Protein Tayini	34
2.2.2.2.7. Toplam Diyet Lif Tayini	35
2.2.2.2.8. Optimum Koşulda Üretilen Şeker Pancarı Lifinin Fiziksel, Teknolojik ve Toz Akış Özelliklerinin Belirlenmesi	36
2.2.3. Elde Edilen Şeker Pancarı Liflerinin Model Gıdalarda Kullanımı	39
2.2.3.1. Model Kek Üretimi	39
2.2.3.1.1. Kek Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	40

2.2.3.1.2. Kek Örneklerinin Tekstür Analizi	40
2.2.3.1.3. Kek Örneklerinde Duyusal Analiz	40
2.2.3.2. Model Köfte Üretimi	41
2.2.3.2.1. Köfte Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	41
2.2.3.2.2. Köfte Örneklerinde Tekstür Analizi	42
2.2.3.2.3. Köfte Örneklerinde Duyusal Analiz	42
2.2.4. İstatistiksel Analizler	42
2.2.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi	43
2.2.4.1.1. Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi (SAW-Simple Additive Weighting)	43

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Hammaddede Yapılan Analizler	45
3.2. Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi ve Optimizasyonu	45
3.2.1. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	45
3.2.1.1. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri ...	46
3.2.1.2. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri ...	52
3.2.1.3. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri	58
3.2.1.4. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri	63
3.2.1.5. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri	68
3.2.1.6. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri	73
3.2.1.7. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri	78
3.2.1.8. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri	83
3.2.1.9. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri	88
3.2.2. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi Proses Optimizasyonu	93
3.2.3. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	95
3.2.3.1. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri	95

3.2.3.2. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri	99
3.2.3.3. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri	102
3.2.3.4. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri	105
3.2.3.5. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri	108
3.2.3.6. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri	111
3.2.3.7. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri	114
3.2.3.8. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri	117
3.2.3.9. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri	120
3.2.4. Ultrason Ön Uygulama İle Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretim Optimizasyonu	123
3.2.5. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi	124
3.2.5.1. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri	124
3.2.5.2. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri	128
3.2.5.3. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri	131
3.2.5.4. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri	134
3.2.5.5. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri	137
3.2.5.6. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri	140

3.2.5.7. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri	144
3.2.5.8. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri	147
3.2.5.9. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri	150
3.2.6. Mikrodalga Kurutma Yöntemi İle Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretim Optimizasyonu	153
3.3. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi	153
3.3.1.Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Üretilen Diyet Gıda Lifinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi	158
3.3.1.1. Toz Akış Özelliklerinin Belirlenmesi	160
3.4. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Üretilen Diyet Gıda Lifinin Model Gıdalarda Uygulanması	162
3.4.1. Keklerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	163
3.4.2. Keklerde Yapılan Tekstür Analizleri	166
3.4.3. Keklerde Yapılan Duyusal Analizler	168
3.4.4. Köftelerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	171
3.4.5. Köftelerde Yapılan Tekstür Analizleri	173
3.4.6. Köftelerde Yapılan Duyusal Analizler	175

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç	178
4.1.1. Diyet Lif Üretiminde Materyal Olarak Kullanılan Şeker Pancarı Posasının Fizikokimyasal Özellikleri	179
4.1.2. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri	179
4.1.3. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri	184
4.1.4. Mikrodalga Kurutma ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri	188
4.1.5. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi	192

4.1.6. Optimum Koşulda Üretilen Şeker Pancarı Lifinin Fiziksel, Teknolojik ve Toz Akış Özellikleri	193
4.1.7. Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Lifinin Model Gıdalarda Kullanılması	197
4.1.7.1. Şeker Pancarı Lifinin Model Gıda Olarak Kek Üretiminde Kullanılması	197
4.1.7.1.1. Model Kek Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri	198
4.1.7.1.2. Model Kek Örneklerinin Tekstürel Özellikleri	199
4.1.7.1.3. Model Kek Örneklerinin Duyusal Özellikleri	201
4.1.7.2. Şeker Pancarı Lifinin Model Gıda Olarak Köfte Üretiminde Kullanılması	202
4.1.7.2.1. Model Köfte Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri	202
4.1.7.2.2. Model Köfte Örneklerinin Tekstürel Özellikleri	204
4.1.7.2.3. Model Köfte Örneklerinin Duyusal Özellikleri	205
4.2. Öneriler	206
KAYNAKÇA	207
EKLER	225
EK 1. DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU (KEK)	225
EK 2. DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU (KÖFTE)	226
ÖZGEÇMİŞ	227

KISALTMALAR VE SİMGELER

<u>Kısaltma/Simgesi</u>	<u>Açıklama</u>
a^*	Kırmızılık-yeşillik
AACC	American Association of Cereal Chemists
ANOVA	Varyans Analizi
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
b^*	Sarılık-mavilik
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de L'Eclairage)
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
HCl	Hidroklorik asit
kHz	Kilohertz
L^*	Açıklık-Koyuluk
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm.s ⁻¹	Milimetre/Saniye
N	Normalite
NaOH	Sodyum hidroksit
°C	Santigrat derece
sa	Saat
W	Watt
W/cm ²	Watt/santimetrekare
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Hammaddede ve elde edilen liflerde yapılan analizler için kullanılan materyaller	23
Tablo 2.2.	Model gıda üretimlerinde kullanılan materyaller ve markaları	24
Tablo 2.3.	Tez çalışmasında kullanılan alet ekipmanın marka ve modelleri	24
Tablo 2.4.	Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi sırasında göz önüne alınan faktörler ve düzeyleri	25
Tablo 2.5.	Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli	26
Tablo 2.6.	Ultrason ön uygulamalı diyet lif üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli	28
Tablo 2.7.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile diyet lif üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli	30
Tablo 2.8.	Tozların kohezyon indekslerine göre sınıflandırılması	38
Tablo 2.9.	Kek üretiminde kullanılan bileşenler ve oranları.....	39
Tablo 2.10.	Köfte üretiminde kullanılan bileşenler ve oranları	41
Tablo 2.11.	Saaty 1-9 ölçeği	44
Tablo 3.1.	Şeker pancarı posasının fizikokimyasal özellikleri	45
Tablo 3.2.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu.....	46
Tablo 3.3.	Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları.....	47
Tablo 3.4.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu.....	53
Tablo 3.5.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	58
Tablo 3.6.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	63

Tablo 3.7. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	68
Tablo 3.8. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu.....	73
Tablo 3.9. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu	79
Tablo 3.10. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu.....	84
Tablo 3.11. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu.....	89
Tablo 3.12. Klasik üretim ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri	94
Tablo 3.13. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları.....	96
Tablo 3.14. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu.....	97
Tablo 3.15. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu.....	100
Tablo 3.16. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	103
Tablo 3.17. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	106
Tablo 3.18. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	109
Tablo 3.19. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu	112
Tablo 3.20. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu	115

Tablo 3.21. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu.....	118
Tablo 3.22. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu	121
Tablo 3.23. Ultrason ön uygulama ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri.....	124
Tablo 3.24. Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları.....	125
Tablo 3.25. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu.....	126
Tablo 3.26. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu.....	129
Tablo 3.27. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	132
Tablo 3.28. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	135
Tablo 3.29. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu.....	138
Tablo 3.30. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu.....	141
Tablo 3.31. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu.....	144
Tablo 3.32. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu.....	147
Tablo 3.33. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu	150
Tablo 3.34. Mikrodalga kurutma yöntemi ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri.....	153

Tablo 3.35. Optimum proses parametreleri kullanılarak üretilen şeker pancarı liflerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	157
Tablo 3.36. Farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin fizikokimyasal özellikleri.....	158
Tablo 3.37. Farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin toz akış özellikleri....	161
Tablo 3.38. Kek örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	165
Tablo 3.39. Kek örneklerinin tekstür analiz sonuçları	165
Tablo 3.40. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının normalize karar matrisi	170
Tablo 3.41. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi.....	170
Tablo 3.42. Kek örneklerinin SAW yöntemine göre tercih sıralaması	170
Tablo 3.43. Köfte örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları.....	174
Tablo 3.44. Köfte örneklerinin tekstür analiz sonuçları.....	174
Tablo 3.45. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının normalize karar matrisi...	177
Tablo 3.46. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi.....	177
Tablo 3.47. Köfte örneklerinin SAW yöntemine göre tercih sıralaması.....	177

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Tez çalışma planı	22
Şekil 2.2.	Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması.....	27
Şekil 2.3.	Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması	29
Şekil 2.4.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması	30
Şekil 2.5.	Ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması	32
Şekil 2.6.	Kek ve köfte örneklerinin duyu analizi sonuçları için karar hiyerarşisi.....	44
Şekil 3.1.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	48
Şekil 3.2.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	49
Şekil 3.3.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı.....	50
Şekil 3.4.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	50
Şekil 3.5.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi	51
Şekil 3.6.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	52
Şekil 3.7.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	54
Şekil 3.8.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	55
Şekil 3.9.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı.....	55

Şekil 3.10.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	56
Şekil 3.11.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi	57
Şekil 3.12.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	57
Şekil 3.13.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	59
Şekil 3.14.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	60
Şekil 3.15.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı.....	60
Şekil 3.16.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	61
Şekil 3.17.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi	62
Şekil 3.18.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	62
Şekil 3.19.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	64
Şekil 3.20.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	65
Şekil 3.21.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı.....	65
Şekil 3.22.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	66
Şekil 3.23.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi	67
Şekil 3.24.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	67

Şekil 3.25.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	70
Şekil 3.26.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	70
Şekil 3.27.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı.....	71
Şekil 3.28.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	71
Şekil 3.29.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi	72
Şekil 3.30.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	72
Şekil 3.31.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı	75
Şekil 3.32.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	76
Şekil 3.33.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı	76
Şekil 3.34.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı	77
Şekil 3.35.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi.....	77
Şekil 3.36.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	78
Şekil 3.37.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı	80

Şekil 3.38.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	81
Şekil 3.39.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı	81
Şekil 3.40.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı	82
Şekil 3.41.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi.....	82
Şekil 3.42.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	83
Şekil 3.43.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	85
Şekil 3.44.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	86
Şekil 3.45.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı	86
Şekil 3.46.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	87
Şekil 3.47.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi.....	87
Şekil 3.48.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	88
Şekil 3.49.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı.....	90
Şekil 3.50.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı	91

Şekil 3.51.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı	91
Şekil 3.52.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı.....	92
Şekil 3.53.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi.....	92
Şekil 3.54.	Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	93
Şekil 3.55.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	98
Şekil 3.56.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	98
Şekil 3.57.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	99
Şekil 3.58.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	101
Şekil 3.59.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	101
Şekil 3.60.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	102
Şekil 3.61.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	104
Şekil 3.62.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	104
Şekil 3.63.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	105
Şekil 3.64.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	107

Şekil 3.65.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	107
Şekil 3.66.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	108
Şekil 3.67.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	110
Şekil 3.68.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	110
Şekil 3.69.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	111
Şekil 3.70.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	113
Şekil 3.71.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	113
Şekil 3.72.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi.....	114
Şekil 3.73.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı.....	116
Şekil 3.74.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı.....	116
Şekil 3.75.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi.....	117
Şekil 3.76.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	119
Şekil 3.77.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein	119

Şekil 3.78.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi	120
Şekil 3.79.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı	122
Şekil 3.80.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı	122
Şekil 3.81.	Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi.....	123
Şekil 3.82.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	127
Şekil 3.83.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	127
Şekil 3.84.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	128
Şekil 3.85.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	130
Şekil 3.86.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	130
Şekil 3.87.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	131
Şekil 3.88.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	133

Şekil 3.89.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	133
Şekil 3.90.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	134
Şekil 3.91.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	136
Şekil 3.92.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	136
Şekil 3.93.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	137
Şekil 3.94.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	139
Şekil 3.95.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	139
Şekil 3.96.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	140
Şekil 3.97.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı.....	142
Şekil 3.98.	Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı.....	143

Şekil 3.99. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi	143
Şekil 3.100. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı.....	145
Şekil 3.101. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı.....	146
Şekil 3.102. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi	146
Şekil 3.103. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı	148
Şekil 3.104. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı	149
Şekil 3.105. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	149
Şekil 3.106. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı.....	151
Şekil 3.107. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı.....	152
Şekil 3.108. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı toplam diyet lif değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi.....	152
Şekil 3.109. Üç farklı partikül boyutunda (<100µm, 100-200µm, 200-300µm) elde edilen şeker pancarı lifleri.....	159

Şekil 3.110. Lif içermeyen (kontrol), %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örnekleri	164
Şekil 3.111. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları.....	169
Şekil 3.112. Lif içermeyen (kontrol), %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri.....	171
Şekil 3.113. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları	175



GİRİŞ

Sürekli gelişen teknolojiler, yeni gıda işleme teknolojilerinin ve özel işlevlere sahip yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaları beraberinde getirmektedir. Ayrıca tüketicinin doğal olan, katkı maddesi ve koruyucu madde içermeyen gıda ürünlerine doğru olan eğilimi, gıda uygulamalarında ısı olmayan teknolojilerin geliştirilmesine yönelik gereksinimi artırmıştır. Ultrason da birçok gıda işleme prosesinde kullanılabilen, ısı olmayan teknolojilerden biridir. Ultrason 20 kHz - 10 MHz frekans aralığında olan ses dalgalarıdır. Yayılmak için elastik bir ortama ihtiyaç duymaktadır. Ultrasonun sıvı bir ortamdaki temel etkisi kavitasyon adı verilen olgu tarafından sağlanmaktadır. Kavitasyon sıvı içindeki çözünen gazların sıkıştırılması ve dekompresyonu yoluyla gazların mikro kabarcıklarını oluşturan, büyüten ve patlatan fiziksel işlemlerden meydana gelmektedir. Ultrason, kavitasyon olgusu ile gıda endüstrisinde birçok alanda uygulanmaktadır [1]. Gıda işleme, ekstraksiyon, emülsifikasyon, muhafaza, homojenizasyon, kalite kontrol, et işleme, kristalleştirme, fonksiyonellik modifikasyonu, ayırma, mikrobiyal inaktivasyon, kurutma, vb. içeren gıda uygulamalarında kullanılmaktadır [1, 2]. Ultrason uygulama, raf ömrü ve gıda kalitesini artırmanın yanında, işlem süresini azaltma ve enerji tasarrufu sağladığı için “yeşil ve yenilikçi” olarak ifade edilen yeni teknikler arasında yer almaktadır [3].

Gıda endüstrisinde kurutma işlemi üründeki nemin uzaklaştırılarak mikrobiyal ve diğer reaksiyonların azaltılarak ürünün daha dayanıklı ve uzun süre muhafaza edilebilmesini sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Ayrıca kurutma sırasında ürünün besin değerinin ve rengi, tadı, kokusu gibi bazı kalite özelliklerinin korunması istenmektedir. Yeni geliştirilen kurutma teknolojileri zaman ve enerjiden tasarruf sağlayarak etkin kurutma işlemi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Hızlı kuruma sağlanması, daha az enerji tüketimi ve nihai ürünün kalitesine olumlu etkisi nedeniyle mikrodalga ile kurutma uygulamaları giderek artmaktadır [4, 5].

Ürün çeşitliliği, tüketici beğenisini karşılamak ve gıdalara fonksiyonel özellikler kazandırmak gıda katkı maddelerine olan gereksinimi artırmaktadır. Gıda sanayiinde sıklıkla kullanılan doğal katkı maddelerinden biri de diyet gıda lifleridir. Diyet gıda lifleri insanların ince bağırsağında sindirime dirençli, kalın bağırsağında fermente olabilen bitkisel materyalleri içeren bitki ya da benzeri karbonhidratların yenilebilen kısımları şeklinde tanımlanmaktadır [6]. Günlük tükettiğimiz meyve, sebze ve tahıl gibi bitkiler yüksek oranda lif içermektedir [7].

Diyet gıda liflerinin sağlık üzerine olumlu birçok etkileri bulunurken özellikle yaygın çeşitli hastalıkların (kolon kanseri, kalp damar hastalığı ve diyabet) önlenmesinde önemli bir rol oynadıkları kabul edilmektedir [8]. Bu nedenle günlük diyetle alınması gereken lif miktarının artırılması önerilmektedir.

Diyet lifinin insan sağlığına olan etkisi ve öneminin yanı sıra gıda teknolojisi açısından da birçok faydası bulunmaktadır. Teknolojik yönüne bakıldığında gıdalarda su ve yağ tutma kapasitesini artırma, yapı ve tekstür kazandırma, pişirme kayıplarını önleme, formülasyon giderlerini azaltma, stabilizasyonu sağlama, kıvamı artırma ve özellikle nötr bir tada sahip olma özelliklerinden dolayı birçok gıdada kullanılmaktadır [9]. Sağladığı teknolojik faydaların yanı sıra fonksiyonel özelliği ile de dikkat çeken gıda diyet liflerine olan talep günden güne artmaktadır. Ancak ülkemizde kullanım alanı hızla genişlemekte olan diyet gıda lifinin üretimi yapılmamakta ve gerekli olan lif ithal edilmektedir.

Şeker pancarı posası, şeker pancarından şeker üretim prosesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Genellikle hayvan yemi (yaş posa şeklinde veya kurutulmuş pelet şeklinde) olarak kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında yüksek oranda lif içeriğine sahip olan şeker pancarı posasının katma değeri oldukça düşük olan hayvan yemi olarak kullanılması yerine şeker pancarı posasından diyet lif elde edilmesiyle katma değeri yüksek olan, gıda endüstrisi için önemli bir gıda katkı maddesinin hammaddesi olarak değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca teknolojik olarak en iyi özelliklere sahip olan şeker pancarı lifi üretim yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı üretim metotları kullanılarak şeker pancarı lifleri üretilmiş ve özellikleri karşılaştırılmıştır. Şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim yöntemleri olarak haşlama ve kurutma proseslerinden meydana gelen klasik yöntem ile diyet lif üretimi,

gıda proseslerinde daha çok hücrelerin parçalanması ve ekstraksiyon amaçlarıyla kullanılan ultrason uygulamasının klasik üretim yönteminde ön uygulama olarak kullanılması şeklinde ultrason ön uygulama ile diyet lif üretimi, klasik yöntem ile üretimde kurutma aşamasında hızlı kuruma ve daha az enerji tüketimi sağlayan mikrodalga ile kurutma yöntemi uygulanarak yanıt yüzey yöntemi ile optimum proses parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte kullanılarak şeker pancarı lifi üretilmiştir. Dört farklı yöntem ile üretilen şeker pancarı lifleri karşılaştırılmış ve ultrason ön uygulama ile mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte kullanılarak üretilen şeker pancarı lifinin teknolojik özelliklerinin diğer yöntemlerle üretilen liflerden daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte kullanılarak üretilen şeker pancarı lifleri farklı boyutlarda öğütülerek elenmiş, toz akış özellikleri reolojik yönden incelenmiştir. Ayrıca üretilen lifleri model gıda olarak seçilen kek ve köfte örneklerinin üretimlerinde kullanılarak ürün denemeleri yapılmış, liflerin model gıda özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Ultrason Tekniğı

Ultrason, insanların işitme eşiğı olan 18 kHz'in üzerindeki frekanslara sahip ses dalgalarıdır. İnsan kulağıının işitebildiğı ses dalgaları 16 Hz ile 18 kHz aralığında iken ultrason frekansı 20 kHz ile 10 MHz arasındadır. Ultrason 20 kHz ile 1 MHz frekans aralığında şiddetli ultrason olarak adlandırılmakta ve genellikle yaratmış olduğı fiziksel veya kimyasal etkiler nedeniyle gıda sanayinde kullanılmaktadır. Ultrason 1 MHz ile 10 MHz frekans aralığında diagnostik olarak adlandırılmakta ve genellikle endüstriyel görüntüleme veya tıpta kullanılmaktadır [10, 11].

1.1.1. Ultrasonun Etki Mekanizması

Her ne kadar ultrasonun tüm mekanizmaları tam olarak bilinmese de gıda endüstrisinde çoğı mekanizma kavitasyon olarak bilinen olguyla ilişkilendirilmektedir. Kativasyon olgusu şu şekilde tanımlanmaktadır;

Bir sıvı güçlü bir ultrasona maruz kaldığında, sıvı içinde dönüşümlü olarak küçük baloncuklar oluşur, sıkıştırılır ve genleştirilir. Bu baloncuklar, ultrasonik dalganın sıkıştırma ve genleşme döngüleri ile büyür ve kritik bir boyuta ulaştığında patlar. Baloncukların patlaması ortamda ciddi hasar meydana getirebilecek kadar şiddetli olabilmektedir. Baloncukların içindeki sıcaklığın bir nanosaniyede 5000°C civarlarına, basıncın ise 1000 atm basınca ulaştığı tahmin edilmektedir. Ancak bu sıcaklık geçici ve bölgeseldir. Bu nedenle matristeki genel sıcaklık artışı nispeten düşük ve 5°C civarındadır. Ultrason, geleneksel ısıtma ile birlikte uygulandığında, ultrason uygulamanın etkisi artmaktadır [12].

1.1.2. Ultrasonun Tekniğinin Gıdalarda Uygulanması

Ultrason uygulamaları genel olarak düşük yoğunluklu (enerjili) ve yüksek yoğunluklu (enerjili) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Düşük yoğunluklu veya enerjili olarak tabir edilen ultrason uygulamaları $<1 \text{ W/cm}^2$ enerji yoğunluğunda ve $>100 \text{ kHz}$ frekanstaki uygulamalardır. Burada açığa çıkacak olan enerji çok düşük olduğu için üründe fiziksel veya kimyasal bir değişikliğe neden olmamaktadır. Daha çok gıdalarda sertlik, olgunluk, parçacık büyüklüğü ve kompozisyon gibi fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yüksek yoğunluklu veya enerjili ultrason uygulamaları ise $10-1000 \text{ W/cm}^2$ enerji yoğunluğunda ve $20-100 \text{ kHz}$ frekanstaki uygulamalardır. Burada açığa çıkan enerji ise üründe mekanik, fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle genellikle enzim inaktivasyonunda ve mikrobiyal inaktivasyon amacıyla kullanılmaktadır [10, 13, 14].

Ultrason tekniği gıda endüstrisinde birçok alanda uygulanmaktadır. Fermantasyonda, kurutmada, dondurulmuş ürünlerde, ekstraksiyon, filtrasyon, mikrobiyal ve enzimatik inaktivasyon örnek olarak verilebilir [10]. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Yılmaz [15] yaptığı çalışmada fındık zarından polisakkarit ekstraksiyonunda ultrasonun etkilerini incelemiştir. Elde edilen ekstraktların kimyasal bileşiminde değişim oluşmadığı, fiziksel yapıda değişimler olduğu ancak bunların da olumlu yönde gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Chen et al. [16] şeker pancarı melasından fenolik bileşiklerin ve antioksidanların ekstraksiyonunda ultrason yöntemini kullanarak ekstraksiyon şartlarını optimize etmişler, ultrason uygulamasının şeker pancarı melasından fonksiyonel bileşenleri ekstrakte etmek için en uygun ve temiz bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Achat et al. [17] zeytin yapraklarında bulunan oleuropein vb. fenolik maddelerin zeytinyağında artırılması amacıyla ultrason uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Klasik yöntem ile karşılaştırıldığında ultrason uygulaması sonucu elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Chen et al. [18] şeker pancarı posasından pektin ekstraksiyonunda, Minjares-Fuentes et al. [19] üzüm posasından pektin ekstraksiyonunda ve Maran et al. [20] sisal atığından

pektin ekstraksiyonunda, Wang et al. [21] ise greyfurt kabuğundan pektin ekstraksiyonunda ultrason uygulamadan faydalanmışlardır.

Wu et al. [22] yaptıkları çalışmada ultrasonun süt homojenizasyonu ve yoğurt fermentasyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yüksek amplitüdlü ultrasonun, geleneksel homojenizasyonla karşılaştırıldığında çok iyi bir homojenizasyon etkisine sahip olduğunu, yoğurt fermentasyonunu 30 dakika azalttığını, üründe daha yüksek viskozite, daha yüksek su bağlama kapasitesi ve daha düşük sineresis gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Anese et al. [23] domates püresine ultrason uygulamasının domatesin hücre bütünlüğünü bozduğunu, pektinin esterleşme derecesini azalttığını, likopenin biyolojik olarak erişilebilirliğinin azaldığını ancak ultrason uygulanan örneğin kontrol örneğine göre reolojik özelliklerinin değiştiğini ve daha iyi jel oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Abismail et al. [24] su içinde yağ emülsiyonlarında mekanik işlem ile ultrason uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Ultrason uygulaması ile elde edilen emülsiyonlarda damla boyutunun, aynı koşullar altında mekanik karıştırmanın verdiği kadar çok daha küçük olduğunu, bunun da ultrason uygulanan emülsiyonları daha stabil hale getireceğini belirtmişlerdir.

Cameron et al. [25] sütün pastörizasyonunda ultrason uygulaması kullanmışlardır. Ultrasonun pastörize sütün protein veya laktoz içeriğini azaltmadan *E. coli*'nin canlı hücre sayısını %100, *Pseudomonas fluorescens*'in canlı hücre sayısını %100 ve *Listeria monocytogenes*'in canlı hücre sayısını ise %99 oranında azalttığını ifade etmişlerdir.

Kurutma işlemlerinden önce ultrason uygulamasının da kuruma süresinin kısılmasına neden olduğunu ve toplam enerji tüketimini azaltabileceğini belirtilmektedir. Ayrıca, düşük sıcaklık etkisi nedeniyle, elde edilen ürünlerin kalitesinin kontrol işlemlerine kıyasla (ultrason uygulanmadan kurutulan) belirgin şekilde daha iyi olduğu belirtilmektedir [26]. Kurutmada ultrason uygulanmasının kullanıldığı bir çok çalışma mevcuttur. Özellikle meyve ve sebzelerin kurutulmasında ultrason kullanılmaktadır [27]. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında elmanın kurutulmasında [28], muz, mango ve guava meyvesinin kurutulmasında [29], havucun kurutulmasında [30] ultrason ön uygulama çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

1.2. Mikrodalga

Mikrodalgalar, radyofrekansları 300 MHz ila 300 GHz arasında ve dalga boyları 1.0 mm ile 1.0 m arasında değişen elektromanyetik dalgalar [31]. Mikrodalgalar bulundukları frekans aralığına göre düşük frekansta radyo frekans ve yüksek frekansta kızılötesi dalgalar arasında yer alan iyonlaştırıcı olmayan dalgalar. Mikrodalga uygulamalarında 915 MHz frekans yüksek penetrasyon derinliği nedeniyle endüstriyel uygulamalarda kullanılırken 2450 MHz frekans ise genellikle ev tipi mikrodalga fırınlarda ve analitik kimya amaçlı tasarlanmış çeşitli ticari üniteler ile ekstraksiyon uygulamalarında kullanılmaktadır [32].

Mikrodalga ısıtma, bir malzemenin polar moleküllerini etkileyerek, elektromanyetik alan enerjisinin termal enerjiye dönüştürülmesidir. Mikrodalga ısıtmanın en önemli özelliği hacimsel olmasıdır. Hacimsel ısıtma, malzemelerin doğrudan ve dahili olarak mikrodalga enerjisini emebileceği ve ısıya dönüştürebileceği anlamına gelir. Mikrodalga ısıtmasında, malzeme boyunca ısı üretilir ve ısının genellikle yüzeyden içeriye aktarıldığı geleneksel ısıtma ile karşılaştırıldığında daha hızlı ısıtma sağlar. Mikrodalga kurutmanın avantajları ise yüksek ısı verim, daha kısa kuruma süresi ve geleneksel sıcak hava ile kurutmaya göre daha iyi ürün kalitesi sağlamasıdır. Mikrodalga kurutmada işletme maliyeti düşüktür, çünkü ekipman veya çevrenin ısıtılmasında enerji tüketilmez. Mikrodalga kurutma ekipmanları, geleneksel kurutucularla karşılaştırıldığında daha küçük bir alan gerektirir ve yer tasarrufu sağlar [33].

1.2.1. Mikrodalga'nın Etki Mekanizması

Mikrodalga enerjisi, kurutulacak malzemedeki nem tarafından absorbe edilir ve elektromanyetik alanın değişmesine neden olan iki mekanizma, yani dipolar rotasyon ve iyonik kondüksiyon yoluyla malzeme içinde ısı üretimine yol açar [34]. Gıdadaki su genellikle dielektrik ısıtmadan sorumlu ana bileşendir. Su molekülleri dipolar yapıları nedeniyle elektromanyetik radyasyonla ilişkili elektrik alanını çok yüksek frekanslarda salınırken takip etmeye çalışırlar. Su moleküllerinin bu salınımları hacimsel olarak dağılmış bir ısı üretir ve bu ısı malzeme boyunca üretilmektedir. Mikrodalga ile ısıtmanın ikinci büyük mekanizması, salınımlı elektrik alanın etkisi altında ısı üreten gıdalarda iyonların salınımlı göçü ile gerçekleşir [35, 36].

1.2.2. Mikrodalga'nın Gıdalarda Uygulanması

Mikrodalgalar endüstriyel olarak başta gıda proseslerinde olmak üzere, lastik, tekstil, ağaç ürünleri, seramik, atık, vb. alanlarda da uygulanmaktadır. Mikrodalgaların gıdalardaki kullanıma yönelik temperleme, vakumla kurutma, dondurarak kurutma, dehidrasyon, pişirme, ağartma, kızartma, pastörizasyon, sterilizasyon ve ekstraksiyon işlemlerindeki uygulamaları ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır [37].

Li et al. [38] şeker pancarı posasından pektin ekstraksiyonunda mikrodalga yöntemini kullanmışlardır. Mikrodalga ile pektin ekstraksiyonunda yanıt yüzey yöntemi kullanarak optimum koşulları belirlemişlerdir. Verimin en yüksek olduğu koşulların sülfirik asit ile pH 1.57'de 152.63 W mikrodalga gücü ve 3.53 dakika süre olduğunu, ayrıca çalışılan faktörler arasında, sülfirik asidin pH'sının mikrodalga üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Siguemotoa et al. [39] yaptıkları çalışmada elma suyunun pastörizasyonunda geleneksel yöntem ile mikrodalga uygulamasını karşılaştırmışlardır. Mikrodalga ile pastörizasyonun geleneksel yöntemle göre daha hızlı olduğunu, ayrıca mikrodalga'nın üründe lezzetle ilgili değişiklikleri en aza indirebileceğini belirtmişlerdir.

Sumnu et al. [40] yaptıkları çalışmada kek pişirmek amacıyla mikrodalga, infrared ve mikrodalga-infrared kombinasyonu kullanmışlardır. Sadece mikrodalga ile pişirilen kekler en düşük kaliteye sahip kek örnekleri olmuştur. Mikrodalga ve infrared kombinasyonu ile pişirilen keklerde renk kalitesinin arttığı, ağırlık kaybı ve sertliğin azaldığı, kek pişme süresinin ise yaklaşık %75 oranında azaldığı belirtilmiştir.

Literatürde mikrodalga'nın kurutma amacıyla kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde; Nieto et al. [5] şeftali posasından elde ettikleri liflerin kurutulmasında optimum mikrodalga koşullarının 55 °C ve 450 W olduğunu belirtmişlerdir. Sangwan et al. [41] zencefilin kurutulmasında gölgede, güneşte, fırında ve mikrodalga fırında kurutma yöntemlerini kullanmışlar ve farklı kurutma yöntemlerinin zencefilin besin içeriklerine etkisini incelemişlerdir. En yüksek β -karoten ve askorbik asit içeren örneğin gölgede kurutulmuş olan zencefil örneği olduğunu, polifenol içeriklerinin ise birbirine yakın olduğunu belirtmişlerdir.

Özkan [42] ıspanağın kurutulmasında 750 W mikrodalga gücünün, Soyak [43] ise maydanozun kurutulmasında 900 W mikrodalga gücünün en iyi sonuçların elde edildiği mikrodalga gücü olduğunu belirtmişlerdir.

Wang et al. [44] elma posasının kurutulmasında mikrodalga kurutma ve sıcak hava ile ön kurutma sonrası mikrodalga kurutma çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Sıcak hava ile ön kurutmanın mikrodalgada kurutma hızını artırdığını ve elma posalarının kuruma süresinin mikrodalga gücünün artmasıyla azaldığını belirtmişlerdir.

Demiray et al. [45] soğan dilimlerini geleneksel kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutmuşlar, kuruma süresinin mikrodalga gücünün artmasıyla büyük ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Wang et al. [46] şeftalinin kurutulmasında mikrodalga ve kızıl ötesi ışınların etkisini inceledikleri çalışmada mikrodalga ile kurutmanın kızıl ötesinden hızlı kurutma sağladığını, ayrıca mikrodalganın daha derin nüfuz ettiğini bildirmişlerdir. Chauhan et al. [47] bezelyenin kurutulmasında vakumlu mikrodalga sistemi kullanmışlardır. Mikrodalga gücünün kurutulmuş bezelyenin ve kurutma parametrelerinin üzerinde etkisinin önemli olduğunu, kurutma sırasında uygulanan daha yüksek vakumla daha kaliteli ürün elde edilebildiğini ve bezelyelerin kurutulmasında uygulanan vakumlu mikrodalga sistemin optimum koşullarının 237.31 W ve 360.22 mmHg vakum olduğunu bildirmişlerdir.

Hernández-Ortega et al. [48] mikrodalga ve sıcak hava ile kuruttukları havuç posasının fitokimyasal içeriklerini karşılaştırmışlardır. Mikrodalga ile kurutulan havuç posalarının β -karoten, epikateşin, gallik ve ferulik asit miktarının sıcak hava ile kurutulan havuç posalarından daha yüksek miktarda olduğunu belirtmişlerdir.

1.3. Diyet Lif

Diyet lifler eski zamanlardan beri insanların ilgisini çeken, merak uyandıran bir konu olmuştur. Diyet liflerle ilgili yapılan araştırmalar M.Ö 400'lere kadar uzanmaktadır. Bu dönemde Hipokrat tam buğdayla yapılan ekmeğin işlenmiş buğdayla yapılan ekmeğe göre insan için etkisinin farklı olduğunu, tam buğdayın dışkı miktarını artırdığını belirtmiştir [49, 50]. Diyet lif kavramı yıllar boyunca farklı kavramlarla ilişkilendirilmiş, McCance ve Lawrence 1929'da enzimler tarafından hidrolize edilmeyen karbonhidratları "kullanılamayan karbonhidratlar" terimini kullanarak

açıklamışlardır [50]. “Diyet lif” terimi ise ilk kez 1953 yılında Eben H. Hispley tarafından kullanılmış ve bitkilerde hücre duvarını oluşturduğu bilinen bileşenleri “diyet lif” olarak adlandırmıştır [51, 52]. 1972’ de Trowell diyet lifini insanların sindirim enzimleri tarafından sindirilemeyen bitkilerin hücre duvarı kalıntıları şeklinde tanımlamış ve o zamana kadarki en geçerli tanım bu olmuştur [53]. Bu sindirilemeyen materyallerin hemiselüloz, selüloz, lignin, pektin, gamlar ve musilajları kapsadığı belirtilmiştir [49, 50]. Trowel ve arkadaşlarının 1972 ile 1976 yılları arasında diyet liflerin bir takım hastalıkların önlenmesinde faydalı olduğunu savundukları “diyet lif hipotezi”nde diyet liflerle ilgili yaptıkları tanım bitkilerin yapısını oluşturan ve sindirim enzimlerince sindirilemeyen yapılar şeklinde olmuştur [54, 55]. Daha sonra Trowell ve arkadaşları bu tanımın müsilaajlar, depolama polisakaritleri ve alg polisakaritleri gibi başka birçok bitki materyalini içermediğini farkederek tüm sindirime dirençli polisakkaritleri (çoğunlukla bitki depo sakaritleri), gamları, modifiye selülozu, hemiselülozu, musilajları, oligosakkaritleri ve pektinleri içerecek şekilde tanımlı genişletmiştir. Bu tanım da 30 yıl boyunca dünyadaki sağlık kuruluşları ve düzenleyici kuruluşlar tarafından ortaya konulan birçok tanımın temelini oluşturmıştır. Buna rağmen diyet lifi için genel olarak kabul edilebilir bir tanım yoktur. Yine de en çok kabul gören tanım AACC tarafından 2001 yılında önerilen tanım olmuştur [56]. Diyet lifler, AACC (American Association of Cereal Chemists) tarafından “İnsanların ince bağırsağında sindirime ve absorpsiyona dirençli, kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olabilen, bitki ya da benzeri karbonhidratların yenilebilen kısımlarıdır” şeklinde tanımlanmıştır [57].

1.3.1. Diyet Lif Çeşitleri

Diyet lifler birçok grup altında incelenmelerine rağmen temel olarak sudaki çözünürlüklerine göre çözünen lifler ve çözünmeyen lifler olarak iki grup altında incelenmektedir. Çözünmeyen lifler; temel olarak hücre duvarı bileşenlerini selüloz, hemiselüloz ve lignini; çözünür lifler ise selülozik olmayan polisakkaritleri pektin, gamlar ve musilajları içermektedir [49, 58].

Çözünür ve çözünmeyen lifler su ile karıştırıldıklarında farklı şekilde davranmaktadırlar. Çözünür lifler su ile jel yapı veya kıvamlı bir yapı oluştururken,

çözünmeyen lifler güçlü hidroskopik özelliğe sahiptirler ve kendi ağırlıklarının yirmi katına kadar suyu absorblayabilirler [59].

1.3.1.1. Çözünür Lifler

Pektin: Pektinler, primer hücre duvarlarında ve bitkilerin orta lamelinde geniş ölçüde dağılmış, yapısal olarak heterojen polisakarit grubunu temsil eder. Pektik polisakaritler, bitki hücre duvarlarının hayati yapısal bileşenleridir ve genellikle selüloz ve hemiselülozlar gibi diğer hücre duvarı polisakaritleriyle ilişkilendirilirler [60]. α (1-4) glikozit bağlarıyla bağlanmış galakturonik asit birimlerinden oluşmaktadırlar [61]. Pektinler, D-Galakturonik asit birimlerinden başka D-Galaktoz, L-Arabinoz ve L-Ramnoz gibi diğer şekerleri de içerirler [62]. Gıda sanayinde yaygın bir şekilde jellerde ve reçellerde jelleştirme ajanı olarak, süt ürünleri, meyveli ürünler, fırıncılık ve dondurulmuş ürünlerde dolgu veya stabilizatör olarak kullanılmaktadırlar [63].

Gamlar: Gamlar, hücre çeperi bileşenleri değildirler ancak bitki hücrelerinde özel salgı olarak oluşan bitki lifleridir. Bunların suyu ve diğer organik maddeleri bağlayarak jel oluşturan yüksek dallanmış polisakaritler olduğu bildirilmektedir [58]. Bitki eksüdatlarından (gam arabik ve tragakant), tohumlardan (guar ve keçiboynuzu gamı) ve deniz yosunu ekstraktlarından (agar, karagenan ve aljinatlar) elde edilirler. Gıda ürünlerinde jelleştirici, kalınlaştırıcı, stabilizatör ve emülsifiye edici ajanlar olarak kullanılmaktadırlar [64].

Musilajlar: Musilajlar şeker ve üronik asit birimleri içeren yüksek molekül ağırlıklı poliyuroniddirler. Suda kısmen çözünürler ve çok viskoz bir çözelti oluşturabilirler. Glukoz difüzyonu üzerinde engelleyici bir etki gösterirler. Karbonhidratların emilimini ve sindirimini ertelemeye yardımcı olarak kan glukozunun düşmesine neden olurlar [65].

1.3.1.2. Çözünmez lifler

Selüloz: Glukoz ünitelerinin dallanmamış düz zincir halinde β -1,4 glikosidik bağ ile bağlanmasıyla oluşan, bitkilerde hücre ana duvarını oluşturan bileşendir [58]. Selüloz doğada en çok bulunan polisakkarittir. Çoğu bitkinin hücre duvarının ana bileşenini oluşturmaktadır. Bu nedenle meyve, sebze ve tahıllarda bulunmaktadır. Tahıl ve

meyvedeki diyet lifin yaklaşık dörtte birini, sebzelerde ise üçte birini oluşturmaktadır [64]. Suda çözünmez ve sindirim enzimleri tarafından sindirilemez. Suda çözünmez olduğu için, dışkı hacmini ve bağırsak hareketlerini artırır, düzenli bağırsak hareketlerinin desteklenmesine yardımcı olur ve olası kanserojen etkileri ortadan kaldırır [66]. Selüloz tatsız ve gıdada kullanım için güvenlidir. Ürün kalitesini etkilemeyen benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Emülgatör, koyulaştırıcı ajan ve köpük stabilizatörü olarak, besin takviyesinde, yiyecek paketlenme malzemelerinde ve selüloz film yapımı gibi gıdanın birçok alanında gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir [67]. Selüloz, yüksek gerilim, rutubet göstermeden su emilimi ve ısı emilimi gibi çeşitli özelliklere sahiptir. Böylece doğrudan boya, tekstil ve kâğıt üretiminde kullanılır. Türevleri ise tıpta, askeri sanayilerde, gıda koruyucu plastik, soda, sentetik şeker, alkol vb. üretiminde kullanılmaktadır [68].

Hemiselüloz: Hemiselüloz da selüloz gibi bitki hücre duvarı bileşenini oluşturan bir polisakkarittir. Selülozdan farklı olarak glukozdan farklı monomerler içermektedir. Hemiseloz, tipik olarak 50-200 pentoz ünitesi (ksiloz ve arabinoz) ve heksoz birimleri (glukoz, galaktoz, mannoz, ramnoz, glukronik ve galakturonik asitler) içeren, hem doğrusal hem de dallanmış molekülleri içermektedir. Bu nedenle hemiselüloz ismi, suda çözünen ve çözünmeyen formlarda bulunan heterojen bir kimyasal yapı grubunu tanımlar. Sebzeler, meyveler, baklagiller ve kuruyemişlerdeki diyet liflerinin yaklaşık üçte biri hemiselülozlardan oluşmaktadır. Hemiselülozlar dışkı hidrasyonunu artırarak düzenli bağırsak hareketlerini teşvik eder. Ayrıca bağırsaktaki kolesterolü bağlar ve kolesterol emilimini önler [64]. Hemiselülozlar, biyolojik olarak parçalanabilirlik, biyoyumluluk, biyoaktivite vb. birçok özelliğe sahiptir. Bu nedenle doğal veya modifiye edilmiş formları gıda, tıp, enerji, kimya endüstrisi, polimerik malzemeler ve kâğıt yapımında katkı maddesi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır [69].

Lignin: Lignin bitki hücre duvarlarında bulunan fenolik bir polimerdir [70]. Lignin bir polisakkarit değildir fakat kompleks dehidrojenatif polimerizasyon geçirmiş koniferil, sinapil ve p-kumaril alkollerini içeren yaklaşık kırk adet oksijenlenmiş fenilpropan içeren kompleks düzensiz bir polimerdir [58]. Lignin hidrofobik özelliğinden dolayı suyun hücre duvarlarından girmesini önleyerek selülozu ve hemiselülozu korumakta ve metabolitlerin sulu solüsyonlarının taşınmasına yardımcı olmaktadır. Lignin, hücre duvarlarına sağlamlık kazandırır ve hemiselüloz ile birlikte bitkilerin odunsu

kısımlarında hücrelere birleşerek kompozit bir yapı oluşturur. Ayrıca, lignize edilmiş materyaller, enzimlerin hücre duvarlarına nüfuz etmesini engelleyerek mikroorganizma saldırılarına karşı korur [71].

1.3.2. Diyet Liflerin Sağlık Üzerine Etkileri

Diyet lifler sağlık açısından birçok olumlu etki gösterirken özellikle yaygın çeşitli hastalıkların (kolon kanseri, kalp damar hastalığı ve diyabet) önlenmesinde diyet liflerin önemli rol oynadıkları kabul edilmektedir. Karbonhidrat ve lipit metabolizmasında ve kardiyovasküler gibi kronik hastalıkların azaltılmasında da metabolik ve fizyolojik etki göstermektedirler [8]. Bağırsak emilimini azaltarak kan lipit metabolizmasının düzenlenmesinde, kan basıncının ve kandaki glukoz seviyesinin düşürülmesinde rol oynamakta, böylece kronik kalp rahatsızlıklarına karşı koruma sağlamaktadırlar [72]. Diğer taraftan kolesterol seviyesinin düşürülmesinde, glukoz toleransının geliştirilmesinde, diyare ve konstipasyon üzerinde, sindirim sisteminde antikanserojen ajan olarak da önemli rol oynamaktadırlar [8, 73]. Diyet liflerin kolesterol seviyesinin düşürülmesinin safra tuzlarının diyet lifiyle bağlanmasından kaynaklanabileceği bilinmektedir. Diyet liflerin bağırsak fonksiyonları ile ilişkisinde ise diyet lifler su bağlama özelliklerinden dolayı midede şişerek midenin boşalmasını geciktirmektedir. Böylece yeme isteği azalmakta ve tokluk hissi yaratmaktadır. Fekal hacmini artırmakta, bağırsak hareketlerinin düzenlenmesini sağlamakta ve bağırsak geçiş süresinin uzaması üzerine etkisi bulunmaktadır. Ayrıca kolon florasını etkileyerek toksit metabolitlerin oluşumunu azaltma, uzaklaştırılmasını kolaylaştırma gibi etkileri ile kolon-rektum kanserlerini önlemede yardımcı olduğu bilinmektedir [74]. Bunun yanı sıra diyet gıda liflerinin ağır metal iyonlarını bağlama potansiyeline sahip olduğu yapılan çalışmalarla belirtilmiştir. Bağlanmış ağır metal iyonlarının miktarı liflerin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Pektinin ağır metal iyon bağlama kapasitesi yüksek iken hemiselülozun ağır metal bağlama kapasitesi biraz daha düşüktür. Ligninin ise ağır metalleri bağlama kapasitesinin genellikle zayıf olduğu bildirilmiştir [75, 76]. Ayrıca diyet lifi tüketiminin depresyon üzerinde de etkili olduğu yapılan çalışmalar ile bulunmuştur. Günlük diyetle diyet gıda lifi yönünden zengin beslenen kişilerde depresyon semptomlarının büyük ölçüde düşük olduğu belirtilmiştir [77].

1.3.3. Diyet Liflerinin Teknolojik Özellikleri

Diyet lifler gıdalara yapı kazandırmakta, jelleştirme, emülsifiye etme, stabilize etme gibi özellikler göstermektedir. Diyet lifler birçok gıda ürününde başta su tutma ve yağ tutma kapasitesini artırmak olmak üzere yapıyı iyileştirmek, raf ömrünü uzatmak, pişme ve ağırlık kayıplarını düşürmek gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Ayrıca nötr tat ve kokuya sahip olmaları özellikle et ürünleri olmak üzere birçok gıda alanında rahatlıkla kullanılmalarına olanak sağlamıştır. Diyet liflerin ürünlerde göstermiş olduğu özellikler lifin elde edildiği kaynağa ve miktarına göre değişiklik gösterebilmektedir [78, 79].

Hidratasyon ve yağ bağlama özellikleri: Liflerin hidratasyon özellikleri genellikle su tutma kapasitesi (dış kuvvet olmadan lifte kalan su), su bağlama kapasitesi (bir dış kuvvet sonrası lifte kalan su), şişme özellikleri ve çözünürlükleri ile ifade edilmektedir. Diyet liflerinin hidratasyon özellikleri, liflerin partikül büyüklüğüne, kimyasal yapısına, gözenekliliğine, iyonik duruma, çözeltideki iyonlara, ortamın pH'sına ve sıcaklığına gibi bir çok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Bunun yanı sıra liflerin yağ bağlama kapasitesi liflerin hidrofilik yapılarına, taneciklerinin yüzey özelliklerine ve elektriksel yük yoğunluğu gibi faktörlere bağlıdır [9].

Viskozite, Tekstür, Jel oluşturma: Bu özellikler daha çok belirli polisakaritlerin sıvı ile karıştırıldığında kazandıkları kıvam verme kabiliyetidir. Bu kıvam verme özelliği, polisakaritlerin kimyasal yapılarından etkilenmektedir. Kıvam verici olarak genellikle pektinler, alglerden elde edilen gamlar ve β -glukanlar kullanılmaktadır. Çünkü bunlar viskoz çözelti oluşturarak kalınlaştırıcı özellik göstermektedirler [56]. Jel, su ve diğer çözünen maddelerin dahil olduğu bir ağ oluşturmak için polimerik birimlerin bir araya geldiği sistemdir. Karagenan, pektin gibi birçok çözünebilir lif jel oluşturabilmektedir. Jel oluşturma kapasitesi ve jelin özellikleri konsantrasyon, sıcaklık, belirli iyonların varlığı ve pH gibi faktörlere bağlı olmaktadır [80].

1.3.4. Diyet Lif Kaynakları

Günlük tüketilen bitkiler, meyveler, sebzeler, tahıllar ve baklagiller lif kaynakları olarak bilinmektedir [50]. Diyet lif kaynakları tahıllardan buğday, mısır, pirinç; meyvelerden elma, üzüm, limon, mango, portakal, şeftali; sebzelerden havuç, karnabahar, soğan, patates, domates olarak sayılabilir [81]. Meyveler, sebzeler, baklagiller, soya fasulyesi,

pisilyum tohumu ve yulaf kepeği çözünür lif kaynakları, kepekli tahıllar ise çözünmeyen lif kaynaklarıdır [82]. Ancak her gıda farklı oranlarda ve özellikte diyet lif içermektedir. Tablo 1.1’de diyet lif içeren bazı gıdalar ve % kuru maddede içerdikleri lif miktarları verilmiştir [74, 83].

Tablo 1.1. Çeşitli gıdaların lif içerikleri (% kuru maddede)

Gıda	Diyet Lif (% Kuru Madde)		
	Çözünmeyen	Çözülebilir	Toplam
Buğday Kepeği	47.5	8.4	55.9
Arpa Kavuzu	72.5	3.0	75.5
Bezelye	21.7	7.2	28.9
Şeker Pancarı Posası	66.9	20.7	87.4
Havuç	17.2	13.5	30.7
Beyaz Lahana	18.5	13.7	32.2
Elma	10.8	6.2	17.0
Portakal	8.2	11.9	20.1

Meyve ve sebzelerden diyet lifi üretimi için uygulanan proses genel olarak hammadde ayıklama, parçalama, yıkama, kurutma ve öğütme işlemlerinden oluşmaktadır. Ayıklama aşaması; daha çok sap, çöp, çekirdek kısımlarının ayrılması aşamasıdır. Parçalama aşaması, genel olarak hammaddenin boyut küçültme işlemi olarak da nitelendirilmektedir. Yıkama aşaması, hammadde içeriğinde bulunabilecek yabancı kirliliklerin uzaklaştırılma aşamasıdır. Birden çok yıkama işlemi yapılabilir. Kurutma aşaması, nihai ürünün uygun nem içeriğine getirilmesi aşamasıdır. Öğütme aşaması ise kurutulan ürünün öğütücü yardımı ile boyutunun 0.15-0.43 mm'ye kadar öğütülmesi işlemidir. Bu amaçla bilyeli, diskli veya bıçaklı öğütücüler kullanılabilir. Daha sonra uygun ambalajlama işlemi uygulanarak üretim prosesi sonlandırılmaktadır [84].

Genellikle meyve ve sebze işleme tesislerinde artık ortaya çıkan posalar diyet lif üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında;

Sharoba et al. [85] portakal posası, havuç posası, patates ve bezelye kabuklarından diyet lif elde etmişlerdir. Portakal lifi üretimi için; portakal kabuğundan elde edilen yan

ürünler ve meyve suyu ekstraksiyonu sonrası kalan portakal posası, bazı çözünür lif ve biyoaktif bileşenlerin kaybını önlemek veya en aza indirmek için hafif koşullar altında yıkanmıştır. Daha sonra fonksiyonel özelliklerinde ve protein içeriğinde değişikliğe uğramaması için elektrikli fırında 65 °C'nin altında 12 saat kurutulmuştur. Kurutulan lifler 500-600 µm parçacık boyutunda öğütülmüştür. Havuç lifi üretimi için; havuç posası iki kez 30 °C'deki ılık suyla yıkanmıştır. Daha sonra elektrikli bir fırında 60°C'de 12 saat kurutulmuştur. Kuruyan lifler 500-600 µm partikül boyutuna kadar öğütülmüştür. Patates kabuğu lifi üretimi için; patates kabukları iyice yıkanmış ve elektrikli fırında 60 °C'de 12 saat kurutularak lifler hazır hale getirilmiştir. Bezelye kabuğu lifi üretimi için; yeşil bezelye kabukları suyla yıkanmış, daha sonra elektrikli fırında 60 °C'de 12 saat kurutulmuş ve 500-600 µm partikül boyutuna getirilmiştir.

Ng et al. [86] hindistancevizinden diyet lif üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bunun için öncelikle hindistancevizi, kabuklarından ayrılmış ve temizlenmiştir. Ardından kıyma/parçalama işlemi gerçekleştirilerek vidalı pres yardımıyla hindistancevizi sütü ayrılmıştır. Kalan posa Soxhlet ekstraksiyonuna tabi tutularak yağı uzaklaştırılmış ve kurutulmuştur.

Luo et al. [87] bambu lifi üretimi için bambu filizi işleme fabrikasının yan ürünlerini temizlemişler, küçük parçalar halinde parçalayarak 60 °C'de kurutmuşlardır. Elde ettikleri lifi 60 mesh elek aralığındaki elek ile elemişlerdir.

Young et al.'nın [88] tüm elmadan ve elma kabuklarından diyet lif üretimi için kullandıkları yöntem ise şu şekilde olmuştur; toz haline getirilmiş tüm elmalar ve elma kabukları saf su ile 1 saat boyunca karıştırılarak süspansiyon haline getirilmiştir. Çözünür materyalleri uzaklaştırmak için süpernatantlar santrifüj edilerek atılmıştır. Tekrar saf su içerisine alınan numune 121 °C'de 15 dakika boyunca otoklavlanmıştır. Oda sıcaklığına soğutulduktan sonra santrifüj edilmiş ve dondurularak kurutulmuştur.

Hasnaoui et al. [89] hurmadan diyet lif üretimi için hurmaları 1:6 hurma:su oranında sıcak su ile 70 °C'de 15 dakika boyunca ekstrakte etmişler, ardından suda çözünmeyen kısımların ayrılması için filtre etmişlerdir. Bu ekstraksiyon ve süzme işlemini örnekler tamamen şekersiz olana kadar 7 kez tekrarlamışlardır. Elde edilen lifler kurutularak öğütülmüştür.

Nieto et. al. [90] papaya meyvesinden diyet lif üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla öncelikle papaya meyvesini kabuk ve posa olmak üzere iki kısma ayırmışlardır. Her iki kısma da etanol ilave etmişler ve etanol ile birlikte öğütmüşlerdir. Daha sonra etanol süzülerek uzaklaştırılmış ve örnekler mikrodalga kullanılarak 40 °C sıcaklıkta ve maksimum 450 W mikrodalga güçte kurutulmuştur.

Martínez et al. [91] mango, guava, ananas ve çarkıfelek meyvesinden diyet lif elde etmişlerdir. Bu amaçla konserve ve meyve suyu işletmelerinin artık ürünleri kullanılmıştır. Mango meyvesinin kabuk ve posası; ananas meyvesinin kabuk ve iç kısmı, guava ve çarkıfelek meyvelerinin ise kabuk, posa ve tohumları kullanılmıştır. Diyet lif üretimi için tüm atık ürünler 1:1 ağırlık:hacim oranında ılık su ile iki kez yıkanmıştır. Tünel kurutucu kullanılarak 60 °C'de 12 saat boyunca kurutulmuş, 220–640 µm partikül boyutunda öğütülmüştür.

1.4. Şeker Pancarı ve Şeker Pancarı Posası

Şeker pancarı, ıspanakgiller familyasından iki yıllık bir bitkidir. İlk yılında şekerin elde edildiği kök kısmı ve yaprakları büyürken ikinci yılda, şeker pancarı çiçek açar ve tohum üretir. Şeker pancarının içeriği genetik faktörlere, hava koşullarına ve şeker pancarı tarımına bağlı olarak değişmektedir [92].

Şeker üretim prosesi, şeker pancarının tarladan hasatı ve fabrikada istiflenmesi ile başlamaktadır. Sonraki aşamalarda pancarlar yüzdürme yöntemi ile yıkanır ve kıyım adı verilen ince dilimler halinde dilimlenir. Kıyım sıcak su ile ters akım prensibine göre çalışan difüzyona gönderilir, buradan koyu renkli ham şerbet alınır. Ham şerbet saflaştırma ve berraklaştırma amacıyla iki kez kireçleme ve iki kez de karbonatlama işlemine tabi tutulur. Yaklaşık %12-17 oranında kuru madde içeren şerbet vakum altında ısıtılarak kuru maddesi %60'a çıkarılarak koyulaştırılır. Daha sonra koyu şerbet filtrelenerek kristalizasyon işlemine alınır. Burada şeker kristallenir ancak tam saf değildir. Bir sonraki aşamada yıkanarak santrifüjlenir. Buradan alınan şeker kurutulularak satışa hazır hale getirilir [93].

Şeker pancarının yaklaşık %75'i su, yaklaşık %25'i ise kuru maddeden oluşmaktadır. Kuru maddenin en önemli bileşeni olan sakaroz kuru maddenin %17.5'ini oluşturmaktadır. Geriye kalan %7.5'lik kısım ise şeker dışı maddelerden oluşmaktadır.

Şeker dışı maddelerin ise %4.8'ini mark, %2.7'sini suda çözünen şeker dışı maddeler oluşturmaktadır. Suda çözünmeyen şeker dışı maddelere mark adı verilmektedir. Mark, şerbet üretimi sırasında küspe olarak isimlendirilen, şeker ve suda çözünen bileşenleri ekstraksiyonla alınmış olan pancar atığında toplanmaktadır. Küspe (posa) şeker fabrikasının bir yan ürünüdür ve genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilir [94]. Kuru şeker pancarı küspesinin kompozisyonu ise yaklaşık %10'u nem, %68'i mark, %7 protein, %7 sukroz, %5 kül, %2.5 mineraller ve %0.5 yağ şeklindedir. Mark ise ağırlıklı olarak pektin, selüloz ve hemiselülozdan oluşmaktadır [92].

Şeker pancarı posasının içerdiği lif miktarı ile ilgili literatürdeki verilere bakıldığında Sun et al. [52] %65-80 oranında polisakkarit ve yaklaşık olarak %40 selüloz, %30 hemiselüloz ve %30 pektin içerdiğini bildirmişlerdir. Dongowski et al. [95] göre şeker pancarı lifi %72.2 oranında toplam lif içermektedir. Bu oranın %56.09'u çözünebilen, %16.11'i ise çözünemeyen liften oluşmaktadır. Bu liflerin dağılımının ise %36.7 selüloz, %16.9 pektin, %16.8 hemiselüloz olduğunu ve %11.0 protein içerdiğini belirtmişlerdir. Vural [96] şeker pancarı posasının %67.3 oranında toplam lif içerdiğini, Filipovic et al. [97] ise şeker pancarı posasından modifiye edilmeden elde edilen toplam diyet lifin %70 oranında olduğunu belirtmişlerdir. Spagnuolo et al. [98] ise şeker pancarı posasının %24-32 pektin, %24-32 hemiselüloz, %22-30 selüloz ve %3-4 lignin içerdiğini belirtmişlerdir.

Literatürde şeker pancarı posasından diyet lif eldesine yönelik üretim yöntemleri incelendiğinde yapılan bir çalışmada preslenmiş pancar posası öncelikle koyu renkli pancar parçalarından temizlenmiş, saf su ile yıkama ve suyun uzaklaştırılması işlemlerinden sonra, blender kullanılarak 1 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen posa, %95'lik etil alkol içinde 24 saat bekletilmiş, süzölmüş ve süzülen filtrat renksiz olana kadar yine birkaç kez etil alkol ile yıkanmıştır. Daha sonra alkol uzaklaştırılmış ve elde edilen lif önce 60 °C'de bir gece ve sonra 35 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan pancar lifi bir laboratuvar değirmeni kullanılarak öğütülmüş ve istenilen boyutta lif elde etmek amacıyla uygun açıklığa sahip elek serisinden (212 µm, 425 µm, 850 µm) elenmiştir [99].

Şeker pancarı lifi elde edilen başka bir çalışmada kıyma (parçalama) işlemine tabi tutulmuş olan şeker pancarı posası 70 °C'de sülfirik asit ile pH 5.7'de 60 dakika

ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyondan sonra 80 °C'de kurutulmuştur. Kurutmanın ardından laboratuvar tipi öğütücü yardımıyla öğütülmüş ve elenerek pancar lifi elde edilmiştir [97].

Laboratuvar ölçekli şeker pancarı lifi üretilen başka bir çalışmada şeker pancarı posası 45 dakika oda sıcaklığında su ile ekstrakte edilmiştir. Daha sonra üç farklı kimyasal ekstraksiyon metodu (0.05 M HCl, 0.05 M HCl+0.05 M NaOH, 0.075 M HNO₃+0.025 M NaOH) uygulanmıştır. Ekstraksiyondan kalıntı ayrılmış ve su ile yıkanmıştır. Elde edilen lifler farklı kurutma işlemine tabi tutularak kurutulmuş ve öğütülmüştür [100].

Yapılan başka bir çalışmada ise yaş olarak temin edilen pancar posası öncelikle perasetik asit ile muamele edilmiş, daha sonra su ve etanol kullanılarak yıkanmıştır. Elde edilen ürün kurutularak öğütülmüştür [95].

Michel et al. [101] şeker pancarı posasından diyet lif eldesinde renksiz ve kokusuz lif elde amacıyla farklı işlemler uyguladıklarını, öncelikle şeker pancarı posasını %1 ve %2 sitrik asit veya askorbik asit içeren %95'lik etanolde 20- 80 °C'de karıştırılarak bir gece bekletmenin başarısızlıkla sonuçlandığını çünkü yıkama, kurutma ve öğütmeden sonra elde edilen ürünlerin gri renkte olduğunu bildirmişlerdir. En iyi yöntemin şeker pancarı posasını, %95 'lik etanol ile parçaladıktan sonra %95'lik etanol ile yıkama işlemi ardından bir gece 60 °C'de ve sonra 24 saat 35 °C' de kurutmanın en uygun yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Soronja-Simović et al. [102] şeker pancarı posasından diyet lif elde ederek modifiye etmişlerdir. Kurutulmuş şeker pancarı posası 1:9 posa:su oranında su ile 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ardından sıkılarak su uzaklaştırılmış ve -20 °C'de dondurulmuştur. Daha sonra vakumlu kurutucu ile kurutularak öğütülmüştür. Elde edilen lif, hidrojen peroksit ile muamele edilmiş, ardından pH 11 olana kadar NaOH ilave edilmiştir. 24 saat sonra karışım pH 6-7 olana kadar HCl ile nötralize edilmiştir. Nötralize işlemi ardından lifler saf su ile yıkanmış ve -20 °C'de dondurulmuştur. Daha sonra kurutulup öğütülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada şeker pancarı posası koyu renkli parçalardan temizlendikten sonra %96'lık etil alkol ile karıştırıcı yardımıyla homojenize edilmiştir.

Posa renksizleşene kadar etil alkol ile birkaç kez yıkanmıştır. Ardından alkol süzülerek uzaklaştırılmış ve lifler kurutularak öğütülmüştür [96].

Ma et al. [103] şeker pancarı posasından pektin ekstraksiyonu gerçekleştirmişlerdir. Bunun için şeker pancarı posası yıkandıktan sonra 50 °C'de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Öğütüldükten sonra üç farklı organik asit ile (sitrik asit, malik asit ve laktik asit), 80 °C'de pH 1.5 veya 2'de 1 veya 2 saat süre ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve 4 hacim %95'lik etanol ile presipite edilmiştir. %95'lik ve %70'lik etanol ile yıkanan pektin 50 °C'de 36 saat süre ile kurutulmuştur.

Toğrul [104] ise şeker pancarı posasından selüloz ve karboksimetil selüloz üretimi gerçekleştirmiştir. Bu amaçla öncelikle şeker pancarı posası güneşte kurutularak öğütülmüştür. Kurutulmuş ve öğütülmüş şeker pancarı posasının kloroform ve metanol yardımıyla yağı; proteaz enzimi ile proteini uzaklaştırılmıştır. Amonyum okzalit ile pH 3.5'da 75 °C'de 1 saat süre ile karıştırarak pektini uzaklaştırılmıştır. Şeker pancarı posasını farklı konsantrasyonlarda NaOH ile farklı sıcaklık ve sürelerde muamele ederek hemiselülozu uzaklaştırılmıştır. Asetik asit ve NaCl ile 75 °C'de delignifikasyon işlemini gerçekleştirilmiştir. 50 °C'de 1 gün süre ile kurutarak selüloz elde edilmiştir. Şeker pancarı posasından elde edilen selüloz çeşitli solventler (su, etanol, izopropil alkol, izobütil alkol) ve farklı konsantrasyonlarda NaOH kullanılarak 1 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra belirli oranlarda sodyum klor asetat eklenerek çeşitli süre ve sıcaklıklarda karıştırılmıştır. Belirlenen süreler sonunda asetik asitle pH'sı nötrlemiş ve safsızlıkları uzaklaştırmak için metanolle yıkanarak 70 °C'de kurutulmuş ve karboksimetil selüloz elde edilmiştir.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

Bu tez çalışmasında şeker fabrikasında şeker üretim için işlenen şeker pancarından proses sonucu artık olarak açığa çıkan şeker pancarı posası kullanılarak diyet gıda lifi elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek olan diyet gıda lifinin kalitesinin artırılmasına yönelik olarak ultrason ön uygulama işlemi ve mikrodalga kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemlerle şeker pancarından elde edilecek diyet gıda lifinin proses optimizasyonun sağlanması amaçlanmıştır. Elde edilecek en iyi kalitedeki şeker pancarı lifinin model gıdalarda ürün denemeleri gerçekleştirilerek ürünlerde de hedeflenen performansın yakalanması amaçlanmıştır. Şekil 2.1’de tez çalışma planı gösterilmiştir.

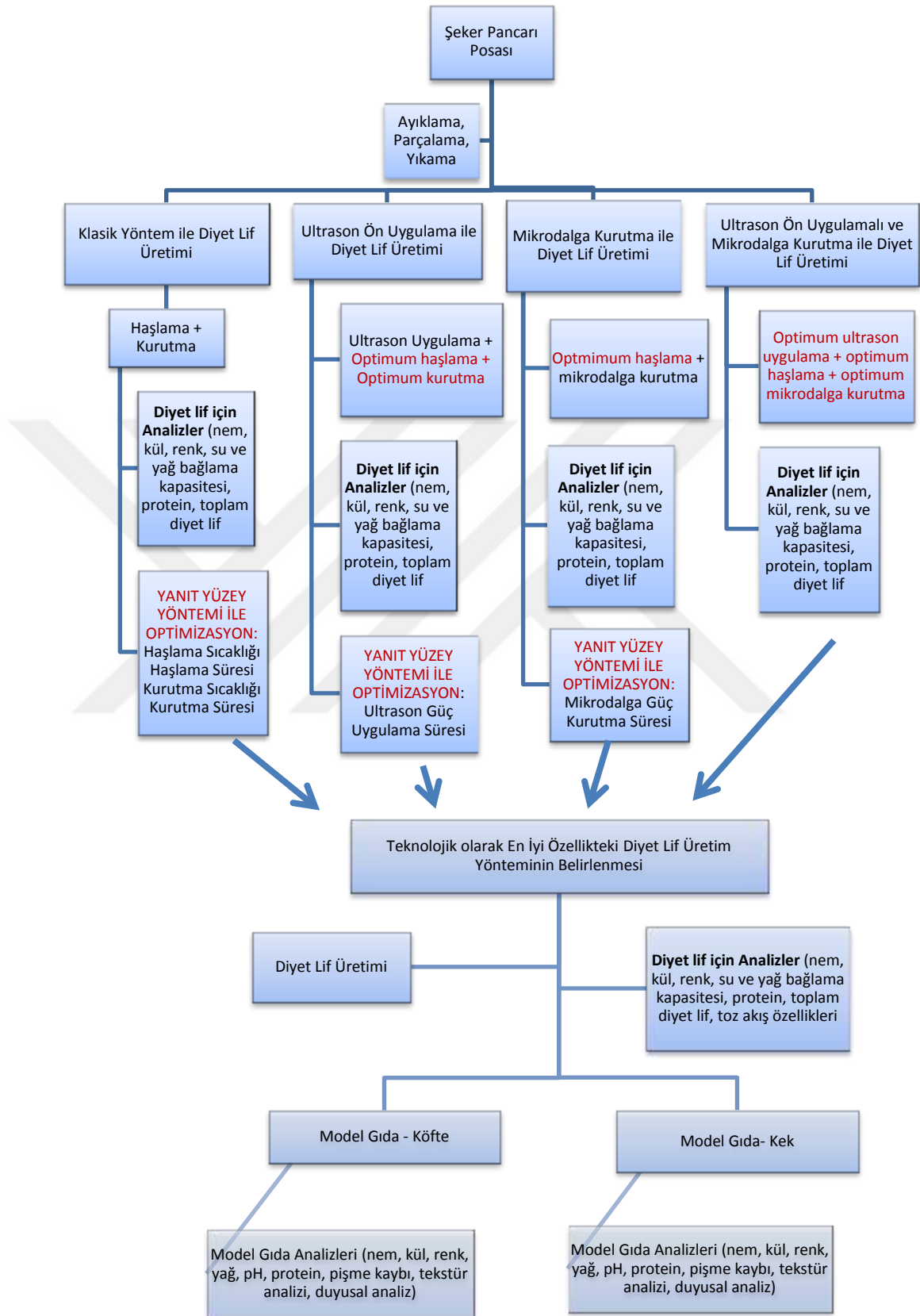
2.1. Materyal

2.1.1. Diyet Gıda Lifi Üretiminde Kullanılan Materyal

Çalışma kapsamında hammadde olarak şeker üretim prosesi sonucunda preslenerek açığa çıkan şeker pancarı posası kullanılmıştır. Şeker pancarı posası Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş’den temin edilmiştir. Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş’den çıkan şeker pancarı posası hava almayacak şekilde paketlenerek çalışmalarda kullanılabilecek kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir.

2.1.2. Hammaddede ve Elde Edilen Liflerde Yapılan Analizler için Kullanılan Materyaller

Hammadde olan şeker pancarı posasında ve tez çalışması süresince üretilen diyet liflerinde yapılan analizler için kullanılan materyaller Tablo 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tez çalışma planı

Tablo 2.1. Hammaddede ve elde edilen liflerde yapılan analizler için kullanılan materyaller

Materyal	Marka
Aseton	Sigma Aldrich, ABD
Borik Asit	Merck, Almanya
Celite	Merck, Almanya
Disodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4)	Merck, Almanya
Etanol	Sigma Aldrich, ABD
Hidroklorik asit	Merck, Almanya
Kjeldahl Tablet	Merck, Almanya
Mısır Yağı	Sırma, Türkiye
Petrol Eteri	Sigma Aldrich, ABD
Sodyum dihidrojen fosfat (NaH_2PO_4)	Merck, Almanya
Sodyum Hidroksit	Merck, Almanya
Sülfirik Asit	Merck, Almanya
Metilen Mavisi	Merck, Almanya
Metilen Kırmızısı	Merck, Almanya

2.1.3. Model Gıda Denemelerinde Kullanılan Materyaller

Tez çalışması kapsamında farklı üretim metotları uygulanarak üretilen şeker pancarı liflerinden teknolojik açıdan en iyi kalitede şeker pancarı lifi üretim yöntemi belirlenmiş ve bu yöntemle üretilen pancar lifi model gıdalarda kullanılmıştır. Bu amaçla model gıda olarak unlu mamullerden kek ve et ürünlerinden köfte örneklerinin üretim reçetelerinde şeker pancarı lifi kullanılmıştır. Kek ve köfte örneklerinin üretimleri gerçekleştirilirken kullanılan materyaller yerel marketten temin edilmiştir. Kullanılan materyaller ve markaları Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

2.1.4. Alet - Ekipman ve Cihazlar

Tez çalışması süresince diyet lif üretimlerinde, model gıda uygulamalarında ve yapılan analizlerde kullanılan alet ve ekipmanlar Tablo 2.3’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Model gıda üretimlerinde kullanılan materyaller ve markaları

Materyal	Marka
Ayçiçek Yağı	Yudum, Türkiye
Kabartma Tozu	Dr.Oetker, Türkiye
Karbonat	Pakmaya, Türkiye
Soğan Tozu	Arifoğlu, Türkiye
Süt	Sütaş, Türkiye
Toz Şeker	PanKristal, Türkiye
Tuz	Billur, Türkiye
Un	Sinangil, Türkiye
Yumurta	Kaytaş, Türkiye

Tablo 2.3. Tez çalışmasında kullanılan alet ekipmanın marka ve modelleri

Alet- Ekipman, Cihaz	Marka
Blender	Waring, USA
Elek	Retsch AS 200, Almanya
Etüv	Memmert, Almanya
Fırın	Siemens, Almanya
Hassas Terazı	Precisa LS220A, İsviçre
Isı kontrollü Termometreye sahip	VWR VT5, Almanya - IKA RCT Classic,
Manyetik Karıştırıcı	Almanya
Isıtıcı Çalkalamalı Su Banyosu	Memmert, WNB14, Almanya
Isıtıcı Manyetik Karıştırıcı	Stuart, CC 162, İngiltere
Kjeldahl Distilasyon Ünitesi	Büchi K-350, İsviçre
Kül Fırını	Protherm, Türkiye
Mikrodalga Fırın	Hotpoint Ariston, İtalya
Mikser	Fakir, Türkiye
Öğütücü	IKA M20, Almanya
pH metre	Hanna HI 2211, USA
Renk Tayin Cihazı	Konica-Minolta CR5, Japonya
Santrifüj	Hettich-320, Almanya
Tekstür Analiz Cihazı	Stable Micro System TA-XT2 Plus,
	İngiltere
Terazi	Radwag PS 2100, Polonya
Ultrason (Prob) Uygulama	Hielscher Ultrasound Tech., UP400S,
Cihazı	Almanya
Vortex	IKA Genius 3, Almanya

2.2. Yöntem

2.2.1. Diyet Lif Üretilmesi

Şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde klasik yöntem ile lif üretimi, ultrason ön uygulama ile lif üretimi ve mikrodalga kurutma ile lif üretimi olmak üzere üç temel üretim yöntemi belirlenmiştir. Bu üç üretim yönteminin modellenmesi ve optimum

proses koşullarının belirlenebilmesi amacıyla Design Expert 7.0 paket programı (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA) ile yanıt yüzey yönteminin (Response Surface Methodology) merkezi kompozit dizaynı (Central Composite Design) kullanılmıştır. Bu amaçla proseslere ait koşullar (faktörler) belirlenip yanıt yüzey metoduyla seçilen bu faktörler ile diyet lifi üretim prosesinin optimizasyon modellenmesi yapılmıştır. Prosese ait koşullar yapılan diyet lifi üretim yöntemlerindeki denemeler sonucunda belirlenmiştir.

2.2.1.1. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim yönteminin modellenmesi ve optimum üretim koşullarının belirlenmesi amacıyla uygulanan yanıt yüzey metoduna göre yapılan deneysel tasarımda alt ve üst limitlere göre haşlama sıcaklığı ve haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi olmak üzere dört faktörlü yanıt yüzey deneysel modeli oluşturulmuştur. Deney tasarımında kullanılan faktörler ve düzeyleri (alt-üst limitleri) Tablo 2.4’de gösterilmiştir. Deneysel modele ait deneme noktaları ise Tablo 2.5’de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi sırasında göz önüne alınan faktörler ve düzeyleri

Faktör	Birimi	Düzy	
		Alt Limit	Üst Limit
Haşlama Sıcaklığı	°C	75	95
Haşlama Süresi	dakika	10	45
Kurutma Sıcaklığı	°C	80	105
Kurutma Süresi	saat	6	15

Şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde deneysel modele ait 27 deneme noktasında verilen değerlere göre (Tablo 2.5) lif üretimleri gerçekleştirilmiştir. Hammadde olarak kullanılan şeker pancar posası öncelikle elle sert ve koyu renkli pancar parçalarından temizlenmiştir. Temizlenen posa bir sonraki işlemlerde safsızlıkların kolayca giderilebilmesi amacıyla kıyma/parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla laboratuvar tipi blender kullanılmıştır. Parçalanan pancar posası çeşme suyu kullanılarak yıkanmış ve süzülerek yıkama suyu uzaklaştırılmıştır.

Yıkanmış posa 1:4 posa:su oranında çeşme suyu kullanılarak haşlama işlemi uygulanmıştır. Haşlama işlemi deneysel modelde belirlenen koşullarda (Tablo 2.5) gerçekleştirilmiştir. Haşlama suyu olarak kullanılan 1:4 posa:su oranı yapılan ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. Haşlama işleminden çıkan ürün suyu sıkılarak etüvde kurumaya bırakılmıştır. Yine kurutma sıcaklığı ve süresi deneysel modelde belirlenen koşullarda (Tablo 2.5) gerçekleştirilmiştir. Kuruyan pancar lifi laboratuvar tipi öğütücü kullanılarak öğütülmüş, öğütülen lifler istenilen boyutta lif elde etmek amacıyla uygun açıklığa sahip (200 μm) elek ile elenmiştir. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimine ait şema Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli

No	Haşlama Sıcaklığı (°C)	Haşlama Süresi (dk)	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (sa)
1	75	10	80	6
2	95	10	80	6
3	75	45	80	6
4	95	45	80	6
5	75	10	105	6
6	95	10	105	6
7	75	45	105	6
8	95	45	105	6
9	75	10	80	15
10	95	10	80	15
11	75	45	80	15
12	95	45	80	15
13	75	10	105	15
14	95	10	105	15
15	75	45	105	15
16	95	45	105	15
17	75	27.5	92.5	10.5
18	95	27.5	92.5	10.5
19	85	10	92.5	10.5
20	85	45	92.5	10.5
21	85	27.5	80	10.5
22	85	27.5	105	10.5
23	85	27.5	92.5	6
24	85	27.5	92.5	15
25	85	27.5	92.5	10.5
26	85	27.5	92.5	10.5
27	85	27.5	92.5	10.5



Şekil 2.2. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması

Elde edilen şeker pancarı liflerinde nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Design Expert programı kullanılarak yanıt yüzey modeli ile haşlama sıcaklığı ve haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi olmak üzere dört faktörlü yanıt yüzey deneysel modelinde nem değeri, kül değeri, renk değerlerinden L^* değeri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı yanıt olarak belirlenmiş ve klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon nem ve kül değerleri minimize, renk değerlerinden L^* değeri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize olacak şekilde yapılmıştır.

Belirlenen optimum koşullarda şeker pancarı lifi üretimi gerçekleştirilerek nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri yapılmıştır. Klasik yöntem ile üretim optimizasyonu sonucu belirlenen optimum haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi ultrason ön uygulamalı şeker pancarı lifi üretiminde; optimum haşlama sıcaklığı ve haşlama süresi mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde uygulanmıştır.

2.2.1.2. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim yöntemi için ultrason güç (amplitude %) ve uygulanan süre olmak üzere iki faktörlü yanıt yüzey deneysel modeli oluşturulmuştur. Deneysel model ultrason süresinin 10 dk ile 30 dk arasında, gücünün (amplitude) ise %20 ile %100 arasında olacak şekilde oluşturulmuştur. Deneysel model 11 deneme noktasından oluşmuş ve Tablo 2.6'da gösterilmiştir.

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretimi için uygulanan ultrason işlemi ultrasonik prob uygulaması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan ultrason cihazı 400 W güçte (%20-%100 amplitude) , 24 kHz frekans ve 120 µm genlikte 22 mm çapında titanyum proba sahiptir. Probun maksimum enerji yoğunluğu 85 W/cm²'dir.

Tablo 2.6. Ultrason ön uygulamalı diyet lifi üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli

No	Ultrason Güç (Amplitude) (%)	Süre (dk)
1	20	10
2	100	10
3	20	30
4	100	30
5	20	20
6	100	20
7	60	10
8	60	30
9	60	20
10	60	20
11	60	20

Deneme noktalarında verilen değerlere göre (Tablo 2.6) şeker pancarı posasına ultrason ön uygulama gerçekleştirilmiş, ardından haşlama sıcaklığı ve süresi, kurutma sıcaklığı ve süresi klasik yöntem için belirlenen optimum noktalarda uygulanmıştır. Buna göre şeker pancarı posasında ayıklama işlemi için yabancı cisimler, koyu renkli ve sert parçalar uzaklaştırılmış, yıkanmış ve şeker pancarı posası parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkanmış ve parçalanmış posalara 1:4 oranında posa:su ilave edilmiş ve yanıt yüzey metodu deneysel modelinde belirlenen noktalara (Tablo 2.6) göre ultrason uygulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ultrason uygulaması gerçekleştirilen şeker pancarı posası klasik yöntem için belirlenen optimum noktalarda haşlanmış, ardından

kurutularak öğütülmüştür. Öğütülen pancar lifleri 200 μ m gözenek boyutuna sahip elek ile elenmiştir. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretimine ait şema Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması

Üretilen şeker pancarı liflerinde nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri gerçekleştirilmiştir. Design Expert programı kullanılarak yanıt yüzey modeli ile yapılan optimizasyonda yanıt olarak belirlenen nem ve kül değerleri minimize, renk değerlerinden L^* değeri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı maksimize edilmiştir.

Optimum koşulları belirlenen ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi ile şeker pancarı lifi üretilmiş, lif örneklerinde nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri yapılmıştır. Optimum ultrason güç ve ultrason uygulama süre değerleri ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı şeker pancarı lifi üretiminde kullanılmıştır.

2.2.1.3. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi için klasik yöntemde optimum koşulları belirlenen haşlama sıcaklığı ve haşlama süreleri kullanılarak diyet lifler üretilmiş, kurutma aşamasında mikrodalga güç ve uygulama süresi olmak üzere iki faktörlü yanıt yüzey deneysel modeli oluşturulmuştur. Mikrodalga güç için alt ve üst limitler 450 W ile 900 W, mikrodalga uygulama

(kurutma) süresi alt ve üst limitleri ise 30 dk ile 90 dk olacak şekilde deneysel model oluşturulmuştur. 11 deneme noktasından oluşan deneysel model Tablo 2.7’de gösterilmiştir.

Tablo 2.7. Mikrodalga kurutma yöntemi ile diyet lif üretimi için yanıt yüzey metodu deneysel modeli

No	Mikrodalga Güç (W)	Süre (dk)
1	450	30
2	900	30
3	450	90
4	900	90
5	450	60
6	900	60
7	675	30
8	675	90
9	675	60
10	675	60
11	675	60

Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretim için şeker pancarı posası diğer yöntemlerde olduğu gibi ayıklama, yıkama ve parçalama (boyut küçültme) işlemlerine tabi tutulduktan sonra klasik yöntem için belirlenen optimum haşlama sıcaklığı ve haşlama süresi kullanılarak ısı işleme tabi tutulmuştur. Ardından yanıt yüzey deneysel modelinde belirlenen 11 noktada mikrodalga ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kuruyan şeker pancarı lifleri öğütülerek uygun gözenek çapına sahip elek (200 μ m) ile elenmiştir. Mikrodalga kurutma ile şeker pancarı lifi üretimine ait şema Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması

Mikrodalga kurutma ile üretilen şeker pancarı liflerinde nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri gerçekleştirilmiş, Design Expert programı kullanılarak yanıt yüzey modeli ile üretim optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon için nem ve kül değerleri minimize, renk değerlerinden L^* değeri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize olarak değerlendirilmiştir.

Belirlenen optimum mikrodalga güç ve süre kullanılarak diyet lif üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen lifte nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri yapılmıştır. Belirlenen optimum mikrodalga güç ve süre ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı şeker pancarı lifi eldesinde kullanılmıştır.

2.2.1.4. Ultrason Ön Uygulamalı ve Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Klasik yöntem, ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimleri için yanıt yüzey modeli ile belirlenen optimum parametreler kullanılarak ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı şeker pancarı lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle şeker pancarı posası koyu renkli ve sert parçalardan, yabancı cisimlerden ayıklanmış, yıkanmış ve parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Yıkanmış ve parçalanmış posaya 1:4 posa:su oranında su ilave edilmiş ve ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretim yönteminde belirlenen optimum ultrason parametreleri (ultrason güç ve süre) kullanılarak ultrason ön uygulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Haşlama işlemi için klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde belirlenen optimum haşlama sıcaklığı ve optimum haşlama süresi kullanılmıştır. Liflerin kurutulması aşamasında ise mikrodalga yöntemi kullanılmıştır. Burada da yine mikrodalga kurutma ile şeker pancarı lifi üretiminde belirlenen optimum mikrodalga güç ve optimum süre kullanılarak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen şeker pancarı lifleri öğütülerek 200 μm gözenek boyutuna sahip elek ile elenmiştir. Ultrason ön uygulamalı ve mikrodalga kurutma ile şeker pancarı lifi üretimine ait üretim şeması Şekil 2.5’de gösterilmiştir. Elde edilen lif örneklerinde nem

tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.5. Ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim şeması

2.2.1.5. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi

Klasik yöntem, ultrason ön uygulama, mikrodalga kurutma ve ultrason ön uygulamayla birlikte mikrodalga kurutma yöntemlerinde belirlenen optimum şartlarda üretimler gerçekleştirilmiş ve üretilen liflerde nem tayini, kül tayini, renk tayini (L^* , a^* , b^*), su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein tayini ve toplam diyet lif tayini analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları kıyaslanarak teknolojik olarak en iyi kalitede şeker pancarı posasından diyet lif üretim yöntemi belirlenmiştir. Belirlenen yöntemle lifler üretilerek bu lifler model gıda olarak seçilen kek ve köfte örneklerinin üretim reçetelerine farklı oranlarda ilave edilmiştir. Kek ve köfte örnekleri için nem, kül, protein, yağ, pH, pişme (ağırlık) kaybı, tekstür ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca belirlenen yöntemle üretilen şeker pancarı lifi örneklerinin toz akış özellikleri belirlenmiştir.

2.2.2. Yapılan Analizler

2.2.2.1. Hammaddede Yapılan Analizler

Hammadde olarak kullanılarak şeker pancarı posasında kuru madde, kül, yağ, protein, toplam diyet lif, su bağlama ve yağ bağlama analizleri gerçekleştirilmiştir.

Şeker pancarı posasının kuru madde miktarı AOAC 2000'e [105] göre etüvde 105°C'de sabit kurutulması ile belirlenmiştir.

Şeker pancarı posasının kül içeriği, AOAC 2000'e [105] göre kül fırınında 550°C'de yakılmasıyla belirlenmiştir.

Şeker pancarı posasında yağ miktar tayini AOAC 2000'e [105] göre Soxhlet metodu kullanılarak belirlenmiştir. Çözücü olarak petrol eteri kullanılmıştır.

Protein miktarı için AOAC 2000'e göre Kjeldahl metodu kullanılarak % azot miktarı belirlenmiş, azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılmış ve protein miktarı bulunmuştur.

Toplam diyet lif miktarları Megazyme toplam diyet lif analiz kiti (Megazyme, Ireland) kullanılarak AOAC, 1995 [106] ve AACC, 1995 [107] metotlarına uygun olarak belirlenmiştir [108].

Şeker pancarı posasının su bağlama ve yağ bağlama kapasiteleri posa kurutulup toz haline getirildikten sonra belirlenmiştir. Su ve yağ bağlama kapasiteleri bir gram posanın absorbladığı su/yağ miktarı olarak g/g cinsinden hesaplanmıştır [109].

2.2.2.2. Elde Edilen Şeker Pancarı Liflerinde Yapılan Analizler

2.2.2.2.1. Nem Tayini

Şeker pancarı lifi örneklerinin nem miktarları AOAC 2000'e [105] göre belirlenmiştir. Bu amaçla örnekler yaklaşık 2 g olarak tartılmış, önceden sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış örnek kaplarına tartılarak 105 °C'de etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemi ardından örnekler desikatörde oda sıcaklığına soğutulmuş ve tartılarak aradaki ağırlık farkından % nem değerleri hesaplanmıştır.

2.2.2.2.2. Kül Tayini

Şeker pancarı lifi örneklerinin kül içeriği, AOAC 2000'e [105] göre belirlenmiştir. Bu amaçla örnekler sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış porselen krozelere yaklaşık 2 g olarak tartılmış, 550 °C sıcaklıktaki kül fırınında yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda örnekler desikatörde oda sıcaklığına soğutulmuş ve tartılarak aradaki ağırlık farkından % kül değerleri hesaplanmıştır.

2.2.2.2.3. Su Bağlama Kapasitesi

Şeker pancarı lifi örneklerinin su bağlama kapasitesi analizi için 1 g toz haldeki örnek, darası alınmış santrifüj tüplerine konulmuş, üzerine 30 ml saf su eklenerek vortex yardımıyla 1 dk süre ile karıştırılmış ve tüpler 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra 3000 g'de 20 dk santrifüjlenmiş, biriken su alınarak tüp yeniden tartılmıştır. Su bağlama kapasitesi her bir gram örneğin tuttuğu su miktarı olarak g/g cinsinden hesaplanmıştır [109].

2.2.2.2.4. Yağ Bağlama Kapasitesi

Şeker pancarı lifi örneklerinin yağ bağlama kapasitesi analizi de su bağlama kapasitesi ile benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. 1 g toz haldeki örnek üzerine 30 ml mısır yağı eklenerek santrifüj tüplerine konulmuş, vortex yardımıyla 1 dk süre ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 24 saat boyunca bekletilmiştir. Ardından 3000 g'de 20 dakika santrifüjlenmiş, biriken yağ alınarak tüp tartılmıştır. Yağ bağlama kapasitesi her bir gram örneğin tuttuğu yağ miktarı olarak g/g cinsinden hesaplanmıştır [109].

2.2.2.2.5. Renk Tayini

Şeker pancarı lifi örneklerinin renk değerleri kalibrasyonu yapılmış renk tayin cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar CIE $L^*a^*b^*$ renk modeli cinsinden verilmiştir. L^* değeri açıklık-koyuluk (0: siyah, 100: beyaz), a^* değeri yeşilden kırmızıya geçişi (+a: kırmızı, -a: yeşil), b^* değeri sarılıktan maviye geçişi (+b: sarı, -b: mavi ifade etmektedir [102].

2.2.2.2.6. Protein Tayini

Şeker pancarı lifi örneklerinin protein tayini için AOAC 2000'e [105] göre Kjeldahl metodu kullanılarak önce % azot tayini yapılmış, azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılarak protein miktarı bulunmuştur. Bunun için yaklaşık 1 g örnek yakma tüpünde katalizör ve 25 ml derişik H_2SO_4 ile yakılarak soğumaya bırakılmıştır. Yakma işleminden sonra soğutulan örnek üzerine 125 ml %40'lık NaOH çözeltisi eklenmiş ve destilasyon cihazına yerleştirilerek 50 ml borik asit ve 5-6 damla indikatör çözeltisi (100 mL %95–96'luk etil alkolde çözündürülmüş 0.3 g metilen kırmızısı ile 100 mL %95–96'luk etil alkolde çözündürülmüş 0.1 g metilen mavisi) damlatılmıştır. Elde

edilen destilat 0.1 N HCl ile menekşe rengi elde edilene kadar titre edilmiştir. Ayrıca örnek olmadan, tayinin başından beri kullanılan tüm reaktiflerle bir kör deneme yapılmıştır. Hesaplama için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\%Azot = \frac{(V_1 - V_0) \times N \times 0.014}{m}$$

V_1 = Titrasyonda harcanan çözelti hacmi (ml)

V_0 = Kör titrasyonunda harcanan çözelti hacmi (ml)

N = Titrasyonda kullanılan çözeltinin normalitesi

m = Alınan gıda örneği miktarı (g)

% Protein = % N x 6.25

2.2.2.2.7. Toplam Diyet Lif Tayini

Şeker pancarı lifi örneklerinin toplam diyet lif miktarları AOAC 1995 [106] ve AACC 1995 [107] metotlarına uygun olarak Megazyme toplam diyet lif analiz kiti (Megazyme, Ireland) kullanılarak belirlenmiştir [108]. Toz haldeki örnekler 0.1 mg hassasiyetle 1 g olarak tartılarak behere konulmuştur. 50 ml pH 6.0'da fosfat tamponu ilave edilerek pH metre ile pH'sı ayarlanmıştır. 50 µl α-amilaz eklendikten sonra beherin ağzı alüminyum folyo ile kapatılmış, 98-100 °C'de su banyosunda 15 dk bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulduktan sonra 10 ml 0.275 N NaOH tamponu ile pH 7.5'a ayarlanmış ve 100 µl proteaz eklenmiştir. 60 °C'de 30 dk süre ile karıştırılarak bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulup 10 ml 0.325 N HCl eklenerek pH'sı 4.5'e ayarlanmıştır. 200 µl amiloglukosidaz ilave edilerek 60 °C'de 30 dk süre ile karıştırılarak bekletilmiştir. 60 °C'ye ısıtılmış 280 ml %95'lik etanol ilave edilerek 60 dk boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Gooch krozesine (filtreli cam kroze) yaklaşık 0.1 mg celite konulmuş, %78'lik etanol ile yıkanmıştır. Oda sıcaklığında bekletilen çözelti vakum pompası yardımı ile gooch krozesinden geçirilmiştir. Ardından sırası ile üç defa 20 ml %78'lik etanol ile, iki defa 10 ml %95'lik etanol ile ve iki defa 10 ml aseton ile yıkanmıştır. Kalıntı içeren gooch krozesi 105 °C'de 1 gece etüvde kurutulmuş ve tartılmıştır.

İki paralel olarak hazırlanan örneklerden biri protein (AOAC 2000'e [105] göre Kjeldahl metodu ile), diğeri kül (AOAC 2000'e [105] göre 550 °C'de yakılarak) tayini için kullanılmıştır. Protein ve kül miktarları belirlendikten sonra aşağıdaki eşitlikler kullanılarak toplam diyet lif miktarı hesaplanmıştır.

Kalıntı Kör Miktarı (KKM)	= iki tekerrür Kalıntı Kör Miktarları mg cinsinden
Kör Protein Kalıntı Miktarı (KPM)	= KKM x % Protein Kör Miktarı / 100
Kalıntı Kör Kül Miktarı (KkülM)	= KKM x % Kül Kör Miktarı / 100
Düzeltilmiş Kör (DK)	= KKM - KPM - KkülM
Örneklerin Kalıntı Miktarı (ÖKM)	= Örneklerin Kalıntı Miktarı mg cinsinden
Örneklerin Kalıntı Protein Miktarları	= ÖKM x % Örneklerin Protein (ÖKPM) Miktarı / 100
Örneklerin Kalıntı Kül Miktarları	= ÖKM x % Örneklerin Kül Miktarı/100 (ÖKkülM)
Düzeltilmiş Örneklerin Kalıntısı (DÖK)	= ÖKM - ÖKPM - ÖKkülM - DK
% Toplam Diyet Lif	= 100 x DÖK / Örnek Miktarı (mg)

2.2.2.2.8. Optimum Koşulda Üretilen Şeker Pancarı Lifinin Fiziksel, Teknolojik ve Toz Akış Özelliklerinin Belirlenmesi

Şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde dört farklı yöntem ile üretim gerçekleştirilmiş (klasik yöntem, ultrason ön uygulamalı, mikrodalga kurutma ile, ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutmanın birlikte uygulandığı yöntem ile) ve teknolojik olarak en iyi özelliğe sahip olan üretim yöntemi belirlenmiştir. Bu üretim yöntemi (ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulanması) ile üretilen şeker pancarı lifi üç farklı boyutta (<100 µm, 100-200 µm, 200-300 µm) öğütülerek elenmiştir. Her bir örnekte toz akış özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, Carr indeks değeri, kohezyon, kekleşme ve toz akış hızı bağımlılık testleri (PFSD testi) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca partikül boyutunun liflerin fiziksel ve teknolojik özelliklerine olan etkisini de inceleyebilmek amacıyla her bir boyuttaki lif için renk, su bağlama ve yağ bağlama kapasitesi analizleri de gerçekleştirilmiştir.

- **Yığın Yoğunluğu ve Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğunun Belirlenmesi**

Önceden darası alınmış dereceli silindir içerisine sabit şekilde doldurulan şeker pancarı lifinin ağırlığı belirlenerek yığın yoğunluğu mililitre başına gram cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra aynı silindire lifler zemine hafifçe vurmak suretiyle sıkıştırılarak doldurulmuş ve yeniden ağırlığı ölçülerek sıkıştırılmış yığın yoğunluğu mililitre başına gram cinsinden belirlenmiştir [110].

- **Carr İndeks Değerinin Belirlenmesi**

Carr indeksi sıkıştırılmış yığın yoğunluğu ile yığın yoğunluğu arasındaki farka göre hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$\text{Carr İndeks Değeri} = \frac{\text{Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğu} - \text{Yığın Yoğunluğu}}{\text{Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğu}} \times 100$$

%5 ile 15 arasındaki Carr indeks değeri mükemmel bir akışı gösterirken, %25'in üzerindeki Carr indeks değeri düşük akışkanlığı göstermektedir [111].

- **Toz Akış Özelliklerinin Belirlenmesi**

Şeker pancarı lifi örneklerinin toz akış özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Stable Micro System TAXT2 Plus tekstür cihazı kullanılmıştır. Tekstür cihazının, toz akış analizörü 50 mm iç çapı ve 120 mm yüksekliğe sahip dikey cam silindir ile 10 mm yüksekliğe ve 48 mm çapa sahip dikey ve yatay düzlemde hareket eden özel bir bıçaktan oluşmaktadır. Toz akış analizörü kullanılarak kohezyon, kekleşme ve toz akış hızı bağımlılık (PFSD) testleri gerçekleştirilmiştir [112].

Kekleşme (caking) Testi: Kekleşme, genellikle işlevsellik kaybı ve toz kalitesinin kaybıyla birlikte oluşan, tozların amorf durumdan yapışkan duruma dönüşüm işlemidir. Kekleşme kuvveti, ambalaj etkinliği, partikül etkileşimi ve nem içeriğinden etkilenebilir. Kekleşme testi sırasında bıçak, toz yüzeyini düzleştirir ve toz kolonunu belirtilen bir kuvvetle sıkıştırır. Topaklanma testi, iki koşullandırma döngüsü ve ardından kek yüksekliği ve kolon yüksekliğinin kaydedildiği beş sıkıştırma devresi ile başlar. Kek yüksekliği oranı, kek yüksekliği ve kolon yüksekliği bölünerek elde edilir. Yüksek kekleşme eğilimine sahip olan toz, sıkıştırma döngüsüyle birlikte kolon yüksekliğinin değişmesine, bu da kek yüksekliği oranının artmasına neden olur.

Kekleşme eğilimi çok az ya da hiç olmayan tozlar kek yüksekliği oranında bir değişiklik göstermeyecektir [111, 113].

Kohezyon Testi: Kohezyon, toz parçacıklarının birbirine yapışma ve topaklanma eğilimidir. Kohezyon katsayısı, bıçak toz kolonu boyunca yukarı doğru hareket ederken, 50 mm.s^{-1} hızda, dekompresyon aşamasında belirlenir. Kohezyon katsayısı, kuvvet/mesafe eğrisinin altında kalan negatif alanların birleştirilmesiyle hesaplanır. Kohezyon indeksi ise kohezyon katsayısı/numune ağırlığı olarak ifade edilmektedir. Düşük kohezyon indeksi, kohezif olmayan serbest akışlı tozlarla, kohezyon indeksi, kohezif ve zayıf akışlı tozlarla ilişkilidir. Kohezyon indeksine göre tozların kategorizasyon ölçeği Tablo 2.8’de gösterilmektedir [112, 114].

Tablo 2.8. Tozların kohezyon indekslerine göre sınıflandırılması

Kohezyon indeksi (mm)	Akış özelliği
> 19	Yoğun şekilde kohezif
16 – 19	Oldukça kohezif
14 – 16	Kohezif
11 – 14	Kolay akış
< 11	Serbest akış

Toz Akış Hızı Bağımlılık Testi (PFSD testi): Toz Akış Hızı Bağımlılık testi (PFSD), tozların hız akış özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Test, iki koşullandırma döngüsüyle başlamaktadır. 10 mm.s^{-1} , 20 mm.s^{-1} , 50 mm.s^{-1} ve 100 mm.s^{-1} şeklinde artan hızlarda bir döngü ve 10 mm.s^{-1} ile çalışan iki final döngüsünden oluşmaktadır. Sıkıştırma katsayıları kuvvet/mesafe eğrisinin altındaki pozitif alandan hesaplanmaktadır. 1’e yakın değerdeki akış stabilitesi, toz ürünün PFSD testi ile değişmediğini göstermektedir. Akış stabilitesinin 1’den büyük olması (yüksek bir sıkıştırma katsayısı vererek değişim) veya 1’den küçük olması (düşük sıkıştırma katsayısı vererek değişim) ise tozun yıpranma veya partiküldeki şekil değişikliklerinden dolayı örneğin değişime uğradığını göstermektedir [115, 116].

2.2.3. Elde Edilen Şeker Pancarı Liflerinin Model Gıdalarda Kullanımı

Teknolojik açıdan en iyi kalitede şeker pancarı posasından diyet lif üretim yöntemi belirlendikten sonra şeker pancarı lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen şeker pancarı liflerinin model gıdalardaki kullanımının incelenmesi amacıyla gıda sektöründe diyet gıda liflerinin en fazla kullanıldığı unlu mamüller ve et sektörlerinden birer gıda model olarak seçilmiştir. Unlu mamüller sektöründen kek, et sektöründen de köfte model gıda olarak seçilmiş, her iki ürün için de diyet lif kullanılmadan (kontrol), ve iki farklı oranda (%3 ve %6) 200 µ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifi kullanılarak model gıda üretimleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.3.1. Model Kek Üretimi

Diyet gıda lifi kullanılmadan ve diyet gıda lifi kullanılarak üretilen kek örnekleri için kullanılan un, toz şeker, süt, yumurta, sıvı yağ ve kabartma tozu yerel marketlerden temin edilmiştir. Kek yapımı için öncelikle yumurta ve toz şeker mikserle 5 dakika süresince maksimum hızda iyice çırpılmış, ardından yağ ve süt ilave edilerek 1 dk daha çırpılmıştır. Un ve kabartma tozu ilave edilerek karıştırılmıştır. Hazırlanan kek hamuru 200 °C'deki fırında 30 dk süre ile pişirilmiştir [117]. Diyet lif içermeyen (kontrol), %3 ve %6 oranında 200 µ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifi içeren şeklinde üç farklı kek örneği üretilmiştir. Keklerin yapımında kullanılan bileşenler ve kullanım oranları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. Kek üretiminde kullanılan bileşenler ve oranları

Bileşenler	Diyet lif içermeyen (kontrol) kek örnekleri için oranlar (%)	%3 şeker pancarı lifi içeren kek örnekleri için oranlar (%)	%6 şeker pancarı lifi içeren kek örnekleri için oranlar (%)
Yumurta	17	17	17
Toz şeker	25	25	25
Süt	21	21	21
Sıvı yağ	11	11	11
Kabartma tozu	1	1	1
Un	25	25	25
Şeker Pancarı Lifi	-	3	6

2.2.3.1.1. Kek Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

Unlu mamüllerden model gıda olarak seçilen, %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek ve lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen kek örneklerinin nem [105], kül [105], protein [105] ve yağ miktarları [105] belirlenmiştir. Kek örneklerinin pH'ları %1 solüsyonları hazırlanarak kalibre edilmiş pH metre ile, keklerin iç renk değerleri ise kalibre edilmiş renk tayin cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Keklerde pişme öncesi hamur ağırlığı ve pişme sonrası kek ağırlığı tartılarak % pişme (ağırlık) kaybı hesaplanmıştır.

2.2.3.1.2. Kek Örneklerinin Tekstür Analizi

Kek örneklerinin tekstür profil analizi için, silindir SMS P/50 probe kullanılarak ikili sıkıştırma testi uygulanmıştır. Test parametreleri ilk test hızı, test hızı ve son test hızı 2 mm/s, mesafe 10 mm, süre 5 s ve başlangıç kuvveti de 5 g olarak ayarlanmıştır. Kullanılan tekstür cihazının (Stable Micro System, TAXT2 Plus) yazılımı (Texture Exponent 32) kullanılarak 5 cm genişlik, 5 cm derinlik ve 2.5 cm yükseklik olacak şekilde kesilen kek örneklerinin sertlik (hardness), tutunabilirlik-dış yapışkanlık (adhesiveness), esneklik (springiness), bağlayıcılık-iç yapışkanlık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve elastikiyet (resilience) değerleri belirlenmiştir [118].

2.2.3.1.3. Kek Örneklerinde Duyusal Analiz

Kek örneklerinin duyusal analizleri Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği lisans ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 19-36 yaş aralığında, ortalama 23.4 ± 3.12 yaş ve ortalama 21.73 ± 2.95 beden kitle indeksine sahip 34 kadın ve 6 erkekten oluşan kırk kişilik eğitimsiz panelist grubu ile gerçekleştirilmiştir. Panelistler duyusal test öncesinde bilgilendirilmiş, lif içermeyen (kontrol), %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi içeren örnekler rastgele seçilen üç basamaklı sayılar ile kodlanmış ve her tadım sonrası ağızda tadın değişmesi için su ile birlikte sunulmuştur. Duyusal değerlendirme formları 9 puanlı hedonik skala testine göre hazırlanmıştır. Bu teste göre 1: en iyi, 9:en kötüyü ifade etmektedir. Duyusal değerlendirme form örneği EK 1'de verilmiştir. Kek örnekleri görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni yönünden [119] değerlendirilmiştir. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçları çok kriterli karar

verme yöntemlerinden Basit Toplamlı Ağırlıklandırma (SAW-Simple Additive Weighting) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

2.2.3.2. Model Köfte Üretimi

Şeker pancarı posasından elde edilen diyet lif kullanılarak ve lif kullanılmadan üretilen köfte örnekleri için et, yağ, tuz, soğan tozu ve karbonat yerel marketlerden temin edilmiştir. Köfte yapımı için kullanılan bileşenler ve oranları Tablo 2.10'da verilmiştir. Köfte örnekleri için 200 µ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifi kullanılmıştır. Tüm malzemeler el ile iyice yoğurularak hazırlanmış, 5 cm çap, 0.5 cm yüksekliğe sahip bir kalıp yardımıyla şekil verilmiştir. Hazırlanan köfteler yağlı kâğıt serilmiş fırın tepsisine dizilerek fırında 200 °C'de 45 dk süre ile pişirilmiştir [120].

Tablo 2.10. Köfte üretiminde kullanılan bileşenler ve oranları

Bileşenler	Diyet lif içermeyen (kontrol) köfte örnekleri için oranlar (%)	%3 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri için oranlar (%)	%6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri için oranlar (%)
Et	75	75	75
Yağ	20	20	20
Tuz	1.5	1.5	1.5
Soğan Tozu	1	1	1
Su	2	2	2
Karbonat	0.5	0.5	0.5
Şeker Pancarı Lifi	-	3	6

2.2.3.2.1. Köfte Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

%3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilen ve lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen köfte örneklerinin nem miktarları AOAC 2000'e [105] göre 105°C'de etüvde sabit kurutulmaları ile, kül miktarları AOAC 2000'e [105] göre kül fırınında 550°C'de yakılmalarıyla belirlenmiştir. Protein miktarları AOAC 2000'e [105] göre Kjeldahl metodu ile, yağ miktarları Soxhlet metodu ile AOAC 2000'e [105] göre belirlenmiştir. Köfte örneklerinin pH'ları %1 solüsyonları hazırlanarak kalibre edilmiş pH metre ile, iç renk değerleri ise kalibre edilmiş renk tayin cihazı kullanılarak ölçülmüş, sonuçlar CIE $L^*a^*b^*$ cinsinden belirlenmiştir. Köftelerin pişme öncesi ağırlığı ve pişme sonrası ağırlığı tartılarak % pişme (ağırlık) kaybı, pişme öncesi çapları ve pişme sonrası çapları ölçülerek % çap kayıpları hesaplanmıştır.

2.2.3.2.2. Köfte Örneklerinde Tekstür Analizi

Köfte örneklerinin tekstür profil analizleri Stable Micro System, TAXT2 Plus tekstür cihazı ve Texture Exponent 32 yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. P/50 probe kullanılarak uygulanan ikili sıkıştırma testinde test parametreleri ilk test hızı 2 mm/s, test hızı ve son test hızı 1 mm/s, mesafe 5 mm, süre 5 s ve başlangıç kuvveti de 10 g olarak ayarlanmıştır [121]. Köftelerin tekstürel özellikleri sertlik, tutunabilirlik (dış yapışkanlık), esneklik, bağlayıcılık (iç yapışkanlık), sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet olarak belirlenmiştir.

2.2.3.2.3. Köfte Örneklerinde Duyusal Analiz

Köfte örneklerinin duyusal analizleri Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği lisans ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan kırk kişilik (13 erkek 27 kadın) eğitimsiz panelist grubu ile gerçekleştirilmiştir. Panelistler 19-36 yaş aralığında (ortalama 23.1 ± 3.55), ortalama 22.7 ± 3.06 beden kitle indeksine sahiptirler. Duyusal test öncesinde panelistler bilgilendirilmiştir. Örnekler (kontrol, %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi içeren) rastgele seçilen üç basamaklı sayılar ile kodlanmıştır. Köfte örnekleri panelistlere her bir örnek tadımı sonrasında ağızdaki tadın değişmesi için su ile birlikte sunulmuştur. Duyusal değerlendirme formları 9 puanlı hedonik skala testine göre (1: en iyi, 9: en kötü) ifade etmektedir) hazırlanmıştır. Duyusal değerlendirme form örneği EK 2’de verilmiştir. Köfte örnekleri görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni yönünden değerlendirilmiştir [122]. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları çok kriterli karar verme yöntemlerinden SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) yöntemi ile değerlendirilmiştir.

2.2.4. İstatistiksel Analizler

Klasik yöntem ile, ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretim koşullarının optimizasyonunda Design Expert 7.0.0 ile yanıt yüzey deneysel modeli kullanılmıştır. Dört farklı yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin fizikokimyasal ve teknolojik özelliklerinin kıyaslanmasında ve model gıdalarda yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılmıştır. Ortalamaların

kıyaslanmasında tek faktör varyans analizi (ANOVA), gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla da Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Kek ve köfte örneklerinin duyusal sonuçlarının değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) yöntemi kullanılmıştır.

2.2.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi

Çok kriterli karar verme, seçim veya sıralama amacıyla alternatiflerin, farklı ölçüm birimlerine sahip bir takım nitel veya nicel kriterler kullanılarak değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir [123].

2.2.4.1.1. Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi (SAW-Simple Additive Weighting)

SAW kriterleri ağırlıklarıyla çarparak her alternatif için ağırlıklı bir puan belirlemeyi amaçlayan çok kriterli bir karar verme tekniğidir. Kek ve köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları için Şekil 2.6'da gösterildiği gibi 3 alternatifli 6 kriterli bir karar hiyerarşisi oluşturulmuş ve SAW yöntemi için şu adımlar uygulanmıştır [124];

1. Hedefe yönelik olarak her kriter için Tablo 2.11'de gösterilen Saaty'nin 1-9 ölçeğindeki ikili karşılaştırmalar tablosu kullanılarak ikili karşılaştırma matrisi ($n \times n$) oluşturulmuştur.
2. Her karşılaştırma için, kriterlere ne kadar önemli olduğunu göstermek için puan verilmiştir.
3. m alternatif ve n kriter içeren bir karar matrisi ($m \times n$) oluşturulmuş ve matris normalleştirilmiştir. Normalleştirme ilgili parametrenin satırının toplamına oranıdır.
4. Aşağıdaki denklem kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

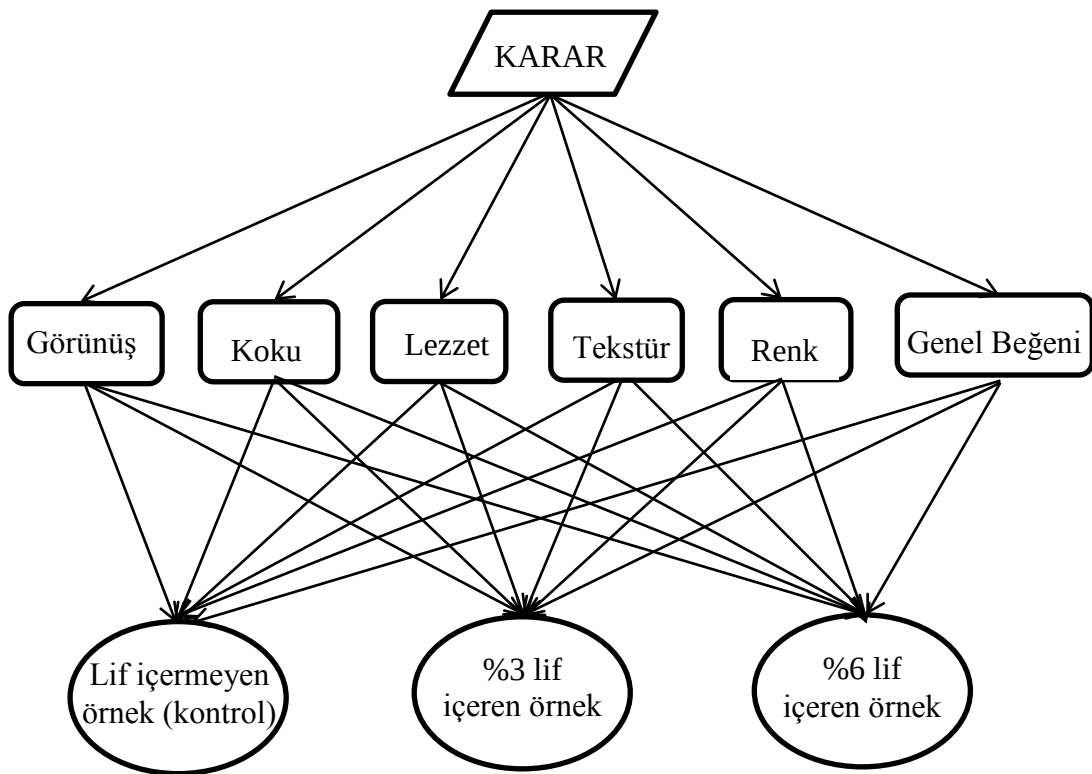
$$A_i = \sum_j W_j x_{ij} \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad j = 1, 2, 3$$

Burada x_{ij} , j'nci kritere göre i'nci alternatifin puanını; w_j ise kriterin ağırlığını göstermektedir.

5. Alternatifler, ağırlıklı normalize edilmiş vektörlerin sıralarının toplamı hesaplanarak sıralanır.
6. Ağırlıklı normalleştirilmiş vektörlerin toplamı hesaplanarak alternatiflerin sıralamasını bulunmuştur.

Tablo 2.11. Saaty 1-9 ölçeği

Önem Derecesi	Karar	Açıklama
9	Kuvvetli derecede tercih	Biri diğerine göre en üst derecede daha önemli
8	Oldukça, çok güçlü	
7	Çok güçlü tercih	Biri diğerine göre oldukça güçlü derecede önemli
6	Güçlünün üstünde	
5	Güçlü tercih	Biri diğerine göre güçlü derecede önemli
4	Ortanın üstünde	
3	Orta derecede tercih	Biri diğerine göre hafif derecede önemli
2	Zayıf ya da hafif	
1	Eşit tercih	İkisi de eşit derecede önemli



Şekil 2.6. Kek ve köfte örneklerinin duysal analiz sonuçları için karar hiyerarşisi

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Hammaddede Yapılan Analizler

Çalışma kapsamında şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için hammadde olarak kullanılan şeker pancarı posasına ait fizikokimyasal özellikler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Şeker pancarı posasının fizikokimyasal özellikleri

Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı* (%)	Yağ Miktarı* (%)	Protein Miktarı* (%)	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)
78.29±0.08	5.55±0.09	0.37±0.03	8.44±0.06	5.59±0.09	2.11±0.06

* Toplam kuru maddede % miktar. ±, standart sapma

3.2. Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi ve Optimizasyonu

3.2.1. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde optimum proses koşullarının belirlenmesi amacıyla yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile yapılan deneysel modele ait 27 deneme noktasında verilen değerlere göre üretilen liflerde yapılan fizikokimyasal ve teknolojik analizlerin sonuçları Tablo 3.2’de gösterilmiştir. Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretimi için yanıt yüzey deneysel modelinde haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi olmak üzere dört faktör belirlenmiştir. Nem, kül, renk için L^* , a^* , b^* değerleri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein ve toplam diyet lif miktarı yanıt olarak belirlenmiştir.

3.2.1.1. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri

Yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modelleme işleminde şeker pancarı lifi örneklerinin nem değerlerine ait veriler için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamış, nem üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmayan faktörleri elemek için geri eleme (backward) yöntemi kullanılmıştır. Geri eleme $\alpha=0.05$ önem düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Model olarak kuadratik model seçilmiştir. Modelleme sonucunda faktörlerin nem üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.3’de gösterilmiştir. Tablo 3.3’de görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği üzere önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Faktörlerin nem üzerindeki etkileri dikkate alınarak şeker pancarı lifine ait tahmini nem değerini belirlemek amacıyla oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiştir. Regresyon denkleminin determinasyon katsayısı ise 0.995 olarak bulunmuştur.

$$\text{Nem (\%)} = 8.584 + 1.321*A + 0.087*B - 1.256*C - 0.066*D + 0.001*A*C - 0.008*C*D - 0.008*A^2 - 0.002*B^2 + 0.007*C^2 + 0.031*D^2$$

Tablo 3.2. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	20.04	10	2.00	293.54	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.00	1	0.00	0.08	0.7791	
B: Haşlama Süresi	0.01	1	0.01	0.94	0.3465	
C: Kurutma Sıcaklığı	3.60	1	3.60	527.45	< 0.0001	
D: Kurutma Süresi	7.89	1	7.89	1156.48	< 0.0001	
AC	0.10	1	0.10	14.77	0.0014	
CD	3.09	1	3.09	452.53	< 0.0001	
A ²	1.69	1	1.69	247.85	< 0.0001	
B ²	0.60	1	0.60	87.20	< 0.0001	
C ²	2.86	1	2.86	418.43	< 0.0001	
D ²	0.98	1	0.98	144.30	< 0.0001	
Rezidual	0.11	16	0.01			
Uyum Eksikliği	0.11	14	0.01	11.00	0.0864	Önemsiz
Standart Sapma	0.08					
Ortalama	5.36					
Varyasyon Katsayısı (%)	1.54					
R ²	0.995					

$p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Tablo 3.3. Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları

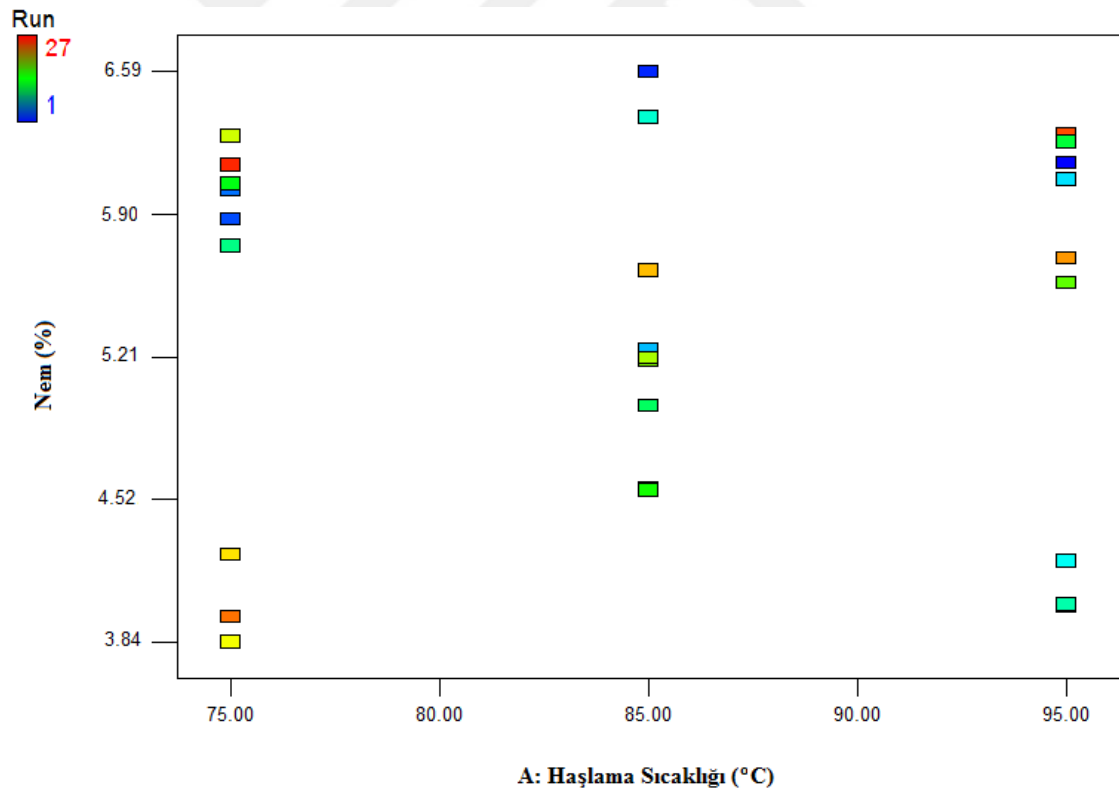
Deneme Noktası	Proses Faktörleri				Yanıtlar								
	Haşlama Sıcaklık (°C)	Haşlama Süre (dk)	Kurutma Sıcaklık (°C)	Kurutma Süre (dk)	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı** (%)	L*değeri	a* değeri	b* değeri	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)	Protein Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
1	75	10	80	6	6.14±0.01	3.68±0.01	70.61±0.24	1.96±0.13	13.52±0.15	7.72±0.02	3.23±0.17	7.29±0.03	86.77
2	95	10	80	6	6.07±0.02	3.95±0.03	71.63±0.12	1.52±0.07	13.30±0.11	7.74±0.01	3.16±0.04	7.26±0.02	82.47
3	75	45	80	6	6.28±0.02	4.19±0.02	71.07±0.05	1.97±0.07	14.24±0.09	7.40±0.19	2.97±0.08	7.66±0.06	89.37
4	95	45	80	6	6.15±0.02	4.34±0.02	70.85±0.14	1.57±0.07	13.69±0.24	7.25±0.17	3.15±0.09	7.58±0.02	84.37
5	75	10	105	6	6.02±0.02	3.64±0.05	72.42±0.34	1.82±0.04	13.37±0.10	5.52±0.17	2.51±0.12	7.62±0.04	86.36
6	95	10	105	6	6.29±0.01	4.12±0.05	72.80±0.25	1.94±0.11	13.70±0.11	5.39±0.12	2.46±0.16	7.53±0.01	81.20
7	75	45	105	6	6.05±0.01	3.68±0.02	72.52±0.30	1.51±0.10	13.98±0.16	6.38±0.25	2.70±0.04	8.04±0.03	89.90
8	95	45	105	6	6.25±0.06	4.13±0.10	71.16±0.23	1.92±0.10	13.95±0.24	5.90±0.13	2.69±0.20	7.88±0.02	83.39
9	75	10	80	15	5.75±0.05	4.12±0.06	70.05±0.15	2.47±0.13	14.50±0.22	7.11±0.13	2.87±0.08	7.62±0.03	85.72
10	95	10	80	15	5.69±0.04	4.28±0.04	72.90±0.08	1.94±0.07	13.50±0.23	7.09±0.18	2.87±0.12	7.88±0.04	83.61
11	75	45	80	15	5.88±0.01	4.78±0.02	72.07±0.38	2.54±0.04	15.06±0.17	6.57±0.09	2.87±0.01	7.97±0.02	88.84
12	95	45	80	15	5.57±0.09	4.72±0.03	71.82±0.15	1.87±0.05	13.68±0.31	6.54±0.25	2.87±0.07	8.15±0.04	86.20
13	75	10	105	15	3.84±0.03	4.40±0.03	70.50±0.20	2.19±0.08	14.42±0.11	4.93±0.21	2.87±0.16	7.44±0.03	87.28
14	95	10	105	15	4.01±0.15	4.62±0.02	72.46±0.33	2.05±0.06	14.28±0.17	5.32±0.22	2.87±0.20	7.62±0.05	83.42
15	75	45	105	15	3.96±0.09	4.57±0.06	71.08±0.07	2.10±0.02	14.79±0.18	5.42±0.04	2.87±0.14	7.82±0.06	89.94
16	95	45	105	15	4.02±0.02	4.70±0.06	70.99±0.49	2.05±0.06	14.17±0.13	5.60±0.38	2.87±0.20	7.94±0.04	84.83
17	75	27.5	92.5	10.5	4.26±0.07	4.55±0.02	73.43±0.13	2.06±0.06	13.67±0.13	5.55±0.15	2.87±0.16	7.68±0.02	88.11
18	95	27.5	92.5	10.5	4.23±0.08	4.59±0.02	72.93±0.39	1.85±0.06	13.23±0.10	6.14±0.07	2.87±0.14	7.72±0.05	84.35
19	85	10	92.5	10.5	4.58±0.04	4.68±0.06	72.81±0.28	1.92±0.07	14.39±0.15	6.25±0.31	2.87±0.04	7.48±0.03	80.82
20	85	45	92.5	10.5	4.57±0.07	4.64±0.03	73.63±0.03	1.82±0.09	14.50±0.10	5.89±0.23	2.87±0.12	7.82±0.05	81.80
21	85	27.5	80	10.5	6.59±0.09	4.62±0.05	72.79±0.17	2.30±0.04	13.98±0.05	5.77±0.18	2.87±0.09	7.6±0.04	80.33
22	85	27.5	105	10.5	5.63±0.02	4.76±0.06	72.69±0.14	1.77±0.07	14.17±0.30	4.71±0.22	2.87±0.16	7.66±0.04	79.18
23	85	27.5	92.5	6	6.37±0.11	4.45±0.07	71.45±0.19	1.75±0.04	12.58±0.21	6.65±0.08	2.87±0.08	7.51±0.06	79.59
24	85	27.5	92.5	15	4.98±0.10	4.92±0.09	71.66±0.18	2.03±0.11	13.42±0.14	5.68±0.10	2.87±0.16	7.72±0.02	80.49
25	85	27.5	92.5	10.5	5.20±0.06	4.79±0.08	73.59±0.33	2.11±0.04	13.75±0.10	5.59±0.20	2.87±0.04	7.65±0.03	80.28
26	85	27.5	92.5	10.5	5.25±0.12	4.82±0.05	71.86±0.37	1.84±0.12	13.76±0.24	5.87±0.17	2.87±0.12	7.63±0.04	81.04
27	85	27.5	92.5	10.5	5.21±0.10	4.77±0.13	73.54±0.20	2.13±0.10	13.80±0.09	5.39±0.20	2.87±0.14	7.62±0.02	78.99

** Toplam kuru maddede % miktar ±, standart sapma

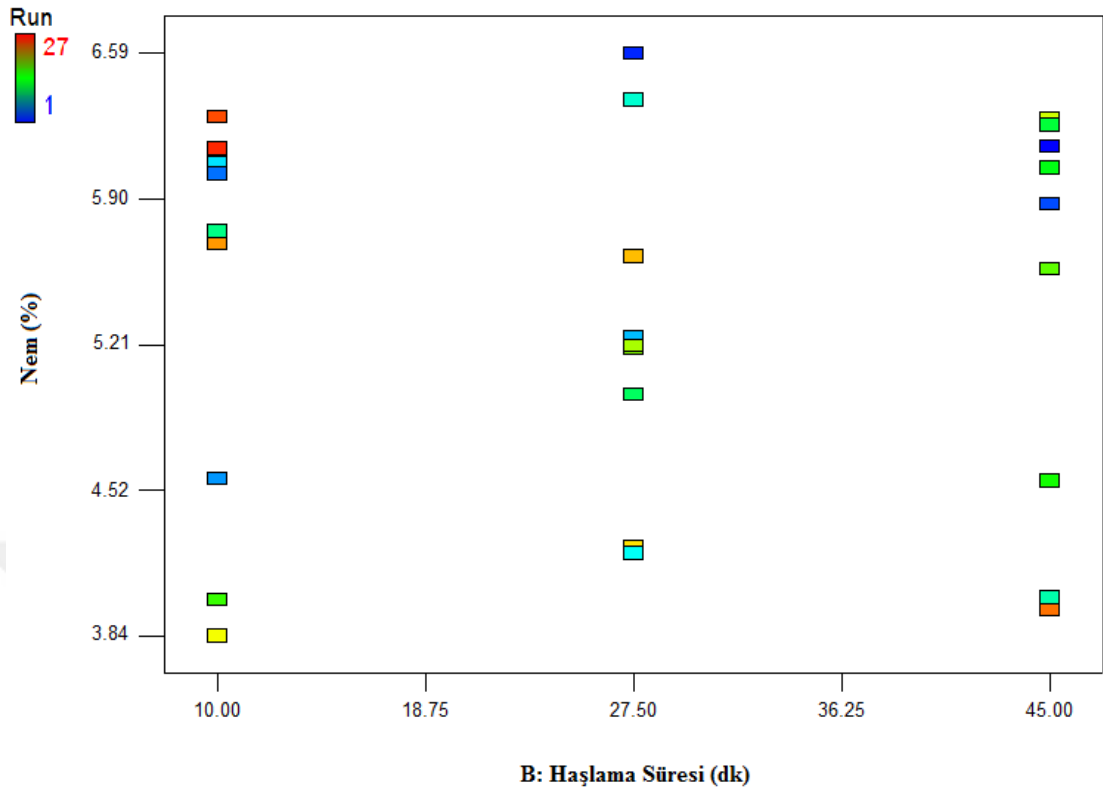
Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı lifi örneklerinin nem değerlerinin Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’de sırasıyla haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine göre dağılım grafikleri verilmiştir.

Şekil 3.1’deki şeker pancarı lifi örneklerinin nem değerinin haşlama sıcaklığına ve Şekil 3.2’de şeker pancarı lifi örneklerinin nem değerinin haşlama süresine göre dağılım grafikleri incelendiğinde örneklerin nem değerlerinin dağınık dağılım gösterdiği gözlenmiştir. Tablo 3.3.’deki ANOVA tablosu incelendiğinde ise haşlama sıcaklığı ve haşlama süresinin istatistik olarak önemli olmağı görülmüştür ($p < 0.05$).

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere şeker pancarı lifi örneklerinin nem değerinin kurutma sıcaklığına göre dağılımında en düşük nem değerinin 105 °C’deki, en yüksek nem değerinin ise 80 °C’deki kurutma işlemleri sonucunda olduğu gözlenmiştir. Şeker pancarı liflerinin nem değerinin sıcaklığın artması ile azaldığı görülmüştür.



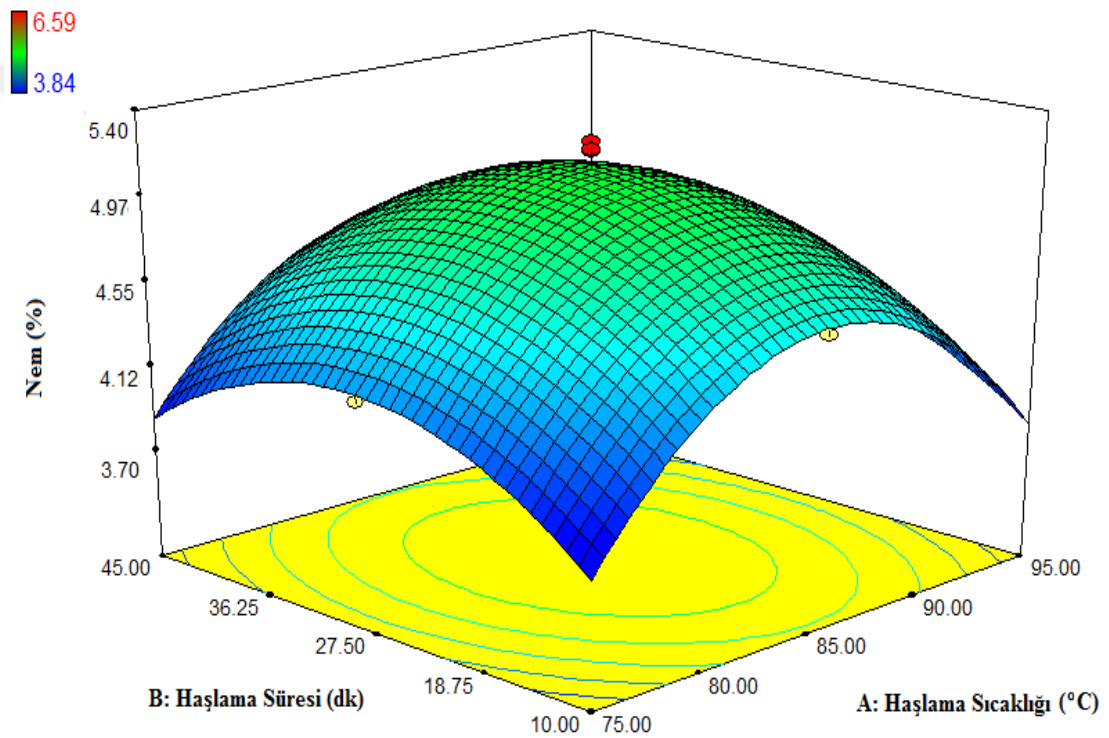
Şekil 3.1. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



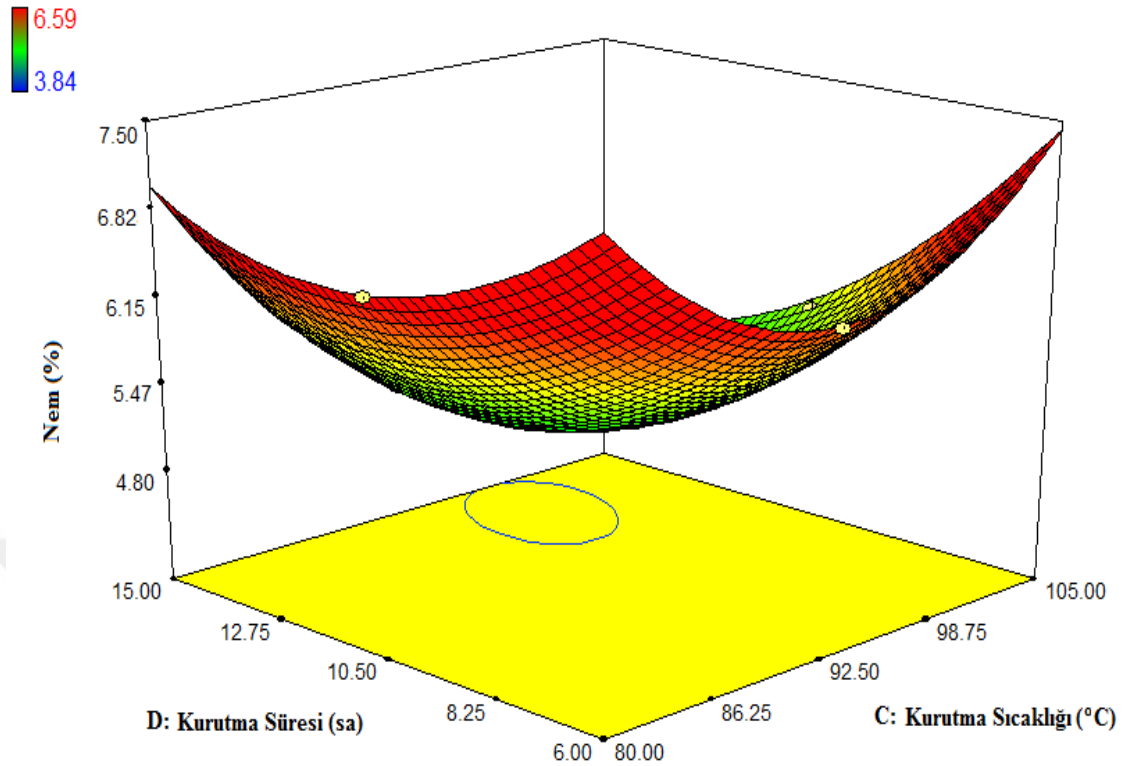
Şekil 3.2. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı

Şekil 3.4'deki şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin kurutma süresine göre dağılım grafiğinde ise en yüksek nem değerinin 6 saat kurutmada, en düşük nem değerinin ise 15 saat kurutma sonucunda belirlendiği görülmüştür. Kurutma süresi arttıkça nem değerinin de azaldığı gözlenmiştir.

Şekil 3.5’de klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine; Şekil 3.6’da kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimleri gösterilmiştir. Şekil 3.5’de görüldüğü üzere haşlama sıcaklığı ve haşlama süresinin nem değeri üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Lif örneklerinin nem değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine göre dağılımına bakıldığında ise (Şekil 3.6) düşük sıcaklık ve düşük sürenin birlikte uygulandığı noktalarda nem değerinin yüksek değerlerde; yüksek sıcaklık ve yüksek sürenin birlikte uygulandığı noktalarda ise nem değerinin düşük değerlerde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.5. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.6. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.2. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde yapılan modellemede lif örneklerinin kül verilerine herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır. Faktörlerin kül değerleri üzerine olan etkisinde önemli olmayan faktörleri elemek için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi uygulanmıştır. Model olarak en uygun modelin kuadratik model olduğu görülmüştür. Faktörlerin kül üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.4’de gösterilmiştir. Varyans analiz tablosunda görüldüğü üzere oluşturulan kuadratik modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği şekilde önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Regresyon denklemi aşağıda verilmiştir. Denklemin determinasyon katsayısı 0.952 olarak bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Kül (\%)} = & -17.005 + 0.440*A + 0.080*B + 0.002*C + 0.201*D - 0.001*A*D - 0.0005*B*C \\ & + 0.001*C*D - 0.002*A^2 - 0.001*B^2 - 0.006*D^2 \end{aligned}$$

Tablo 3.4. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	3.44	10	0.34	31.95	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.19	1	0.19	17.46	0.0007	
B: Haşlama Süresi	0.28	1	0.28	26.33	0.0001	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.00	1	0.00	0.02	0.8933	
D: Kurutma Süresi	1.35	1	1.35	125.31	< 0.0001	
AD	0.05	1	0.05	4.70	0.0456	
BC	0.18	1	0.18	16.76	0.0008	
CD	0.06	1	0.06	5.57	0.0313	
A ²	0.17	1	0.17	15.63	0.0011	
B ²	0.07	1	0.07	6.26	0.0236	
D ²	0.05	1	0.05	4.41	0.0520	
Rezidual	0.17	16	0.01			
Uyum Eksikliği	0.17	14	0.01	19.30	0.0503	Önemsiz
Standart Sapma	0.10					
Ortalama	4.43					
Varyasyon Katsayısı (%)	2.35					
R ²	0.952					

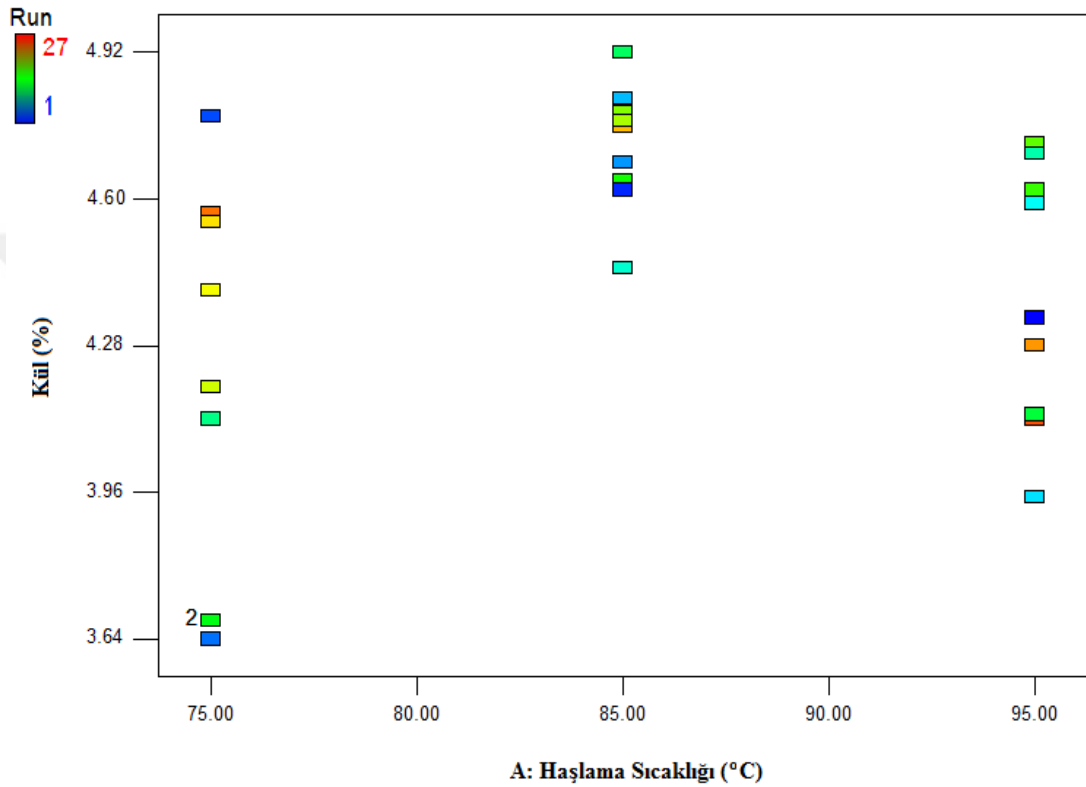
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Klasik yöntem ile üretilmiş olan şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin haşlama sıcaklığına göre dağılım grafiği Şekil 3.7’de, haşlama süresine göre dağılım grafiği Şekil 3.8’de, kurutma sıcaklığına göre dağılım grafiği Şekil 3.9’da ve kurutma süresine göre dağılım grafiği ise Şekil 3.10’da verilmiştir.

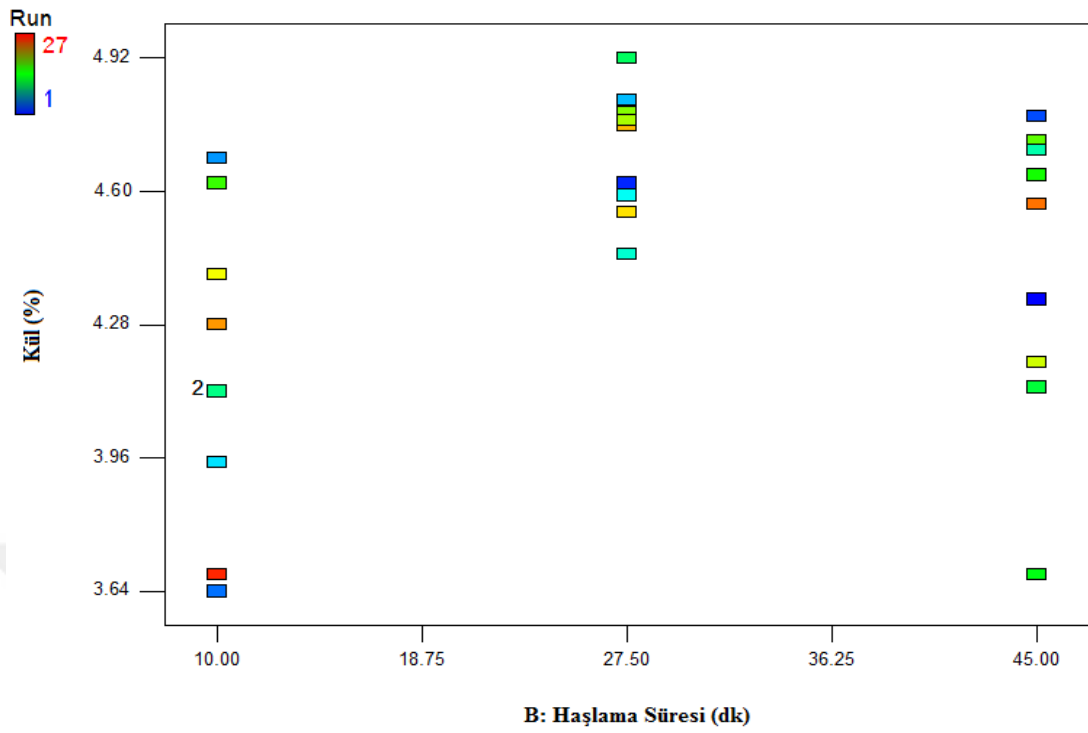
Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 incelendiğinde şeker pancarı liflerine ait en düşük kül değerinin haşlama sıcaklığının ve haşlama süresinin en düşük olduğu noktalarda, en yüksek kül değerinin ise haşlama sıcaklığının 85 °C, haşlama süresinin ise 27.50 dk olduğu noktalarda bulunduğu görülmüştür. Lif örneklerinin kül değerlerinin haşlama sıcaklığına ve haşlama süresine göre dağılım grafiklerinin genel olarak benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Şekil 3.9’da görüldüğü üzere örneklerin kül değerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımında 92.5 °C kurutma sıcaklığında kül değerleri daha yüksek değerler alırken 80 °C ve 105 °C kurutma sıcaklıklarında kül değerlerinin biraz daha geniş aralıkta dağılım gösterdiği görülmüştür.

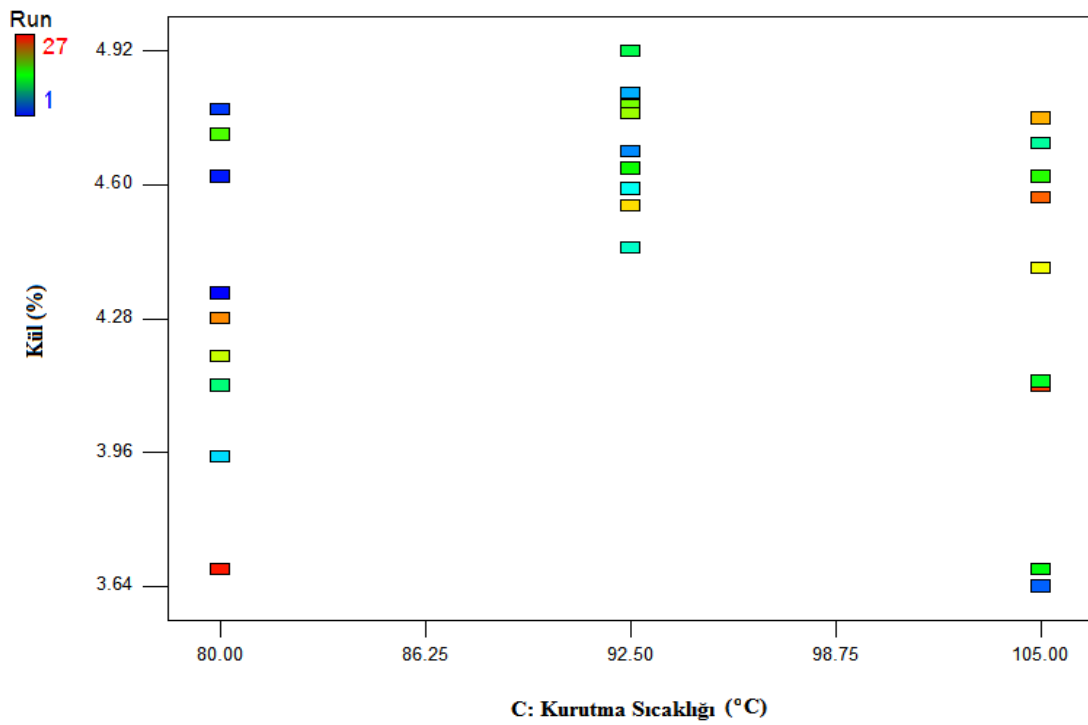
Kül değerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımını gösteren Şekil 3.10 incelendiğinde en düşük kurutma süresi olan 6 saat kurutma süresinde kül değerlerinin daha düşük değerler aldığı görülmüştür. En yüksek kül değeri 15 saatlik kurutmada gerçekleşirken 10.50 saatlik kurutma işleminde örneklerin kül değerleri yüksek ve birbirine yakın bulunmuştur.



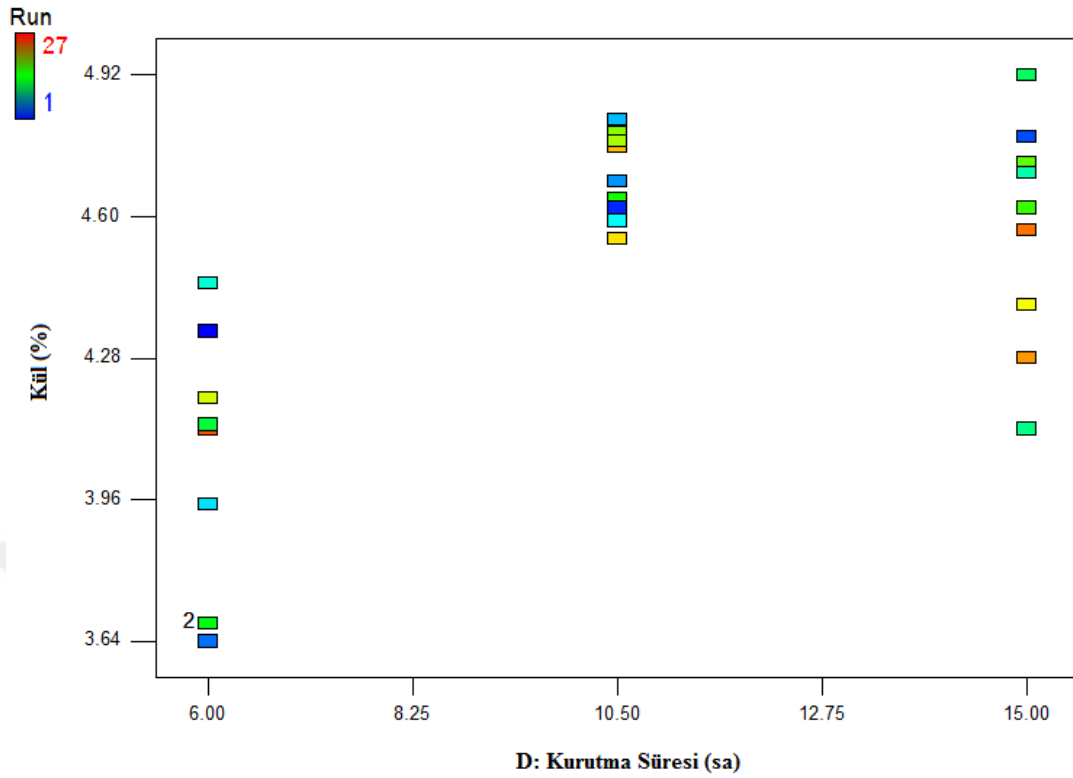
Şekil 3.7. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3.8. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı

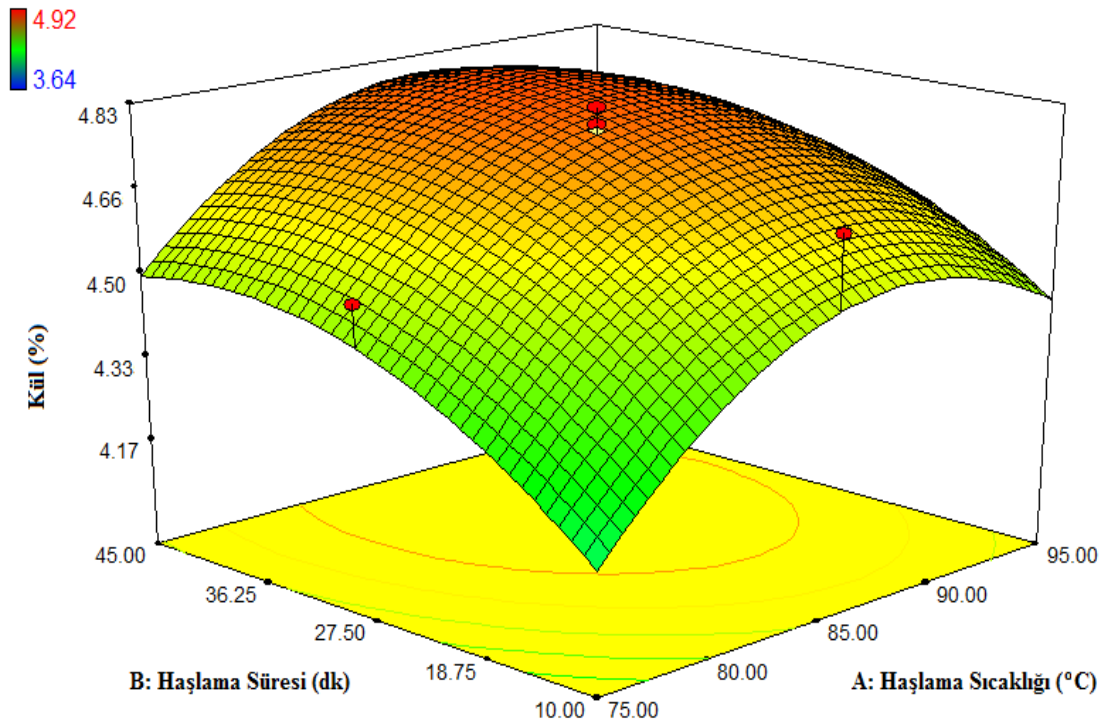


Şekil 3.9. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı

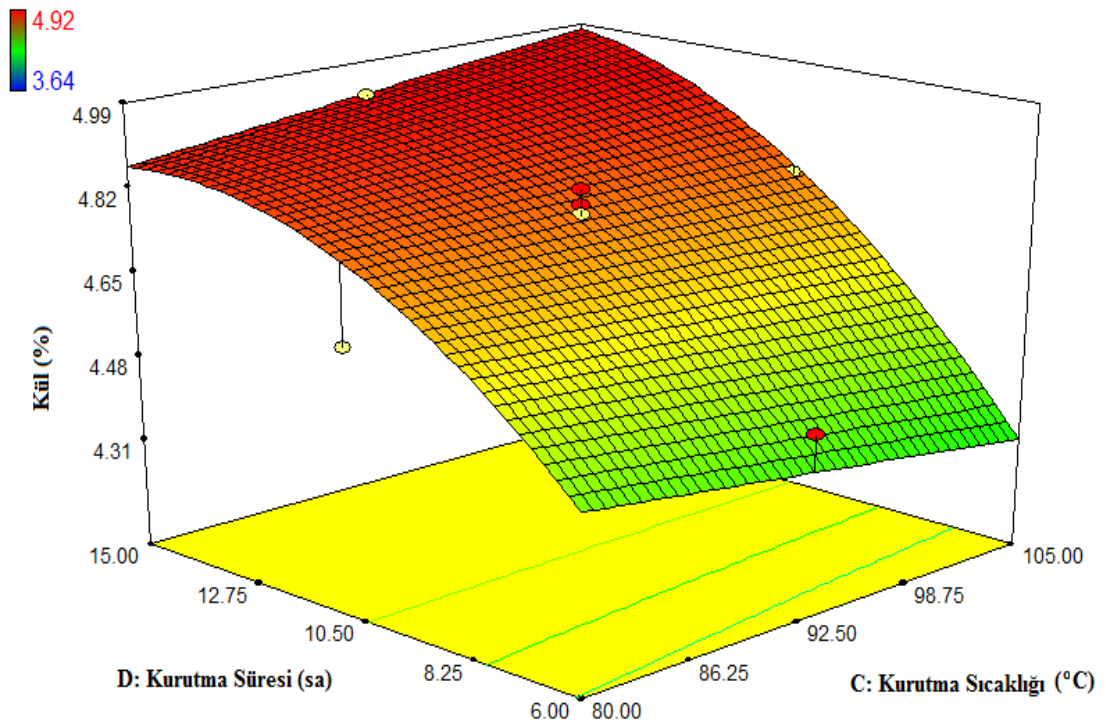


Şekil 3.10. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin haşlama işlemine yani haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde (Şekil 3.11) haşlama süresi ve haşlama sıcaklığının artması kül değerinin artmasına neden olmuştur. Kül değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Buna göre kül değeri kurutma süresi ve kurutma sıcaklığının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir.



Şekil 3.11. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.12. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.3. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde renk özelliğinden L^* değeri için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile modelleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Modellemede yer alan L^* verileri için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamış, model olarak kuadratik model seçilmiştir. Faktörlerin L^* değeri üzerindeki etkisinde istatistiki olarak önemli olmayan faktörleri elemek için $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi uygulanmıştır. Modelleme sonucunda L^* değeri üzerine faktörlerin etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.5’de verilmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şeker pancarı posasından klasik yöntemle elde edilen diyet lifin tahmini L^* değerini belirlemek amacıyla regresyon denklemi oluşturulmuş ve aşağıda verilmiştir. Denklemin determinasyon katsayısı 0.815 olarak bulunmuştur.

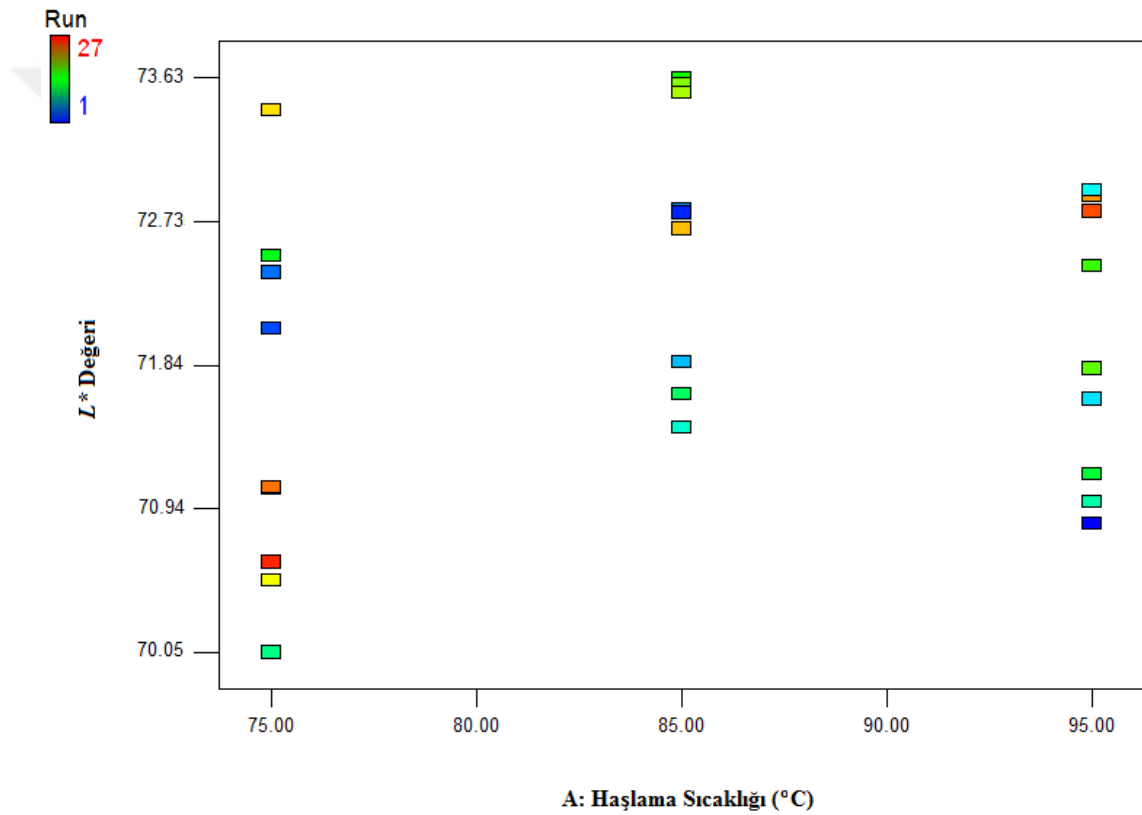
$$L^* = 54.183 + 0.033*A + 0.244*B + 0.089*C + 1.639*D - 0.003*A*B + 0.006*A*D - 0.007*C*D - 0.073*D^2$$

Tablo 3.5. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	22.52	8	2.81	9.93	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.80	1	0.80	2.81	0.1107	
B: Haşlama Süresi	0.05	1	0.05	0.19	0.6665	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.44	1	0.44	1.57	0.2264	
D: Kurutma Süresi	0.05	1	0.05	0.19	0.6696	
AB	4.13	1	4.13	14.57	0.0013	
AD	1.35	1	1.35	4.77	0.0425	
CD	2.68	1	2.68	9.46	0.0065	
D^2	13.00	1	13.00	45.86	< 0.0001	
Rezidual	5.10	18	0.28			
Uyum Eksikliği	3.17	16	0.20	0.20	0.9781	Önemsiz
Standart Sapma	0.53					
Ortalama	72.05					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.74					
R^2	0.815					

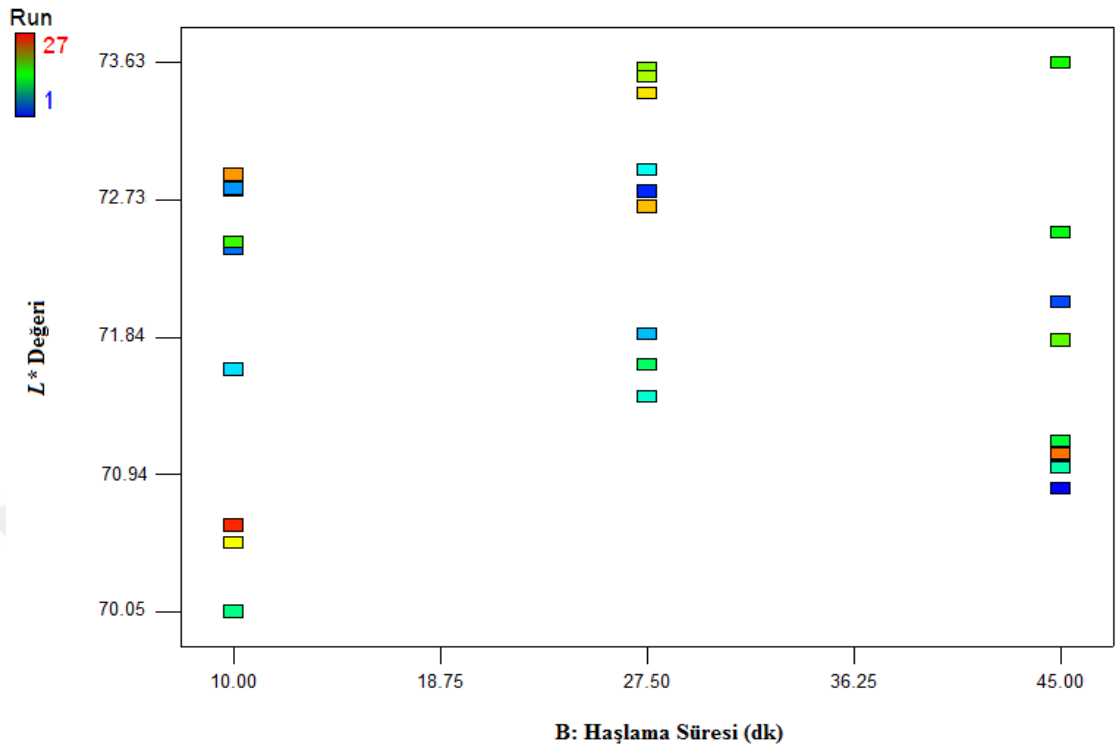
* $p < 0,05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

Şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılım grafiğini gösteren Şekil 3.13 incelendiğinde en yüksek L^* değerinin 85 °C'deki haşlama işleminde, en düşük L^* değerinin ise 75 °C'deki haşlama işleminde bulunduğu gözlenmiştir. Şekil 3.14'de yer alan L^* değerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılım grafiğinde ise en yüksek L^* değeri 27.5 dakika haşlama işlemine tabi tutulan lif örneğinde, en düşük L^* değeri ise 10 dakika haşlama işlemine tabi tutulan lif örneğinde tespit edilmiştir.

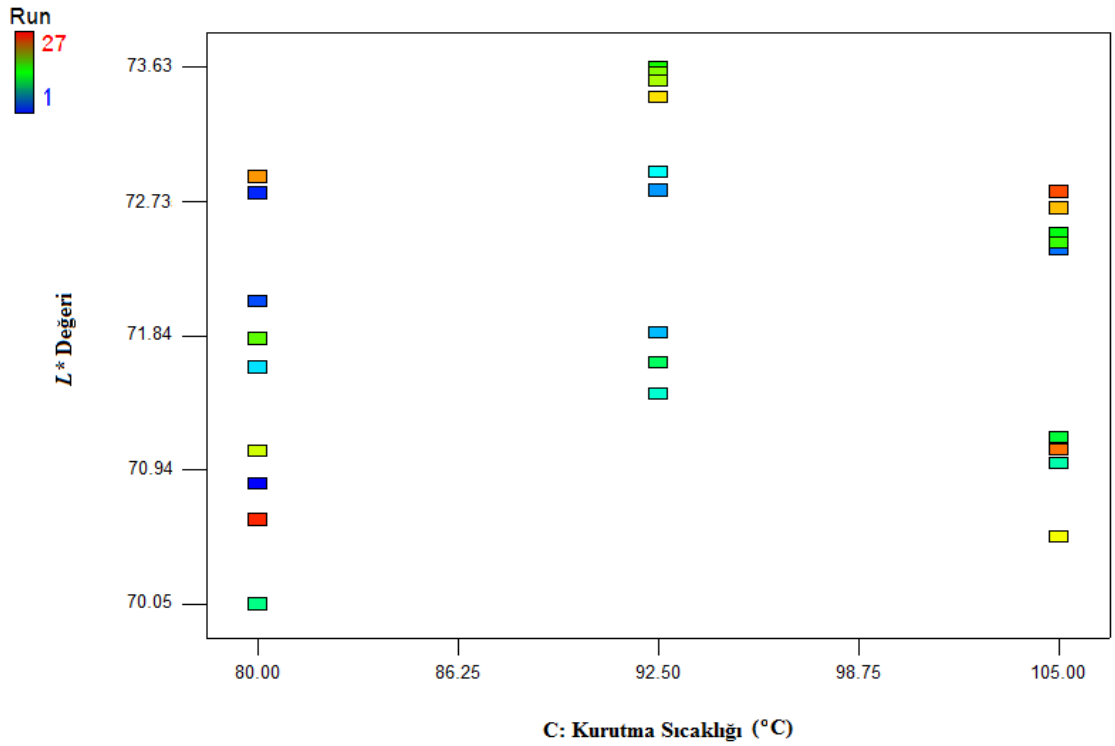


Şekil 3.13. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı

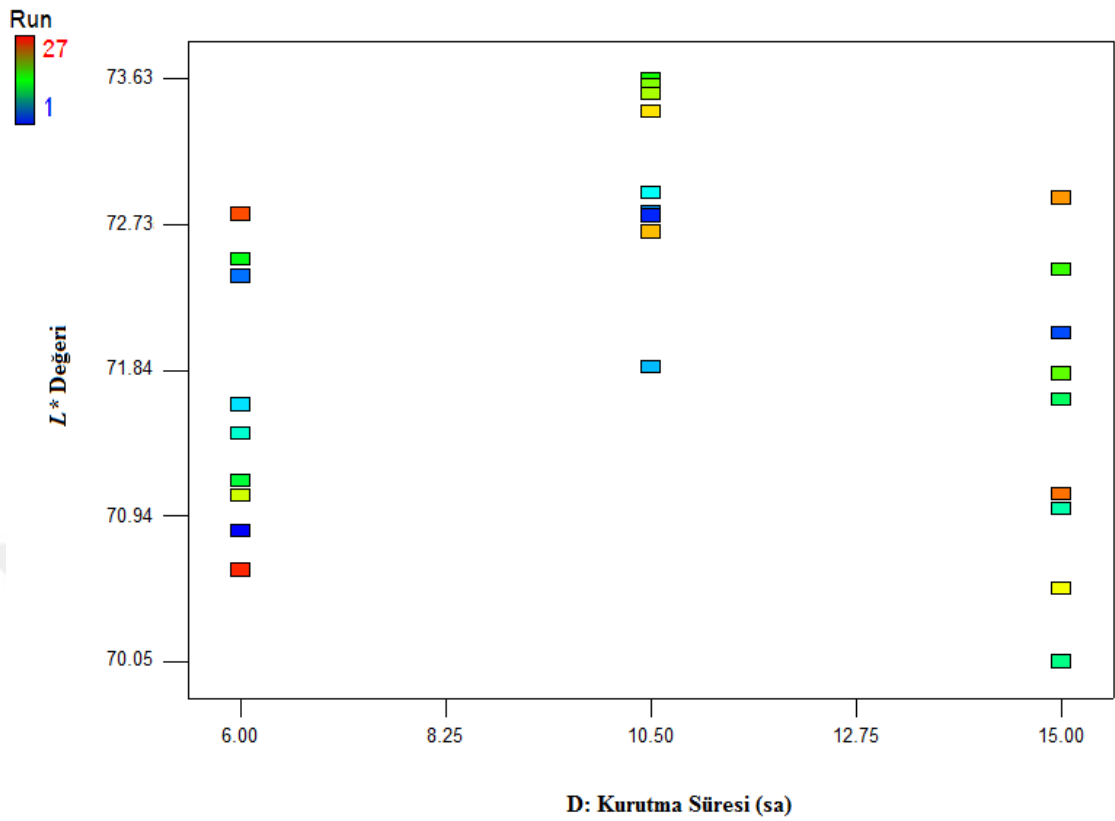
Şekil 3.15'de şeker pancarı liflerinin L^* değerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı, Şekil 3.16'da kurutma süresine göre dağılımı gösterilmiştir. Buna göre 92.5 °C kurutma sıcaklığında ve 10.5 saat kurutma süresinde şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık şeker pancarı lifi örneklerinin 80 °C kurutma sıcaklığında ve 15 saat kurutma süresinde kurutulduklarında L^* değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.14. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



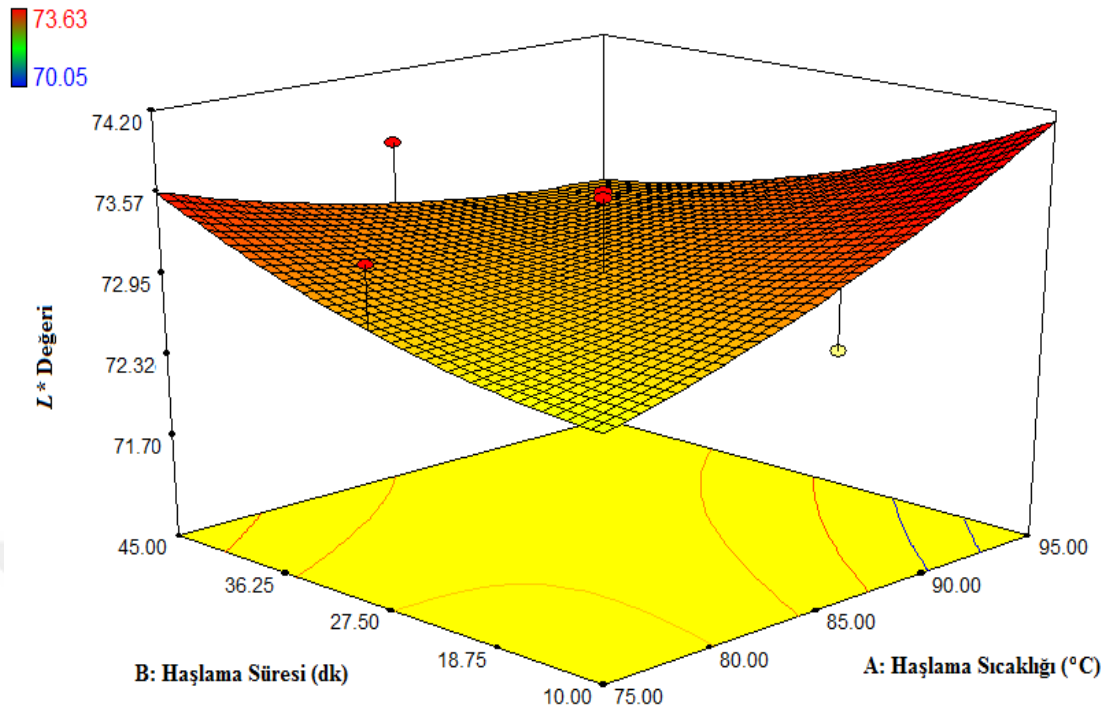
Şekil 3.15. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



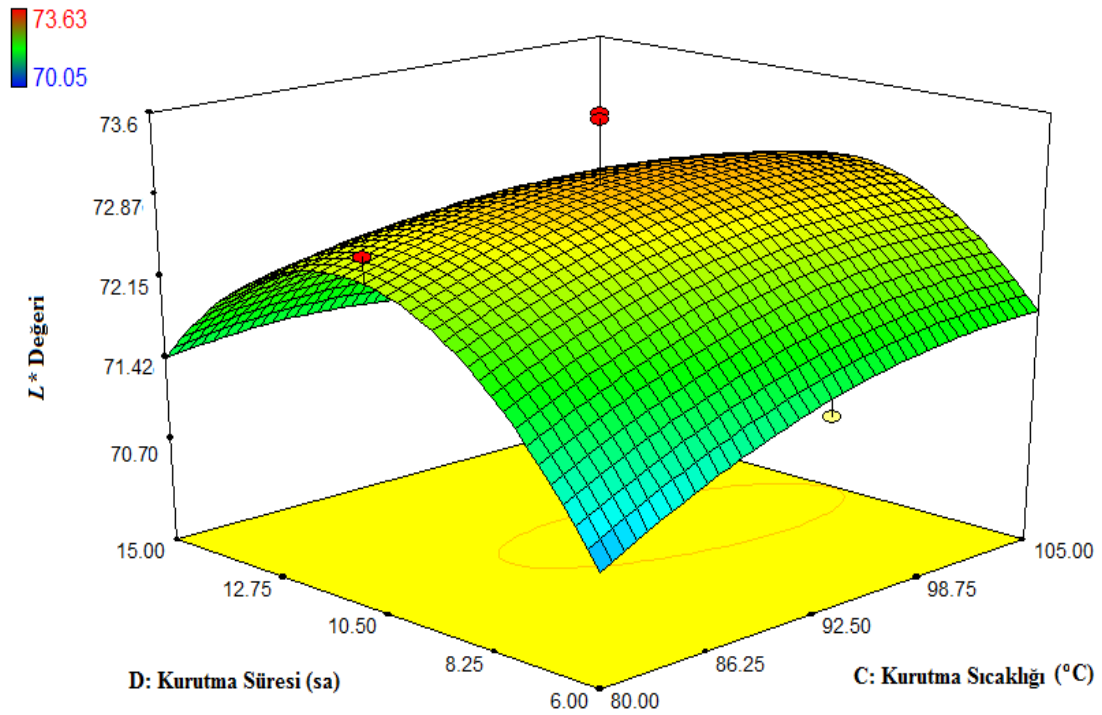
Şekil 3.16. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı

Şekil 3.17’de verilen lif örneklerinin L^* değerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde, haşlama sıcaklığının yüksek, haşlama süresinin ise düşük olduğu noktalarda L^* değerinin düşük değerler aldığı; haşlama sıcaklığının düşük, haşlama süresinin ise yüksek olduğu noktalarda ise L^* değerinin yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

Şekil 3.18’de verilen şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde kurutma süresinin 10.5 saat olduğu noktalarda lif örneklerinin L^* değerlerinin yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.17. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 18. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.4. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin renk özelliklerinden olan a^* değerleri için merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modellemede a^* verileri üzerinde herhangi bir transformasyon uygulanmamış, istatistiki olarak önemli olmayan faktörler için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi uygulanmıştır. Modelde faktörlerin a^* değeri üzerine olan etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.6'da gösterilmiştir. Tabloya göre oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde renk için a^* değerini tahmini olarak belirlemek için regresyon denklemi oluşturulmuş ve denklem aşağıda verilmiştir. Determinasyon katsayısı ise 0.802 olarak bulunmuştur.

$$a^* = 10.782 - 0.105*A - 0.105*C + 0.168*D + 0.001*A*C - 0.002*A*D$$

Tablo 3.6. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	1.26	5	0.25	17.03	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.20	1	0.20	13.68	0.0013	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.03	1	0.03	2.34	0.1410	
D: Kurutma Süresi	0.60	1	0.60	40.33	< 0.0001	
AC	0.35	1	0.35	23.89	< 0.0001	
AD	0.07	1	0.07	4.92	0.0377	
Rezidual	0.31	21	0.01			
Uyum Eksikliği	0.26	19	0.01	0.52	0.8269	Önemsiz
Standart Sapma	0.12					
Ortalama	1.96					
Varyasyon Katsayısı (%)	6.20					
R ²	0.802					

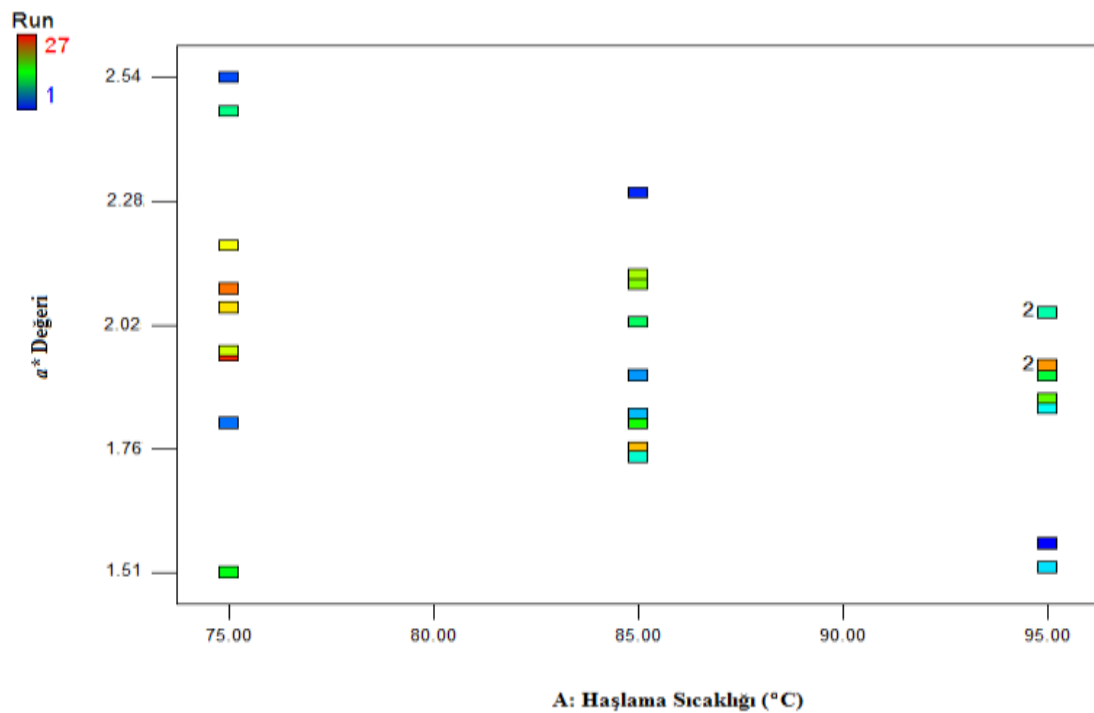
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Şekil 3.19’da şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılım grafiği gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde 75 °C haşlama işleminde a^* değerleri geniş bir aralıkta dağılım gösterirken 95 °C haşlama işleminde genel olarak a^* değerlerinin düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

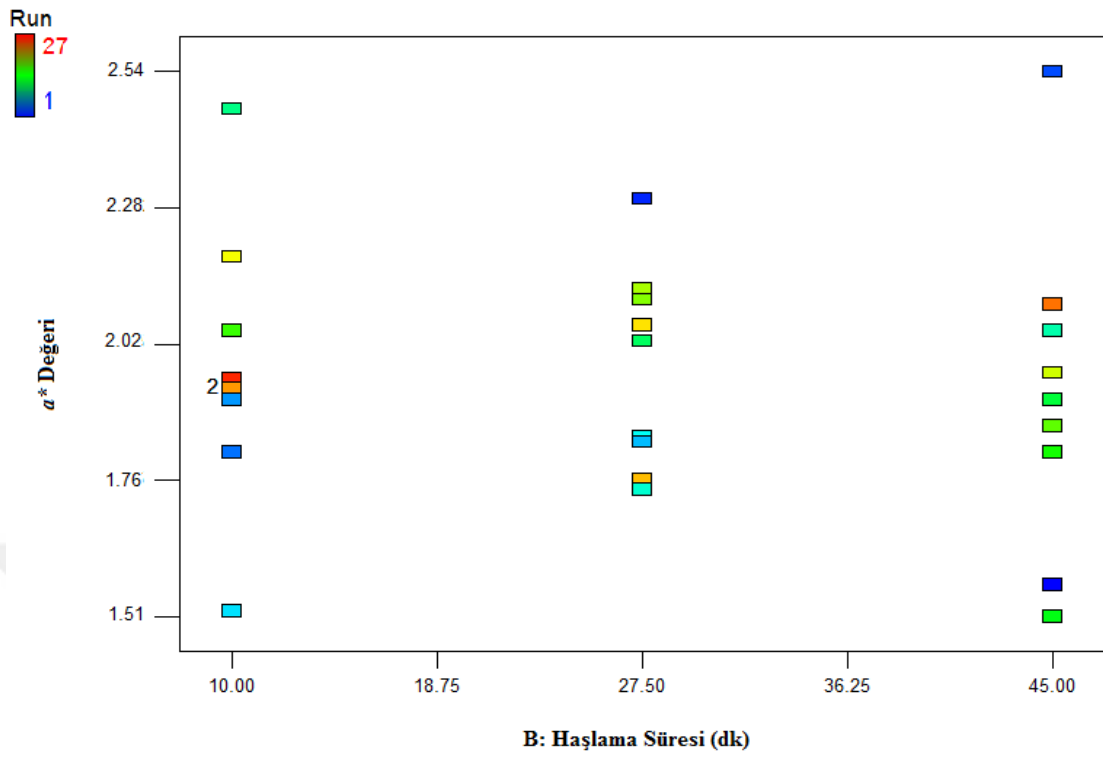
Şekil 3.20’da elde edilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılım grafiği verilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere 10 dakika ve 45 dakika haşlama sürelerinde şeker pancarı liflerinin a^* değerleri geniş aralıkta, 27.5 dakika haşlama süresinde ise daha düzenli aralıkta dağılım göstermiştir.

Şekil 3.21’de şeker pancarı liflerinin a^* değerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılım grafiği verilmiştir. En düşük a^* değerinin 80 °C’deki kurutma sıcaklığında, en yüksek a^* değerinin ise 92.5 °C’deki kurutma sıcaklığında kurutulan liflerde bulunduğu gözlenmiştir.

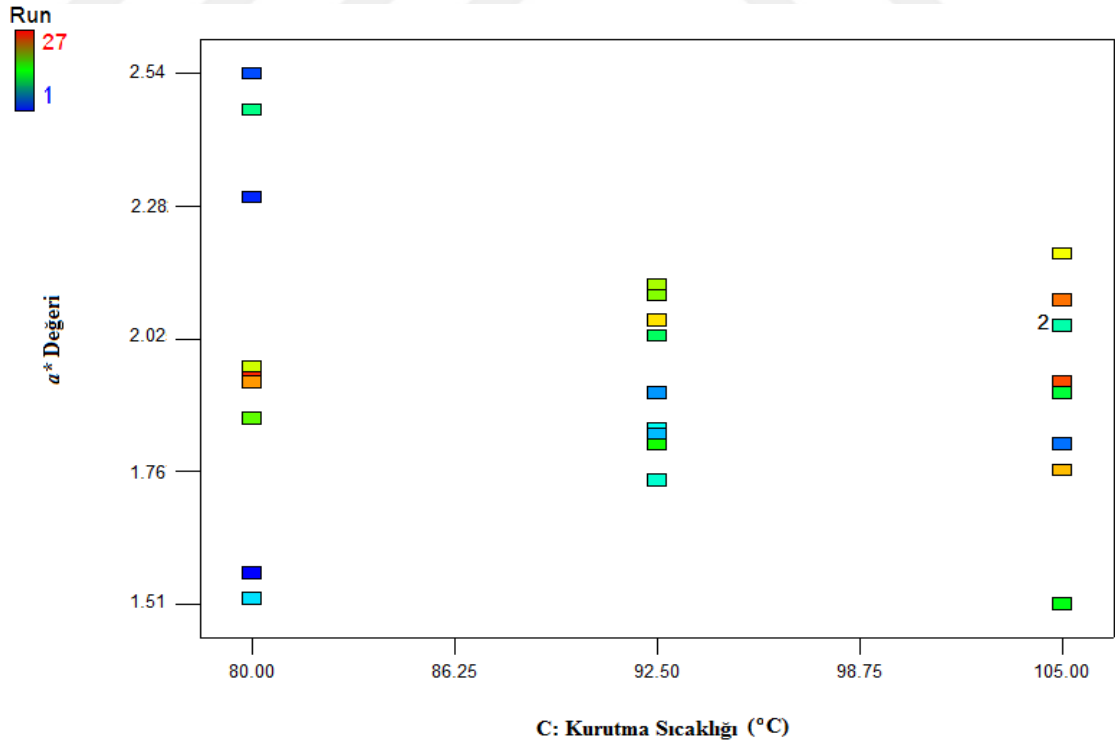
Lif örneklerinin a^* değerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımını gösteren Şekil 3.22 incelendiğinde, lif örneklerinin a^* değerlerinin kurutma süresinin 6 saat olduğu noktalarda düşük değerler aldığı; kurutma süresinin 15 saat olduğu noktalarda ise yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir.



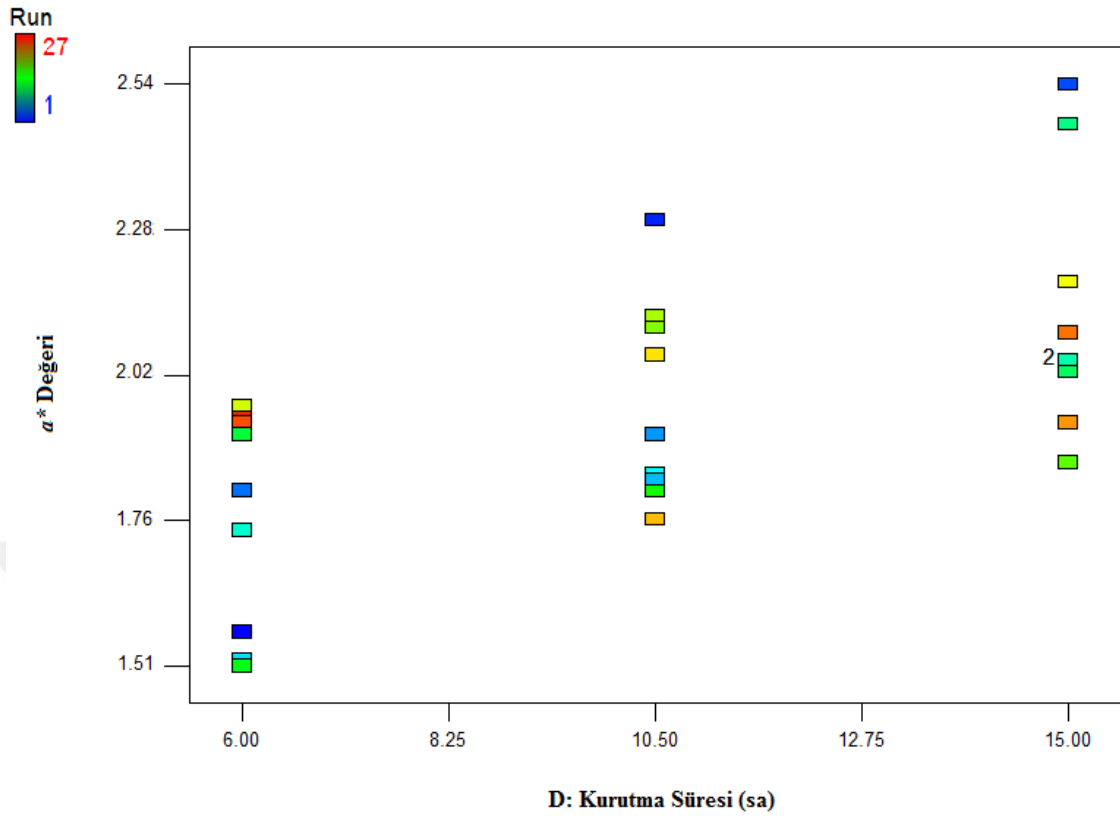
Şekil 3. 19. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 20. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı

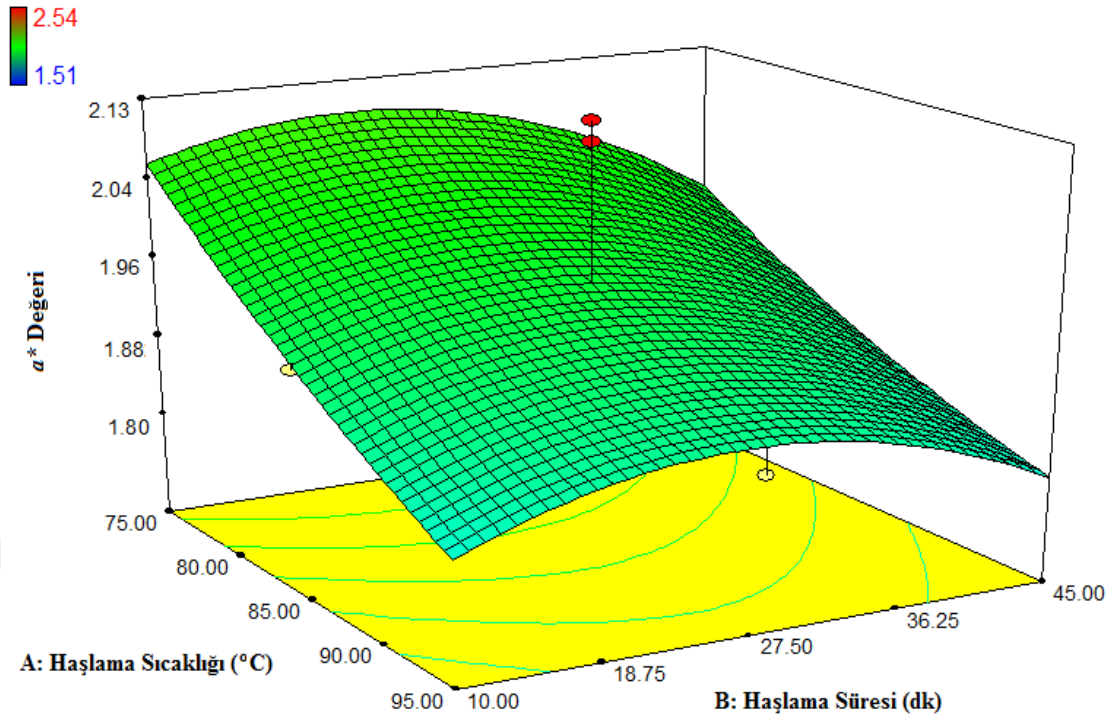


Şekil 3. 21. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı

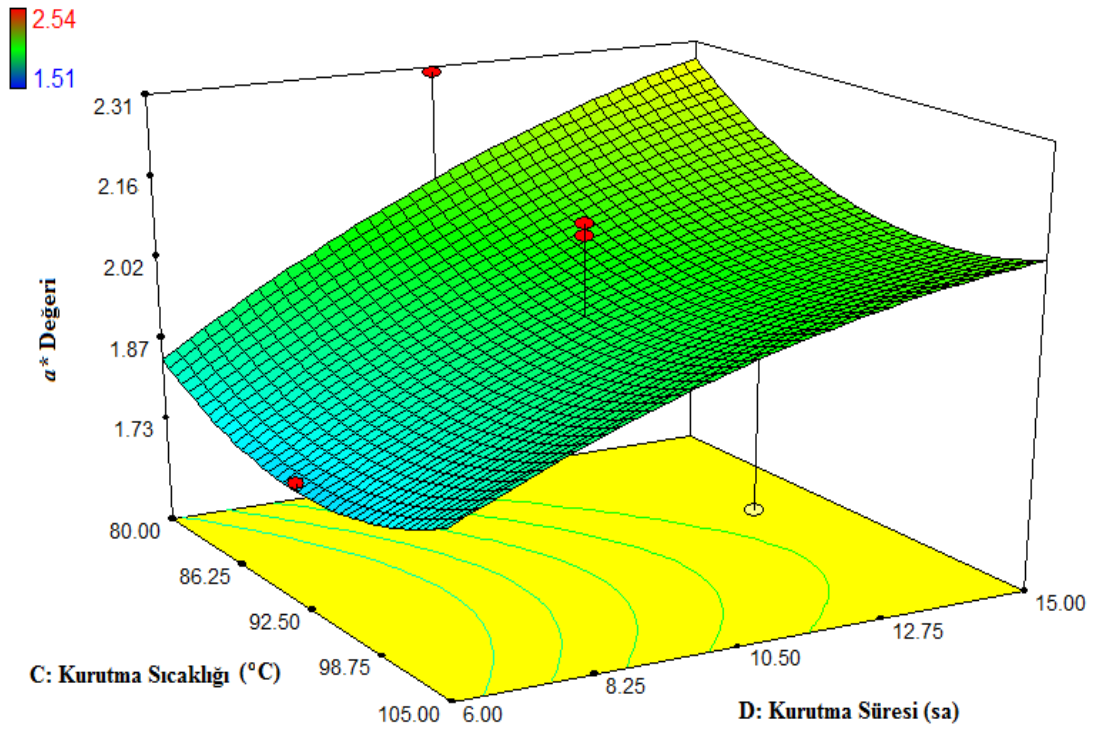


Şekil 3. 22. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı

Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde a^* değerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişim grafiği (Şekil 3.23) incelendiğinde haşlama süresi ve haşlama sıcaklığının artması ile lif örneklerine ait a^* değerinin arttığı bulunmuştur. Şeker pancarı lifi örneklerinin a^* değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişim grafiği (Şekil 2.24) incelendiğinde ise lif örneklerinin a^* değerinin kurutma sıcaklığından etkilenmediği, ancak kurutma süresi arttıkça a^* değerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 3. 23. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 24. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.5. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değeri için yanıt yüzey yöntemiyle kurulan modelde kuadratik model uygulanmış, modeldeki veriler için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır. Tablo 3.7’de varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Tablo 3.7’de görüldüğü üzere faktörlerin nem üzerindeki etkilerini gösteren modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından klasik yöntemle elde edilen diyet lifin tahmini b^* değerinin belirleyebilmek amacıyla oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiştir. Regresyon denkleminin determinasyon katsayısı ise 0.985 olarak bulunmuştur.

$$b^* = 25.039 + 0.275*A - 0.056*B - 0.594*C + 1.026*D - 0.001*A*B + 0.001*A*C - 0.004*A*D - 0.0002*B*C - 0.001*B*D + 0.001*C*D - 0.002*A^2 + 0.003*B^2 + 0.003*C^2 - 0.033*D^2$$

Tablo 3.7. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	7.28	14	0.52	55.78	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.91	1	0.91	97.73	< 0.0001	
B: Haşlama Süresi	0.53	1	0.53	56.52	< 0.0001	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.10	1	0.10	11.02	0.0061	
D: Kurutma Süresi	1.67	1	1.67	179.58	< 0.0001	
AB	0.15	1	0.15	16.10	0.0017	
AC	0.45	1	0.45	48.50	< 0.0001	
AD	0.45	1	0.45	47.79	< 0.0001	
BC	0.03	1	0.03	3.57	0.0832	
BD	0.06	1	0.06	6.31	0.0273	
CD	0.03	1	0.03	3.01	0.1084	
A^2	0.12	1	0.12	12.92	0.0037	
B^2	1.56	1	1.56	167.15	< 0.0001	
C^2	0.43	1	0.43	46.02	< 0.0001	
D^2	1.14	1	1.14	122.50	< 0.0001	
Rezidual	0.11	12	0.01			
Uyum Eksikliği	0.11	10	0.01	15.78	0.0610	Önemsiz
Standart Sapma	0.10					
Ortalama	13.90					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.69					
R^2	0.985					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

Şekil 3.25’de haşlama sıcaklığına göre şeker pancarı liflerinin b^* değerindeki değişimi incelendiğinde lif örneklerinin b^* değerlerinin uygulanan en düşük haşlama sıcaklığı olan 75 °C’de yüksek değerlerde, uygulanan en yüksek haşlama sıcaklığı olan 95 °C’de ise düşük değerlerde dağılım gösterdiği görülmüştür.

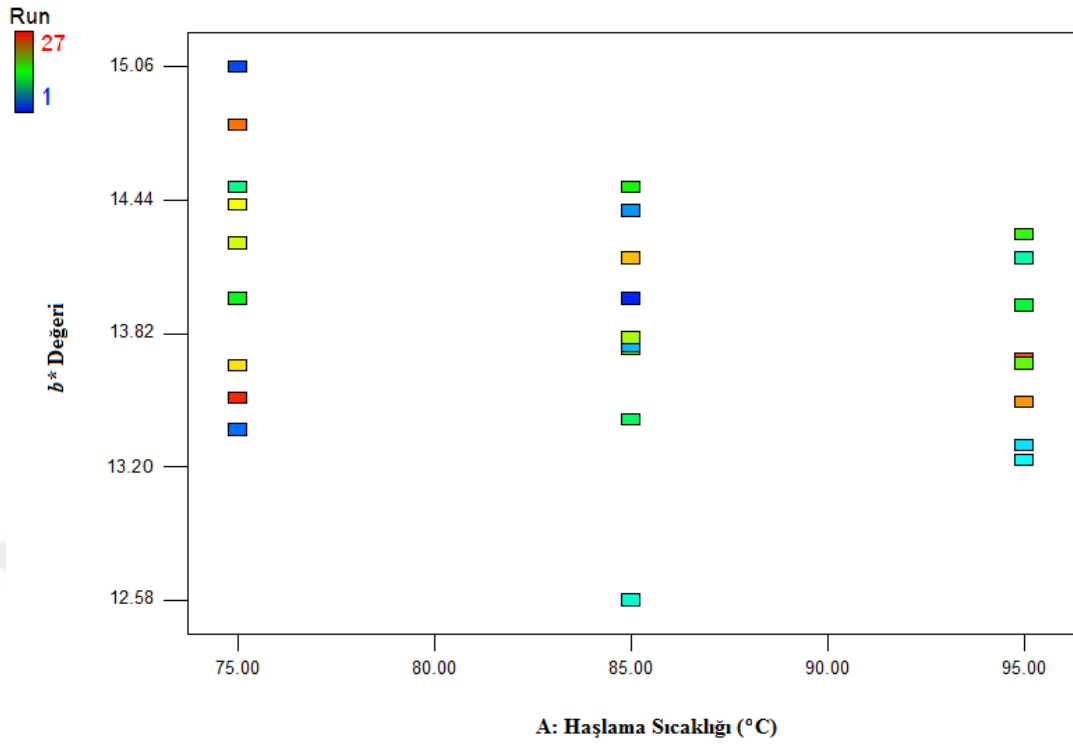
Şekil 3.26’da gösterilen haşlama süresine göre b^* değerlerindeki değişim grafiği incelendiğinde lif örneklerinin b^* değerlerinin en yüksek değerler aldığı haşlama süresinin 45 dakika olduğu, en düşük değerler aldığı haşlama süresinin ise 27.5 dakika olduğu tespit edilmiştir.

Kurutma sıcaklığına göre şeker pancarı lifi örneklerinin b^* değerindeki değişim Şekil 3.27’de verilmiştir. Şekil 3.27 incelendiğinde en yüksek b^* değerinin 80 °C’de kurutma işlemine, en düşük b^* değerinin ise 92.5 °C’de kurutma işlemine tabi tutulan lif örneklerinde gözlemlendiği belirlenmiştir.

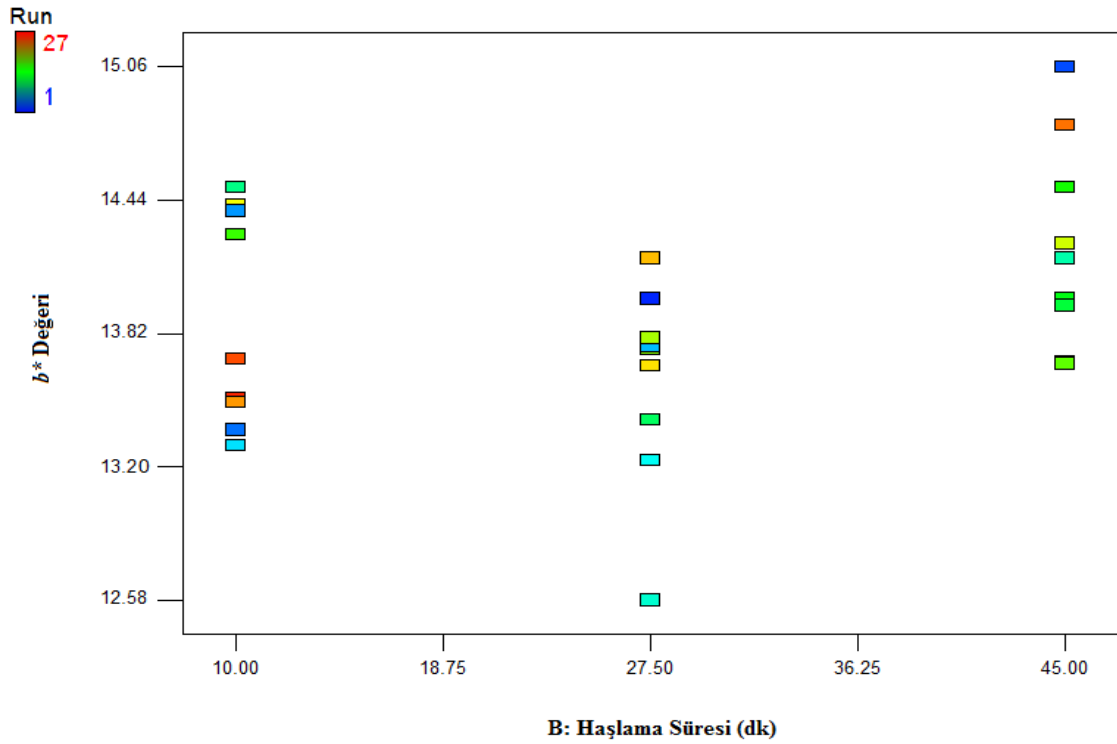
Şeker pancarı lifi örneklerinin b^* değerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı Şekil 3.28’de verilmiştir. Lif örneklerine ait en yüksek b^* değeri örneklere 15 saat kurutma işlemi gerçekleştirildiğinde, en düşük b^* değeri ise 6 saat kurutma işlemi gerçekleştirildiğinde belirlenmiştir.

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde (Şekil 3.29) haşlama sıcaklığının azaldığı noktalarda lif örneklerinin b^* değerinde artış olduğu, haşlama süresinin 27.5 dakika olduğu noktalarda ise lif örneklerinin b^* değerinde azalma olduğu gözlenmiştir.

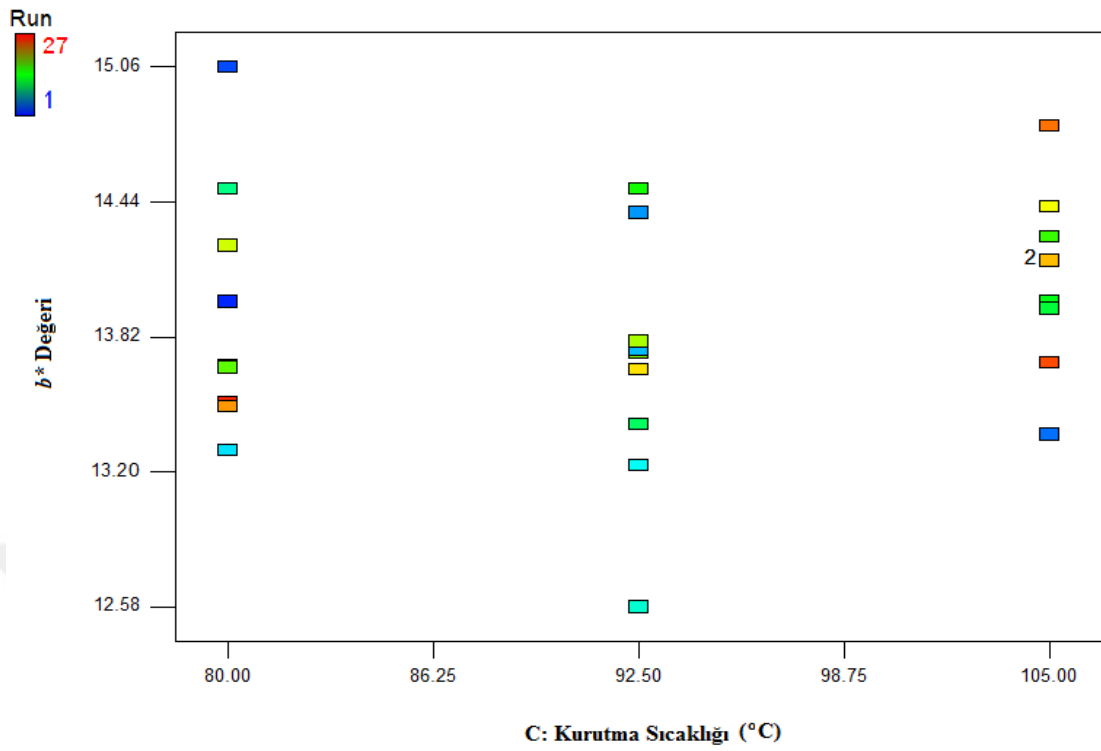
Elde edilen şeker pancarı liflerinin b^* değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde (Şekil 3.30) kurutma sıcaklığının 92.5 °C olduğu noktalarda şeker pancarı liflerine ait b^* değerinde azalma gözlenirken, kurutma süresinin 10.5 saat olduğu noktalarda lif örneklerinin b^* değerinin yükseldiği gözlenmiştir.



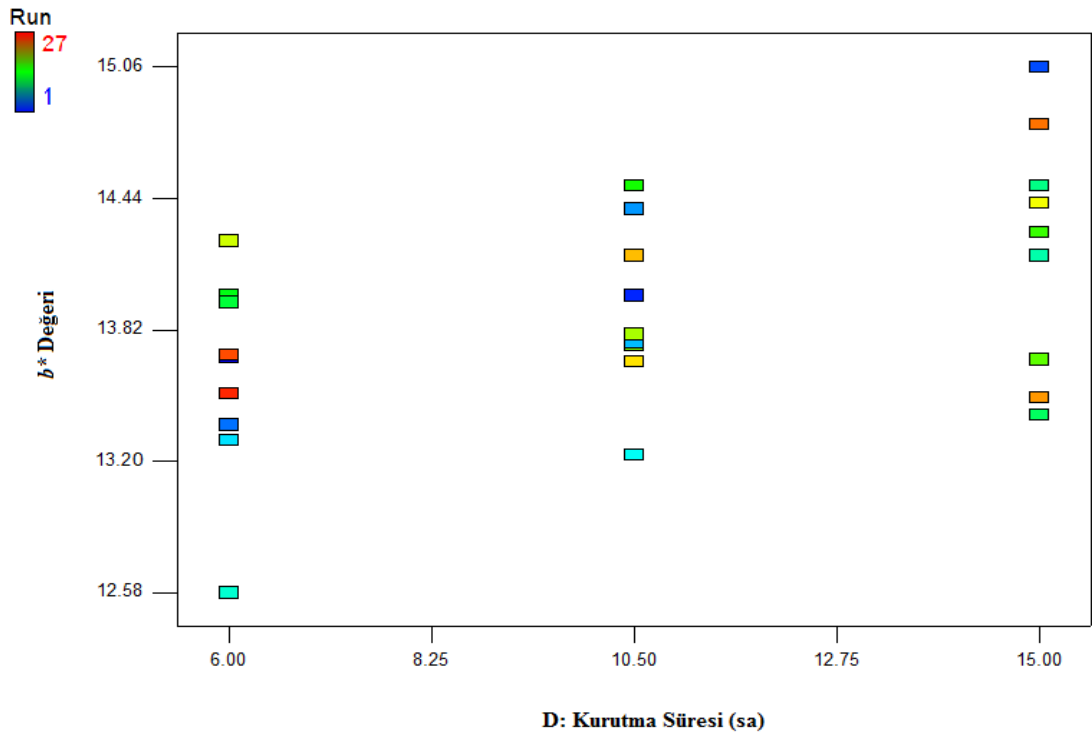
Şekil 3. 25. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



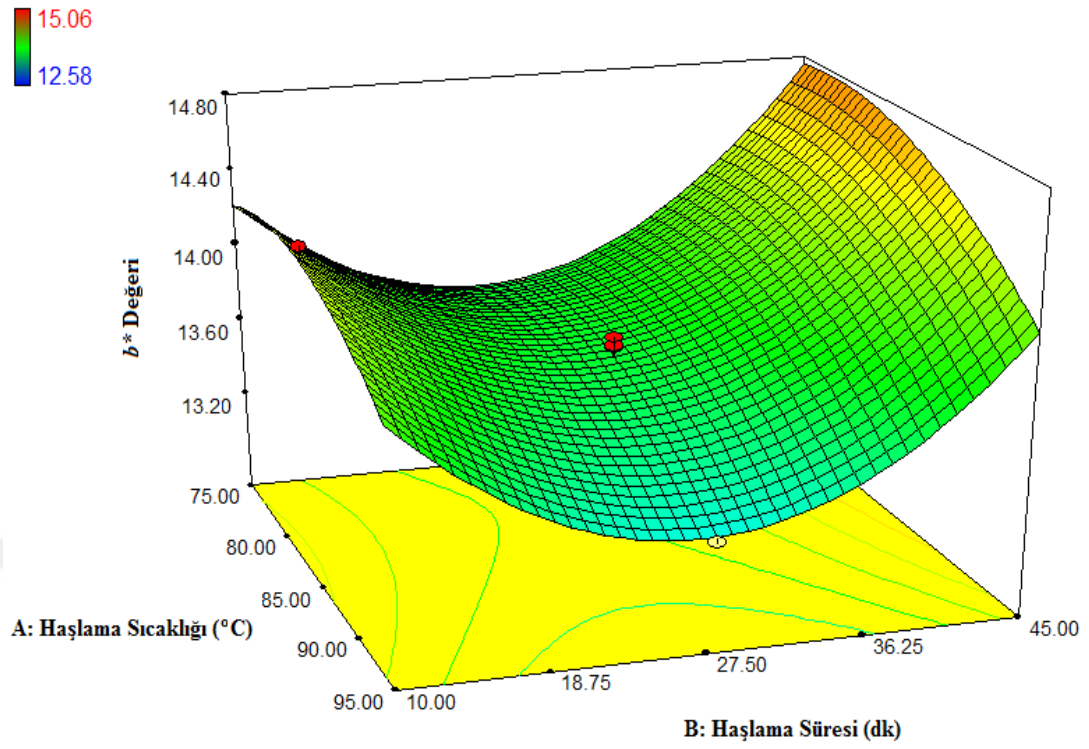
Şekil 3.1. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



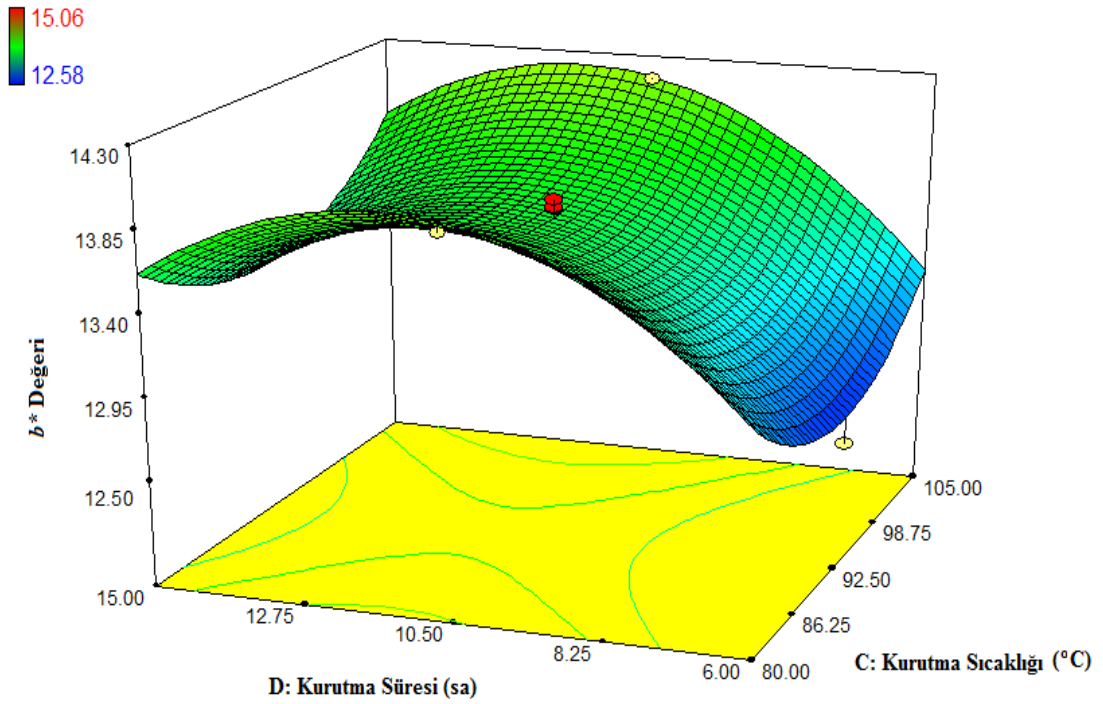
Şekil 3. 26. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 27. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı



Şekil 3. 28. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 29. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.6. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı lif örneklerinin su bağlama kapasitesi değerleri için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modellemede veriler üzerinde transformasyon uygulanmamış, su bağlama kapasitesi üzerine istatistiki olarak önemli etkisi olmayan faktörler $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi kullanılarak elenmiştir. Faktörlerin su bağlama kapasitesi üzerine olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Tablo 3.8’de verilmiştir. Tablo 3.8’de görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği üzere önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Ayrıca su bağlama kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin de önemli olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür. Faktörlerin etkileri dikkate alınarak şeker pancarı lifine ait su bağlama kapasitesi değerini tahmini olarak belirlemek için oluşturulan regresyon denkleminin determinasyon katsayısı 0.945 olarak bulunmuş olup denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Su Bağlama Kapasitesi(g/g)}=0.224-0.193*B+0.321*C-0.666*D+0.001*B*C+0.002*B^2-0.002*C^2+0.028*D^2$$

Tablo 3.8. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	17.09	7	2.44	46.58	< 0.0001	Önemli
B: Haşlama Süresi	0.00	1	0.00	0.02	0.9030	
C: Kurutma Sıcaklığı	10.92	1	10.92	208.41	< 0.0001	
D: Kurutma Süresi	1.80	1	1.80	34.33	< 0.0001	
BC	1.02	1	1.02	19.47	0.0003	
B ²	0.64	1	0.64	12.29	0.0024	
C ²	0.34	1	0.34	6.56	0.0191	
D ²	0.92	1	0.92	17.64	0.0005	
Rezidual	1.00	19	0.05			
Uyum Eksikliği	0.88	17	0.05	0.89	0.6520	Önemsiz
Standart Sapma	0.23					
Ortalama	6.12					
Varyasyon Katsayısı (%)	3.74					
R ²	0.945					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Şekil 3.31’de elde edilen liflerin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılım grafiği verilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere şeker pancarı lifi örneklerine ait en yüksek su bağlama kapasitesi değeri 95 °C’de haşlama işlemi gerçekleştirilen lif örneğinde gözlenmiştir. Buna karşılık şeker pancarı liflerinin en düşük su bağlama kapasitesi değeri 85 °C’de haşlama işlemi gerçekleştirilen örnekte belirlenmiştir. Tablo 3.8’den de görüldüğü üzere şeker pancarı posasından klasik yöntem ile elde edilen diyet liflerinin su bağlama kapasitesi üzerine haşlama sıcaklığının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

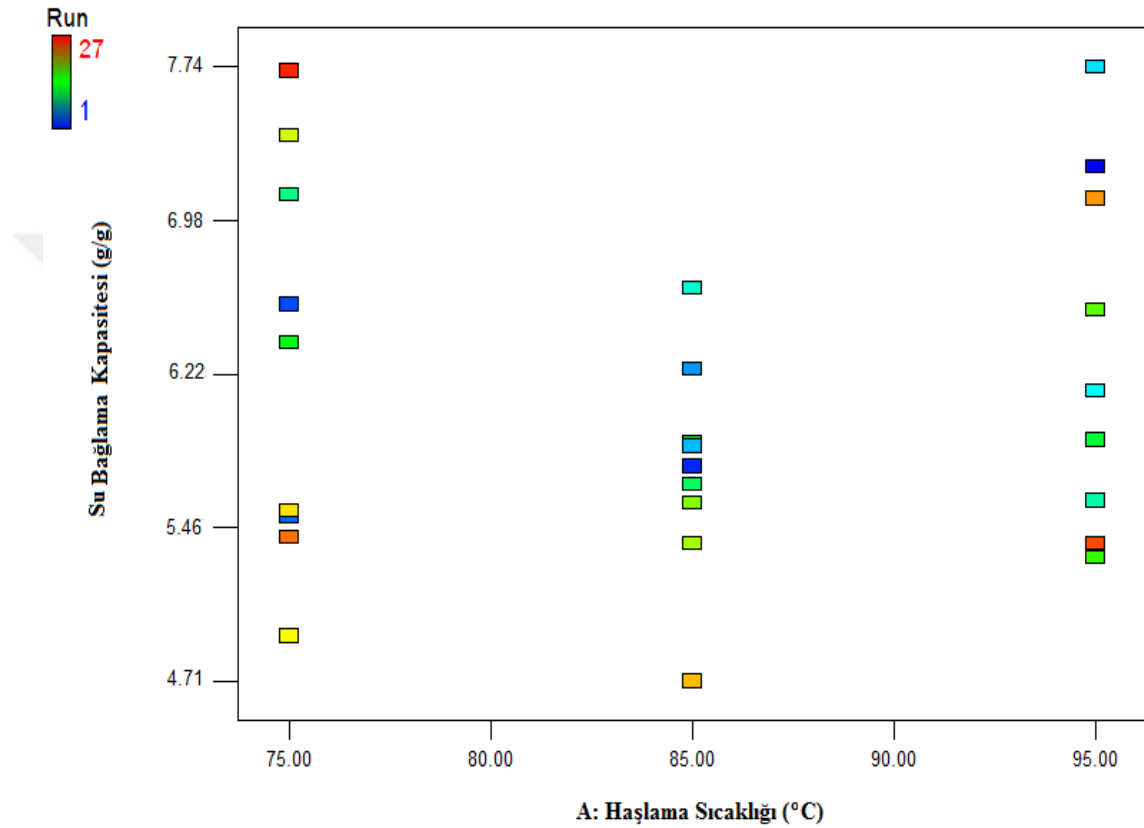
Şekil 3.32’deki üretilen liflerin su bağlama kapasitesi değerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılım grafiği incelendiğinde 10 dakika haşlama işlemine tabi tutulan örneğe ait su bağlama kapasitesi değeri yüksek bulunurken, 27.5 dakika haşlama işlemi ile elde edilen şeker pancarı lifinin su bağlama kapasitesi değeri düşük olarak belirlenmiştir.

Klasik yöntem ile elde edilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı Şekil 3.33’deki grafikte gösterilmiştir. Uygulanan kurutma sıcaklıklarından en düşük kurutma sıcaklığı olan 80 °C’de kurutulan lif örneğinin su bağlama kapasitesinin en yüksek değerde bulunduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra uygulanan en yüksek kurutma sıcaklığı olan 105 °C’de kurutulan şeker pancarı lifinin su bağlama kapasitesi değerinin ise en düşük değer olduğu belirlenmiştir.

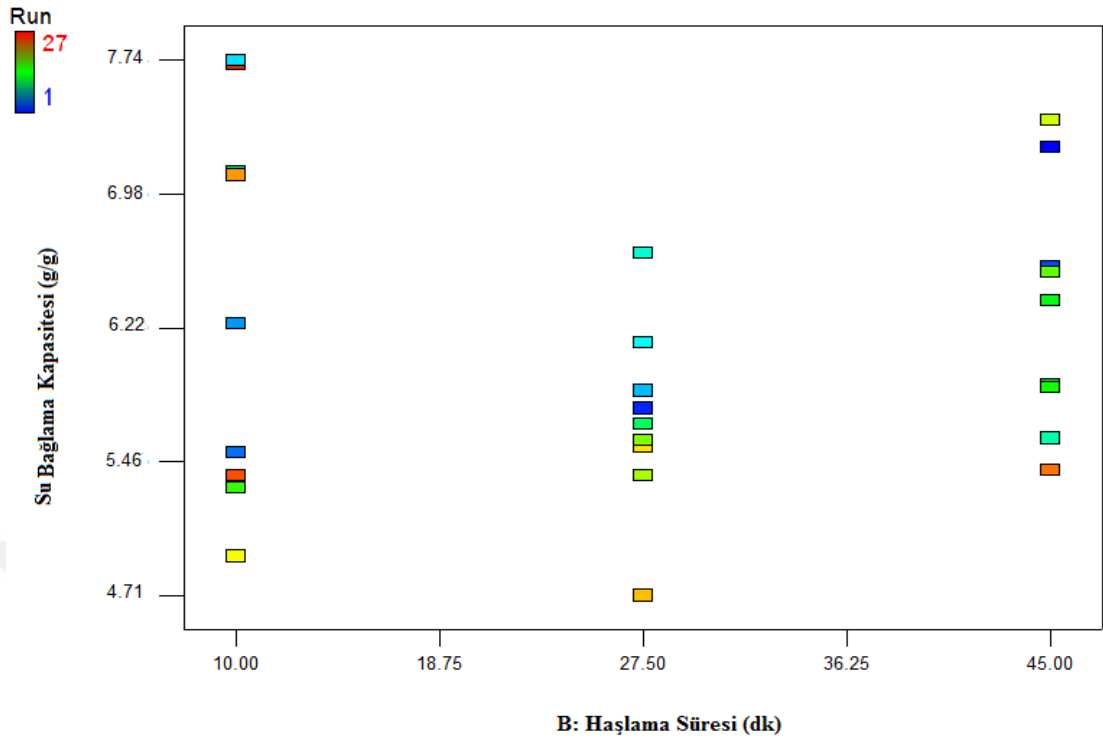
Elde edilen lif örneklerine ait su bağlama kapasitesi değerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılım grafiği Şekil 3.34’de verilmiştir. Lif örnekleri 6 saat kurutma işlemine tabi tutulduklarında su bağlama kapasitesi değerlerinin yüksek olduğu, 10.5 saat kurutulduklarında ise lif örneklerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.35’de gösterilmekte olan şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişim grafiğine göre su bağlama kapasitesinin haşlama işlemine göre belirgin bir şekilde etkilenmediği gözlenmiştir.

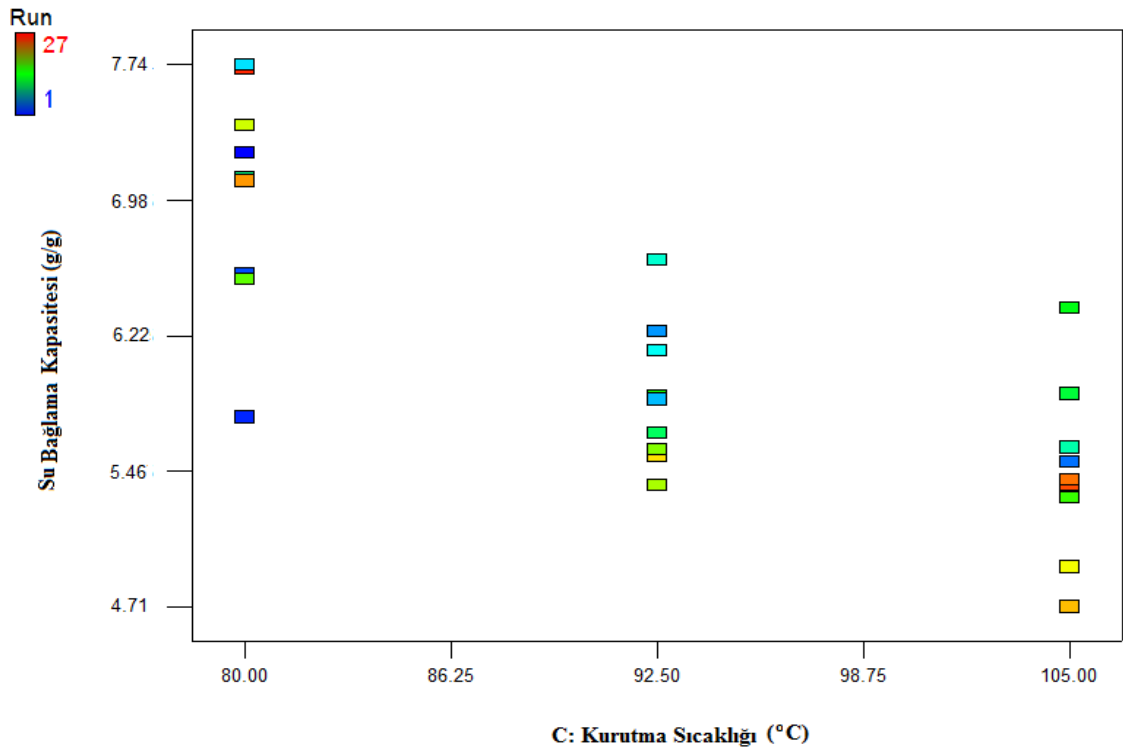
Şekil 3.36'daki kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak lif örneklerinin su bağlama kapasitesi değerindeki değişim grafiği incelendiğinde düşük kurutma sıcaklıklarında yapılan kurutma işlemlerinde su bağlama kapasitesi değerinin artış gösterdiği bulunmuştur. Kurutma sıcaklığının artması ile şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir.



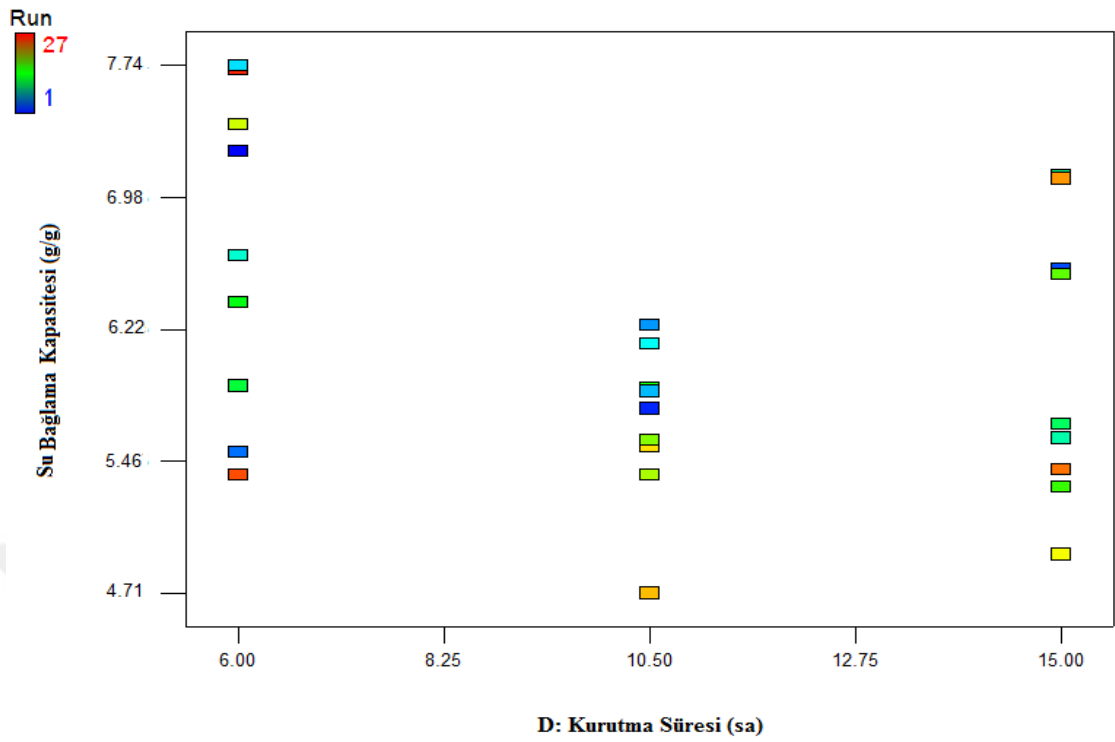
Şekil 3. 30. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



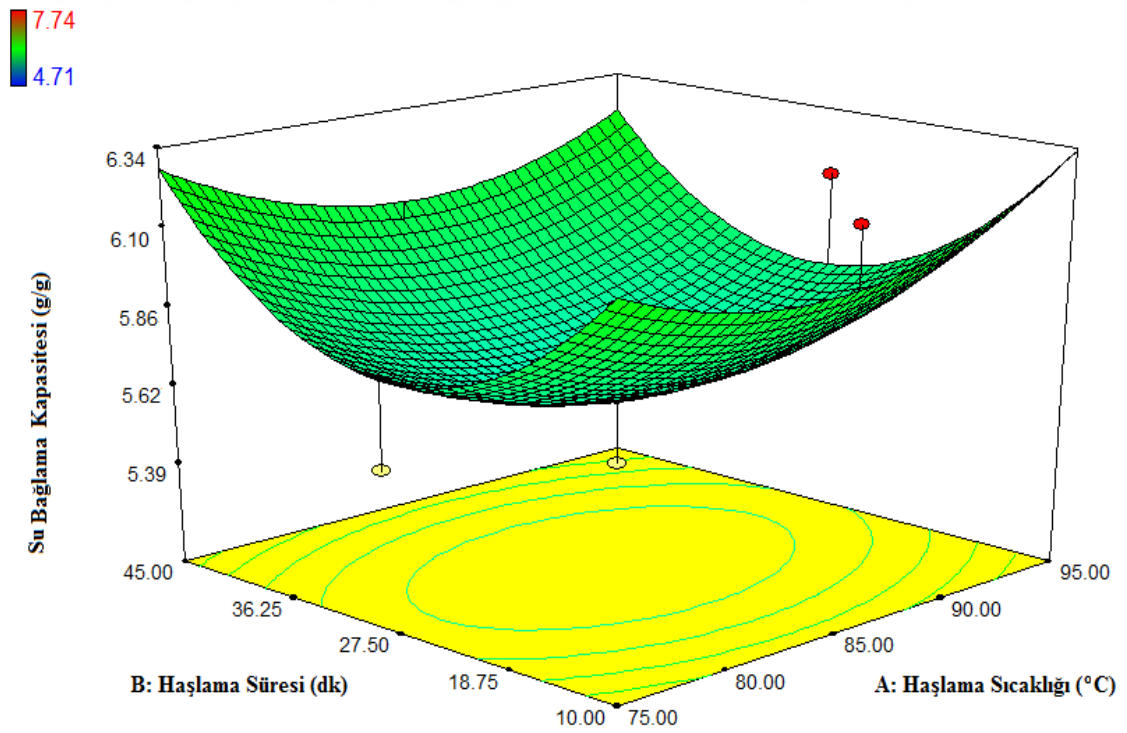
Şekil 3. 31. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



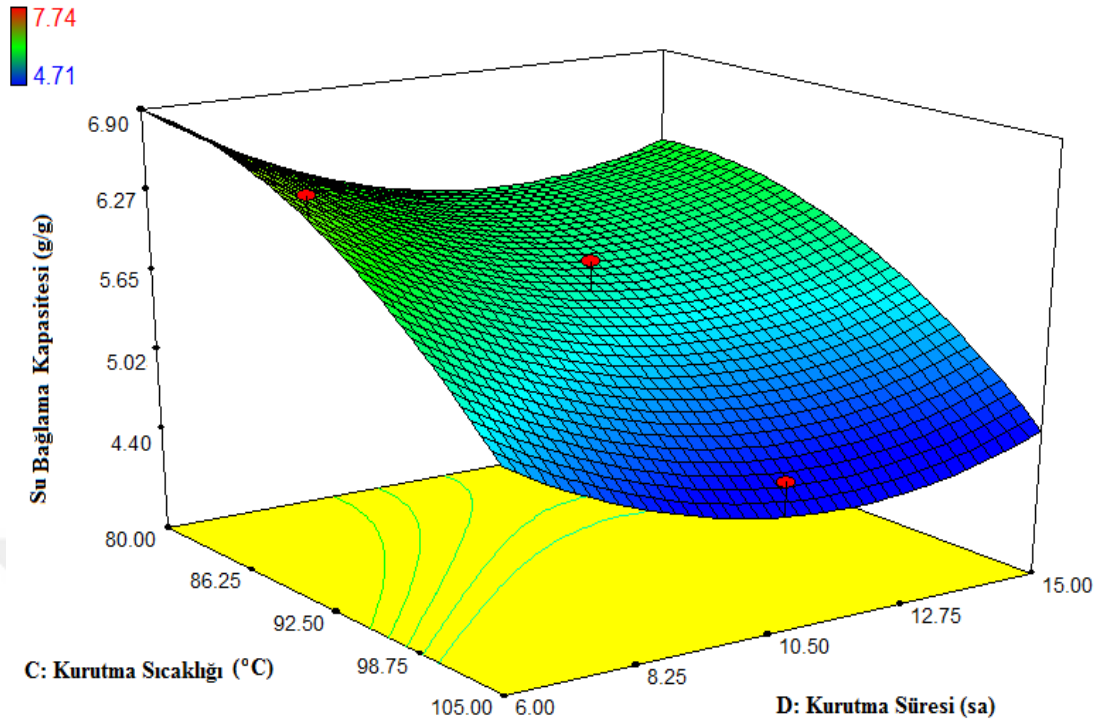
Şekil 3. 32. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 33. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı



Şekil 3. 34. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 35. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.7. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri

Yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı kullanılarak klasik yöntem ile diyet lif üretiminde yağ bağlama kapasitesi için kurulan modelde veriler için transformasyon işlemi uygulanmamıştır. Ancak etkisi istatistiki olarak önemli olmayan faktörler için geri eleme (backward) yöntemi kullanılmıştır. Geri eleme $\alpha=0.05$ önem düzeyinde uygulanmıştır. Yağ bağlama kapasitesi için kurulan modelde model olarak kuadratik model seçilmiştir. Modellemede klasik yöntem ile diyet lif üretimindeki faktörlerin yağ bağlama kapasitesi üzerine olan etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.9’da gösterilmiştir. Varyans analiz sonucunda görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Yağ bağlama kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin de istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Yağ bağlama kapasitesi üzerine faktörlerin etkileri dikkate alınarak oluşturulan ve şeker pancarı posasından klasik yöntemle elde edilen diyet gıda lifinin

tahmini yağ bağlama kapasitesi değerini belirlemek için kullanılan regresyon denklemi aşağıda verilmiştir. Denklemin determinasyon katsayısı 0.914 bulunmuştur.

$$\text{Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)} = 6.817 - 0.069*B - 0.031*C - 0.180*D + 0.0004*B*C + 0.001*B^2 + 0.007*D^2$$

Tablo 3.9. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	2.03	6	0.34	35.54	< 0.0001	Önemli
B: Haşlama Süresi	0.01	1	0.01	0.71	0.4079	
C: Kurutma Sıcaklığı	1.06	1	1.06	110.91	< 0.0001	
D: Kurutma Süresi	0.34	1	0.34	36.17	< 0.0001	
BC	0.15	1	0.15	15.36	0.0008	
B ²	0.09	1	0.09	9.45	0.0060	
D ²	0.07	1	0.07	7.29	0.0138	
Rezidual	0.19	20	0.01			
Uyum Eksikliği	0.15	18	0.01	0.46	0.8591	Önemsiz
Standart Sapma	0.10					
Ortalama	2.63					
Varyasyon Katsayısı (%)	3.70					
R ²	0.914					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Şeker pancarı lifi örneklerine ait yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı Şekil 3.37’de verilmiştir. Örneklerin yağ bağlama kapasitesi değerinin haşlama sıcaklığına göre dağınık bir şekilde dağılım gösterdiği ve en yüksek yağ bağlama kapasitesi değerinin 75 °C’de haşlama işlemi gerçekleştirilen şeker pancarı lifinde belirlendiği görülmüştür.

Üretilen lif örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılım grafiği Şekil 3.38’de gösterilmiştir. Haşlama sıcaklığında olduğu gibi haşlama süresine göre de lif örneklerinin yağ bağlama kapasitesindeki dağılım dağınık bir şekilde gerçekleşmiştir. En yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri 10 dakika süre ile haşlama işlemine tabi tutulan şeker pancarı lifinde gözlenmiştir.

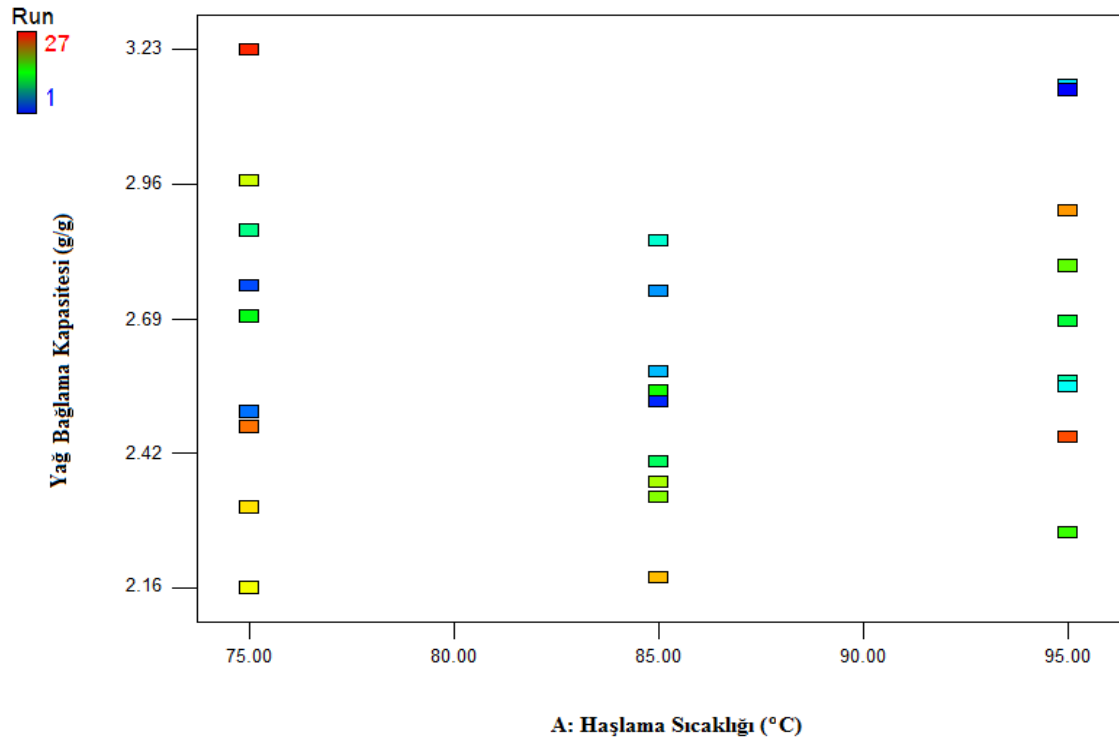
Şekil 3.39’da lif örneklerine ait yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımını gösteren grafikte yağ bağlama kapasitesinin en yüksek değer aldığı kurutma sıcaklığı 80 °C olarak gözlenmiştir. Ayrıca genel olarak yağ bağlama kapasitesi 80 °C’de kurutma işlemlerinde yüksek değerler almıştır.

Üretilen liflerin yağ bağlama kapasitesinin en düşük değer aldığı kurutma sıcaklığı ise 105 °C olmuştur. Genel olarak 105 °C’de kurutma sıcaklığında yağ bağlama kapasitesinin düşük değerler aldığı da gözlenmiştir.

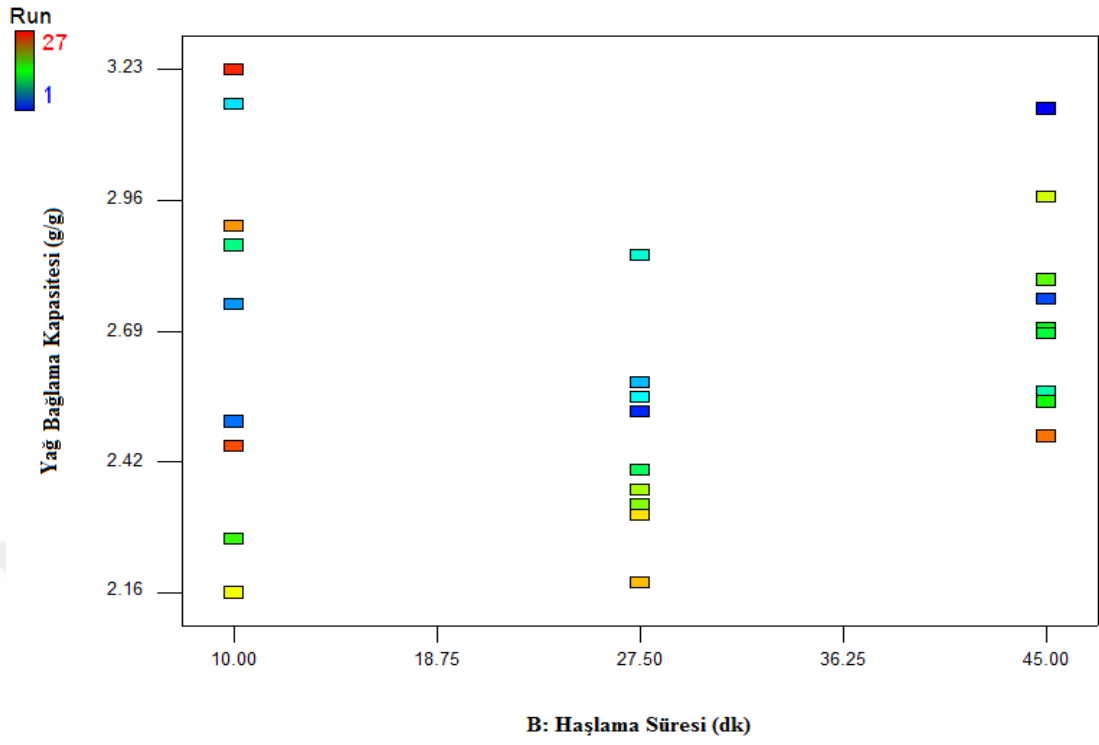
Şekil 3.40’da üretilen pancar liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı gösterilmiştir. En yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri 6 saat kurutma işlemine tabi tutulan örnekte, en düşük yağ bağlama kapasitesi değeri ise 15 saatte kurutulan örnekte gözlenmiştir.

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde yağ bağlama kapasitesi değerinin haşlama işlemine bağlı olarak değişim grafiği Şekil 3.40’da verilmiştir. Haşlama işleminde haşlama süresinin yüksek ve düşük olduğu noktalarda yağ bağlama kapasitesi değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir.

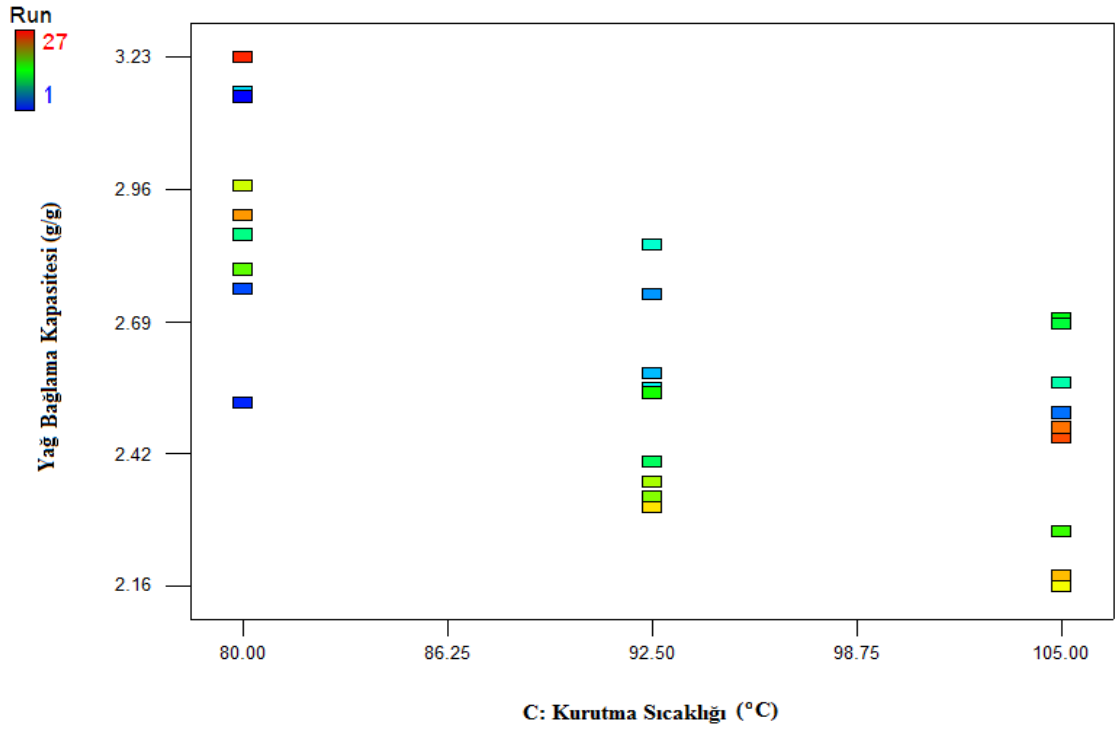
Yağ bağlama kapasitesi değerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişim grafiği ise Şekil 3.41’de gösterilmiştir. Düşük sıcaklıkta kurutma işlemlerinde yağ bağlama kapasitesi değerlerinde artış meydana gelirken kurutma sıcaklığının atmasıyla lif örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerleri azalmıştır.



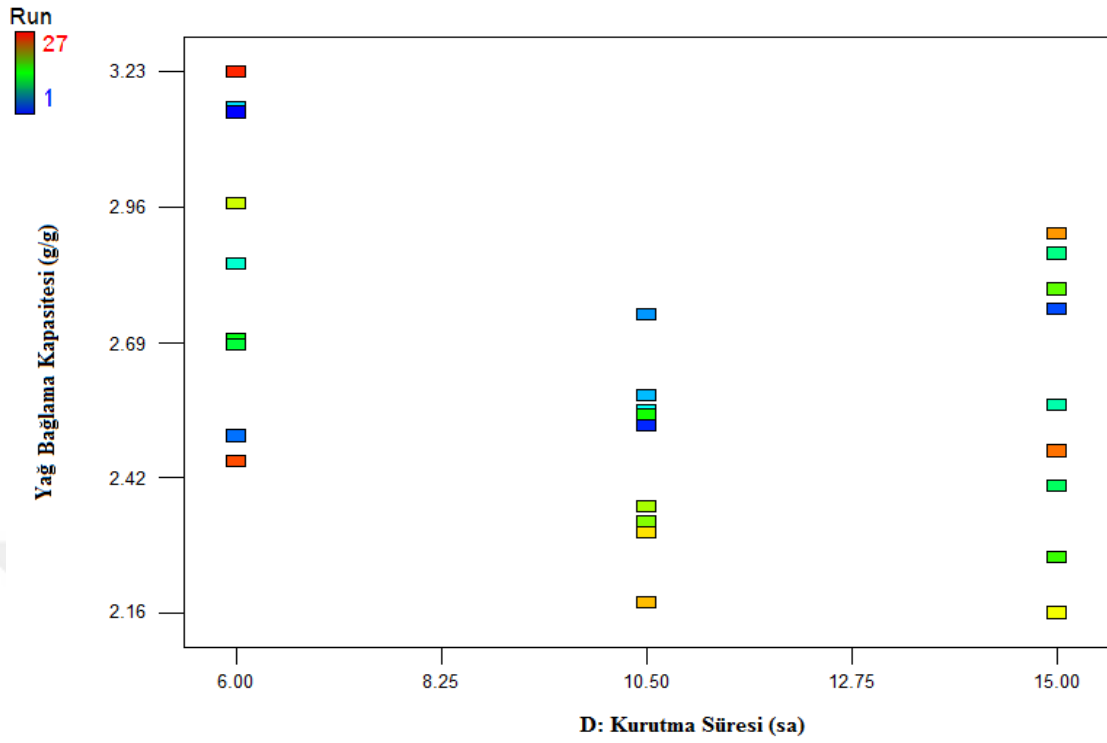
Şekil 3. 36. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



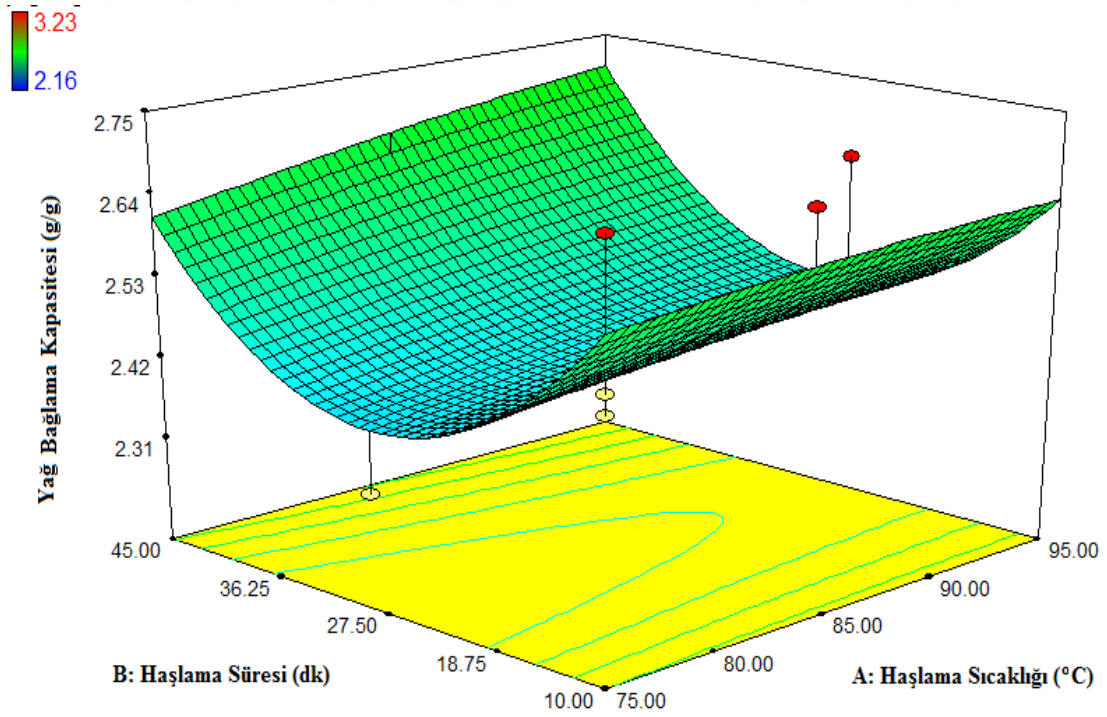
Şekil 3. 37. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



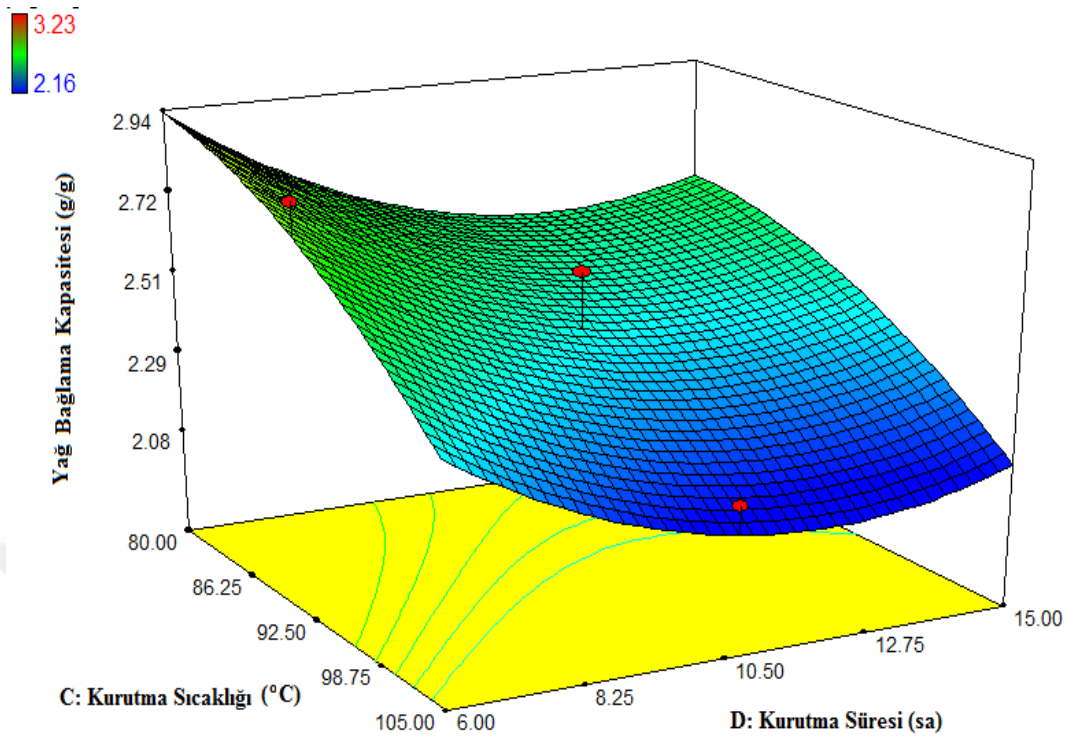
Şekil 3. 38. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 39. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı



Şekil 3. 40. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 41. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.8. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lifi üretiminde protein değeri için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile kurulan kuadratik modelde veriler üzerine herhangi bir transformasyon uygulanmamış, protein değerine etkisi olmayan faktörleri elemek için geri eleme ($\alpha=0.05$) yöntemi uygulanmıştır. Modellemede faktörlerin protein değeri üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.10'da verilmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği üzere önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şeker pancarı posasından klasik yöntemle elde edilen diyet lifin tahmini protein değerini belirlemek için oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı ise 0.999 olarak bulunmuştur.

$$\text{Protein (\%)} = 9.617 - 0.117*A + 0.011*B + 0.037*C + 0.125*D - 0.0001*A*B - 0.0001*A*C$$

$$+ 0.002*A*D + 0.00005*B*C - 0.0001*B*D - 0.002*C*D + 0.001*A^2$$

$$+ 0.0001*B^2 - 0.001*D^2$$

Tablo 3.10. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	1.14	13	0.09	1543.69	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	0.01	1	0.01	173.07	< 0.0001	
B: Haşlama Süresi	0.54	1	0.54	9550.73	< 0.0001	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.02	1	0.02	286.10	< 0.0001	
D: Kurutma Süresi	0.18	1	0.18	3143.65	< 0.0001	
AB	0.00	1	0.00	74.62	< 0.0001	
AC	0.00	1	0.00	86.54	< 0.0001	
AD	0.08	1	0.08	1335.57	< 0.0001	
BC	0.00	1	0.00	28.26	0.0001	
BD	0.00	1	0.00	21.63	0.0005	
CD	0.27	1	0.27	4775.37	< 0.0001	
A ²	0.01	1	0.01	242.30	< 0.0001	
B ²	0.00	1	0.00	19.78	0.0007	
D ²	0.00	1	0.00	11.13	0.0054	
Rezidual	0.00	13	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	11	0.00	0.10	0.9960	Önemsiz
Standart Sapma	0.01					
Ortalama	7.68					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.10					
R ²	0.999					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Klasik yöntemle elde edilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı Şekil 3.43'de verilmiştir. Buna göre en düşük protein içeriğine sahip olan lif örneğinin 95 °C'de haşlama işlemi gerçekleştirilen örnek olduğu belirlenmiştir.

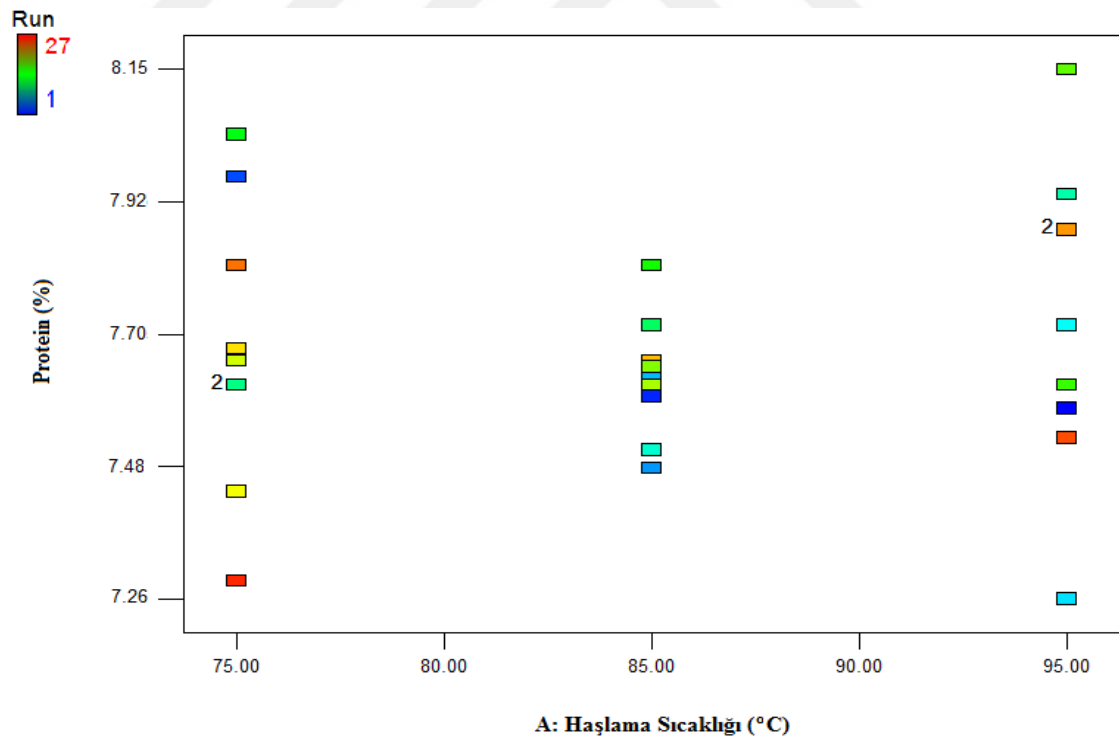
Haşlama süresine göre lif örneklerinin protein değerindeki değişimin dağılımı Şekil 3.44'de gösterilmiştir. En düşük protein değeri 10 dakika haşlama işlemine tabi tutularak üretilen şeker pancarı lifinde, en yüksek protein değeri ise 45 dakika haşlama işlemi gerçekleştirilen örnekte bulunmuştur.

Şekil 3.45'de protein değerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı verilmiştir. Liflerin kurutulması esnasında uygulanan kurutma sıcaklıklarından en düşük kurutma sıcaklığı olan 80 °C'de kurutulan şeker pancarı lifinin protein değerinin belirlenen en düşük protein değeri olduğu tespit edilmiştir.

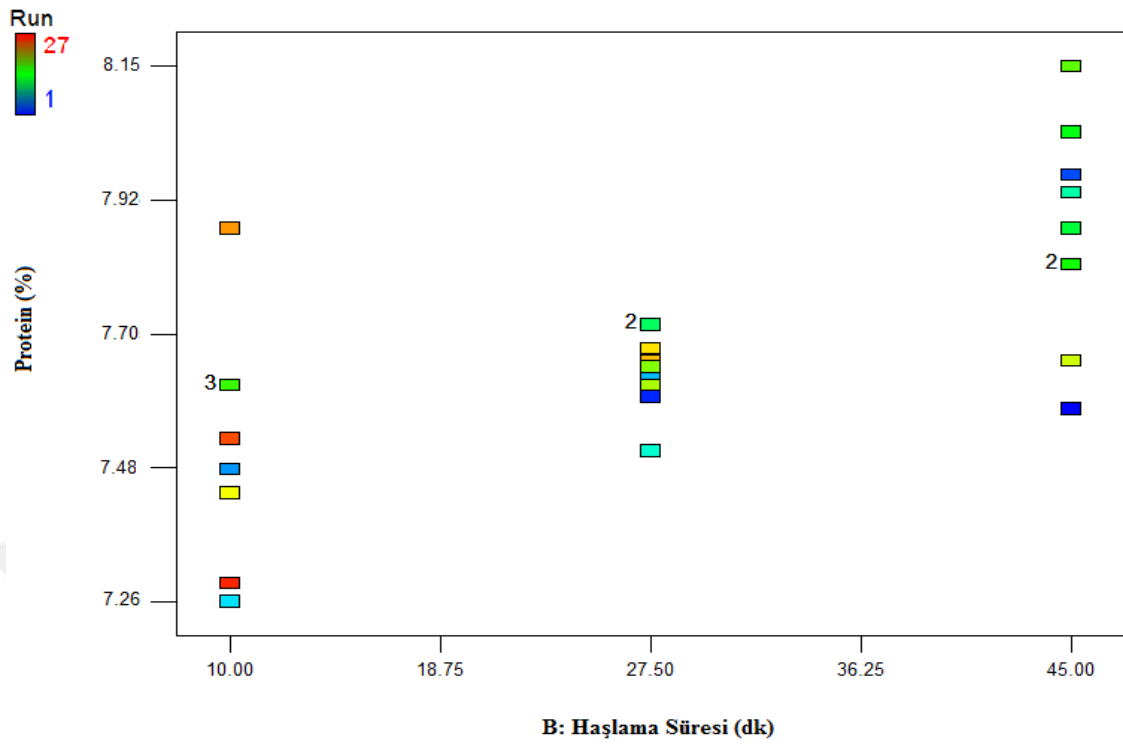
Şeker pancarı liflerinin protein değerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımını gösteren grafik (Şekil 3.46) incelendiğinde protein değerinin en düşük değer aldığı kurutma süresi 6 saat, en yüksek değer aldığı kurutma süresi ise 15 saat olarak bulunmuştur.

Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde protein değerinin haşlama işlemine bağlı olarak değişimi Şekil 3.47’de gösterilmiştir. Şekil 3.47 incelendiğinde haşlama süresi arttıkça lif örneklerinin protein değerlerinde artış olduğu, haşlama süresi azaldıkça örneklerin protein değerinin azaldığı belirlenmiştir.

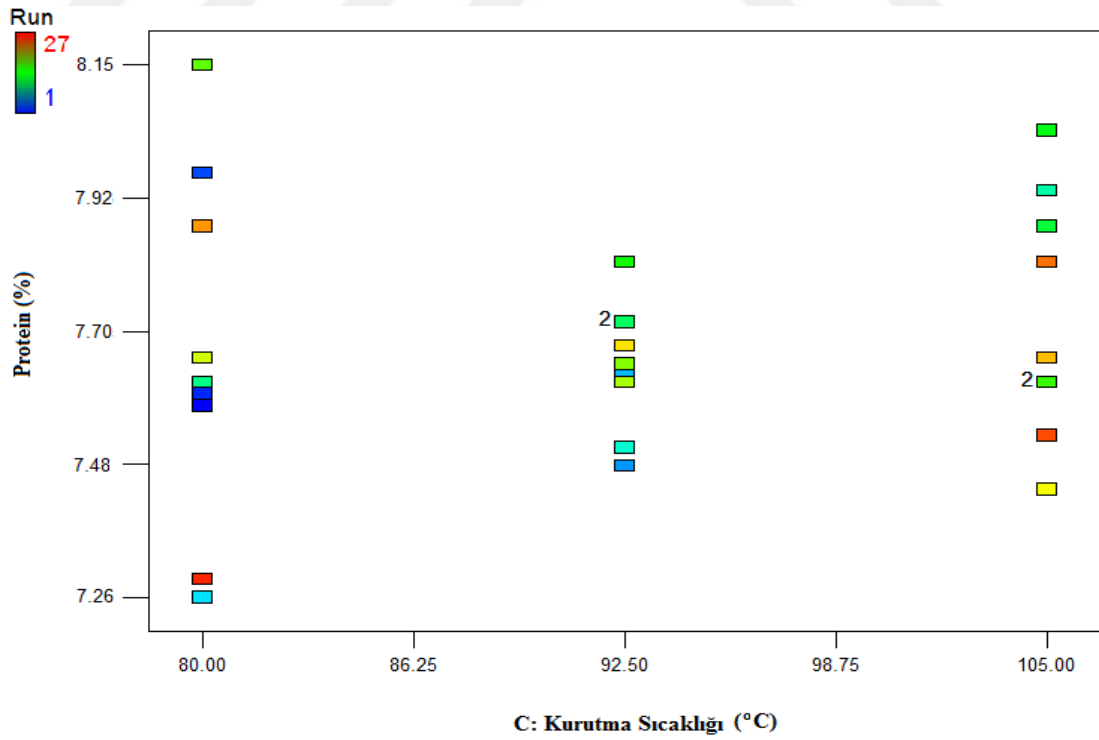
Şekil 3.48’de klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lifi üretiminde liflerin protein değerlerinin kurutma işlemine bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir. Düşük kurutma sıcaklığı ve düşük kurutma sürelerinde lif örneklerinin protein değeri azalma göstermiştir. Aynı zamanda kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin artmasıyla birlikte şeker pancarı liflerinin protein değerinde artış olduğu gözlenmiştir.



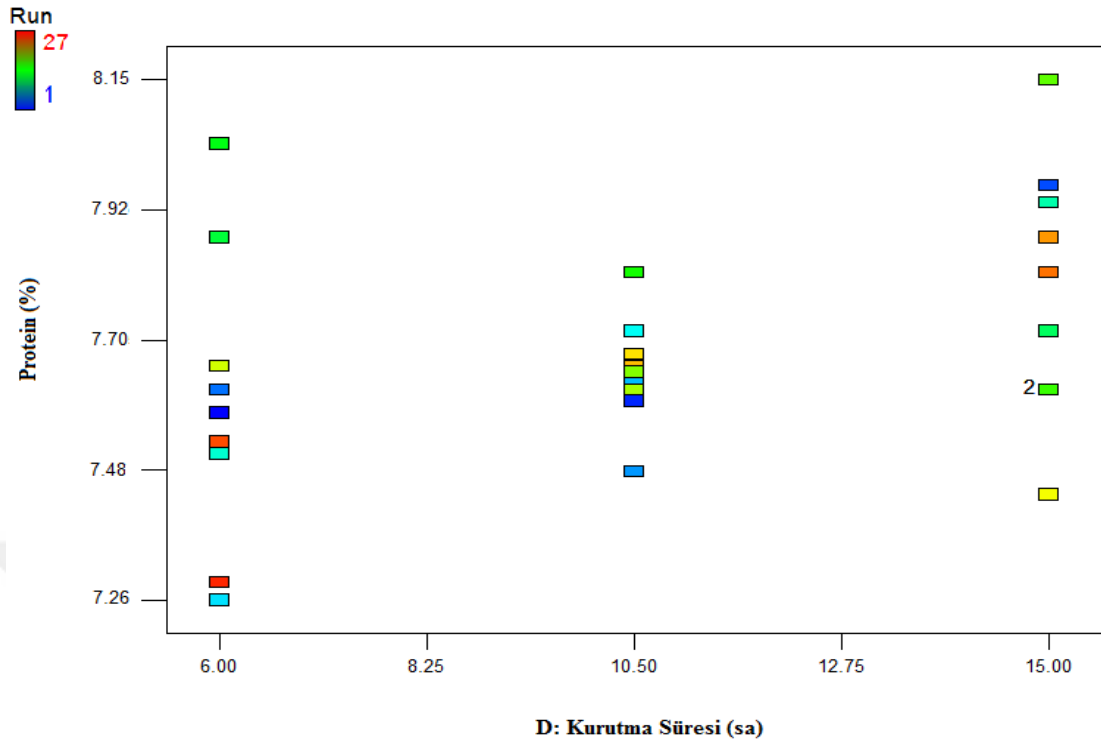
Şekil 3. 42. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



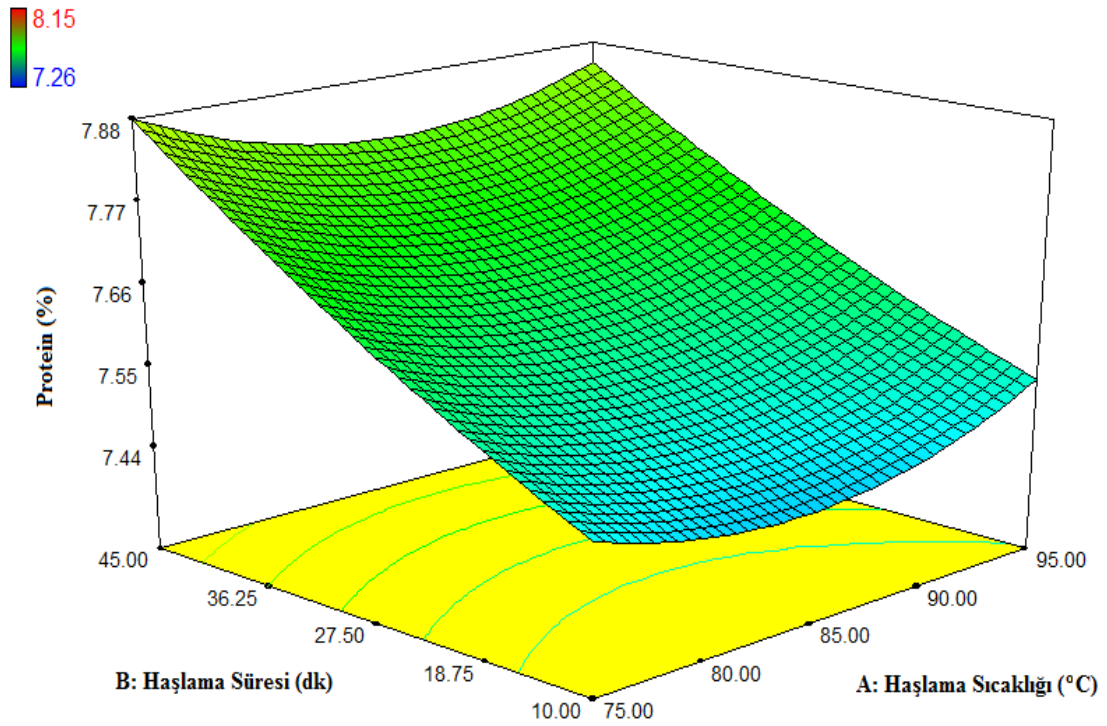
Şekil 3. 43. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



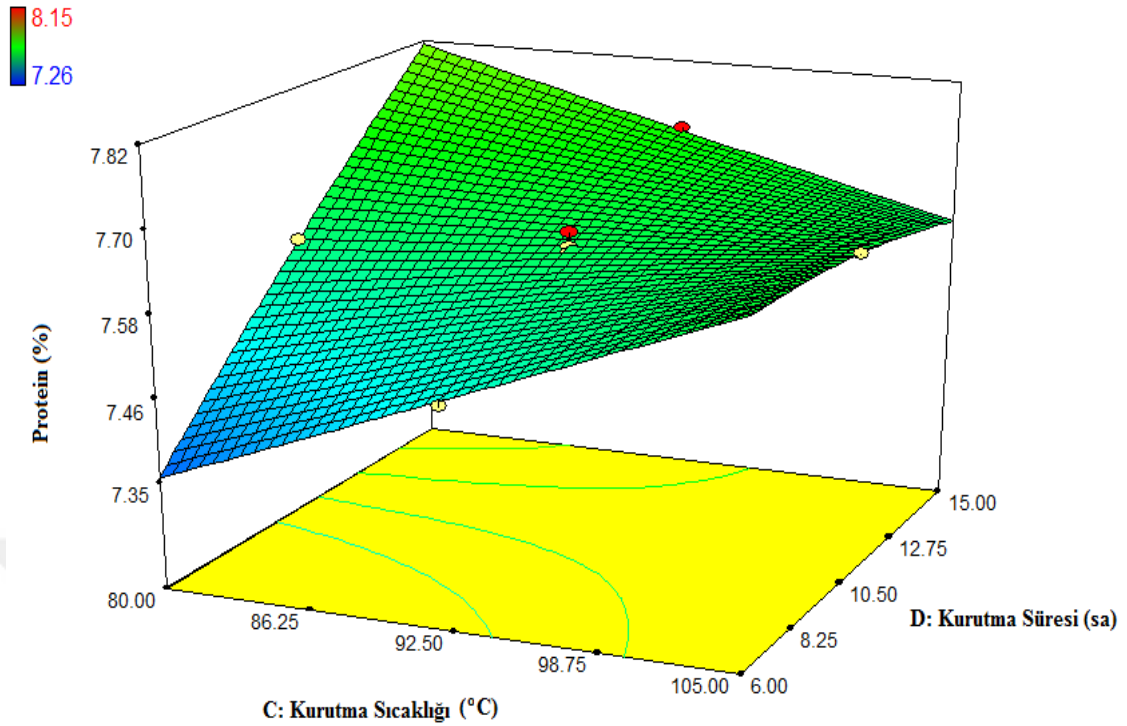
Şekil 3. 44. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 45. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı



Şekil 3. 46. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. 47. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.1.9. Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde faktörlerin toplam diyet lif değeri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı kullanılarak yapılan modelde kuadratik model seçilmiş, veriler üzerinde herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamış, $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi kullanılmıştır. Toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu Tablo 3.11’de gösterilmiştir. Tablo 3.11’de görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği üzere önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Regresyon denklemi aşağıda verilmiş, determinasyon katsayısı ise 0.970 olarak bulunmuştur.

$$\text{Toplam Diyet Lif (\%)} = 485.449 - 9.562*A + 0.067*B + 0.270*C - 0.771*D - 0.003*A*C + 0.010*A*D + 0.056*A^2$$

Tablo 3.11. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	304.77	7	43.54	88.26	< 0.0001	Önemli
A: Haşlama Sıcaklığı	82.13	1	82.13	166.49	< 0.0001	
B: Haşlama Süresi	24.48	1	24.48	49.62	< 0.0001	
C: Kurutma Sıcaklığı	0.26	1	0.26	0.54	0.4734	
D: Kurutma Süresi	2.65	1	2.65	5.38	0.0317	
AC	2.71	1	2.71	5.50	0.0300	
AD	3.29	1	3.29	6.66	0.0183	
A ²	189.24	1	189.24	383.61	< 0.0001	
Rezidual	9.37	19	0.49			
Uyum Eksikliği	7.23	17	0.43	0.40	0.8906	Önemsiz
Standart Sapma	0.70					
Ortalama	84.02					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.84					
R ²	0.970					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Haşlama sıcaklığına göre şeker pancarı lifi örneklerinin toplam diyet lif değerlerindeki dağılımını gösteren grafik Şekil 3.49'da gösterilmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere toplam diyet lif değerinin en yüksek değer aldığı haşlama sıcaklığı 75 °C, en düşük değer aldığı sıcaklık ise 85 °C olarak belirlenmiştir.

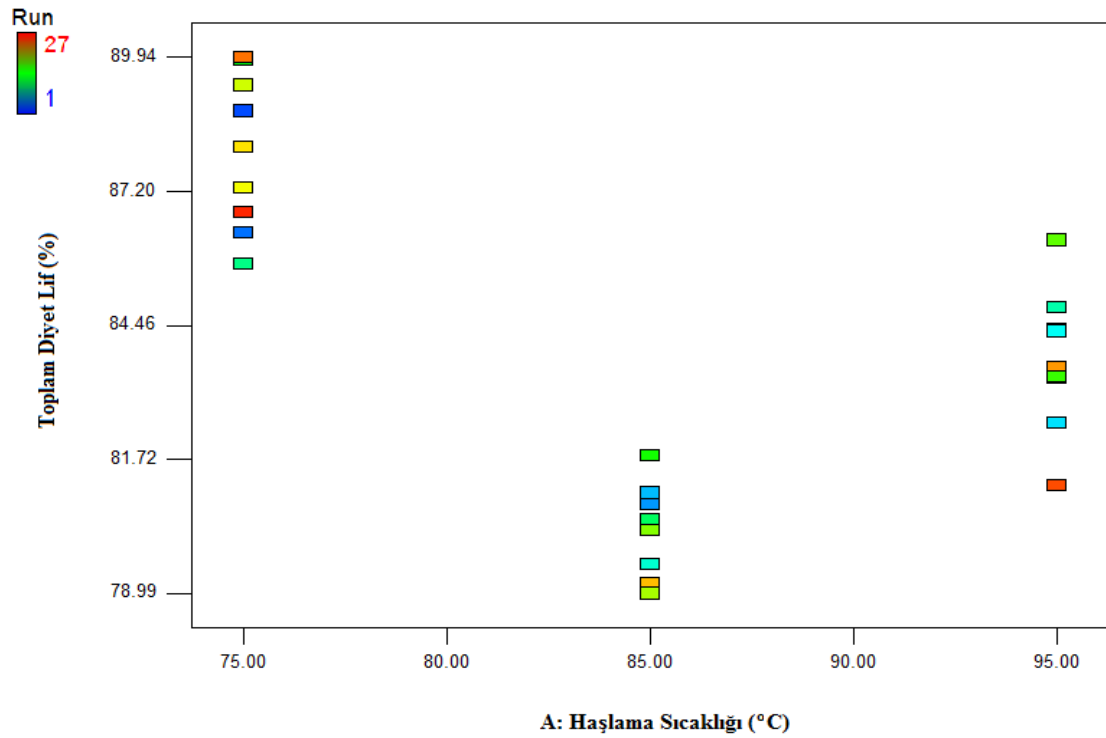
Şekil 3.50'de örneklerin toplam diyet lif değerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı gösterilmiştir. En yüksek toplam diyet lif değeri 45 dakika haşlama işlemi ile elde edilen şeker pancarı lifinde, en düşük toplam diyet lif değeri ise 27.5 dakika haşlama işlemine tabi tutulan örnekte tespit edilmiştir.

Şeker pancarı lifi örneklerinin toplam diyet lif değerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımını veren grafik Şekil 3.51'de yer almaktadır. Toplam diyet lif değerinin kurutma sıcaklığına göre dağınık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. En yüksek toplam diyet lif değerinin 105 °C'de kurutulan şeker pancarı lifi örneğine, en düşük toplam diyet lif değerinin ise 92.5 °C'de kurutulan örneğe ait olduğu belirlenmiştir.

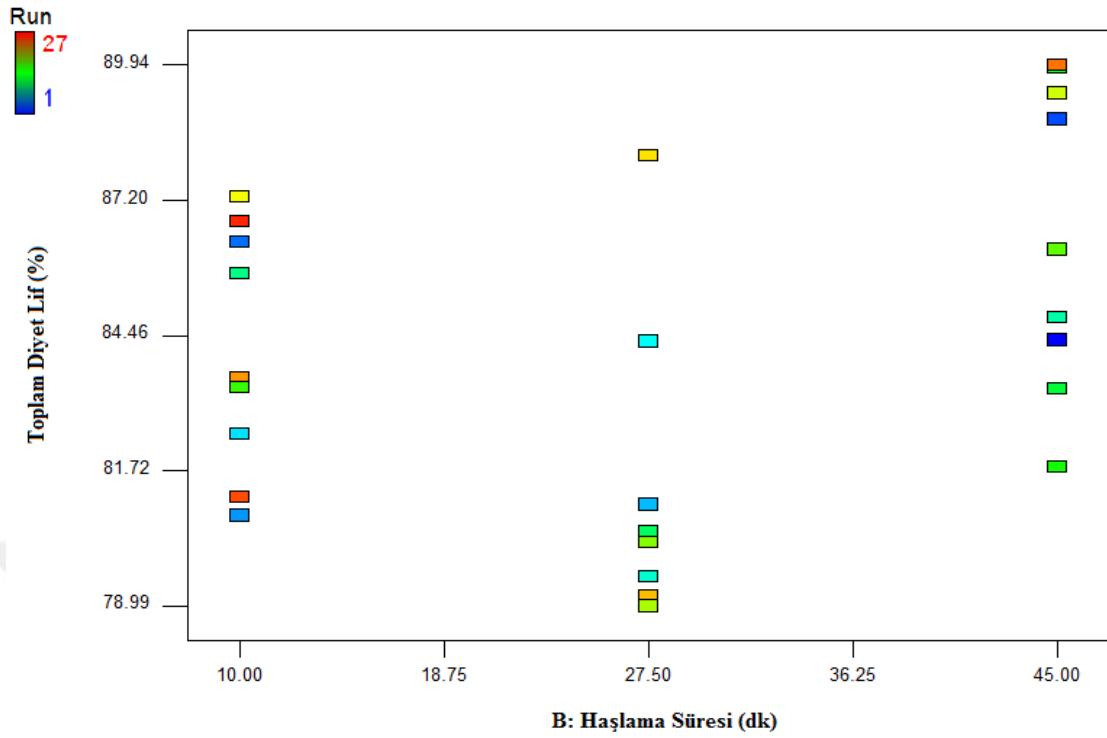
Kurutma süresine göre toplam diyet lif değerlerindeki dağılımı Şekil 3.52’de verilmiştir. Toplam diyet lif değerlerinin en yüksek aldığı değerler 6 saat ve 15 saat kurutma sürelerinde gözlenirken en düşük değer aldığı kurutma süresi ise 10.5 saat olarak bulunmuştur. Kurutma süresine göre toplam diyet lif değerlerinin dağınık bir dağılım gösterdiği gözlenmiştir.

Klasik yöntem ile şeker pancarı lifi üretiminde haşlama işlemine bağlı olarak toplam diyet lif değerinin değişimi Şekil 3.53’de grafikte gösterilmiştir. Örneklerin toplam diyet lif miktarlarındaki artışın haşlama sıcaklığının azaldığı ve haşlama süresinin arttığı noktalarda olduğu belirlenmiştir.

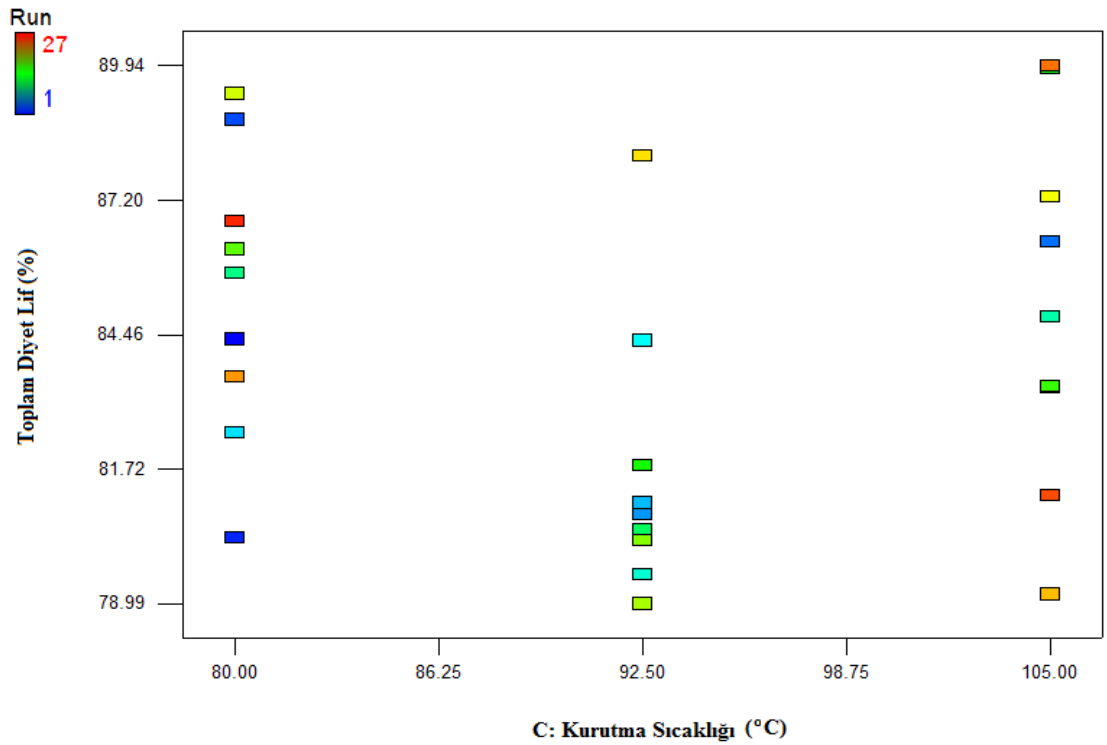
Örneklerin toplam diyet lif değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimini veren grafik (Şekil 3.54) incelendiğinde kurutma süresinin artmasına bağlı olarak lif örneklerinin toplam diyet lif değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Tablo 3.11’deki ANOVA tablosunda da görüldüğü üzere kurutma sıcaklığının toplam diyet lif değerleri üzerine istatistiki olarak önemli olmadığı ($p > 0.05$) bulunmuştur.



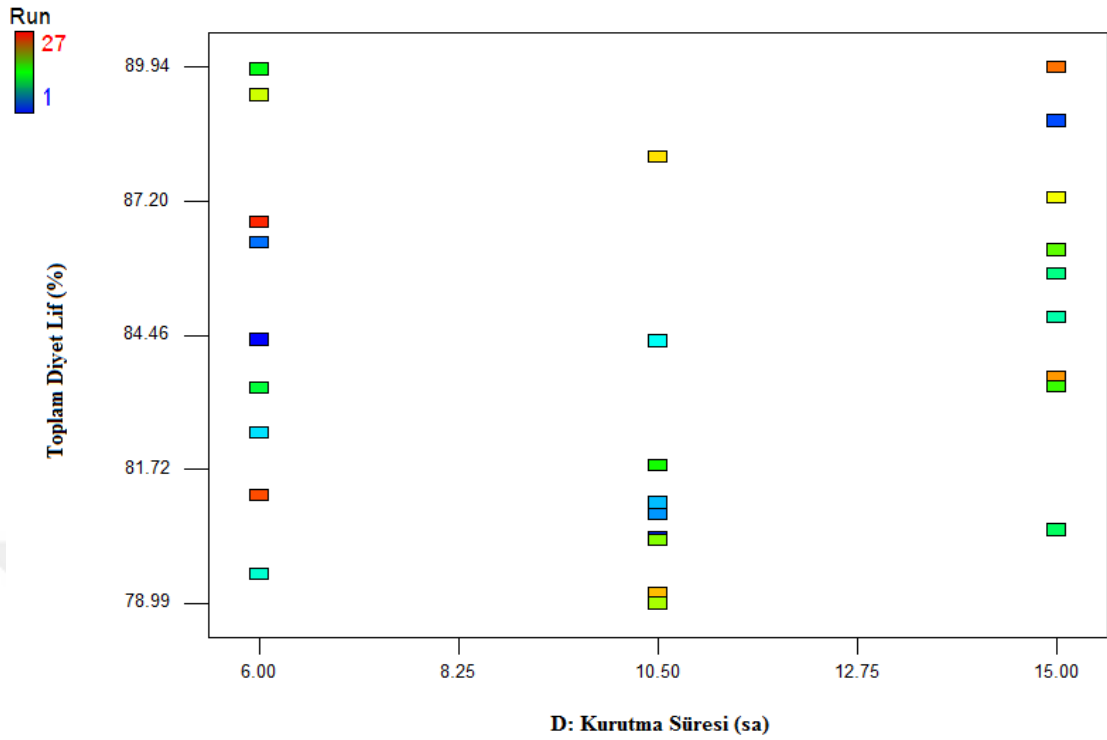
Şekil 3.48. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin haşlama sıcaklığına göre dağılımı



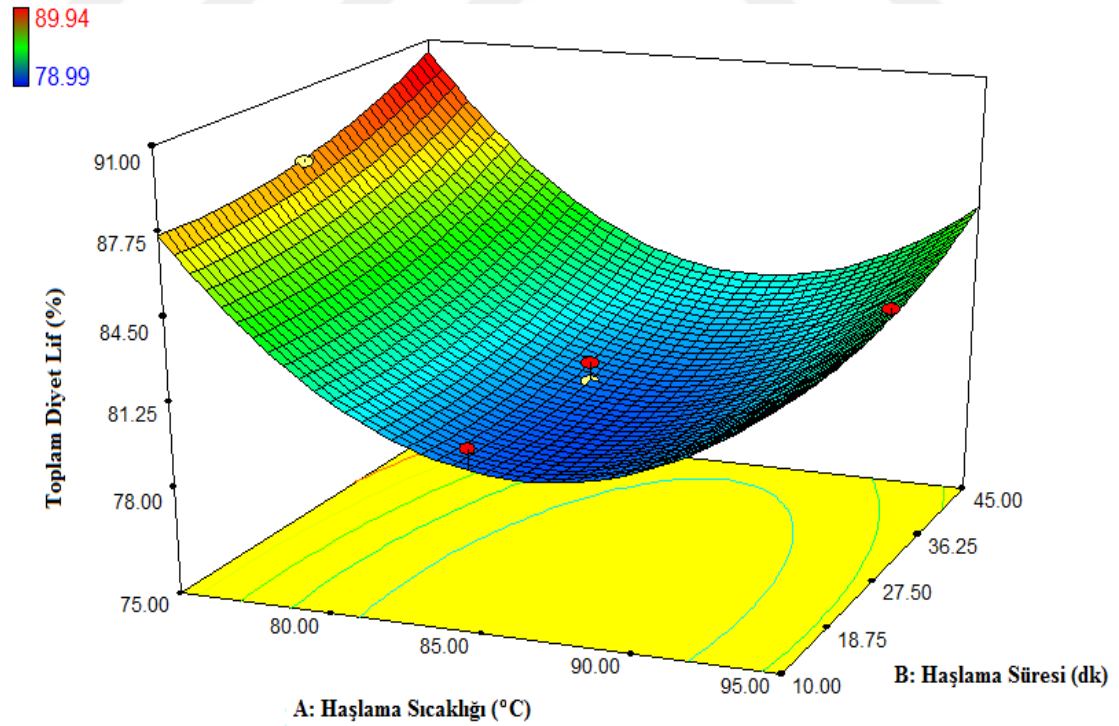
Şekil 3. 49. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin haşlama süresine göre dağılımı



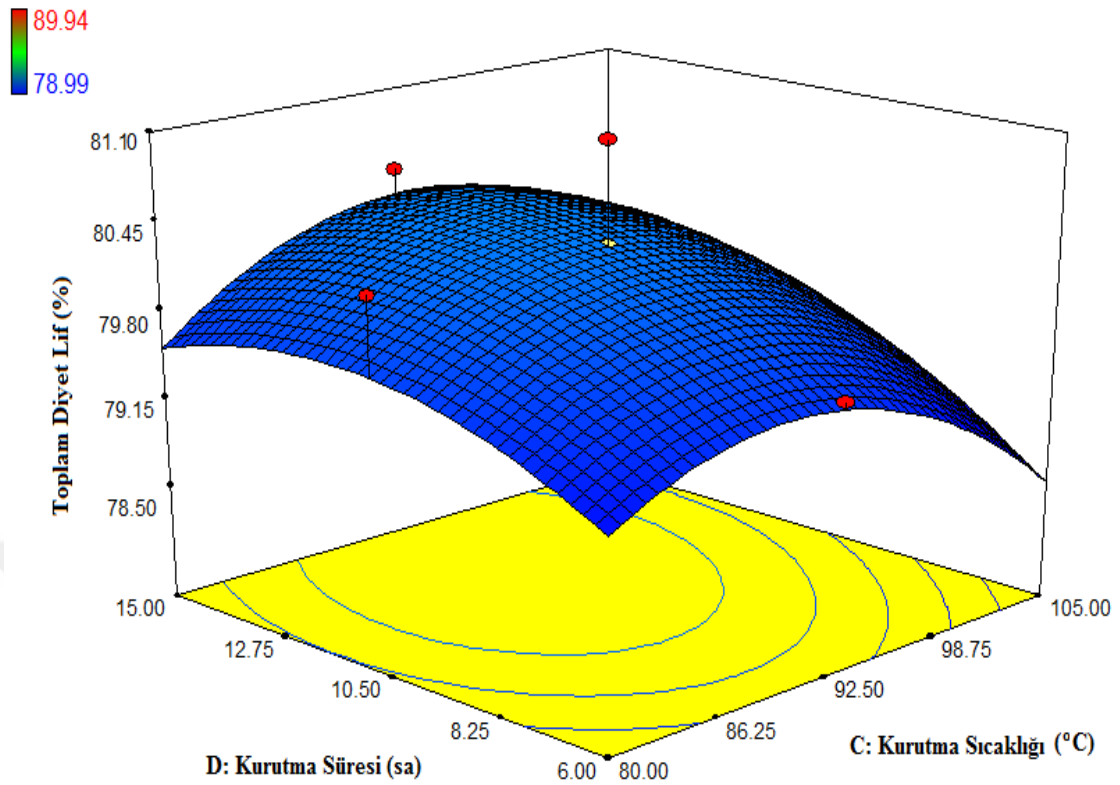
Şekil 3. 50. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin kurutma sıcaklığına göre dağılımı



Şekil 3. 51. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin kurutma süresine göre dağılımı



Şekil 3. 52. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin haşlama sıcaklığı ve haşlama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 3.53. Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.2. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi Proses Optimizasyonu

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde proses basamaklarının (haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi) optimum koşullarının belirlenmesi amacıyla yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile yapılan deneysel modele ait faktörlerde optimizasyon yapılmıştır. Faktörler (haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi) belirlenen aralıkta olacak şekilde, yanıtlardan nem ve kül değerleri minimize edilerek L^* , su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize edilmesi amaçlanarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Yapılan optimizasyon sonucu 30 farklı noktada optimum proses parametreleri belirlenmiştir. Tespit edilen değerler Tablo 3.12’de gösterilmiştir. Optimum olarak belirlenen 30 noktanın istenirlik değerleri 0.707 ile 0.538 arasında değişiklik göstermiştir. Tablo 3.12’de görüldüğü üzere klasik yöntem ile

şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için kullanılan optimum proses şartlarından en iyi istenirlik değerine sahip olan nokta 1. nokta olarak belirlenmiştir. Bu yüzden 1. noktadaki değerler istenilen optimum üretim şartları olarak kabul edilmiştir. Buna göre klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için optimum haşlama sıcaklığı 75 °C, haşlama süresi 45 dk, kurutma sıcaklığı 92.66 °C, kurutma süresi 6.78 sa olarak belirlenmiş ve bu noktalar uygulanarak klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen lif örneklerinde gerekli analizler gerçekleştirilmiş ve diğer diyet gıda lifi üretim yöntemlerinin optimum noktalarında üretilen lifler ile karşılaştırılarak teknolojik açıdan en uygun üretim yöntemi belirlenmiştir.

Tablo 3.12. Klasik üretim ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri

No	Haşlama Sıcaklığı (°C)	Haşlama Süresi (dk)	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (sa)	İstenirlik
1	75	45	92.66	6.78	0.707
2	75	45	92.90	6.76	0.707
3	75	45	92.01	6.96	0.706
4	75	45	91.86	7.23	0.704
5	75	45	92.89	7.78	0.698
6	75.22	45	94.06	6.98	0.697
7	75	45	88.36	8.03	0.687
8	75	10	86.64	8.18	0.676
9	75	10	86.51	8.17	0.676
10	75	10	87.24	7.96	0.675
11	75	10	87.11	7.84	0.675
12	75	10	85.42	8.51	0.674
13	75.18	10	87.31	8.15	0.670
14	75	10	85.69	9.95	0.663
15	75	45	90.10	10.1	0.649
16	95	10	83.49	9.57	0.615
17	95	10	84.00	9.33	0.615
18	95	10	83.58	9.49	0.615
19	95	10	84.31	9.65	0.615
20	94.98	10	83.86	9.33	0.615
21	95	10.06	82.95	8.97	0.613
22	95	10	85.12	8.24	0.612
23	95	10	82.76	10.63	0.612
24	95	10	86.21	7.87	0.608
25	95	10	84.02	12.53	0.607
26	94.95	10	82.94	12.06	0.606
27	94.9	45	92.66	7.71	0.543
28	95	45	90.08	7.28	0.541
29	95	44.36	91.51	7.57	0.540
30	94.99	45	87.77	8.20	0.538

3.2.3. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lif Üretimi

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lif üretiminde optimum proses koşullarını belirlemek için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile deneysel model oluşturulmuş, deneysel modele ait 11 deneme noktasında verilen değerlere göre şeker pancarı lifleri üretilmiş, üretilen liflerde gerekli analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerin sonuçları Tablo 3.13’de gösterilmiştir. Yanıt yüzey deneysel modelinde ultrason ön uygulaması için faktör olarak ultrason güç (amplitude) ve ultrason süre; yanıt olarak ise nem, kül, renk için L^* , a^* , b^* değerleri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein ve toplam diyet lif miktarı belirlenmiştir.

3.2.3.1. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri

Ultrason ön uygulama ile diyet lif üretiminde yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile modelleme işlemi uygulanmış, uygulanan modelde verilere herhangi bir transformasyon işlemi yapılmamıştır. Nem değerleri üzerine istatistiki olarak etkisi önemli olmayan faktörlere $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme yöntemi uygulanmıştır. Model olarak kuadratik model seçilmiştir. Faktörlerin nem üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.14’de gösterilmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise istenildiği gibi önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile elde edilen diyet lifinin tahmini nem değerini belirlemek amacıyla oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı ise 0.984 olarak bulunmuştur.

$$\text{Nem (\%)} = 4.482 + 0.001 \cdot A + 0.036 \cdot B - 0.0001 \cdot A \cdot B + 0.00001 \cdot A^2 - 0.001 \cdot B^2$$

Tablo 3.13. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları

Deneme Noktası	Proses Faktörleri		Yanıtlar								
	Ultrason Güç (Amplitude) (%)	Ultrason Süre (dk)	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı** (%)	<i>L</i> * değeri	<i>a</i> * değeri	<i>b</i> * değeri	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)	Protein Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
1	20	10	4.76±0.04	3.81±0.08	74.66±0.06	1.56±0.03	15.20±0.02	6.18±0.05	2.01±0.06	5.12±0.06	90.99
2	100	10	4.87±0.02	3.35±0.03	75.61±0.07	1.47±0.03	14.13±0.03	7.71±0.04	2.31±0.08	8.89±0.31	87.69
3	20	30	4.73±0.01	3.58±0.06	75.11±0.07	1.39±0.04	13.70±0.09	6.99±0.07	2.21±0.06	7.23±0.06	89.10
4	100	30	4.74±0.03	3.05±0.06	77.24±0.07	1.41±0.04	13.45±0.05	8.93±0.04	2.62±0.07	8.41±0.12	83.48
5	20	20	4.83±0.09	3.64±0.04	74.81±0.06	1.51±0.08	14.44±0.07	6.68±0.06	2.06±0.09	5.74±0.06	90.66
6	100	20	4.91±0.07	3.14±0.06	76.29±0.06	1.49±0.08	13.83±0.06	8.43±0.05	2.53±0.07	8.25±0.03	86.06
7	60	10	4.80±0.02	3.48±0.02	75.39±0.09	1.31±0.03	14.16±0.05	7.01±0.05	2.29±0.08	7.75±0.06	88.75
8	60	30	4.72±0.04	3.22±0.03	76.03±0.04	1.21±0.08	12.19±0.05	8.06±0.05	2.53±0.05	8.54±0.06	85.62
9	60	20	4.83±0.02	3.30±0.03	75.76±0.04	1.28±0.05	13.46±0.09	7.67±0.08	2.33±0.09	7.84±0.06	88.88
10	60	20	4.86±0.03	3.29±0.04	75.71±0.07	1.28±0.09	12.70±0.07	7.62±0.05	2.31±0.06	7.75±0.06	88.99
11	60	20	4.85±0.03	3.28±0.04	75.68±0.06	1.32±0.05	13.41±0.09	7.63±0.05	2.29±0.06	7.92±0.06	88.28

**Toplam kuru maddede % miktar. ±, standart sapma

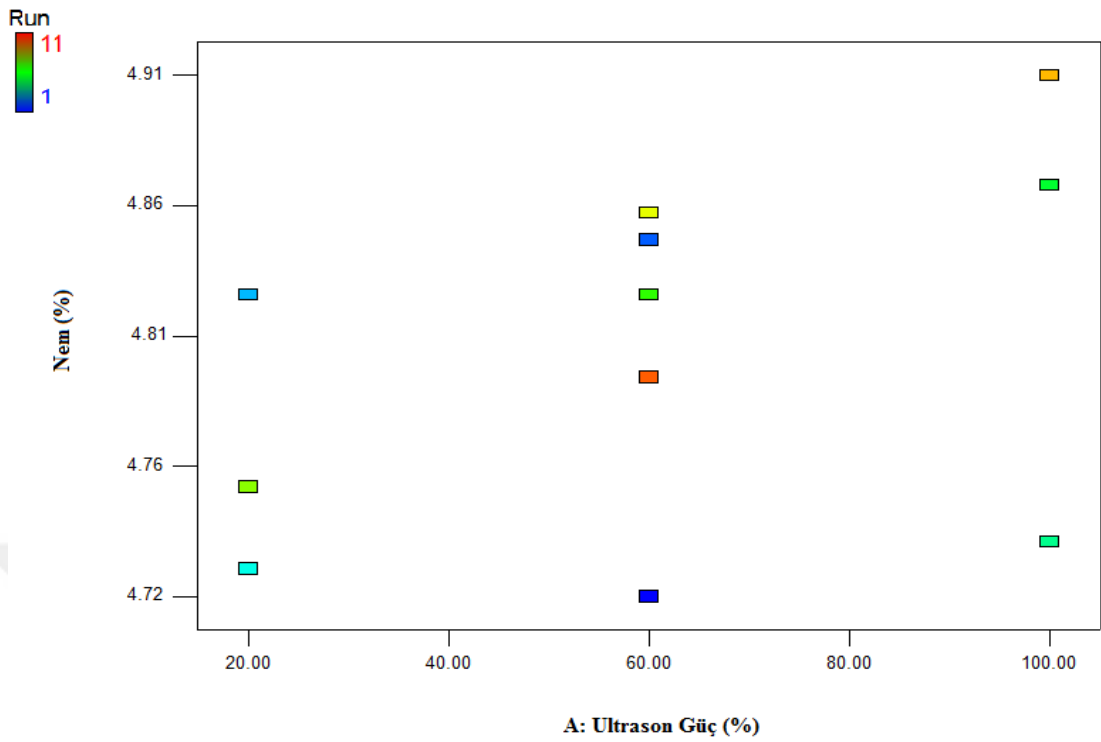
Tablo 3.14. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.04	5	0.01	61.89	0.0002	Önemli
A: Ultrason Güç	0.01	1	0.01	51.77	0.0008	
B: Ultrason Süre	0.01	1	0.01	74.55	0.0003	
AB	0.00	1	0.00	19.41	0.0070	
A ²	0.00	1	0.00	7.06	0.0450	
B ²	0.02	1	0.02	163.10	< 0.0001	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.25	0.8556	Önemsiz
Standart Sapma	0.01					
Ortalama	4.81					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.24					
R ²	0.984					

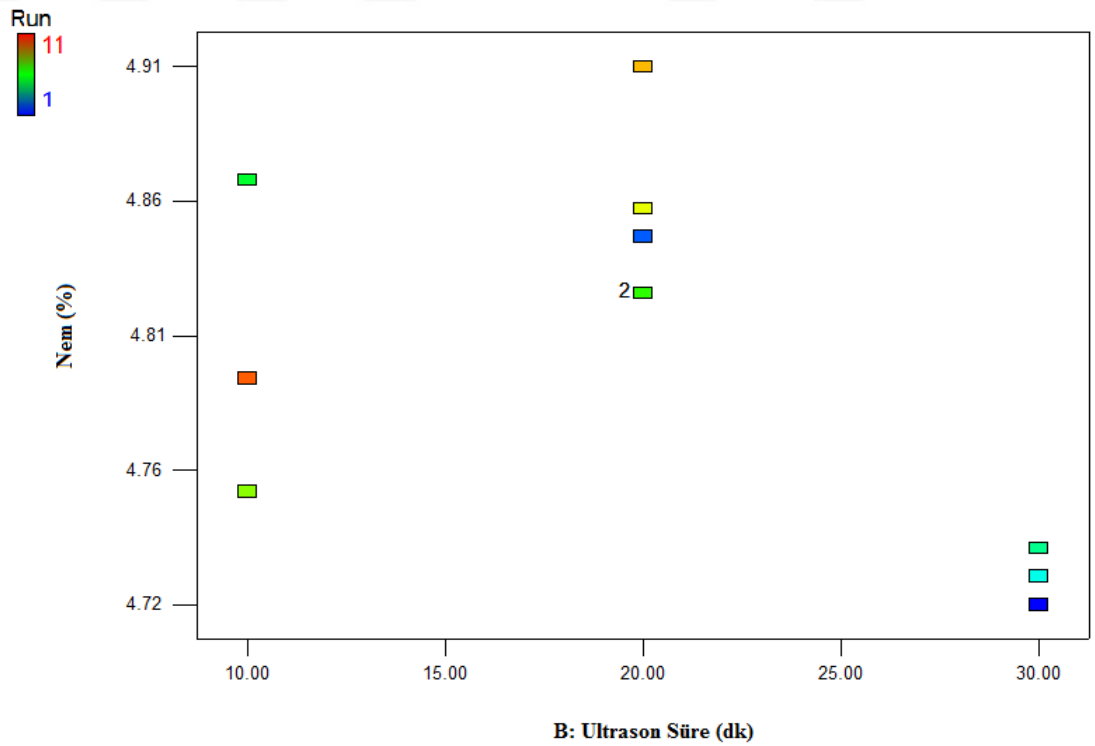
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Şekil 3.55’de ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde lif örneklerinin nem değerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılım grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde nem değerinin ultrason güç uygulaması ile düzenli bir dağılım göstermediği görülmüştür.

Şekil 3.56 ise ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde örneklerin nem değerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı gösterilmiştir. Lif örnekleri arasında en düşük nem değerine sahip olan örneğin 30 dakika süre ile ultrason ön uygulamaya tabi tutulan, en yüksek nem değerine sahip olan şeker pancarı lifi örneğinin ise 20 dakika ultrason uygulaması gerçekleştirilen örnekler olduğu belirlenmiştir.

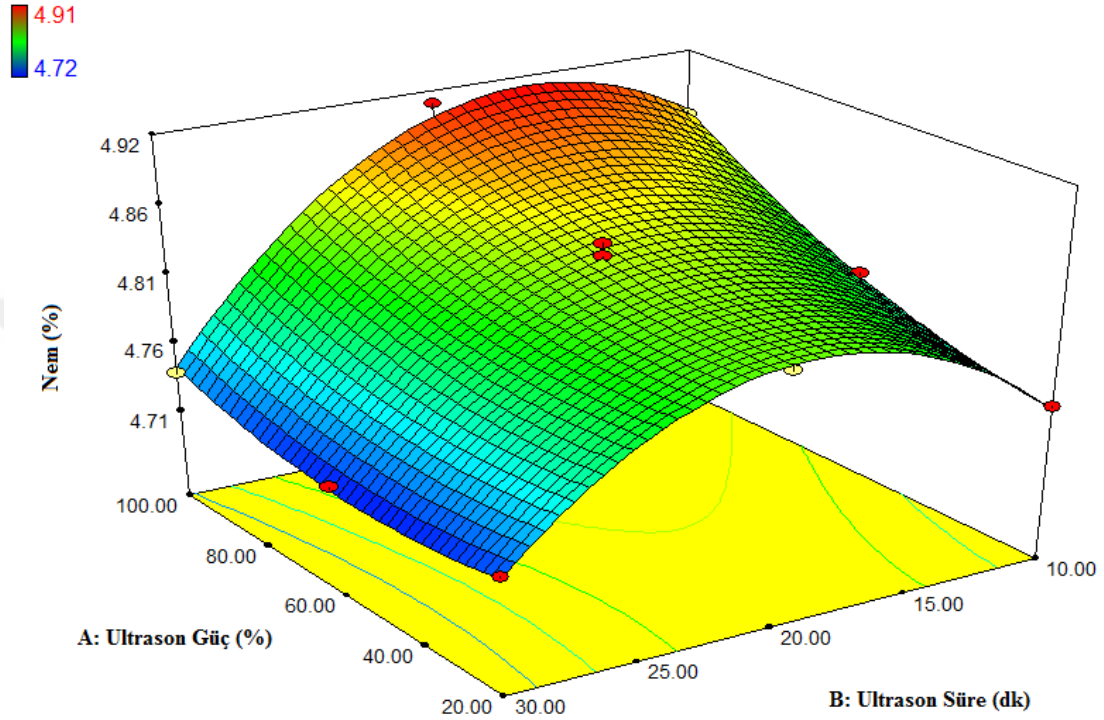


Şekil 3. 54. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 55. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı

Şekil 3.57’de elde edilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin uygulanan ultrason gücü ve süresine bağlı olarak değişim grafiği gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere ultrason uygulamasında ultrason gücü arttıkça ve ultrason süresi azaldıkça örneklerin nem değerlerinde artış olduğu saptanmıştır.



Şekil 3. 56. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin ultrason gücü ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.2. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde ultrasonun kül üzerindeki etkilerini inceleyebilmek amacıyla merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modelleme işleminde kuadratik model seçilmiş ve herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır. İstatistiki olarak kül üzerine etkisi önemli olmayan faktörlere geri eleme ($\alpha=0.05$) yöntemi uygulanmıştır. Faktörlerin kül üzerindeki etkilerini gösteren ANOVA tablosu Tablo 3.15’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile elde edilen diyet lifinin tahmini kül değerini veren regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

Denklemin determinasyon katsayısı 0.9996 olarak bulunmuştur.

$$\text{Kül (\%)} = 4.331 - 0.013 \cdot A - 0.034 \cdot B - 0.00004 \cdot A \cdot B + 0.0001 \cdot A^2 + 0.001 \cdot B^2$$

Tablo 3.15. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.52	5	0.10	2355.40	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	0.37	1	0.37	8386.06	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	0.10	1	0.10	2357.44	< 0.0001	
AB	0.00	1	0.00	27.76	0.0033	
A ²	0.02	1	0.02	559.15	< 0.0001	
B ²	0.01	1	0.01	197.73	< 0.0001	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.07	0.9714	Önemsiz
Standart Sapma	0.01					
Ortalama	3.38					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.20					
R ²	0.9996					

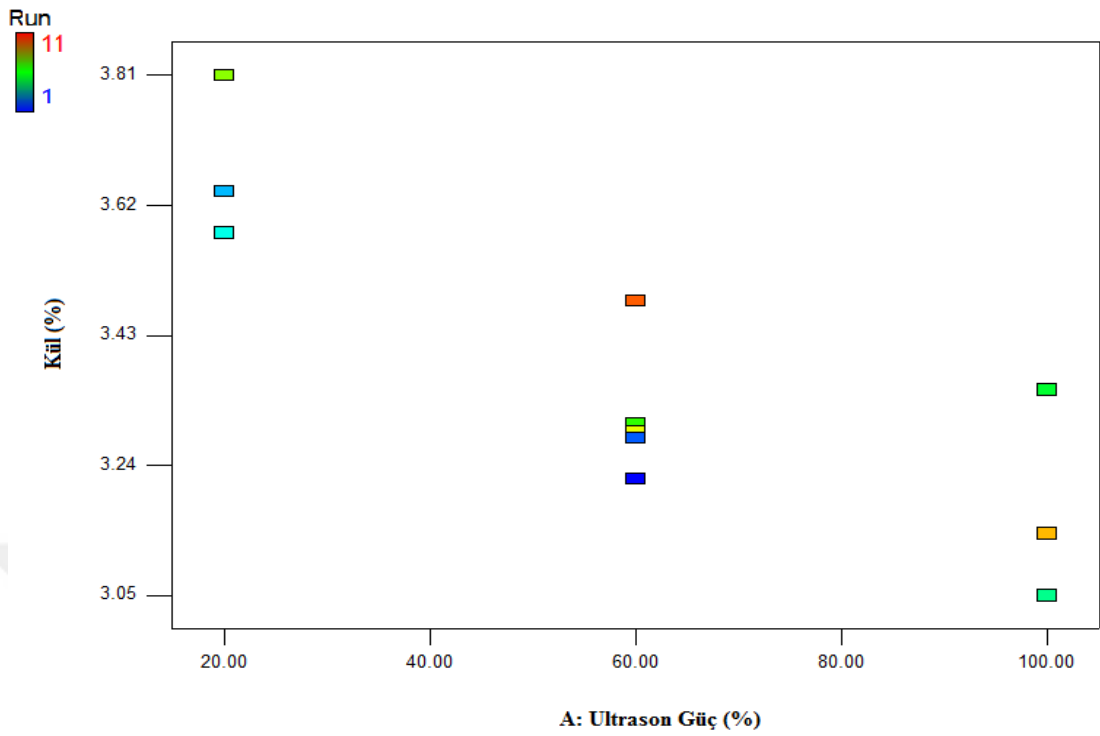
*p < 0.05, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde kül değerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılım grafiği Şekil 3.58’de, ultrason süre uygulamasına göre dağılımı ise Şekil 3.59’da verilmiştir.

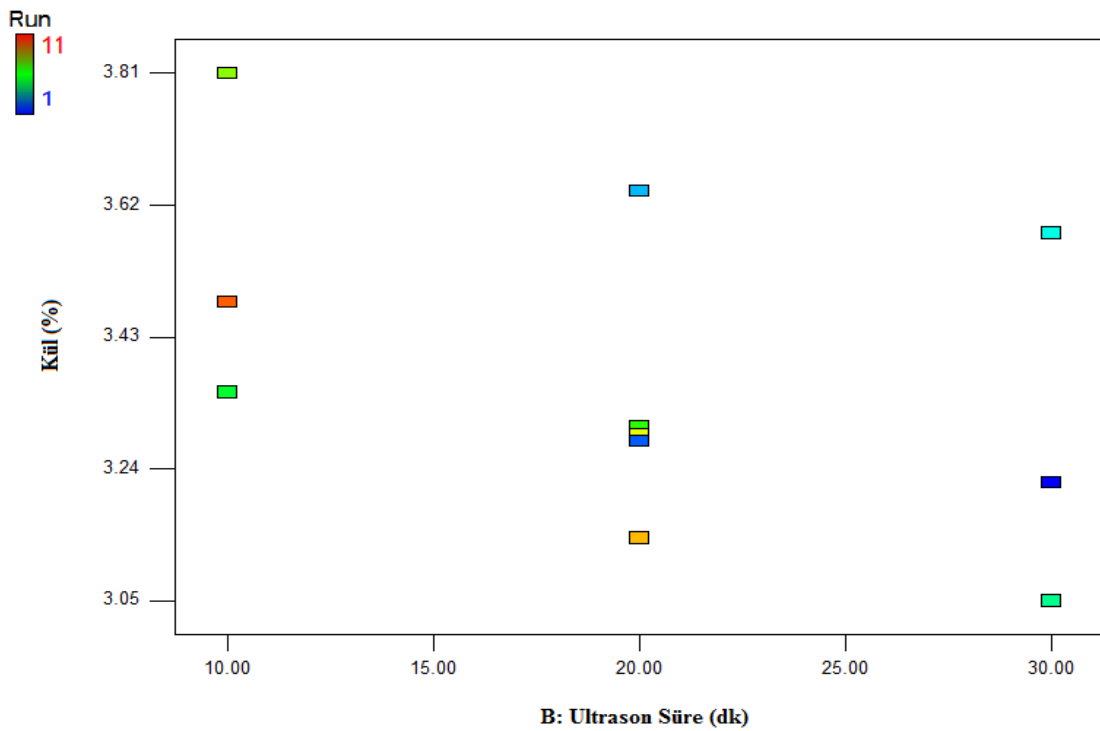
Şekil 3.58’de görüldüğü üzere lif örneklerinden en yüksek kül içeriğine sahip olan örneğin %20 güç ile ultrason ön uygulaması gerçekleştirilen örnek olduğu, en düşük kül içeriğine sahip örneğin ise %100 güçle ultrason ön uygulama yapılan örnek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3.59’da görüldüğü üzere en yüksek kül değerine sahip şeker pancarı lifinin 10 dakika ultrason uygulamaya tabi tutulan, en düşük kül değerine sahip örneğin ise 30 dakika ultrason uygulamaya tabi tutulan örnek olduğu gözlenmiştir.

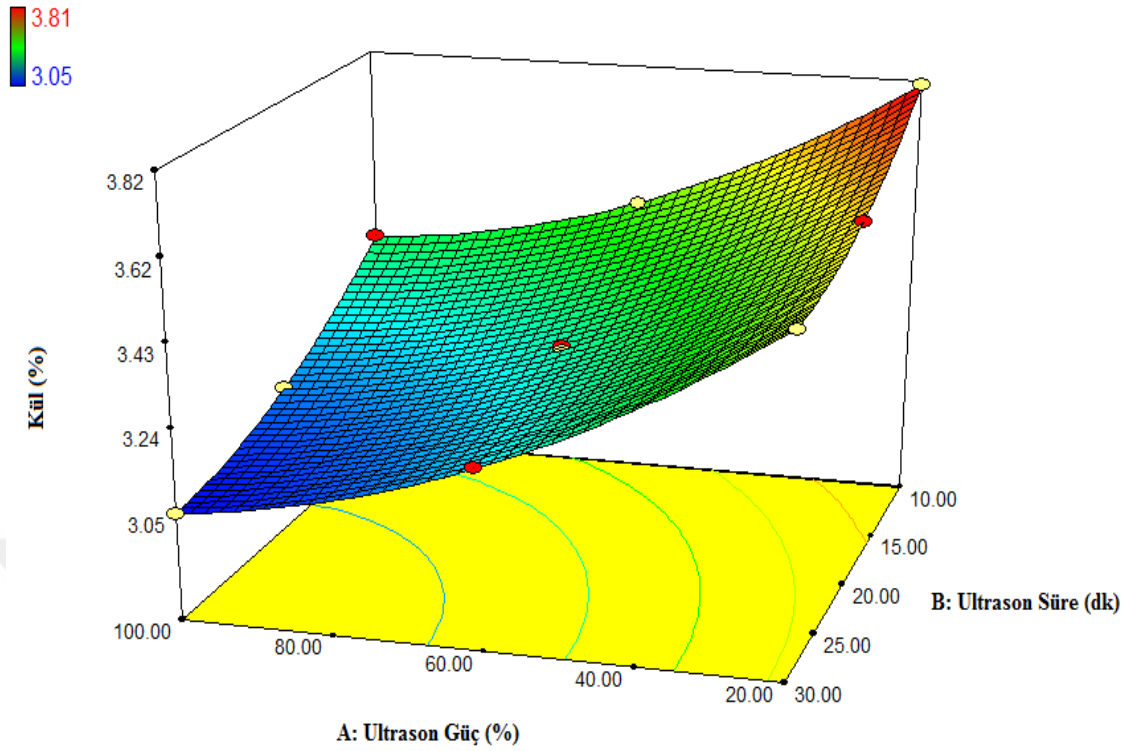
Elde edilen şeker pancarı liflerinin kül değerinin ultrason güç ve ultrason uygulama süresine bağlı olarak değişimi Şekil 3.60’da verilmiştir. Buna göre ultrason uygulama gücü ve ultrason uygulama süresi azalırken örneklerin kül miktarlarında artış, ultrason uygulama gücü ve süresi artarken azalma meydana geldiği gözlenmiştir.



Şekil 3. 57. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 58. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 59. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.3. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri

Elde edilen diyet liflerin L^* değeri için yapılan modellemede transformasyon işlemi uygulanmamıştır. L^* değerleri üzerine faktörlerden istatistiki olarak etkisi olmayanları elemek için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme işlemi uygulanmıştır. Faktörlerin L^* değeri üzerine etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.16'da gösterilmiştir. Tabloya göre oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile elde edilen diyet lifinin L^* değerini tahmini olarak belirleyebilmek için regresyon denklemi oluşturulmuş ve aşağıda verilmiştir. Denklemin determinasyon katsayısı ise 0.981 olarak bulunmuştur.

$$L^* = 74.501 + 0.004 \cdot A + 0.001 \cdot B + 0.001 \cdot A \cdot B$$

Tablo 3.16. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu

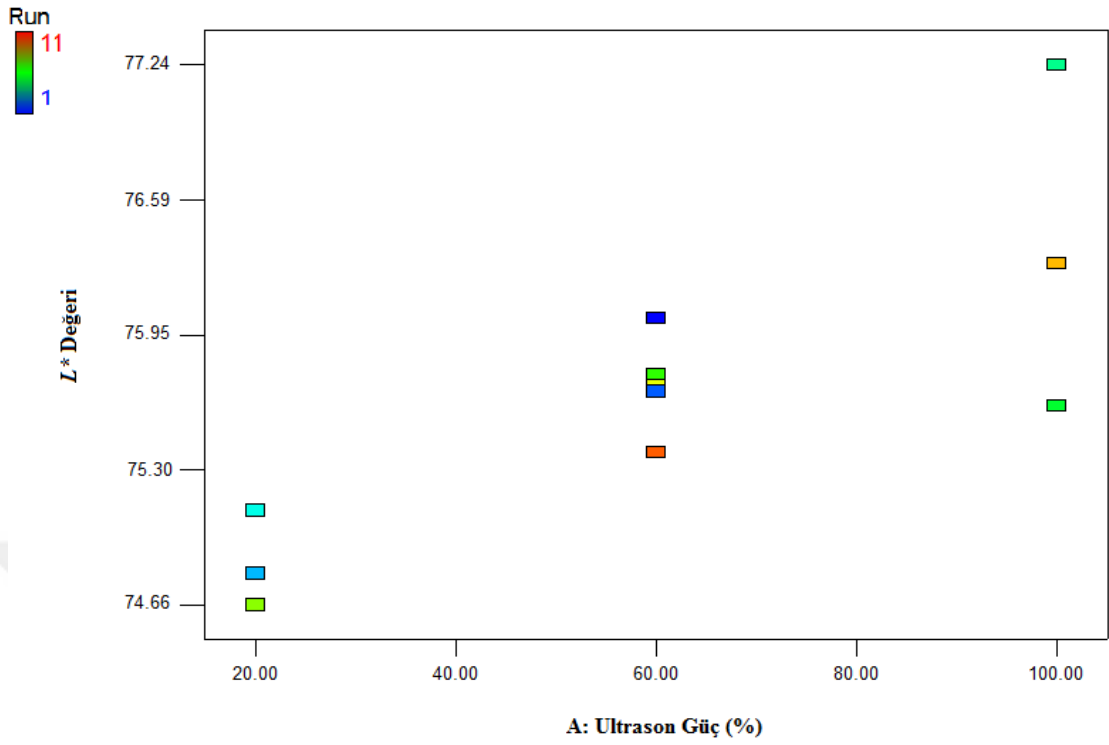
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	5.05	3	1.68	121.84	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	3.47	1	3.47	251.00	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	1.23	1	1.23	89.31	< 0.0001	
AB	0.35	1	0.35	25.21	0.0015	
Rezidual	0.10	7	0.01			
Uyum Eksikliği	0.09	5	0.02	11.43	0.0824	Önemsiz
Standart Sapma	0.12					
Ortalama	75.66					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.16					
R ²	0.981					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

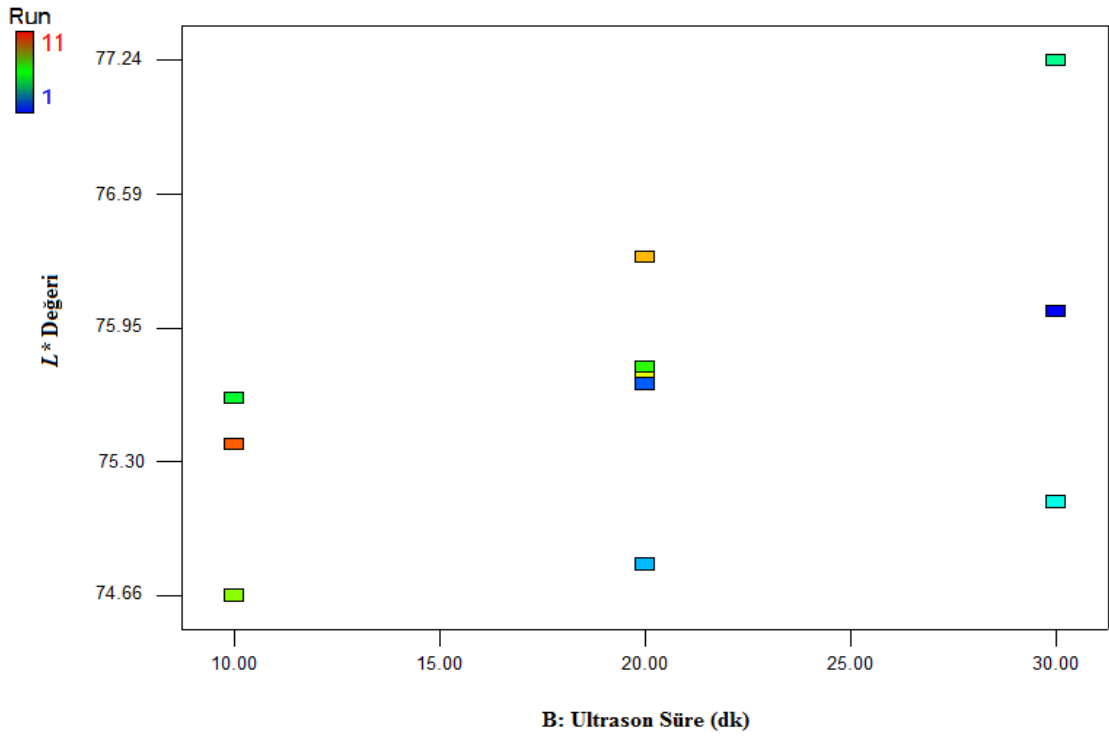
Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde L^* değerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımını gösteren grafik Şekil 3.61’de verilmiştir. Minimum L^* değeri %20 ultrason güç uygulaması ile üretilen şeker pancarı lifi örneğinde, maksimum L^* değeri ise %100 ultrason güç uygulaması ile üretilen lifte gözlenmiştir.

Şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.61’de verilmiştir. 10 dakika ultrason uygulaması ile elde edilen lif örneğinin L^* değerinin minimum olduğu, 30 dakika ultrason uygulaması ile elde edilen lif örneğinin L^* değerinin ise maksimum olduğu gözlenmiştir.

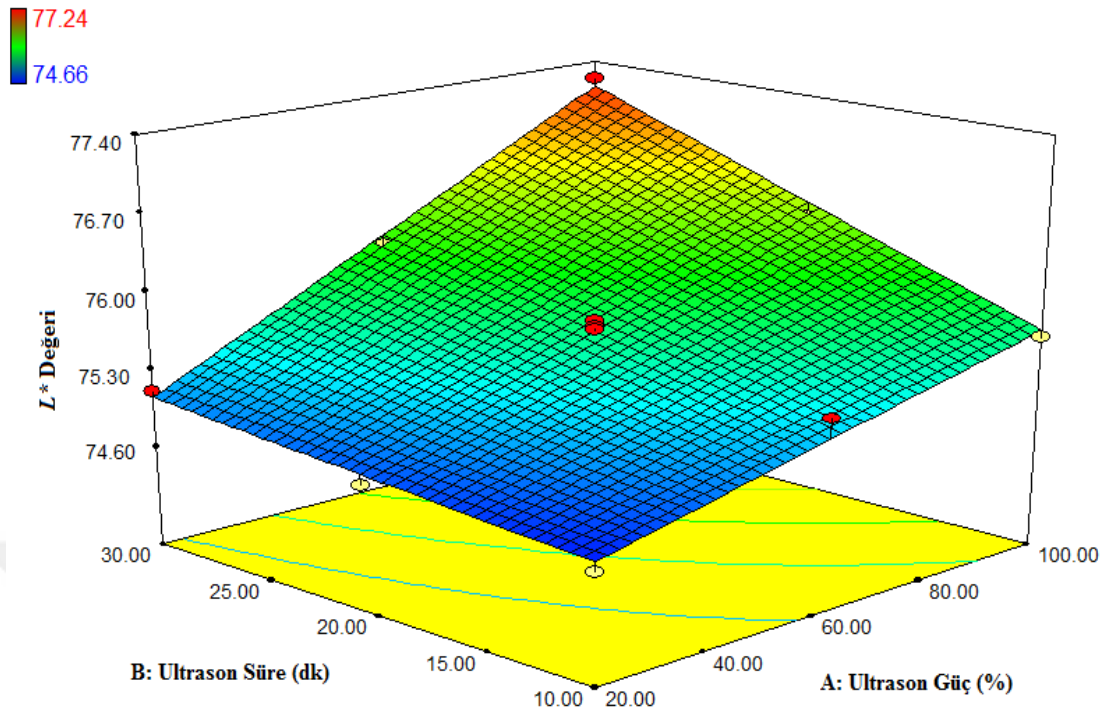
Şekil 3.62’de ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde şeker pancarı liflerinin L^* değerinin ultrason güç ve ultrason uygulama süresine bağlı olarak değişim grafiği gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde L^* değerlerinin ultrason uygulamasında güç ve sürenin artmasıyla artış gösterdiği, ultrason güç uygulama değerlerinin ve ultrason uygulama süresinin azalmasıyla örneklerin L^* değerlerinin azalma gösterdiği görülmüştür.



Şekil 3. 60. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 61. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 62. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.4. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri

Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin renk özellikleri için a^* değerlerine istatistiki olarak etkisi önemli olmayan faktörlere eleme işlemi ($\alpha=0.05$) uygulanmıştır. Veriler üzerinde de herhangi bir transformasyon yapılmamıştır. a^* değerlerine ait varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.17’de gösterilmiştir. Tabloya göre regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı ise 0.990 olarak bulunmuştur. Tablo 3.17’de görüldüğü üzere merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modellemede oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliğinin ise önemsiz ($p > 0.05$) olduğu bulunmuştur.

$$a^* = 1.812 - 0.017 \cdot A + 0.006 \cdot B + 0.0001 \cdot A \cdot B + 0.0001 \cdot A^2 - 0.0004 \cdot B^2$$

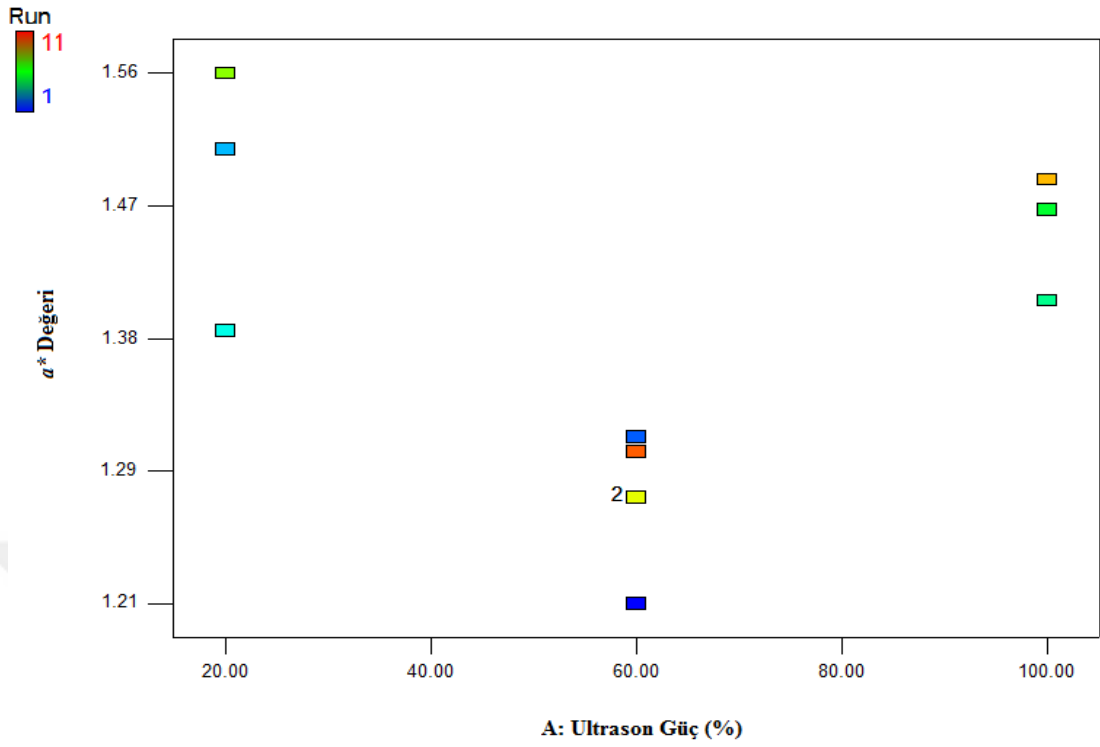
Tablo 3.17. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.13	5	0.03	99.55	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	0.00	1	0.00	5.32	0.0693	
B: Ultrason Süre	0.02	1	0.02	71.47	0.0004	
AB	0.00	1	0.00	11.91	0.0182	
A^2	0.10	1	0.10	406.42	< 0.0001	
B^2	0.00	1	0.00	14.53	0.0125	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.13	0.9360	Önemsiz
Standart Sapma	0.02					
Ortalama	1.38					
Varyasyon Katsayısı (%)	1.15					
R^2	0.990					

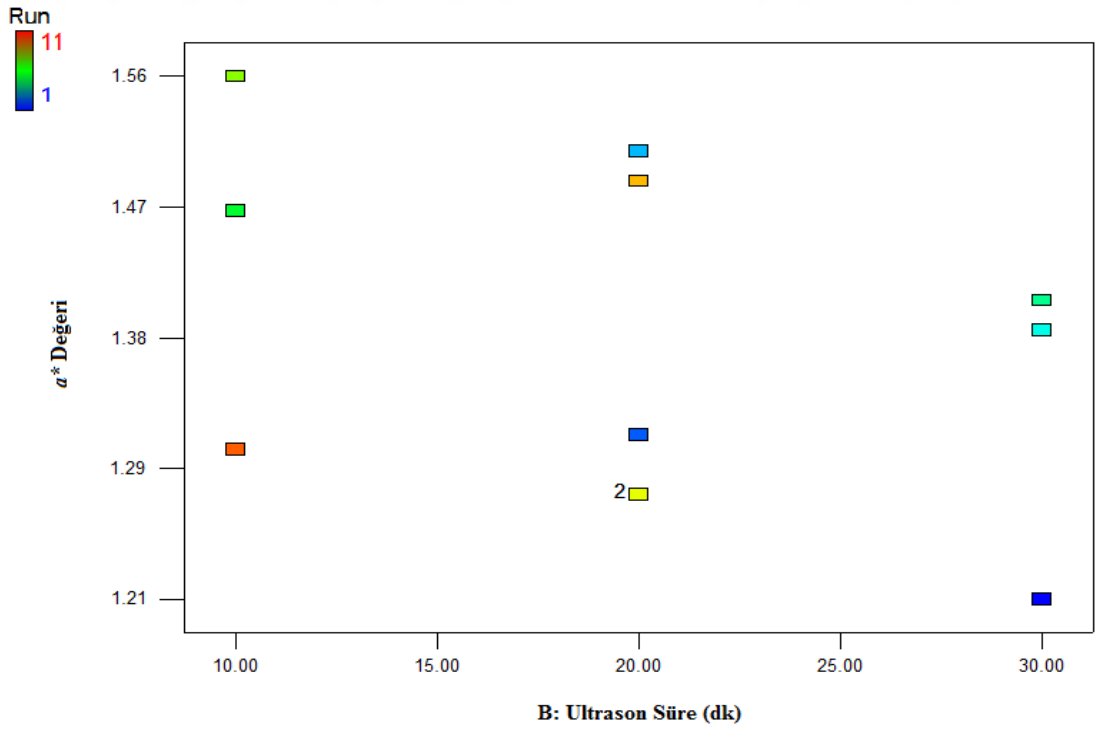
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

Şeker pancarı lifi örneklerinin a^* değerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.64’de, ultrason süre uygulamasına göre değişimi ise Şekil 3.65’de verilmiştir. Şekil 3.64’de lif örneklerinin a^* değerlerinin dağılımına bakıldığında %20 ve %100 ultrason güç uygulamaları ile üretilen liflerin a^* değerlerinin yüksek değerler aldığı, %60 ultrason güç uygulaması ile üretilen lif örneklerinin a^* değerlerinin ise düşük değerler aldığı gözlenmiştir. Şekil 3.65’e göre üretilen lif örneklerinin a^* değerinin minimum olduğu ultrason süre uygulaması 30 dakika, maksimum a^* değerinin ise 10 dakika ultrason süre uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

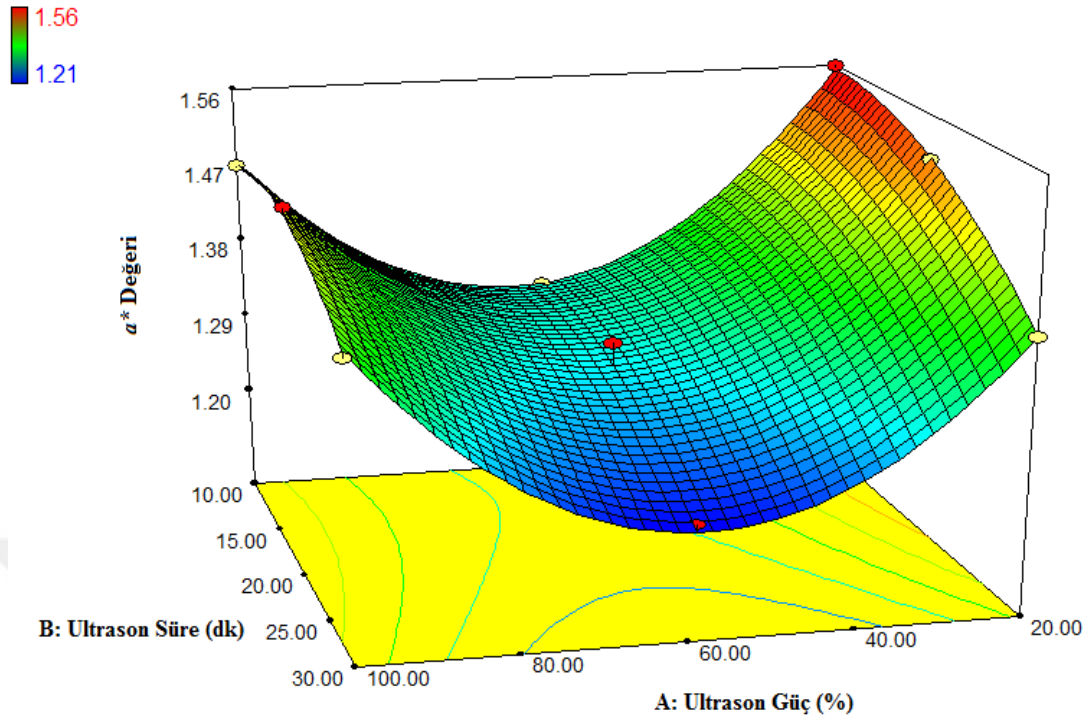
Şekil 3.66’da verilen grafikte ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerinin ultrason güç ve süresine bağlı olarak değişimi gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere ultrason uygulama gücü artarken veya azalırken şeker pancarı lifi örneklerinin a^* değerleri artmıştır. %60 ultrason güç uygulamasında a^* değerlerinin genel olarak düşük değerler aldığı, yine örneklerin a^* değerlerinin düşük değerler aldığı noktaların ultrason uygulama süresinin arttığı noktalar olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 63. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 64. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 65. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.5. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri

Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerine ait b^* değerleri üzerine faktörlerin etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla kurulan modelde varyans analiz sonuçları hesaplanmış, oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliğinin ise önemsiz ($p > 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.18). Determinasyon katsayısı 0.882 olarak bulunan regresyon denklemi ise aşağıda verilmiştir. b^* değerlerine modelleme işleminde herhangi bir transformasyon uygulanmamış olup $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme yöntemi ile eleme işlemi uygulanmıştır.

$$b^* = 17.167 - 0.079 \cdot A - 0.069 \cdot B + 0.001 \cdot A^2$$

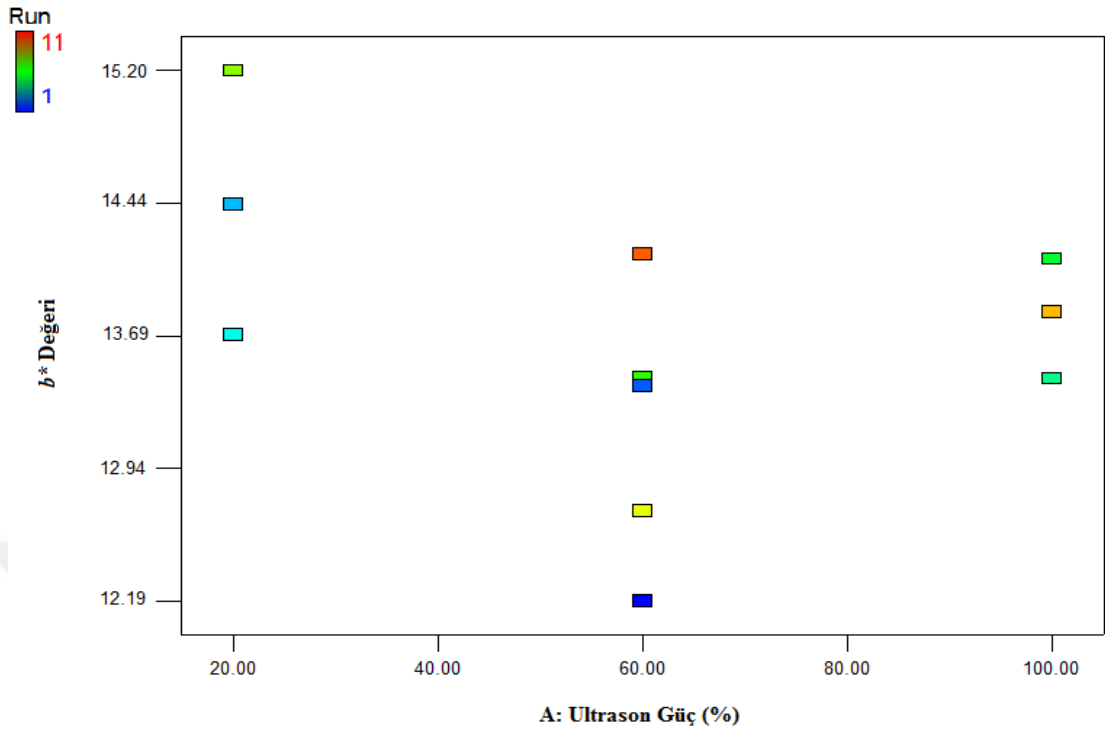
Tablo 3.18. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	5.91	3	1.97	17.47	0.0012	Önemli
A: Ultrason Güç	0.62	1	0.62	5.51	0.0513	
B: Ultrason Süre	2.87	1	2.87	25.47	0.0015	
A^2	2.41	1	2.41	21.42	0.0024	
Rezidual	0.79	7	0.11			
Uyum Eksikliği	0.43	5	0.09	0.47	0.7838	Önemsiz
Standart Sapma	0.34					
Ortalama	13.70					
Varyasyon Katsayısı (%)	2.45					
R^2	0.882					

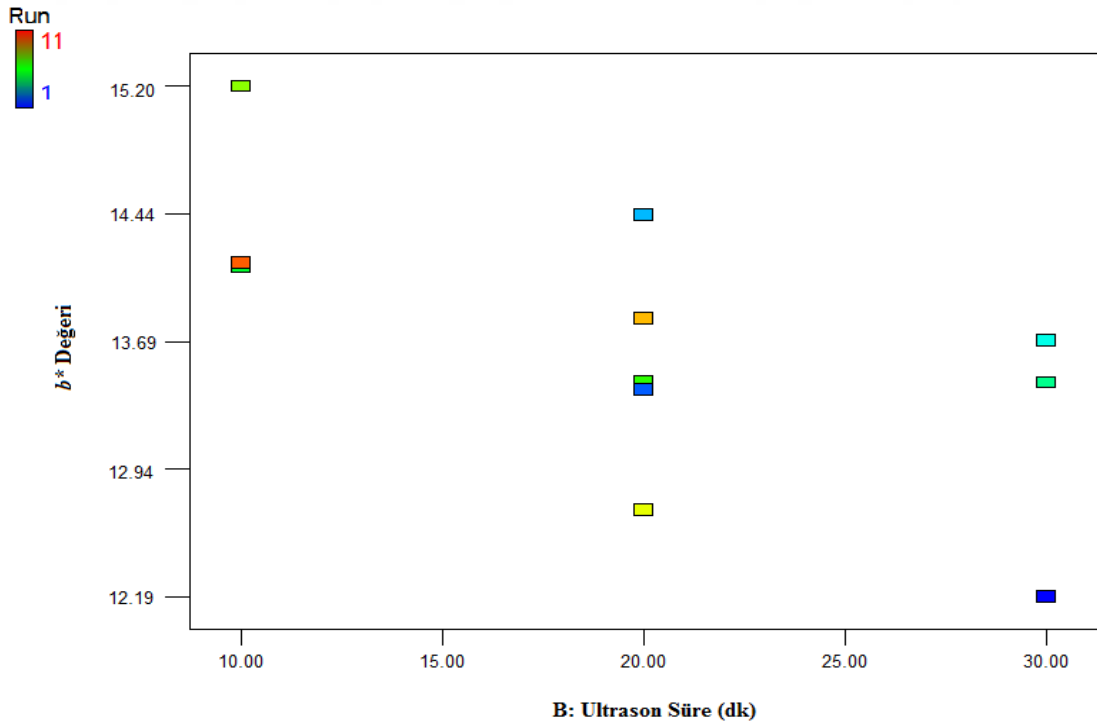
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde b^* değerindeki değişimin ultrason güç ve süre uygulamalarına göre dağılımları sırasıyla Şekil 3.67 ve Şekil 3.68’de verilmiştir. Şekil 3.67’de görüldüğü üzere şeker pancarı liflerinin b^* değerinin maksimum değer aldığı ultrason güç değerinin %20, minimum değer aldığı ultrason güç değerinin ise %60 olduğu saptanmıştır. Şekil 3.68’e göre ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerinin maksimum değer aldığı noktanın 10 dakika, minimum değer aldığı noktanın ise 30 dakika ultrason süre uygulamaları olduğu görülmüştür.

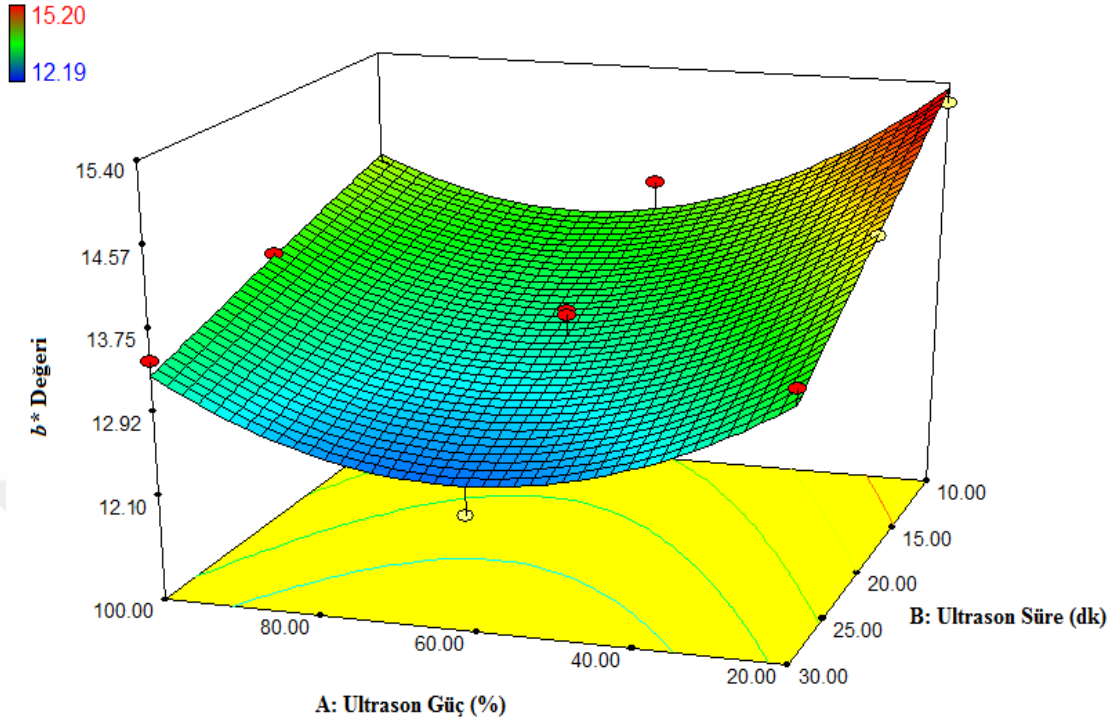
Şekil 3.69’da elde edilen şeker pancarı liflerine ait b^* değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde ultrason güç uygulamasının ve ultrason süre uygulamasının azalmasıyla şeker pancarı lifi örneklerinin b^* değerinde artış olduğu belirlenmiştir. Ultrason uygulama süresinin artmasıyla örneklerin b^* değerinde azalma olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. 66. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 67. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 68. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin ultrason gücü ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.6. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri

Su bağlama kapasitesi değeri için yapılan modellemede transformasyon uygulanmamış olup model olarak kuadratik model seçilmiştir. Ancak faktörlere $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme yöntemi ile eleme işlemi uygulanmıştır. Faktörlerin su bağlama kapasitesi üzerine olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Tablo 3.19’da gösterilmiştir. Tablo 3.19’a göre oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Ultrason ön uygulama için belirlenen faktörlerin su bağlama kapasitesi üzerindeki etkileri dikkate alınarak tahmini su bağlama kapasitesi değerini belirlemek için oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup denklem için determinasyon katsayısı 0.9997 olarak bulunmuştur.

$$\text{Su Bağlama Kapasitesi (g/g)} = 5.012 + 0.023 \cdot A + 0.077 \cdot B + 0.0003 \cdot A \cdot B - 0.0001 \cdot A^2 - 0.001 \cdot B^2$$

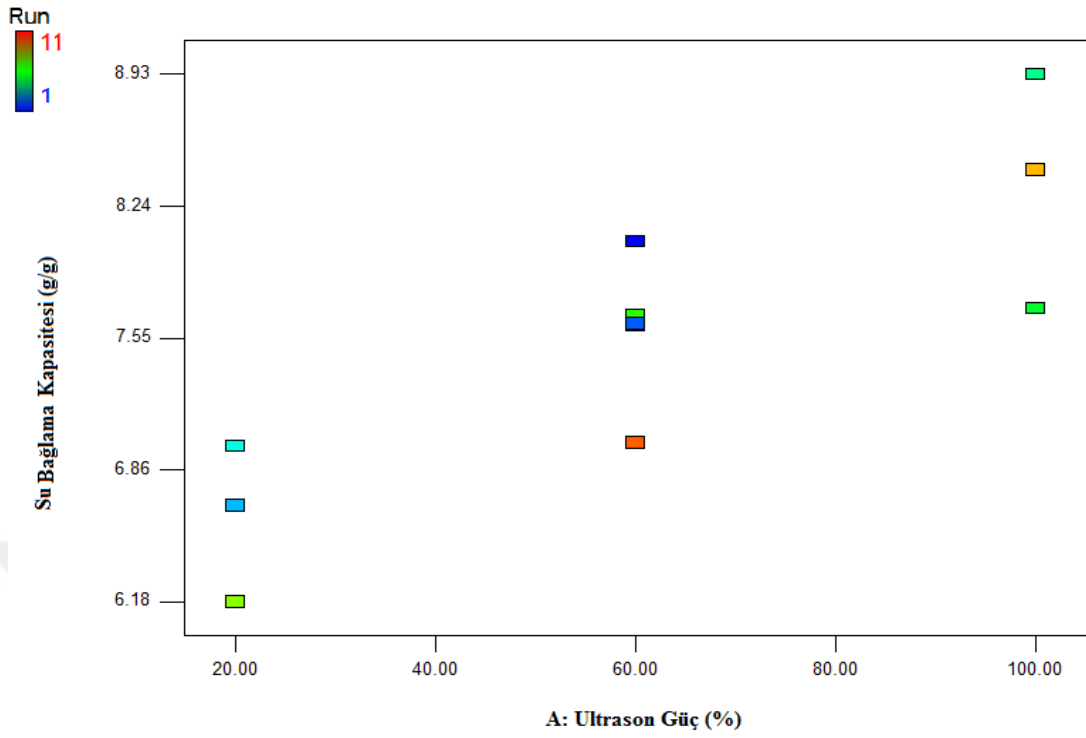
Tablo 3.19. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	6.23	5	1.25	3298.68	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	4.54	1	4.54	12031.60	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	1.58	1	1.58	4188.74	< 0.0001	
AB	0.04	1	0.04	111.34	0.0001	
A ²	0.02	1	0.02	47.00	0.0010	
B ²	0.03	1	0.03	72.15	0.0004	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.23	0.8688	Önemsiz
Standart Sapma	0.02					
Ortalama	7.54					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.26					
R ²	0.9997					

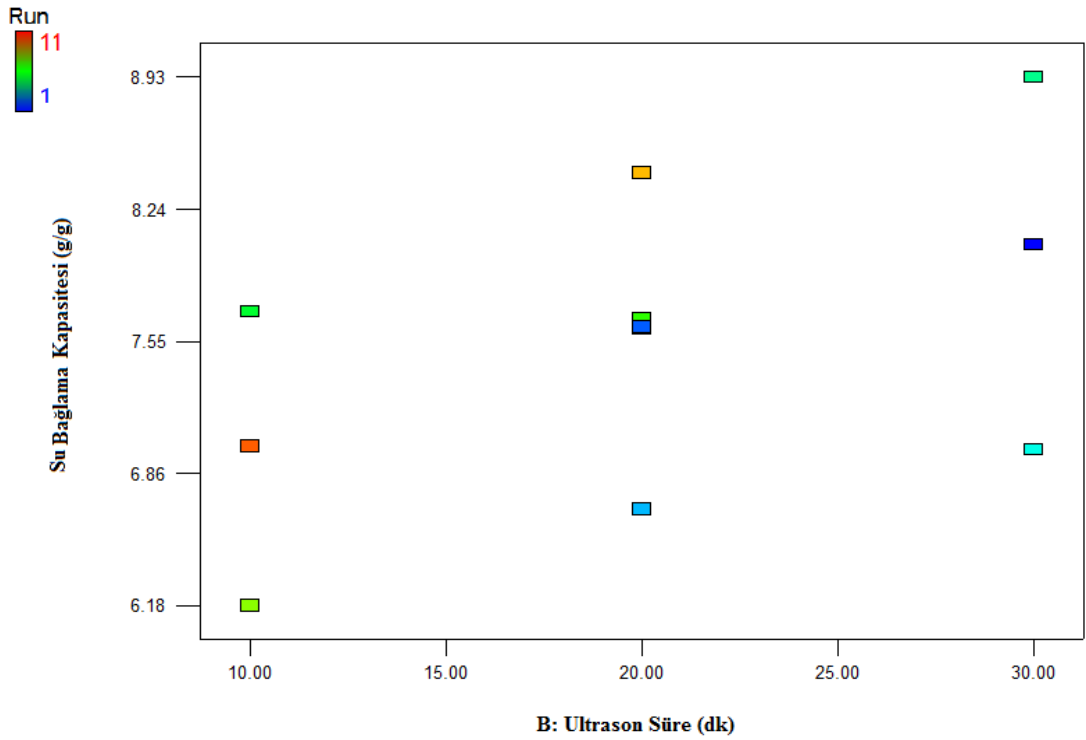
*p < 0.05, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.70’de, ultrason süre uygulamasına göre dağılımı ise Şekil 3.71’de verilmiştir. Şekil 3.70’de gösterilmekte olan şeker pancarı liflerine ait su bağlama kapasitesinin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı genel olarak incelendiğinde %100 ultrason güç uygulamasında şeker pancarı lifi örneklerinin su bağlama kapasiteleri yüksek, %20 ultrason güç uygulamasında ise düşük olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.71’e göre örneklerin su bağlama kapasitesinin minimum değer aldığı ultrason süre uygulamasının 10 dakika, maksimum değer aldığı süre uygulamasının ise 30 dakika olduğu belirlenmiştir.

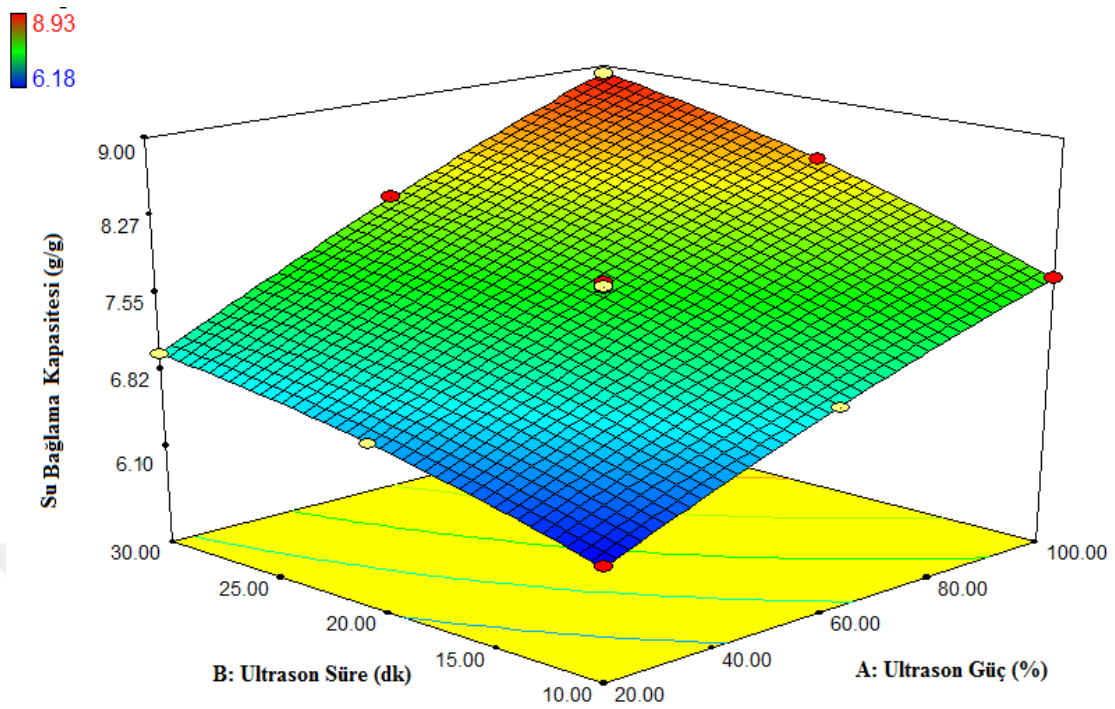
Şekil 3.72’de ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde su bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde ultrason güç ve süre uygulama değerlerinin azalmasıyla şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitelerinin azaldığı, ultrason güç ve süre uygulama değerlerinin artmasıyla su bağlama kapasitelerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 3. 69. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 70. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 71. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.7. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lifi üretiminde yağ bağlama kapasitesi için kurulan lineer modelde verilere yönelik transformasyon uygulanmamıştır. Geri eleme yöntemi ($\alpha=0.05$) ile eleme işlemi uygulanmıştır. Modellemede ultrason ön uygulama için faktörlerin yağ bağlama kapasitesi üzerine olan etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.20’de verilmiştir. Tablo 3.20’de görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$) olarak bulunmuştur. Ayrıca Uyum Eksikliği istenildiği üzere önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Faktörlerin etkileri dikkate alınarak şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile elde edilen diyet lifinin tahmini yağ bağlama kapasitesi değerini bulabilmek amacıyla regresyon denklemi oluşturmuş ve oluşturulan denklem için determinasyon katsayısı 0.915 olarak bulunmuştur.

$$\text{Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)} = 1.772 + 0.005 \cdot A + 0.013 \cdot B$$

Tablo 3.20. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

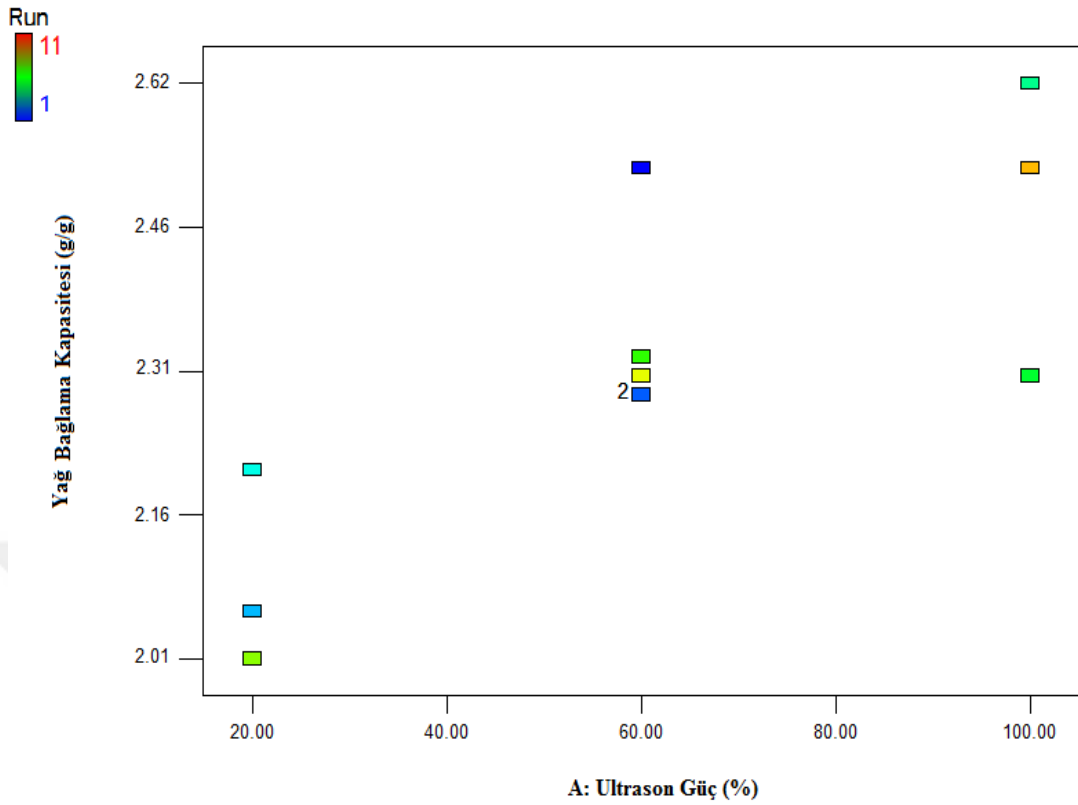
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.33	2	0.16	43.15	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	0.23	1	0.23	61.47	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	0.09	1	0.09	24.83	0.0011	
Rezidual	0.03	8	0.00			
Uyum Eksikliği	0.03	6	0.00	12.25	0.0774	Önemsiz
Standart Sapma	0.06					
Ortalama	2.32					
Varyasyon Katsayısı (%)	2.65					
R ²	0.915					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

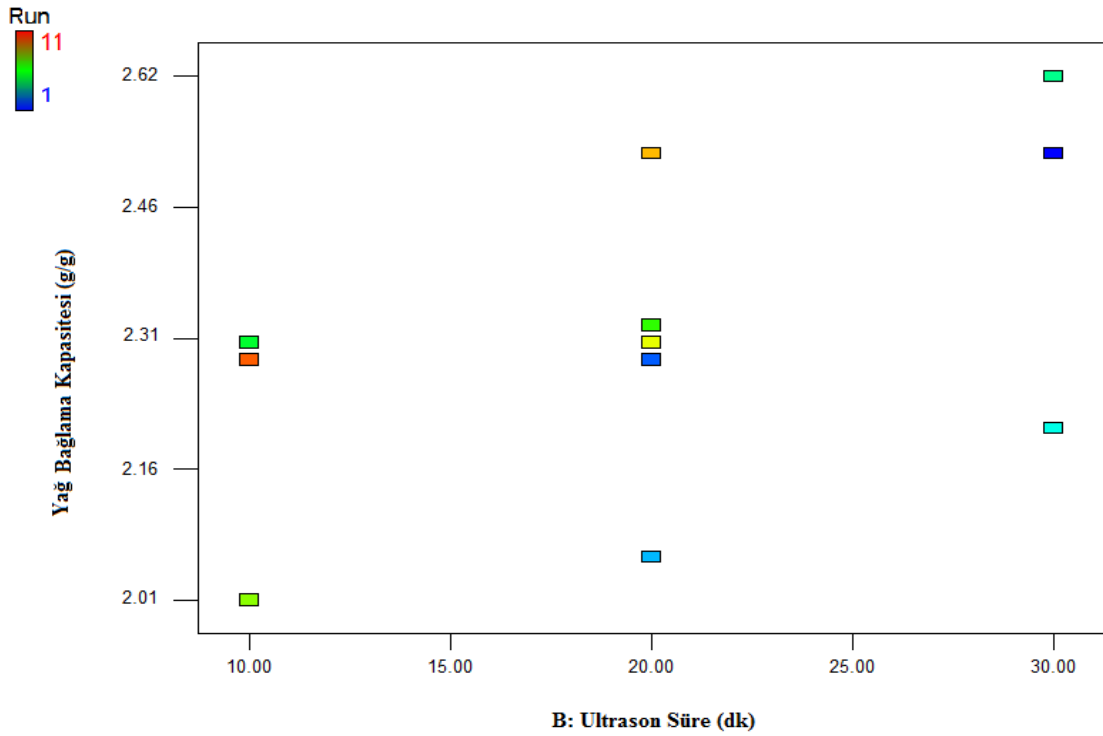
Şekil 3.73’de elde edilen lif örneklerinin yağ bağlama kapasitesindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı verilmiş olup şekil incelendiğinde %20 ultrason güç uygulamasında örneklerin yağ bağlama kapasitelerinin düşük olduğu görülmüştür. Maksimum yağ bağlama kapasitesine sahip lif örneğinin ise %100 ultrason güç uygulaması ile üretilen örnek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 3.74’de üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı gösterilmiş olup minimum yağ bağlama kapasitesine sahip şeker pancarı lifi örneğinin 10 dakika, maksimum yağ bağlama kapasitesine sahip örneğin ise 20 dakika ultrason süre uygulamasına tabi tutularak üretilen şeker pancarı lifi örneği olduğu gözlenmiştir.

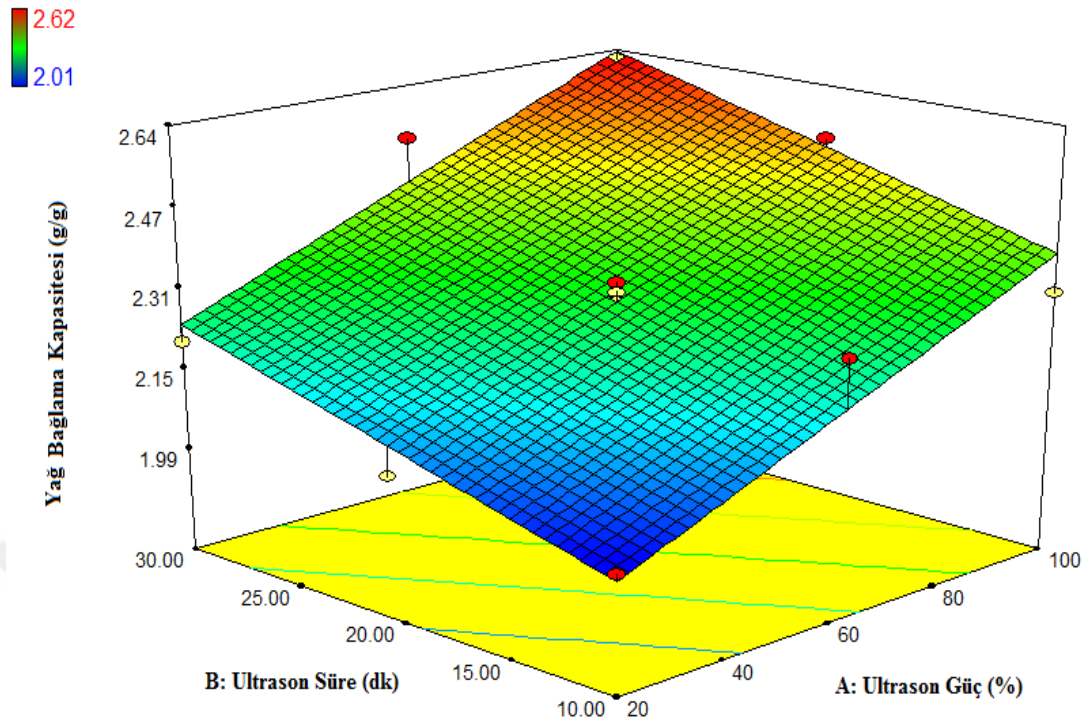
Şekil 3.75’de şeker pancarı lifi örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişim grafiği gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere ultrason güç ve süre uygulaması azalırken örneklerin yağ bağlama kapasiteleri de azalmış, ultrason güç ve süre uygulama değerleri artarken yağ bağlama kapasiteleri artmıştır.



Şekil 3. 72. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 73. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 74. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.8. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri

Elde edilen liflerde protein değeri için kurulan kuadratik modelde faktörlerin protein değeri üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.21’de verilmiştir. Modelde verilere herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmamıştır. Protein değerleri üzerine istatistiki olarak etkisi önemli olmayan faktörlere geri eleme ($\alpha=0.05$) işlemi uygulanmıştır. Oluşturulan kuadratik modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$) olarak, Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile elde edilen diyet lifinin tahmini protein değerini belirlemek için kurulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı ise 0.998’dir.

$$\text{Protein (\%)} = 2.898 + 0.122 \cdot A - 0.009 \cdot B - 0.002 \cdot A \cdot B - 0.0005 \cdot A^2 + 0.004 \cdot B^2$$

Tablo 3.21. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu

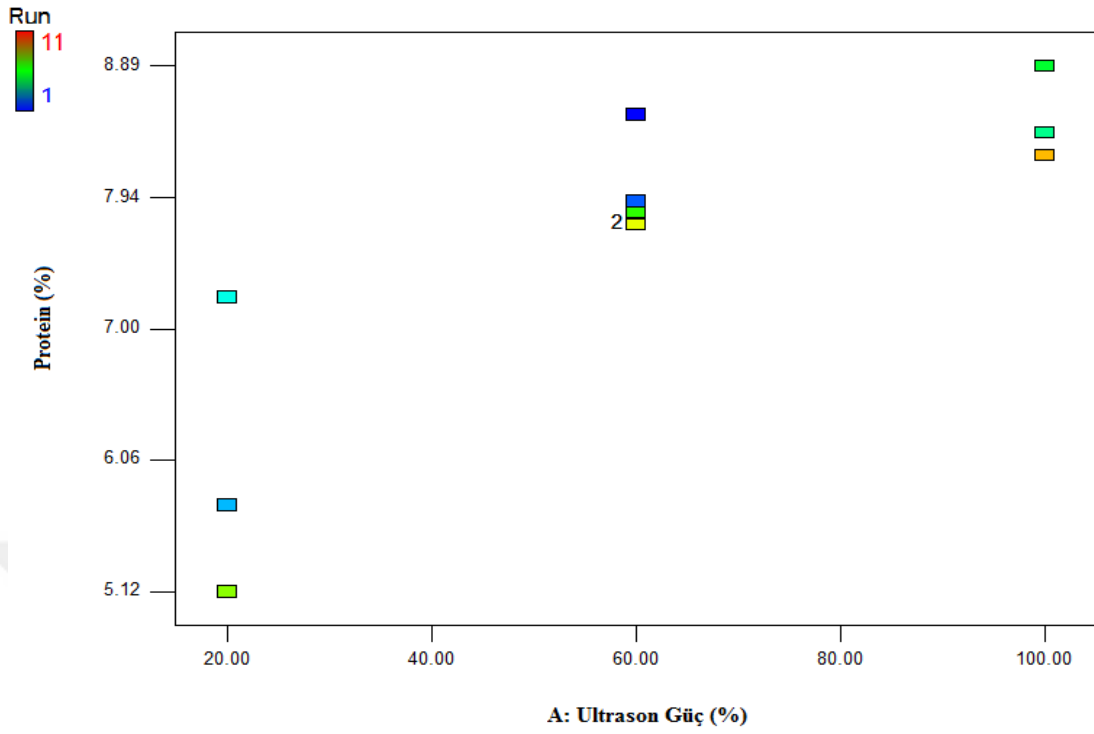
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	13.55	5	2.71	599.43	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	9.28	1	9.28	2051.13	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	0.98	1	0.98	215.85	< 0.0001	
AB	1.68	1	1.68	370.86	< 0.0001	
A ²	1.56	1	1.56	344.53	< 0.0001	
B ²	0.34	1	0.34	74.96	0.0003	
Rezidual	0.02	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.01	3	0.00	0.38	0.7838	Önemsiz
Standart Sapma	0.07					
Ortalama	7.59					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.89					
R ²	0.998					

*p < 0.05, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

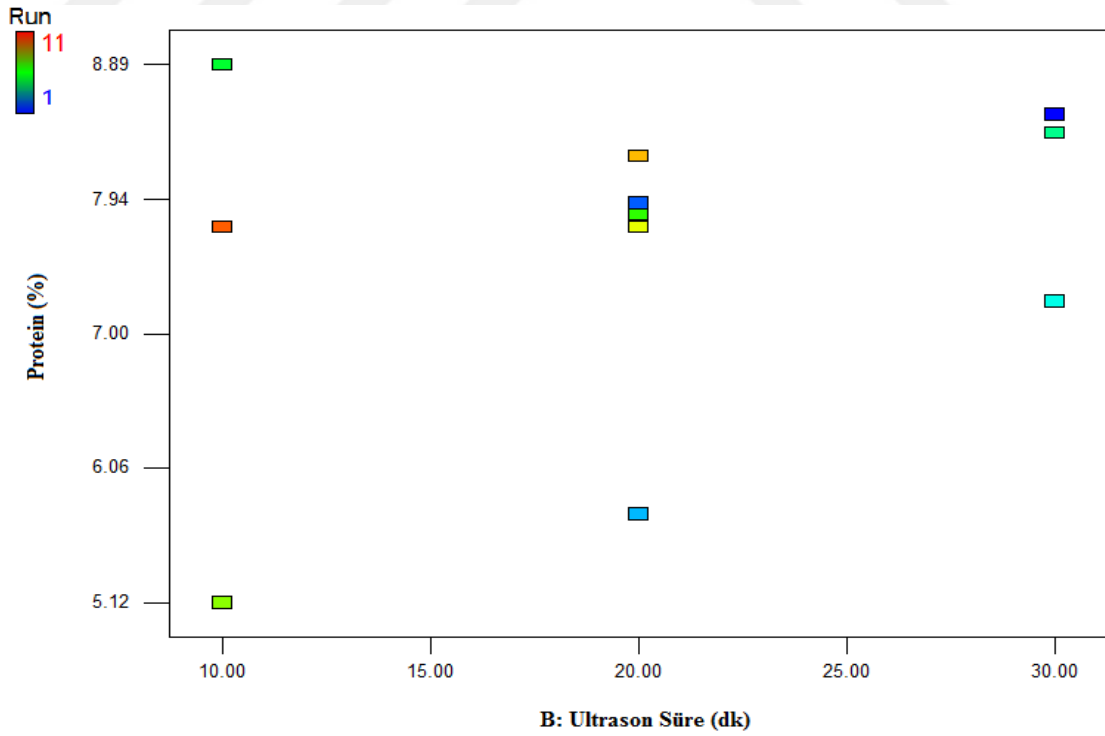
Ultrason ön uygulama ile üretilen diyet liflerin protein değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.76'da, ultrason süre uygulamasına göre dağılımı ise Şekil 3.77'de verilmiştir. Şekil 3.76'a göre şeker pancarından ultrason ön uygulama ile üretilen diyet liflerin protein değerleri %100 ultrason güç uygulaması ile üretildiklerinde yüksek, %20 ultrason güç uygulaması ile üretildiklerinde ise düşük olarak belirlenmiştir.

Şekil 3.77'e göre şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin ultrason süre uygulamasına göre genel olarak geniş aralıkta dağılım gösterdiği gözlenmiştir.

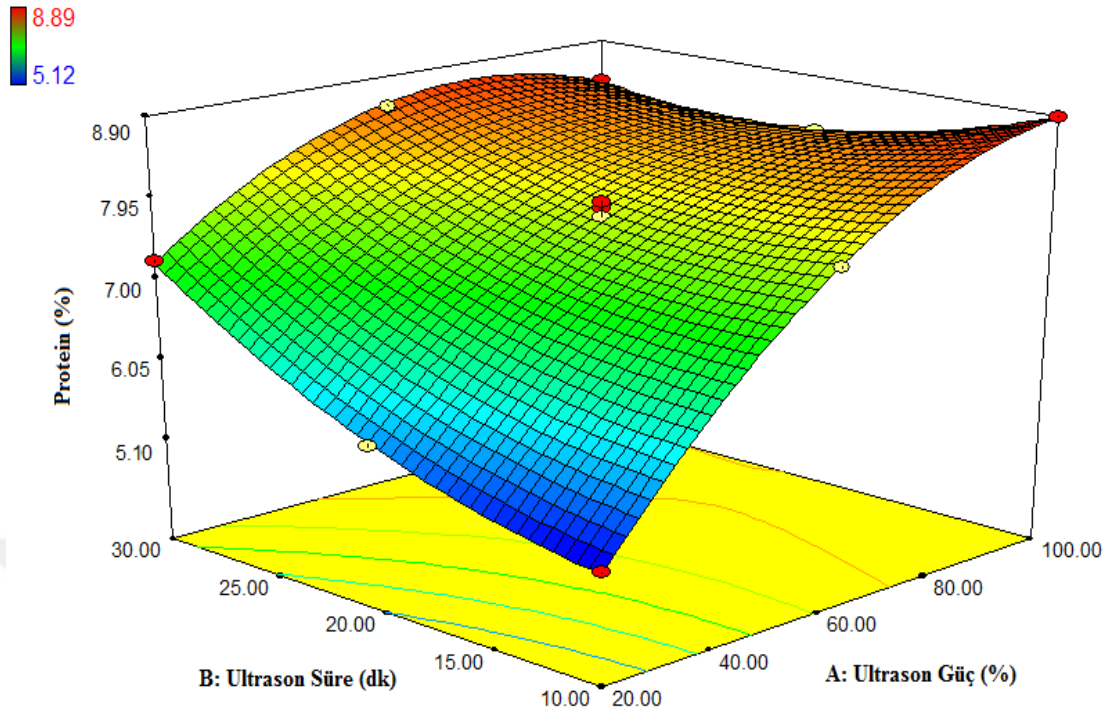
Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lif üretiminde örnekler ait protein değerlerinin ultrason güç ve süresine bağlı olarak değişim grafiği Şekil 3.78'de verilmiştir. Ultrason uygulamasında güç ve sürenin azalmasıyla şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin azaldığı, ultrason güç ve sürenin artmasıyla protein değerlerinin de azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 3.75. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3.76. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 77. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin ultrason gücü ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.3.9. Ultrason Ön Uygulama ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri

Ultrason ön uygulama ile elde edilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerleri üzerine ultrason faktörlerinin etkilerini belirlemek için veriler üzerinde herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmadan kuadratik model seçilmiştir. Faktörler için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme gerçekleştirilmiştir. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde toplam diyet lif değerlerine ait varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.22’de verilmiştir. Tablo 3.22’den de görüldüğü üzere oluşturulan kuadratik modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$) olarak, Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Toplam diyet lif değerlerine ait regresyon denklemi aşağıda verilmiştir. Regresyon denkleminin ait determinasyon katsayısı ise 0.980 olarak bulunmuştur.

$$\text{Toplam Diyet Lif (\%)} = 89.415 - 0.027 \cdot A + 0.321 \cdot B - 0.001 \cdot A \cdot B - 0.010 \cdot B^2$$

Tablo 3.22. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu

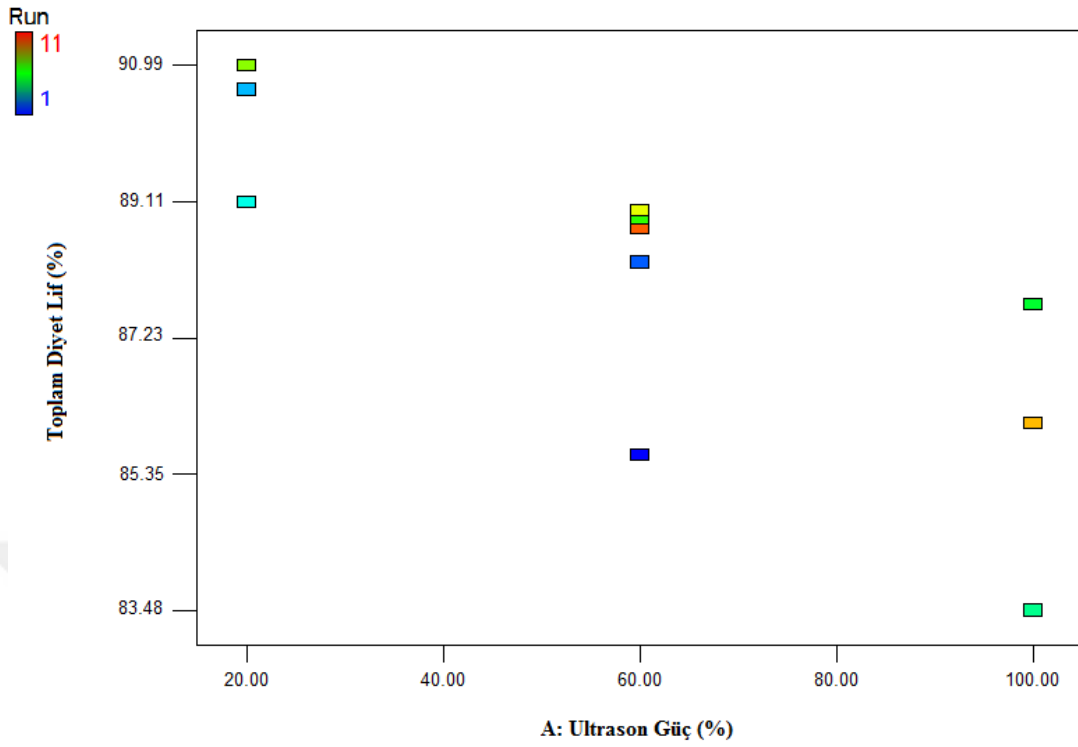
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	48.57	4	12.14	74.15	< 0.0001	Önemli
A: Ultrason Güç	30.47	1	30.47	186.03	< 0.0001	
B: Ultrason Süre	14.20	1	14.20	86.70	< 0.0001	
AB	1.35	1	1.35	8.22	0.0286	
A ²						
B ²	2.56	1	2.56	15.64	0.0075	
Rezidual	0.98	6	0.16			
Uyum Eksikliği	0.69	4	0.17	1.18	0.5061	Önemsiz
Standart Sapma	0.40					
Ortalama	88.05					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.46					
R ²	0.980					

*p < 0.05, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

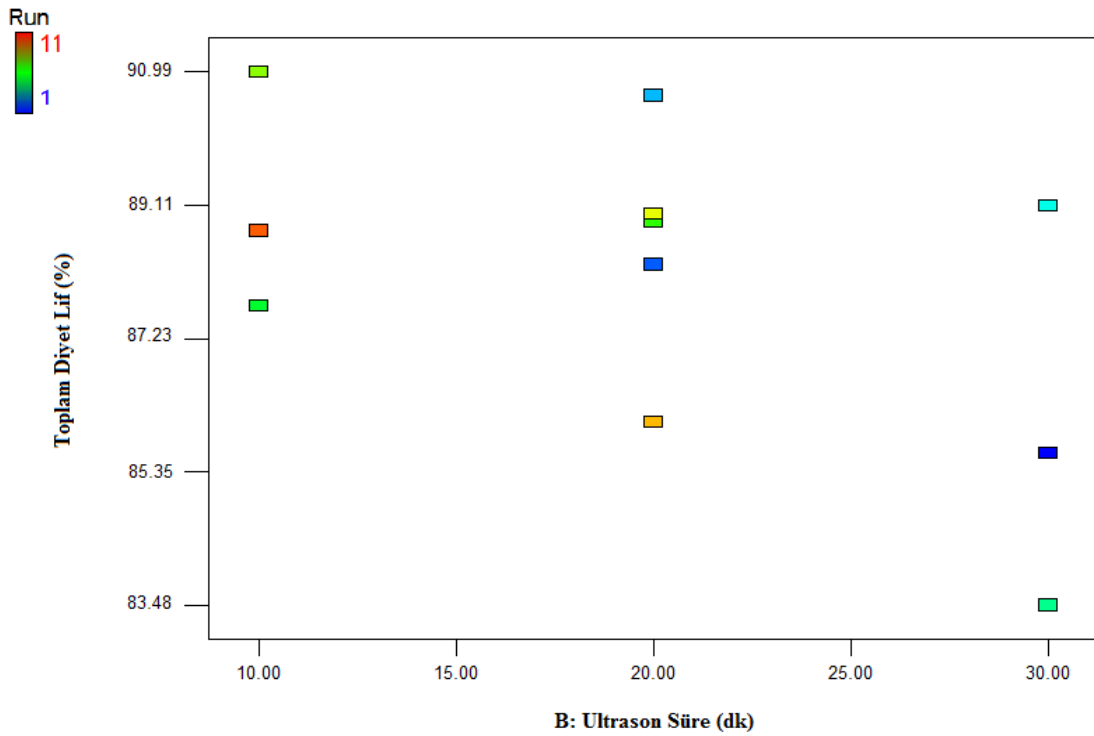
Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde toplam diyet lif değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.79'da, Şekil 3.80'de ise ultrason süre uygulamasına göre dağılımı gösterilmiştir. Şekil 3.79'da görüldüğü üzere şeker pancarı lifi örneklerinin toplam diyet lif içerikleri %20 ultrason güç uygulaması ile üretildiklerinde yüksek olarak belirlenmiştir. Örneklerin toplam diyet lif değerinin minimum olduğu ultrason güç uygulamasının ise %100 güç uygulaması olduğu görülmüştür.

Şekil 3.80'de görüldüğü üzere şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif içerikleri 10 ve 20 dakika ultrason uygulama sürelerinde genel olarak yüksek değerlerde dağılım göstermiştir. Ayrıca maksimum toplam diyet lif içeriğine sahip örneğin 10 dakika, minimum toplam diyet lif içeriğine sahip örneğin ise 30 dakika ultrason süre uygulamasına tabi tutularak elde edilen örnekler olduğu belirlenmiştir.

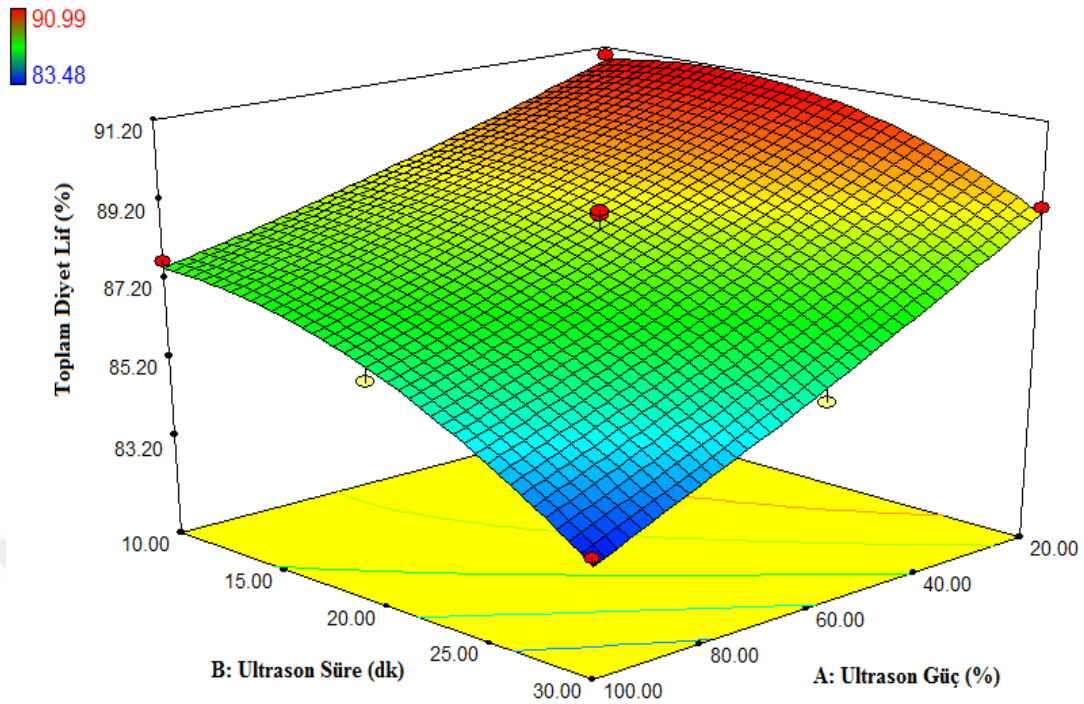
Şekil 3.81'de verilmiş olan ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarlarının ultrason güç ve süresine bağlı olarak değişim grafiği incelendiğinde ultrason uygulama işleminde güç değeri azalırken örneklerin toplam diyet lif miktarlarının arttığı gözlenmiştir. Buna karşılık ultrason uygulamada güç ve süre artarken şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarlarında azalma olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 78. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin ultrason güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 79. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin ultrason süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 80. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin ultrason güç ve ultrason süresine bağlı olarak değişimi

3.2.4. Ultrason Ön Uygulama İle Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretim Optimizasyonu

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminin optimum proses koşullarının belirlenebilmesi için yanıt yüzey yönteminde merkezi kompozit dizaynı kullanılarak deneysel model oluşturulmuş ve proses faktörleri için optimizasyon yapılmıştır. Ultrason ön uygulama için ultrason güç ve ultrason süre faktör olarak belirlenmiştir. Belirlenen faktörler çalışılan aralıkta olacak şekilde, yanıtlardan nem ve kül değerleri minimum; L^* , su bağlama ve yağ bağlama kapasitesi ile toplam diyet lif miktarı maksimum olacak şekilde optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu istenirlik değeri 0.666 olan 1 nokta tespit edilmiş, tespit edilen noktaya ait elde edilen değerler Tablo 3.23’de verilmiştir. Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde optimum ultrason güç %73.50, optimum ultrason uygulama süresi ise 29.58 dakika olarak bulunmuştur. Belirlenen optimum ultrason güç ve süreler kullanarak ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi

elde edilmiş, elde edilen liflerde gerekli analizler yapılarak diğer yöntemlerle üretilen liflerle karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.23. Ultrason ön uygulama ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri

No	Ultrason Güç (%)	Ultrason Süre (dk)	İstenirlik
1	73.50	29.58	0.666

3.2.5. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretimi

Mikrodalga kurutma ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile deneysel model oluşturularak optimum proses koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan deneysel modele ait 11 deneme noktasındaki değerlere göre mikrodalga kurutma işlemi uygulanarak üretilen liflerde yapılan analizlerin sonuçları Tablo 3.24’de gösterilmiştir. Mikrodalga kurutma için yanıt yüzey deneysel modelinde mikrodalga güç ve mikrodalga süre faktör olarak belirlenmiştir. Yanıt olarak nem, kül, renk için L^* , a^* , b^* değerleri, su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi, protein ve toplam diyet lif miktarı belirlenmiştir.

3.2.5.1. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Nem Değerleri

Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde nem analiz sonuçları için yanıt yüzey yöntemi ile modelleme yapılmıştır. Yanıt yüzey yönteminde merkezi kompozit dizayn kullanılmıştır. Nem değerleri için transformasyon işlemi uygulanmamıştır. İstatistiki olarak etkisi önemli olmayan faktörlere geri eleme yöntemi ile eleme işlemi uygulanmıştır. Geri eleme $\alpha=0.05$ önem düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Model olarak kuadratik model seçilmiştir. Faktörlerin nem üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3.25’de gösterilmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi üretilen şeker pancarı lifinin tahmini nem değerini belirlemek amacıyla regresyon denklemi oluşturulmuş, denklem aşağıda verilmiştir. Denklem için determinasyon katsayısı ise 0.997 olarak bulunmuştur.

$$\text{Nem (\%)} = 34.806 - 0.033 \cdot A - 0.453 \cdot B + 0.0002 \cdot A \cdot B + 0.00001 \cdot A^2 + 0.002 \cdot B^2$$

Tablo 3.24. Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde deneme noktalarına ait analiz sonuçları

Proses Faktörleri			Yanıtlar								
Deneme Noktası	Mikrodalga Güç (W)	Mikrodalga Süre (dk)	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı** (%)	<i>L</i> * değeri	<i>a</i> * değeri	<i>b</i> * değeri	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)	Protein Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
1	450	30	12.72±0.08	4.99±0.07	75.76±0.07	1.07±0.03	12.20±0.05	7.31±0.04	2.15±0.09	7.75±0.06	87.27
2	900	30	6.68±0.07	4.96±0.06	73.88±0.08	3.61±0.09	13.43±0.07	6.49±0.08	1.91±0.07	8.01±0.06	87.09
3	450	90	3.23±0.05	4.92±0.06	73.92±0.05	2.73±0.06	14.16±0.08	8.22±0.07	1.98±0.06	7.84±0.06	87.04
4	900	90	2.96±0.08	5.19±0.03	63.71±0.06	4.12±0.08	16.41±0.08	3.79±0.04	1.68±0.04	7.49±0.06	87.22
5	450	60	6.20±0.04	5.07±0.06	74.80±0.05	1.15±0.06	13.43±0.05	8.5±0.08	1.98±0.08	7.60±0.09	87.25
6	900	60	3.03±0.06	5.17±0.04	68.73±0.06	3.08±0.06	14.88±0.09	5.78±0.07	1.71±0.07	7.57±0.06	87.28
7	675	30	8.91±0.02	5.03±0.08	76.35±0.08	2.10±0.08	13.46±0.09	8.86±0.05	1.95±0.08	7.84±0.06	87.22
8	675	90	2.29±0.02	5.11±0.05	70.35±0.08	3.16±0.09	15.88±0.08	7.98±0.07	1.76±0.05	7.62±0.12	87.14
9	675	60	4.55±0.03	5.18±0.07	73.51±0.04	1.94±0.02	13.40±0.08	9.06±0.08	1.71±0.06	7.55±0.03	87.27
10	675	60	4.45±0.02	5.16±0.07	73.45±0.08	1.89±0.03	13.01±0.06	9.10±0.07	1.75±0.05	7.54±0.07	87.32
11	675	60	4.31±0.06	5.19±0.04	73.62±0.06	1.84±0.05	13.24±0.06	9.18±0.08	1.71±0.07	7.56±0.02	87.24

**Toplam kuru maddede % miktar. ±, standart sapma

Tablo 3.25. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerine ait ANOVA tablosu

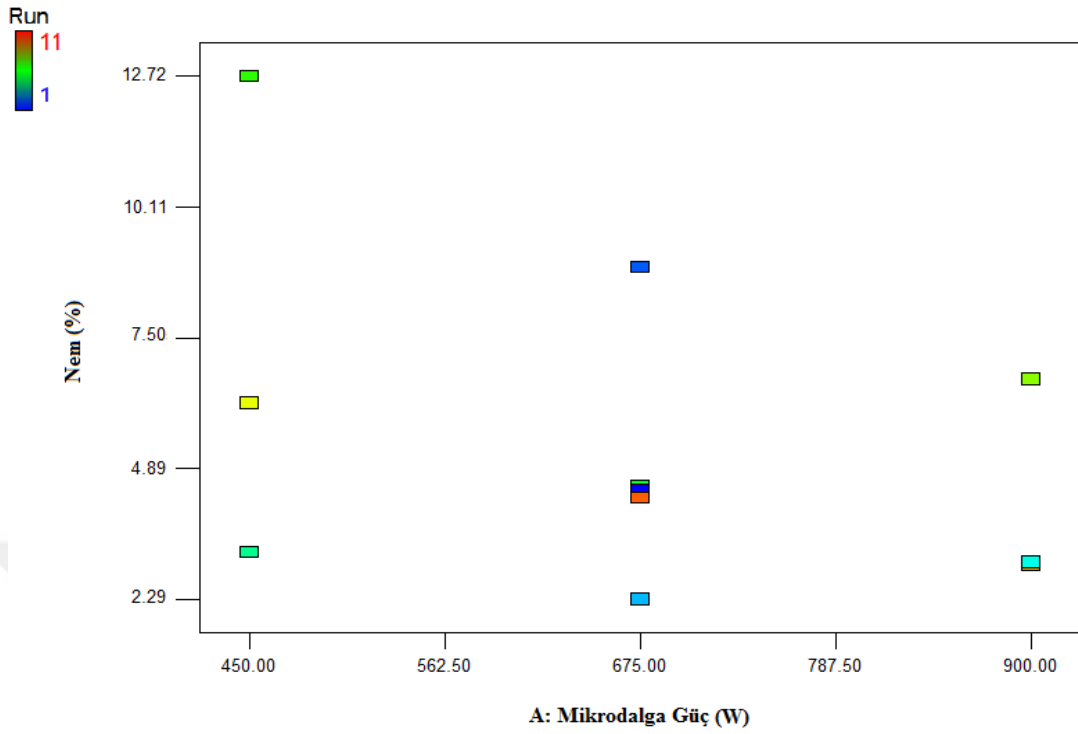
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	96.67	5	19.33	356.28	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	14.98	1	14.98	276.00	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	65.54	1	65.54	1207.66	< 0.0001	
AB	8.32	1	8.32	153.37	< 0.0001	
A ²	0.64	1	0.64	11.87	0.0183	
B ²	5.62	1	5.62	103.53	0.0002	
Rezidual	0.27	5	0.05			
Uyum Eksikliği	0.24	3	0.08	5.56	0.1563	Önemsiz
Standart Sapma	0.23					
Ortalama	5.39					
Varyasyon Katsayısı (%)	4.32					
R ²	0.997					

*p < 0.05, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

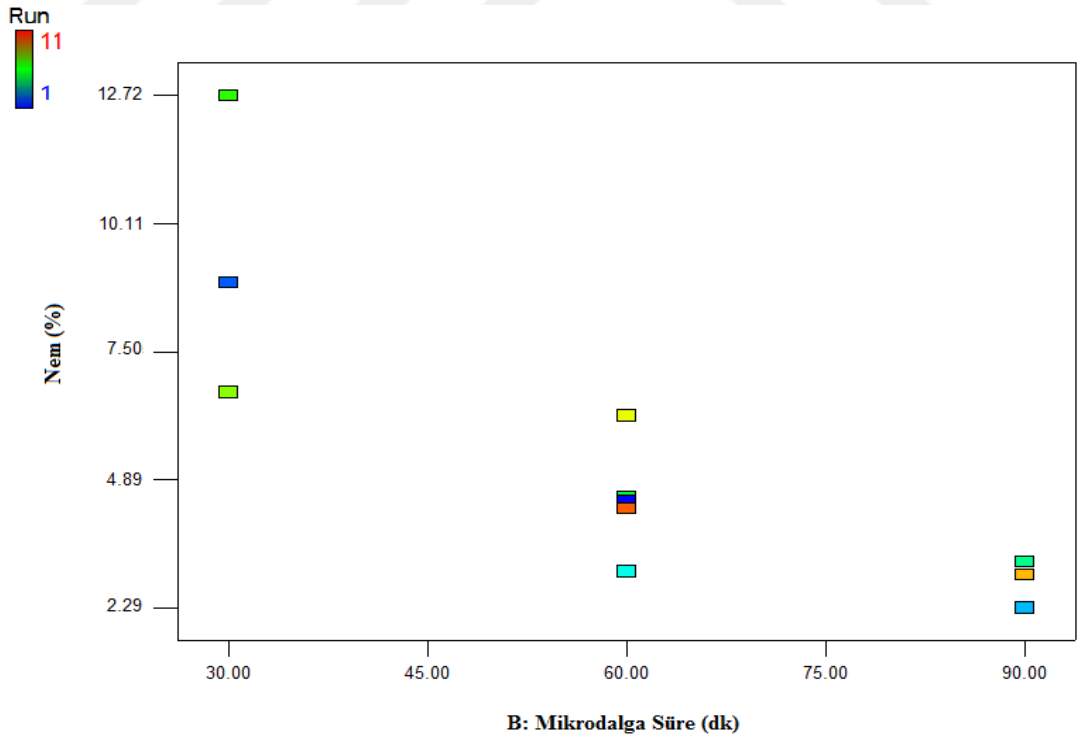
Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde örneklerin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı Şekil 3.82’de verilmiştir. 450 W güç ile mikrodalga kurutma işlemi gerçekleştirilen şeker pancarı lifinin nem değeri yüksek bulunmuştur. Diğer mikrodalga güç değerleri olan 675 W ve 900 W mikrodalga gücünde kurutma işlemi yapılan şeker pancarı liflerinin nem değerleri daha düşük değerlerde dağılım göstermiştir.

Şekil 3.83’de mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde lif örneklerinin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga süresine göre dağılımı gösterilmiştir. Mikrodalga uygulama süresi 30 dakika olan lif örneklerinin nem değerleri yüksek, 90 dakika uygulama süresi ile üretilen lif örneklerinin nem değerleri ise düşük olarak belirlenmiştir.

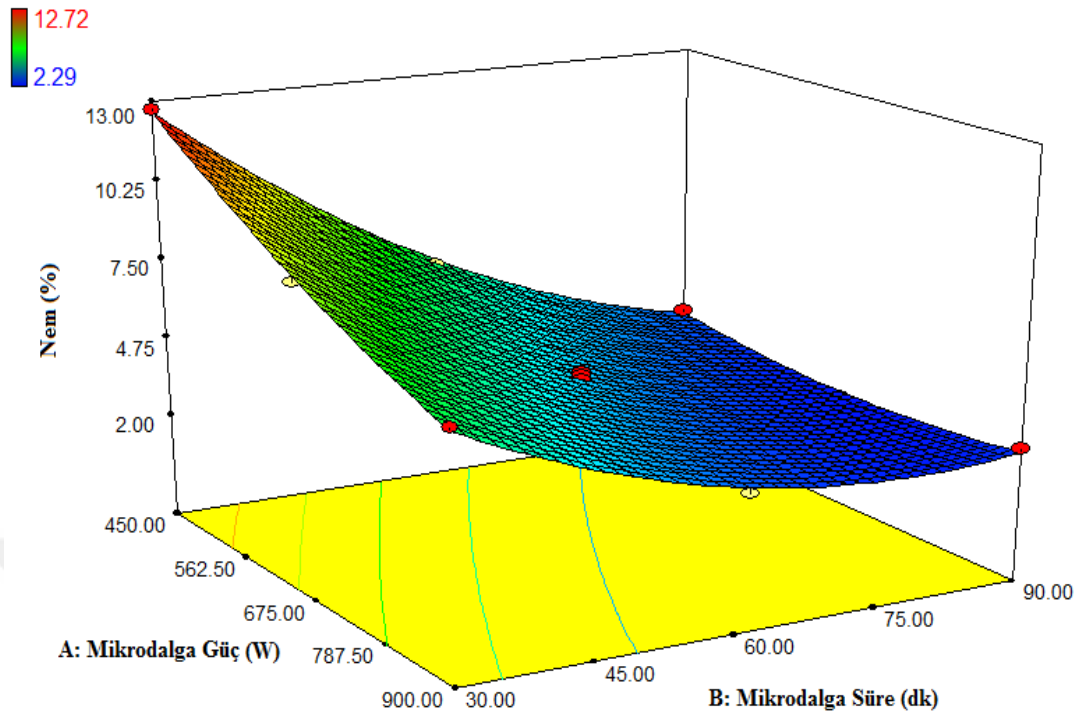
Şekil 3.84’de lif örneklerinin nem değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga süresine bağlı olarak değişimi verilmiştir. Şeker pancarı liflerinin üretiminde mikrodalga ile kurutma işleminde mikrodalga uygulama süresi ve gücü artarken şeker pancarı liflerinin nem değerleri azalmıştır. Tam tersi olarak mikrodalga güç ve süre azalırken örneklerin nem değerleri artış göstermiştir.



Şekil 3. 81. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 82. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 83. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin nem değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.2. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Kül Değerleri

Kül değerleri için yapılan modellemede değerlere transformasyon işlemi uygulanmamış olup, geri eleme ($\alpha=0.05$) yöntemi uygulanmıştır. Model olarak kuadratik model seçilmiştir. Modelleme sonucunda ortaya çıkan varyans analiz tablosu Tablo 3.26’da gösterilmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliğinin ise önemsiz ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür (Tablo 3.26). Şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi üretilen diyet gıda lifinin tahmini kül değerini belirlemek için regresyon denklemi oluşturulmuş, denkleminin determinasyon katsayısı 0.994 olarak bulunmuştur. Regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kül (\%)} = 4.451 + 0.001 \cdot A + 0.008 \cdot B + 0.00001 \cdot A \cdot B - 0.000001 \cdot A^2 - 0.0001 \cdot B^2$$

Tablo 3.26. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerine ait ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.10	5	0.02	164.46	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	0.02	1	0.02	160.09	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	0.01	1	0.01	79.77	0.0003	
AB	0.02	1	0.02	186.95	< 0.0001	
A ²	0.01	1	0.01	65.52	0.0005	
B ²	0.03	1	0.03	235.57	< 0.0001	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.19	0.8936	Önemsiz
Standart Sapma	0.01					
Ortalama	5.09					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.22					
R ²	0.994					

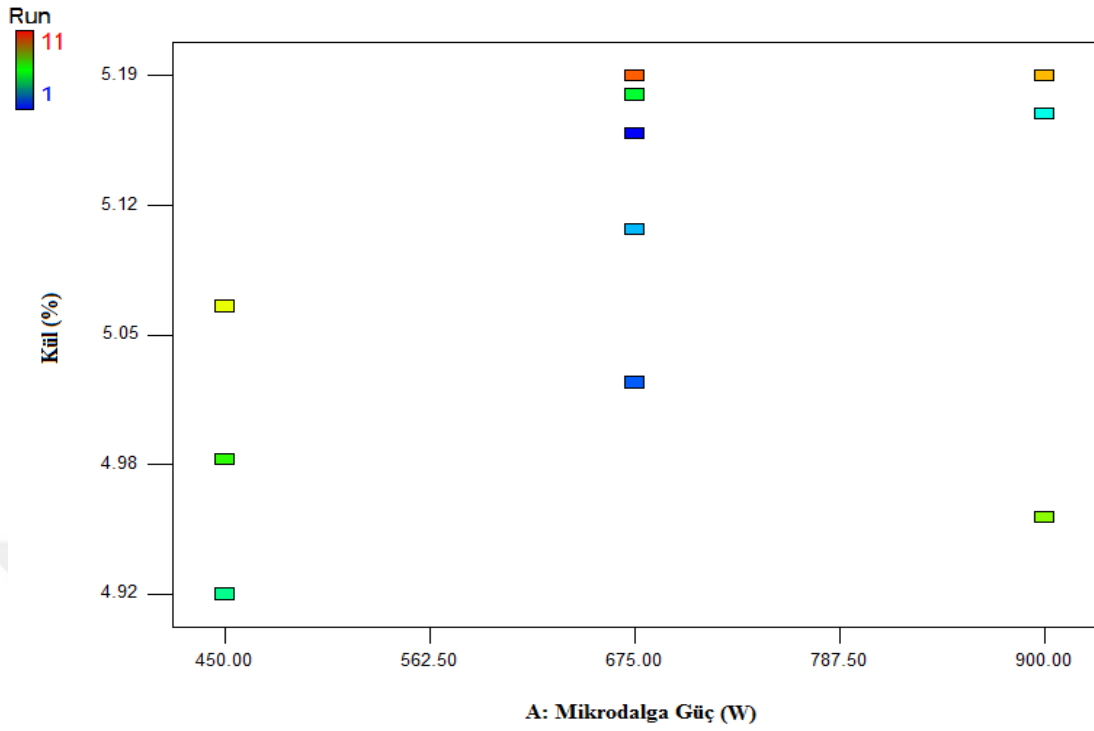
* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde kül değerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı Şekil 3.85’de, mikrodalga uygulama süresine göre dağılımı ise Şekil 3.86’da verilmiştir.

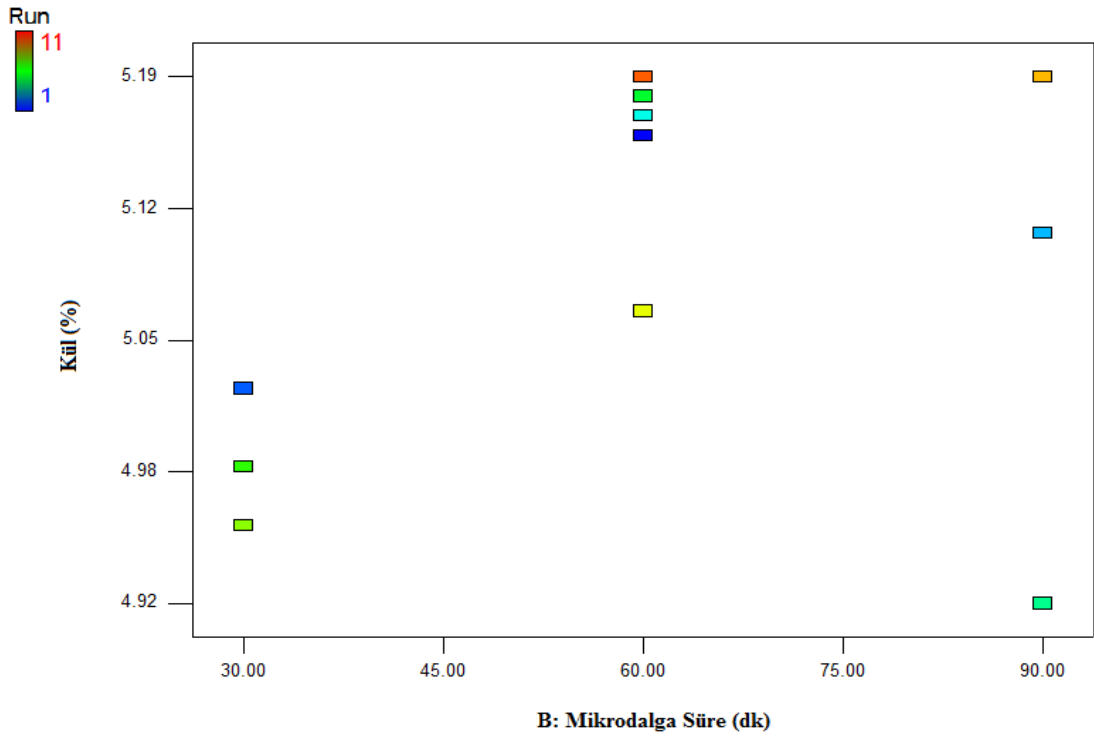
Şekil 3.85 incelendiğinde minimum kül değerinin en düşük mikrodalga güç seviyesi olan 450 W güç ile kurutma işlemi gerçekleştirilen şeker pancarı lifinde bulunduğu gözlenmiştir. 675 W ve 900 W mikrodalga güç seviyelerinde kurutulan lif örneklerinin ise kül değerlerinin daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır.

Şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin mikrodalga uygulama süresine göre dağılımını veren Şekil 3.85 incelendiğinde ise 30 dakika süre ile mikrodalga kurutma işlemine tabi tutulan şeker pancarı liflerinin kül değerleri düşük değerlerde dağılım gösterirken 60 dakika süre ile mikrodalgada kurutulan lif örneklerinin kül değerleri genellikle yüksek değerlerde dağılım göstermiştir.

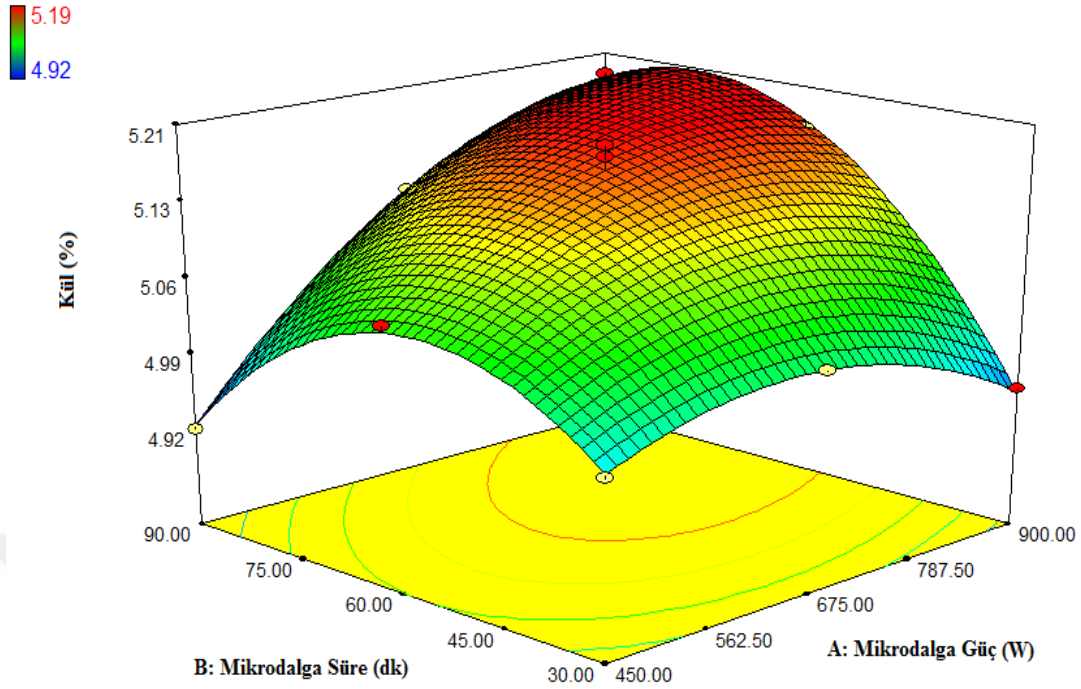
Mikrodalga kurutma yöntemiyle şeker pancarı posasından diyet lifi üretiminde kül değerinin mikrodalga güç ve süresine bağlı olarak değişim grafiği (Şekil 3.86) incelendiğinde pancar liflerinin kurutulması esnasında uygulanan mikrodalga güç ve sürenin artırılması ile lif örneklerinin kül değerlerinin de artış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3. 84. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 85. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 86. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.3. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin L^* Değerleri

Mikrodalga kurutma yöntemi üretilen diyet liflerin renk özelliklerinden L^* değeri için seçilen kuadratik modelde değerler üzerine transformasyon işlemi uygulanmamıştır. İstatistiki olarak önemli olmayan faktörler için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme (backward) yöntemi uygulanmıştır. L^* değerleri için model sonucunda oluşan varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.27’de gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen diyet gıda lifinin L^* değerini tahmin etmek için oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı 0.9996 olarak bulunmuştur.

$$L^* = 61.140 + 0.049 \cdot A + 0.108 \cdot B - 0.0003 \cdot A \cdot B - 0.00003 \cdot A^2$$

Tablo 3.27. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerine ait ANOVA tablosu

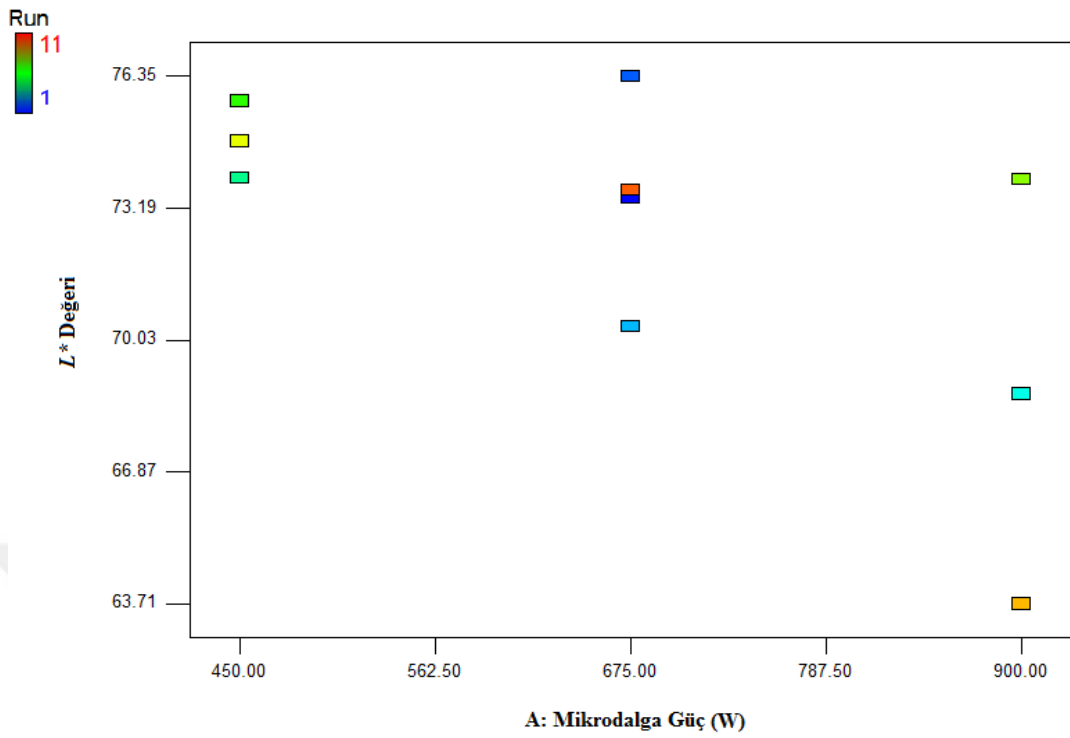
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	133.85	4	33.46	3571.78	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	54.96	1	54.96	5866.85	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	54.06	1	54.06	5770.33	< 0.0001	
AB	17.35	1	17.35	1851.63	< 0.0001	
A^2	7.48	1	7.48	798.31	< 0.0001	
Rezidual	0.06	6	0.01			
Uyum Eksikliği	0.04	4	0.01	1.39	0.4590	Önemsiz
Standart Sapma	0.10					
Ortalama	72.55					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.13					
R^2	0.9996					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

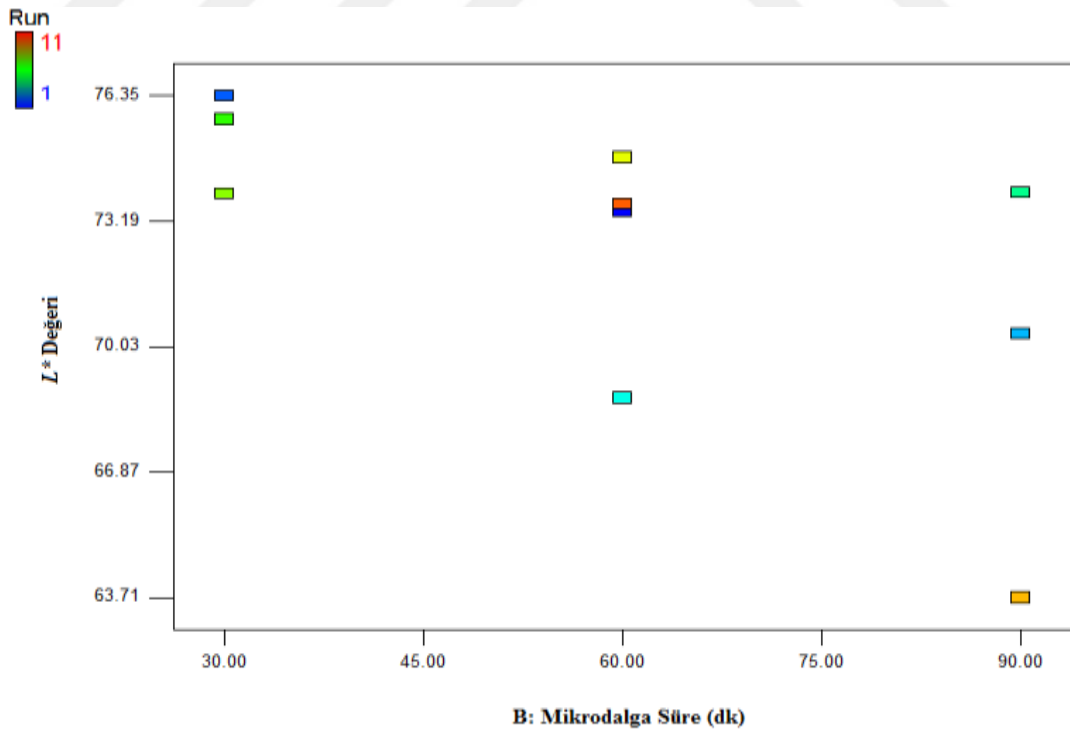
Şekil 3.88’de şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı verilmiştir. Lif örneklerinin L^* değerlerinin 450 W mikrodalga güç uygulaması ile üretilen liflerde diğer mikrodalga güç uygulamalarına göre yüksek olarak belirlendiği görülmüştür. 900 W mikrodalga güç uygulaması ile kurutulan şeker pancarı liflerinin L^* değerleri dağınık bir dağılım gösterirken minimum L^* değeri 900 W güç uygulaması ile kurutulmuş olan örnekte gözlenmiştir.

Şekil 3.89’da şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga uygulama süresine göre dağılımı verilmiştir. Şekil 3.89’a göre 30 dakika süre ile mikrodalgada kurutulan şeker pancarı liflerinin L^* değerleri yüksek değerlerde dağılım göstermiş, aynı zamanda maksimum L^* değerine sahip şeker pancarı lifi örneğinin 30 dakika mikrodalga süre uygulaması ile kurutulan örnek olduğu gözlenmiştir. Minimum L^* değerine sahip olan şeker pancarı lifi örneğinin ise 90 dakika süre ile mikrodalga kurutma işlemi gerçekleştirilen örnek olduğu gözlenmiştir.

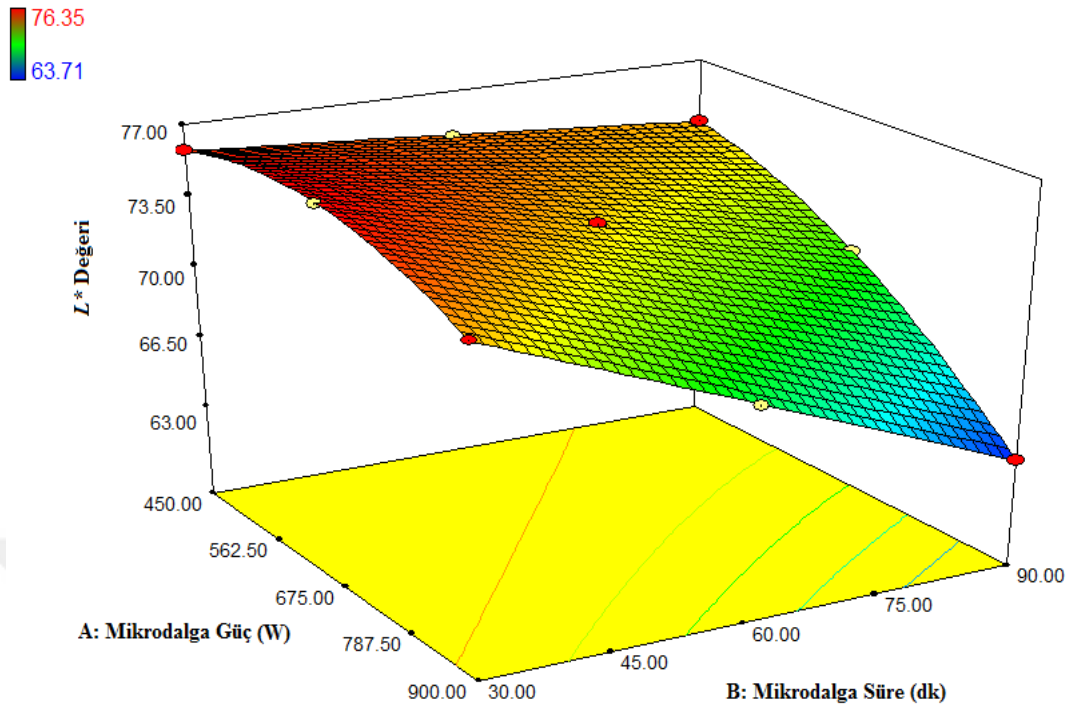
Şekil 3.90’da şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga süresine bağlı olarak değişim grafiği gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere şeker pancarı liflerinin kurutulması amacıyla uygulanan mikrodalga gücü ve süresi azalırken şeker pancarı liflerinin L^* değerinde yükselme, uygulanan güç ve süre artarken örneklerin L^* değerinde azalma meydana gelmiştir.



Şekil 3. 87. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 88. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 89. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.4. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin a^* Değerleri

Şeker pancarı posasından elde edilen lifler için mikrodalga güç ve sürenin a^* değerleri üzerine etkilerini görmek için kurulan modelde veriler üzerinde transformasyon işlemi uygulanmamış, a^* değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmayan faktörler için geri eleme ($\alpha=0.05$) yöntemi ile eleme işlemi uygulanmıştır. Model olarak a^* değerleri için kuadratik model seçilmiş olup faktörlerin a^* değerlerine etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosu Tablo 3.28’de gösterilmiştir. Tablo 3.28’de de görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen diyet gıda lifinin tahmini a^* değeri için oluşturulan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup denklemin determinasyon katsayısı 0.999 olarak bulunmuştur.

$$a^* = 1.326 + 0.001 \cdot A - 0.054 \cdot B - 0.00004 \cdot A \cdot B + 0.000005 \cdot A^2 + 0.001 \cdot B^2$$

Tablo 3.28. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerine ait ANOVA tablosu

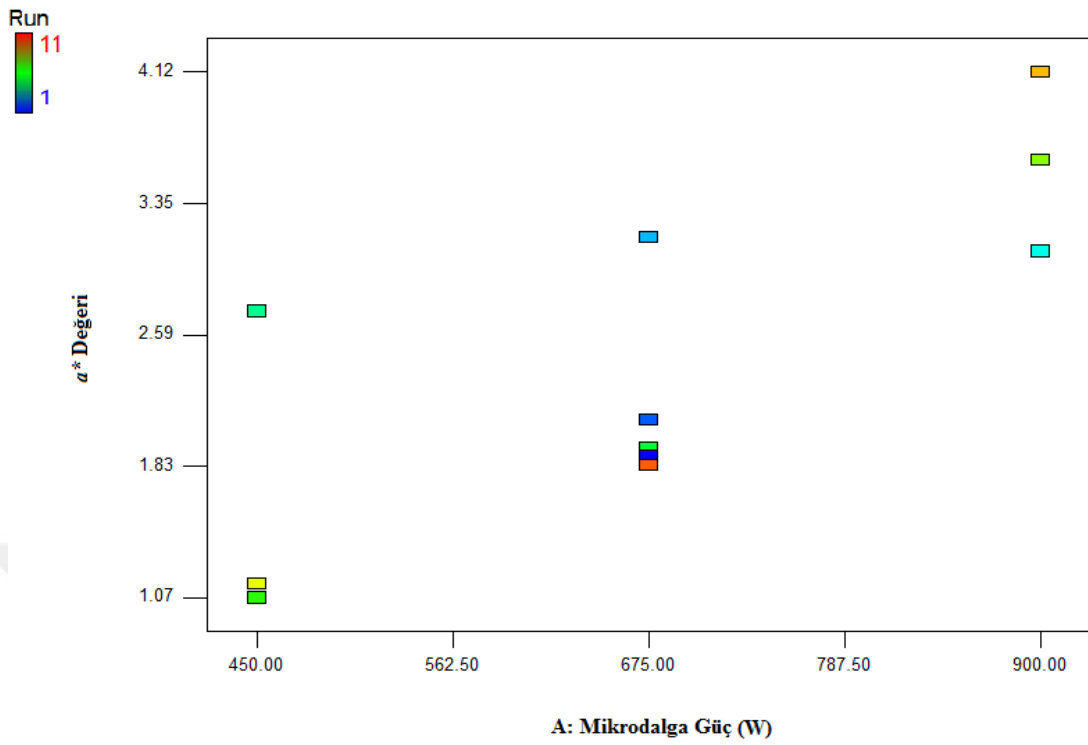
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	9.76	5	1.95	1602.21	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	5.72	1	5.72	4695.59	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	1.74	1	1.74	1426.59	< 0.0001	
AB	0.33	1	0.33	271.26	< 0.0001	
A^2	0.15	1	0.15	119.19	0.0001	
B^2	1.44	1	1.44	1183.11	< 0.0001	
Rezidual	0.01	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.15	0.9239	Önemsiz
Standart Sapma	0.03					
Ortalama	2.43					
Varyasyon Katsayısı (%)	1.44					
R^2	0.999					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

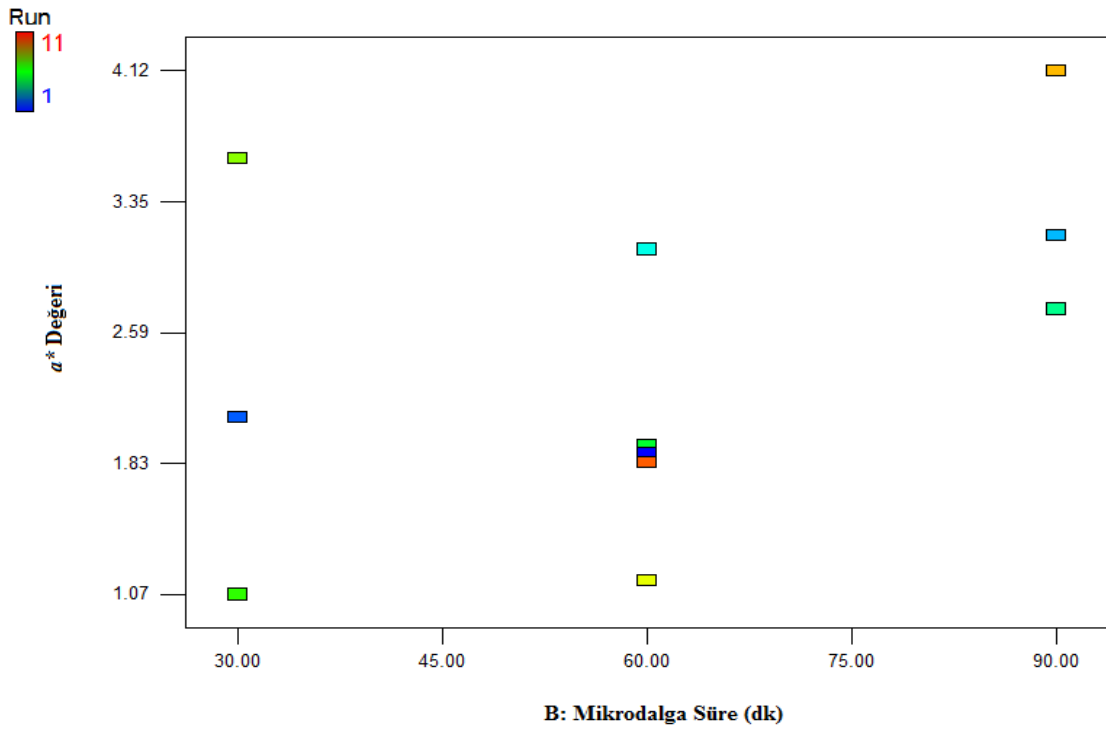
Şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı Şekil 3.91’de verilmiştir. Mikrodalga kurutma işleminde uygulanan en yüksek mikrodalga gücü olan 900 W gücünde kurutulan şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin yüksek değerlerde dağılım gösterdiği ve maksimum a^* değerinin 900 W mikrodalga gücünde kurutulan şeker pancarı lifi örneğinde bulunduğu belirlenmiştir. Minimum a^* değerine sahip şeker pancarı lifinin ise 450 W mikrodalga gücü kullanılarak kurutulan lif örneği olduğu belirlenmiştir.

Mikrodalga ile kurutulan şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga uygulama süresine göre dağılımı Şekil 3.92’de gösterilmiştir. Şekil 3.92 incelendiğinde şeker pancarı lifi örneklerinin a^* değerlerinin uygulanan farklı mikrodalga sürelerinde dağınık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Maksimum a^* değeri mikrodalgada 90 dakika süre ile kurutulan lif örneğinde, minimum a^* değeri ise 30 dakika süre ile kurutulan örnekte gözlenmiştir.

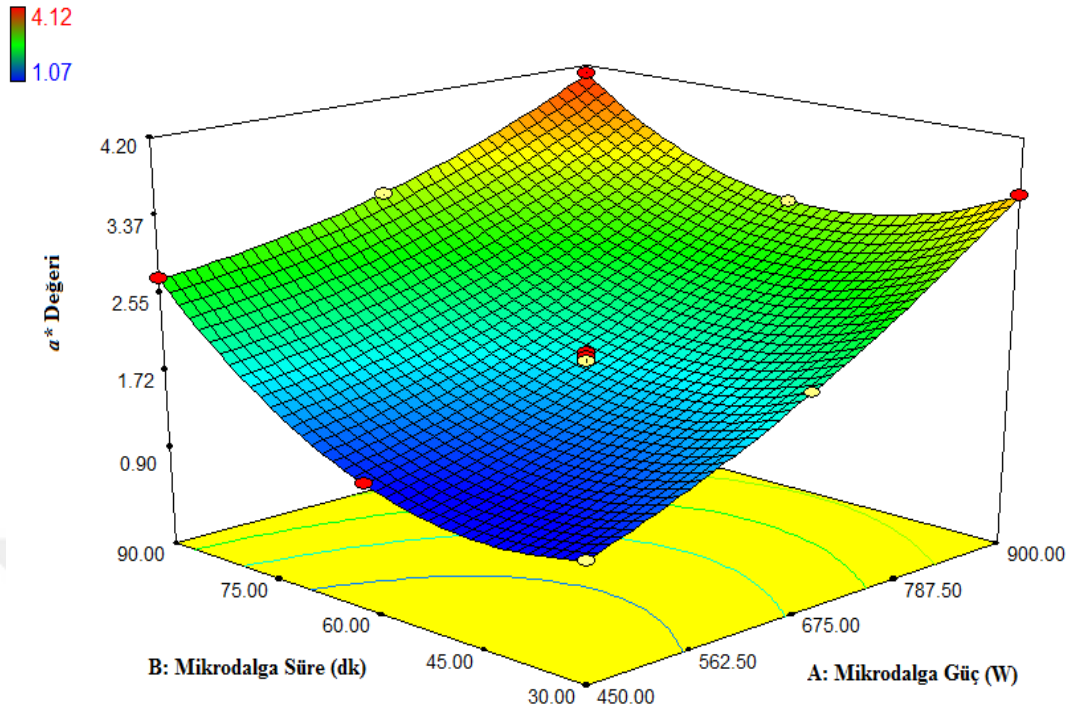
Şekil 3.93’de elde edilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin mikrodalga güç ve süresine bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir. Şekil 3.93’de de görüldüğü üzere kurutma sırasında uygulanan mikrodalga gücünün ve süresinin azalmasına bağlı olarak şeker pancarı lifi örneklerinin a^* değerinde azalma olduğu görülmüştür. Mikrodalga güç ve sürenin artmasıyla birlikte yapılan kurutma işlemleri sonucunda ise elde edilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 3. 90. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 91. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 92. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.5. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin b^* Değerleri

Mikrodalga kurutma ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerleri için yapılan modellemede lineer model seçilmiştir. b^* değerleri üzerine transformasyon uygulanmamış olup istatistiki olarak önemli olmayan faktörler $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme yöntemi ile elenmiştir. Tablo 3.29'da mikrodalga kurutma için belirlenen faktörlerin b^* değerleri üzerindeki etkilerini gösteren varyans analiz sonucu verilmiştir. Tablo 3.29 incelendiğinde b^* değeri için oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliğinin ise önemsiz ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür. Oluşturulan regresyon denkleminin determinasyon katsayısı 0.806 olarak bulunmuş ve denklem aşağıda verilmiştir.

$$b^* = 9.036 + 0.004 \cdot A + 0.041 \cdot B$$

Tablo 3.29. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerine ait ANOVA tablosu

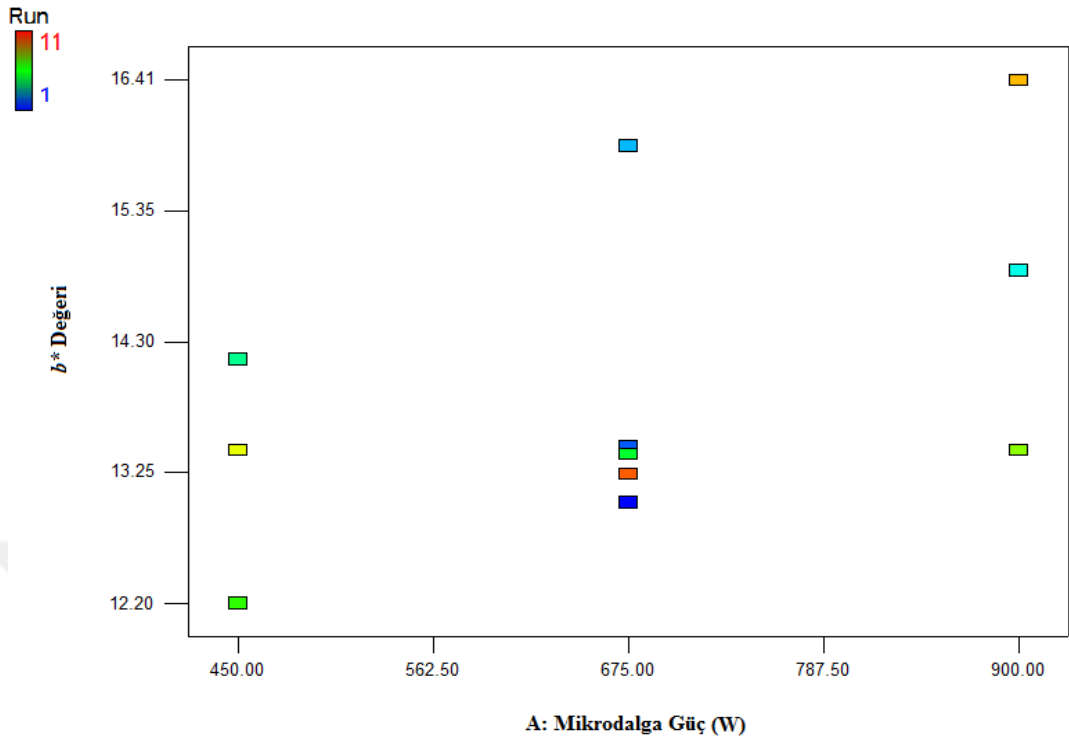
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	13.08	2	6.54	16.66	0.0014	Önemli
A: Mikrodalga Güç	4.05	1	4.05	10.32	0.0124	
B: Mikrodalga Süre	9.03	1	9.03	23.00	0.0014	
Rezidual	3.14	8	0.39			
Uyum Eksikliği	3.06	6	0.51	13.28	0.0717	Önemsiz
Standart Sapma	0.63					
Ortalama	13.95					
Varyasyon Katsayısı (%)	4.49					
R ²	0.806					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

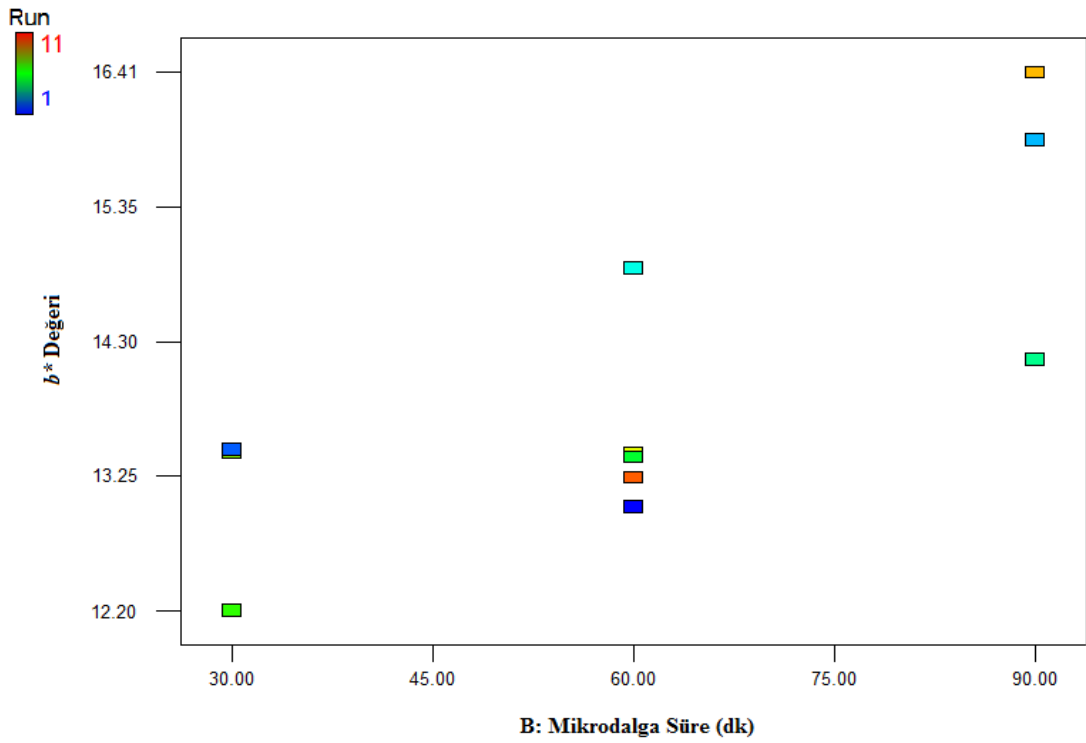
Mikrodalga kurutma ile elde edilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı Şekil 3.94’de gösterilmiştir. Minimum b^* değerine sahip olan lifinin 450 W mikrodalga gücünde kurutulan, maksimum b^* değerine sahip olan lifin ise 900 W mikrodalga gücünde kurutulan şeker pancarı lif örneği olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen şeker pancarı lifi örneklerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süresine göre dağılımı Şekil 3.95’de gösterilmiştir. En düşük mikrodalga uygulama süresi olan 30 dakikada kurutulan şeker pancarı lifinin b^* değeri minimum değer alırken en yüksek uygulama süresi olan 90 dakikada kurutulan örneğin b^* değeri maksimum değeri almıştır.

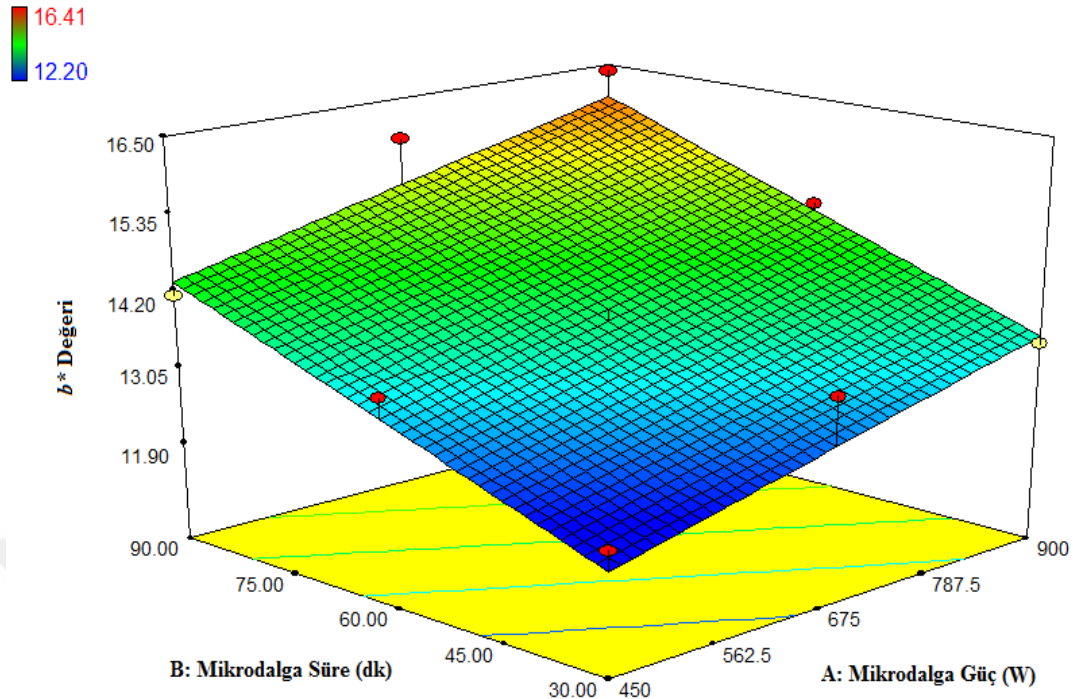
Şekil 3.96’da şeker pancarı liflerine ait b^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga uygulama süresine bağlı olarak değişim grafiği gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde mikrodalga kurutmada uygulanan güç ve süre artışına bağlı olarak şeker pancarı liflerinin b^* değerleri de artmıştır. Aynı zamanda uygulanan mikrodalga güç ve süresinin azalmasına bağlı olarak örneklerin b^* değerinde azalma olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. 93. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 94. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 95. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.6. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Su Bağlama Kapasitesi Değerleri

Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerleri için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı kullanılarak yapılan modellemede su bağlama kapasitesi verileri üzerinde transformasyon işlemi uygulanmamış, etkisi istatistiki olarak önemli olmayan faktörler için $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme yöntemi kullanılmıştır. Kuadratik tipte model uygun olarak bulunmuştur. Modellemede su bağlama kapasitesi değerleri için varyans analiz tablosu oluşturulmuş ve Tablo 3.30'da verilmiştir. Tablo 3.30'da da görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$) olarak, Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Mikrodalga güç ve mikrodalga süre faktörlerinin su bağlama kapasitesi üzerindeki etkileri hesaba katılarak mikrodalga kurutma ile üretilen şeker pancarı lifinin tahmini olarak su bağlama kapasitesini belirleyebilmek amacıyla regresyon denklemi

oluşturulmuştur. Regresyon denkleminin determinasyon katsayısı ise 0.9996 olarak bulunmuş olup denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Su Bağlama Kapasitesi (g/g)} = -11.921 + 0.055 \cdot A + 0.167 \cdot B - 0.0001 \cdot A \cdot B - 0.00004 \cdot A^2 - 0.001 \cdot B^2$$

Tablo 3.30. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

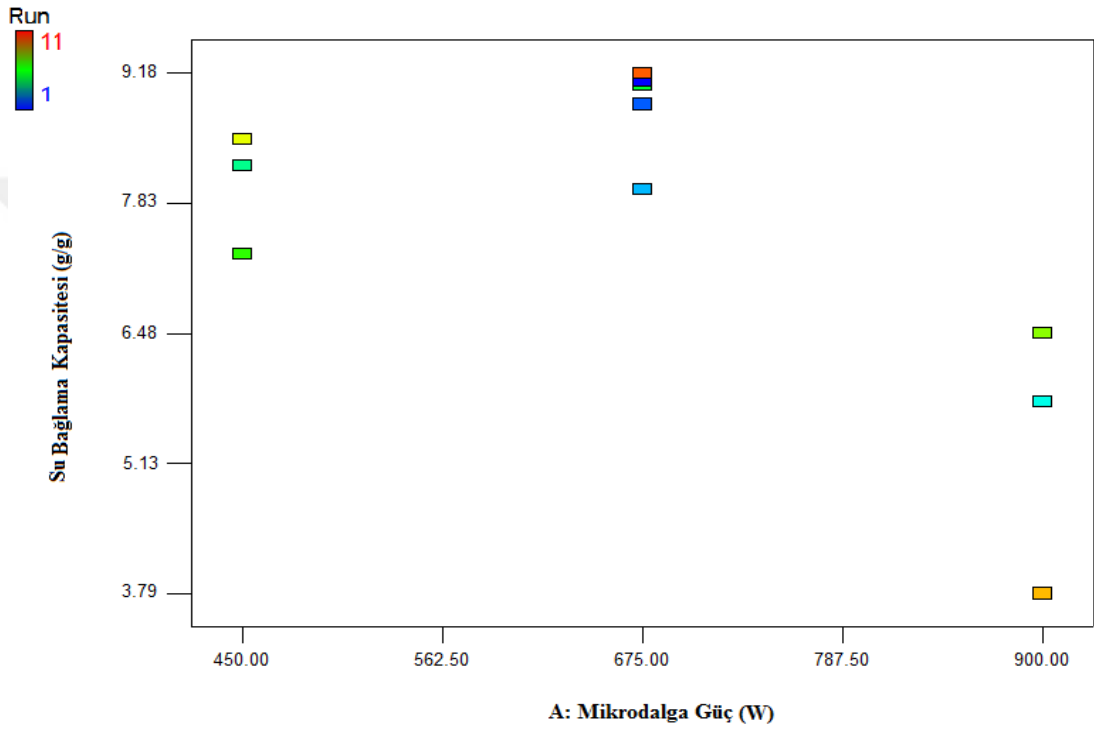
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	28.90	5	5.78	2733.55	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	10.59	1	10.59	5007.25	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	1.19	1	1.19	561.96	< 0.0001	
AB	3.26	1	3.26	1540.95	< 0.0001	
A ²	9.83	1	9.83	4651.30	< 0.0001	
B ²	1.21	1	1.21	570.89	< 0.0001	
Rezidual	0.01	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.28	0.8408	Önemsiz
Standart Sapma	0.05					
Ortalama	7.66					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.60					
R ²	0.9996					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

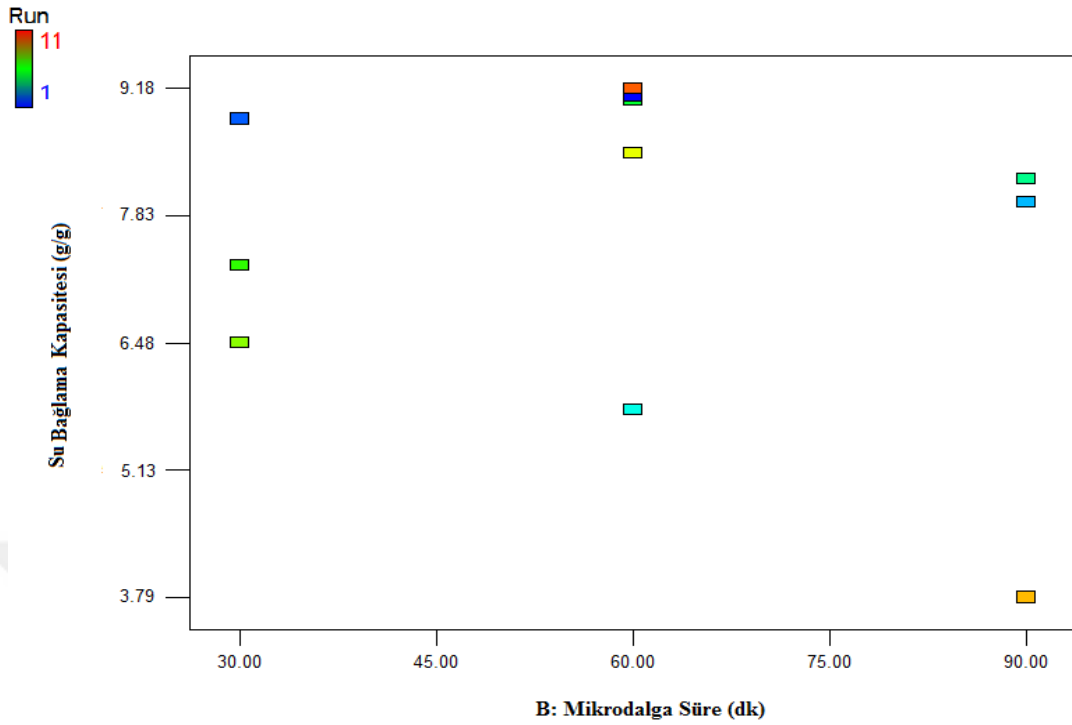
Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı lifi üretiminde liflerin su bağlama kapasitelerindeki değişimin mikrodalga uygulama gücüne göre dağılımı Şekil 3.97’de verilmiştir. Şekil 3.97’de görüldüğü üzere şeker pancarı lifleri 450 W ve 675 W mikrodalga gücünde kurutulduklarında liflerin su bağlama kapasitesi değerleri yüksek değerlerde dağılım gösterirken, 900 W mikrodalga gücünde kurutulduklarında ise düşük değerlerde dağılım göstermiştir.

Mikrodalga kurutma yönteminde şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitelerindeki değişimin mikrodalga uygulama süresine göre dağılımı Şekil 3.98’de gösterilmiştir. Şekil 3.98 incelendiğinde şeker pancarı lifi örneklerinin su bağlama kapasitesi liflerin kurutulmaları sırasında uygulanan farklı mikrodalga sürelerinde dağınık dağılım gösterirken maksimum su bağlama kapasitesi değeri 60 dakika sürede kurutulan örnekte, minimum değeri ise 90 dakika süre ile kurutulan lif örneğinde gözlenmiştir.

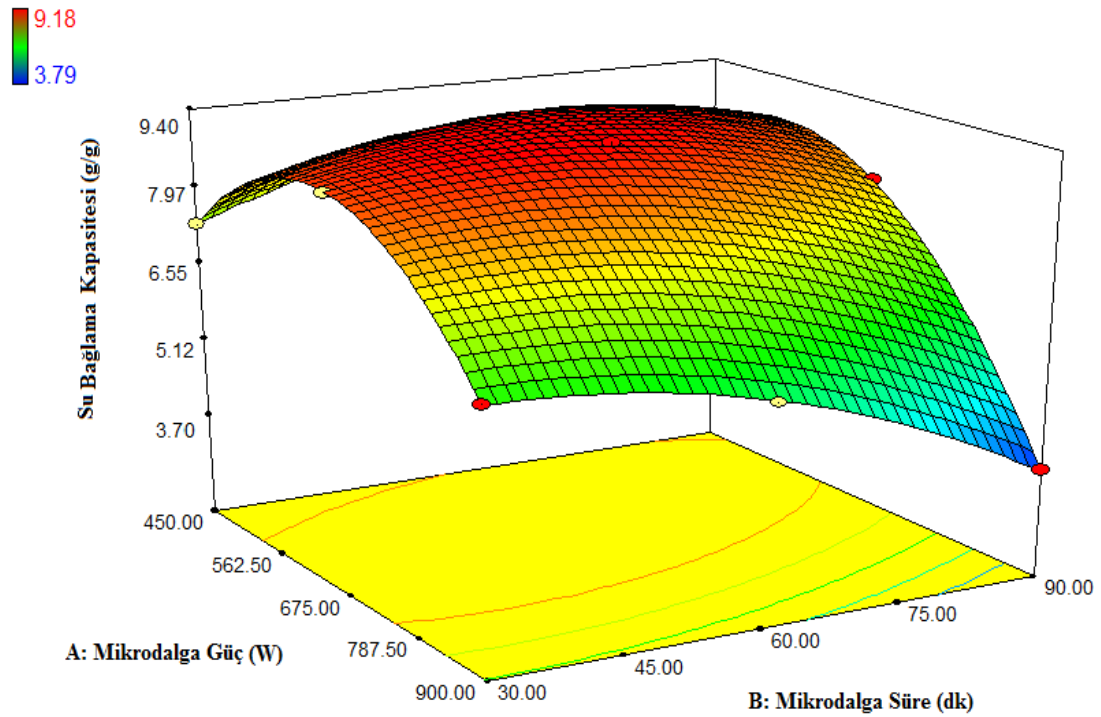
Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinde su bağlama kapasitesi değerlerinin uygulanan mikrodalga gücüne ve süresine bağlı olarak değişim grafiği Şekil 3.99’da verilmiştir. Grafik incelendiğinde uygulanan mikrodalga süre ve gücünün en yüksek olduğu noktalarda lif örneklerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin azalma gösterdiği, uygulanan mikrodalga süre ve gücünün azalmasıyla lif örneklerinin su bağlama kapasitelerinin artış gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 3. 96. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 97. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 98. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.7. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Yağ Bağlama Kapasitesi Değerleri

Mikrodalga kurutma ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerleri için merkezi kompozit dizaynı ile yapılan modellemede yağ bağlama kapasitesi değerlerine herhangi bir transformasyon yapılmamıştır. İstatistiki olarak yağ bağlama kapasitesine önemli etkisi olmayan faktörler geri eleme ($\alpha=0.05$) ile elenmiştir. Yağ bağlama kapasitesi değerlerine mikrodalga güç ve sürenin etkisini belirlemek amacıyla kurulan kuadratik modele ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.31’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliğinin ($p > 0.05$) ise önemsiz olduğu görülmüştür. Mikrodalga güç ve mikrodalga sürenin etkisiyle şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi üretilen diyet gıda lifinin yağ bağlama kapasitesini tahmin etmek için regresyon denklemi kurulmuş olup denkleme ait determinasyon katsayısı 0.986 olarak belirlenmiştir. Regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\text{Yağ Bağlama Kapasitesi (\%)} = 3.637 - 0.003 \cdot A - 0.018 \cdot B + 0.000002 \cdot A^2 + 0.0001 \cdot B^2$$

Tablo 3.31. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine ait ANOVA tablosu

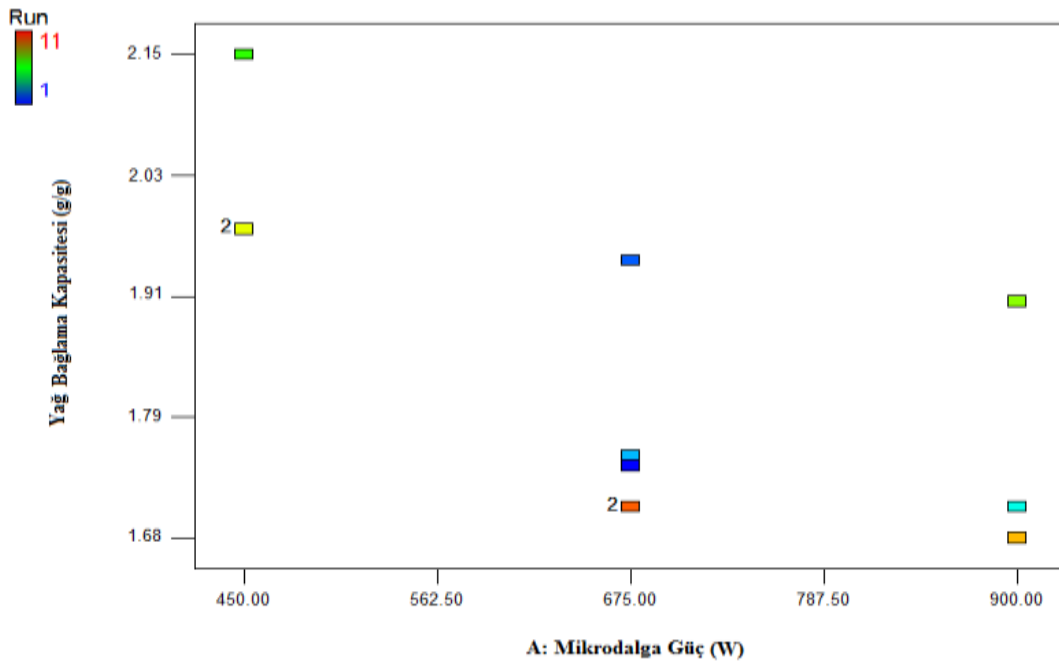
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.24	4	0.06	106.43	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	0.11	1	0.11	194.37	< 0.0001	
B: Mikrodalga Süre	0.06	1	0.06	103.13	< 0.0001	
AB						
A^2	0.02	1	0.02	42.46	0.0006	
B^2	0.03	1	0.03	51.66	0.0004	
Rezidual	0.00	6	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	4	0.00	1.08	0.5322	Önemsiz
Standart Sapma	0.02					
Ortalama	1.84					
Varyasyon Katsayısı (%)	1.29					
R^2	0.986					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R^2 : Determinasyon katsayısı

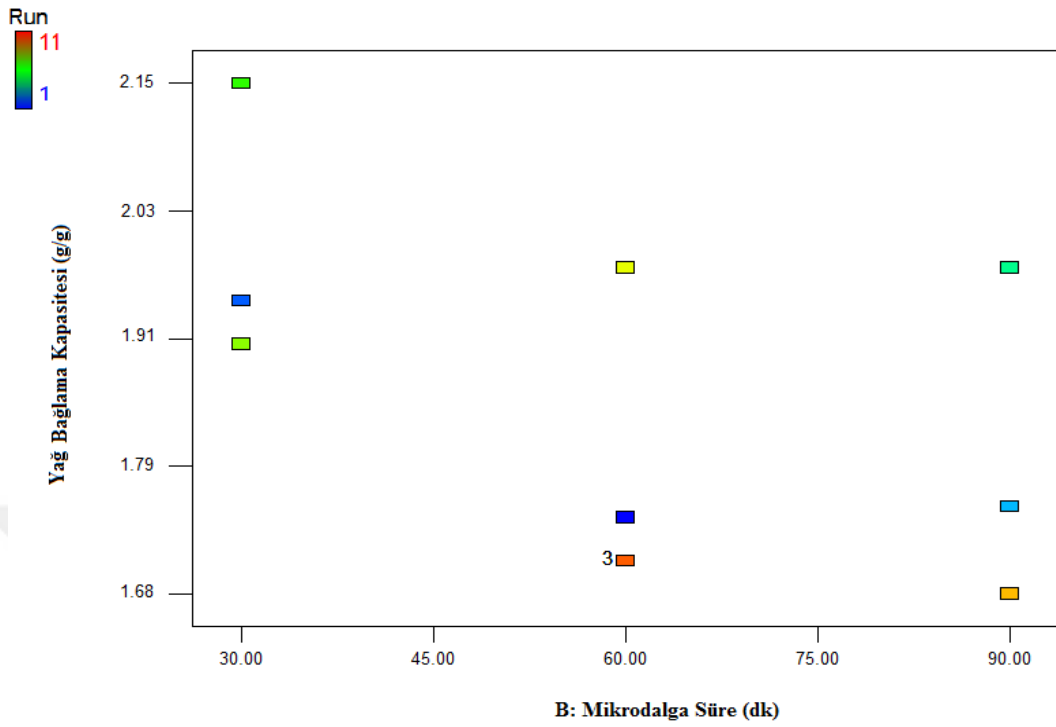
Şekil 3.100’de mikrodalga kurutmada şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitelerindeki değişimin mikrodalga gücüne göre dağılımı verilmiştir. Mikrodalga kurutmada uygulanan mikrodalga gücünün en düşük değeri olan 450 W olduğu noktalarda şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitelerinin yüksek değerlerde dağılım gösterdiği görülmüştür. Uygulanan 675 W ve 900 W mikrodalga güçlerinde ise lif örneklerinin yağ bağlama kapasiteleri daha düşük değerlerde dağılım göstermiştir.

Şekil 3.101’de mikrodalga kurutmada şeker pancarı lifi örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga süresine göre dağılımı gösterilmiştir. Elde edilen şeker pancarı liflerinden maksimum yağ bağlama kapasitesine sahip olan lif örneğinin 30 dakika süre ile mikrodalgada kurutulan, minimum yağ bağlama kapasitesine sahip olan lifin ise 90 dakika süre ile mikrodalgada kurutulan örnek olduğu gözlenmiştir.

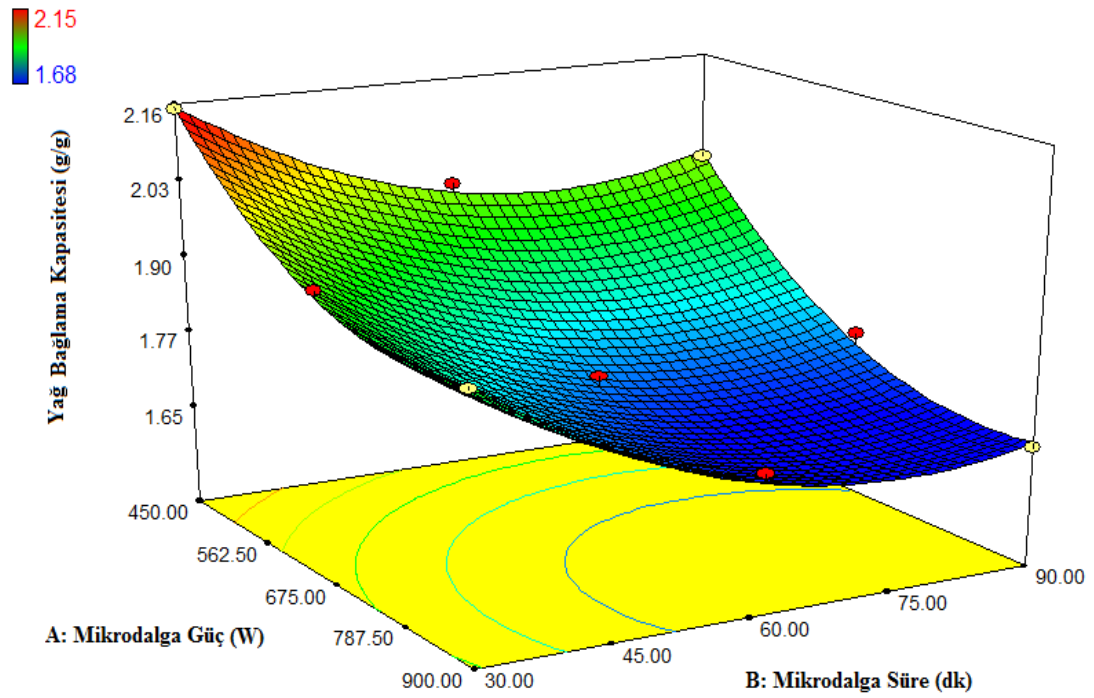
Şekil 3.102’de mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin uygulanan mikrodalganın gücüne ve uygulanan süreye bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere en düşük mikrodalga uygulama gücü ve süresinde şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinde artış meydana gelirken güç ve sürenin artmasıyla yağ bağlama kapasitesi değerleri de azalmıştır.



Şekil 3. 99. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 100. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 101. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.8. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Protein Değerleri

Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerleri için yanıt yüzey yönteminin merkezi kompozit dizaynı ile kuadratik yapıda modelleme yapılmış, protein verilerine transformasyon işlemi uygulanmamış, ancak etkisi önemli olmayan faktörler için geri eleme (backward) yöntemi kullanılmıştır. Geri eleme yöntemi $\alpha=0.05$ önem düzeyinde uygulanmıştır. Tablo 3.32’de gösterilen protein değerlerine ait varyans analizi sonuç tablosuna göre oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), istenildiği üzere Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Modellemede faktör olarak kullanılan mikrodalga güç ve sürenin protein değerleri üzerine etkisinin hesaba katılarak şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi üretilen diyet gıda lifinin tahmini olarak protein değerinin hesaplanabileceği regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup determinasyon katsayısı 0.999 olarak belirlenmiştir.

$$\text{Protein (\%)} = 7.996 + 0.0002*A - 0.013*B - 0.00002*A*B + 0.000001*A^2 + 0.0002*B^2$$

Tablo 3.32. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerine ait ANOVA tablosu

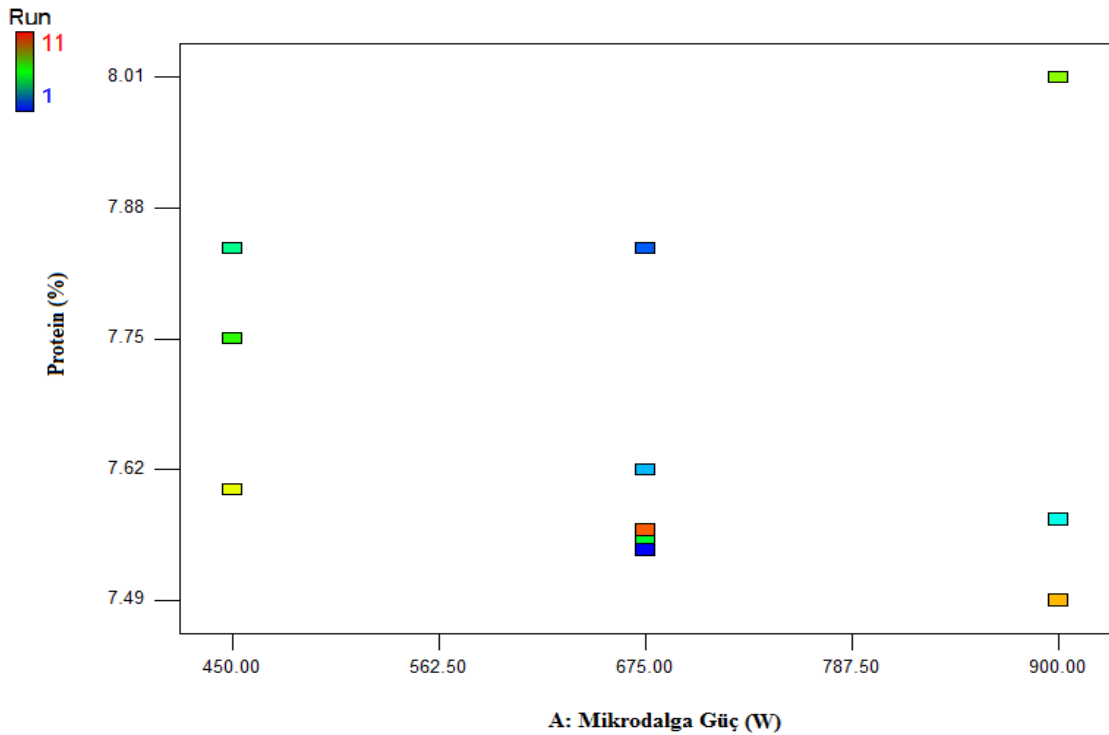
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.27	5	0.05	855.18	< 0.0001	Önemli
A: Mikrodalga Güç	0.00	1	0.00	37.63	0.0017	
B: Mikrodalga Süre	0.07	1	0.07	1104.20	< 0.0001	
AB	0.09	1	0.09	1458.71	< 0.0001	
A ²	0.00	1	0.00	60.26	0.0006	
B ²	0.09	1	0.09	1344.16	< 0.0001	
Rezidual	0.00	5	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	3	0.00	0.40	0.7724	Önemsiz
Standart Sapma	0.01					
Ortalama	7.67					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.10					
R ²	0.999					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

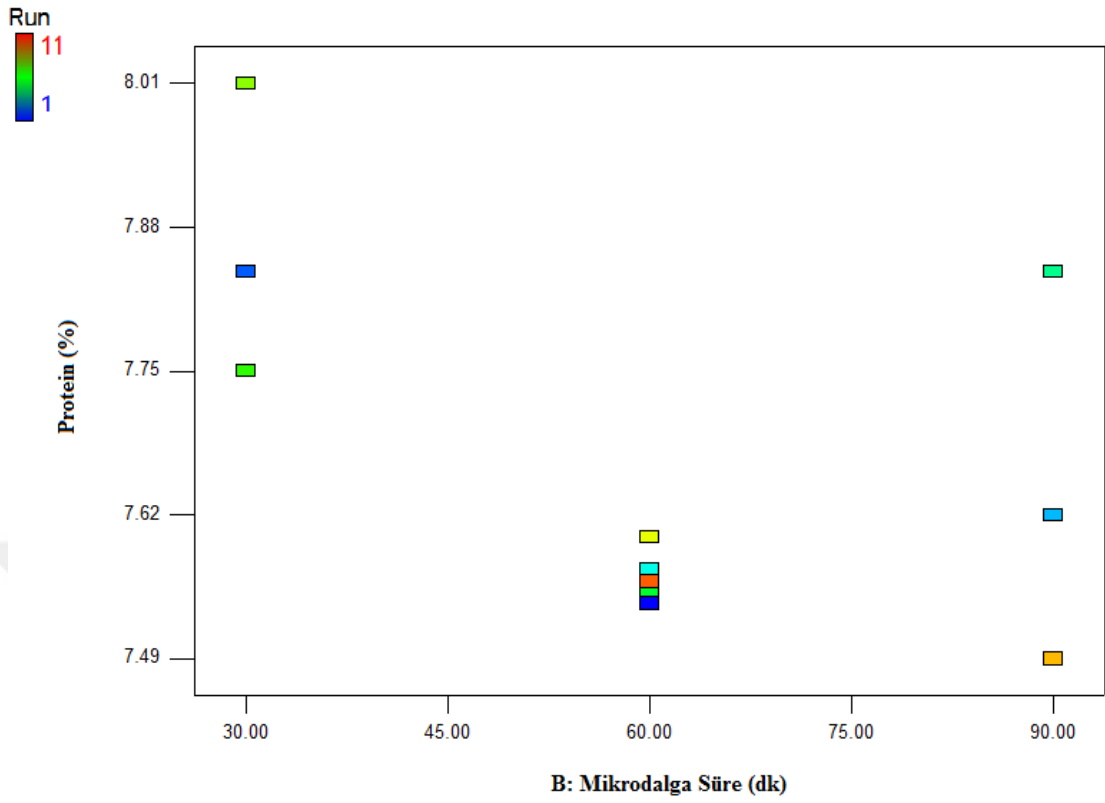
Şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı Şekil 3.103’de verilmiştir. Mikrodalga kurutma ile elde edilen şeker pancarı liflerinin protein değerleri kurutmada uygulanan mikrodalga gücüne göre dağınık bir dağılım gösterdiği görülmüştür.

Şekil 3.104’de elde edilen lif örneklerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı gösterilmiştir. Mikrodalga ile kurutmada uygulanan en düşük mikrodalga süresi olan 30 dakika süre ile kurutulan şeker pancarı liflerinin protein değerleri yüksek değerlerde dağılım göstermiştir. Maksimum protein değerine sahip şeker pancarı lifinin 30 dakika süre ile kurutulan, minimum protein değerine sahip şeker pancarı lifinin ise 90 dakika süre ile kurutulan örnekler olduğu görülmüştür.

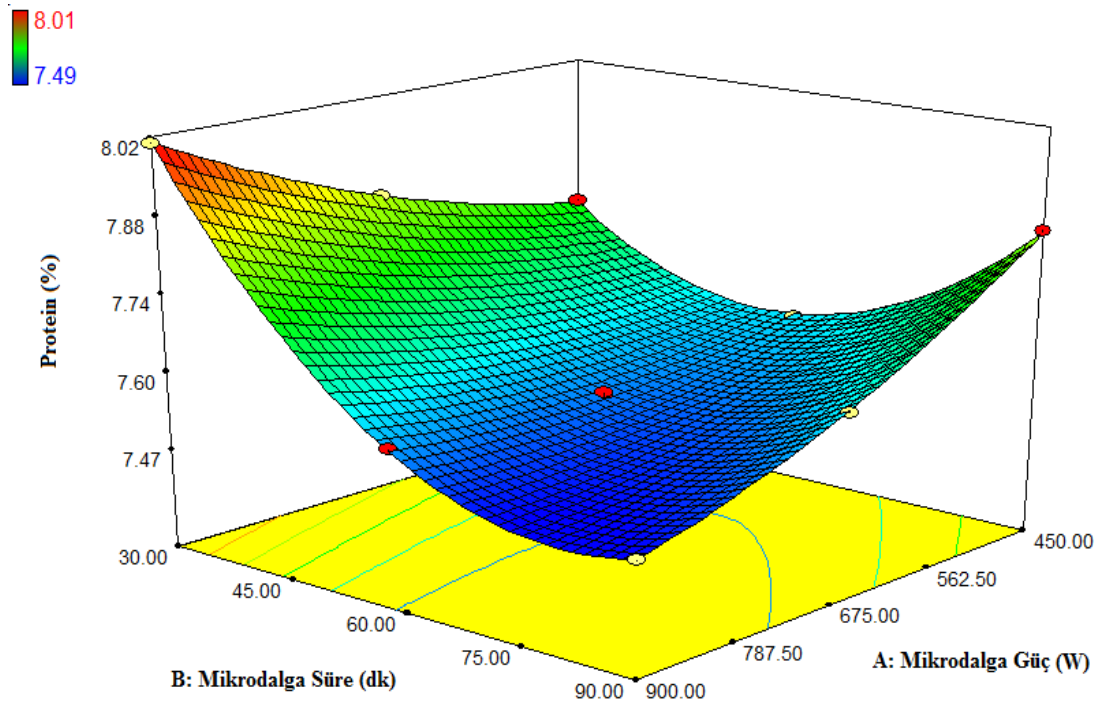
Şekil 3.105’de verilen şeker pancarı posasından elde edilen liflerin protein değerlerinin mikrodalga güç ve süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde düzenli bir şekilde değişim göstermemesine rağmen genel olarak kurutmada uygulanan mikrodalga süresinin minimum, gücünün ise maksimum olduğu noktalarda şeker pancarı lifi örneklerinin protein değerlerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. 102. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 103. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 104. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin protein değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.5.9. Mikrodalga Kurutma Yöntemi ile Üretilen Şeker Pancarı Liflerinin Toplam Diyet Lif Değerleri

Mikrodalga ile kurutma yöntemi kullanılarak üretilen şeker pancarı liflerinde toplam diyet lif değerlerine ait veriler için herhangi bir transformasyon işlemi uygulanmadan yapılan modellemede kuadratik yapıda model seçilmiştir. Toplam diyet lif değerleri üzerine mikrodalga faktörlerinden etkisi istatistiki olarak önemli olmayanlar $\alpha=0.05$ önem düzeyinde geri eleme işlemine tabi tutularak elenmiştir. Tablo 3.33’de verilen mikrodalga güç ve mikrodalga sürenin toplam diyet lif değerleri üzerine etkilerini gösteren varyans analiz sonuç tablosunda da görüldüğü üzere oluşturulan modelin deneysel verilerle tatmin edici düzeyde uyumlu olduğunu gösteren Model önemli ($p < 0.01$), Uyum Eksikliği ise önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur. Mikrodalga güç ve sürenin toplam diyet lif üzerine olan etkileri hesaba katılarak oluşturulan ve şeker pancarı posasından mikrodalga kurutma yöntemi üretilen diyet gıda lifinin tahmini olarak toplam diyet lif değerini belirlemek için kullanılan regresyon denklemi aşağıda verilmiş olup denkleme ait determinasyon katsayısı 0.935 olarak belirlenmiştir.

$$\text{Toplam Diyet Lif (\%)} = 87.422 - 0.001 \cdot A + 0.004 \cdot B + 0.00001 \cdot A \cdot B - 0.0001 \cdot B^2$$

Tablo 3.33. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerine ait ANOVA tablosu

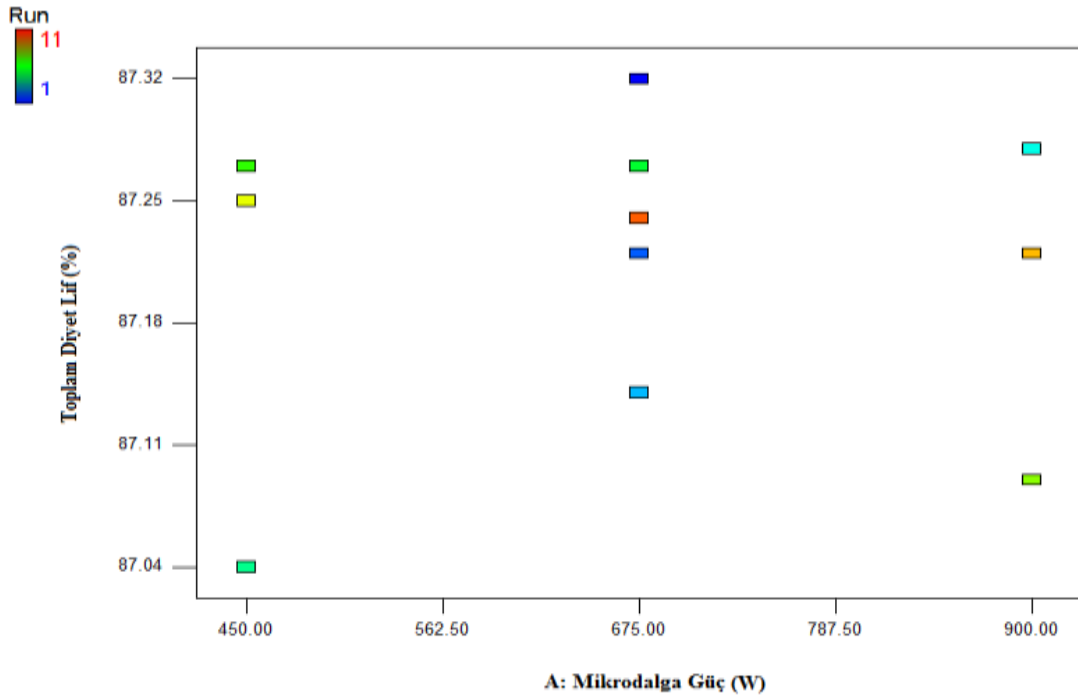
Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri Prob > F	
Model	0.07	4	0.02	21.64	0.0010	Önemli
A: Mikrodalga Güç	0.00	1	0.00	0.19	0.6821	
B: Mikrodalga Süre	0.01	1	0.01	6.66	0.0417	
AB	0.03	1	0.03	39.97	0.0007	
B ²	0.03	1	0.03	39.73	0.0007	
Rezidual	0.00	6	0.00			
Uyum Eksikliği	0.00	4	0.00	0.24	0.8922	Önemsiz
Standart Sapma	0.03					
Ortalama	87.21					
Varyasyon Katsayısı (%)	0.03					
R ²	0.935					

* $p < 0.05$, SD: Serbestlik derecesi, R²: Determinasyon katsayısı

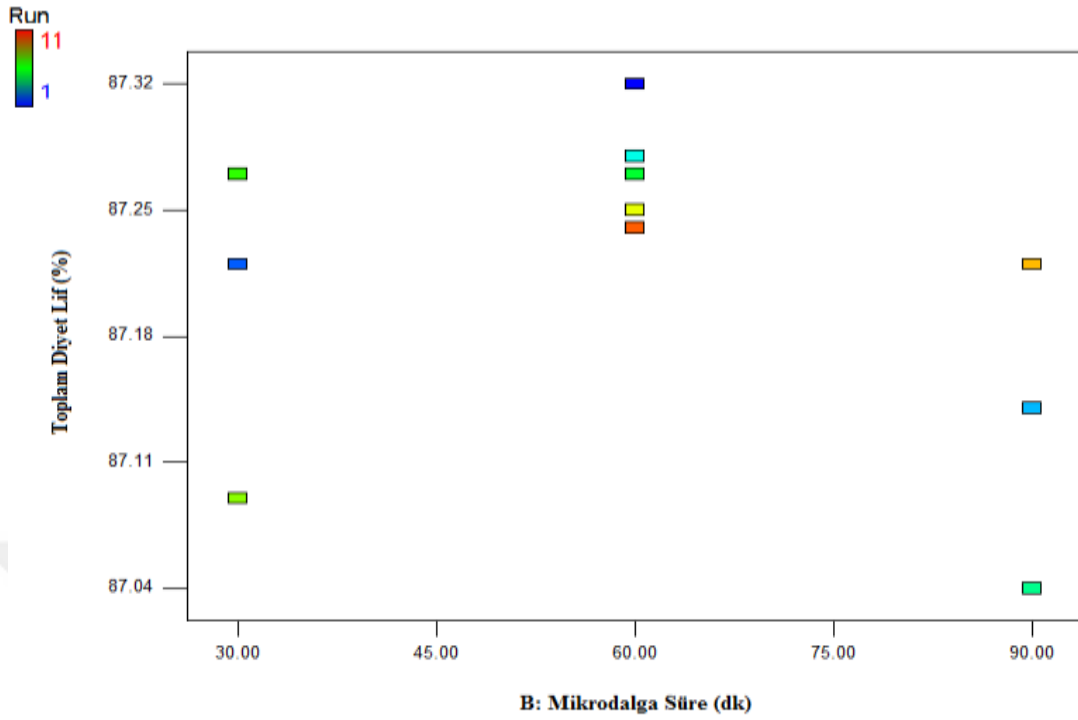
Mikrodalga kurutma ile elde edilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin uygulanan mikrodalga gücüne göre dağılımının gösterildiği

Şekil 3.106 incelendiğinde en düşük toplam diyet lif içeriğine sahip olan lif örneğinin 450 W mikrodalga gücünde kurutulan örnek olduğu, en yüksek toplam diyet lif içeriğine sahip olan lifin ise 675 W mikrodalga gücünde kurutulan örnek olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.107’de yer alan elde edilen lif örneklerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin uygulanan mikrodalga süresine göre dağılımı grafiğinde ise mikrodalga ile 60 dakika sürede kurutulan şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif içeriklerinin yüksek değerlerde dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Mikrodalga ile kurutularak elde edilen şeker pancarı liflerinin içerisinde en düşük toplam diyet lif içeriğine sahip olan lif örneğinin 90 dakika süre ile kurutularak elde edilen örnek olduğu görülmüştür.

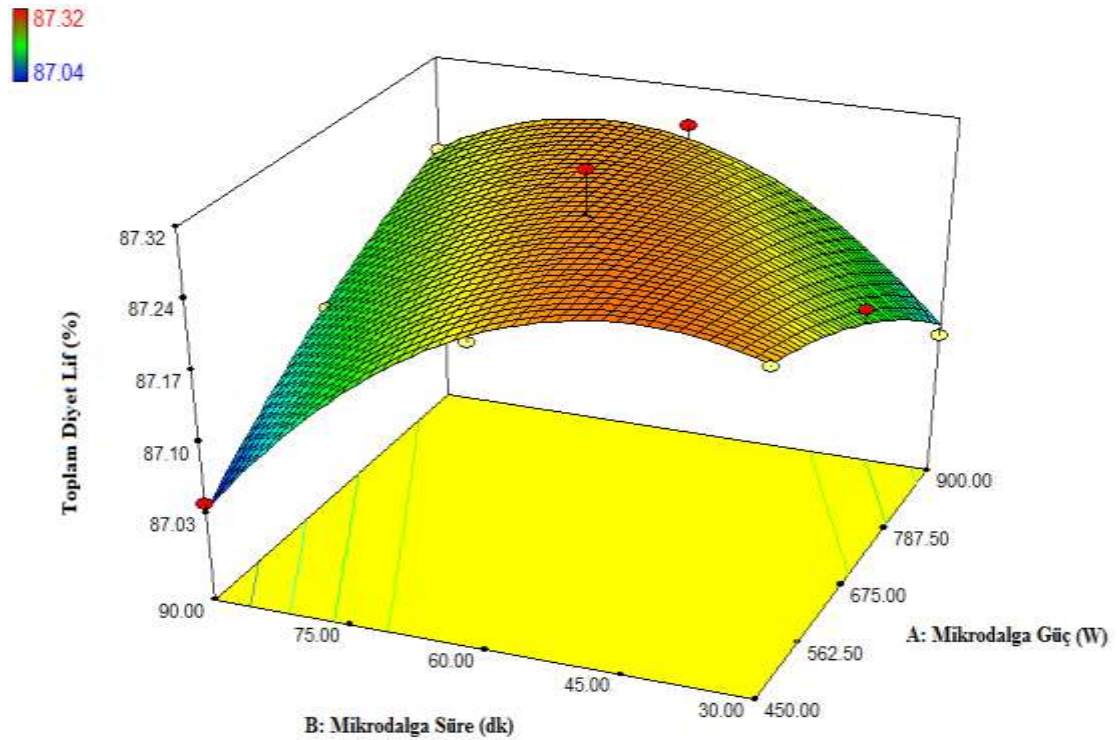
Mikrodalga kurutma yöntemi kullanılarak kurutulan şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga süresine bağlı olarak değişimi incelendiğinde (Şekil 3.108) uygulanan mikrodalga süresi azaldığı noktalarda ve uygulanan mikrodalga gücünün arttığı noktalarda elde edilen liflerin toplam diyet lif içeriklerinin artış gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca bu durumun tam tersi olarak mikrodalga süresinin arttığı ve gücünün azaldığı noktalarda lif örneklerinin toplam diyet lif içeriklerinin azaldığı gözlenmiştir.



Şekil 3. 105. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin mikrodalga güç uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 106. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif değerlerindeki değişimin mikrodalga süre uygulamasına göre dağılımı



Şekil 3. 107. Mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı toplam diyet lif değerlerinin mikrodalga güç ve mikrodalga kurutma süresine bağlı olarak değişimi

3.2.6. Mikrodalga Kurutma Yöntemi İle Şeker Pancarı Posasından Diyet Gıda Lifi Üretim Optimizasyonu

Mikrodalga kurutma yöntemi kullanılarak şeker pancarı posasından diyet lif üretiminin proses koşullarının optimizasyonu için yanıt yüzey yönteminde merkezi kompozit dizayn ile yapılan modellemede proses faktörleri olarak mikrodalga güç ve mikrodalga süre belirlenmiştir. Faktörler belirlenen aralıkta; yanıtlardan nem ve kül değerleri minimum, L^* , su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimum olacak şekilde proses için faktör optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen optimizasyon sonucu optimum mikrodalga güç ve mikrodalga süre için istenirlik değerleri 0.692 ile 0.598 arasında değişen 5 noktada çözüm bulunmuştur. Belirlenen optimum noktalara ait değerler Tablo 3.34’de verilmiştir. En yüksek istenirlik değerine sahip olan 0.692 istenirlik ile 1. noktadaki çözüm, optimum proses koşulları olarak seçilmiştir. Tablo 3.34’de de görüldüğü üzere optimum mikrodalga güç 450 W, optimum mikrodalga süre 67.95 dakika olarak seçilmiş ve bu proses şartları kullanılarak optimum şekilde mikrodalga kurutma yöntemi kullanılarak şeker pancarı posasından diyet gıda lifleri üretilmiştir. Gerekli analizleri gerçekleştirilen lifler diğer yöntemler için de belirlenen optimum koşullarda üretilen lifler ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.34. Mikrodalga kurutma yöntemi ile diyet lif üretim optimizasyon sonucu belirlenen faktör seviyeleri

No	Mikrodalga Güç (W)	Mikrodalga Süre (dk)	İstenirlik
1	450	67.95	0.692
2	450	68.41	0.692
3	450	67.39	0.692
4	450.01	40.88	0.652
5	450	86.16	0.598

3.3. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için belirlenen optimum proses koşulları (Tablo 3.12), ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için belirlenen optimum proses koşulları (Tablo 3.23) ve mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için belirlenen optimum proses koşulları (Tablo 3.34) kullanılarak klasik yöntem, ultrason ön uygulama, mikrodalga

kurutma ve ultrason ön uygulamayla mikrodalga kurutmanın birlikte uygulandığı olmak üzere dört farklı yöntemle şeker pancarı posasından diyet gıda lifleri üretilerek bu liflerde fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Liflere ait fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 3.35’de verilmiştir.

Tablo 3.35 incelendiğinde üretilen diyet lif örneklerinin nem miktarlarında en düşük değer (%4.76) ultrason ön uygulama ile üretilen lifte gözlenmiştir. Ancak klasik üretimle üretilen lif ile ultrason ön uygulamayla üretilen lif arasında nem değerleri açısından istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır ($p < 0.05$). En yüksek nem içeriğine (%5.58) sahip diyet lif ise mikrodalga kurutma yöntemi ile üretilen şeker pancarı lifi olmuştur.

Kül değerleri incelendiğinde dört farklı üretim yönteminden en düşük kül değeri %3.17 değeri ile ultrason ön uygulamayla üretilen lifte gözlenmiştir. En yüksek kül içeriğine sahip şeker pancarı lifi ise %4.51 değeri ile mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen lif örneği olmuştur. Dört farklı yöntemle üretilen şeker pancarı lifleri kül içeriği bakımından kıyaslandığında birbirleri arasında istatistiki olarak fark bulunduğu gözlenmiştir.

Elde edilen şeker pancarı lifleri L^* değerleri açısından kıyaslandığında Tablo 3.35’de görüldüğü üzere en düşük L^* değerinin (73.60) klasik yöntemle üretilen lifte, en yüksek L^* değerinin (76.53) ise ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulanarak üretildiği şeker pancarı lifinde tespit edildiği görülmüştür. Ayrıca ultrason ön uygulamayla üretilen diyet lifinin L^* değeri (76.52) ile ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulanarak üretildiği diyet lifinin L^* değerleri (76.53) arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır. CIE $L^*a^*b^*$ renk değerlerinden L^* değeri açıklık (lightness) değerini göstermekte ve $L^* = 0$ siyahı, $L^* = 100$ beyazı ifade etmektedir. Bu nedenle üretilen pancar liflerinin L^* değerleri değerlendirildiğinde L^* değerinin yüksek değer alması pancar lifinin renginin daha açık renkte olduğunu göstermektedir. Diyet gıda liflerinin gıda formülasyonlarında kullanıldıklarında gıdanın fiziksel özelliklerini (renk, tat, koku, vb.) etkilememesi istenmektedir. Bu nedenle daha çok açık renkli diyet gıda lifleri tercih edilmektedir.

Tablo 3.35 incelendiğinde dört farklı yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin renk değerlerinden a^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu bulunmuştur

($p < 0.05$). En yüksek a^* değerine (1.86) sahip olan lif örneği klasik yöntemle üretilen lif, en düşük a^* değerine (1.10) sahip olan lif örneği ise ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lif örneği olmuştur. CIE $L^*a^*b^*$ renk değerlerinden a^* değeri kırmızı/yeşil renkleri ifade etmekte ve $+a^*$ değeri kırmızıyı, $-a^*$ değeri ise yeşili belirtmektedir. Üretilen liflerin a^* değerleri incelendiğinde a^* değerleri arasında renk değişimi gösterecek kadar önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Üretilen lif örneklerinin b^* değerleri incelendiğinde ultrason ön uygulamayla üretilen şeker pancarı lifinin b^* değerinin 13.15 değeri ile en düşük değer olduğu, klasik yöntemle üretilen pancar lifinin b^* değerinin ise 13.79 ile en yüksek değer olduğu görülmüştür. Ultrason ön uygulamayla üretilen şeker pancar lifinin b^* değeri (13.15) ile mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen pancar lifinin b^* değerleri (13.18) arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$). CIE $L^*a^*b^*$ renk değerlerinden b^* değeri sarı/mavi renkleri ifade etmektedir. $+b^*$ değeri sarıyı, $-b^*$ değeri ise maviyi belirtmektedir. Üretilen liflerde a^* değerlerinde olduğu gibi b^* değerleri arasında da renk değişimi gösterecek kadar önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Elde edilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerlerine bakıldığında dört farklı yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). En yüksek su bağlama kapasitesi değerine sahip olan şeker pancarı lifi 8.94 değeri ile ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lif örneği olurken en düşük su bağlama kapasitesine sahip şeker pancarı lifi ise 7.69 değeri ile klasik yöntemle üretilen lif örneği olmuştur. Diyet gıda liflerinin özellikle teknolojik niteliklerini artırmasından dolayı diyet liflerin su bağlama kapasitelerinin yüksek olması istenmektedir. Çünkü diyet lifler su bağlama kapasiteleri özellikleri ile pişme sırasında pişme kayıplarının azaltılmasına, yapıyı iyileştirmeye, sineresisin önlenmesinde, viskozitenin artmasında, vb. yardımcı olmaktadır. Bu nedenle su bağlama kapasitesi diyet gıda liflerinin teknolojik özellikleri bakımından aranan en önemli özelliği olmakta ve gıda diyet liflerinde su bağlama kapasitesinin yüksek olması istenmektedir.

Üretilen şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitesi değerleri karşılaştırıldığında mikrodalga kurutmayla üretilen pancar lifinin yağ bağlama kapasitesinin (1.98) diğer üç yöntemle üretilen pancar liflerinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük yağ bağlama kapasitesi değeri mikrodalga kurutmayla üretilen pancar lifinde gözlenirken en yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri 2.63 değeri ile ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı pancar lifinde gözlenmiştir. Diyet gıda liflerinin yağ bağlama özellikleri de su bağlama özelliğinde olduğu gibi liflerin teknolojik niteliklerini artırmaktadır. Yağ bağlama özelliği özellikle emülsiyet ürünlerinde olduğu gibi ürünün pişmesi sırasında yağın kaybolmasını önlemede, yapıyı ve lezzeti korumada, su-yag emülsiyonlarında stabiliteyi sağlamada önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle diyet gıda liflerinde yağ bağlama kapasitesinin de yüksek olması istenmektedir.

Protein içerikleri yönünden dört farklı yöntemle üretilen şeker pancarı lifleri kıyaslandığında en düşük protein içeriğine sahip olan lifin %7.22 protein içeriği ile ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lif olduğu, en yüksek protein içeriğine sahip olan lifin ise %8.54 protein içeriği ile ultrason ön uygulama yöntemiyle üretilen lif olduğu görülmüştür. Klasik yöntemle üretilen pancar lifinin protein içeriği (%7.87) ile mikrodalga kurutmayla üretilen pancar lifinin protein içeriği (%7.69) arasında istatistiksel olarak fark olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

Tablo 3.35. Optimum proses parametreleri kullanılarak üretilen şeker pancarı liflerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Örnek	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı** (%)	L* değeri	a* değeri	b* değeri	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)	Protein Miktarı (%)	Toplam Diyet Lif Miktarı (%)
Klasik Yöntem ile Üretilen Şeker Pancarı Lifi	4.80±0.03 ^a	4.23±0.03 ^a	73.60±0.08 ^a	1.86±0.03 ^a	13.79±0.03 ^a	7.69±0.08 ^a	2.62±0.04 ^a	7.87±0.13 ^a	89.24±0.04 ^a
Optimum Ultrason Ön Uygulama İle Üretilen Şeker Pancarı Lifi	4.76±0.01 ^a	3.17±0.02 ^b	76.52±0.05 ^b	1.24±0.02 ^b	13.15±0.03 ^b	8.36±0.02 ^b	2.58±0.04 ^a	8.54±0.12 ^b	85.3±0.02 ^b
Optimum Mikrodalga Kurutma İle Üretilen Şeker Pancarı Lifi	5.58±0.09 ^b	4.51±0.02 ^c	74.17±0.05 ^c	1.41±0.04 ^c	13.18±0.01 ^b	8.62±0.03 ^c	1.98±0.08 ^b	7.69±0.11 ^a	87.69±0.03 ^c
Optimum Ultrason Ön Uygulama, Optimum Haşlama ve Optimum Mikrodalga Kurutma İle Üretilen Şeker Pancarı Lifi	5.19±0.09 ^c	3.87±0.09 ^d	76.53±0.02 ^b	1.10±0.07 ^d	13.36±0.04 ^c	8.94±0.03 ^d	2.63±0.04 ^a	7.22±0.12 ^c	87.67±0.01 ^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). **Toplam kuru maddede % miktar. ±, standart sapma

Şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarı incelendiğinde ise en düşük toplam diyet lif miktarı %85.3 ile ultrason ön uygulamayla üretilen pancar lifinde, en yüksek toplam diyet lif miktarının ise %89.24 ile klasik yöntemle üretilen pancar lifinde olduğu gözlenmiştir. Mikrodalga kurutmayla üretilen pancar lifinin toplam diyet lif miktarı (%87.69) ile ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lifin toplam diyet lif miktarı (%87.67) arasında ise istatistiksel olarak fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu, teknolojik olarak en iyi kaliteye sahip pancar lifi üretebilmek için uygulanacak yöntemin ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı yöntem olduğu belirlenmiştir.

3.3.1. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Üretilen Diyet Gıda Lifinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

Şeker pancarı posasından optimum koşulda diyet gıda lifi eldesi için belirlenen yöntem olan ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı yöntemle üretilen ve üç farklı partikül boyutunda ($<100 \mu\text{m}$, $100-200 \mu\text{m}$, $200-300 \mu\text{m}$) elde edilen şeker pancarı liflerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 3.36'da gösterilmiştir. Örneklere ait görsel ise Şekil 3.109'da gösterilmiştir.

Tablo 3.36. Farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Su Bağlama Kapasitesi (g/g)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g/g)	L^* değeri	a^* değeri	b^* değeri
$<100 \mu\text{m}$	6.89 ± 0.07^a	1.91 ± 0.10^a	78.84 ± 0.03^a	0.81 ± 0.01^a	12.13 ± 0.02^a
$100-200 \mu\text{m}$	7.84 ± 0.05^b	1.41 ± 0.14^b	70.85 ± 0.04^b	1.17 ± 0.03^b	13.83 ± 0.07^b
$200-300 \mu\text{m}$	8.37 ± 0.04^c	1.35 ± 0.21^b	66.96 ± 0.04^c	1.65 ± 0.02^c	14.37 ± 0.08^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). $\pm$, standart sapma



Şekil 3. 108. Üç farklı partikül boyutunda (<100 µm, 100-200 µm, 200-300 µm) elde edilen şeker pancarı lifleri

Tablo 3.36 incelendiğinde üç farklı boyuttaki şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasiteleri <100 µm, 100-200 µm ve 200-300 µm partikül boyutundaki liflerde sırası ile 6.89 g/g, 7.84 g/g ve 8.37 g/g olarak bulunmuştur. En yüksek su bağlama kapasitesi değeri en büyük partikül boyutuna (200-300 µm) sahip olan şeker pancarı lifinde, en düşük su bağlama kapasitesi değeri ise en küçük partikül boyutuna (<100 µm) sahip olan şeker pancarı lifinde gözlenmiştir.

Elde edilen lif örneklerinin yağ bağlama kapasitesi değerlerine bakıldığında en yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri (1.91 g/g) en küçük partikül boyutuna (<100 µm) sahip olan şeker pancarı lifinde, en düşük yağ bağlama kapasitesi değeri (1.35 g/g) ise en büyük partikül boyutuna (200-300 µm) sahip olan şeker pancarı lifinde gözlenmiştir. 100-200 µm partikül boyutuna sahip pancar lifi ile 200-300 µm partikül boyutuna sahip pancar liflerinin yağ bağlama kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

Renk değerlerinden L^* değerleri $<100 \mu\text{m}$, $100\text{-}200 \mu\text{m}$ ve $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki liflerde sırası ile 78.84, 70.85 ve 66.96 olarak bulunmuştur. En yüksek L^* değeri $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifinde, en düşük L^* değeri ise $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifinde bulunmuştur. Farklı partikül boyutuna sahip şeker pancarı liflerinin L^* değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılık olduğu gözlenmiştir.

Farklı partikül boyutuna sahip şeker pancarı liflerinin a^* değerleri incelendiğinde üç farklı partikül boyutuna sahip şeker pancarı liflerinin a^* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). En yüksek a^* değerine (1.65) sahip olan şeker pancarı lifi $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lif olurken en düşük a^* değerine (0.81) sahip şeker pancarı lifi $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lif olmuştur.

Renk değerlerinden b^* değerleri incelendiğinde üç farklı partikül boyutuna da sahip olan şeker pancarı liflerinin b^* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lif en yüksek b^* değerine (14.37) sahip olurken en düşük b^* değerine (12.13) sahip olan şeker pancarı lifi $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lif olmuştur.

3.3.1.1. Toz Akış Özelliklerinin Belirlenmesi

Ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri birlikte uygulanarak üretilen ve üç farklı boyutta ($<100 \mu\text{m}$, $100\text{-}200 \mu\text{m}$, $200\text{-}300 \mu\text{m}$) elde edilen şeker pancarı lifi örneklerine ait yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, kohezyon, kekleşme ve toz akış hızı bağımlılık testi (PFSD testi) sonuçları Tablo 3.37’de verilmiştir.

Tablo 3.37’deki farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin toz akış özelliklerinden kekleşme kuvveti ve ortalama kekleşme kuvveti değerleri incelendiğinde her iki özellik için de en yüksek değere sahip olan lifin $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lif olduğu, $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip olan şeker pancarı lifinin kekleşme kuvveti ve ortalama kekleşme kuvveti değerlerinin ise 0.00 olarak bulunduğu (ürünün kekleşmediği) görülmektedir. Üç farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin kekleşme kuvveti ve ortalama kekleşme kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Tablo 3.37. Farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin toz akış özellikleri

Örnek	Kekleşme Kuvveti (Cake strength) (g.mm)	Ortalama Kekleşme Kuvveti (Mean Cake Strength) (g)	Akış Stabilitesi (Flow Stability)	Kohezyon İndeksi (Cohesion Index)	Yığın Yoğunluğu (ml/g)	Sıkıştırılmış Yığın Yoğunluğu (ml/g)	Carr İndeksi
<100 µm	32166.60±2227.11 ^a	910.85±15.82 ^a	1.02±0.02 ^a	15.41±0.11 ^a	0.543±0.005 ^a	0.649±0.004 ^a	16.224±1.03 ^a
100-200 µm	10362.10±299.11 ^b	358.26±24.23 ^b	1.02±0.02 ^a	15.02±0.12 ^b	0.491±0.001 ^b	0.603±0.004 ^b	18.626±0.34 ^b
200-300 µm	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	1.04±0.01 ^a	14.35±0.10 ^c	0.346±0.01 ^c	0.582±0.002 ^c	40.511±1.22 ^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). ±, standart sapma

Tablo 3.37’ de üç farklı partikül boyutunda üretilmiş şeker pancarı liflerinin PFSD testi ile belirlenen akış stabilitesi değerleri gösterilmiştir. Akış stabilitesi değerleri <100 µm, 100-200 µm ve 200-300 µm partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 1.02, 1.02 ve 1.04 olarak bulunmuştur. Ayrıca üç farklı partikül boyutuna sahip şeker pancarı liflerinin akış stabilitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tablo 3.37’de kohezyon indeksi değerleri <100 µm, 100-200 µm ve 200-300 µm partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 15.41, 15.02 ve 14.35 olarak bulunmuştur. Üç farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin kohezyon indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 3.37’de örneklerin yığın yoğunluğu değerleri incelendiğinde en yüksek değer <100 µm partikül boyutundaki lifte, en düşük değer ise 200-300 µm partikül boyutundaki lif örneğinde olduğu görülmektedir. Sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerine bakıldığında ise en yüksek sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerinin <100 µm partikül boyutuna sahip lifte, en düşük sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerinin ise 200-300 µm partikül boyutuna sahip lifte olduğu görülmektedir. <100 µm, 100-200 µm ve 200-300 µm partikül boyutuna sahip olan liflerin yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Tablo 3.37’de görüleceği üzere örneklerin Carr indeks değerleri <100 µm, 100-200 µm ve 200-300 µm partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 16.224, 18.626 ve 40.511 olarak bulunmuş olup örneklerin Carr indeks değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

3.4. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Üretilen Diyet Gıda Lifinin Model Gıdalarda Uygulanması

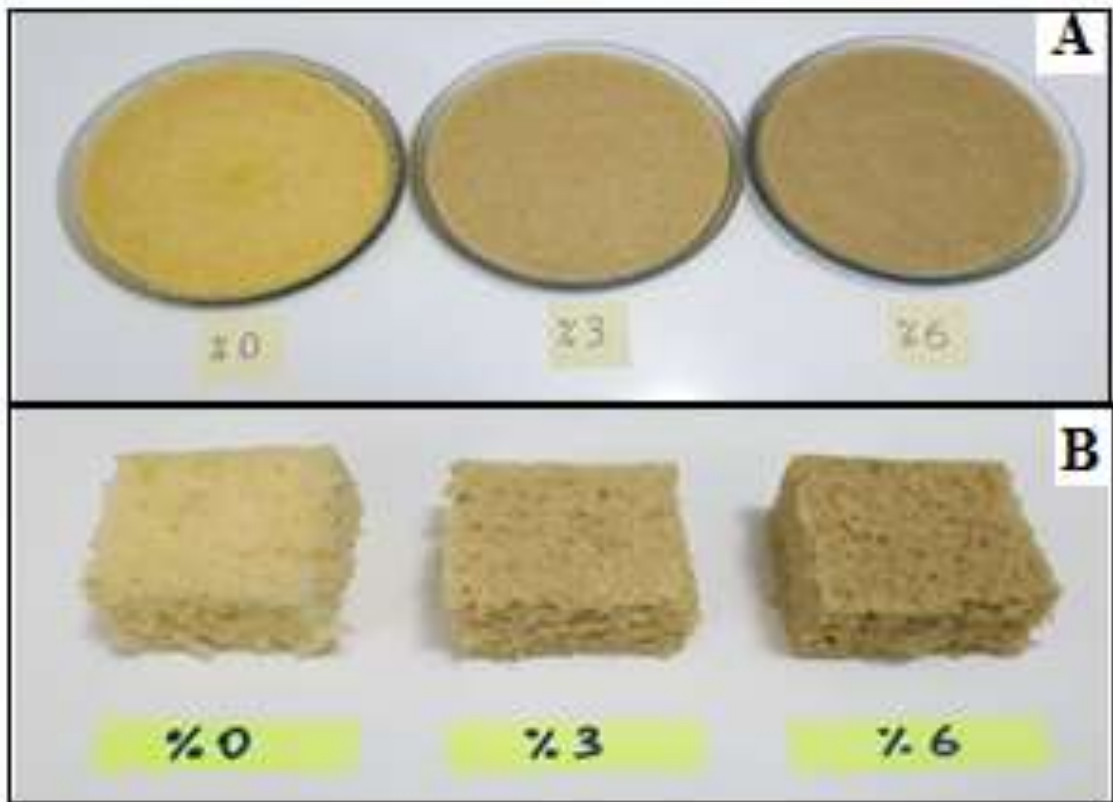
Unlu mamüllerden kek, et sektöründen de köfte model gıda olarak seçilmiş, her iki ürün için de diyet lif kullanılmadan (kontrol), ve 2 farklı oranda (%3 ve %6) şeker pancarı lifi kullanılarak üretimler gerçekleştirilmiştir. Kek ve köfte örneklerinde fizikokimyasal analizler, tekstür analizi ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Keklerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

Üretilen kek örneklerine ait görsel Şekil 3.110'da, keklerde yapılan nem, kül, protein, yağ, pH, renk ve pişme (ağırlık) kaybı analiz sonuçları Tablo 3.38'de verilmiştir.

Tablo 3.38'de görüldüğü üzere kek örneklerinin nem değerlerinin %20.30 ile %20.60 arasında değer aldığı, kontrol kek örneği ile %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin nem değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$). %20.60 nem değeri ile %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneği en yüksek nem değerine sahip olan kek olarak bulunmuştur. Üretilen keklerin kül içeriği kontrol, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde sırası ile %2.04, %2.11 ve %2.22 olarak bulunmuştur. Kontrol kek örneği ile %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin kül miktarları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tablo 3.38'de üretilen kek örneklerinin renk değerlerinden L^* açıklık-koyuluk değerleri incelendiğinde en yüksek L^* değerinin kontrol kek örneğinde, en düşük değerin ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde olduğu görülmüştür. Kek örneklerinin a^* değerlerine bakıldığında kontrol kek örneğinin a^* değeri (0.12) ile %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin a^* değeri (0.14) arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ($p > 0.05$), en düşük a^* değerinin ise 0.08 ile %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde olduğu görülmüştür. Kek örneklerinin b^* değerleri incelendiğinde en yüksek b^* değerinin kontrol kek örneğinde, en düşük b^* değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde gözlenmiştir. Kek örneklerinin b^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 3. 109. Lif içermeyen (kontrol), %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örnekleri (A- pişmemiş kek örnekleri, B- pişmiş kek örnekleri)

Tablo 3.38. Kek örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Örnek	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı (%)	<i>L*</i> değeri	<i>a*</i> değeri	<i>b*</i> değeri	Yağ Miktarı (%)	Protein Miktarı (%)	pH (%)	Pişme Kaybı (%)
Lif içermeyen (Kontrol) kek	20.34±0.08 ^a	2.04±0.04 ^a	89.32±0.05 ^a	0.12±0.01 ^a	2.75±0.03 ^a	12.55±0.07 ^a	7.62±0.09 ^a	7.64±0.02 ^a	15.00±0.13 ^a
%3 şeker pancarı lifi içeren kek	20.60±0.08 ^b	2.11±0.03 ^a	89.17±0.02 ^b	0.14±0.01 ^a	2.61±0.01 ^b	12.03±0.08 ^b	7.53±0.09 ^a	7.34±0.02 ^b	13.24±0.10 ^b
%6 şeker pancarı lifi içeren kek	20.30±0.03 ^a	2.22±0.05 ^b	88.82±0.01 ^c	0.08±0.02 ^b	2.40±0.01 ^c	11.55±0.09 ^c	7.50±0.05 ^a	7.23±0.02 ^c	12.43±0.23 ^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). ±, standart sapma

Tablo 3.39. Kek örneklerinin tekstür analiz sonuçları

Örnek	Sertlik (<i>Hardness (g)</i>)	Tutunabilirlik (Dış Yapışkanlık) (<i>Adhesiveness (g.s)</i>)	Esneklik (<i>Springiness</i>)	Bağlayıcılık (İç Yapışkanlık) (<i>Cohesiveness</i>)	Sakızimsılık (<i>Gumminess</i>)	Çiğnenebilirlik (<i>Chewiness</i>)	Elastikiyet (<i>Resilience</i>)
Lif içermeyen (Kontrol) kek	709.55±12.93 ^a	38.45±6.63 ^a	0.943±0.01 ^a	0.796±0.03 ^a	564.31±12.39 ^a	532.24±16.21 ^a	0.398±0.01 ^a
%3 şeker pancarı lifi içeren kek	738.07±22.35 ^a	43.90±3.67 ^a	0.908±0.01 ^b	0.793±0.04 ^a	585.34±33.96 ^a	531.40±27.93 ^a	0.425±0.01 ^b
%6 şeker pancarı lifi içeren kek	1603.98±83.91 ^b	3.44±1.00 ^b	0.907±0.01 ^b	0.736±0.00 ^a	1146.33±45.42 ^b	1070.31±60.67 ^b	0.356±0.01 ^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler, belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). ±, standart sapma

Kek örneklerinin yağ içerikleri kontrol, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde sırası ile %12.55, %12.03 ve %11.55 olarak bulunmuş olup kek örneklerinin yağ içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Kek örneklerinin protein içerikleri kıyaslandığında en düşük protein içeriğine sahip olan kek örneği %7.50 ile %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği, en yüksek protein içeriğine sahip kek örneği ise %7.62 protein içeriği ile kontrol kek örneği olarak bulunmuştur. Ancak kek örneklerinin protein miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tablo 3.38’de kek örneklerine ait pH değerleri kontrol, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde sırasıyla 7.64, 7.34 ve 7.23 olarak bulunmuştur. Üç kek örneğinin de pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Kontrol kek örneğinde, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde % ağırlık (pişme) kayıpları değerleri sırası ile %15.00, %13.24 ve %12.43 olarak bulunmuştur. Üç kek örneğinin de ağırlık kaybı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

3.4.2. Keklerde Yapılan Tekstür Analizleri

Üretilen keklerde yapılan tekstür analiz (sertlik, tutunabilirlik, esneklik, bağlayıcılık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet) sonuçları Tablo 3.39’da verilmiştir.

Sertlik değeri gıdalarının yapısında deformasyon oluşabilmesi için gereken kuvvet olarak ifade edilebilir. Tablo 3.39’da gösterildiği üzere kontrol kek örneğinde, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde yapılan tekstür analizi sonucu elde edilen sertlik değerleri sırasıyla 709.55 g, 738.07 g ve 1603.98 g olarak bulunmuştur. Kontrol kek örneğinin sertlik değeri ile %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tekstür analizinde tutunabilirlik (dış yapışkanlık) özelliği gıdanın dış yüzeyi ile temas ettiği bir yüzey arasındaki çekimi yenmek üzere yapılan iş olarak ifade edilebilir. Tablo

3.39’da kek örneklerinin tutunabilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek tutunabilirlik değeri %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde, en düşük tutunabilirlik değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde gözlenmiştir. Kontrol kek örneği ile %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin tutunabilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı ($p > 0.05$), %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin tutunabilirlik değerinin diğer iki örnekten istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Esneklik değeri bir gıda maddesine deformasyona uğraması için uygulanan kuvvetin ortadan kaldırılmasıyla gıdanın eski haline dönme hızı olarak ifade edilebilir. Tablo 3.39’da kontrol kek örneğinde, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde esneklik değerleri sırasıyla 0.943, 0.908 ve 0.907 olduğu görülmektedir. %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinin esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p > 0.05$), kontrol örneğinin ise istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Gıdaların tekstür profil analizinde bağlayıcılık (iç yapışkanlı) özelliği gıdanın yapısını koruyan iç bağların gücü olarak ifade edilebilir. Buna göre üretilen kek örneklerinin bağlayıcılık değerleri kıyaslandığında en yüksek değer (0.796) kontrol kek örneğinde, en düşük değer (0.736) ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde olduğu görülmüştür. Kek örneklerinin bağlayıcılık değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

Gıdalarda tekstürel özelliklerden olan sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri benzer nitelikleri göstermekte olup gıdaların yutulmalarına hazır hale gelene kadar parçalanmaları için gereken enerji olarak ifade edilebilir. Buna göre üretilen kek örneklerinin sakızımsılık değerleri kontrol, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde sırası ile 564.31, 585.34 ve 1146.33 iken çiğnenebilirlik değerleri ise sırasıyla 532.24, 531.40 ve 1070.31 olarak bulunmuştur. Kontrol kek örneğinin ve %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p > 0.05$), %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin ise diğerlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Tablo 3.39’da görüleceği üzere kontrol kek örneğinin, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinin elastikiyet değerleri arasında istatistiksel

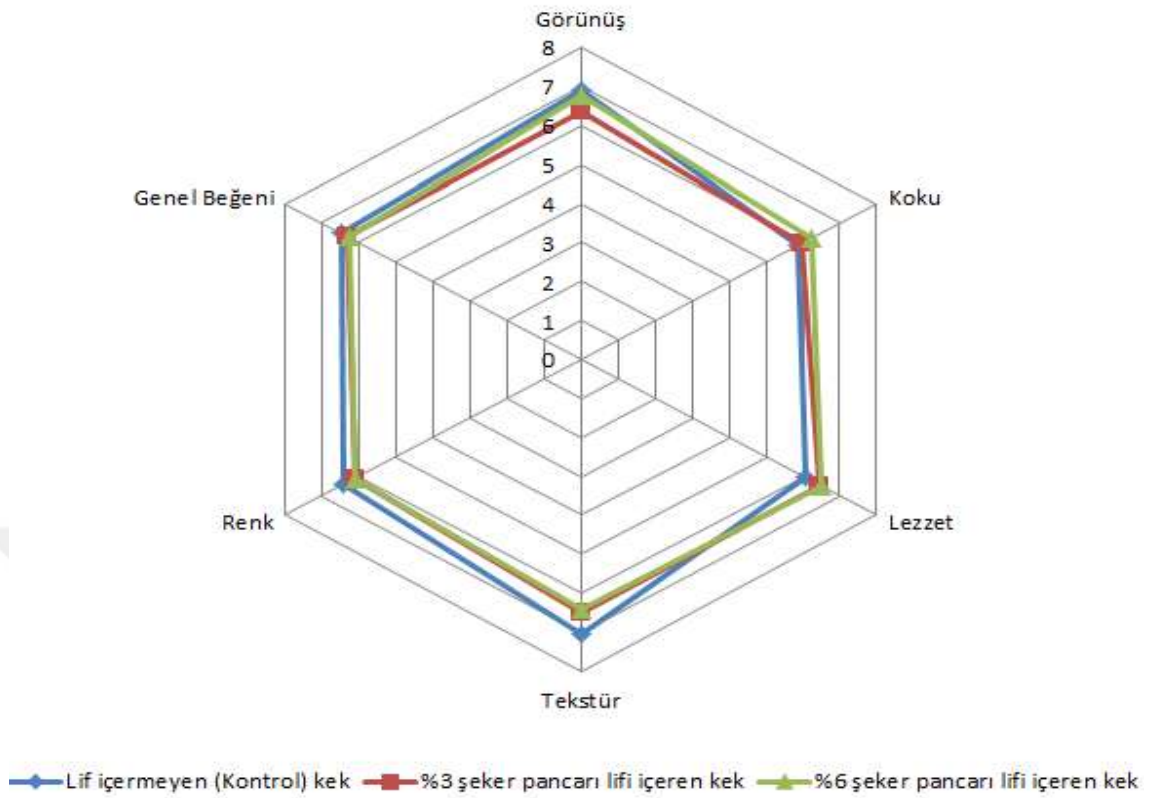
olarak önemli fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Elastikiyet değeri gıdaların tekstür analizinde gıdanın orijinal haline dönebilme yeteneği olarak ifade edilebilir. Kontrol kek örneğinin, %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinin elastikiyet değerleri sırasıyla 0.398, 0.425 ve 0.356 olarak bulunmuştur.

3.4.3. Keklerde Yapılan Duyusal Analizler

Lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen ve %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilen kekler görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni olarak duyusal açılarından değerlendirilmiş ve duyusal analiz sonuçları çok kriterli karar verme yöntemlerinden basit toplamli ağırlıklandırma (SAW-Simple Additive Weighting) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Üretilen keklerin duyusal analiz sonuçları Şekil 3.111’da gösterilmiştir.

Kek örnekleri görünüş bakımından değerlendirildiğinde en beğenilen kek örneği lif ilave edilmeden üretilen kek olmuştur. En düşük puan alarak en az beğenilen kek örneği ise %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur. Kek örneklerinden koku bakımından en yüksek puanı alan ve en beğenilen kek %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olurken en düşük puanı alan lif içermeyen kontrol örneği olmuştur.

Üretilen keklerde yapılan duyusal analizde keklerin lezzetleri dikkate alındığında en az puanı alan kek lif içermeyen kek örneği, en yüksek puanı alan kek ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur. Duyusal analizde kek örnekleri tekstür açısından değerlendirildiğinde en yüksek puanı ve beğeniyi alan kek örneği kontrol kek örneği olurken en düşük puanı ve en az beğeniyi alan kek örneği %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur.



Şekil 3. 110. Kek örneklerinin duysal analiz sonuçları

Kek örneklerinin renk yönünden değerlendirilmesinde en yüksek puanı alan kontrol örneği en beğenilen kek örneği olurken %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örnekleri eşit puanlar alarak kontrol örneğine göre daha az beğenilen örnekler olmuştur. Kek örneklerinin duysal analizinde kekler genel beğeni olarak değerlendirildiğinde en yüksek puanı alan yani en beğenilen kontrol kek örneği, en düşük puanı alan yani en az beğenilen kek örneği ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur.

Kek örneklerinin duysal analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden basit toplamli ağırlıklandırma (SAW) yöntemi kullanılmıştır. SAW yönteminde her bir alternatifi her bir kriter açısından aldığı değerin maksimum değere bölümünün kriter ağırlığı ile çarpılması ile alternatif tercih değeri bulunmaktadır. Duyusal analiz sonuçlarında her bir kriter değerinin o satırdaki en büyük değere oranlamasıyla elde edilen normalize karar matrisi Tablo 3.40'da verilmiştir. Normalize edilmiş değerler ağırlıklarla çarpılıp toplandıktan sonra her bir seçenek için ağırlıklandırılmış toplam değerler bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçlarının ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ise Tablo 3.41'de gösterilmiştir.

Tablo 3.40. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının normalize karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	Görünüş	Koku	Lezzet	Tekstür	Renk	Genel Beğeni
Lif içermeyen kek (Kontrol)	0.345	0.324	0.319	0.353	0.344	0.340
%3 şeker pancarı lifi içeren kek	0.318	0.330	0.339	0.326	0.328	0.332
%6 şeker pancarı lifi içeren kek	0.338	0.346	0.342	0.320	0.328	0.328

Tablo 3.41. Kek örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	Görünüş	Koku	Lezzet	Tekstür	Renk	Genel Beğeni
Lif içermeyen kek (Kontrol)	0.053	0.042	0.057	0.072	0.035	0.078
%3 şeker pancarı lifi içeren kek	0.049	0.042	0.061	0.067	0.034	0.077
%6 şeker pancarı lifi içeren kek	0.052	0.044	0.061	0.066	0.034	0.076

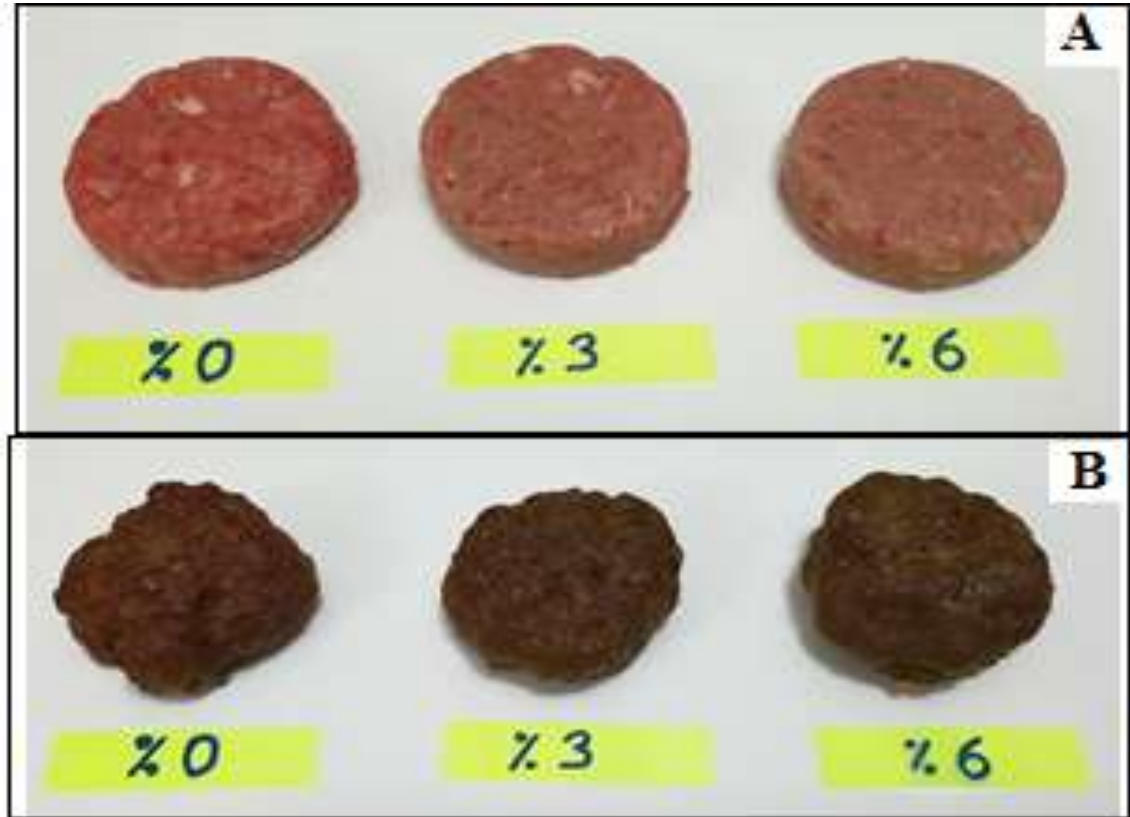
Basit toplamalı ağırlıklandırma yöntemi ile görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni kriterleri göz önüne alınarak yapılan analiz sonucunda kek örneklerinin tercih edilme sırası ise Tablo 3.42’de gösterilmiştir. Buna göre üretilen kek örnekleri arasında en beğenilen ve tercih edilen kek örneği lif içermeyen kontrol kek örneği olmuştur.

Tablo 3.42. Kek örneklerinin SAW yöntemine göre tercih sıralaması

Örnekler	Önem Derecesi
Lif içermeyen kek (kontrol)	0.338
%6 şeker pancarı lifi içeren kek	0.333
%3 şeker pancarı lifi içeren kek	0.329

3.4.4. Köftelerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

Lif ilave edilmeden üretilen kontrol köfte örneğinde, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerine ait görsel Şekil 3.112’de köftelerde yapılan fizikokimyasal analiz (nem, kül, protein, yağ, pH, renk, pişme ve çap kaybı) sonuçları Tablo 3.43’de verilmiştir.



Şekil 3. 111. Lif içermeyen (kontrol), %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri (A- pişmemiş köfte örnekleri, B- pişmiş köfte örnekleri)

Üretilmiş olan köfte örneklerinin nem içerikleri kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri için sırasıyla %54.19, %51.07 ve %50.12 olarak bulunmuştur. Her üç köfte örneğinin de nem değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Tablo 3.43’de görüldüğü üzere %3 şeker pancarı lifi içeren ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin kül miktarları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ($p > 0.05$), kontrol köfte örneğinin kül miktarının ise diğer iki örnekten istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Kül miktarı bakımından en düşük değer

%3.22 ile kontrol örneğinde gözlenirken en yüksek kül miktarı %3.43 ile %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde bulunmuştur.

Köfte örneklerinin renk değerlerinden rengin açıklık-koyuluk özelliğini gösteren L^* değerleri Tablo 3.43'e göre incelendiğinde kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinde sırası ile 87.79, 87.97 ve 88.04 olarak bulunmuştur. Köfte örneklerinin L^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). Köfte örneklerinin a^* değerleri incelendiğinde kontrol köfte örneğinin a^* değeri (0.09) ile %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinin a^* değeri (0.11) arasında ve %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinin a^* değeri (0.12) ile %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinin a^* değeri (0.11) arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Köfte örneklerinin b^* değeri ise kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri için sırasıyla 1.36, 1.48 ve 1.63 olarak bulunmuştur. Her üç köfte örneğinin b^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Üretilen köfte örneklerinin yağ içerikleri kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinde sırasıyla %10.08, %12.09 ve %14.15 olarak bulunmuş olup her üç köfte örneğinin de yağ içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Üretilen köftelerin protein miktarları kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinde sırası ile %20.65, %20.77 ve %20.84 olarak bulunmuştur. Her üç köfte örneğinin de protein miktarları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Köfte örneklerine ait pH değerleri incelendiğinde en yüksek pH değeri kontrol köfte örneğinde, en düşük pH değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde bulunmuştur. Lif içermeyen kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 3.43'de köfte örneklerinin % pişme (ağırlık) ve % çap kayıpları değerlerine bakıldığında pişme kayıpları için kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinde sırasıyla %32.44, %27.12 ve %23.38 olarak; % çap kayıpları ise sırasıyla %15.33, %10.67 ve %6.67 olarak bulunmuştur. Köfte örneklerinin pişme kayıpları değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Yine

köftelerin çap kaybı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

3.4.5. Köftelerde Yapılan Tekstür Analizleri

Köfte örneklerinin tekstür profil analizi için yapılan sertlik, tutunabilirlik, esneklik, bağlayıcılık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet analiz sonuçları Tablo 3.44'de verilmiştir.

Tablo 3.44'de görüldüğü üzere kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük sertlik değeri kontrol köfte örneğinde bulunurken en yüksek sertlik değeri %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde bulunmuştur.

Köfte örneklerinin tutunabilirlik (dış yapışkanlık) değerleri incelendiğinde kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin tutunabilirlik değerleri sırasıyla 0.660 g.s, 0.439 g.s ve 0.461 g.s olarak bulunmuştur. Her üç köfte örneğinin de tutunabilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin esneklik değerleri sırasıyla 0.928, 0.908 ve 0.926 olarak bulunmuş olup köfte örneklerinin esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Tekstür özelliklerinden bağlayıcılık (iç yapışkanlık) değerleri bakımından köfte örnekleri kıyaslandığında en yüksek bağlayıcılık değeri (0.856) %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde, en düşük bağlayıcılık değeri (0.797) ise %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde bulunmuştur. Kontrol ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin bağlayıcılık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı ($p > 0.05$), %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinin bağlayıcılık değerinin ise diğer iki örnekten istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Üretilen köfte örneklerinin sakızimsılık değerleri kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örnekleri için sırasıyla 986.84, 1937.58 ve 3838.83 olarak bulunmuştur. Ayrıca her üç örneğin sakızimsılık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Tablo 3.43. Köfte örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Örnek	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı (%)	<i>L*</i> değeri	<i>a*</i> değeri	<i>b*</i> değeri	Yağ Miktarı (%)	Protein Miktarı (%)	pH (%)	Pişme Kaybı (%)	Çap Kaybı (%)
Lif içermeyen köfte (Kontrol)	54.19±0.12 ^a	3.22±0.04 ^a	87.79±0.07 ^a	0.09±0.01 ^a	1.36±0.02 ^a	10.08±0.10 ^a	20.65±0.13 ^a	8.16±0.09 ^a	32.44±1.99 ^a	15.33±1.15 ^a
%3 şeker pancarı lifi içeren köfte	51.07±0.02 ^b	3.36±0.02 ^b	87.97±0.02 ^b	0.12±0.01 ^b	1.48±0.01 ^b	12.09±0.09 ^b	20.77±0.07 ^a	7.78±0.02 ^b	27.12±0.29 ^b	10.67±1.15 ^b
%6 şeker pancarı lifi içeren köfte	50.12±0.02 ^c	3.43±0.05 ^b	88.04±0.05 ^b	0.11±0.01 ^{ab}	1.63±0.02 ^c	14.15±0.08 ^c	20.84±0.09 ^a	7.41±0.04 ^c	23.38±0.68 ^c	6.67±1.15 ^c

*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). ±, standart sapma

Tablo 3.44. Köfte örneklerinin tekstür analiz sonuçları

Örnek	Sertlik (Hardness (g))	Tutunabilirlik (Dış Yapışkanlık) (Adhesiveness (g.s))	Esneklik (Springiness)	Bağlayıcılık (İç Yapışkanlık) (Cohesiveness)	Sakızımsılık (Gumminess)	Çiğnenebilirlik (Chewiness)	Elastikiyet (Resilience)
Lif içermeyen köfte (Kontrol)	1144.22±43.77 ^a	0.660±0.37 ^a	0.928±0.01 ^a	0.847±0.01 ^a	968.84±43.33 ^a	898.94±34.08 ^a	0.503±0.01 ^a
%3 şeker pancarı lifi içeren köfte	2431.12±190.84 ^b	0.439±0.10 ^a	0.908±0.03 ^a	0.797±0.01 ^b	1937.58±165.26 ^b	1756.85±103.48 ^b	0.432±0.01 ^b
%6 şeker pancarı lifi içeren köfte	4489.98±240.98 ^c	0.461±0.19 ^a	0.926±0.03 ^a	0.856±0.03 ^a	3838.83±73.04 ^c	3553.76±33.48 ^c	0.478±0.02 ^a

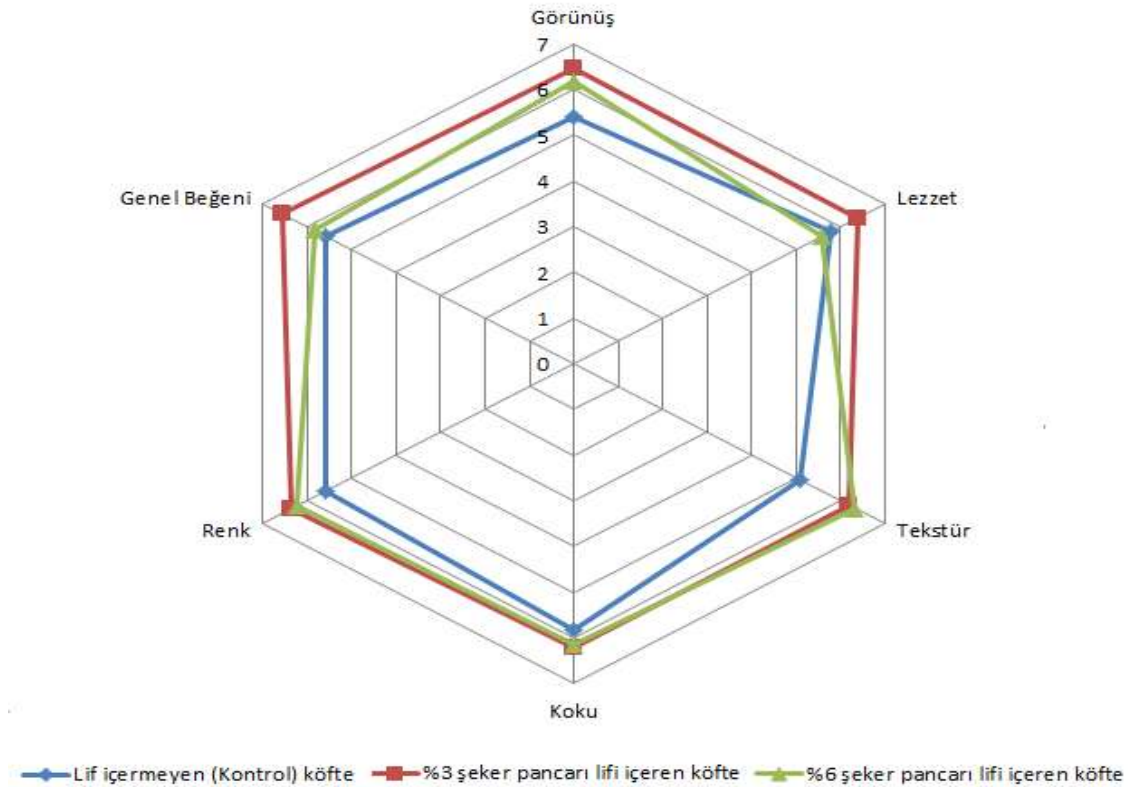
*Aynı sütundaki farklı küçük harfler belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğunu belirtmektedir ($p < 0.05$). ±, standart sapma

Tablo 3.44’de köfte örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). En düşük çiğnenebilirlik değerine sahip köfte kontrol örneği olurken en yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip köfte %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur.

Elastikiyet özellikleri açısından köfte örnekleri değerlendirildiğinde en düşük elastikiyet değeri 0.432 olarak %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde, en yüksek elastikiyet değeri 0.503 olarak kontrol köfte örneğinde gözlenmiştir. Kontrol ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinin elastikiyet değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı ($p > 0.05$), %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinin elastikiyet değerinin ise diğer iki örneğinden farklı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

3.4.6. Köftelerde Yapılan Duyusal Analizler

Farklı oranlarda (%3 ve %6) şeker pancarı lifi ilavesiyle ve lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen köfte örneklerinin görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni özellikleri dikkate alınarak yapılan duyusal analiz sonuçları Şekil 3.113’de verilmiştir.



Şekil 3. 112. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Köfte örneklerinin görünüş açısından değerlendirilmesinde en düşük puanı alarak en az beğenilen örnek lif ilave edilmeden üretilen köfte örneği olmuştur. %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği ise en yüksek puanı alarak görünüş olarak en beğenilen köfte örneği olmuştur. Lezzet açısından duysal olarak yapılan değerlendirmede %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği en yüksek puanı almıştır. En düşük puanı alan köfte örneği ise %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur.

Lif ilave edilmeden üretilen köfte örneği tekstür olarak en düşük puanı almış ve en az beğenilen köfte örneği olmuştur. Tekstür bakımından en yüksek puanı alarak en fazla beğenilen köfte örneği ise %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur. Köfte örneklerinin duysal analizde örnekler koku açısından değerlendirildiğinde en yüksek puanı %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği alırken en az puanı alan köfte lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen köfte örneği olmuştur.

Köfte örnekleri renk bakımından değerlendirildiğinde en yüksek puan alarak en beğenilen köfte örneği %3 şeker pancarı lifi içeren köfte, en düşük puan alarak en az beğenilen ise kontrol köfte örneği olmuştur. Köfte örnekleri genel beğeni olarak değerlendirildiğinde en beğenilen yani en yüksek puanı alan köfte örneği %3 şeker pancarı lifi içeren, en az beğenilen yani en düşük puanı alan köfte örneği ise kontrol köfte örneği olmuştur.

Üretilen köftelerin duysal analiz sonuçları çok kriterli karar verme yöntemlerinden basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş, köfte örneklerinin duysal analiz sonuçlarının normalize karar matrisi Tablo 3.45’de ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ise Tablo 3.46’da verilmiştir. Her bir kriter değerinin o satırdaki en büyük değere oranlamasıyla normalize karar matrisi elde edilmiş, normalize edilmiş değerler ağırlıklarla çarpılıp toplandıktan sonra her bir seçenek için ağırlıklandırılmış toplam değerler bulunmuştur.

Tablo 3.45. Köfte örneklerinin duysal analiz sonuçlarının normalize karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	Görünüş	Koku	Lezzet	Tekstür	Renk	Genel Beğeni
Lif içermeyen köfte (Kontrol)	0.300	0.321	0.325	0.289	0.308	0.311
%3 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.358	0.341	0.359	0.351	0.350	0.365
%6 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.343	0.338	0.315	0.360	0.342	0.325

Tablo 3.46. Köfte örneklerinin duysal analiz sonuçlarının ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	Görünüş	Koku	Lezzet	Tekstür	Renk	Genel Beğeni
Lif içermeyen köfte (Kontrol)	0.049	0.043	0.062	0.047	0.042	0.067
%3 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.058	0.046	0.068	0.057	0.047	0.079
%6 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.056	0.046	0.060	0.058	0.046	0.070

Köfte örneklerinin görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni kriterleri göz önüne alınarak basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi ile alternatiflerin tercih edilmesine yönelik yapılan analiz sonucunda köfte örneklerinin tercih edilme sırasını veren tablo Tablo 3.47’de verilmiştir. Tablo 3.47’ye göre üretilen köfte örnekleri arasında duysal olarak en beğenilen ve tercih edilen köfte örneği %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur.

Tablo 3.47. Köfte örneklerinin SAW yöntemine göre tercih sıralaması

Örnekler	Önem Derecesi
%3 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.355
%6 şeker pancarı lifi içeren köfte	0.336
Lif içermeyen köfte (kontrol)	0.309

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç

Bu tez çalışması kapsamında Kayseri Şeker Fabrikasında şeker üretim prosesi sonucu açığa çıkan şeker pancarı posasından teknolojik olarak en iyi özelliklere sahip diyet gıda lifi üretim yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle diyet gıda lifi üretimi için klasik yöntemle üretim, ultrason ön uygulamayla üretim ve mikrodalga kurutma tekniğiyle üretim olmak üzere üç farklı yöntem denemesi yapılmıştır. Bu yöntemlere ait işlem parametrelerinin optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu yöntemlerin optimum proses şartları kullanılarak ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birleştirildiği dördüncü bir üretim yöntemiyle de şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu dört farklı üretim yöntemleri ile lif örnekleri üretilmiş, üretilen lif örneklerinde fiziksel, kimyasal ve teknolojik analizler gerçekleştirilerek özellikle teknolojik özellik bakımından en iyi kalitede lif üretim yöntemi belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı yöntem şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için optimum yöntem olarak belirlenmiştir.

Göz önüne alınan bu yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifleri üretilmiş, üretilen lifler üç farklı partikül boyutunda elde edilmiştir. Elde edilen liflerin fiziksel, teknolojik ve özellikle toz akış özellikleri incelenerek partikül boyutunun liflerin değişik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Tez çalışmasının son aşamasında şeker pancarı posasından elde edilen diyet gıda lifi model gıda olarak seçilen kek ve köfte üretim reçetesinde iki farklı oranda (%3 ve %6) kullanılmıştır. Kek ve köfte örneklerinde fizikokimyasal analizler, tekstür analizi ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen lif örneklerinin model gıdalar üzerine kalite etkisi ve duyu açıdan beğenileri ortaya konmuştur.

4.1.1. Diyet Lif Üretiminde Materyal Olarak Kullanılan Şeker Pancarı Posasının Fizikokimyasal Özellikleri

Çalışma kapsamında materyal olarak kullanılan şeker pancarı posasının nem değeri %78.29, kül miktarı ise %5.55 olarak bulunmuştur. Şeker pancarı posası ile yapılan çalışmalara bakıldığında Li et al. [125] şeker pancarı posanın nem değerini %80 Maravia et al. [126] ise %88-90 olarak belirtmiştir. Literatürde şeker pancarı posasının kül içeriğinin %5.49 [127], %5 [128], %3.68 [52] %3.7 [129] gibi farklı oranlarda olduğu görülmüştür.

Şeker pancarı posasının yağ içeriği %0.37, protein içeriği %8.44 olarak bulunmuştur. Literatürdeki verilerde şeker pancarı posasının %1 [126], %1.10 [127], %1.4 [129], %1.44 [52] yağ içerdiği belirtilmiştir. Şeker pancarı posasının protein içeriği ise literatürde %7 [128], %9.09 [126], %9.5 [130], %10.14 [127], %10.29 [52], %10.3 [129] olarak bildirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan şeker pancarı posasının fizikokimyasal özelliklerinin kısmi farklılıklar gözlenirse de literatürdeki verilerle genel olarak uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

4.1.2. Klasik Yöntem ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde klasik yöntem olarak adlandırılan haşlama ve kurutma işlemlerinden oluşan üretim prosesinin şeker pancarı lifinin nem, kül, renk (L^* , a^* , b^*), su bağlama ve yağ bağlama kapasitesi, protein ve toplam diyet lif özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Klasik yöntemde haşlama sıcaklığı 75 °C-95 °C arasında, haşlama süresi 10 dk-45 dk arasında, kurutma sıcaklığı 80 °C-105 °C, kurutma süresi ise 6 sa-15 sa aralığında yanıt yüzey metoduna göre yapılan deneysel modeldeki deneme noktalarına göre uygulanmıştır.

Elde edilen diyet lif örneklerinin nem değerleri %3.84 ile %6.59 arasında değişiklik göstermiştir. Diyet lif örneklerinin nem değerlerinin kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinden istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Şeker pancarı lifi örneklerinde en düşük nem değeri 105 °C'deki kurutma işlemi sonucunda, en yüksek nem değeri ise 80 °C'deki kurutma işlemi sonrasında gözlenmiştir. Buna göre kurutma sıcaklığının yükselmesi ile nem değerlerinin azaldığı ortaya çıkmıştır. Kurutma

sürelerine bakıldığında liflerin en yüksek nem değerinin 6 saat kurutmada, en düşük nem değerinin ise 15 saat kurutma işlemi sonrasında belirlendiği görülmüştür. Sonuç olarak kurutma süresi arttıkça, nem değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma süresi ve kurutma sıcaklığı birlikte değerlendirildiğinde düşük sıcaklık ve kısa sürede kurutma işleminde nem değerinin yüksek değerlerde olduğu; yüksek sıcaklık ve uzun sürede kurutma işleminde ise nem değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Literatürde şeker pancarı lifi ile yapılan çalışmalarda şeker pancarı lifinin nem içeriği %5.3 [131], %8 [132], %5.7 [96], %8.8 [133] olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçların literatürdeki veriler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Şeker pancarı posasından elde edilen lif örneklerinin kül değerleri %3.64 ile %4.92 arasında bulunmuştur. Haşlama sıcaklığı, haşlama süresi ve kurutma süresinin kül değerleri üzerine istatistiksel olarak etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük kül değeri 75 °C haşlama sıcaklığında ve 10 dk haşlama süresinde gözlenirken en yüksek kül değeri ise haşlama sıcaklığının 85 °C, haşlama süresinin 27.50 dk olduğu noktalarda bulunmuştur. Kurutma süresi için kül değerleri incelendiğinde en düşük kül değerlerinin 6 saat kurutmada, en yüksek kül değerinin ise 15 saatlik kurutmada belirlendiği gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre haşlama süresi ve haşlama sıcaklığının artması kül değerinin artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda kül değeri kurutma süresi ve kurutma sıcaklığının artmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Literatürde şeker pancarı lifinin kül içeriği %3.7 [131], %5.31 [96], %4.23 [133] ve <%6 [134] olarak bildirilmiştir. Bulunan sonuçların literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Şeker pancarı posasından üretilen diyet gıda liflerinin renk değerlerinden L^* değerleri 70.05 – 73.63 arasında değişiklik göstermiştir. L^* değerleri üzerine haşlama sıcaklığı ve süresi, kurutma sıcaklığı ve süresinin etkisi anlamlı bulunmamış olup ($p > 0.05$), birbirleriyle etkileşimleri önemli olarak gözlenmiştir ($p < 0.05$). En yüksek L^* değeri 85 °C’de 45 dk haşlama işlemi sonrasında 92.5 °C’de 10.5 sa kurutma işleminde gözlenirken en düşük L^* değeri 75 °C’de 10 dk haşlama işlemi sonrası 80 °C’de 15 sa kurutma işleminde gözlenmiştir. L^* değeri üzerine haşlama işleminin etkisi incelendiğinde haşlama sıcaklığının yüksek, haşlama süresinin düşük olduğu noktalarda L^* değerinin düşük değerler aldığı; haşlama sıcaklığının düşük, haşlama süresinin yüksek olduğu noktalarda ise yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Kurutma işleminde

ise kurutma sıcaklığının arttığı, kurutma süresinin ise orta değerlerde olduğu noktalarda L^* değerinin yüksek değer aldığı görülmüştür. Huang et al. [110] farklı partikül boyutundaki şeker pancarı lifleri ile yaptıkları çalışmada ticari olarak temin ettikleri şeker pancarı lifinin L^* değerinin 81.3 olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde verilen değerlere göre üretilen şeker pancarı lifinin renginin daha koyu renkli olduğu gözlenmiştir.

Pancar liflerinin a^* değerlerinin 1.51 – 2.54 arasında değerler aldığı gözlenmiştir. a^* değerleri üzerinde haşlama sıcaklığı ve kurutma süresinin anlamlı etkisi olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek a^* değeri 85 °C’de haşlama işleminde en düşük a^* değeri 75 °C’de haşlama işleminde görülmüştür. a^* değeri en düşük değeri 6 saat kurutmada, en yüksek değeri ise 15 saat kurutmada almıştır. Haşlama süresi ve haşlama sıcaklığının artması ile a^* değerinin arttığı, kurutma süresi arttıkça a^* değerinin arttığı belirlenmiştir. Huang et al. [110] ticari olarak temin ettikleri şeker pancarı lifinin a^* değerinin 1.02 olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre elde edilen şeker pancarı liflerinin a^* değerleri literatürdeki verilere göre biraz yüksek bulunmuştur. Bu da üretilen şeker pancarı liflerinin kırmızılık değerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin 12.58 – 15.06 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Haşlama sıcaklığı, haşlama süresi kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin b^* değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). En yüksek b^* değeri 85 °C’de 27.5 dakika haşlama ve 92.5 °C’de 10.5 saat kurutma işlemlerinde görülürken en düşük b^* değeri 75 °C’de 10 dakika haşlama ve 80 °C’de 6 saat kurutma işlemlerinde görülmüştür. Haşlama sıcaklığının azaldığı noktalarda b^* değerinde artış, haşlama süresinin orta noktalarda olduğunda ise b^* değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Kurutma sıcaklığının orta noktalarda olduğunda b^* değerinde azalma gözlenirken, kurutma süresinin orta noktalarda olduğunda b^* değerinin biraz yükseldiği gözlenmiştir. Huang et al. [110] ticari olarak temin ettikleri şeker pancarı lifinin b^* değerinin 14.3 olduğunu bildirmişlerdir. Üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin literatürdeki veriler ile uyum sağladığı görülmüştür.

Şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerleri 4.71 g/g – 7.74 g/g arasında belirlenmiştir. Su bağlama kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Su bağlama

kapasitesinin aldığı en yüksek değer 80 °C’de kurutulan lif örneğinde görülürken su bağlama kapasitesinin aldığı en düşük değer 105 °C’de kurutulan örnekte görülmüştür. Kurutma süresi 6 saat olduğunda su bağlama kapasitesi en yüksek değeri alırken en düşük değer aldığı kurutma süresi 15 saat olarak bulunmuştur. Düşük kurutma sıcaklıklarında yapılan kurutma işlemlerinde su bağlama kapasitesi değerinin artış gösterdiği bulunmuştur. Kurutma sıcaklığının artması ile su bağlama kapasitesi değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki yapılan çalışmalara bakıldığında şeker pancarı lifinin su bağlama kapasitesi 3.5-4 g/g olarak belirtilmiştir [132, 134]. Literatürde yer alan şeker pancarı lifi sonuçlarına göre elde edilen şeker pancarı lifinin su bağlama kapasitesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Garau et al. [135] yüksek sıcaklıkta kurutmanın su bağlama kapasitesinin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Lou et al. [136] yüksek sıcaklıkta kurutmanın, su tutma kabiliyetine sahip bazı diyet lif bileşenlerinin bozulmasına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Li et al. [137] su bağlama kapasitesinin özgül yüzey alanı ve gözenekli yapı ile ilişki olduğunu, bunun da su moleküllerinin hidrofilik gruplar ile kombinasyonunu kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca soya küspesinden elde ettikleri diyet liflere buhar uygulaması sonucu su bağlama kapasitelerinin azalma gösterdiğini, sıcaklığın gözenek yapısını tahrip edeceğini, özgül yüzey alanını küçülterek su bağlama kapasitelerini azaltabileceğini bildirmişlerdir.

Üretilen liflerin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin 2.16 g/g 3.23 g/g arasında olduğu gözlenmiştir. Yağ bağlama kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Yağ bağlama kapasitesinin en yüksek değer aldığı kurutma sıcaklığı 80 °C olarak gözlenirken en düşük değer aldığı kurutma sıcaklığı ise 105 °C’deki kurutma olmuştur. En yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri en düşük kurutma süresi olan 6 saatte gözlenirken en düşük yağ bağlama kapasitesi değeri en yüksek kurutma süresi olan 15 saatte gözlenmiştir. Düşük sıcaklıkta kurutma işlemlerinde yağ bağlama kapasitesi değerlerinde artış meydana gelirken kurutma sıcaklığının atmasıyla yağ bağlama kapasitesi değerleri azalmıştır. Huang et al. [110] ticari olarak temin ettikleri şeker pancarı lifinin yağ bağlama kapasitesi değerinin 1.32 olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen verilerin literatürdeki verilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Qi [138], liflerin yağ bağlama özelliklerinin fiziksel özellikleri, partikül boyutları ve gözenek yapıları ile

ilişkili olduğunu belirtmiştir. Li et al. [137] buhar uygulaması sonucu soya küspesi liflerinin gözenek yapısının bozulmasından dolayı yağ bağlama kapasitelerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Şeker pancarı liflerinin protein değerleri %7.26 - %8.15 aralığında bulunmuştur. Protein değerleri üzerine haşlama sıcaklığı, haşlama süresi kurutma sıcaklığı ve kurutma süresinin anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Haşlama süresi arttıkça protein değerinde artış olduğu, haşlama süresi azaldıkça protein değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Düşük kurutma sıcaklığı ve düşük kurutma sürelerinde protein değeri azalma gösterirken, kurutma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla birlikte protein değerinde de artış olduğu gözlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda şeker pancarı liflerinin protein içeriklerinin %7.6 [131], %8 [132], %6.07 [96] ve %8.8 [133] olarak bulunduğu bildirilmiştir. Elde edilen sonuçların literatürdeki verilerle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Klasik yöntem ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarları %78.99 - %89.94 arasında bulunmuştur. Şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarları üzerine haşlama sıcaklığı, haşlama süresi ve kurutma süresinin etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Toplam diyet lif değerinin en yüksek değer aldığı haşlama sıcaklığı 75 °C, haşlama süresi 45 dakika, kurutma süresi 15 saat iken en düşük değer aldığı haşlama sıcaklığı ise 85 °C, haşlama süresi 27.5 dakika ve kurutma süresi 10.5 saat olmuştur. Haşlama sıcaklığı azaldıkça ve haşlama süresi arttıkça toplam diyet lif değerlerinde artış görülürken, haşlama sıcaklığının orta değerlerde olduğu noktalarda azalma göstermiştir. Literatürde şeker pancarı lifinin toplam lif içeriğinin %78.55 olduğu bildirilmiştir [133]. Elde edilen şeker pancarı liflerinin lif içeriğinin literatürdeki verilerle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde haşlama sıcaklığı, haşlama süresi, kurutma sıcaklığı ve kurutma süresi basamaklarının optimum koşullarının belirlenmesi amacıyla nem ve kül değerleri minimize edilerek, L^* , su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize edilerek optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretim için optimum haşlama sıcaklığı 75 °C, haşlama süresi 45 dk, kurutma sıcaklığı 92.66 °C, kurutma süresi 6.78 saat olarak belirlenmiştir.

4.1.3. Ultrason Ön Uygulama ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Ultrason ön uygulamalı şeker pancarı lifi üretiminde ultrason uygulaması ultrason güç (amplitude %) %20 ile %100 ve ultrason süre 10 dk ile 30 dk aralıklarında deneysel modele ait noktalara göre gerçekleştirilmiştir.

Şeker pancarı posasından ultrason ön uygulama ile üretilen diyet gıda liflerinin nem değerleri %4.72 ile %4.91 arasında bulunmuştur. Ultrason güç ve sürenin nem değerleri üzerine etkisi olduğu gözlenmiş olup ultrason gücü arttıkça ve uygulama süresi azaldıkça nem değerlerinde artış, ultrason uygulama süresi arttıkça da nem değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Ultrason ön uygulama işleminin ardından haşlanan ürün sıkılarak etüvde kurutulmuştur. Deneysel modelde verilen noktalara göre hazırlanan tüm örnekler aynı şartlarda kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Ultrason uygulama süresi arttıkça nem değerlerindeki azalma ürünün diğerlerine göre daha iyi kuruduğunu göstermektedir. Ultrason ön uygulama ile meyve dokusunda oluşacak mikroskobik kanalların suyun yayılmasında katkıda bulunacağı için yani kuruma sırasında meyve dokusundaki suyun havayla temasını kolaylaştıracak şekilde yayılmasını sağladığı için ultrason ön uygulamanın kurutma süresini kısalttığı belirtilmektedir [139].

Diyet gıda liflerinin kül içerikleri %3.05 ile %3.81 arasında belirlenmiştir. Ultrason güç ve ultrason sürenin üretilen şeker pancarı liflerinin kül değerleri üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Şeker pancarı liflerinin kül değerleri genel olarak %20 ultrason güç uygulamasında yüksek değerlerde, %100 ultrason güç uygulamasında ise düşük değerlerde bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre ultrason uygulama gücü ve ultrason uygulama süresi azalırken kül değerlerinin arttığı, ultrason uygulama gücü ve süresi artarken kül değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Ayrıca ultrason ön uygulamayla üretilen liflerin kül içeriğinin klasik yöntemle üretilen liflerin kül içeriğinden daha düşük olduğu görülmüştür. Ultrason uygulamasının mekanik etkisinin, bitkinin hücre duvarlarını parçalayarak, kütle transferini arttırdığı ve hücre içeriğine solvent erişimini kolaylaştırarak çözünür bileşiklerin bitki gövdesinden salınmasını kolaylaştırdığı belirtilmektedir [136]. Ultrason ön uygulama işlemi ile posanın içerdiği minerallerin ve suda çözünen bileşenlerin posadan daha kolay uzaklaştığı ve bu nedenle ultrason uygulama şartları arttıkça kül miktarındaki azalmanın da arttığı düşünülmektedir.

Şeker pancarı liflerinin renk özelliklerinden L^* değerinin 74.66 ile 77.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ultrason uygulamasında güç ve sürenin lif örneklerinin L^* değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Şeker pancarı lifi örneklerinin L^* değerlerinin ultrason güç ve sürenin artmasıyla arttığı, ultrason güç ve süresinin azalmasıyla azaldığı saptanmıştır. Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin L^* değerinin klasik yöntemle üretilen liflerin L^* değerinden yüksek olduğu görülmüştür. Bu da ultrason uygulaması ile daha açık renkte şeker pancarı lifi elde edilebildiğini göstermektedir.

Üretilen şeker pancarı liflerinin a^* değerleri 1.21 ile 1.56 arasında bulunmuştur. Üretilen liflerin a^* değerlerine ultrason süre faktörünün etkisi anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ultrason uygulama gücünün a^* değerleri üzerine etkisi önemsiz olarak bulunmuş olup ($p > 0.05$) ultrason uygulama gücü ile a^* değerlerinin düzenli değişim göstermediği, ultrason güç artarken veya azalırken a^* değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Elde edilen lif örneklerinin a^* değerlerinin düşük değerler aldığı noktaların ise ultrason uygulama süresinin arttığı noktalar olduğu gözlenmiştir. Kurutma öncesi ultrason uygulanan havuçlarda 21 ve 35 kHz frekansta 10 ve 20 dakika boyunca ultrason uygulamasında a^* değerlerinin değişmediği ultrason uygulama süresi 30 dakikaya düştüğünde a^* değerlerinin önemli bir şekilde azaldığı belirtilmiştir [140]. Ultrason uygulamasının kinoa ununa uygulandığı çalışmada ultrason uygulaması ile kinoa ununun a^* değerinin arttığı belirlenmiştir [141].

Şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin 12.19 ile 15.20 arasında olduğu saptanmıştır. Ultrason sürenin b^* değerlerine etkisi anlamlı olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Ultrason güç uygulamasının b^* değerleri üzerine düzenli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ultrason süresinin azalmasıyla b^* değerinde artış olduğu, ultrason sürenin artmasıyla da b^* değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Ultrason uygulama sonucu kurutulan 35 kHz frekansta 30 dakika ultrason uygulamasında havuçların b^* değerlerinin azaldığı bildirilmiştir [140]. Kinoa ununa ultrason uygulandığı çalışmada ultrason uygulaması ile kinoa ununun b^* değerinin arttığı belirlenmiştir [141].

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı lifi üretiminde liflerin su bağlama kapasitesi 6.18 g/g ile 8.93 g/g arasında belirlenmiştir. Üretilen diyet liflerin su bağlama kapasiteleri üzerine ultrason güç ve ultrason sürenin etkisi anlamlı olarak bulunmuştur

($p < 0.05$). Su bağlama kapasitesinin %100 ultrason güçte yüksek değerlerde, %20 ultrason güçte ise düşük değerlerde olduğu; 10 dakika ultrason süre uygulamasında en düşük değerde, 30 dakika ultrason süre uygulamasında ise en yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ultrason güç ve süre uygulamasının azalmasıyla su bağlama kapasitelerinin azaldığı, ultrason güç ve süre uygulamasının artmasıyla su bağlama kapasitesinin arttığı gözlenmiştir. Papaya meyvesinden alkali ekstraksiyon ve ultrason uygulaması ile çözünür diyet lif elde edilen çalışmada ultrason uygulaması ile elde edilen liflerin su bağlama kapasitesi değerlerinin alkali ekstraksiyonla elde edilen liflerin su bağlama kapasitesi değerlerinden önemli ölçüde yüksek bulunduğu bildirilmiştir [142]. Moczowska et al. [143] ultrason uygulanan keten tohumundan elde edilen çözünür liflerin su bağlama kapasitesinin ultrason uygulanmayan örneklerle göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Yulaf nişastasına ultrason uygulanan bir çalışmada ultrason uygulamasıyla yulaf nişastasının su emme kapasitesinin arttığı, sonikasyonun neden olduğu boşluk fraksiyonunun (gözenekler ve çatlaklar) artmasının su emme kapasitesinin artmasının nedeni olabileceği bildirilmiştir [144]. Ozuna et al [145], ultrason uygulamasının üründe yapısal değişikliklere neden olduğunu, kuruma süresini azalttığını, kuruma süresinin azalması nedeniyle, proteinlerin yapısal hasarının azalacağını, bunun da proteinlerin su tutma kabiliyetinin artmasına neden olacağını belirtmişlerdir. Paximada et al. [146] ultrason uygulaması ile su bağlama kapasitesinin artmasının liflerin yapısal değişikliğe uğramasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Sayyed et al. [147] ultrason uygulamasının selülozun şişme kapasitesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Şişme kapasitesinin artmasına ultrasonun kavitasyon etkisinin neden olduğunu, kavitasyonun selülozun morfolojik yapısında değişikliğe neden olduğunu, böylece selüloz lifinin yüzey alanının genişlediğini bildirmişlerdir. Ayrıca ultrason uygulamasının selüloz liflerinin yüzeyini gevşettiği, böylece yüzey gerilimlerinin serbest kalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Şeker pancarı liflerinin yağ bağlama kapasitelerinin 2.01 g/g ile 2.62 g/g aralığında olduğu bulunmuştur. Diyet liflerin yağ bağlama kapasitelerinin ultrason güç ve süreden etkilendiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Minimum yağ bağlama kapasitesinin %20 ultrason güç ve 10 dakika ultrason süre uygulamasında, maksimum yağ bağlama kapasitesinin ise %100 ultrason güç ve 20 dakika ultrason süre uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Ultrason güç ve süre uygulaması azalırken yağ bağlama kapasitesi değerleri de azalmış,

ultrason güç ve süre uygulama değerleri artarken yağ bağlama kapasitesi de artmıştır. Huang et al. [148] sarımsak saplarından çözünmeyen lif eldesinde ultrason uygulamasının çözünmeyen liflerin yağ bağlama kapasitelerini artırdığını bildirmişlerdir. Zhang et al. [142] ultrason uygulanmış çözünür diyet liflerin yağ bağlama kapasitesinin daha yüksek olduğunu, bitki dokusunun ultrason uygulaması ile daha gevşek bir yapı almasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Üretilen liflerin protein içerikleri %5.12 ile %8.89 arasında bulunmuştur. Diyet liflerin protein içeriklerinin ultrason güç ve süre uygulamasından etkilendiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Ultrason güç ve ultrason süresinin azalmasıyla protein değerlerinin de azaldığı, ultrason güç ve sürenin artmasıyla protein değerlerinin de arttığı saptanmıştır.

Ultrason ön uygulama ile üretilen şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif içeriklerinin %83.48 ile %90.99 arasında olduğu belirlenmiştir. Liflerin toplam diyet lif içerikleri üzerine ultrason güç ve ultrasonu sürenin etkisi anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ultrason güç değerleri azalırken toplam diyet lif değerlerinin arttığı, güç ve süre artarken toplam diyet lif değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada soya fasulyesi kabuklarından diyet lif eldesinde ultrason destekli enzimatik ekstraksiyon yöntemi kullanılmış, araştırmacılar çözünür diyet lif ve çözünmeyen diyet lif ekstraksiyon oranlarının ultrasonik güç 700 W altındayken arttığını, 700 W gücün üstünde artan ultrason güç uygulamasıyla azaldığını; ultrason uygulama süresi için ise çözünür diyet lif ekstraksiyon oranının ultrason uygulama süresi 45 dakika altındayken arttığını, çözünmeyen lif oranının 110 dakika altındayken arttığını ve çözünür ve çözünmeyen diyet liflerin 45 dakika ultrason uygulama süresinin üstünde azaldığını bildirmişlerdir. Bunun da enzim ve substrat arasındaki etkileşimin tamamen tamamlanmış olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak da 700 W ultrason güç ve 45 dakika ultrason süre uygulamasının en uygun ultrason güç ve süre olduğunu bildirmişlerdir [149]. Mantar yan ürünlerinden ultrason uygulama desteğiyle polisakkarit ekstraksiyonunda artan ekstraksiyon süresi ve ultrasonik genlik ile daha yüksek ekstraksiyon verimleri elde edildiği bildirilmiştir [150]. Yapılan başka bir çalışmada üç tane glutensiz kaynaktan (kinoa, amarant ve milet) üç farklı ekstraksiyon metodu (enzimatik, ultrasonik, enzimatik-ultrasonik) ile diyet lif eldesinde en yüksek toplam diyet lif içeriği enzimatik-ultrasonik yöntemle diyet lif ekstraksiyonunda bulunmuştur. Bunun da kavitasyonun etkisi sonucu olabileceği, ultrasonikasyon

sırasında suyun hücre duvarına daha kolay nüfuz edebileceği, böylece nişasta gibi bileşenlerin enzimatik sindirime daha yatkın hale gelerek diyet lifin nişasta ve protein yapılarından daha kolay bir şekilde serbest kalabileceği bildirilmiştir [151]. Spotti et al. [152] ultrason uygulamasının genellikle çözünmeyen liflerin modifikasyonunda ve liflerin enzimatik ekstraksiyonunu iyileştirmek amacıyla kullanıldığını belirtmişlerdir.

Ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde ultrason güç uygulaması ve ultrason süre uygulamasının optimum koşullarını belirleyebilmek amacıyla nem ve kül değerleri minimize edilerek, L^* , su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize edilerek optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu optimum ultrason güç uygulaması %73.50, optimum ultrason süre uygulaması ise 29.58 dk olarak belirlenmiştir.

4.1.4. Mikrodalga Kurutma ile Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Liflerinin Fizikokimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde mikrodalga kurutma yöntemi için haşlama işlemine tabii tutulan ürün sıkma işleminin ardından mikrodalga kullanılarak kurutulmuştur. Mikrodalga güç olarak 450 W – 900 W aralıklarında süre olarak 30 dk – 90 dk aralıklarında yanıt yüzey yönteminde belirlenen deneysel modele ait deneme noktalarına göre kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen şeker pancarı liflerinin nem değerleri %2.29 ile %12.72 arasında değişiklik göstermiştir. Maksimum nem değeri en düşük mikrodalga kurutma gücü olan 450 W güçte görülürken, 675 W ve 900 W güçlerde nem değerlerinin düşük değerlerde dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Nem değerleri 30 dakika mikrodalga kurutma süresinde yüksek değerler alırken 90 dakika süresinde düşük değerler almıştır. Mikrodalga uygulama süresi ve gücü artarken nem değerleri azalmış, güç ve süre azalırken de nem değerleri artış göstermiştir. Ölçülen en yüksek nem değeri olan %12.72 değeri 450 W mikrodalga gücünde 30 dakika kurumada gözlenmiştir. Ancak bu nem değerinin yüksek olduğu ve ürünün tam kurumadığı gözlenmiştir. En düşük nem değeri olan %2.29 neme sahip olan lifin 900 W güçte 90 dakika süre ile kurutulduğu, bu ürünün de yanmaya yakın, renginin çok koyu olduğu görülmüştür. Mikrodalga kurutma ile klasik yöntem karşılaştırıldığında şeker pancarı liflerinin daha kısa sürede kuruduğu belirlenmiştir. Talens et al. [153] portakal yan ürünlerinden mikrodalga kurutma ile birlikte sıcak hava

uygulayarak diyet lif elde etmişlerdir. Normal sıcak hava ile kurutmaya kıyaslandığında %92 oranında kurutma işleminde azalma ve %77 oranında enerji tüketiminde azalma sağlandığını belirtmişlerdir. Mikrodalga kurutma ile birlikte sıcak hava uygulayarak elde edilen lifler ile normal sıcak hava ile kuruyan liflerin kimyasal kompozisyonunda, su bağlama özelliklerinde veya renginde farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Zarein et al. [4] elma dilimlerini mikrodalga ile kuruttukları çalışmada 600 W'da 4.25 dakikada ve 200 W'da 25 dakikada kurutmanın uygun olduğunu mikrodalga kurutmanın kurutma süresini azalttığını bildirmişlerdir.

Diyet gıda liflerinin kül içerikleri %4.92 ile %5.19 arasında belirlenmiştir. Minimum kül değeri 450 W mikrodalga uygulama gücünde gözlenirken 675 W ve 900 W güç seviyelerinde kül değerlerinin daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır. Kül değerleri 30 dakika mikrodalga süresinde düşük değerlerde, 60 dakika süresinde ise genellikle yüksek değerlerde dağılım göstermiştir. Uygulanan mikrodalga güç ve sürenin artmasıyla kül değerinin arttığı belirlenmiştir.

Şeker pancarı liflerinin renk değerlerinden L^* değerleri 63.71 ile 76.35 arasında değişiklik göstermiştir. Maksimum L^* değeri 675 W mikrodalga güçte, 30 dakika sürede gözlenirken, minimum L^* değeri ise 900 W güçte, 90 dakika sürede gözlenmiştir. Mikrodalga gücü ve süresi azalırken L^* değerinde artış olduğu, güç ve süre artarken de L^* değerinde azalma olduğu saptanmıştır. Üretilen şeker pancarı liflerine ait a^* değerleri 1.07 ile 4.12 arasında bulunmuştur. Maksimum a^* değerleri güç olarak 900 W mikrodalga gücünde, süre olarak 90 dakikada gözlenirken minimum a^* değeri 450 W mikrodalga gücünde 30 dakika mikrodalga süresinde gözlenmiştir. Mikrodalga gücünün ve süresinin azalmasına bağlı olarak a^* değerlerinde azalma meydana gelirken güç ve sürenin artmasıyla birlikte a^* değerlerinde artma meydana geldiği saptanmıştır. Üretilen şeker pancarı liflerinin b^* değerlerinin 12.20 ile 16.41 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Minimum b^* değeri 30 dakika mikrodalga süresinde, 450 W mikrodalga gücünde gözlenirken, maksimum b^* değeri 90 dakikada ve 900 W mikrodalga gücünde gözlenmiştir. Uygulanan mikrodalga güç ve süre artarken b^* değeri de artmış, mikrodalga güç ve mikrodalga süresi azalırken b^* değerinde azalma olmuştur.

Literatürde diyet liflerin renginin meyve çeşitliliği ve olgunluğu da dahil olmak üzere birçok faktörden, özellikle de kurutma yöntemlerinden etkilendiği, çünkü liflerin kurutma sırasında ürünün rengini koyulaştıran enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmeye neden olan yüksek sıcaklıklara maruz kaldığı belirtilmiştir [154]. Durian meyvesinin kurutulmasında sıcak hava ile mikrodalga kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Sıcak hava ile kurutulan meyvelerin L^* (aydınlık) ve $-a^*$ (yeşillik) değerlerinin mikrodalgada kurutmaya göre daha yüksek, $+b^*$ (sarılık) değerlerinin ise daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu durumun sıcak hava ile kurutmanın mikrodalgaya göre daha uzun sürmesi ve bu sürede enzimatik esmerleşme reaksiyonlarının daha çok gerçekleşmesinin neden olabileceği bildirilmiştir [34].

Mikrodalga kurutma ile şeker pancarı lifi üretiminde liflerin su bağlama kapasitesi 3.79 g/g ile 9.18 g/g arasında belirlenmiştir. Diyet liflerin su bağlama kapasiteleri 450 W ve 675 W mikrodalga uygulama güçlerinde yüksek değerlerde dağılım gösterirken, 900 W mikrodalga uygulama gücünde düşük değerlerde dağılım göstermiştir. Maksimum su bağlama kapasitesi değeri 60 dakika mikrodalga süresinde, minimum su bağlama kapasitesi değeri 90 dakika mikrodalga süresinde gözlenmiştir. Üretilen şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitesi değerleri mikrodalga uygulama süresi ve gücü yüksek değerlerde iken azalma gösterdiği, mikrodalga güç ve süresinin azalmasıyla artış gösterdiği belirlenmiştir. Borchani et al. [154] üç farklı kurutma tekniği (dondurarak, fırında ve güneşte) ile üretilen hurma liflerinde en yüksek su bağlama kapasitesi değerini dondurularak kurutulan hurma lifinde gözlediklerini bildirmişlerdir. Su bağlama kapasitesini lifin içerdiği çözünebilir lif oranının etkilediği, yüksek çözünebilir lif içeren örneklerin daha yüksek su bağlama kapasitesi değerine sahip olduğunu ayrıca liflerin su bağlama kapasitelerinin partikül boyutuna, kaynağına, sıcaklığına, pH'ına ve iyonik kuvvetine bağlı olduğunu ancak yaptıkları çalışma sonucunda bunların yanı sıra kurutma, ısıtma, ekstrüzyonla pışırma ve öğütme gibi teknolojik işlemlerin hidrasyon özelliklerini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Monteiro et al. [155] farklı kurutma tiplerinin rehidrasyon üzerine etkisini inceledikleri çalışmada yüksek sıcaklık uygulamalarının su emilimini engelleyen yapısal hasarlara neden olduğunu, bu yapısal hasarın, suyun erişeceği kılcal yolları veya gözeneklerin sayısını ve boyutunu azalttığını bunun da rehidrasyonu etkilediğini belirtmişlerdir.

Üretilen şeker pancarı liflerin yağ bağlama kapasitesi değerlerinin 1.68 g/g ile 2.15 g/g arasında olduğu gözlenmiştir. Maksimum yağ bağlama kapasitesi değeri 450 W güçte 30 dakika sürede gözlenirken minimum yağ bağlama kapasitesi değeri 900 W güçte 90 dakika sürede gözlenmiştir. Mikrodalga uygulama gücü ve süresinin artmasıyla yağ bağlama kapasitesi değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Borchani et al. [154] dondurarak, fırında ve güneşte kuruttukları hurma liflerinden en yüksek yağ bağlama kapasitesine sahip örneğin dondurularak kurutulmuş olan örnek, ardından fırında kurutulmuş ve en düşük yağ bağlama kapasitesine sahip olan örneğin ise güneşte kurutulmuş örnek olduğunu bildirmişlerdir. Yağ bağlama kapasitesi değerinin su bağlama kapasitesinde olduğu gibi çözünür lif miktarına da bağlı olduğunu ayrıca yağ bağlama kapasitesinin esas olarak lif bileşimine, toplam yük yoğunluğuna, yüzey özelliklerine ve lif parçacıklarının hidrofobik yapısına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Liflerin protein içerikleri %7.49 ile %8.01 arasında bulunmuştur. Maksimum protein değeri 900 W güçte, 30 dakika süresinde görülürken minimum protein değeri 900 W güçte, 90 dakika süresinde görülmüştür. Diyet liflerin protein içerikleri mikrodalga gücü ve süresine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermezken mikrodalga süresinin minimum, gücünün ise maksimum olduğu noktalarda protein değerlerinde artış meydana geldiği görülmüştür. Zhao et al. [156] mikrodalga kurutmanın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada yüksek mikrodalga gücünde kurutulmuş lotus çekirdeğinin, toplam serbest amino asitlerinin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Şeker pancarı liflerinin toplam diyet lif miktarları %87.04 ile %87.32 arasında bulunmuştur. En düşük toplam diyet lif miktarı 450 W mikrodalga gücünde, 90 dakika mikrodalga uygulama süresinde, en yüksek toplam diyet lif miktarı ise 675 W mikrodalga gücünde, 60 dakika mikrodalga uygulama süresinde belirlenmiştir. Uygulanan mikrodalga süresi azalıp gücü artarken toplam diyet lif değerlerinde azalma yine mikrodalga süresi artıp güç azalırken toplam diyet lif değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Klasik üretim ile şeker pancarı posasından diyet lif eldesinde kurutma işlemi etüvde gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kurutma ile şeker pancarı lifi eldesinde ve klasik yöntem ile şeker pancarı lifi eldesi sonucu örneklerin toplam diyet lif içeriklerinde önemli fark bulunmamıştır. Literatürde şeker pancarının kurutulmasında sıcaklığın 170 °C'ye kadar çıkarılmasında liflere zarar vermeden kurutmanın

gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir [157]. Sebzelerin pişirilmesinde normal pişirme, basınçlı pişirme ve mikrodalga pişirmenin karşılaştırıldığı bir çalışmada basınçlı pişirmede mikrodalga ve normal pişirmeye göre selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriklerinin daha fazla azaldığı belirtilmiştir [158].

Mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet gıda lifi üretiminde mikrodalga uygulama gücü ve mikrodalga uygulama süresinin optimum koşullarının belirlenmesi amacıyla üretilen liflerin nem ve kül değerleri minimize edilerek, L^* , su bağlama kapasitesi, yağ bağlama kapasitesi ve toplam diyet lif miktarı ise maksimize edilerek optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu mikrodalga kurutma yöntemi için optimum mikrodalga güç uygulaması 450 W, optimum mikrodalga süre uygulaması ise 67.95 dk olarak belirlenmiştir.

4.1.5. Şeker Pancarı Posasından Optimum Koşulda Diyet Gıda Lifi Eldesi

Şeker pancarı posasından teknolojik olarak en iyi özellikte diyet gıda lifi için farklı üretim yöntemleri uygulanmış ve bu yöntemlere ait optimum proses koşulları belirlenmiştir. Klasik yöntem ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için belirlenen optimum haşlama sıcaklığı 75 °C, optimum haşlama süresi 45 dakika, optimum kurutma sıcaklığı 92.66 °C, optimum kurutma süresi 6.78 saat olarak; ultrason ön uygulama ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için optimum ultrason güç %73.50, optimum ultrason uygulama süresi 29.58 dakika olarak ve mikrodalga kurutma yöntemi ile şeker pancarı posasından diyet lif üretimi için optimum mikrodalga güç 450 W, optimum mikrodalga süre 67.95 dakika olarak belirlenmiştir. Belirlenen optimum parametreler kullanılarak klasik yöntem ile, ultrason ön uygulama ile, mikrodalga kurutma ile ve ultrason ön uygulamayla mikrodalga kurutmanın birlikte uygulandığı olmak üzere dört farklı yöntemle şeker pancarı posasından diyet gıda lifleri üretilerek bu liflerin fizikokimyasal özellikleri kıyaslanmış ve teknolojik olarak en iyi özellikte şeker pancarı lifi üretim yöntemi belirlenmiştir. Diyet gıda liflerinin en önemli özellikleri su bağlama ve yağ bağlama kapasiteleridir. Bu nedenle dört farklı yöntem ile üretilen pancar liflerinin öncelikle su bağlama ve yağ bağlama kapasiteleri incelenmiştir. En yüksek su bağlama ve yağ bağlama kapasitesi değerlerine sahip olan şeker pancarı lifinin ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lif örneği olduğu belirlenmiştir. Ayrıca renk değerlerinden aydınlığı

ifade eden L^* değerinin en yüksek olduğu (en açık renkli lif) lifin ve en düşük protein içeriğine sahip olan lifin ultrason ön uygulama ile mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı lif olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle teknolojik olarak en iyi özelliklere sahip pancar lifi üretmek için uygulanacak yöntemin ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı yöntem olduğu belirlenmiştir.

4.1.6. Optimum Koşulda Üretilen Şeker Pancarı Lifinin Fiziksel, Teknolojik ve Toz Akış Özellikleri

Şeker pancarı posasından diyet gıda lifi eldesinde teknolojik en iyi olan yöntem olarak belirlenen ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin birlikte uygulandığı yöntem ile üretilen ve üç farklı partikül boyutunda (<100 μm , 100-200 μm , 200-300 μm) öğütülüp elenerek elde edilen şeker pancarı liflerinde fiziksel, teknolojik analizler ve toz akış analizleri gerçekleştirilmiştir.

Farklı partikül boyutundaki şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasiteleri en düşük <100 μm partikül boyutuna sahip lifte, en yüksek su bağlama kapasitesi değeri ise 200-300 μm partikül boyutundaki lifte bulunmuştur. Şeker pancarı liflerinde partikül boyutunun artması ile su bağlama kapasitesinin arttığı gözlenmiştir. Yağ bağlama kapasitesi değerlerinde ise en düşük değer 200-300 μm partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifinde, en yüksek değer ise <100 μm partikül boyutuna sahip lifte görülmüştür. Şeker pancarı liflerinin partikül boyutunun artması ile yağ bağlama kapasitesi değerlerinde azalma olduğu görülmüş ancak pancar liflerinin yağ bağlama kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$). Partikül büyüklüğünün su bağlama kapasitesini etkilediği, partikül büyüklüğünün artması ile su bağlama kapasitesinin de arttığı belirtilmektedir [159]. Şeker pancarı lifi ile yapılan çalışmada liflerinin çok ince (superfine) öğütülmüş, <0.18 mm, 0.18 mm ile 0.30 mm arasında ve 0.30 mm ile 0.45 mm arasında olmak üzere dört farklı boyuttaki şeker pancarı liflerinin su bağlama kapasitelerinin sırası ile 5.4 g/g, 5.5 g/g, 4.4 g/g ve 4.2 g/g olduğu; yağ bağlama kapasitelerinin ise sırası ile 1.68 g/g, 1.83 g/g, 1.45 g/g ve 1.39 g/g olduğu belirtilmiştir. Partikül boyutu küçüldükçe su bağlama kapasitesi değerlerinin arttığı; yağ bağlama kapasitesi değerlerinde düzenli bir değişim olmadığı görülmüştür [110]. Kimyondan elde edilen diyet lifinin kimyasal, fizikokimyasal ve fonksiyonel

özellikleri üzerine ekstraksiyon yöntemlerinin ve partikül büyüklüğü dağılımının incelendiği bir çalışmada küçük parçacık boyutuna sahip diyet liflerin su bağlama özelliklerinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. [160] Yapılan başka bir çalışmada diyet liflerinin partikül boyutundaki azalma suyu ve yağı bağlama kabiliyetinde meydana gelen azalma ile ilişkilendirilmiştir [161]. Sangnark et al. [162] şeker kamışından elde edilen diyet liflerde partikül büyüklüğü ile su ve yağ bağlama kapasitesi arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Şeker pancarı lifleri renk yönünden incelendiğinde rengin açıklık koyuluk değerini gösteren L^* değerlerinden en yüksek L^* değeri $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifinde, en düşük L^* değeri ise $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip şeker pancarı lifinde bulunmuştur. Buna göre şeker pancarı liflerinin L^* değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılık olduğu ($p < 0.05$) da dikkate alındığında partikül boyutunun azalması ile L^* değerinin arttığı sonucuna varılmıştır. Şeker pancarı liflerinin renk değerlerinden a^* değerleri ve b^* değerleri incelendiğinde en düşük a^* ve b^* değerleri $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte en yüksek değerleri ise $200\text{-}300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte bulunmuştur. Partikül boyutunun artması ile a^* ve b^* değerlerinin de arttığı gözlenmiştir. Huang et al. [110] farklı boyuttaki şeker pancarı lifleri ile yaptıkları çalışmada çok ince (superfine) öğütülmüş, $<0.18 \text{ mm}$ boyutunda, 0.18 mm ile 0.30 mm arasındaki boyutta ve 0.30 mm ile 0.45 mm arasındaki boyutta olmak üzere dört farklı boyuttaki şeker pancarı liflerinin L^* değerlerini sırasıyla 74.7, 66.7, 62 ve 59.6 olarak; a^* değerleri sırasıyla 1.12, 2.10, 2.5 ve 1.85 olarak; b^* değerlerini ise sırasıyla 12.6, 11.9, 13.6 ve 13.80 olarak belirtmişlerdir. Partikül boyutu küçüldükçe L^* değerinin arttığı, a^* ve b^* değerlerinin ise düzenli bir şekilde değişmediği gözlenmiştir Hajmohammadi et al. [163] da artan partikül büyüklüğünün L^* , a^* ve b^* değerlerini azalttığını bildirmişlerdir.

Üç farklı partikül boyutunda üretilen şeker pancarı liflerinin toz akış özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, Carr indeks değeri, kohezyon, kekleşme ve toz akış hızı bağımlılık testleri gerçekleştirilmiştir.

Partikül büyüklüğünün toz ürünlerin yoğunluk, sıkıştırılabilirlik, akışkanlık, ayrışma, rehidrasyon gibi çeşitli özelliklerini etkilediği bilinmektedir [164]. Kekleşme toz ürünlerin bir araya gelme eğilimlerini göstermektedir ve toz ürün işleyen fabrikaların en

büyük sorunlarından biri olup ekonomik kayıplara neden olmaktadır [164]. Şeker pancarı liflerinin en yüksek kekleşme ve ortalama kekleşme kuvveti değerleri $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte görülürken $200-300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte kekleşme kuvveti ve ortalama kekleşme kuvveti değerleri 0.00 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre şeker pancarı liflerinin partikül boyutunun artması ile kekleşme kuvveti ve ortalama kekleşme kuvveti değerlerinin azaldığı, $200-300 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte kekleşme meydana gelmediği görülmüştür. Carpin et al. [164] küçük parçacık boyutuna sahip toz ürünlerin yüzey alanı geniş olduğu için nemlenme olasılığının daha yüksek olduğu, bu nedenle küçük parçacık boyutuna sahip ürünlerin parçacık boyutu büyük olanlara göre daha fazla kekleşme (topaklanma) eğilimi gösterdiği bildirilmişlerdir. Aynı şekilde Stoklasa et al. [165] de küçük parçacık boyutundaki ürünlerin daha fazla nem emmeleri nedeniyle büyük parçacık boyutundakilere göre daha az akışkanlığa sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Üç farklı partikül boyutunda üretilmiş şeker pancarı liflerinin PFSD testi ile belirlenen akış stabilitesi değerleri $<100 \mu\text{m}$, $100-200 \mu\text{m}$ ve $200-300 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 1.02, 1.02 ve 1.04 olarak ve aralarındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Akış stabilitesi değerinin 1'e yakın olması test esnasında ürünün değişikliğe uğramadığını, akış stabilitesi değerinin 1'den uzak değerler alması ise test sırasında ürünün değişikliğe uğradığını göstermektedir [115]. Buna göre her üç örnek için de analiz sırasında örneklerin değişikliğe uğramadığı sonucuna varılmıştır.

Kohezyon toz örneklerin tekrar birleşerek büyük partiküller meydana getirme eğilimleridir. Kohezyonun elektrostatik aktivite, partikül büyüklüğü ve şekli, porozite ve higroskopiklik gibi birçok fiziksel parametreden etkilendiği bildirilmiştir [112]. Kohezyon indeksi değerinin >19 olması ürünün yoğun şekilde kohezif olduğunu, 16 - 19 arasında olması ürünün oldukça kohezif olduğunu, 14 - 16 arasında olması kohezif olduğunu, 11 - 14 arasında olması ürünün kolay akışa sahip olduğunu ve <11 olması ise ürünün serbest akışa sahip olduğunu göstermektedir [116]. Üretilen şeker pancarı liflerinin kohezyon indeks değerleri $<100 \mu\text{m}$, $100-200 \mu\text{m}$ ve $200-300 \mu\text{m}$ partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 15.41, 15.02 ve 14.35 olarak bulunmuştur. Buna göre üç partikül boyutunda da ürünlerin kohezif özellik gösterdiği ancak partikül boyutu arttıkça kohezyon katsayısının düştüğü belirlenmiştir. Akıcılığın parçacık boyutuna ve dağılımına oldukça bağımlı olduğu bilinmektedir [166]. Benkovic et al. [114]

probiyotik ve diyet lif içeren glutensiz bebek mamasında yaptıkları çalışmada partikül büyüklüğü dağılımının akışı etkilediği ve en dar aralıkta dağılıma sahip olan örneğin daha iyi akış özellikleri sergilediğini bildirmişlerdir.

Genel olarak, partikül boyutu 200 μm 'den daha büyük olan tozların serbest akışkan olduğu, ince tozların ise akışkanlığının daha zor olduğu bildirilmiştir [114, 156]. Akış kabiliyeti genellikle, parçacık büyüklüğü azaldıkça azalmaktadır. Bunun nedeni parçacık boyutu büyüdükçe parçacıklar arası çekim kuvvetleri için gerekli temas alanı da azalmaktadır [168]. Kuru tozlar için kohezyon kuvvetleri, en önemli olanı Van der Waals olmak üzere, elektrostatik ve magnetik kuvvetler olarak bildirilmiştir [113].

Toz ürünlerin akışkanlığı, depolama, taşıma, formülasyon, karıştırma, sıkıştırma veya ambalajlama gibi işlemlerde önem arz etmektedir. Toz akışkanlığının ürünün partikül boyutuna, dağılımına ve kimyasal bileşimine bağlı olduğu bilinmektedir [166]. Parçacık büyüklüğü, tozların akıcılığını etkileyen en önemli fiziksel özelliklerden biridir. Küçük partiküllere sahip tozların partikül boyutu azaldıkça daha yapışkan özellik gösterdikleri için daha zayıf akış sergiledikleri ve parçacık büyüklüğü arttıkça yapışma azalacağından daha kolay akış sergiledikleri ifade edilmiştir [115].

Özellikle toz ürünlerin depolanmaları sırasında oluşacak sıkıştırılma durumlarının da değerlendirilmesiyle belirlenen yığın yoğunluğu, sıkıştırılmış yığın yoğunluğu ve Carr indeks değerleri de tozların akış özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Bir kabın birim hacmini kaplayan parçacıkların kütlesi olarak tanımlanan yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu toz gıdaların en uygun depolama, işleme, paketlenme ve dağıtım koşullarını seçmek için belirlenmesi gereken özelliklerdir [168]. En yüksek yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu $<100 \mu\text{m}$ partikül boyutundaki lifte, en düşük yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu ise 200-300 μm partikül boyutundaki lifte bulunmuştur. Şeker pancarı liflerinin partikül boyutunun artması ile yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Jan [169] yaptığı çalışmada pirinç ununun partikül boyutunun yığın yoğunluğu ile doğrudan bir ilişkisi olduğunu belirtmiştir.

Carr indeks değerleri $<100 \mu\text{m}$, 100-200 μm ve 200-300 μm partikül boyutuna sahip olan liflerde sırası ile 16.224, 18.626 ve 40.511 olarak bulunmuştur. Carr indeks değeri 0-10 arasında ise mükemmel akış, 11-15 arasında ise iyi akış, 16-20 arasında ise orta

akış, 21–25 arasında ise kabul edilebilir akış, 26–31 arasında ise kötü akış, 32–37 arasında ise çok zayıf akış, > 38 ise çok, çok zayıf akış olarak değerlendirilmektedir [116, 158, 159]. Buna göre <100 µm ve 100-200 µm partikül boyutuna sahip şeker pancarı liflerinin orta akışa sahip olduğu, 200-300 µm partikül boyutuna sahip olan şeker pancarı lifinin ise oldukça zayıf akışa sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Etti et al. [111] *L. pumila* bitkisinin tozu ile yaptıkları çalışmada *L. pumila* tozunun kohezif indeksini 15.7 olarak bularak ürünün kohezif olduğunu, Carr indeks değerine göre de kötü akışkanlığa sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tozun parçacık büyüklüğünün toz akışkanlığını etkilediğini, tozun parçacık büyüklüğü azaldıkça akışkanlıkta güçlük yaşandığını bildirmişlerdir.

4.1.7. Şeker Pancarı Posasından Üretilen Diyet Gıda Lifinin Model Gıdalarda Kullanılması

Gıda endüstrisinin birçok alanında ürünlerin viskozitesini, dokusunu, duyu özelliklerini ve raf ömrünü arttırmak için diyet gıda liflerinin fizikokimyasal özelliklerden faydalanılmaktadır. Diyet gıda liflerinin unlu mamuller, içecekler, şekerlemeler, süt ürünleri, dondurulmuş süt ürünleri, et, makarna ve çorbalar gibi gıda ürünlerine eklenmesi hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Yaygın olarak diyet gıda lifleri, su bağlama kapasiteleri sayesinde raf ömrünü uzatmak ve ekonomik kayıpları azaltmak için unlu mamullere ilave edilmektedir. Lifler ayrıca yağ ikamesiyle kalori içeriğini azaltmak ve et ürünlerinin dokusunu ve stabilitesini arttırmak için et ürünlerine ilave edilmektedir [9].

Tez çalışması kapsamında unlu mamüllerden kek, et ürünlerinden de köfte model gıdalar olarak seçilmiş, şeker pancarı posasından üretilen diyet gıda lifleri model gıdaların üretim reçetelerine ilave edilerek gıdaların özelliklerine olan etkisi incelenmiştir.

4.1.7.1. Şeker Pancarı Lifinin Model Gıda Olarak Kek Üretiminde Kullanılması

Lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen ve %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilen kekler fizikokimyasal, tekstürel ve duyu açıdan değerlendirilerek lif ilavesinin keklerde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir.

4.1.7.1.1. Model Kek Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Üretilen model kek örneklerinin nem değerleri incelendiğinde lif ilavesinin keklerin nem miktarları üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Keklerin kül miktarları değerlendirildiğinde ise en düşük kül kontrol kek örneğinde, en yüksek kül %6 şeker pancarı lifi içeren kekte belirlenmiştir. Keklere lif ilave edilmesinin keklerin kül içeriğinde artışa neden olduğu görülmüştür. Hwan et al. [171] *Opuntia humifusa* (hint inciri) lifi ile pandispanya keklerinde yaptıkları çalışmada keklerin nem ve kül içeriğinin hint inciri lifi ilavesiyle arttığını belirtmişlerdir. Ancak Luna et al. [172] chia ilavesinin keklerin nemini değiştirmedini bulmuşlardır. Sudha et al. [173] %0 ve %25 oranında diyet lif kaynağı olarak elma posası ilave ettikleri keklerin nem içeriklerini %20.9 ile %21.8 arasında bulduklarını ve iki örnek arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Renk değerlerinden açıklık-koyuluk özelliklerini belirten L^* değerleri incelendiğinde en yüksek L^* değerinin kontrol kek örneğinde, en düşük değerin ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde olduğu görülmüştür. Lif ilavesinin kek örneklerinin renginde koyuluk değerlerini artırdığı gözlenmiştir. Kek üretiminde lif ilavesinin a^* değerleri üzerine etkisi olmadığı, b^* değerlerini ise azalttığı görülmüştür. Go'mez et al. [117] keklerle diyet lif eklendiğinde kek renginin daha koyu (L^* değerlerinin düştüğünü), daha kırmızımsı (a^* değerlerinin yükseldiğini) ve daha düşük sarımsı (b^* değerlerinin düştüğünü) renkte olduğunu belirlemişlerdir. Luna et al. [172] ise en yüksek L^* değerinin chia ilavesi olmayan kekte olduğu bildirmişlerdir.

Üretilen kek örneklerinde lif ilavesinin kek örneklerinin yağ miktarlarını ve pH değerleri azalttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde kek örneklerinin protein miktarının lif ilavesi ile azaldığı ancak bu azalma miktarının istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Hwan et al. [171] *Opuntia humifusa* (hint inciri) lifinin pandispanya keklerle ilave edilmesi ile keklerin protein ve yağ içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Zheng et al. [174] ise hindistancevizi keklerinde yaptıkları çalışmada diyet lif ilavesinin keklerin protein ve yağ içeriklerini azalttığını bildirmişlerdir. Sudha et al. [173] keklerle %0 ve %25 oranında diyet lif olarak elma posası ilave ederek yaptıkları çalışmada keklerin yağ ve protein içeriklerini sırasıyla

%19.3–20.5 ve %8.5–8.46 olarak bulduklarını, her iki örneğinde yağ ve protein değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Üretilen keklerde kekta % ağırlık (pişme) kayıpları değerleri incelendiğinde kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneklerinde sırası ile %15.00, %13.24 ve %12.43 olarak bulunmuştur. Keklere lif ilavesi ve ilave edilen lif miktarının artması keklerde % ağırlık (pişme) kayıpları değerlerini önemli miktarda ($p < 0.05$) azalttığı bulunmuştur. Chia tohumu musilajının ekmek ve keklerde ilave edildiği bir çalışmada chia eklenmesiyle pişme kaybının azaldığı bildirilmiştir [175]. Diyet gıda liflerinin suyu bağlama özellikleri nedeniyle pişme sırasında suyun uzaklaşmasını engelleyerek pişme kaybını azalttığı düşünülmektedir. Diyet gıda lifleri keklerin fizikokimyasal özellikleri üzerine benzer etkiler göstermelerine rağmen farklı kaynaklardan elde edilen diyet liflerinin farklı özellikler gösterebileceği düşünülmektedir.

4.1.7.1.2. Model Kek Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Keklerin tekstürel özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla sertlik, tutunabilirlik-dış yapışkanlık, esneklik, bağlayıcılık-iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet özellikleri incelenmiştir.

Sertlik değeri gıdalarının yapısında deformasyon oluşabilmesi için gereken güç olarak ifade edilmektedir. Duyusal olarak ise ön dişler arasında sıkıştırmak için gerekli olan güç olarak ifade edilmektedir [176]. Kek örneklerinde en düşük sertlik değeri kontrol kek örneğinde, en yüksek sertlik değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre lif ilavesinin kek örneklerinin sertlik değerlerini artırdığı belirlenmiştir.

Tekstür analizinde tutunabilirlik (dış yapışkanlık) özelliği gıdanın dış yüzeyi ile temas ettiği bir yüzeye (diş, damak, prop gibi) yapışma derecesi olarak ifade edilmektedir [177]. Kek örneklerinin tutunabilirlik değerleri incelendiğinde en yüksek değer %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde, en düşük değer ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde gözlenmiştir. Keklere lif ilavesinin tutunabilirlik değerleri üzerine etkisi olmadığı görülmüştür.

Esneklik değeri bir gıda maddesine deformasyona uğraması için uygulanan kuvvetin ortadan kaldırılmasıyla gıdanın eski haline dönme oranı olarak ifade edilmektedir. Azı dişler ile sıkıştırılan gıdanın eski yüksekliğine dönme oranı ve hızı olarak da duyuşal açıdan ifade edilmektedir [176]. Üretilen kek örneklerinin esneklik değeri karşılaştırıldığında en yüksek değeri kontrol kek örneğinde, en düşük değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde bulunmuştur. Lif ilavesinin esneklik değerlerini azalttığı gözlenmiştir.

Gıdaların tekstür profil analizinde bağlayıcılık (iç yapışkanlı) özelliğı gıdanın yapısını koruyan iç bağların dayanma gücü olarak ifade edilmektedir. Duyusal açıdan ifadesi ise gıda ısırılırken kopmadan önceki deformasyon miktarı şeklindedir [176]. Buna göre üretilen kek örneklerinin bağlayıcılık değeri kıyaslandığında en yüksek değeri kontrol kek örneğinde, en düşük değeri ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinde olduğu görülmüştür. Kek örneklerine lif ilavesinin keklerin bağlayıcılık değerlerini azalttığı ancak bu azalma oranının istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadığı görülmüştür ($p > 0.05$).

Gıdalarda tekstürel özelliklerden olan sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri benzer nitelikleri göstermekte olup gıdaların yutulmalarına hazır hale gelene kadar parçalanmaları için gereken enerji olarak ifade edilmektedir. Duyusal olarak ifadesi ise gıdaların yutulmaya hazır hale gelinceye kadar gereken çiğneme sayısı ve gücüdür [176]. Sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değeri keklere lif ilavesi ile artmıştır ancak kontrol ve %3 şeker pancarı lifi içeren örneklerin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değeri arasında fark olmadığı ($p > 0.05$), %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneğinin farklı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Elastikiyet değeri ürünün orijinal konumunu ne kadar iyi kazandığı yani gıdanın orijinal haline dönebilme yeteneğı olarak ifade edilmektedir [178]. Üretilen kek örneklerinin elastikiyet değeri incelendiğinde keklere lif ilave edilmesinin elastikiyet üzerine etkisi olmadığı görülmüştür.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında ise kayısı lifi ilave edilmiş keklere lif ilavesi ile sertlik değeri arttığı [179], keklere diyet lifi olarak ilave edilen elma posasının miktarının artmasıyla keklerin sertliğinin arttığı [173] bildirilmiştir. Hwan et al. [171] *Opuntia humifusa* (hint inciri) lifi ilave ettikleri keklere sertlik ve sakızimsılık

değerlerinin azaldığını, bağlayıcılık ve esneklik değerlerinin ise arttığını bildirmişlerdir. Arocha et al. [180] farklı diyet liflerin (inülin, guar ve yulaf lifi) keklere ilave edilmesiyle keklerin sertlik ve bağlayıcılık değerlerinin arttığını, elastikiyet değerlerinin ise azaldığını belirtmişlerdir. Ateş et al. [181] ise yüksek lif içeren kahve kabuğunun keklere ilave edilmesiyle sertlik ve çiğnenabilirlik değerlerinin arttığını, esneklik ve bağlayıcılık değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Kaur et al. [182] yaptıkları çalışmada keten tohumunun muffin keklere ilave edilmesinin keklerin sertliğini artırdığını, bağlayıcılık ve elastikiyet değerlerini ise azalttığını belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada çözünür ve çözünmez lifler farklı oranlarda karıştırılarak keklere ilave edilmiş; keklerin sertlik, tutunabilirlik, bağlayıcılık ve sakızimsılık değerlerine bakılmıştır. Sadece çözünür lif kullanılarak üretilen kek örneğinin tekstürel özelliklerde en düşük değerleri almıştır. %50 ve %75 oranında çözünür lif içeren kekler ise kontrol kek örneğine benzer değerler almıştır [183]. Tez çalışması kapsamında üretilen ve model kek örneklerinin üretim reçetelerine ilave edilen şeker pancarı lifinin de literatürde çalışılmış olan farklı liflerle kekler üzerinde benzer etkiler gösterdiği görülmüştür.

4.1.7.1.3. Model Kek Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Lif ilave edilmeden kontrol olarak üretilen, %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilen kekler görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni olarak panelistlerin beğenisine sunulmuştur. Lif ilave edilmeden üretilen kontrol örneği görünüş, tekstür, renk ve genel beğeni kriterlerinde en yüksek puanı alarak en beğenilen örnek olmuştur. Koku ve lezzet kriterlerinde en fazla puanı alan ve beğenilen örnek ise %6 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur. Üretilen kek örneklerinin basit toplamı ağırlıklandırma yöntemi ile görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni kriterleri göz önüne alınarak tercih edilme sıralaması analiz edildiğinde en beğenilen ve tercih edilen kek örneği lif içermeyen kontrol kek örneği, ikinci sırada tercih edilen %6 şeker pancarı lifi içeren kek ve son olarak tercih edilen kek örneği %3 şeker pancarı lifi içeren kek örneği olmuştur.

Yapılan çalışmalara bakıldığında keten tohumunun muffin keklere ilave edilmesinin keklere koyu renk vermesinden ve keklerin sertliğini artırdığından dolayı tüm duyusal özellikler için beğeniyi oldukça düşürdüğü [182], yüksek oranda diyet lif ve protein

içeren patates tozunun keklere ilave edildiği bir çalışmada kontrol örneğinin diğer örneklere göre daha fazla beğeni aldığı [184] ve yeşil muz unu katılan keklerin duysal kabul edilebilirliğinde bir miktar düşüş olduğu [185] belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise chia ilave edilen keklerin beğeni yönünden iyi olduğu, renk ve lezzet açısından kontrol örneğine göre daha az puan almasına rağmen tekstür açısından kontrol ve lifli kekin benzer puanlar aldığı belirtilmiştir [172]. Bu çalışmada yapılan duysal analiz sonuçları ile literatürdekilerle benzer özellik gösterdiği, keklere diyet lif ilave edilmesinin genel olarak beğeni düşürdüğü gözlenmiştir. Bunun nedenin özellikle liflerin renginin koyu olması, farklı tat veya koku vermesi olduğu düşünülmektedir. Filipović et al. [186] şeker pancarı lifinin ekmeklere ilave ettikleri çalışmaları neticesinde ekmeklere şeker pancarı lifi ilavesinin hamurun su bağlama özelliğini artırdığı için teknolojik olarak olumlu sonuç alındığını ancak ekmeğin rengini koyulaştırdığı için beğeni azalttığını bildirmişlerdir. Bunun için de çeşitli baharatlar yardımıyla beğenin artırabileceğini belirtmişlerdir.

4.1.7.2. Şeker Pancarı Lifinin Model Gıda Olarak Köfte Üretiminde Kullanılması

Et ürünlerinden model gıda olarak seçilen köfte lif ilave edilmeden kontrol olarak, %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilmiş, üretilen köfte örneklerinde fizikokimyasal analizler, tekstür analizleri ve duysal analiz gerçekleştirilmiştir.

4.1.7.2.1. Model Köfte Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Üretilmiş olan köfte örneklerinin nem değerlerinin lif ilave edilmesi ise azaldığı görülmüştür. Kül değerlerinde ise lif ilavesinin köfte örneklerinin kül miktarını artırdığı bulunmuştur. Köftelere %5, %10, %15 ve %20 oranında çavdar kepeğinin ilave edildiği bir çalışmada en yüksek nem içeriğine sahip olan örnek kontrol örneği, en düşük nem içeriğine sahip örnek ise %20 oranında çavdar kepeği içeren köfte olarak; kül içeriği ise en düşük kontrol örneğinde en yüksek %20 çavdar kepeği içeren örnekte bulunmuştur [187]. Yulaf kepeğinin köftelere ilave edildiği bir çalışmada ise artan yulaf kepeği ilavesi ile nem değerinin düştüğü, kül değerinin ise arttığı bildirilmiştir [188]. Ancak yapılan başka bir çalışmada limon albedosu ilave edilen sığır eti burgerlerinde lif ilavesi ile nem değerinde artış olduğu, kül değerlerinde ise artma olduğu belirlenmiştir [189]. Diyet lifi kaynağı olarak farklı oranlarda tahıl kepeklerinin köftelere ilave edildiği bir

çalışmada örneklerin nem içeriğinin daha fazla kepek ilavesi ile azaldığı bildirilmiştir [190].

Köfte örneklerinin renk değerleri incelendiğinde L^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğu ($p < 0.05$) ve lif ilavesi ile köftelerin L^* değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Buna göre lif ilavesi köfte örneklerinin renginin açılmasına neden olmuştur. Şeker pancarı lifinin köftelere ilave edilmesi köftelerin a^* değeri üzerinde etkisi olmadığı, b^* değerlerinde ise artışa neden olduğu gözlenmiştir. Şeker kamışı lifi ile düşük yağlı et hamurları üzerine yapılan bir çalışmada şeker kamışı lifinin ilavesi ile hem çiğ hem de pişmiş üründe L^* ve a^* değerlerinin düzenli değişmediği ancak b^* değerlerinin arttığı bildirilmiştir [122]. Sosislerde yapılan bir çalışmada limon albedosu kullanımının L^* değerlerini artırdığı, bunun nedeninin limon albedosunda açık renkli maddelerin fazla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Limon albedosunun sosislerin a^* değerlerini artırdığı, b^* değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir [78]. Köftelere çavdar kepeğinin ilavesinin L^* ve b^* değerlerini artırdığı, a^* değerini ise azalttığı [187]; buğday kepeği ilavesinin de L^* ve b^* değerini artırdığı, a^* değerini azalttığı belirtilmiştir [191]. Üretilen köfte örneklerinin yağ içeriklerinin lif ilavesi ile arttığı gözlenmiştir. Bunun nedeninin lif ilavesinin köftelerin pişmeleri sırasında yağ kayıplarını azaltması olduğu düşünülmektedir. Sığır köftelerine okara (soya posası tozu) ilave edilen bir çalışmada lif ilavesi ile köfterin yağ içeriğinin arttığı belirtilmiştir [192].

Köftelere lif ilave edilmesi köftelerin protein içeriklerinde artış meydana getirse bile her üç köfte örneğinin de protein miktarları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Tahıl kepeklerinin diyet lifi kaynağı olarak köftelere ilave edildiği çalışmada örneklerin protein içeriğinin lif ilavesi ile arttığı bildirilmiştir [190]. Bunun yanı sıra köftelere çavdar kepeği ilavesinin [187], buğday kepeği ilavesinin [191] ve yulaf kepeği ilavesinin [188] de protein içeriğini artırdığı bildirilmiştir.

Köfte örneklerine ait pH değerleri incelendiğinde ise lif ilavesinin köfte örneklerinin pH değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Sığır eti burgerlerine limon albedosunun ilave edilmesi ile pH değerinin düştüğü [189], fındık zarının eklenmesinin ise pH değerlerini etkilemediği [193] bildirilmiştir.

Köfte örneklerinin % pişme (ağırlık) ve % çap kayıpları değerlerine bakıldığında pişme kayıpları için kontrol, %3 ve %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneklerinde sırasıyla

%32.44, %27.12 ve %23.38 olarak; % çap kayıpları ise sırasıyla %15.33, %10.67 ve %6.67 olarak bulunmuştur. Lif ilavesinin köftelerin pişme kaybını ve çap kaybını azalttığı görülmüştür. Yapılan bir çalışmada sığır eti burgerlerine katılan ananas lifinin su bağlama kapasitesinden dolayı pişme kaybını azalttığı bildirilmiştir [194]. Köftelere çavdar kepeği ilave edilen çalışmada en düşük %20 çavdar kepeği ilave edilen köfte örneğinde gözlemlendiğini belirtilmiştir [187]. Buğday kepeği ile yapılan çalışmada da buğday kepeği ilavesinin ağırlık kaybını azalttığı bildirilmiştir [191]. Köftelere farklı oranlarda tahıl kepeği ilave edilen çalışmada en yüksek ağırlık kaybının kontrol köfte örneğinde bulunduğu belirtilmiştir [190].

4.1.7.2.2. Model Köfte Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Köfte örneklerinin sertlik, tutunabilirlik-dış yapışkanlık, esneklik, bağlayıcılık-iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet özellikleri tekstür analizi ile incelenmiştir.

En düşük sertlik değeri kontrol köfte örneğinde en yüksek sertlik değeri %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneğinde bulunmuş olup köftelere lif ilavesi ve ilave edilen lif miktarı köftelerin sertlik değerlerini artırdığı görülmüştür. Köfte örneklerinin tutunabilirlik (dış yapışkanlık) ve esneklik değerleri incelendiğinde lif ilavesinin köftelerin tutunabilirlik (dış yapışkanlık) ve esneklik değerlerini etkilemediği gözlenmiştir. Bağlayıcılık (iç yapışkanlık) değerleri bakımından köfte örnekleri kıyaslandığında ise lif ilavesinin köftelerin bağlayıcılık değeri üzerine etkisi olmadığı gözlenmiştir. Üretilen köfte örneklerinin sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri için en yüksek değer aldığı örnek %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği en düşük değer aldığı örnek ise kontrol köfte örneği olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre lif ilavesinin ve lif miktarının köfte örneklerinin sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı sonucuna varılmıştır. Elastikiyet özellikleri açısından ise köfte üretiminde şeker pancarı lifi kullanımının köftelerin elastikiyeti üzerine önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Şeker pancarı lifinin et emülsiyonları üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada sertlik, bağlayıcılık, çiğnenebilirlik, sakızımsılık ve elastikiyet değerleri kontrol örneğinde en düşük değerlerde gözlenmiş olup şeker pancarı lifi ilavesiyle bu değerlerin arttığı belirtilmiştir. Tutunabilirlik ve esneklik değerlerinin ise şeker pancarı lifi ilavesiyle azaldığını bildirilmiştir [132]. Düşük yağlı et hamurlarına şeker kamışı ilave

edilen çalışmada lif ilavesinin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı belirtilmiştir [195]. Sığır eti burgerlerine ananas lifi ve ananas selülozu ilave edilen çalışmada sertliğin her iki lifin konsantrasyonundan da etkilendiği, aynı oranda kullanıldıklarında selülozun daha sert yapı oluşturduğu, bu nedenle ananas lifinin sığır eti burgerlerinde kullanımın daha iyi olacağı bildirilmiştir [194]. Sığır eti burgerlerine limon albedosu ilave edilen çalışmada albedo konsantrasyonun artmasına bağlı olarak sertlik, esneklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı belirtilmiştir [189].

4.1.7.2.3. Model Köfte Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Köfte örneklerinin duyusal analizinde lif ilave edilmeden kontrol olarak, %3 ve %6 oranlarında şeker pancarı lifi ilave edilerek üretilen köfteler görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni açısından panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda görünüş, koku, lezzet, renk ve genel beğeni açısından en yüksek puanı alarak en fazla beğeni alan örnek %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olurken tekstür açısından en yüksek puanı alarak en fazla beğeni alan örnek %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur. Köfte örneklerinin duyusal analiz sonuçlarının basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi ile görünüş, koku, lezzet, tekstür, renk ve genel beğeni kriterleri göz önüne alınarak tercih edilme sıralaması analiz edildiğinde en beğenilen ve tercih edilen köfte örneği %3 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği olmuştur. İkinci sırada tercih edilen %6 şeker pancarı lifi içeren köfte örneği ve üçüncü olarak tercih edilen ise lif ilave edilmeden üretilen köfte örneği olmuştur. Köftelere %3 ve %6 oranlarında çavdar kepeği ve bezelye lifi ilave edilen bir çalışmada köftelere %6 oranında çavdar kepeği ve bezelye lifinin eklenmesinin köftelerdeki duyusal kaliteyi etkilediği bildirilmiştir [196]. %1.5 ve %3 konsantrasyonlarda meyve lifi (şeftali, elma, portakal) ve tahıl lifi (buğday, yulaf) ilave edilen sucuklarda %3 oranında lif ilave edilmesinin sertliği ve bağlayıcılık (iç yapışkanlık) değerlerini artırdığı için duyusal beğeniyi azalttığı, en çok beğenilen sucuk örneğinin %1.5 oranında portakal lifi ilave edilen örnek olduğu bildirilmiştir [193]. Köftelere çavdar kepeği ilave edilen çalışmada %5 ve %10 oranında çavdar kepeği ilave edilen örneklerin duyusal açıdan yüksek puanlar aldıkları belirtilmiştir [187]. Farklı tahıl kepekleri ilavesinde ise %10 oranında mısır kepeği ilavesinin en yüksek puanı aldığı bildirilmiştir [190].

4.2. Öneriler

Tez çalışması kapsamında şeker pancarı posasından optimum koşulda diyet gıda lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla klasik yöntem, ultrason ön uygulama ve mikrodalga kurutma yöntemleri uygulanmıştır.

- Tez çalışmasında şeker pancarı posasından diyet lif üretimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. bünyesinde TUBİTAK TEYDEB 1501 programı kapsamında sanayiye aktarılmıştır. Ticari yatırımlar yapılarak endüstriyel ölçekte şeker pancarı lifi üretilerek ülkemiz adına kazanımlar sağlanabilir.
- Şeker pancarı lifinin su bağlama ve yağ bağlama kapasitelerini artırmaya yönelik modifiye çalışmaları yapılabilir.
- Şeker pancarı lifi üretilirken herhangi bir kimyasal kullanılmamıştır. Şeker pancarı lifinin kimyasal modifikasyonu üzerine çalışmalar yapılabilir.
- Ayrıca diyet gıda liflerinin sağlık üzerine olumlu etkileri düşünüldüğünde diyet gıda lifi yönünden zengin beslenmeyi hedef alacak şekilde şeker pancarı lifinin farklı gıda ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar yapılabilir.
- Şeker pancarı posası ülkemizde genellikle katma değeri düşük olan hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Şeker pancarı posasından diyet lif üretilerek pancar posasının katma değeri yüksek ürüne dönüştürülebileceği görülmüştür. Bu tez çalışmasının birçok bitkisel atığın değerlendirilerek katma değer sağlanabilecek ürünler üretmek için kaynak olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Pingret, D., Chemat, F., 2013. Degradation during application of ultrasound in food processing : A review. **Food Control**, **31** (2): 593–606
2. Ashokkumar, M., 2015. Applications of ultrasound in food and bioprocessing. **Ultrasonics - Sonochemistry**, **25**: 17–23
3. Chemat, F., Khan, M.K., 2011. Applications of ultrasound in food technology : Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics - Sonochemistry**, **18** (4): 813–835
4. Zarein, M., Samadi, S.H., Ghobadian, B., 2015. Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **14** (1): 41–47
5. Nieto, J.E., Fissore, E.N., Latorre, M.E., Soria, M., De Escalada, M.F., Gerschenson, L.N., 2015. Obtention of dietary fibre enriched fractions from peach bagasse using ethanol pre-treatment and microwave drying. **Food Science and Technology**, **62** (2): 1169–1176
6. Hong, Y., Zi-jun, W., Jian, X., Ying-jie, D., Fang, M., 2012. Development of the dietary fiber functional food and studies on its toxicological and physiologic properties. **Food and Chemical Toxicology**, **50** (9): 3367–3374
7. Deng, Q., Penner, M.H., Zhao, Y., 2011. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, **44** (9). 2712–2720
8. Yang, J., Xiao, A., Wang, C., 2014. Novel development and characterisation of dietary fibre from yellow soybean hulls. **Food Chemistry**, **161**: 367–375
9. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological, functionality and commercial applications : A review. **Food Chemistry**, **124** (2): 411–421
10. Ercan, S.Ş., Soysal, Ç., 2011. Ultrasonun gıdalarda ve enzimlerin inaktivasyonunda kullanılması. **Gıda**, **36** (4): 225-231
11. Kek, S.P., Chin, N.L., Yusof, Y.A., 2013. Direct and indirect power ultrasound assisted pre-osmotic treatments in convective drying of guava slices. **Food and Bioproducts Processing**, **91** (4): 495–506

12. Salazar, J., Chávez, J.A., Turó, A., García-Hernández, M.J., 2009. Effect of Ultrasound on Food Processing, 65-84. *In: Novel Food Processing* (Eds: Ahmed, J., Ramaswamy, H.S., Kasapis, S., Boye, J.I.). CRC Press, USA.
13. Awad, T.S., Moharram, H.A., Shaltout, O.E., Asker, D., Youssef, M.M., 2012. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. **Food Research International**, **48** (2): 410–427
14. Ojha, K.S., Mason, T.J., Donnell, C.P.O., Kerry, J.P., Tiwari, B.K., 2017. Ultrasound technology for food fermentation applications. **Ultrasonics-Sonochemistry**, **34**: 410–417
15. Yılmaz, T., 2015. Bitkisel Ürünlerden Polisakkarit Ekstraksiyonunda Ultrason Kullanımının Optimizasyonu. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Manisa, 183 s.
16. Chen, M., Zhao, Y., Yu, S., 2015. Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants and anthocyanins from sugar beet molasses. **Food Chemistry**, **172**: 543–550
17. Achat, S., Tomao, V., Madani, K., Chibane, M., Elmaataoui, M., 2012. Direct enrichment of olive oil in oleuropein by ultrasound-assisted maceration at laboratory and pilot plant scale. **Ultrasonics - Sonochemistry**, **19** (4): 777–786
18. Chen, H., Fu, X., Luo, Z., 2015. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water. **Food Chemistry**, **168**: 302–310
19. Minjares-fuentes, R., Femenia, A., Garau, M.C., Meza-velázquez, J.A., 2014. Ultrasound-assisted extraction of pectins from grape pomace using citric acid: A response surface methodology approach. **Carbohydrate Polymers**, **106**: 179–189
20. Maran, J.P., Priya, B., 2015. Ultrasound-assisted extraction of pectin from sisal waste. **Carbohydrate Polymers**, **115**: 732–738
21. Wang, W., Ma, X., Xu, Y., Cao, Y., Jiang, Z., Ding, T., 2015. Ultrasound-assisted heating extraction of pectin from grapefruit peel: Optimization and comparison with the conventional method. **Food Chemistry**, **178**: 106–114

22. Wu, H., Hulbert, G.J., Mount, J.R., 2001. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. **Innovative Food Science & Emerging Technologies** **1**: 211–218
23. Anese, M., Mirolo, G., Beraldo, P., Lippe, G., 2013. Effect of ultrasound treatments of tomato pulp on microstructure and lycopene in vitro bioaccessibility. **Food Chemistry**, **136** (2): 458–463
24. Abismail, B., Canselier, J.P., Wilhelm, A.M., Delmas, H., Gourdon, C., 1999. Emulsification by ultrasound: drop size distribution and stability. **Ultrasonics Sonochemistry**, **6**: 75–83
25. Cameron, M., McMaster, L.D., Britz, T.J., Cameron, M., McMaster, L.D., Britz, T.J., 2009. Impact of ultrasound on dairy spoilage microbes and milk components. **Dairy Science & Technology**, **89** (1): 83–98
26. Musielak, G., Mierzwa, D., Kroehnke, J., 2016. Food drying enhancement by ultrasound: A review. **Trends in Food Science & Technology**, **56**: 126–141
27. Rodríguez, Ó., Eim, V., Rosselló, C., Femenia, A., Cárcel J.A., Simal, S., 2017. Application of power ultrasound on the convective drying of fruits and vegetables: effects on quality. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, **98**: 1660–1673
28. Sabarez, H., Scientific, C., Gallego-juarez, J.A., National, S., Riera, E., National, S., 2012. Ultrasonic-assisted convective drying of apple slices. **Drying Technology**, **30**: 989–997
29. Méndez, E.K., Orrego, C.E., Manrique, D.L., Gonzalez, J.D., Vallejo, D., Preparation, A.S., 2015. Power ultrasound application on convective drying of banana (*Musa paradisiaca*), mango (*Mangifera indica* L.) and guava (*Psidium guajava* L.). **Biotechnology and Bioengineering**, **9** (10): 1100–1105
30. Gamboa-santos, J., Soria, A.C., Villamiel, M., Montilla, A., 2013. Quality parameters in convective dehydrated carrots blanched by ultrasound and conventional treatment. **Food Chemistry**, **141** (1): 616–624
31. Rattanadecho, P., Makul, N., 2016. Microwave-assisted drying: a review of the state of the art. **Drying Technology**, **34** (1): 1–38
32. Routray, W., Orsat, V., 2012. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review. **Food Bioprocess Technology**, **5**: 409–424

33. Vadivambal, R., Jayas, D.S.Ã., 2007. Changes in quality of microwave-treated agricultural products-a review. **Biosystems Engineering**, **98**: 1–16
34. Paengkanya, S., Soponronnarit, S., Nathakarakakule, A., 2015. Application of microwaves for drying of durian chips. **Food and Bioproducts Processing**, **96**: 1–11
35. Oliveira, M.E.C., Franca, A.S., 2002. Microwave heating of foodstuffs. **Journal of Food Engineering**, **53**: 347–359
36. Datta, A.K., Davidson, P.M., 2000. Microwave and radio frequency processing. **Journal of Food Science**, **65**: 32–41
37. Raghavan, V.G.S., Orsat, V., Meda, V., 2005. The microwave processing of foods. **Stewart Postharvest Review**, **2** (3): 1–8
38. Li, D., Jia, X., Wei, Z., Liu, Z., 2012. Box – Behnken experimental design for investigation of microwave-assisted extracted sugar beet pulp pectin. **Carbohydrate Polymers**, **88** (1): 342–346
39. Siguemoto, É.S., Purgatto, E., Hassimotto, N.M.A., Gut, J.A.W., 2019. Comparative evaluation of flavour and nutritional quality after conventional and microwave-assisted pasteurization of cloudy apple juice. **Food Science and Technology**, **111**: 853–860
40. Sumnu, G., Sahin, S., Sevimli, M., 2005. Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking of cakes. **Journal of Food Engineering**, **71** (2): 150–155
41. Sangwan, A., Kawatra, A., Sehgal, S., 2014. Nutritional composition of ginger powder prepared using various drying methods. **Journal Food Science Technology**, **51** (9): 2260–2262
42. Ozkan, I.A., 2007. Microwave drying characteristics of spinach. **Journal of Food Engineering**, **78**: 577–583
43. Soysal, Y., 2004. Microwave drying characteristics of parsley. **Biosystems Engineering**, **89** (2): 167–173
44. Wang, Z., Sun, J., Chen, F., Liao, X., Hu, X., 2007. Mathematical modelling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot air pre-drying. **Journal of Food Engineering**, **80**: 536–544

45. Demiray, E., Seker, A., Tulek, Y., 2017. Drying kinetics of onion (*Allium cepa* L.) slices with convective and microwave drying. **Heat and Mass Transfer**, 53 (5): 1817-1827
46. Wang, J., Sheng, K., 2006. Far-infrared and microwave drying of peach. **Food Science and Technology**, 39: 247–255
47. Chauhan, A.K.S., Srivastava, A.K., 2009. Optimizing drying conditions for vacuum-assisted microwave drying of green peas (*Pisum sativum* L.). **Drying Technology**, 27: 761–769
48. Hernández-Ortega, M., Kissangou, G., Necoechea-Mondragón, H., Sánchez-Pardo, M.E., Ortiz-Moreno, A., 2013. Microwave dried carrot pomace as a source of fiber and carotenoids. **Food and Nutrition Sciences**, 4: 1037–1046
49. Dai, F., Chau, C., 2016. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. **Journal of Food and Drug Analysis**, 25: 37-42
50. Ferna, J., Jime, A., Guille, R., Heredia, A., 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, 17: 3–15
51. Knudsen, K.E.B., 2001. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, 90: 3–20
52. Sun, R., Hughes, S., 1998. Fractional extraction and physico-chemical characterization of hemicelluloses and cellulose from sugar beet pulp. **Carbohydrate Polymers**, 36: 293–299
53. Englyst, H.N., Hudson, G.J., 1996. The classification and measurement of dietary carbohydrates. **Food Chemistry**, 57 (1):15–21
54. Devries, J.W., 2003. On defining dietary fibre. **Proceedings of the Nutrition Society**, 62: 37–43
55. Devries, J.W., Rosky, L.P., 1999. A historical perspective on defining dietary fiber. **American Association of Cereal Chemists**, 44 (5): 367–369
56. Cui, S.W., Roberts, K.T., 2009. Dietary Fiber: Fulfilling the Promise of Added-Value Formulations. *Modern Biopolymer Science*, 399-448
57. AACC Report, 2001. The Definition of Dietary Fiber. American Association Of Cereal Chemists, 46 (3): 112-126
58. Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a review. **Journal of Food Science and Technology**, 49 (3): 255–266

59. Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington M., Bourgeois C.M., 1997. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, **8**: 41-48
60. Dranca, F., Oroian, M., 2018. Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. **Food Research International**, **113**: 327–350
61. Li, D., Du, G., Jing, W., Li, J, Yan, J., Liu Z., 2015. Combined effects of independent variables on yield and protein content of pectin extracted from sugar beet pulp by citric acid. **Carbohydrate Polymers**, **129**: 108–114
62. Ma, S., Yu, S., Zheng, X., Wang, X., Bao, Q., 2013. Extraction, characterization and spontaneous emulsifying properties of pectin from sugar beet pulp. **Carbohydrate Polymers**, **98**: 750– 753
63. Huang, X., Li, D., Wang, L., 2017. Characterization of pectin extracted from sugar beet pulp under different drying conditions. **Journal of Food Engineering**, **211**: 1–6
64. Mudgil, D., Barak, S., 2013. Properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, **61**: 1–6,
65. Sangeethapriya, M., Siddhuraju, P., 2014. Health related functional characteristics and antioxidant potential of mucilage (dietary fiber) from *Zizyphus mauritiana* fruits. **Food Science and Human Wellness**, **3** (2): 79–88
66. Ozyurt, V.H., Ötles, S., 2016. Effect of food processing on the physicochemical properties of dietary fibre. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, **15** (3): 233-245
67. Lu, X., Chen, J., Guo, Z., Zheng, Y., Rea, M.C., Su, H., 2012. Using polysaccharides for the enhancement of functionality of foods: a review. **Trends in Food Science & Technology**, **86**: 311–327
68. Babaei, B., Noshad, H., Vahedi, S., 2012. Optimization of cellulose extraction from sugar beet pulp. **Journal of Sugar Beet**, **27** (2): 45-50
69. Peng, P., She, D., 2014. Isolation, structural characterization and potential applications of hemicelluloses from bamboo: A review. **Carbohydrate Polymers**, **112**: 701–720,

70. Terrett, O.M., Dupree, P., 2018. Covalent interactions between lignin and hemicelluloses in plant secondary cell walls. **Current Opinion in Biotechnology**, **56**: 97–104
71. Mokhothu, T.H., Jacob, M., 2015. Review on hygroscopic aging of cellulose fibres and their biocomposites. **Carbohydrate Polymers**, **131**: 337–354
72. Wu, Y., Qian, Y., Pan, Y., Li, P., Yang, J., Ye, X., 2015. Association between dietary fiber intake and risk of coronary heart disease: A meta-analysis. **Clinical Nutrition**, **34** (4): 603–611
73. Li, J., Chotiko, A., Narcisse, D.A., Sathivel, S., 2016. Evaluation of alpha-tocopherol stability in soluble dietary fiber based nanofiber. **Food Science and Technology**, **68**: 485–490
74. Dülger, D., Şahan, Y., 2011. Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **157**: 147–157
75. Hu, G., Huang, S., Chen, H., Wang, F., 2010. Binding of four heavy metals to hemicelluloses from rice bran. **Food Research International**, **43** (1): 203–206
76. Nawirska, A., 2005. Binding of heavy metals to pomace fibers. **Food Chemistry**, **90**: 395–400
77. Miki, T., Eguchi, M., Kurotani, K., Kochi, T., Kuwahara, K., Ito, R., Kimura, Y., Tsuruoka, H., Akter, S., Kashino, I., Kabe, I., Kawakami, N., Mizoue, T., 2016. Dietary fiber intake and depressive symptoms in Japanese employees : The furukawa nutrition and health study. **Nutrition**, **32** (5): 584–589
78. Fern, J.M., Fern, J., 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber : Application to bologna sausages. **Meat Science**, **67**: 7–13
79. Carballo, J., Cofrades, S., Jime, F., 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, **59**: 5–13.
80. Borderias, A.J., Pe, M., Novais, A., 2005. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, **16**: 458–465
81. Shea, N.O., Arendt, E.K., Gallagher, E., 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **16**: 1–10

82. Mckee, L.H., Latner, T.A., 2000. Underutilized sources of dietary fiber: A review. **Plant Foods for Human Nutrition**, 55: 285–304
83. Köksel, H., Özboy, Ö., 1993. Besinsel lif analiz yöntemleri. **Gıda**, 18 (1): 73-79
84. Larrauri, J.A., 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit fruit by-products. **Trends in Food Science & Technology**, 10: 6–11
85. Sharoba, A.M., Farrag, M.A., El-salam, A., 2013. Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, 19 (4) 429–444
86. Ng, S.P., Tan, C.P., Lai, O.M., Long, K., Mirhosseini, H., 2010. Extraction and characterization of dietary fiber from coconut residue. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, 8 (2), 172–177
87. Luo, X., Wang, Q., Zheng, B., Lin, L., Chen, B., 2017. Hydration properties and binding capacities of dietary fibers from bamboo shoot shell and its hypolipidemic effects in mice. **Food and Chemical Toxicology**, 109: 1003–1009
88. Young, I., Jun, Y., Lee, S., Gyu, H., 2016. Characterization of apple dietary fibers influencing the in vitro starch digestibility of wheat flour gel. **Food Science and Technology**, 65: 158–163
89. Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M.A., Borchani, C., Besbes, S., 2012. Physico-chemical characterization and associated antioxidant capacity of fiber concentrates from Moroccan date flesh. **Indian Journal of Science and Technology**, 5 (7): 2954–2960
90. Nieto, J., Cueto, M., Farroni, A., 2016. Antioxidant characterization of new dietary fiber concentrates from papaya pulp and peel (*Carica papaya L.*). **Journal of Functional Foods**, 27: 319–328
91. Martínez, R., Torres, P., Meneses M.A., Figueroa, J.G., Pérez-álvarez, J.A., Viuda-martos, M., 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, 135 (3): 1520–1526
92. Asadi, M., 2007. Beet-Sugar Handbook. Willey-Interscience, USA, 868 s.

93. Dutton, J., Huijbregts, T., 2006. Root Quality and Processing, 409-442. *In: Sugar beet* (Eds: Draycott, A.P.). Willey, USA.
94. Kavas, M.F., Leblebici, M.J., 2004. Kalite ve işletme kontrol laboratuvarları el kitabı. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü, Ankara, 474 s.
95. Dongowski, G., Plass, R., Bleyl, D.W.R., 1998. Biochemical parameters of rats fed dietary fibre preparation from sugar beet. **Lebensm Unters Forsch**, **206**: 393–398
96. Vural, H., 2004. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. **Meat Science**, **67**: 65–72
97. Filipovic, N., Djuric, M., Gyura, J., 2007. The effect of the type and quantity of sugar-beet fibers on bread characteristics. **Journal of Food Engineering**, **78**: 1047–1053
98. Spagnuolo, M., Crecchio, C., Pizzigallo, M.D.R., Ruggiero, P., 1997. Synergistic effects of cellulolytic and pectinolytic enzymes in degrading sugar beet pulp. **Bioresource Technology**, **60**: 215–222
99. Hançer, A., 2010. Besinsel Liflerin Tarhana Üretiminde Kullanımı. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 80 s.
100. Guillon, F., Auffret, A., Robertson, J.A., Thibault, J., Barry, J., 1998. Relationships between physical characteristics of sugar-beet fibre and its fermentability by human faecal flora. **Carbohydrate Polymers**, **37**: 185–197
101. Michel, F., Thibault, J., Barryb, J., 1988. Preparation and characterisation of dietary fibre from sugar beet pulp. **Jornal Science Food Agriculture**, **42**: 77–85
102. Soronja-simovi, D., Djordjevi, M., Tepi, A., 2016. Enhancement of physicochemical properties of sugar beet fibres affected by chemical modification. **Food and Bioproducts Processing**, **100**: 432–439
103. Ma, S., Yu, S., Zheng, X., Wang, X., Bao, Q., 2013. Extraction, characterization and spontaneous emulsifying properties of pectin from sugar beet pulp. **Carbohydrate Polymers**, **98** (1): 750–753
104. Toğrul, H. 2002. Şeker Pancarı Küspesi Selülozundan Karboksimetil Selüloz Üretimi ve Meyvelerin Bozulmalarının Geciktirilmesinde Koruyucu Film Tabakası Olarak Kullanılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 298 s.

105. AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 17th Ed., Washington
106. AACC, 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN
107. AOAC, 1995. "Official Methods of Analysis, (16th ed.), AOAC International, Gaithersburg, MD
108. Chen, J., Zhao, Q., Wang, L., Zhao, S., Zhang, L., Zhao, B., 2015. Physicochemical and functional properties of dietary fiber from maça (*Lepidium meyenii* Walp.) liquor residue. **Carbohydrate Polymers**, **132**: 509–512
109. Crizel, M. T., Jablonski, A., Rios, O. A., Rech, R., Flores, S. H., 2013. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. **Food Science and Technology**, **53**: 9–14
110. Huang, X., Dou, J., Li, D., Wang, L., 2018. Effects of superfine grinding on properties of sugar beet pulp powders. **Food Science and Technology**, **87**: 203–209
111. Etti, C.J., Yusof, Y.A., China, N.L., Mohd Tahir S., 2014. Flowability properties of labisia pumila herbal powder. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, **2**: 120 – 127
112. Mercan, E., Sert, D., Akın N., 2018. Determination of powder flow properties of skim milk powder produced from high-pressure homogenization treated milk concentrates during storage. **Food Science and Technology**, **97**: 279–288
113. Benković, M., Srećec, S., Špoljarić, I., Mršić, G., Bauman, I., 2013. Flow properties of commonly used food powders and their mixtures. **Food and Bioprocess Technology**, **6** (9): 2525–2537
114. Benkovic, M., Bauman, I., 2009. Flow properties of commercial infant formula powders. **World Academy of Science**, **30**: 490–494
115. Janjatović, D., Benković, M., Srećec, S., Jezek, D., Špoljarić, I., Bauman I., 2012. Assessment of powder flow characteristics in incoherent soup concentrates. **Advanced Powder Technology**, **23**: 620–631

116. Shah, R.B., Tawakkul, M.A., Khan, M.A., 2008. Comparative evaluation of flow for pharmaceutical powders and granules. **American Association of Pharmaceutical Scientists**, **9** (1): 250-258
117. Go'mez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., Caballero, P.A., 2010. Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. **Food Science and Technology**, **43**: 33–38
118. Marston, K., Khouryieh, H., Aramouni, F., 2016. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. **Food Science and Technology**, **65**: 637-644
119. Go' mez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., Rosell, C. M., 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. **Food Hydrocolloids**, **21**:167–173
120. Turp, G.Y., 2016. Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour. **Meat Science**, **121**: 40–46
121. Liu, R., Wang, N., Li, Q., Zhang, M., 2015. Comparative studies on physicochemical properties of raw and hydrolyzed oat β -glucan and their application in low-fat meatballs. **Food Hydrocolloids**, **51**: 424-431
122. Zhuang, X., Han, M., Kang, Z., Wang, K., Bai, Y., Xua, X., Zhou, G., 2016. Effects of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter physicochemical property, texture, and microstructure. **Meat Science**, **113**: 107–115
123. Er Gurmeric, V., Dogan, M., Toker, O.S., Senyigit, E., Ersoz, N.B., 2012. Application of different multi-criteria decision techniques to determine optimum flavour of prebiotic pudding based on sensory analyses. **Food and Bioprocess Technology**, **6** (10): 2844-2859
124. Dogan, M., Aslan, D., Ozgur, A., 2017. Bioactive and sensorial characteristics of the milk based herbal (*Rumex crispus L.*) tea: multi-criteria decision making approach. **Journal of Food Measurement and Characterization**, **12** (1): 535–544.
125. Li, G., Sun, Y., Guo, W., Yuan, L., 2018. Comparison of various pretreatment strategies and their effect on chemistry and structure of sugar beet pulp. **Journal of Cleaner Production**, **181**: 217–223

126. Maravia, N., Šereš, Z., Vidović, S., Mišan, A., Milovanović, I., Radosavljević, R., Pavlić, B., 2018. Subcritical water hydrolysis of sugar beet pulp towards production of monosaccharide fraction. **Industrial Crops and Products**, **115**: 32–39
127. Peng, X., Mu, T., Zhang, M., Sun, H., Chen, J., 2016. Effects of pH and high hydrostatic pressure on the structural and rheological properties of sugar beet pectin. **Food Hydrocolloids**, **60**: 161–169
128. Dinand E., Chanzy, H., Vignon, M.R., 1999. Suspensions of cellulose microfibrils from sugar beet pulp. **Food Hydrocolloids**, **13**: 275–283
129. Sivapragasam, N., Thavarajah, P., Ohm, J., 2014. Enzyme resistant carbohydrate based micro-scale materials from sugar beet (*Beta vulgaris L.*) pulp for food and pharmaceutical applications. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, **3** (2): 115–121
130. Martínez, C.M., Cantero, D.A., Cocero, M.J., 2018. Production of saccharides from sugar beet pulp by ultrafast hydrolysis in supercritical water. **Journal of Cleaner Production**, **204**: 888–895.
131. Gallaher, D.D., Locket, L., Gallaher, C.M., 1991. Bile acid metabolism in rats fed two levels of corn oil and brans of oat, rye and barley and sugar beet fiber. **Nutrient Metabolism**, **122** (3): 473–481
132. Açar, B., Genççelep, H., Sarıcaoğlu, F.T., Turhan S., 2016. Effect of sugar beet fiber concentrations on rheological properties of meat emulsions and their correlation with texture profile analysis. **Food and Bioproducts Processing**, **100** (2): 118–131
133. Gadhe, K.S., Shere, D.M., Surendar, J., 2017. Studies on exploration and characterization of dietary fiber extracted from sugar beet (*Beta vulgaris L.*) and it's incorporation in cookies. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, **6** (4): 956–961
134. The Organic Center for the USDA National Organic Program, 2012. Sugar Beet Fiber Technical Evaluation Report. 1–16
135. Garau, M.C., Simal, S., Rossello', C., Femenia A., 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium v. Canoneta*) by-products. **Food Chemistry**, **104**: 1014–1024

136. Lou, Z., Wang, H., Wang, D., Zhang, Y., 2009. Preparation of inulin and phenols-rich dietary fibre powder from burdock root. **Carbohydrate Polymers**, **78** (4): 666–671
137. Li, B., Yang, W., Nie, Y., Kang, F., Go, H. D., Cui, S. W., 2019. Effect of steam explosion on dietary fiber, polysaccharide, protein and physicochemical properties of okara. **Food Hydrocolloids**, **94**: 48–56
138. Qi, M., 2017. Sunflower Stalk Pith Fibre : Investigation on Oil Holding Capacity, Oil-Fibre Interaction and Related Application in Food. The University of Guelph, Master Thesis, Ontario-Canada, 82 p.
139. Fernandes, F.A.N., Izabel, M., Rodrigues, S., 2009. Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. **Journal of Food Engineering**, **90**: 186–190
140. Nowacka, M., Wedzik, M., 2016. Effect of ultrasound treatment on microstructure, colour and carotenoid content in fresh and dried carrot tissue. **Applied Acoustics**, **103**: 163–171
141. Zhu, F., Li, H., 2019. Modification of quinoa flour functionality using ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, **52**: 305–310
142. Zhang, W., Zeng, G., Pan, Y., Chen, W., Huang, W., Chen, H., Li, Y., 2017. Properties of soluble dietary fiber-polysaccharide from papaya peel obtained through alkaline or ultrasound-assisted alkaline extraction. **Carbohydrate Polymers**, **172**: 102–112
143. Moczowska, M., Karp, S., Niu, Y., Andrzej, M., 2019. Enzymatic, enzymatic-ultrasonic and alkaline extraction of soluble dietary fibre from flaxseed – A physicochemical approach. **Food hydrocolloids**, **90**: 105–112
144. Reza, S., Maghsoudlou, Y., Rostamabadi, H., 2019. Preparation of physically modified oat starch with different sonication treatments. **Food hydrocolloids**, **89**: 311–320
145. Ozuna, C., Cárcel, J.A., Walde, P.M., Garcia-perez, J.V., 2014. Low-temperature drying of salted cod (*Gadus morhua*) assisted by high power ultrasound: Kinetics and physical properties. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **23**: 146–155

146. Paximada, P., Alkmini, E., Tsouko, E., Koutinas, A.A., Fasseas, C., Mandala, I.G., 2016. Structural modification of bacterial cellulose fibrils under ultrasonic irradiation. **Carbohydrate Polymers**, **150**: 5–12
147. Sayyed, A.J., Mohite, L.V., Deshmukh, N.A., Pinjari, D.V., 2018. Effect of ultrasound treatment on swelling behavior of cellulose in aqueous N-methyl-morpholine-N-oxide solution. **Ultrasonics Sonochemistry**, **49**: 161–168
148. Huang, L., Ding, X., Zhao, Y., Li, Y., Ma, H., 2017. Modification of insoluble dietary fiber from garlic straw with ultrasonic treatment. **Journal of Food Processing and Preservation**, **42** (1): 1–8
149. Chen, S., Jiang, L., Li, Y., Sui, X., 2011. Ultrasound-assisted enzymatic extraction of dietary fiber from pods. **Procedia Engineering**, **15**: 5056–5061
150. Walton, J., Vi, I., Aguil, I., 2017. Ultrasound assisted extraction of polysaccharides from mushroom. **Food Science and Technology**, **77**: 92–99
151. Kurek, M.A., Karp, S., Wyrwisz, J., Niu, Y., 2018. Physicochemical properties of dietary fibers extracted from gluten-free sources: quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*) and millet (*Panicum miliaceum*). **Food Hydrocolloids**, **85**: 321–330
152. Spotti M.J., Campanella, O.H., 2017. Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. **Current Opinion in Food Science**, **15**: 70–78
153. Talens, C., Arbolea, J.C., Castro-Giraldez, M., Fito, P.J., 2017. Effect of microwave power coupled with hot air drying on process efficiency and physico-chemical properties of a new dietary fibre ingredient obtained from orange peel. **Food Science and Technology**, **77**: 110–118
154. Borchani, C., Besbes, S., Masmoudi, M., Blecker, C., Paquot, M., 2011. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. **Food Chemistry**, **125** (4): 1194–1201
155. Monteiro, R.L., Link, J.V., Tribuzi, G., Carcio, B.A.M., 2018. Microwave vacuum drying and multi- flash drying of pumpkin slices. **Journal of Food Engineering**, **232**: 1–10
156. Zhao, Y., Jiang, Y., Zheng, B., Zhuang, W., Zheng, Y., Tian, Y., 2017. Influence of microwave vacuum drying on glass transition temperature, gelatinization

- temperature, physical and chemical qualities of lotus seeds. **Food Chemistry**, **228**: 167–176
157. Mohammadzadeh M., Hatamipour, M.S., 2010. Effect of drying conditions on properties of dried sugar beet. **Iranian Journal of Chemical Engineering**, **7** (3): 81–87
 158. Islam M., Shah, W.H., 2003. Effect of microwave and conventional cooking on insoluble dietary fibre components of vegetables. **Food Chemistry**, **80**: 237–240
 159. Burdurlu, H.S., Karadeniz, F., 2003. Gıdalarda diyet lifinin önemi. **Gıda Mühendisliği Dergisi**, **7** (15): 18–25
 160. Ma, M., Mu, T., 2016. Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. **Food Chemistry**, **194**: 237–246
 161. Sendra, E., Navarro, C., 2012. Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum L.*) bagasses powder co-product. **Journal of Food Engineering**, **110** (2): 220–224
 162. Sangnark, A., Noomhorm, A., 2003. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry**, **80**: 221–229
 163. Hajmohammadi, A., Pirouzifard, M., Shahedi, M., 2016. Enrichment of a fruit-based beverage in dietary fiber using basil seed: Effect of carboxymethyl cellulose and gum tragacanth on stability. **Food Science and Technology**, **74**: 84–91
 164. Carpin, M., Bertelsen, H., Dalberg A., Bech J.K., Risbo J., Schuck P., Jeantet R., 2017. How does particle size in fluence caking in lactose powder? **Journal of Food Engineering**, **209**: 61–67
 165. Stoklosa, A.M., Lipasek, R.A., Taylor, L.S., Mauer, L.J., 2012. Effects of storage conditions, formulation and particle size on moisture sorption and flowability of powders: A study of deliquescent ingredient blends. **Food Research International**, **49**: 783–791
 166. Murrieta-pazos, I., Gaiani, C., Galet, L., Calvet, R., Cuq, B., Scher J., 2012. Food powders: Surface and form characterization revisited. **Journal of Food Engineering**, **112**: 1–21

167. Teunou, E., Fitzpatrick, J.J., Synnott, E.C., 1999. Characterisation of food powder flowability. **Journal of Food Engineering**, **39**: 31-37
168. Amagliani, L., Regan, J.O., Kelly, A.L., Mahony, J.A.O., 2016. Physical and flow properties of rice protein powders. **Journal of Food Engineering**, **190**: 1–9
169. Jan, S., 2015. Effect of physical properties on flowability of commercial rice flour/powder for effective bulk handling, 1–5. *International Conference on Advancements in Engineering and Technology (ICAET 2015)*, Chennai
170. Saifullah, M., Yusof, Y.A., Chin, N.L., Aziz, M.G., 2016. Physicochemical and flow properties of fruit powder and their effect on the dissolution of fast dissolving fruit powder tablets. **Powder Technology**, **301**: 396–404
171. Hwan, J., Jung, H., Lee, H., Lim, E., Imm, J., Joo, H., 2012. Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia humifusa*. **Food Science and Technology**, **47** (2): 478–484
172. Luna, P., Lopes, E., Cristina, N., 2013. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. **Food Science and Technology**, **54** (1): 73–79
173. Sudha, M.L., Baskaran, V., Leelavathi, K., 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. **Food Chemistry**, **104**: 686–692
174. Zheng, Y., Li, Y., 2018. Physicochemical and functional properties of coconut (*Cocos nucifera* L) cake dietary fibre: Effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution. **Food Chemistry**, **257**: 135–142
175. Fernandes, S.S., Salas-mellado, M.D.M., 2017. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chemistry**, **227**: 237–244
176. Carr L.G., Tadini, C.C., 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. **Food Science and Technology**, **36** (6): 609–614
177. Gan, H.E., Karim, R., Muhammad, S.K.S., Bakar, J.A., Hashim, D.M., Rahman, R.A., 2007. Optimization of the basic formulation of a traditional baked cassava cake using response surface methodology. **Food Science and Technology**, **40**: 611–618

178. Gupta, R.K., Sharma, A., Sharma, R., 2007. Instrumental texture profile analysis (TPA) of shelled sunflower seed caramel snack using response surface methodology. **Food Science and Technology**, **13** (7): 455–460
179. Şeker, İ.T, Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özboy, Ö., 2006. Kayısı Lifinin Kek Üretiminde Kullanımı, 729–732. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu
180. Arocha, M., De, E., Gómez, M., Rosell, C.M., 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. **Food Science and Technology**, **48** (2): 209–214
181. Ateş G., Elmacı, Y., 2018. Coffee silverskin as fat replacer in cake formulations and its effect on physical, chemical and sensory attributes of cakes. **Food Science and Technology**, **90**: 519-525
182. Kaur, R., Kaur, M., 2018. Microstructural, physicochemical, antioxidant, textural and quality characteristics of wheat muffins as influenced by partial replacement with ground flaxseed. **Food Science and Technology**, **91**: 278–285
183. Kyung, I., Young, I., Gyu, H., 2014. In vitro starch digestion and cake quality: Impact of the ratio of soluble and insoluble dietary fiber. **International Journal of Biological Macromolecules**, **63**: 98–103
184. Jeddou, K.B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbel, R., Nouri-Ellouz, O., 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. **Food Chemistry**, **217**: 668–677
185. Segundo, C., Román, L., Gómez, M., Martínez, M.M., 2017. Ripe banana flour as a source of antioxidants in layer and sponge cakes. **Food Chemistry**, **72** (4): 365-371
186. Filipovi, N.K., Gyura, J.F., Filipovi, J.S., 2004. Influence of additive from sugar beet on white bread quality. **Acta Periodica Technologica**, **35**: 25–29
187. Yılmaz, I., 2004. Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. **Meat Science**, **67**: 245–249
188. Yılmaz, I., Dag, O., 2003. The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. **Meat Science**, **65**: 819–823

189. Aleson-carbonell, L., Ferra, J., 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **6**: 247–255
190. Yaşarlar, E.E., Dağlıoğlu, O., Yılmaz, İ., 2007. Effects of cereal bran addition on chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of Turkish meatballs. **Asian Journal of Chemistry**, **19** (3): 2353–2361
191. Yılmaz, I., 2005. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. **Journal of Food Engineering**, **69** (3): 369–373
192. Turhan, S., Temiz, H., Sagir, I., 2009. Characteristics of beef patties using okara powder. **Journal of Muscle Foods**, **20**: 89–100
193. Garcı, M.L., Dominguez, R., Galvez, M.D., Casas, C., Selgas, M.D., 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, **60**: 227–236
194. Prakongpan, T., Nitithamyong, A., Luangpituksa, P., 2002. Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. **Journal of Food Science**, **67** (4): 1308–1313
195. Zhuang, X., Han, M., Kang, Z., Wang, K., Bai, Y., Xu, X., Zhou, G., 2016. Effects of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter physicochemical property, texture and microstructure. **Meat Science**, **113**: 107–115
196. Kehlet, U., Pagter, M., Aaslyng, M.D., Raben, A., 2017. Meatballs with 3 % and 6 % dietary fibre from rye bran or pea fibre - Effects on sensory quality and subjective appetite sensations. **Meat Science**, **125**: 66–75

EKLER

EK 1. DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU (KEK)

Cinsiyet:

Numune No:

Yaş:

Boy:

Kilo:

GÖRÜNÜŞ

Kek örneklerini arzu edilen görünüşe göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

KOKU

Kek örneklerini arzu edilen kokuya göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

LEZZET

Kek örneklerini arzu edilen lezzete göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

TEKSTÜR

Kek örneklerini arzu edilen tekstüre (yapıya) göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RENK

Kek örneklerini arzu edilen renge göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

GENEL BEĞENİ

Kek örneklerini genel beğeni yönünden değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

EK 2. DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU (KÖFTE)

Cinsiyet:

Numune No:

Yaş:

Boy:

Kilo:

GÖRÜNÜŞ

Köfte örneklerini arzu edilen görünüşe göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

LEZZET

Köfte örneklerini arzu edilen lezzete göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

TEKSTÜR

Köfte örneklerini arzu edilen tekstüre (yapıya) göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

KOKU

Köfte örneklerini arzu edilen kokuya göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RENK

Köfte örneklerini arzu edilen renge göre değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

GENEL BEĞENİ

Köfte örneklerini genel beğeni yönünden değerlendiriniz. (1: en kötü, 9:en iyi)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Aylin ÖZGÜR GÖKSU
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 21.04.1985 - Kayseri
Medeni Durum: Evli
e-mail: aylin.ozgur@kayseriseker.com.tr, ozguraylinn@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı	2013
Lisans	Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2009
Lise	Sümer Lisesi (YDA), Kayseri	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2015-Halen	Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. Ar-Ge Merkezi	Ar-Ge Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

SCI, SSCI, AHCI İndekslerine Giren Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Doğan M., Aslan Türker D., Gürmeriç V., Özgür A., Göksel Saraç M., 2019. Powder caking and cohesion behaviours of coffee powders as affected by roasting and particle sizes: Principal component analyses (PCA) for flow and bioactive properties. **Powder Technology**, 344: 222-232

2. Doğan M., Aslan D., Özgür A., 2018. Bioactive and sensorial characteristics of the milk based herbal (*Rumex crispus L.*) tea: multi-criteria decision making approach. **Journal of Food Measurement and Characterization**, 12 (1):1-10
3. Özgür A., Doğan M., Karaman S., 2017. Rheological interactions of the xanthan gum and carboxymethyl cellulose as alternative to pectin in organic acid- sucrose model system: Simplex lattice mixture design approach. **European Food Research and Technology**, 243:1041-1056

Hakemli Kongre / Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

1. Doğan M., Özgür A., Aslan D., Göksel Saraç M., 2016. Investigation of the Interaction between Flow and Physicochemical properties of Different Food Fibers, *18th World Congress of Food Science and Technology (IUFoST 2016)*, Dublin, 1123
2. Doğan M., Aslan D., Özgür A., Göksel Saraç M., 2016. The Effect of Different Particle Size and Roasting Degrees on Physicochemical and Flow Properties of Coffee(Coffee Arabica): Principal Component Analyses Aspect, *18th World Congress of Food Science and Technology (IUFoST 2016)*, Dublin, 1115
3. Özgür A., Doğan M., 2016. The Effect of Ultrasound Pre-Treatment on the Dietary Fibre Production from Sugar Beet Pulp, *18th World Congress of Food Science and Technology (IUFoST 2016)*, Dublin, 1129
4. Özgür A., Doğan M., Karaman S., 2014. Interaction between hydrocolloids used in model system jam production: Simplex Lattice Mixture Design Approach to optimize the rheological parameters, *The 9th Annual European Rheology Conference (AERC 2014)*, Karlsruhe
5. Özgür A., Gundoğdu F., Fincan M., 2012. Pulsed Electric Field Treatment For Mechanical Expression Of Leaf (Parsley) Juice, *International Conference Bio & Food Electrotechnologies (BFE 2012)*, Italy