

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YENİLİKÇİ PROSES TEKNOLOJİLERİNİN MEYAN KÖKÜ
ŞERBETİNİN PASTÖRİZASYONU VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞAHİN BAKAY

BOLU, MAYIS - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**YENİLİKÇİ PROSES TEKNOLOJİLERİNİN MEYAN KÖKÜ
ŞERBETİNİN PASTÖRİZASYONU VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞAHİN BAKAY

BOLU, MAYIS - 2019

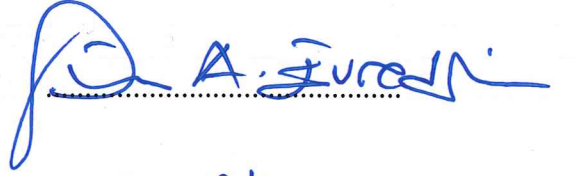
KABUL VE ONAY SAYFASI

Şahin BAKAY tarafından hazırlanan “YENİLİKÇİ PROSES
TEKNOLOJİLERİNİN MEYANKÖKÜ ŞERBETİNİN
PASTÖRİZASYONU VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez
çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 28.05.2019 tarihinde
savunularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Gülşün AKDEMİR EVRENDİLEK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Özge ŞAKIYAN DEMİRKOL
Anakara Üniversitesi

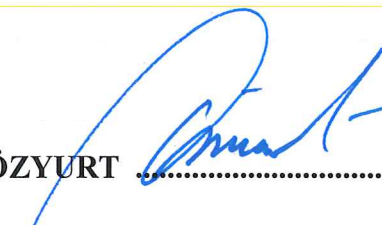


Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Prof. Dr. Ömer ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü





Anneme,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şahin BAKAY

ÖZET

**YENİLİKÇİ PROSES TEKNOLOJİLERİNİN MEYAN KÖKÜ
ŞERBETİNİN PASTÖRİZASYONU VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞAHİN BAKAY
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)**

BOLU, MAYIS - 2019

Bu çalışmada, alternatif teknolojilerden olan ultrasonikasyon ve yüksek hidrostatik basınç (YHB), meyan kökü şerbetinin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, meyan kökü şerbeti örneklerine Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı proses koşullarında ultrasonikasyon (%50, 70 ve 90 amplitüd, 5, 25 ve 45 dk uygulama süresi, 4, 22 ve 40 °C sıcaklık) ve YHB (200, 350 ve 500 MPa basınç, 3, 9 ve 15 dk uygulama süresi, 4, 22 ve 40 °C sıcaklık) uygulanmış; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır. Başlangıçta 5.61 ± 0.293 ile 5.76 ± 0.166 log kob/mL arasında değişen toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, ultrasonikasyon uygulaması sonucunda yaklaşık 3 log kob/mL, YHB uygulaması sonrasında da yaklaşık 3.3 log kob/mL azalma göstermiştir. Meyan kökü şerbetindeki toplam maya küf (TMK) sayısında ise ultrasonikasyon uygulaması sonrası yaklaşık 2.98 log kob/mL azalma görülürken, YHB uygulaması sonrası yaklaşık 3.65 log kob/mL azalma olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler yanıt yüzey yöntemi kullanılarak modellenmiş ve her iki proses parametresi için optimum koşullar belirlenmiştir. Ultrasonikasyon uygulaması için modellenen yanıt değişkenleri pH, kondaktivite, L^* , a^* , antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, indirgen şeker, TMAB ve TMK inaktivasyonu, YHB uygulaması için yanıt değişkenleri sarı renk bileşimi, indirgen şeker, *Bacillus circulans* ve *Candida tropicalis* inaktivasyonu olarak bulunmuştur. Meyan kökü şerbetinin ultrasonikasyon için optimum koşulları % 89.55 amplitüd, 45 dk uygulama süresi ve 24 °C sıcaklık olarak, YHB için optimum koşullar ise 500 MPa basınç, 9.90 dk uygulama süresi ve 18.5 °C sıcaklık olarak belirlenmiştir. Meyan kökü şerbeti örnekleri her iki proses için belirlenen optimum koşullarda 4 ve 22 °C'de raf ömrünün belirlenmesi amacıyla depolanmıştır. Depolamanın 0, 15, 20 ve 25. günlerinde meyan kökü şerbeti örneklerinin fizikokimyasal (pH, kondaktivite, renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE), toplam asitlik, bulanıklık), mikrobiyolojik (TMAB, TMK) ve duyu analizler yapılmıştır. Depolama süresi boyunca herhangi bir işleme tabii tutulmayan bütün örnekler 15. günde bozulurken, 4 °C'de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğin 17. günde bozulmaya başladığı; 4 °C'de depolanan YHB uygulanmış örneklerin ise, depolamanın 20. gününe ulaşıldığında hala tüketilebilir durumda olduğu gözlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, alternatif teknolojilerden ultrasonikasyon ve YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin raf ömrünü arttırmada başarılı olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİLEMER: Meyan Kökü Şerbeti, Ultrasonikasyon, Yüksek Hidrostatik Basınç, Raf Ömrü

ABSTRACT

EFFECT OF INNOVATIVE PROCESS TECHNOLOGIES ON PASTEURIZATION AND SHELF LIFE OF LICORICE SHERBET

M.Sc. THESIS

ŞAHİN BAKAY

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)

BOLU, MAY 2019

Effects of ultrasonication and high hydrostatic pressure (HHP), as alternative processing technologies, on the quality properties and shelf life of the licorice sherbet were investigated. Licorice sherbet samples were subjected to ultrasonication (50, 70 and 90% amplitude, 5, 25 and 45 min treatment time, 4, 22 and 40 °C temperature) and HHP (200, 350 and 500 MPa pressure, 3, 9 and 15 min treatment time, 4, 22 and 40 °C temperature), and then physical, chemical, microbiological and sensory analyzes were performed under different process conditions obtained by Box-Behnken design. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) count which was initially between 5.61-5.76 log cfu/mL, showed a decrease of about 3 and 3.3 log cfu/mL after ultrasonication and HHP, respectively. The total count of yeast and mold (TYM) in licorice sherbet was decreased by 2.98 and 3.65 log cfu/mL after ultrasonication and HHP, consequently. The results were modeled using the response surface design, and the optimum conditions were determined for both process parameters. It was found that the dependent variables modeled for ultrasonication application were pH, conductivity, L*, a*, antioxidant activity, total phenolic content, reducing sugar, TMAB and TYM reduction, while the dependent variables for HHP application were yellow color composition, reducing sugar, *Bacillus circulans* and *Candida tropicalis* reduction. The optimum conditions of licorice sherbet for ultrasonication were determined as 89.55% amplitude, 45 min treatment time and 24 °C temperature, and the optimum conditions for HHP were 500 MPa pressure, 9.90 min treatment time and 18.5 °C temperature. Licorice sherbet samples were stored at 4 and 22 °C to determine shelf life at optimum conditions for both processes. Physicochemical (pH, conductivity, color (L*, a*, b*, C*, h°, ΔE), total acidity, turbidity) microbiological (TMAB, TYM) and sensory analyzes of the licorice sherbet were performed on the 0, 15, 20 and 25 days of storage. Control samples were deteriorated by the 15th day. The samples treated with ultrasonication at 4 °C started to deteriorate on the 17th day and the samples that treated with HHP were still consumable on the 20th day of storage at 4 °C. According to the findings, it was determined that ultrasonication and HHP applications were successful in increasing the shelf life of licorice sherbet.

KEYWORDS: Licorice Root Sherbet, Ultrasonication, High Hydrostatic Pressure, Shelf Life

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xviii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xxv
TEŞEKKÜR.....	xxvi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 Meyan Bitkisi ve Meyan Kökü.....	3
2.2 Meyan Kökü Şerbeti	5
2.3 Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi	8
2.3.1 Yüksek Hidrostatik Basıncın Sıvı Gıdalar Üzerine Etkileri	10
2.4 Ultrasonikasyon Teknolojisi	12
2.4.1 Ultrasonikasyonun Sıvı Gıdalar Üzerine Etkileri	16
2.4.2 Deney Tasarımı ve Yanıt Yüzey Yöntemi.....	19
2.4.2.1 Box-Behnken Tasarımı	19
3. MATERYAL ve METOT	21
3.1 Materyal	21
3.2 Metot.....	21
3.2.1 Meyan Kökü Şerbetinin Ultrasonikasyon Uygulamaları.....	21
3.2.2 Meyan Kökü Şerbetinin YHB Uygulamaları.....	22
3.2.3 Meyan Kökü Şerbetine Uygulanan Analizler	23
3.2.3.1 pH Tayini.....	24
3.2.3.2 Kondaktivite (İletkenlik) Tayini	24
3.2.3.3 Renk (L*, a*, b*, C*, h°, ΔE) Tayini	24
3.2.3.4 Renk Bileşimi Tayini	25
3.2.3.5 Bulanıklık Tayini	25
3.2.3.6 Toplam Asitlik Tayini.....	25
3.2.3.7 Antioksidan Aktivite Tayini.....	26
3.2.3.8 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini	27
3.2.3.9 İndirgen Şeker Tayini	28
3.2.3.10 Mikrobiyolojik Analizler	30
3.2.3.11 Duyusal Analizler	31
3.2.3.12 Fenolik Bileşiklerin Analizi	33
3.2.3.13 Organik Asit Tayini	35
3.2.3.14 Glisirizik Asit ve Glabridin Miktarı.....	35
3.2.3.15 Mineral Madde Miktarı Tayini	36
3.2.3.16 Raf Ömrü Çalışmaları	36
3.2.3.17 İstatiksel Analizler	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	39

4.1	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri	39
4.1.1	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerine Etkileri	39
4.1.2	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite (İletkenlik) Değeri Üzerine Etkileri	45
4.1.3	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerine Etkileri.....	51
4.1.4	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerine Etkileri	57
4.1.5	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerine Etkileri	63
4.1.6	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Chroma (Renk Yoğunluğu, C*) Değeri Üzerine Etkileri.....	65
4.1.7	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Hue (Renk Tonu, h°) Değeri Üzerine Etkileri	67
4.1.8	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Renk Farkı (ΔE) Değeri Üzerine Etkileri.....	69
4.1.9	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Yoğunluğu (CI) Değeri Üzerine Etkileri	71
4.1.10	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerine Etkileri	73
4.1.11	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	75
4.1.12	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	77
4.1.13	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	79
4.1.14	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık Değeri Üzerine Etkileri	81
4.1.15	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Asitlik Değeri Üzerine Etkileri.....	83
4.1.16	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri.....	84
4.1.17	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	91
4.1.18	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkileri	97
4.2	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri.....	104
4.2.1	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkileri	104
4.2.2	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Maya Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkileri	107
4.2.3	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki <i>Bacillus circulans</i> Sayısı Üzerine Etkileri.....	111
4.2.4	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki <i>Candida tropicalis</i> Sayısı Üzerine Etkileri	114
4.3	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri.....	116

4.4	Meyan Kökü Şerbetine Uygulanan Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu	118
4.5	Ultrasonikasyon Optimum Modelinin Validasyonu	121
4.6	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri	122
4.6.1	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerine Etkileri	122
4.6.2	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite (İletkenlik) Değeri Üzerine Etkileri.....	124
4.6.3	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerine Etkileri.....	126
4.6.4	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerine Etkileri	128
4.6.5	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerine Etkileri	130
4.6.6	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Chroma (Renk Yoğunluğu, C*) Değeri Üzerine Etkileri	133
4.6.7	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Hue (Renk Tonu, h°) Değeri Üzerine Etkileri.....	135
4.6.8	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Renk Farkı (ΔE) Değeri Üzerine Etkileri.....	137
4.6.9	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Yoğunluğu (CI) Değeri Üzerine Etkileri	139
4.6.10	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerine Etkileri.....	141
4.6.11	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	143
4.6.12	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	150
4.6.13	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi Üzerine Etkileri	152
4.6.14	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık Değeri Üzerine Etkileri.....	154
4.6.15	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Asitlik Değeri Üzerine Etkileri.....	156
4.6.16	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri.....	157
4.6.17	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	159
4.6.18	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkileri	161
4.7	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri	167
4.7.1	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Mezofilik Aeorbik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkileri.....	167
4.7.2	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Maya-Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkileri	169
4.7.3	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki <i>Bacillus circulans</i> Sayısı Üzerine Etkileri.....	171

4.7.4	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki <i>Candida tropicalis</i> Sayısı Üzerine Etkileri.....	178
4.8	Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri.....	181
4.9	Meyan Kökü Şerbetine Uygulanan Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu	183
4.10	Yüksek Hidrostatik Basınç Optimum Modelinin Validasyonu.....	185
4.11	Raf Ömrü Çalışmaları.....	186
4.11.1	Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Raf Ömrü Üzerine Etkileri	187
4.11.2	YHB Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Raf Ömrü Üzerine Etkileri.....	209
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	234
6.	KAYNAKLAR	238
7.	EKLER	250
EK A	Açıklama.....	250
EK A.1	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	250
EK A.2	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	251
EK A.3	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	252
EK A.4	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	253
EK A.5	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	254
EK A.6	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin C* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	255
EK A.7	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin h° Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	256
EK A.8	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin ΔE Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	257
EK A.9	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin CI Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	258
EK A.10	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	259
EK A.11	Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	260

EK A.12 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	261
EK A.13 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	262
EK A.14 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık (NTU) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	263
EK A.15 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivite (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	264
EK A.16 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları..	265
EK A.17 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı (mg/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	266
EK A.18 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMAB Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	267
EK A.19 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMK Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	268
EK A.20 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin <i>B. circulans</i> Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	269
EK A.21 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin <i>C. tropicalis</i> Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	270
EK A.22 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	271
EK A.23 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	272
EK A.24 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin L^* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	273
EK A.25 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin a^* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	274
EK A.26 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin b^* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	275
EK A.27 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin C^* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	276

EK A.28 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin h° Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	277
EK A.29 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin ΔE Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	278
EK A.30 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin CI Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	279
EK A.31 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	280
EK A.32 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	281
EK A.33 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	282
EK A.34 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	283
EK A.35 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık (NTU) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	284
EK A.36 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivite (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	285
EK A.37 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	286
EK A.38 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı (mg/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	287
EK A.39 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMAB Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	288
EK A.40 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMK Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları.....	289
EK A.41 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin <i>B. circulans</i> Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	290
EK A.42 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin <i>C. tropicalis</i> Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları	291
8. ÖZGEÇMİŞ.....	292

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Meyan (Glycyrrhiza) bitkisi (Quirós-Sauceda, 2016).....	4
Şekil 2.2. Glisirizik asitin yapısal formülü (Aday, 2018).	5
Şekil 2.3. Meyan kökü şerbeti.	6
Şekil 2.4. Yüksek hidrostatik basınç sistemi (Yusteve vd., 2001).	8
Şekil 2.5. Direkt ve dolaylı YHB uygulaması (Sırdaş, 2013).	9
Şekil 2.6. Ultrasonikasyon frekans aralıkları (Yılmaz, 2014).	13
Şekil 2.7. Ultrasonikasyon sistemi. 1) ultrasonik dönüştürücü, 2) ultrasonik jeneratör, 3) ultrasonikasyon probu, 4) veri kaydedici, 5) sıcaklık probu, 6) cidarlı kap, 7) bilgisayar, 8) su girişi, 9) su çıkışı (Adekunte vd., 2010a).....	14
Şekil 2.8. Ultrasonikasyondaki kavitasyon mekanizması (Başlar, 2011).	15
Şekil 2.9. Box-Behnken tasarımı. (a) Bir küp olarak türetilen tasarım, (b) birbirine bağlı 2 ² faktöriyel deneyler olarak gösterimi.	20
Şekil 3.1. Meyan kökü şerbetinin 0 (soldaki) ve 16. (sağdaki) saat sonundaki görüntüleri.	21
Şekil 3.2. Optic Ivymen System UP200S marka laboratuvar ölçekli ultrasonikasyon cihazı.....	22
Şekil 3.3. AVURE marka pilot ölçekli yüksek hidrostatik basınç sistemi.....	23
Şekil 3.4. Gallik asit kalibrasyon eğrisi.	28
Şekil 3.5. Glikoz kalibrasyon eğrisi.	30
Şekil 3.6. Paneslistlere sunulan duyuşal analiz formu	32
Şekil 3.7. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi.....	34
Şekil 4.1. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve uygulama süresi (dk)'nin meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	42
Şekil 4.2. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve uygulama süresi (dk)'nin meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	42
Şekil 4.3. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	43
Şekil 4.4. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	43
Şekil 4.5. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	44
Şekil 4.6. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	44
Şekil 4.7. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	47

Şekil 4.8. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	48
Şekil 4.9. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	49
Şekil 4.10. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	49
Şekil 4.11. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden sıcaklık (°C) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	50
Şekil 4.12. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden sıcaklık (°C) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	50
Şekil 4.13. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	53
Şekil 4.14. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	54
Şekil 4.15. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	55
Şekil 4.16. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	55
Şekil 4.17. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	56
Şekil 4.18. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	56
Şekil 4.19. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	59
Şekil 4.20. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	60
Şekil 4.21. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	61
Şekil 4.22. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	61
Şekil 4.23. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	62

Şekil 4.24. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	62
Şekil 4.25. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	87
Şekil 4.26. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	88
Şekil 4.27. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	89
Şekil 4.28. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	89
Şekil 4.29. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	90
Şekil 4.30. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	90
Şekil 4.31. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	94
Şekil 4.32. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	94
Şekil 4.33. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	95
Şekil 4.34. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	95
Şekil 4.35. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	96
Şekil 4.36. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	97
Şekil 4.37. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	100
Şekil 4.38. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	101
Şekil 4.39. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	102

Şekil 4.40. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	102
Şekil 4.41. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	103
Şekil 4.42. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	103
Şekil 4.43. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	107
Şekil 4.44. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	107
Şekil 4.45. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	111
Şekil 4.46. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	111
Şekil 4.47. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri.	118
Şekil 4.48. Meyan kökü şerbeti için ultrasonikasyon koşullarının optimizasyon değerleri.	120
Şekil 4.49. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	146
Şekil 4.50. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	147
Şekil 4.51. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	148
Şekil 4.52. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	148
Şekil 4.53. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	149
Şekil 4.54. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	149
Şekil 4.55. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	164
Şekil 4.56. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	164

Şekil 4.57. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	165
Şekil 4.58. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	165
Şekil 4.59. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	166
Şekil 4.60. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	167
Şekil 4.61. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	174
Şekil 4.62. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	175
Şekil 4.63. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	176
Şekil 4.64. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	176
Şekil 4.65. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	177
Şekil 4.66. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	177
Şekil 4.67. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin <i>C. tropicalis</i> sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.	180
Şekil 4.68. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin <i>C. tropicalis</i> sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.	181
Şekil 4.69. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri.	183
Şekil 4.70. Meyan kökü şerbeti için YHB koşullarının optimizasyon değerleri.	185
Şekil 4.71. Meyan kökü şerbeti örneklerinin depolamanın 15. günde elde edilen görüntüsü (soldan sağa US-RÖ 4 °C, US-RÖ 22 °C, kontrol 4 °C, kontrol 22 °C).	193
Şekil 4.72. Meyan kökü şerbeti örneklerinin depolamanın 15. günde elde edilen görüntüsü (soldan sağa Kontrol 4 °C, Kontrol 22 °C, YHB-RÖ 4 °C ve YHB-RÖ 22 °C).	216

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. YHB uygulamasının avantaj ve dezavantajları.	10
Çizelge 2.2. Ultrasonikasyon uygulamasının avantaj ve dezavantajları.	16
Çizelge 3.1 Fenolik bileşikler için mobil faz gradient programı.	33
Çizelge 3.2. Box-Behnken deney tasarımı kullanılarak belirlenmiş ultrasonikasyon koşulları.	37
Çizelge 3.3. Box-Behnken deney tasarımı kullanılarak belirlenmiş YHB koşulları	38
Çizelge 4.1. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri.	39
Çizelge 4.2. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	41
Çizelge 4.3. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$) değeri üzerine etkileri.	45
Çizelge 4.4. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	46
Çizelge 4.5. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkileri.	51
Çizelge 4.6. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	52
Çizelge 4.7. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkileri.	57
Çizelge 4.8. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	58
Çizelge 4.9. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin b^* değeri üzerine etkileri.	63
Çizelge 4.10. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	64
Çizelge 4.11. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin C^* değeri üzerine etkileri.	65
Çizelge 4.12. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin C^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	66
Çizelge 4.13. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri.	67
Çizelge 4.14. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin h° değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	68
Çizelge 4.15. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri.	69

Çizelge 4.16. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	71
Çizelge 4.17. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin CI değeri üzerine etkileri.	72
Çizelge 4.18. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin CI değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	73
Çizelge 4.19. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etkileri.	74
Çizelge 4.20. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk tonu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	75
Çizelge 4.21. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri.	76
Çizelge 4.22. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	77
Çizelge 4.23. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri.	78
Çizelge 4.24. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	79
Çizelge 4.25. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri.	80
Çizelge 4.26. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin mavi renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	81
Çizelge 4.27. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin bulanıklık değeri (NTU) üzerine etkileri.	82
Çizelge 4.28. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	83
Çizelge 4.29. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri (g/100 mL) üzerine etkileri.	84
Çizelge 4.30. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri (%) üzerine etkileri.	85
Çizelge 4.31. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri (%) için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	86
Çizelge 4.32. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri (mg GAE/mL) üzerine etkileri.	91
Çizelge 4.33. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	92
Çizelge 4.34. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri (mg/mL) üzerine etkileri.	98

Çizelge 4.35. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı (mg/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. ..99	99
Çizelge 4.36. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri. ... 104	104
Çizelge 4.37. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMAB sayısı (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 105	105
Çizelge 4.38. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam maya küf sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri..... 108	108
Çizelge 4.39. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayısı (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 109	109
Çizelge 4.40. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri..... 112	112
Çizelge 4.41. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin <i>B. circulans</i> (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 113	113
Çizelge 4.42. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin <i>C. tropicalis</i> sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri..... 114	114
Çizelge 4.43. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin <i>C. tropicalis</i> (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 115	115
Çizelge 4.44. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri. 117	117
Çizelge 4.45. Ultrasonikasyon parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri..... 119	119
Çizelge 4.46. Meyan kökü şerbetine uygulanan ultrasonikasyon koşullarının validasyon sonuçları. 121	121
Çizelge 4.47. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkisi. 123	123
Çizelge 4.48. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 124	124
Çizelge 4.49. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri üzerine etkileri. 125	125
Çizelge 4.50. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları..... 126	126
Çizelge 4.51. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkileri. 127	127
Çizelge 4.52. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 128	128
Çizelge 4.53. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkileri. 129	129
Çizelge 4.54. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları. 130	130

Çizelge 4.55. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin b^* değeri üzerine etkileri.	131
Çizelge 4.56. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	132
Çizelge 4.57. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin C^* değeri üzerine etkileri.	133
Çizelge 4.58. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin C^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	134
Çizelge 4.59. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin h^o değeri üzerine etkileri.	135
Çizelge 4.60. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin h^o değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	136
Çizelge 4.61. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri.	137
Çizelge 4.62. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	138
Çizelge 4.63. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin renk yoğunluğu değeri üzerine etkileri.	140
Çizelge 4.64. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk yoğunluğu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	141
Çizelge 4.65. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etkileri.	142
Çizelge 4.66. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk tonu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	143
Çizelge 4.67. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi (%) üzerine etkileri.	144
Çizelge 4.68. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	145
Çizelge 4.69. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi (%) üzerine etkileri.	150
Çizelge 4.70. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	151
Çizelge 4.71. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi (%) üzerine etkileri.	152
Çizelge 4.72. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin mavi renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	153
Çizelge 4.73. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi bulanıklık (NTU) üzerine etkileri.	154
Çizelge 4.74. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	155

Çizelge 4.75. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri (g/100 mL) üzerine etkileri.	156
Çizelge 4.76. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri (%) üzerine etkileri.....	157
Çizelge 4.77. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	158
Çizelge 4.78. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri (mg GAE/mL) üzerine etkileri.....	159
Çizelge 4.79. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	160
Çizelge 4.80. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri (mg/mL) üzerine etkileri.....	161
Çizelge 4.81. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	162
Çizelge 4.82. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri.....	168
Çizelge 4.83. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.	169
Çizelge 4.84. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam maya-küf sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri.	170
Çizelge 4.85. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam maya-küf sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	171
Çizelge 4.86. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin <i>B. circulans</i> sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri.....	172
Çizelge 4.87. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam <i>B. circulans</i> sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	173
Çizelge 4.88. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin <i>C. tropicalis</i> sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri.....	178
Çizelge 4.89. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam <i>C. tropicalis</i> sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları.....	179
Çizelge 4.90. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri.	182
Çizelge 4.91. YHB parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri.	184
Çizelge 4.92. Meyan kökü şerbetine uygulanan YHB koşullarının validasyon sonuçları.	186
Çizelge 4.93. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri.....	187
Çizelge 4.94. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri üzerine etkileri.	188
Çizelge 4.95. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkileri.	188

Çizelge 4.96. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkileri.	189
Çizelge 4.97. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri.	190
Çizelge 4.98. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri.	191
Çizelge 4.99. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri.	191
Çizelge 4.100. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri.	192
Çizelge 4.101. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin bulanıklık (NTU) değeri üzerine etkileri.	193
Çizelge 4.102. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin toplam asitlik (g/100 mL) değeri üzerine etkileri.	194
Çizelge 4.103. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri.	195
Çizelge 4.104. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMK sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri.	196
Çizelge 4.105. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri değeri üzerine etkileri.	197
Çizelge 4.106. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değışimler.	198
Çizelge 4.107. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değışimler.	199
Çizelge 4.108. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değışimler. .	200
Çizelge 4.109. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değışimler. .	201
Çizelge 4.110. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değışimler.	202
Çizelge 4.111. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değışimler.	202
Çizelge 4.112. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değışimler.	204
Çizelge 4.113. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değışimler.	205
Çizelge 4.114. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değışimler.	206
Çizelge 4.115. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değışimler.	208
Çizelge 4.116. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri.	210
Çizelge 4.117. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin kondaktivite (μS/cm) değeri üzerine etkileri.	211

Çizelge 4.118. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri.	211
Çizelge 4.119. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkileri.	212
Çizelge 4.120. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri.	213
Çizelge 4.121. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri.	214
Çizelge 4.122. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri.	215
Çizelge 4.123. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri.	215
Çizelge 4.124. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin bulanıklık (NTU) değeri üzerine etkileri.	217
Çizelge 4.125. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin toplam asitlik (g/100 mL) değeri üzerine etkileri.	217
Çizelge 4.126. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri.	218
Çizelge 4.127. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMK sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri.	219
Çizelge 4.128. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri değeri üzerine etkileri.	221
Çizelge 4.129. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değışimler.	222
Çizelge 4.130. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değışimler.	223
Çizelge 4.131. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değışimler. ..	224
Çizelge 4.132. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değışimler. ..	225
Çizelge 4.133. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değışimler.	226
Çizelge 4.134. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değışimler.	226
Çizelge 4.135. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değışimler.	228
Çizelge 4.136. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değışimler.	229
Çizelge 4.137. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değışimler.	230
Çizelge 4.138. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değışimler.	232

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

µm	: Mikrometre
A	: Amplitüd
A.A	: Antioksidan Aktivite
Abs	: Absorbans
CI	: Renk Yoğunluğu
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma - Kütle Spektrometresi
kHz	: Kilohertz
L	: Litre
M	: Molarite
mg	: Miligram
MPa	: Megapaskal
N	: Normalite
nm	: Nanometre
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit
P	: Basınç
rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
T	: Sıcaklık
t	: Süre
T.A	: Toplam Asitlik
TMAB	: Toplam Mezofilik Aeorobik Bakteri
TMK	: Toplam Maya Küf
W	: Watt
YHB	: Yüksek Hidrostatik Basınç

TEŞEKKÜR

Bu tezin oluşması ve gerçekleşmesi süresince her zaman yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK'e,

Tez çalışmam boyunca karşılaştığım zorlukları aşmamda bilgisi ve tecrübeleriyle yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER'e,

Tezimin değerlendirilmesini gerçekleştirerek değerli katkılarını sunan tez jüri üyesi Sn. Doç Dr. Özge ŞAKIYAN DEMİRKOL'a,

Tez projemin gerçekleşmesi için sağladıkları imkanlar ve katkılarından dolayı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM),

Son olarak, hayatım boyunca vermiş olduğu maddi ve manevi desteğı ile bulunduğum noktaya gelmemi sağlayan anneme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Son yıllarda tüketiciler, ilerleyen teknoloji ve gıdalar hakkındaki bilinçlenmenin artmasıyla birlikte, doğal renk, tat, koku ve aromaya sahip, en az seviyede işlem görmüş ve katkı maddesi içermeyen gıdaları tercih etmektedir. Geleneksel olarak uygulanan ısıtma işlemi, gıdalardaki mikrobiyal yükü azaltarak raf ömrünü arttırsa da, gıdaların doğal renk, tat, koku ve aroma gibi duyu özelliklerinin zayıflamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda ısıtma işleminin neden olabileceği olumsuzlukları ortadan kaldırmak ve tüketicilerin beklentilerini karşılamak için gıda endüstrisinde bazı alternatif teknolojiler geliştirilmiştir. Isıtılmayan muhafaza yöntemleri olarak da adlandırılan bu alternatif yöntemler arasında ultrasonikasyon, yüksek hidrostatik basınç (YHB), UV ışınım, atımlı elektrik alan (PEF) gibi teknolojiler bulunmaktadır. Bu yöntemler gıdalar üzerinde ısıtma işlemi uygulanmadan enzim ve mikroorganizmaları inaktif ederken, gıdanın renk, koku, tat ve aroma gibi duyu özelliklerinin korunmasını sağlamaktadır (Fellows, 2000).

Isıtılmayan yöntemler son 30 yılda yoğun bir şekilde araştırılmıştır. Bu teknolojiler, hücre inaktivasyonuna yol açan ana işleme parametresine göre adlandırılmaktadır. Yüksek basınca maruz bırakılan gıdalara birkaç dk için 1000 MPa'ya kadar hidrostatik basınç uygulanmaktadır (Gervilla, 2000). Atımlı elektrik alan (PEF) uygulaması, birkaç milisaniye boyunca yüksek elektrik alan yoğunluğundaki (5-55 kV/cm) atımların verilmesine dayanmaktadır (Jeantet, 1999). Ultraviyole (UV) ışınım, 200-280 nm dalga boyu aralığında antiseptik özelliklere sahip iyonlaştırıcı olmayan bir radyasyon çeşididir (Bintsis, 2000). Ultrases teknolojisi, genel olarak insan kulağının duyabileceği frekansın üzerindeki frekanslarda katı, sıvı ve gaz ortamlarından geçebilen ses dalgaları olarak tanımlanmaktadır (Salazar vd., 2010).

Geleneksel gıdalar, geleneksel malzemelerin veya geleneksel tipteki imalat ve işleme yönteminin kullanılması yoluyla, gıdayı diğer benzer yiyeceklerden belirgin şekilde ayıran, spesifik özelliğe sahip bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Tamer vd., 2019). Başka bir tanımda ise geleneksel gıda, belli başlı gıda işleme teknikleri ile

hazırlanan ve kuşaktan kuşağa aktarılan gıdalar olarak açıklanmaktadır (Ötleş vd., 2016). Geleneksel gıdalar kültürel mirasın, tarihin, yaşam biçiminin ve bir ulusun kimliğinin bileşenleridir. Yemek yeme alışkanlıkları yaşam tarzı değişikliklerinden etkilenir ve buna bağlı olarak bazı geleneksel yiyecekler kaybolur (Trichopoulou vd., 2007). Ancak, hem tüketicilerin hem de gıda üreticilerinin geleneksel yiyeceklere olan ilgileri, spesifik organoleptik özellikleri ve sağlığı teşvik edici özelliklerine bağlı olarak artış göstermiştir (Costa vd., 2010; Vanhonacker vd., 2010; Löker vd., 2013).

Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) şerbeti, ülkemizde özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde sıklıkla tüketilen geleneksel içeceklerimizden biridir. Serinlik verici ve susuzluğu giderici özelliğinden dolayı özellikle ramazan ve yaz aylarında sıkça tüketilen meyan kökü şerbetinin raf ömrü çok kısadır ve geleneksel ısıtma işlem uygulaması renk, koku, tat, aroma gibi özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bu tez çalışması kapsamında;

-Meyan kökü şerbetinde ısıtma işlem sonucu oluşan duyu özelliklerin ve besin kayıplarının engellenmesi amacıyla alternatif teknolojilerden ultrasonikasyon ve YHB uygulanması,

-Ultrasonikasyon ve YHB uygulamalarının meyan kökü şerbetinin kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi,

-Ultrasonikasyon ve YHB uygulamalarının meyan kökü şerbetinde bozulmaya neden olan mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin araştırılması,

-Meyan kökü şerbeti için her iki alternatif yöntemde optimum koşulların belirlenmesi,

-Uygun optimum koşullar altında meyan kökü şerbetinin raf ömrünün artırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Meyan Bitkisi ve Meyan Kökü

Ülkemizin çeşitli bölgelerinde bıyam, biyam, boyam, miyan, piyan gibi farklı isimlerle bilinen meyan bitkisi (*Glycyrrhiza glabra* L.), çok uzun yıllardan beridir tıbbi olarak ve endüstriyel amaçla kullanılmakta olan çok yıllık otsu bir bitkidir. Meyan bitkisi, İtalya, İspanya, Rusya, Çin, Türkiye, Suriye gibi ülkelerde doğal olarak veya kültürel anlamda yetiştirilebilmektedir (Zhang ve Ye, 2009; Anilkumar vd., 2012). Dünya üzerinde 12 türü bulunan *Glycyrrhiza* (Leguminosae) cinsinin Türkiye’de 6 türü bulunduğu ve bunların, *G. asymmetrica*, *G. iconica* Hub-Mor, *G. aspera* Pall, *G. flavescens* Boiss, *G. echinata* L., *G. glabra* L.var. *glabra* ve *G. glabra* L. var. *glandulifera* oldukları bildirilmiştir (Kılıç, 2014). Meyan bitkisi, yabani olarak dere ve nehir kenarlarında yetişen, boyu 30-60 cm arasında değişen çok yıllık bir bitkidir. Meyan bitkisinin meyve ve kökleri koyu kırmızı bir renge sahiptir (Çınar, 2012; Kılınç vd., 2014). Şekil 2.1’de meyan bitkisini gösteren bir görsel verilmiştir (Quirós-Sauceda, 2016).

Meyan bitkisinin kendine özgü sarı rengi, bileşiminde bulunan flavonoidler kaynaklanmakta ve likuiritin, isolikuiritin, likuiritigenin ve ramnolikuiritin bu flavonoidlerden bazılarıdır. Ayrıca, içerdiği glisirizik asit, flavon ve kumarin bileşiklerinin serbest radikal tutma özelliklerinden dolayı meyan bitkisinin antioksidan özelliği ortaya çıkmaktadır. Meyan bitkisindeki esansiyel yağlara örnek olarak da, benzoik asit ve propiyonik asit gösterilebilir (Badkhane vd., 2014; Damle, 2014). Meyan kökünün bileşiminde steroller, nişasta, şekerler, flavonoidler, reçine, aminoasitler, glisirizik asit ve glabridin bulunmaktadır. Meyan kökünün ana maddesi, sakkarozdan 50 kat daha tatlıya sahip, suda çözünebilen bir pentasiklik triterpen glikozit olan glisirizik asittir (Akan ve Balos, 2008; Hennel vd., 2008; Şerbetçi, 2007).



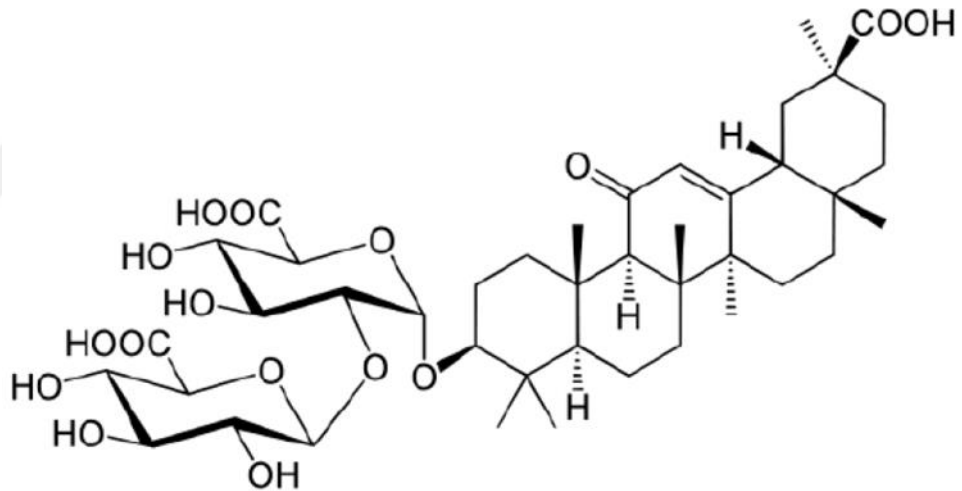
Şekil 2.1. Meyan (*Glycyrrhiza*) bitkisi (Quirós-Sauceda, 2016).

Meyan bitkisinin kökleri meyan kökü olarak bilinmekte olup, ülkemizde özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde sıkça tüketilen geleneksel içeceklerimizden olan meyan kökü şerbeti yapımında kullanılmaktadır (Geniş, 2016). Meyan kökünün dünyada yıllık üretimi yaklaşık 70 bin ton olup, Türkiye meyan kökü üretiminde dünyada 3. sırada yer almaktadır. En çok meyan kökü üretimine sahip ülkeler arasında İran, Rusya, Çin, Afganistan ve Suriye gibi ülkeler yer almaktadır (Haksel, 2008). Meyan kökünün tıbbi amaçlar için Eski Mısır, Roma ve Çin’de kullanımı 6 bin yıllık bir geçmişe kadar dayanmaktadır (Liu vd., 2016). Meyan kökünün ana maddesi, sakkarozdan 50 kat daha tatlıya sahip, suda çözünebilen bir pentasiklik triterpen glikozit olan glisirizik asittir (Akan ve Balos, 2008; Hennel vd., 2008; Şerbetçi, 2007).

Meyan kökünün botanik adı olan *Glycyrrhiza*, eski Yunan dilinde glykos (tatlı) ve rhiza (kök) kelimelerinden türetilmiştir. Bu isim daha sonraları liquiritia ve nihayetinde meyan kökü olarak Latinceye çevrilmiştir (Isbrucker ve Burdock, 2006). Sıcak iklime sahip ülkelerde yetişen meyan kökünün bilinen 30 türü vardır. Gıda

endüstrisindeki çalışmalar genellikle *Glycyrrhiza uralensis*, *Glycyrrhiza inflata*, ve *Glycyrrhiza glabra* üzerinde yoğunlaşmıştır (Isbrucker ve Burdock, 2006).

Meyan kökünün bileşiminde en aktif bileşen olan glisirizik asit, meyan kökünün yaklaşık %10-20'lik kısmını oluşturur ve sakkarozdan 50 kat daha tatlıdır. Oleanan tipi bir saponin bileşiği olan glisirizik asitin hidrofilik kısımda iki molekül glikuronik asit, hidrofobik kısımda ise glisiretinik asit bulunmaktadır (Sharma ve Agrawal, 2013; Badkhane vd., 2014; Damle, 2014). Şekil 2.2'de glisirizik asitin yapısal formülü gösterilmiştir (Aday, 2018). Meyan kökünde bulunan glisirizik asit, sakkarozdan 50 kat daha tatlı olduğundan, reçel, macun, tatlandırıcı gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Bunların yanında, meyan kökü ve bitkisi, ilaç sanayinde, sigara üretiminde tütünlerin terbiyesinde, kağıt sanayinde, tekstil sanayinde, bira üretiminde köpük verici madde olarak kullanımları mevcuttur (Haksel, 2008, Uygun, 2015).



Şekil 2.2. Glisirizik asitin yapısal formülü (Aday, 2018).

2.2 Meyan Kökü Şerbeti

Meyan köküne su eklenerek bekletildikten sonra tüketilen meyan kökü şerbeti, ülkemizin özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde sokak satıcıları tarafından soğuk olarak satılan ve yaz aylarında sıkça tüketilen bir içecektir (Şekil 2.3) (Maskan, 1999). Meyan kökü şerbetinin düşük asitlik ve yüksek su aktivitesi nedeniyle mikroorganizmaların gelişmesi için uygun koşulları içermektedir

ve bu nedenle üretiminden yalnızca birkaç gün içerisinde bozulmaya uğramaktadır (Aday vd., 2018).



Şekil 2.3. Meyan kökü şerbeti.

Meyan kökü şerbetinin hazırlanırken, ilk olarak kökler yaklaşık 20 cm kesilir ve topraktan gelebilecek bazı kirlerin giderilmesi amacıyla bol su ile yıkanır. Daha sonra bu kökler güneş altında kurumaya bırakılır ve kuruyan kökler lif haline getirilir. Elde edilen bu lifler su ile karıştırılarak beklemeye bırakılır. Karışım istenilen renk ve tada ulaşıktan sonra süzülerek tüketime hazır hale gelmektedir (Özdoğan ve Işık, 2008). Meyan kökü şerbetinin hazırlanmasına kullanılan başka bir yöntemde ise, 10 gram meyan kökü içerisine tarçın ve karanfil konulmaktadır. Bunların üzerine 2 L su eklenerek buzdolabı koşullarında yaklaşık 10 saat bekletilmektedir. Bu süre sonunda elde edilen karışım süzülerek tüketime hazır duruma gelmektedir (Sarioğlan ve Cevizkaya, 2016). Bunların yanında, meyan kökü şerbeti hazırlanmasında veya glisirizik asit ekstraksiyonunda alkol ve sıcak su gibi farklı çözücülerin kullanıldığı çalışmalar da literatürde mevcuttur (Pan vd., 2000; Baek vd., 2008).

Meyan kökü şerbetini hazırlamada kullanılan kökler genellikle yaz aylarında toplanmaktadır. Meyan kökü şerbetinin susuzluğu giderici ve serinletici özelliğinden dolayı Ramazan ve yaz aylarında tüketimi yüksektir (Tokuz, 2002; Özdoğan ve Işık, 2008; Kızıl ve Tonçer, 2014). Meyan kökü şerbeti çok uzun yıllardan beridir dünya

üzerinde faydaları nedeniyle tüketilmektedir. Mısırlılar ve Asurlar birçok yararı olan meyan kökü şerbetini, savaş alanlarında ve çöllerde, askerler ve yolcuların susuzluklarını gidermek için kullanmışlardır (Omar vd., 2012).

Meyan kökü şerbetinin uzun süreli ve yüksek miktarlarda alınması durumunda, vücudun sodyum-potasyum dengesi bozulmaktadır. Bunun sonucunda ödem oluşması ve dolaşım sisteminde bazı bozukluklar meydana gelmektedir. Bu nedenle, hipertansiyon hastalığı olanlar, hamile olanlar, karaciğer ve böbrek hastalıkları olanlar için meyan kökü şerbetinin uzun süresi tüketimi önerilmese de (Çubukçu vd., 2002), son yıllarda yapılan çalışmalar, bu olumsuz etkilerin glisirizik asitin yüksek dozda saf olarak alınması ile ortaya çıktığını göstermektedir (Sabbioni vd., 2005).

Tüketicilerin beklentilerini karşılamak amacıyla meyan kökü şerbetine uygulanan ısıtma işlemleri mikrobiyal yükü azaltarak raf ömrünün arttırılmasını sağlarken (Baran ve Fenercioğlu, 1991), meyan kökü şerbetinin bazı duyuşsal ve besin değeri olumsuz etkilenmektedir (Geniş, 2016). Isıtma işleminin neden olduğu bu olumsuzlukları önlemek için son yıllarda alternatif yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

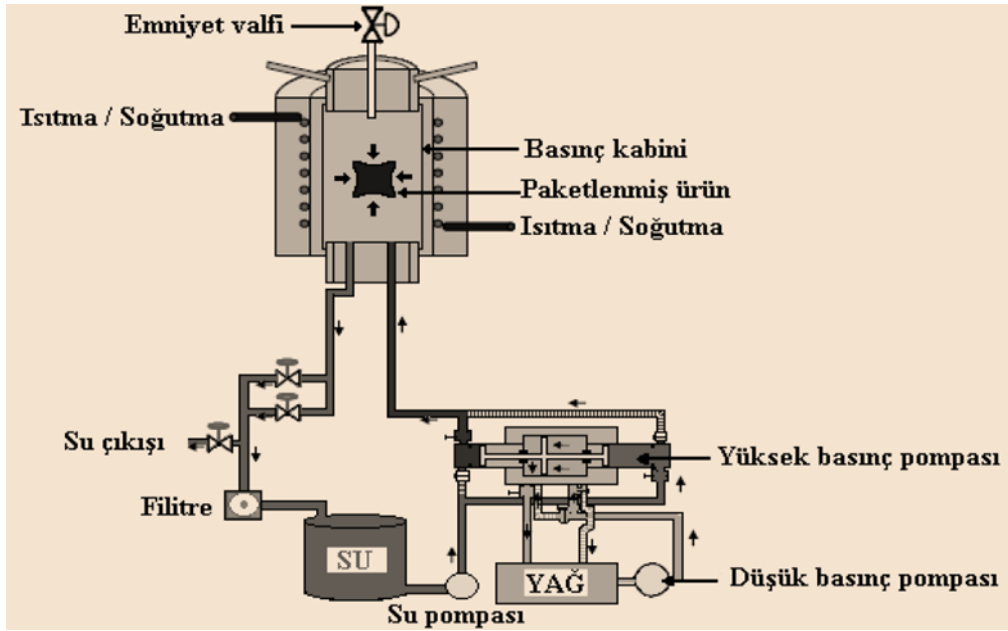
Meyan kökü şerbeti üzerine yapılan bir çalışmada, 30 kV/cm ve 148 µs değeriinde atımlı elektrik alan (PEF) uygulaması yapılmış ve sonuç olarak *Escherichia coli* sayısında azalmalar meydana geldiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, PEF uygulamasının ısıtma işleme göre meyan kökü şerbetinin fiziksel özelliklerini korumada daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Uzuner ve Evrendilek, 2017).

Ultraviyole (UV) teknolojisinin meyan kökü şerbetinin bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerinde etkilerinin incelendiği bir çalışmada, meyan kökü şerbetine uygulanan farklı akış hızı ve farklı geçiş sayılarının bazı fizikokimyasal özelliklerinde (pH, SÇKM, renk L*, a*, b*, antioksidan aktivite, toplam flavonoid) önemli bir değışim gözlenmediği bildirilmiştir. Bunun yanında, toplam bakteri sayısında 1.37 log, toplam maya küf sayısında ise 2 log azalma olduğu ve buzdolabı koşullarında depolanan meyan kökü şerbetinin raf ömrünün 14 güne kadar uzadığı belirtilmiştir (Çam, 2015).

2.3 Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi

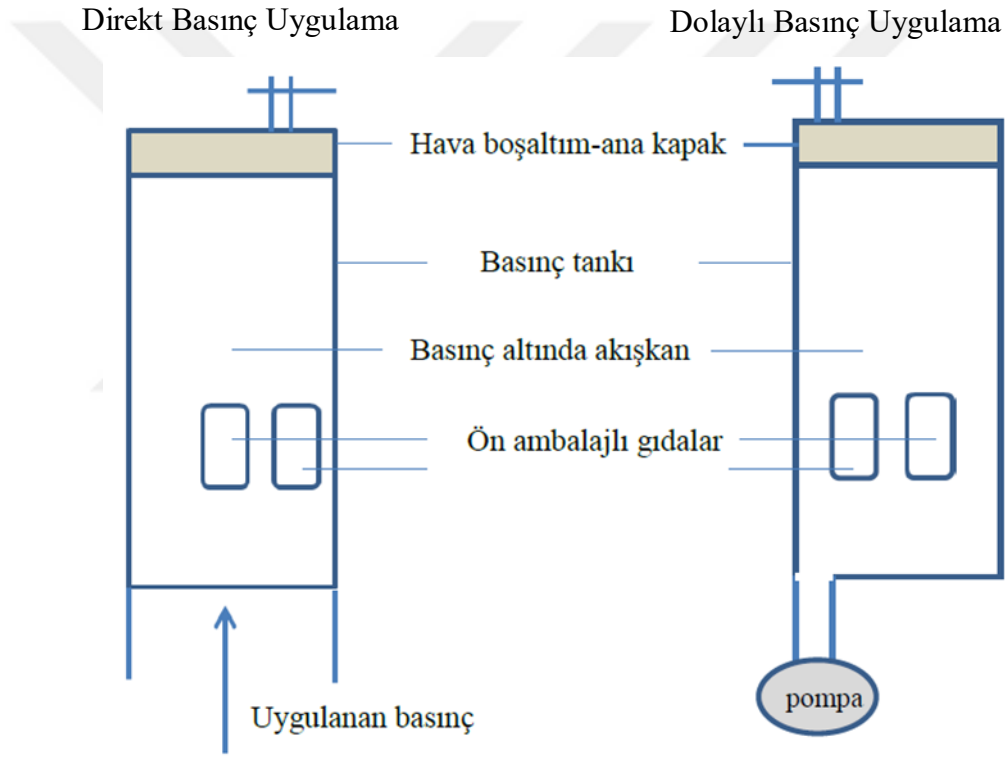
Katı veya sıvı gıdalara, kalite özellikleri koruyarak mikrobiyal inaktivasyon sağlamak amacıyla uygulanan 100-1000 MPa aralıklarındaki basınç işlemi yüksek hidrostatik basınç (YHB) olarak adlandırılmaktadır. YHB uygulamasında, gıdalara ambalajlı veya ambalajsız olmak üzere iki şekilde de YHB işlemi uygulanabilmektedir (Hogan vd., 2005). YHB uygulaması soğuk pastörizasyon olarak da adlandırılmaktadır (Alpas ve Bozoğlu, 2000; Arııcı, 2006). YHB uygulaması, geleneksel olarak uygulanan ısı işlem ile karşılaştırıldığında, gıdalarda mikrobiyal ve enzimlerin inaktivasyonunu sağlayarak, besin değerlerini ve kalite özelliklerini koruyan veya en az düzeyde etkileyen bir yöntemdir (Ohlsson ve Bengtsson, 2002).

YHB sistemi, izostatik basınç kuralı ve Le Chatelier prensibi olmak üzere temel olarak 2 kurala dayanmaktadır. Pascal Kanunu'na dayanan izostatik basınç kuralına göre, sızdırmaz ve kapalı durumda olan bir sistem içerisindeki sıvıya basınç uygulandığında, sıvı bu basıncı her noktaya eşit dağıtma eğilimi göstercektir. Le Chatelier prensibine göre ise, dışardan etki uygulanan bir sistem, bu etkiyi azaltmaya yönelik bir tepki oluşturarak denge hali sağlanması olarak açıklanmaktadır (Hogan vd. 2005). Şekil 2.4'de gıda endüstrisinde kullanılan bir YHB sistemi gösterilmiştir (Yusteve vd., 2001).



Şekil 2.4. Yüksek hidrostatik basınç sistemi (Yusteve vd., 2001).

Gıda endüstrisinde kullanılan YHB sistemi, basıncın uygulandığı kap, yüksek basınç üretim sistemi, sıcaklık kontrol sistemi ve ürün yerleştirilen hazne olmak üzere 4 temel bölümden oluşmaktadır (İbanoğlu, 2002; Şanal ve Çalimli, 2000). YHB uygulaması, endüstride direkt ve dolaylı olmak üzere iki farklı yöntem ile uygulanmaktadır. Direkt olarak uygulamada, basınç sistemindeki piston yardımıyla işlem gerçekleştirilir ancak, metal yüzeylerde aşınmalar olduğundan endüstriyel anlamda kullanımı sınırlıdır. Dolaylı olarak yapılan uygulamada ise, öncelikle basınç kabındaki tüm hava boşaltılır ve sonra basınç iletiminin sağlanabilmesi için dolgu maddesi kullanılarak uygulama gerçekleştirilir (Ohlsson ve Bengtsson, 2002). Şekil 2.5’de direkt ve dolaylı YHB uygulaması gösterilmiştir (Sırdaş, 2013).



Şekil 2.5. Direkt ve dolaylı YHB uygulaması (Sırdaş, 2013).

Gıdalarda raf ömrünü arttırmak amacıyla uygulanan YHB işleminde gerekli olan basınç ve uygulama süresi, gıdanın asitliğine, bileşimine, içerdiği mikroorganizma türüne ve fizyolojik durumuna göre farklılık göstermektedir (Yordanov ve Angelova, 2010). YHB uygulamasının gıdalardaki mikroorganizmalar üzerindeki etkinliği, mikroorganizmanın tipine, özelliğine, spor veya vejetatif formda olması, uygulanan basıncın değeri ve süresi gibi farklı faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Gram negatif bakterilerin basınca karşı dirençleri gram pozitiflere

göre daha düşükken, maya ve küfler basınca karşı en dayanıksız mikroorganizma türleridir. Bun yanında, bakteri sporlarının vejetatif forma göre basınca karşı daha dirençli olduğu bildirilmiştir (İbanoğlu, 2002; Trujillo vd., 2002).

Çizelge 2.1’de YHB uygulamasının gıda endüstrisinde kullanımdaki avantaj ve dezavantajlar gösterilmiştir (Fellows, 2000).

Çizelge 2.1. YHB uygulamasının avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
-Vejetatif bakterilerin ve yüksek sıcaklıklarda sporları öldürür.	-Gıdaların enzim aktivitesi üzerine çok az etkisi vardır.
-Toksinite gösterdiğine dair bir bulgu yoktur.	-Bazı mikroorganizmalar inaktif edilemez.
-Gıdanın renk, koku ve besin değeri korunur.	-Uygulama ekipmanları pahalıdır.
-Uygulama süreleri kısadır.	-Ambalajlama opsiyonları kısıtlıdır.
-Gıdada istenilen bazı tekstür değişiklikleri meydana gelebilir.	
-Ambalaj içerisinde uygulama mümkündür.	

YHB uygulamaları meyve suları, meyve jöleleri, marmelatlar, yoğurtlar, süt, et ve et ürünleri gibi bir çok gıda üzerinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Ohlsson ve Bengtsson, 2002). Bunların yanında, gıdaların dondurulması, çözündürülmesi, çikolatanın sertleştirilmesinde, meyve ve sebzelerin kabuklarının soyulmasında ve etlerin gevreklik kazandırılmasında kullanılmaktadır (Yemencioğlu ve Özkan, 2004; Zhu vd., 2006).

2.3.1 Yüksek Hidrostatik Basıncın Sıvı Gıdalar Üzerine Etkileri

Alternatif yöntemlerden biri olan YHB uygulaması ile gıdalardaki besin ve kalite değerleri korunurken, meyve sularında düşük sıcaklık uygulaması ve katkı maddesi kullanılmadan taze sıkılmış meyve suyu özelliklerine yakın meyve suları elde edilebildiği bildirilmiştir (Deliza vd., 2005). YHB uygulaması, gıdalarda

bozulmaya neden olan mikroorganizmaları inaktif hale getirmek, bazı duyuşsal kalite özelliklerini ve besinsel değerleri korumak amacıyla son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (Chaikham vd., 2017). Gıdalarda raf ömrünü arttırmak amacıyla uygulanan YHB işleminde gerekli olan basınç ve uygulama süresi, gıdanın asitliğine, bileşimine, içerdığı mikroorganizma türüne ve fizyolojik durumuna göre farklılık göstermektedir (Yordanov ve Angelova, 2010).

YHB uygulamasının koyun sütündeki *Listeria innocua* 910 CECT sayısı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda YHB uygulanmış ve sonuç olarak, 2 °C’de uygulanan işlemin, 50 °C’de uygulanan YHB işlemine göre daha düşük bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Gervilla vd., 1997). UHT süt ile yapılan başka bir çalışmada, 450 MPa basınç, 15 dk ve 50 °C değerlerinde basınç uygulanmış ve UHT sütteki *E. coli* sayısında 5 log azalma görüldüğü bildirilmiştir. Sıcaklık ve süre parametreleri aynı kalarak uygulanan 500 MPa değerinde basınç ise, *Staphylococcus aureus* sayısında 6 log azalmaya neden olmuştur (Patterson ve Kilpatrick, 1998).

Lee vd. (2006)’nın elma suyu konsantresi ile yaptıkları bir çalışmada, 207-621 MPa, 22-90 °C ve 5-10 dk aralıklarında değişen parametrelerde YHB uygulanmış ve sonuç olarak *Alicyclobacillus acidoterrestris* sayısında 5 log azalma görüldüğünü belirtmişlerdir. Nar suyu ile yapılan bir çalışmada, 450 MPa basınç ve 1.5-2.5 dk aralıklarında değişen değerlerde uygulanan basıncın, nar suyunda fenolik madde içeriğinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir (Varela-Santos vd., 2012).

Elma suyuna, 500 MPa, 3 dk ve 25 °C parametrelerinde uygulanan YHB işlemi ile birlikte elma suyundaki TMAB sayısında 3 log azalma gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Kim vd., 2012). Başka bir çalışmada ise, 35 °C’de 250 MPa ve 15 dk boyunca uygulanan YHB, havuç suyunun TMAB sayısında yaklaşık 5.5 log azalmaya sebep olmuştur. Yine aynı çalışmanın sonuçlarına göre, havuç suyunun C vitamini miktarının %90 oranında korunduğu belirlenmiştir (Dede vd., 2007).

YHB uygulamasının domates suyundaki karotenoid miktarı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 500 MPa, 10 dk ve 30 °C’de uygulanan YHB ile, karotenoid miktarında %25 kayıp olduğu rapor edilmiştir (Gupta vd., 2011). Yaban mersini suyuna 600 MPa, 15 dk, ve 25 °C değerlerinde uygulanan YHB işlemi

sonucunda toplam antioksidan aktivitenin %53 oranında korunduğu bildirilmiştir (Barba vd., 2013). Gao vd., (2015)'nin yaptığı bir çalışmada, greyfurt suyuna 550 MPa, 10 dk ve 25 °C'de YHB uygulanmış ve greyfurt suyunun antioksidan kapasitesinde değişim olmadığını, fenol içeriğinin de %99 oranında korunduğu saptanmıştır.

Portakal suyunda YHB uygulamasının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 400-600 MPa, 15 dk ve 20 °C değerlerinde uygulama yapılmış ve antosiyaninin stabilitesi araştırılmıştır. Sonuç olarak çalışılan antosiyanin (Cy-3 glc) miktarının %99 oranında korunduğu belirlenmiştir (Torres vd., 2011).

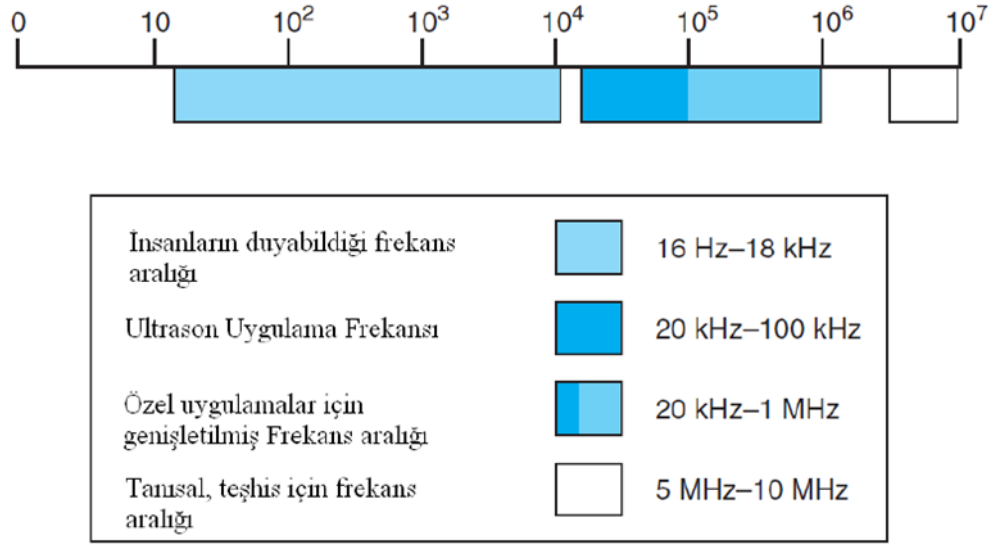
Nar suyu üzerine yapılan bir çalışmada, 400 MPa, 5 dk ve 25 °C parametrelerinde YHB uygulaması yapılmış ve daha sonra 4 ve 25 °C'lerde 72 günlüğüne raf ömrüne bırakılmış ve 72 günün sonunda, nar suyunun toplam antosiyanin içeriğinde %35-37 oranında kayıp olduğu belirlenmiştir (Ferrari vd., 2011).

2.4 Ultrasonikasyon Teknolojisi

Ultrasonikasyon, geleneksel ısı işlem uygulamalarına alternatif olarak geliştirilen, işlem sıcaklığı ve sürelerinin azaltarak süt, meyve suları, şarap gibi sıvı gıdalarda pastörizasyon amacıyla kullanılan bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Salleh-Mack ve Roberts, 2007; Valero vd., 2007). Ultrasonikasyon uygulamasının, portakal suyunda, guava suyunda ve domates suyunda mikrobiyal yükü azaltırken, bu ürünlerin kalite özelliklerini ve besin değerlerini koruduğunu gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur (Ferrante vd., 2007; Tiwari vd., 2009; Valero vd., 2007; Cheng vd., 2007; Wu vd., 2008).

Ultrasonikasyon en temel tanımı ile, saniyede 20 bin veya daha fazla titreşim gerçekleştiren ses dalgaları olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel olarak kullanılan ultrasonikasyon cihazları genellikle 20 kHz-10 MHz aralıklarında değişebilen frekanslarda çalışmaktadır (Butz ve Tauscher, 2002). Şekil 2.6'da ultrasonikasyon frekans aralıkları gösterilmiştir (Yılmaz, 2014). Gıda uygulamalarında kullanılan

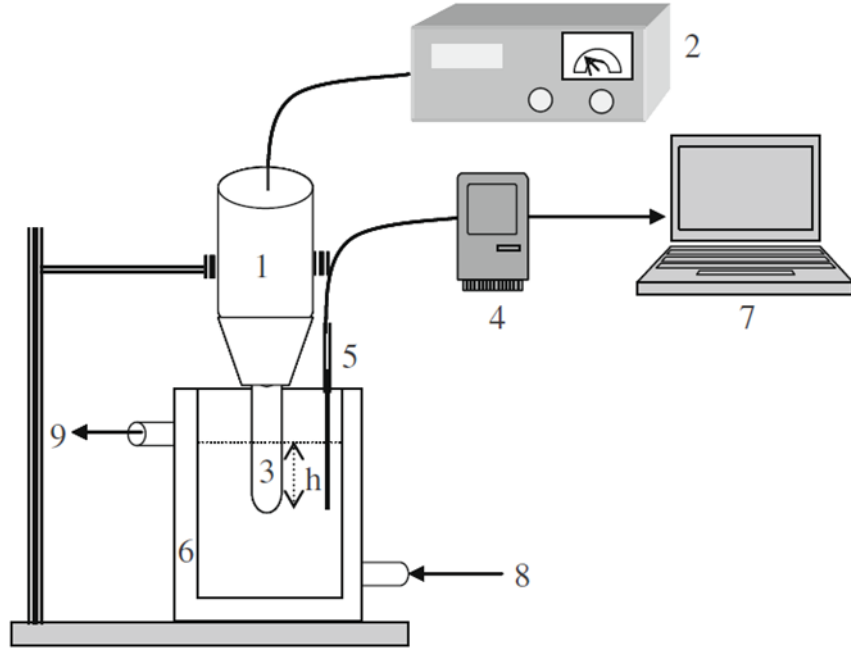
ultrasonikasyon ise genellikle 20-100 kHz aralığında düşük frekanslardadır (Piyasena vd., 2003; Kuldiloke, 2002).



Şekil 2.6. Ultrasonikasyon frekans aralıkları (Yılmaz, 2014).

Ultrasonikasyon sistemi, ultrasonik jeneratör, ultrasonik dönüştürücü ve dağıtıcı olmak üzere 3 ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.7). Ultrasonik jeneratör, elektrik akımını ultrasonik dönüştürücünün kullanabileceği alternatif akıma dönüştürür ve iletir. Ultrasonik dönüştürücü alternatif akımı mekanik titreşimlere dönüştürerek dağıtıcı bölümüne gönderir. Son olarak dağıtıcı kısım bu mekanik titreşimleri sıvı gıdaya gönderir (Mason, 1998).

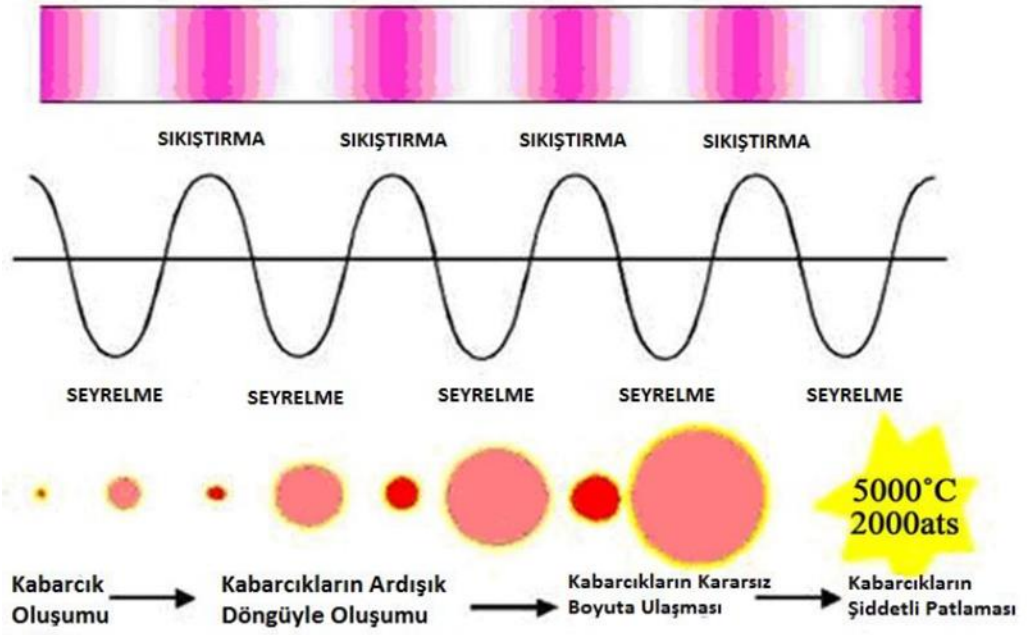
Gıda uygulamalarında kullanılan ultrasonikasyon sistemlerinin en önemli bileşeni ultrasonik dönüştürücülerdir. Ultrasonikasyon sistemlerinde mekanik ve elektroakustik olmak üzere iki farklı tür ultrasonik dönüştürücü vardır. Elektroakustik dönüştürücülerin piezoelektrik ve manyetostriktif dönüştürücü olmak üzere 2 çeşidi vardır ve bunlar ultrasonikasyon uygulamalarında çok sık kullanılmaktadır. Piezoelektrik dönüştürücülerin %95'in üzerinde tasarruf sağlaması ve çok geniş frekans aralıklarında çalışabilir olması nedeni ile çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Torley ve Bhandari, 2007; Muthukumarappan vd, 2010).



Şekil 2.7. Ultrasonikasyon sistemi. 1) ultrasonik dönüştürücü, 2) ultrasonik jeneratör, 3) ultrasonikasyon probu, 4) veri kaydedici, 5) sıcaklık probu, 6) cidarlı kap, 7) bilgisayar, 8) su girişi, 9) su çıkışı (Adekunte vd., 2010a).

Ultrasonikasyon uygulandığı ortam üzerinde akustik akış, meyanik titreşim ve en temel mekanizma olan akustik kavitasyondan oluşan 3 farklı etki oluşturur. Mekanik titreşimin etkisi, gıdaların temizlenmesi ve ekstraksiyon işlemlerinde kullanılırken, akustik akışın yaptığı etki, temizlemenin ve ekstraksiyonun etkinliğini arttırmaktadır (Askokkumar vd, 2010).

Sıvı ortama uygulanan ultrasonikasyon sonucunda, sıvılarda mikro kabarcıkların oluşumu, büyümesi ve yayılması anlamına gelen kavitasyon meydana gelmektedir. Başka bir deyişle, kavitasyon, negatif basınç uygulandığında sıvı bir ortamda baloncukların oluşumu olarak tanımlanabilmektedir (Blitz, 1963; Goberman, 1969; Biltz, 1971; Suslick, 1988; Raso vd, 1998a; Mason, 2012). Kavitasyon sonucu oluşan bu baloncukların çökmesi, ortamdaki kimyasal reaktiviteyi önemli ölçüde hızlandırabilen 5000 K ve 5000 atm'ye kadar olduğu tahmin edilen, yüksek bölgesel sıcaklık ve basınç ile geçici bir sıcak nokta yaratmaktadır (Flint ve Suslick, 1991; McNamara vd., 1999; Suslick vd., 2011). Kavitasyon mekanizması Şekil 2.8'de gösterilmiştir (Başlar, 2011). Bu kavitasyon olgusu, gıda endüstrisinde işleme, ekstraksiyon, emülsifikasyon, muhafaza, homojenizasyon gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Chemat vd., 2011).



Şekil 2.8. Ultrasonikasyondaki kavitasyon mekanizması (Başlar, 2011).

Ultrasonikasyon uygulaması bazı alanlarda tek başına yeterli olurken, bazı durumlarda sıcaklık veya basınç gibi diğer uygulamalarla kombine edilerek kullanılmaktadır. Ultrasonikasyonun ısıtma işlemi ile birlikte kullanılmasına termosonikasyon, basınç ile birlikte kullanılmasına manosonikasyon, basınç ve sıcaklık ile birlikte kullanılmasına da manotermosonikasyon adı verilmektedir (McClements, 1995; Rahman, 2007). Literatürde yapılan çalışmalarda tek başına ultrasonikasyon uygulamasının özellikle patojenler üzerinde etkisinin az olduğu ve birçok durumda ultrasonikasyon uygulamasının geleneksel yöntemler ile kombinasyon edilmesinin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Garcia vd., 1990).

Gıda endüstrisinde ultrasonikasyon uygulamasının avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.2’de gösterilmiştir (Fellows, 2000).

Çizelge 2.2. Ultrasonikasyon uygulamasının avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
-Vejetatif hücrelere, sporlara ve enzimlere karşı etkilidir.	-Etki şekli karmaşıktır.
-Uygulama süreleri ve sıcaklıkları düşüktür.	-Serbest radikallerin zarar görme olasılığı vardır.
-Var olan işleme tesisine adaptasyonu kolaydır.	-Tesis içerisinde ölçeklendirme ile ilgili problemler yaşanabilir.
-Gıdanın tekstür ve yapısında istenilen değişimler görülebilir.	-Bazı durumlarda sıcaklık gibi başka uygulamalarla birlikte kullanılması gerekebilir.

Ultrasonikasyon teknolojisinin mevcut uygulama alanları arasında, etin olgunlaştırılması, alkollü içeceklerin oksidasyonu, şekerlerin kristalizasyonu, gaz giderme, filtrasyon, ekstraksiyon, mikrobiyal inaktivasyon gibi farklı alanlar bulunmaktadır (Brennan, 2006). Ultrasonikasyon uygulaması gıda endüstrisinde emülsifikasyon işlemlerinde (Canselier vd, 2002), krema stabilitesini arttırmada (Pongsawatmanit vd., 2006), kristalizasyon işlemine destek olarak (Luque de Castro ve Priego-Capote, 2007) kullanılabilir. Bunun yanında, bazı gelişmiş ülkelerde, et veriminin ve kalitesinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Wilson, 2003).

2.4.1 Ultrasonikasyonun Sıvı Gıdalar Üzerine Etkileri

Son yıllarda, tüketicilerin beklentilerini karşılamak ve sıvı gıdalarda kalite özelliklerinin korunarak raf ömrünün artırılması amacıyla kullanılan alternatif teknolojilerden birisi ultrasonikasyondur (Raviyan vd., 2005). Literatürde ultrasonikasyon uygulamasının sıvı gıdalar üzerindeki etkilerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır.

Ultrasonikasyon uygulamasının mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi olduğu ilk kez 1929 yılında rapor edilmiştir (Harvey ve Loomis, 1929). Mikroorganizmaların ilk potansiyel olarak inaktivasyonunun sağlanması ise 1960'lı yılların başlarına dayanmaktadır (Hughes ve Nyborg, 1962). Earnshaw vd. (1995), su

altında balıkların ultrasonik olarak etkisiz hale geldiğini keşfetmiş ve daha sonra ultrasonikasyonun inaktivasyon etkisi fark edilmiştir. Ultrasonikasyonun, mikrobiyal inaktivasyon etkisi, uygulama koşullarına, mikrobiyal özelliklere ve çevresel faktörlere bağlıdır. Bu üç kategori de bağımsız olarak kendi içinde bölünmüştür (Alvarez vd., 2003; Manas ve Pagan, 2005).

Ultrasonikasyon tek başına mikroorganizma sayısında azalmaya neden olmaktadır, ancak inaktivasyonun gerçekleşebilmesi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında, ultrasonikasyonun inaktivasyon etkinliği, diğer tekniklerin kombinasyonu ile karşılaştırıldığında düşük sıcaklıkta ve ortam basıncında daha düşüktür (D'Amico vd., 2006; Sagong vd., 2011). Yapılan bir çalışmada, elma şarabına *E. coli* O157:H7 inoküle edilmiş ve 20 kHz, 150 W akustik güç ve 118 W/cm² akustik yoğunluk parametrelerinde ultrasonikasyon uygulaması yapılmıştır. 20 °C'de 3-18 dk arasında değişen sürelerde yapılan uygulama sonucunda, elma şarabındaki *E. coli* O157:H7 sayısında 4.7 log azalma görüldüğü bildirilmiştir (D'Amico vd., 2006).

Domates suyu ile yapılan bir çalışmada, ultrasonikasyon uygulaması ile maya inaktivasyonu sağlanması amaçlanmıştır. Domates suyuna 61 µm amplitüd, 7.5 dk ve 32-45 °C değerlerinde ultrasonikasyon uygulanmış ve maya sayısında 5 log azalma olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, daha düşük amplitüd ve uygulama sürelerinde maya inaktivasyonunun daha düşük seviyelerde olduğu rapor edilmiştir (Adekunte vd., 2010a, 2010b).

Marx vd. (2011)'in yaptığı bir çalışmada, elma suyundaki *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4113 sayısının ultrasonikasyon uygulaması sonrasındaki durumu incelenmek istenmiş ve bu amaçla elma suyuna 24 kHz, 30 dk ve 60 °C koşullarında ultrasonikasyon uygulanmıştır. Sonuç olarak elma suyundaki *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4113 sayısında 7 log azalma olduğu bildirilmiştir. Elma suyu, yaban mersini suyu ve turna yemişi suyu ile yapılan başka bir çalışmada ise, ultrasonikasyon sonrasında *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium expansum*, *Rhodotorula sp.*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Alicyclobacillus acidoterrestris* DSM 3922'nin sayıları analiz edilmiş ve sonuç olarak bu mikroorganizmaların sayılarında 3.56 -5.93 log aralığında değişen azalmaların olduğu rapor edilmiştir (Jambrak vd., 2018).

Walkling-Ribeiro vd. (2009) portakal suyuna 30 kHz, 20 dk ve 55 °C' koşullarında ultrasonikasyon uygulamış ve sonuç olarak portakal suyundaki *Staphylococcus aureus* sayısında 3.3 log azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Abid vd. (2013)'ün yapmış olduğu bir çalışmada, elma suyuna 20 °C, 25 kHz frekansta ve 30-90 dk arasında değişen sürelerde ultrasonikasyon uygulanmış ve elma suyunun pH, titrasyon asitliği, °Briks, bulanıklık ve renk değerleri, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerde pH, titrasyon asitliği ve °Briks değerlerinde önemli bir değişim gözlenmezken, bulanıklık değerlerinde ise uygulama süresine bağlı olarak arttığı bildirilmiştir. Bunun yanında, renk (L*, a*, b*) değerlerinde önemli bir değişim olmadığı ve askorbik asit miktarında artış olduğu rapor edilmiştir.

Portakal suyu üzerine yapılan bir çalışmada, 20 kHz frekans, 2-10 dk ve 10-30 °C değerlerinde ultrasonikasyon uygulanmış ve portakal suyunun pH ve °Briks değerlerinde önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte ultrasonikasyonun portakal suyunun renginde, bulanıklık ve askorbik asit içeriği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Tiwari vd., 2009).

Ananas, üzüm ve kıvılcık suyuna 24 kHz, 0.5-10 dk ve 40-60 °C değerlerinde ultrasonikasyon uygulanmış ve sonuç olarak pH ve renk değerlerinde değişimler meydana geldiği bildirilmiştir (Bermúdez-Aguirre ve Barbosa-Cánovas, 2012). Elma ve kıvılcık suyu ile yapılan başka bir çalışmada ise, 20 kHz, 8 dk ve 43-58 °C arasında değişen koşullarda ultrasonikasyon uygulaması yapılmış ve işlem görmüş örneklerde koyulaşma, normal lezzetin dışındaki bazı tatlar ve antosiyanin içeriğinde azalmalar görüldüğü rapor edilmiştir (Caminiti vd., 2011).

Ultrasonikasyon uygulamasının karpuz suyundaki bazı minör bileşikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 20 kHz, 2-10 dk ve 25-45 °C'de uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda ultrasonikasyon uygulanmış örneklerde askorbik asit, likopen ve fenolik maddelerinde degradasyonlar olduğu gözlenmiştir (Rawson vd., 2011).

Literatürde farklı ürünlerin pastörizasyonu amacıyla YHB ve ultrasonikasyonun uygulandığı rapor edilmekle beraber her iki prosesin meyhan kökü şerbetinin prosesi, kalite özellikleri, duyuusal özellikleri ve raf ömrü üzerine olan

etkilerine ilişkin çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle, çalışma kapsamında meyankökü şerbetinin YHB ve ultrasonikasyon ile proesesi ve her iki prosesin ürünün kalite ve duyuşal özellikleri, mikrobiyel inaktivasyon ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin araştırılması hedeflenmektedir.

2.4.2 Deney Tasarımı ve Yanıt Yüzey Yöntemi

Yanıt yüzey yöntemi, bir ürünün ya da sürecin kalite özelliklerinin istenilen düzeylerde olmasını sağlayacak olan parametre değerlerinin incelenmesi için kullanılan istatistiksel teknikler olarak bilinmektedir (Aslan ve Cebeci, 2007). Bununla birlikte, yanıt yüzey yöntemi prosesi etkileyen parametreler ve bu parametreler arasındaki ilişkileri analiz etme, modelleme ve optimum parametre koşullarının elde edilmesinde etkin şekilde kullanılan bir yöntemdir (Yavari vd, 2017).

Yanıt yüzey yöntem, ilk olarak 1951 yılında Box ve Wilson tarafından tanımlanmış ve kimya endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde oluşturulan modeller regresyon analizi yardımıyla oluşturulmaktadır. Bir prosesteki parametrenin ana etkisinin veya diğer parametreler ile olan etkileşimin etkilerinin, yanıt değişkeninin değerinde ne derecede önemli etkiye sahip olduğu regresyon katsayıları yardımıyla belirlenmektedir (Kul, 2004).

Yanıt yüzey yönteminde, incelenen prosesin optimum parametre koşullarını belirleyebilmek için merkezi kompozit tasarımı veya Box-Behnken tasarımı gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu tasarımlardan elde edilen model denklemleri yardımıyla 3 boyutlu yüzey ve 2 boyutlu kontur grafikleri elde edilebilmekte ve yorumlanabilmektedir (Myers vd, 2009).

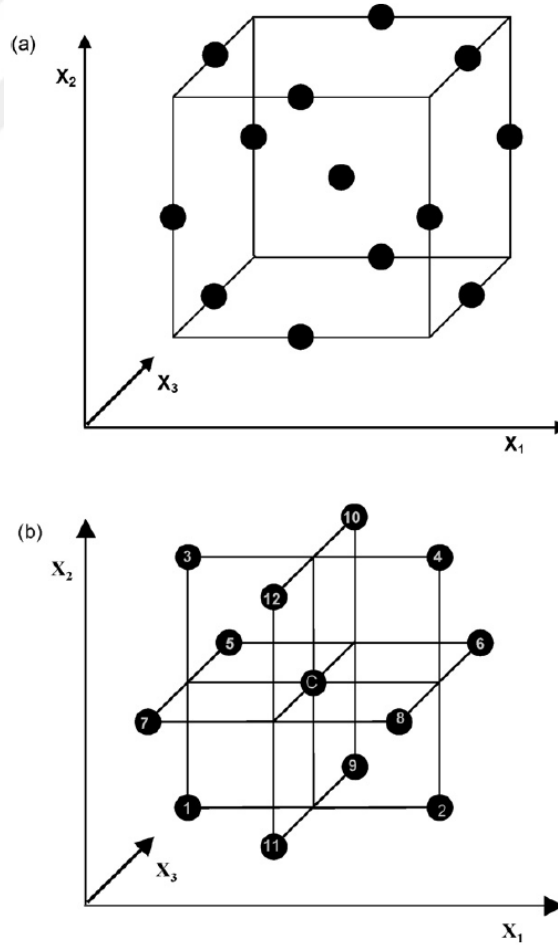
2.4.2.1 Box-Behnken Tasarımı

Box-Behnken tasarımı, değişken kombinasyonların değişken alanı kenarlarının orta noktalarında ve merkezinde olan, gömülü faktöriyel veya kesirli faktöriyel noktaları olmayan bağımsız, dönebilen ikinci dereceden bir tasarımıdır (Maran, 2013). Ayrıca Box-Behnken tasarımı, üç seviyeli tamamlanmamış faktöriyel

tasarımlarına dayanan, dönebilen veya neredeyse dönebilen ikinci dereceli tasarımların bir sınıfı olarak da tanımlanmaktadır (Box ve Behnken, 1960). Üç faktör için grafiksel gösterimi Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

Box-Behnken tasarımı, $N = k^2 + k + cp$ formülüne göre bir deneme sayısı gerektirmektedir. Burada k faktör numarası ve cp merkezi noktanın tekrar sayısıdır (Souza Anderson vd, 2005). Tasarım, Şekil 2.9'da küp olarak gösterilmiş ve bir merkez nokta ve kenarların orta noktalarından oluşmaktadır. Bununla birlikte, birbirine bağlı 2^2 faktöriyel tasarım ve bir merkez noktadan (Şekil 2.9) da oluşabilmektedir (Massart vd, 2003).

Üç seviyeli ve üç faktörlü bir Box-Behnken tasarımında toplam 15 deneysel desen oluşturulabilmekte ve çalışmamızda da bu yöntem kullanılmıştır. Elde edilen deneme desenleri Çizelge 3.2 ve 3.3'de gösterilmiştir



Şekil 2.9. Box-Behnken tasarımı. (a) Bir küp olarak türetilen tasarım, (b) birbirine bağlı 2^2 faktöriyel deneyler olarak gösterimi.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan meyan kökleri Ankara/Ulus bölgesinde bulunan yerel bir pazardan temin edilmiştir. Meyan kökü şerbeti, meyan kökü bitkisinin kökleri ve lifleri birlikte kullanılarak, su ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilmiştir. Meyan kökü şerbeti için kullanılan her 1 L su için 10 gram meyan kökü kullanılmış ve karışım 16 saat boyunca +4°C’de bekletilmeye bırakılmıştır. Meyan kökü şerbetinin hazırlanmasından sonra ve 16. saat sonundaki görüntüleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir. İşlem sonucunda elde edilen ekstrakt süzülerek meyan kökü şerbeti elde edilmiştir.



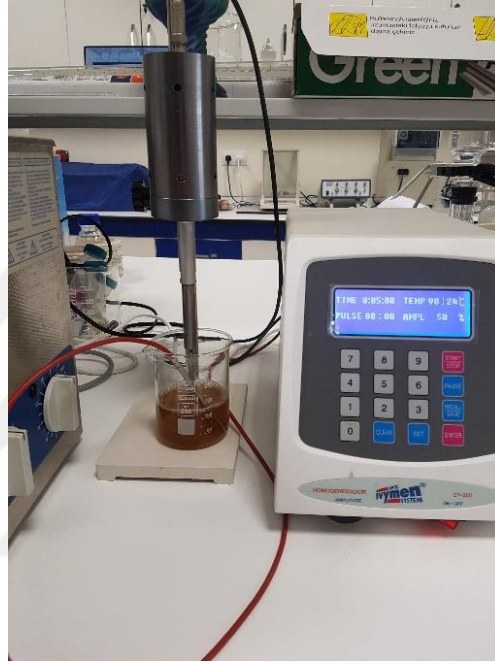
Şekil 3.1. Meyan kökü şerbetinin 0 (soldaki) ve 16. (sağdaki) saat sonundaki görüntüleri.

3.2 Metot

3.2.1 Meyan Kökü Şerbetinin Ultrasonikasyon Uygulamaları

Çalışma kapsamında yapılan ultasonikasyon uygulamaları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün 133 nolu laboratuvarında bulunan

Optic Ivymen System UP200S (Hielscher, Germany) marka laboratuvar ölçekli ultrasonikasyon cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Meyan kökü şerbeti örnekleri steril kaplar içerisinde farklı amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değerlerinde prosesler gerçekleştirilmiştir. Ultrasonikasyon uygulaması ile meyan kökü şerbeti örneklerine Box-Behnken dizaynı kullanılarak belirlenmiş %50, %70 ve %90 amplitüd, 5, 25 ve 45 dk ve 4, 22 ve 40 °C sıcaklık parametrelerinde uygulamalar yapılmış ve bu koşullara ait bilgiler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Optic Ivymen System UP200S marka laboratuvar ölçekli ultrasonikasyon cihazı.

3.2.2 Meyan Kökü Şerbetinin YHB Uygulamaları

Çalışma kapsamında yapılan yüksek hidrostatik basınç uygulamaları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGIDAM) laboratuvarında bulunan AVURE marka pilot ölçekli yüksek hidrostatik basınç sistemi (Avure Technologies, Columbus, OH, USA) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Meyan kökü şerbeti örnekleri yüksek hidrostatik basınç sistemine sokulmadan önce steril vakum poşetlerine konulmuş ve poşet içerisinde hava kalmayacak şekilde vakumlanmıştır. Örnekler hazırlandıktan sonra yüksek hidrostatik basınç sistemine konulmuş ve farklı basınç (MPa), süre (dk)

ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerlerinde prosesler gerçekleştirilmiştir. YHB uygulaması ile meyan kökü şerbeti örneklerine Box-Behnken dizaynı kullanılarak belirlenmiş 200, 350 ve 500 MPa, 3, 9 ve 15 dk ve 4, 22 ve 40 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklık parametrelerinde uygulamalar yapılmış ve bu koşullara ait bilgiler izelge 3.3’de gösterilmiştir.



şekil 3.3. AVURE marka pilot ölçekli yüksek hidrostatik basınç sistemi.

3.2.3 Meyan Kökü şerbetine Uygulanan Analizler

Çalışma kapsamında yapılan analizler, herhangi bir işlem görmeyen meyan kökü şerbeti örnekleri (kontrol) ve Box-Behnken deneme dizaynı ile elde edilen koşullarda ultrasonikasyon ve YHB uygulaması görmüş örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinde pH, kondaktivite (iletkenlik), renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° ve ΔE), renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi, bulanıklık, toplam asitlik, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı, indirgen şeker miktarı, organik asit tayini, fenolik bileşiklerin tayini glisirizik asit miktarı, glabridin miktarı, mineral madde miktarı, mikrobiyolojik analizler (TMAB, TMK, *Bacillus circulans*, *Candida tropicalis* sayısı) ve duyuusal analizler yapılmıştır.

3.2.3.1 pH Tayini

Homojen olarak 10 mL alınan meyan kökü şerbeti örnekleri oda sıcaklığında PH-2005 marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Cemeroğlu 1992).

3.2.3.2 Kondaktivite (İletkenlik) Tayini

Meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivitesi, homojen olarak alınan 10 mL örneğin, Sension 5 model (HACH, CO, ABD) el kondaktivite cihazı kullanılarak ölçülmesiyle belirlenmiş ve sonuçlar $\mu\text{S/cm}$ olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.3 Renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE) Tayini

Meyan kökü şerbeti örneklerinin renk ölçümü Hunter Lab Color Flex Spektrofotometresi (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston VA, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar CSI sistemine göre, L^* değeri koyuluk-açıklık, a^* değeri yeşillik-kırmızılık ve b^* değeri mavilik-sarılık özelliklerini temsil etmektedir. Ayrıca bu L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak Chroma (C^* , renk yoğunluğu) ve Hue (h° , renk tonu) değerleri de aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.1)$$

$$h^\circ = \arctan(b/a) \quad (3.2)$$

Bunların yanında, kontrol örneğinin ve işlem görmüş meyan kökü şerbetinin L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak aralarındaki toplam renk farkı (ΔE) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L^*)^2 + (a_0 - a^*)^2 + (b_0 - b^*)^2} \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte, L_0 , a_0 , b_0 değerleri kontrol örneklerinin, L^* , a^* , b^* değerleri ise işlem görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin renk değerlerini ifade etmektedir.

3.2.3.4 Renk Bileşimi Tayini

Meyan kökü şerbetinin renk bileşimini belirlemek amacıyla öncelikle renk yoğunluğu ve renk tonu tayini yapılmıştır. 10 mL meyan kökü şerbeti örnekleri falcon tüplerine konulmuş ve 4000 rpm'de 5 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüplerdeki örnekler üst kısımlarından alınarak 1 mm'lik tüplere konulmuş ve T80+UV/VIS marka spektrofotometre (PG Instruments, Leicestershire, UK) ile 420, 520 ve 620 nm'de saf suya karşı okunmuştur. Elde edilen örnek absorbans (ÖA) değerleri toplanarak ($\text{ÖA}_{420} + \text{ÖA}_{520} + \text{ÖA}_{620}$) hesaplanmış ve sonuçlar renk yoğunluğu (CI) olarak verilmiştir. Yine bu absorbans değerlerinden 420 ve 520 nm değerlerinin oranları ($\text{ÖA}_{420}/\text{ÖA}_{520}$) renk tonu olarak verilmiştir (Ribereau-Gayon vd., 2000).

Renk yoğunluğu ve renk tonu değerleri bulunduktan sonra, renk bileşimi tayini aşağıda verilen Eşitlik 3.4, Eşitlik 3.5 ve Eşitlik 3.6 yardımıyla bulunmuştur. $\% \text{ÖA}_{420}$ sarı, $\% \text{ÖA}_{520}$, kırmızı ve $\% \text{ÖA}_{620}$, mavi rengin yüzde miktarlarını belirtmektedir (Ribereau-Gayon vd., 2000).

$$\% \text{ÖA}_{420} = \left(\frac{\text{ÖA}_{420}}{\text{IC}} \right) \times 100 \quad (3.4)$$

$$\% \text{ÖA}_{520} = \left(\frac{\text{ÖA}_{520}}{\text{IC}} \right) \times 100 \quad (3.5)$$

$$\% \text{ÖA}_{620} = \left(\frac{\text{ÖA}_{620}}{\text{IC}} \right) \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.3.5 Bulanıklık Tayini

Meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerleri MICRO TPI, Model 20008 marka (HF Scientific Inc, Fort Myers, USA) türbidimetre ölçülerek sonuçlar NTU (nephelometric turbidity unit) olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.6 Toplam Asitlik Tayini

5 mL meyan kökü şerbeti örneği alınarak 0.5 mL fenolftalein indikatörü eklenip 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyondaki sarfiyat miktarı Eşitlik 3.7'de

yerine koyularak, meyan kökü şerbetinin her 100 mL için glisirizik asit cinsinden gram olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\text{Titrasyon Asitliği} \left(\frac{\text{g}}{100} \text{ mL} \right) = \frac{(V)(f)(E)(100)}{M} \quad (3.7)$$

Bu eşitlikte;

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

f: Titrasyonda kullanılan NaOH çözeltisinin normalitesi tam 0.1 ise bu değer 1'dir ve eşitlikte yer vermeye gerek yoktur.

E: 1 mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğeri asit miktarı, g

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, mL

3.2.3.7 Antioksidan Aktivite Tayini

DPPH Çözeltisi: 250 mL'lik balon jöje içerisine 0.0494 gram DPPH tartılır ve etil alkol ile 250 mL'ye tamamlanır. Hazırlanan 500 µM DPPH çözeltisi kullanılmadığı zaman karanlıkta ve buzdolabında saklanmalıdır.

Tris-HCl Tampon Çözeltisi: 6.057 gram Tris tartılır ve bir beher içerisinde 400 mL saf su ile çözündürülür. Hazırlanan çözelti 0.1 M HCl ile pH 7.4'e ayarlanır ve balon jöjede 500 mL'ye tamamlanır.

Meyan kökü şerbeti örneklerinin analizi yapılmadan önce şahit örneği hazırlanmıştır. Şahit örneğini hazırlamak için 0.1 mL etil alkol alınarak üzerine 0.9 mL Tris-HCl tampon çözeltisi ve 1 mL DPPH çözeltisi eklenerek karışımın homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra meyan kökü şerbeti örnekleri hazırlanmıştır. 0.1 mL meyan kökü şerbeti örneği bir tüpe alınmış ve üzerine 0.9 mL Tris-HCl tampon çözeltisi ve 1 mL DPPH çözeltisi eklenerek karışımın homojen hale gelmesi için karıştırılmıştır. Şahit örneği ve hazırlanan meyan kökü şerbeti örnekleri 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. 30 dk sonunda alkole karşı şahit ve meyan kökü şerbeti örnekleri 517 nm dalga boyunda UV spektrofotometre cihazı ile absorbans

ölçülmüştür. Ölçülen değerler aşağıdaki Eşitlik 3.8’de yerine konularak meyan kökü şerbeti örneklerindeki yüzde antioksidan aktivite (AA) değerleri bulunmuştur (Moon ve Terao, 1998).

$$\%AA = \left(1 - \frac{\text{Absörnek}}{\text{Absşahit}}\right) \times 100 \quad (3.8)$$

3.2.3.8 Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Sodyum Karbonat Çözeltisi: 7.5 gram susuz Na₂CO₃ tartılarak 100 mL saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanır.

Folin-Ciocalteu Çözeltisi: 1 L’lik balon joje içerisine 100 ml 2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi konular ve saf su ile 1 L’ye tamamlanır. Hazırlanan 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi karanlıkta saklanır.

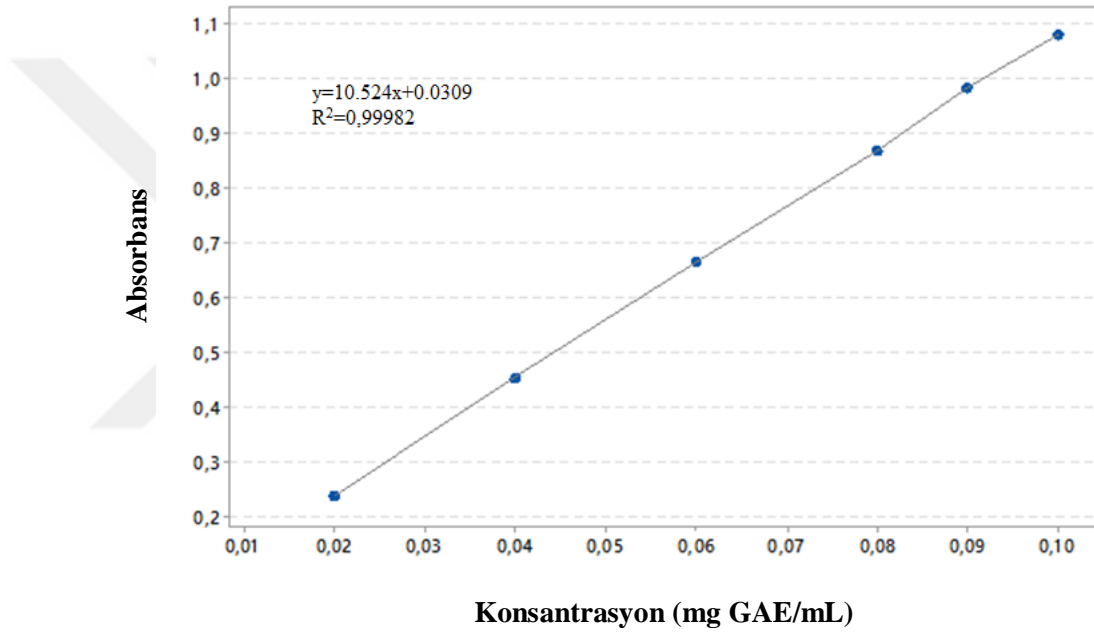
Gallik Asit Çözeltisi: 0.1034 g gallik asit tartılır ve 100 mL saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanır.

Meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu çözeltisi kullanılarak yapılan spektrofotometrik yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle meyan kökü şerbeti örnekleri spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda 0.2-0.8 absorbans gösterecek şekilde 1/4 oranında seyreltilmiştir. Analizde kullanılacak olan şahit örneği, 1 mL saf su tüpe alınarak üzerine önce 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi, daha sonra 4 mL doymuş sodyum karbonat eklenmesi ile hazırlanmıştır. Daha sonra, seyreltilmiş meyan kökü şerbeti örneklerinden 1 mL tüpe alınarak üzerine 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 4 mL doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenerek karışımın homojen dağılması için vortexlenmiştir. Hazırlanan şahit ve meyan kökü örnekleri, önceden 50±5 °C’ye ayarlanmış su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra örnekler buz içerisinde hemen soğutulup UV spektrofotometre ile 760 nm’de şahit ile sıfırlama yapıldıktan sonra ölçülmüştür.

Spektrofotometre ile yapılan okumalar sonucunda elde edilen absorbans değerlerinden meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarını belirleyebilmek için gallik asit eğrisinden yararlanılmıştır. Gallik asit eğrisini

izebilmek için, daha önceden hazırlanan gallik asit stok zeltisinden 0.1, 0.09, 0.08, 0.06 ve 0.04 g/L derişimlerinde zeltiler hazırlanmıştır. Bu zeltiden 1 mL alınarak üzerine 5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu zeltisi ve 4 mL doymuş sodyum karbonat zeltisi eklenmiştir. Hazırlanan karışım 50 ± 5 °C'deki su banyosunda 5 dk bekletilip soğutulduktan sonra 760 nm'de şahide karşı okuma yapılmıştır.

Gallik asit konsantrasyonu-absorbans şeklinde kalibrasyon eğrisi çizilerek, eğrinin denklemi aşağıda gösterildiği gibi elde edilmiş (şekil 3.4) ve sonuçlar mg gallik asit/mL olarak hesaplanmıştır.



şekil 3.4. Gallik asit kalibrasyon eğrisi.

Elde edilen denklemde istenilen değerler yerine konularak meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit/mL olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.9 İndirgen şeker Tayini

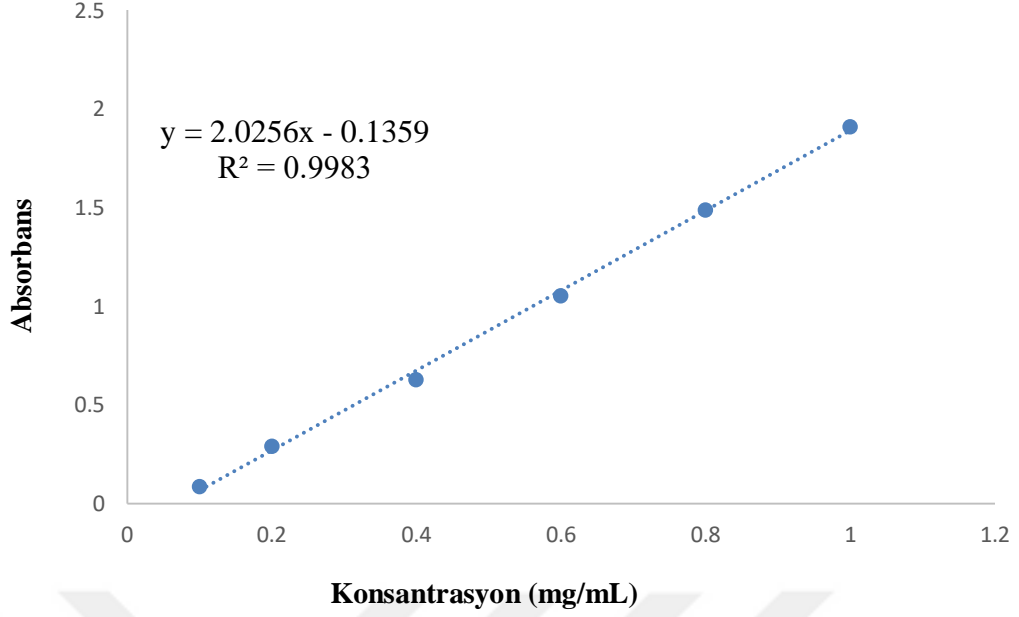
3,5 Dinitro Salisilik Asit (DNS) zeltisi: 10 g dinitro salisilik asit, 2 g fenol, 0.5 g sodyum sülfit, 10 g sodyum hidroksit tartılır ve 1 L saf suda zndrlr. DNS ışığa karşı duyarlı bir bileşik olduğu için buzdolabında saklanmalıdır.

Potasyum Sodyum Tartarat Çözeltisi (Rochelle Salt): 40 g potasyum sodyum tartarat tartılır ve 100 mL saf suda çözündürülür.

Glikoz Çözeltisi: 1 g glukoz tartılarak 100 mL saf suda çözündürülür.

Meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarlarının belirlenmesinde DNS yöntemi kullanılmıştır (Ghose, 1984; Gök, 1998). Örneklerin analizinden önce şahit örneği hazırlanmıştır. 3 mL saf su bir tüpe aktarılmış, üzerine 3 mL DNS çözeltisi eklenmiş ve homojen bir karışım sağlamak için vortekslenmiştir. Daha sonra meyan kökü şerbeti örnekleri için analiz yapılmıştır. 3 mL meyan kökü şerbeti örneği tüpe alınarak üzerine 3 mL DNS eklenmiş ve tüp içeriği vortekslenmiştir. Hazırlanan şahit ve meyan kökü şerbeti içeren tüpler 90 °C'deki su banyosunda 15 dk boyunca bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örnekler soğuk su içerisine alınarak, tüp içeriğine 1 mL potasyum sodyum tartarat çözeltisi eklenmiştir. Tüp içeriği vorteksledikten sonra 575 nm dalga boyunda şahide karşı absorbans ölçümleri yapılmıştır.

Meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarının belirlenebilmesi için glikoz kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Glikoz ana stoğundan alınan 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 g/L'lik konsantrasyonlardan ara stokları hazırlanmış ve üzerlerine 3 mL DNS çözeltisi eklenerek 90 °C'deki su banyosunda 15 dk bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler buz içerisinde hızlıca soğutularak üzerlerine 1 mL potasyum sodyum tartarat ilave edilerek 575 nm'de ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerler ile konsantrasyon-absorbans eğrisi (Şekil 3.5) ve aşağıda verilen denklem elde edilmiştir. Elde edilen absorbans değerleri, glikoz kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak bulunan denklemde yerine (y) konularak indirgen şeker konsantrasyonu (x) bulunmuştur.



Şekil 3.5. Glikoz kalibrasyon eğrisi.

3.2.3.10 Mikrobiyolojik Analizler

Meyan kökü şerbeti örnekleri 1/9 oranında % 0.1'lik peptonlu su ile seyreltikten sonra toplam toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için aseptik ortamda yayma ekim yöntemi ile PCA (Plate Count Agar) besiyerine, toplam maya küf (TMK) sayımı için ise PDA (Potato Dextrose Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan besiyerlerinden PCA 35 °C sıcaklıktaki inkübatörde 24-48 saat, PDA ise oda sıcaklığında (22±2 °C) 48-72 saat bekletildikten sonra üreme durumu kontrol edilip sayım yapılmış ve sonuçlar log kob/mL olarak hesaplanmıştır.

İnokülasyon çalışmaları, meyan kökü şerbetinin kendi mikrobiyal florasından izole edilen *Bacillus circulans* ve *Candida tropicalis* ile gerçekleştirilmiştir. *B. circulans*'ın tanımlanmasında API 50 CHB/E testi kullanılırken, *C. tropicalis*'in tanımlanmasında API 20 C testi kullanılmıştır. API 20 C testi özellikle mayaların tanımlanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. API 20 C şeridi, susuz substratlar içeren 20 kuyucuktan oluşmaktadır. Kuyucukların altında bulunan tablaya, şeridin kurumasını engellemek amacıyla 5 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra, API NaCl 0.85% Medium solüsyonu içersine daha önceden saflaştırılmış maya kolonisi eklenmiştir. Elde edilen solüsyon API 20 C şeridi üzerindeki

kuyucuklara baloncuk oluşmayacak şekilde doldurulmuştur. Son olarak şerit 29 °C’de 72 saat boyunca inkübasyona bırakılmış ve sürenin sonunda kuyucuklarda elde edilen bulanıklık değerleri API 20 C test kitinin içerisinde bulunan form üzerinde uygun şekilde doldurularak BioMérieux Türkiye firmasına gönderilmiştir. API web bilgisayar programı ile yapılan analiz sonucunda meyan kökü şerbetinden izole edilen mayanın *C. tropicalis* olduğu belirlenmiştir. API 50 CHB/E test kiti, *Bacillus* ve ilgili cinslerin yanı sıra *Enterobacteriaceae* ve *Vibrionaceae* familyalarına ait gram negatif bakterilerin tanımlanması için tasarlanmıştır. API 50 CHB/E şeridi, üzerindeki 49 karbonhidratın fermantasyonunun çalışılmasını sağlayan kullanıma hazır bir ortamdır. API 50 CHB/E şeridinin kurummasını engellemek amacıyla yaklaşık 20 mL saf su şeridi tutan tablaya eklenmiştir. Daha sonra API 50 CHB/E Medium solüsyonu içerisine daha önceden saflaştırılmış bakteri kolonisi eklenmiş ve elde edilen karışım kuyucuklar içerisinde baloncuk kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Şerit 29 °C’de 48 saat süre boyunca inkübasyona bırakılmış ve bu süre boyunca meydana gelen renk değişimi gözlenmiştir. Renk değişimleri test kitinin içerisinde bulunan form üzerine uygun şekilde işlenerek BioMérieux Türkiye firmasına gönderilmiş ve API web bilgisayar programı yardımı ile meyan kökü şerbetinden izole edilen bakterinin *B. circulans* olduğu belirlenmiştir.

B. circulans ve *C. tropicalis*’in inokülasyon analizlerinde, % 0.1’lik peptonlu su ile seyreltilen inokülasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri *B. circulans* için Nutrient Agar besiyerine, *C. tropicalis* için ise Yeast-Extract Agar besiyerine ekimler yapılmıştır. *C. tropicalis* ekimi yapılan besiyerleri 37 °C’de 72 saat boyunca, *B. circulans* ekimi yapılan besiyerleri ise 25 °C’de 48 saat boyunca inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda sayımlar yapılarak sonuçlar log kob/mL olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.11 Duyusal Analizler

Meyan kökü şerbeti örnekleri koku, renk, tatlılık, ekşilik ve ağızda bıraktığı his gibi kalite özellikleri açısından duyuşsal analiz konusunda daha önceden eğitilmiş panelistler tarafından 9’lu hedonik skala kullanılarak test edilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine rastgele 3 haneli sayılar verilerek panelistlere sunulmuş ve 10

puan üzerinden değerlendirilmesi istenmiştir. Paneslistlere sunulan duyuusal analiz formunun bir örneği Şekil 3.6' da gösterilmiştir.

Meyankökü şerbeti meyanökü bitkisinin köklerinden yapılan kahverengi, berrak olmayan ve glisirizin şekerinden dolayı oldukça tatlı bir içecektir. Size sunulan meyanökü şerbeti örneklerini tek tek tadarak 10'lu skalada uygun bulduğunuz puanlamaya göre yerleştiriniz. Bir sonraki örneği tadmadan önce size sunulan sudan içmeniz tavsiye edilmektedir. Teşekkürler ☺

Ön sorular:

Meyankökü şerbeti tüketir misiniz? Evet (...) Hayır (...)

Cevabınız evet ise ne sıklıkla tüketirsiniz

Her gün (...)

Haftada 2-3 kez (...)

Ayda birkaç kez (...)

Yılda birkaç kez (...)

1- Görsel inceleme:

bulanıklık-berraklık

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
bulanık berrak

matlık-parlaklık

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
mat parlak

renk yoğunluğu

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
tipik kahverengi değil tipik kahverengi

parçacık-partikül durumu

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
parçacık-partikül var pürüzsüz

2- Koklayarak inceleme:

koku-aroma

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
kötü koku-kokusuz tipik koku-aroma

yoğunluk

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
yoğunluğu çok az tipik yoğunlukta

3- Tadarak inceleme:

meyankökü tadı

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
tipik değil (yavan, bozuk tad vs) tipik tad

acı tad varlığı

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
acı tam tadında

ekşi tad varlığı

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
ekşi tam tadında

tatlılık

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
tatlı değil tam tadında

ağızda bıraktığı his

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10
tipik değil tipik meyanökü tadı

Yorumlarınız.....

.....

Şekil 3.6. Paneslistlere sunulan duyuusal analiz formu.

3.2.3.12 Fenolik Bileşiklerin Analizi

Çalışmamızda fenolik bileşiklerin analizi Ağcam vd., (2014) tarafından ortaya konulan ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek HPLC ile gerçekleştirilmiştir.

Bu yöntemde, akış profili ve yürütücü faz seçiminde en iyi sonuç veren uygulamanın seçilmesiyle meyan kökü şerbetindeki fenolik bileşik miktarları belirlenmiştir.

Meyan kökü şerbetindeki fenolik bileşik miktarı analizinde uygulanmış ekstraksiyon yöntemi Şekil 3.5’de, akış profili de Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Fenolik bileşikler için mobil faz gradiyent programı

Süre	Formik Asit (%2)	Asetonitril (%100)
0	100	0
20	98	2
35	97	3
65	94	6
70	93	7
80	91.5	8.5
90	90.5	9.5
100	88	12
120	82	18
125	75	25
130	0	100
140	100	0

5 mL örnek + 10 mL metanol (%80)



Ultrasonikasyon (10 dak oda sıcaklığı)



Santrifüj (4000rpm' de 10 dk 4°C)



0.45µm teflon filtreden filtre edilir



HPLC cihazına enjekte edilir.

Şekil 3.7. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi.

Kromatografi koşulları aşağıda sıralanmıştır;

Kolon: XTERRA RP 18 5 µM 4.6X250

Kolon Sıcaklığı: 30 °C

Detektör: FotoDiyod Düzen Detektör (PDA)

Dalga Boyu: 280 ve 320 nm

Mobil Faz Akış Hızı: 0.8 mL/dk

Enjeksiyon Hacmi: 20 µL

Mobil Faz Çözeltisi: Formik asit (%2), asetonyril (%100) karışımı, gradiyent akış

3.2.3.13 Organik Asit Tayini

Meyan kökü şerbeti örneklerindeki asetik asit, formik asit ve fumarik asit miktarları Sturm vd., (2003)'a göre gerçekleştirilmiştir. Meyan kökü şerbeti örnekleri öncelikle seyreltilmiş, daha sonra 4000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Örneklerin berrak kısmı alınarak 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilerek süzölmüştür. Elde edilen ekstrakt HPLC cihazına enjekte edilerek meyan kökü şerbetindeki asetik asit, formik asit ve fumarik asit miktarları mg/L olarak belirlenmiştir. Kromatografi koşulları şöyledir;

Mobil faz: 5 mm'lık sülfürik asit (H₂SO₄), izokratik akış

Enjeksiyon hacmi: 20µL

Akış hızı: 0.6mL/dk

Elüsyon süresi: 15 dk

Dalga boyu: 210 nm-244 nm

Kolon: XTERRA C 18 5 µM 4.6X250

Detektör: FotoDiyod Düzen Detektör (PDA)

Kolon sıcaklığı: 50 °C

3.2.3.14 Glisirizik Asit ve Glabridin Miktarı

Homojen olarak alınan 5 mL meyan kökü şerbeti örnekleri 50 mL etanol/su (30:70 v/v) karışımında bekletilmiş ve ultrasonik banyoda 5 dk boyunca ekstrakte edildikten sonra karışım 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilerek ve HPLC cihazına enjekte edilmiştir (Tian vd., 2008). Glisirizik asit ve glabridin analizleri için kromatografi koşulları şöyle sıralanmıştır;

Mobil Faz: metanol-su (% 1 asetik asit içeren 70:30 v/v etanol/su)

Analitik Kolon: C18 (150x4.6 mm)

Akış Oranı ve Enjeksiyon Miktarı: 1 mL/dk ve 25 µL

Kolon ve dedektör sıcaklığı: 50 °C

Detektör: FotoDiyod Düzen Detektör (PDA)

Dalga Boyu: 252 nm

3.2.3.15 Mineral Madde Miktarı Tayini

Meyan kökü şerbeti örnekleri PTFE yapılı 0.45 µm şırınga ucu filtre ile süzülerek ICPMS'te Na, Ca, Mg, Fe, Zn, B, Ba, Cd, Co, Cr, K, Cu, Mn, Hg, Pb, As ve Ni tayini için analiz edilmiştir. Na, Ca, Mg ve K analizleri girişimlerin engellenmesi için cold plazma ve colloission cell technology (CCT) yöntemi ile çalışılmıştır. Her bir metal için konsantrasyonları 2.5-1000 ppb arasında olan standartlarla kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Kalibrasyon eğrilerine ait denklemlerin korelasyon katsayılarının kare değerleri en az 0.999 olarak bulunmuştur. Tespit edilebilen en düşük konsantrasyona sahip çözeltiden 7 tane hazırlanmıştır ve ayrı ayrı her bir metal için analizi yapılmıştır. LOD için 7 sonucun standart sapmasının 3 katı LOQ için 7 sonucun standart sapmasının 10 katı alınmıştır. Bütün sonuçların doğruluğu SRM1640a ile kontrol edilmiştir. Sonuçlarda SRM sonuçlarına göre düzeltme yapılmıştır. SRM sonuçları Recovery değerleri %70-120 arasında bulunmuştur.

3.2.3.16 Raf Ömrü Çalışmaları

Çalışma boyunca yapılan analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek ultrasonikasyon ve YHB uygulamaları için meyan kökü şerbetine uygulanacak optimum koşullar belirlenmiştir. Optimum koşullarda proses edilen meyan kökü şerbeti örneklerine azot gazı altında dolun yapılarak depolamaya bırakılmıştır. Herhangi bir işlem görmeyen kontrol örnekleri ile ultrasonikasyon ve YHB uygulamasına tabi tutulmuş örnekler 4 ve 22 °C'de 25 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 0, 15, 20 ve 25. günlerinde örneklere pH, kondaktivite, renk (L*, a*, b*, C*, h° ve ΔE), bulanıklık, mikrobiyolojik ve duyuşal analizler yapılmıştır.

Duyusal analizlerde meyan kökü şerbeti örneklerine rastgele 3 haneli sayılar verilerek panelistlere sunulmuş ve 10 puan üzerinden değerlendirilmesi istenmiştir.

3.2.3.17 İstatiksel Analizler

Meyan kökü şerbetine, YHB ve ultrasonikasyon uygulamak amacıyla kullanılacak olan deneme desenleri, istatiksel analizler ve optimizasyon değerleri, Minitab 17 bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak meyan kökü şerbetinin kalite kriterlerini etkileyen bazı değerler (pH, kondaktivite ve renk) tayin edilmiş ve bunlara uygun proses parametrelerinin maksimum ve minimum noktaları belirlenmiştir. Belirlenen bu değerlere göre Box-Behnken deneme dizaynı kullanılarak ultrasonikasyon ve YHB uygulamaları için deneme desenleri oluşturulmuştur.

Ultrasonikasyon için bağımsız değişkenler amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) olarak seçilmiştir. Bağımsız değişkenler amplitüd, süre ve sıcaklık için alt ve üst değerler sırasıyla, %50-90, 5-45 dk, 4-40 °C olarak belirlenmiştir. Elde edilen deneme deseni Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Box-Behnken deney tasarımı kullanılarak belirlenmiş ultrasonikasyon koşulları

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)
US1	70	25	22
US2	50	45	22
US3	90	25	40
US4	70	25	22
US5	90	45	22
US6	70	45	40
US7	70	5	40
US8	50	25	40
US9	90	25	4
US10	50	5	22
US11	90	5	22
US12	70	5	4
US13	70	25	22
US14	70	45	4
US15	50	25	4

YHB uygulaması için bağımsız değişkenler basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) olarak seçilmiştir. Bu değişkenler için alt ve üst limitler sırasıyla 200-500 MPa, 3-15 dk ve 4-40 °C olarak belirlenmiştir. Elde edilen deneme deseni Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Box-Behnken deney tasarımı kullanılarak belirlenmiş YHB koşulları

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)
YHB1	350	3	40
YHB2	200	3	22
YHB3	350	15	40
YHB4	350	9	22
YHB5	200	15	22
YHB6	350	3	4
YHB7	500	3	22
YHB8	350	15	4
YHB9	500	9	4
YHB10	350	9	22
YHB11	500	15	22
YHB12	200	9	40
YHB13	200	9	4
YHB14	500	9	40
YHB15	350	9	22

Box-Behnken deneme dizaynında elde edilen koşullarda proses edilen meyvan kökü şerbeti örneklerine fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen verilere, gruplar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve veriler 0.05 önem düzeyine göre değerlendirilmiştir. Bunun yanında, analizlerden elde edilen sonuçlar yanıt yüzey yöntemi yardımıyla değerlendirilerek modelleme yapılmış ve ultrasonikasyon ve YHB uygulamaları için optimum nokta değerleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

4.1.1 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin pH değeri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin pH değeri ortalama 6.97 ± 0.011 olarak bulunurken, işlem görmüş örneklerin pH değerleri 6.95 ± 0.011 ile 7.07 ± 0.015 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	pH
Kontrol	-	-	-	6.97 ± 0.011^a
US1	70	25	22	6.97 ± 0.011^a
US2	50	45	22	7.01 ± 0.005^b
US3	90	25	40	7.03 ± 0.010^{bc}
US4	70	25	22	7.06 ± 0.005^d
US5	90	45	22	7.03 ± 0.005^{bc}
US6	70	45	40	7.00 ± 0.010^b
US7	70	5	40	7.04 ± 0.015^{cd}
US8	50	25	40	7.07 ± 0.005^{de}
US9	90	25	4	7.07 ± 0.015^e
US10	50	5	22	6.96 ± 0.000^{af}
US11	90	5	22	6.95 ± 0.011^{af}
US12	70	5	4	6.96 ± 0.005^a
US13	70	25	22	7.04 ± 0.005^{dg}
US14	70	45	4	7.06 ± 0.005^d
US15	50	25	4	7.00 ± 0.005^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinden US11 (%90, 5 dk, 22 °C) ortalama 6.95 ± 0.011 ile en düşük pH değerine sahip olurken, en yüksek ortalama değer olan 7.07 ± 0.015 , US8 (%50, 25 dk, 40 °C) ve US9 (%90, 25 dk, 4 °C) denemelerinde bulunmuştur. Kontrol örneği ile kıyaslandığında, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerden US10, US11 ve US12 dışında kalan bütün denemelerde pH değerlerinde artış meydana geldiği gözlenmiştir (Çizelge 4.1).

Elde ettiğimiz bulgulara göre, kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış US1 (%70, 25 dk, 22 °C), US10 (%50, 5 dk, 22 °C), US11 (%90, 5 dk, 22 °C) ve US12 (%70, 5 dk, 4 °C) ile isimlendirilmiş denemeler arasında, meyan kökü şerbetinin pH değeri açısından önemli farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Bu denemelerdeki proses parametreleri incelendiğinde, US1 dışında kalan diğer her üç denemede de uygulama süresinin en düşük seviye olan 5 dk olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar uygulama süresinin pH üzerine etkisinin önemli olduğuna işaret ederken, Çizelge 4.2'de verilen ANOVA çıktıları da bu sonucu desteklemektedir.

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2'de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.1'de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p > 0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinden uygulama süresinin tek başına meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değeri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Amplitüd-sıcaklık ve süre-sıcaklık parametreleri arasındaki ilişki, meyan kökü şerbetinin pH değerini negatif yönde etkilerken sıcaklığın karesi ise pozitif yönde etki göstermektedir. Elde edilen modeldeki R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.75, 0.72 ve 0.69 olarak, uyum eksikliğinin (Lack-of-Fit) p değeri 0.177 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05'den büyük olduğundan, pH değerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

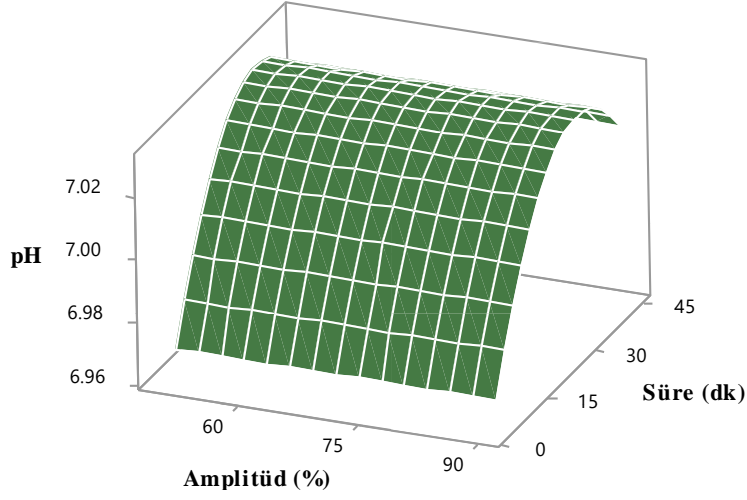
Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	7.026	0.007	0.000
Linear			
t	0.023	0.004	0.000
Square			
t ²	-0.035	0.006	0.000
T ²	0.022	0.006	0.002
Interaction			
A*T	-0.028	0.006	0.000
t*T	-0.038	0.006	0.000
Lack-of-Fit			0.177
R²			0.75
Düzeltilmiş R²			0.72
Tahmini R²			0.69

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

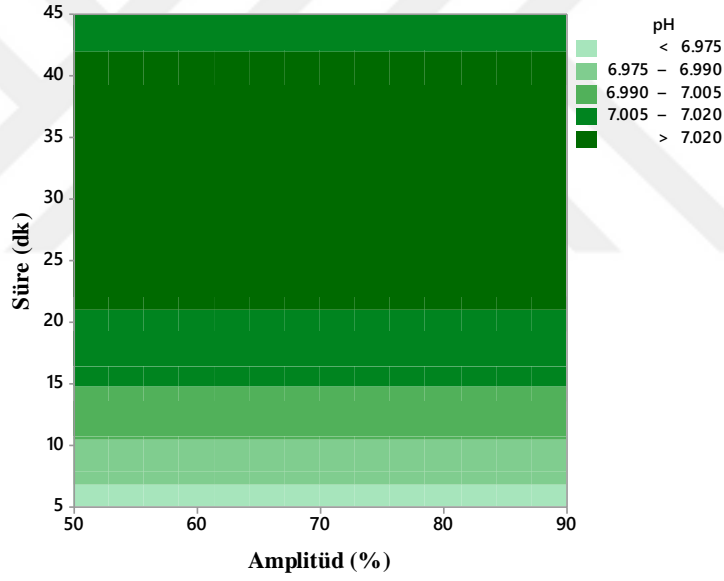
Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda pH değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve denklem Eşitlik 4.1’de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değeri üzerine etki eden en önemli faktörün uygulama süresi olduğu belirlenmiştir (Eşitlik 4.1).

$$pH = 7.026 + 0.023t - 0.035t^2 + 0.022T^2 - 0.028A*T - 0.038t*T \quad (4.1)$$

Sabit bir uygulama sıcaklığında (22 °C), amplitüd (%) ve uygulama süresi (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbeti pH değeri üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.1) ve kontur (2D) (Şekil 4.2) grafikleri Eşitlik 4.1’de verilen denklem kullanılarak çizilmiştir. Şekil 4.1’de verilen yüzey grafiği dikkate alındığında, amplitüd değerlerindeki artışın meyan kökü şerbetinin pH değerinde artış veya azalma meydana getirmediği görülürken, uygulama süresinin 40 dk’ya kadar arttırılması pH değerinin yükselmesine neden olmuştur. Meyan kökü şerbetinin pH’sı herhangi bir amplitüd ve 5-7 dk’daki uygulama süresinde en düşük değerde bulunurken, 40-45 dk aralığında en yüksek bulunmuştur. Şekil 4.2’de verilen kontur eğrileri incelendiğinde, uygulama süresi ve amplitüd arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür ($p > 0.05$).



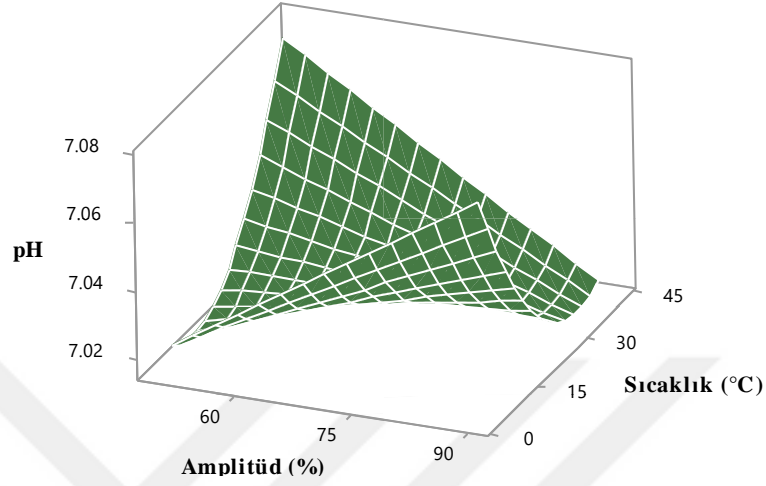
Şekil 4.1. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve uygulama süresi (dk)'nin meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



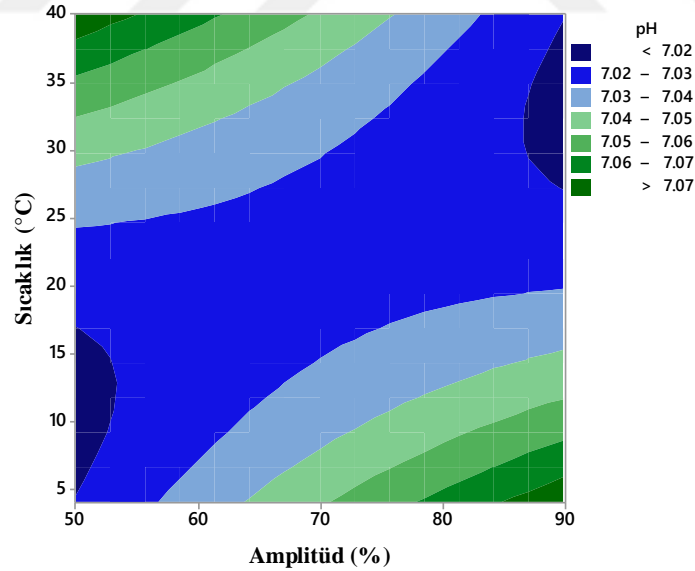
Şekil 4.2. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve uygulama süresi (dk)'nin meyan kökü şerbetinin pH'sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresinde (25 dk), ultrasonikasyon uygulamasındaki sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve amplitüd (%) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerindeki etkisini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri Eşitlik 4.1'de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Amplitüd değerlerindeki %90'lara kadar artışın pH değerinin artmasına, sıcaklık değerlerindeki artışın ise pH değerinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. En düşük pH değeri %90 amplitüd ve 25-40 $^{\circ}\text{C}$ 'de görülürken, sıcaklığın en yüksek amplitüdün ise en

düşük olduğu seviyelerde pH en yüksek değeri almıştır (Şekil 4.3). Şekil 4.4’de verilen kontur eğrileri incelendiğinde, sıcaklık ve amplitüd arasındaki ilişkinin, meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerindeki etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$).



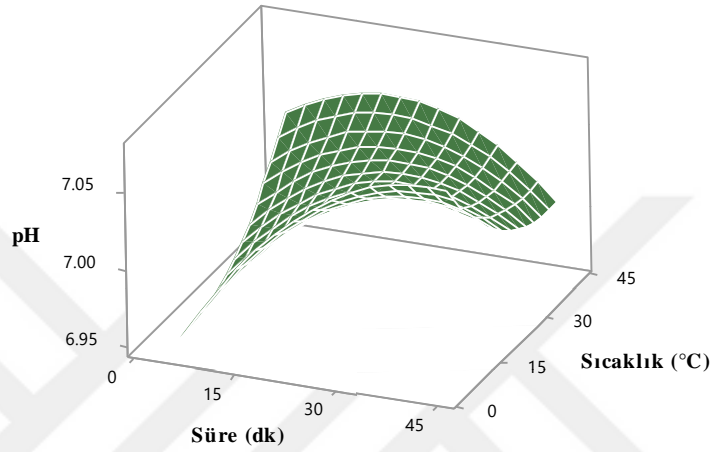
Şekil 4.3. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH’sı üzerine etkisinin kontur (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



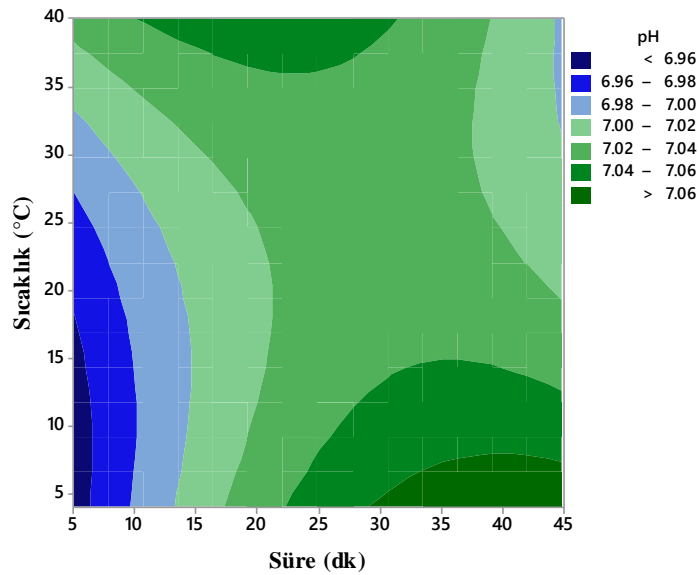
Şekil 4.4. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH’sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit amplitüd değerinde (%70), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D)

grafikleri eşitlik 4.1’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. Uygulama süresinin 30 dk’ya kadar artışı pH değerinin artmasına, sıcaklık değerlerindeki artışın ise pH değerinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. En düşük pH değeri 5-7 dk ve 5-15 °C’de bulunurken, en yüksek pH değeri 30-45 dk ve 5-8 °C aralıklarında görülmüştür (Şekil 4.5). Sıcaklık (°C) ve uygulama süresi (dk) parametrelerine ait kontur eğrileri, sıcaklık ve süre arasındaki etkileşimin önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH’sı üzerine etkisinin kontur (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.6. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin pH’sı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.2 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite (İletkenlik) Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin kondaktivite (iletkenlik) değeri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değerleri 355.3 ± 0.577 ile 360.3 ± 1.155 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$) değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) (T)	Kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$)
Kontrol	-	-	-	358.0 ± 1.000^{abc}
US1	70	25	22	357.0 ± 1.000^{bc}
US2	50	45	22	356.6 ± 1.155^{bc}
US3	90	25	40	355.3 ± 0.577^c
US4	70	25	22	358.0 ± 1.000^{abc}
US5	90	45	22	359.6 ± 1.155^{ab}
US6	70	45	40	358.3 ± 1.528^{abc}
US7	70	5	40	357.0 ± 0.000^{bc}
US8	50	25	40	359.3 ± 0.577^{ab}
US9	90	25	4	360.3 ± 1.155^a
US10	50	5	22	356.6 ± 0.577^{bc}
US11	90	5	22	355.3 ± 0.577^c
US12	70	5	4	357.3 ± 1.155^{abc}
US13	70	25	22	357.0 ± 1.730^{bc}
US14	70	45	4	359.3 ± 1.155^{ab}
US15	50	25	4	356.6 ± 0.577^{bc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama \pm standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfli taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p > 0.05$), farklı harfli taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri ile kontrol örneği arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). En düşük kondaktivite değerine sahip örnekler 355.3 ± 0.577 $\mu\text{S/cm}$ ile US3 (%90, 25 dk, 40 $^{\circ}\text{C}$) ve US11 (%90, 5 dk, 22 $^{\circ}\text{C}$) olarak bulunurken, en yüksek kondaktivite değerinin 360.3 ± 1.155 $\mu\text{S/cm}$ ile US9 (%90, 25 dk, 4 $^{\circ}\text{C}$) örneğine ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değeri üzerindeki

etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelge 4.4’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.2’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	357.7	0.147	0.000
Linear			
t	0.958	0.202	0.000
T	-0.458	0.202	0.029
Interaction			
A*t	1.083	0.285	0.000
A*T	-1.917	0.285	0.000
Lack-of-Fit			0.184
R^2			0.68
			0.65
Düzeltilmiş R^2			
Tahmini R^2			0.60

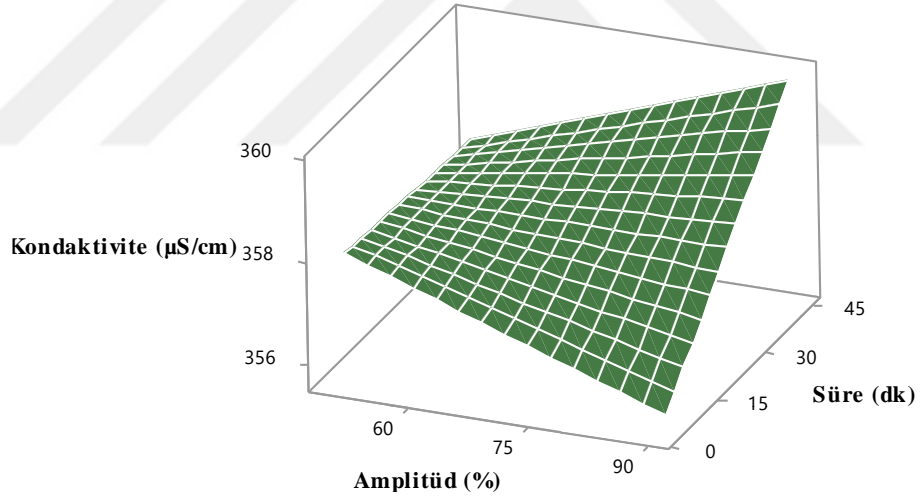
A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerini temsil etmektedir.

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değeri üzerine süre ve sıcaklık parametrelerinin etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.4). Amplitüd parametresinin kondaktivite üzerine etkisi lineer modelde önemsiz bulunurken ($p>0.05$), amplitüd-süre ve amplitüd-sıcaklık etkileşimlerinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Süre değişkeni ve amplitüd-süre etkileşimi kondaktivite değerini pozitif yönde etkilerken, sıcaklık ve amplitüd-sıcaklık arasındaki etkileşim kondaktivite değerini negatif yönde etkilemiştir. Elde edilen modeldeki uyum eksikliğinin (Lack-of-Fit) p değeri 0.184 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05’den büyük olduğundan, kondaktivite değerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

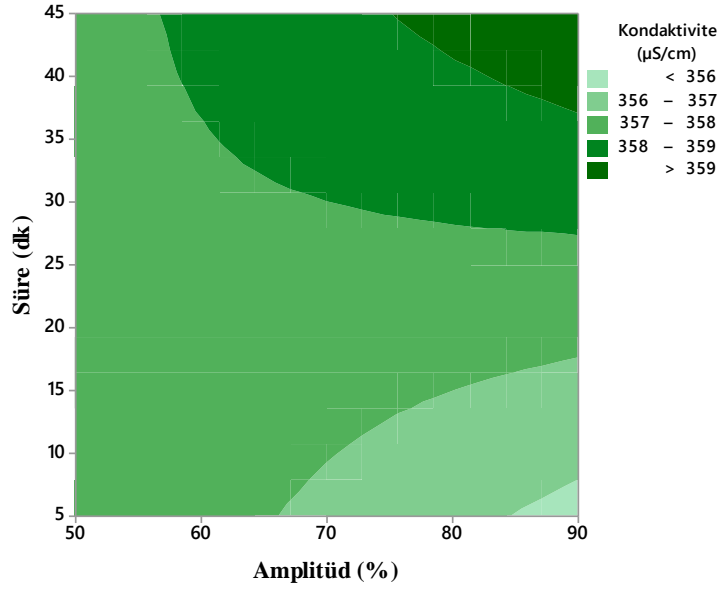
Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda kondaktivite değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.2’ de verilmiştir. Kondaktivite değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.2).

$$\text{Kondaktivite } (\mu\text{S/cm}) = 357.7+0.958t-0.458T+1.083A*t-1.917A*T \quad (4.2)$$

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. 22 °C'deki sabit bir işlem sıcaklığı için amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri sırasıyla Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Amplitüd değerinin en yüksek, sürenin ise en düşük olduğu koşullarda kondaktivite değerlerinin en düşük olduğu anlaşılmaktadır. Yaklaşık %90 amplitüd ve 30-45 dk aralığında ise kondaktivite en yüksek değeri almaktadır. Bunun yanında, uygulama süresi arttıkça kondaktivite değerinin yükseldiği, amplitüd arttıkça ise düşüş gösterdiği ortaya konmuştur (Şekil 4.7). Şekil 4.8'de verilen kontur eğrileri incelendiğinde, uygulama süresi ve amplitüd arasındaki etkileşimin kondaktivite değeri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

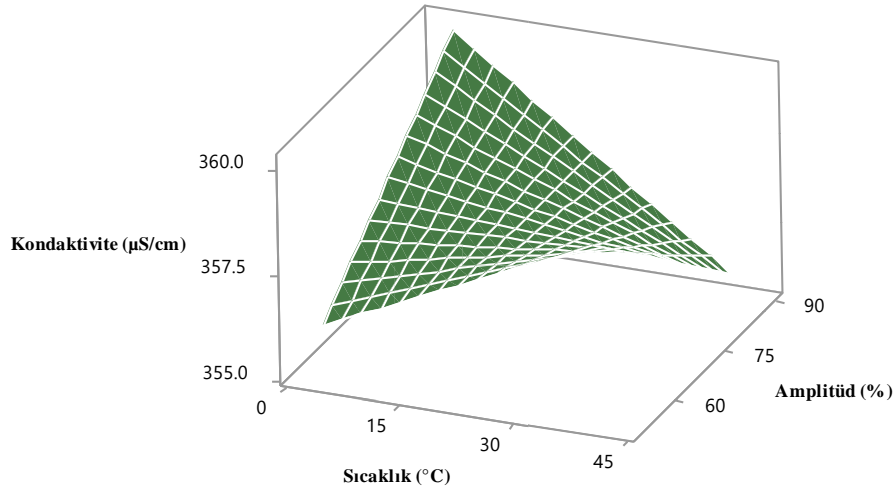


Şekil 4.7. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği gösterimi.

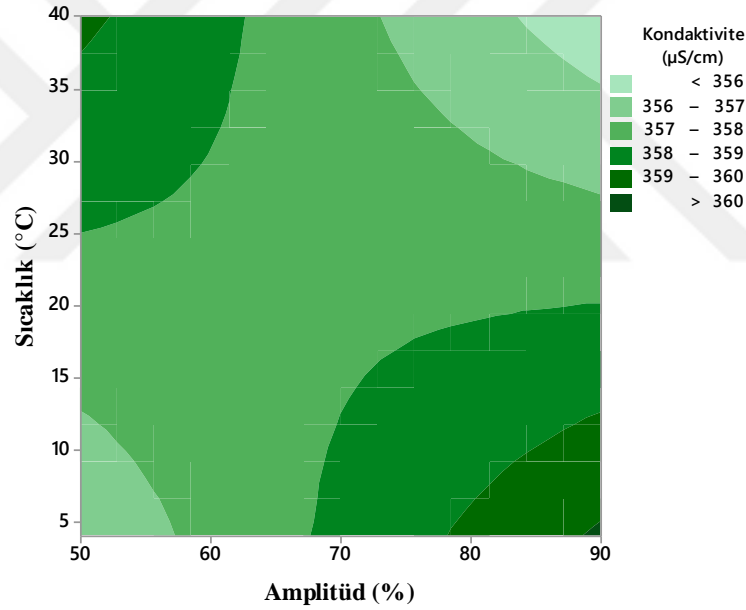


Şekil 4.8. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (25 dk), amplitüd (%) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.9) ve kontur (2D) (Şekil 4.10) grafikleri verilmiştir. Söz konusu yüzey grafiği incelendiğinde, amplitüd değişkeninin sabit tutulduğu ve sıcaklığın arttırıldığı durumda kondaktivite değerinin azaldığı görülürken, amplitüdün artmasının da kondaktivite değerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. En düşük kondaktivite değerinin %50-60 amplitüd ve yaklaşık 4-10 °C sıcaklıkta olacağı model tarafından ön görülmektedir. %90 amplitüd ve 4-10 °C sıcaklıkta ise meyan kökü şerbetinin kondaktivite değerinin en yüksek olacağı anlaşılmaktadır (Şekil 4.9). Amplitüd ve süre değişkenlerine ait kontur grafiği incelendiğinde, amplitüd ve sıcaklık arasındaki etkileşimin, meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerindeki etkisi önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.10).



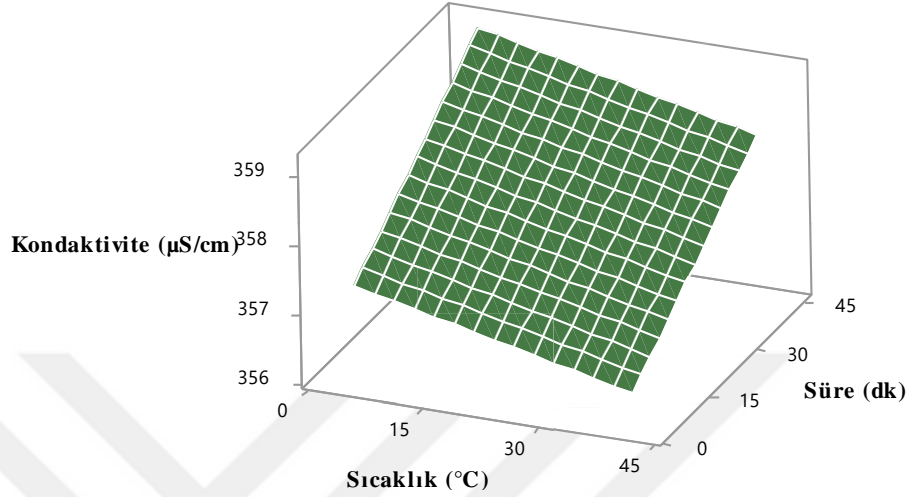
Şekil 4.9. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



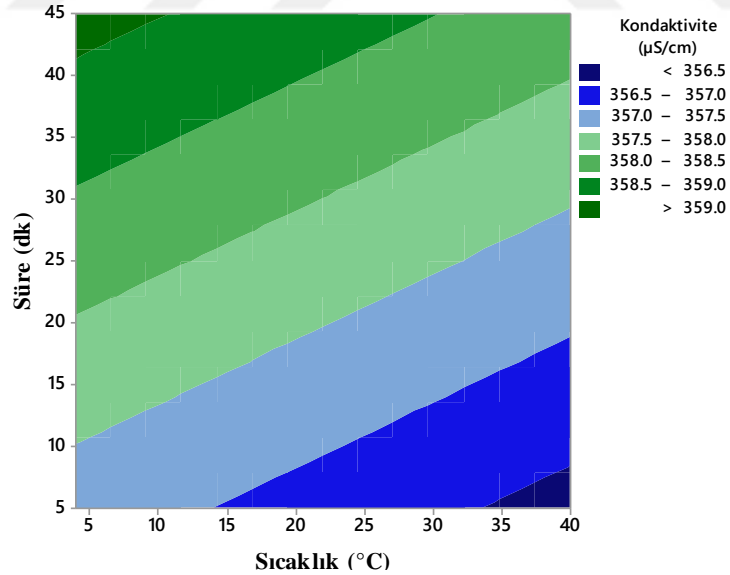
Şekil 4.10. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) %70 sabit amplitüd değerinde, meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, sıcaklık artışının kondaktivite değerini düşürdüğü gözlenirken, uygulama süresinin arttırılmasının kondaktivitenin lineer olarak artmasına neden olduğu görülmektedir. Buna paralel olarak sıcaklığın en yüksek sürenin ise en az

olduğu koşullarda kondaktivite en düşük değeri alırken, tam tersi koşullarda kondaktivite en yüksek değeri almıştır (Şekil 4.11). Şekil 4.12’de verilen kontur eğrileri, sıcaklık ve süre arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkili olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).



Şekil 4.11. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden sıcaklık (°C) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.12. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden sıcaklık (°C) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.3 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanan meyan kökü şerbetinin L* değerinde meydana gelen değişim, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine ait kontrol grubunun L* değeri ortalama 51.84 ± 0.010 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin L* değerleri 50.09 ± 0.035 ile 51.60 ± 0.030 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	L*
Kontrol	-	-	-	51.84 ± 0.010^a
US1	70	25	22	51.01 ± 0.010^b
US2	50	45	22	51.21 ± 0.041^c
US3	90	25	40	50.99 ± 0.005^b
US4	70	25	22	51.12 ± 0.015^d
US5	90	45	22	50.33 ± 0.005^e
US6	70	45	40	51.59 ± 0.017^f
US7	70	5	40	50.36 ± 0.011^e
US8	50	25	40	50.37 ± 0.005^e
US9	90	25	4	50.62 ± 0.005^g
US10	50	5	22	51.60 ± 0.030^f
US11	90	5	22	51.31 ± 0.005^h
US12	70	5	4	51.26 ± 0.005^{ch}
US13	70	25	22	50.63 ± 0.056^g
US14	70	45	4	50.17 ± 0.045^l
US15	50	25	4	50.09 ± 0.035^j

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.5’de verilen bulgular incelendiğinde, meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine ultrasonikasyon uygulamasının önemli derecede etkili olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin L* değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında azalma göstermiştir. En düşük L* değerine sahip örnek, ortalama 50.09 ± 0.035 ile US15 (%50, 25 dk, 4 °C) denemesinde görülürken, en yüksek L* değeri ortalama 51.60 ± 0.030 ile US10 (%50, 5 dk, 22 °C) denemesinde görülmüştür (Çizelge 4.5).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L* değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen L* değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.3’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-0.256	0.208	0.225
Linear			
t	-0.869	0.127	0.000
Square			
A ²	0.562	0.187	0.005
t ²	0.717	0.187	0.000
T ²	-0.710	0.187	0.001
Interaction			
A*T	-0.454	0.180	0.016
t*T	0.644	0.180	0.001
Lack-of-Fit			0.232
R²			0.73
			0.69
Düzeltilmiş R²			
Tahmini R²			0.65

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

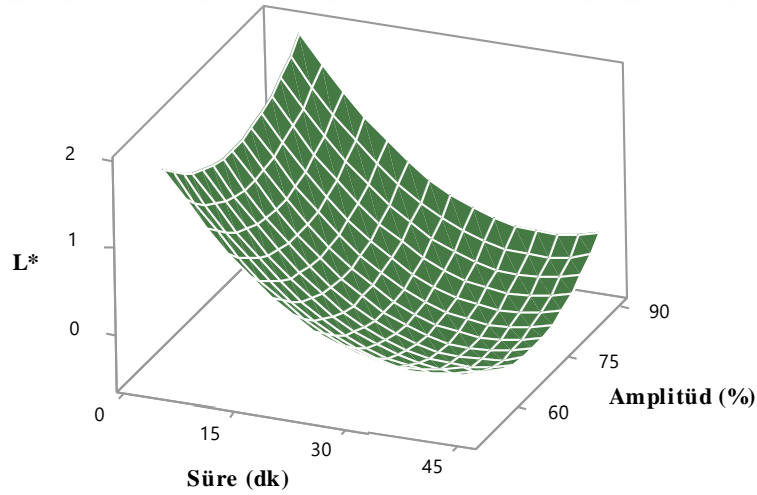
Çizelge 4.6’da verilen değerler incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine sadece uygulama süresinin tek başına önemli bir etkisi olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Amplitüd ve süre değişkenlerinin karelerinin yanı sıra, süre-sıcaklık arasındaki ilişki L* değerini pozitif yönde etkilerken, süre, sıcaklığın karesi ve amplitüd-sıcaklık arasındaki ilişki L* değerini negatif yönde etkilemiştir. Modeldeki uyum eksikliği (Lack-of-Fit) *p* değeri 0.232 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05’den büyük olduğundan, meyan kökü şerbetinin L* değerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L* değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.3’ de verilmiştir.

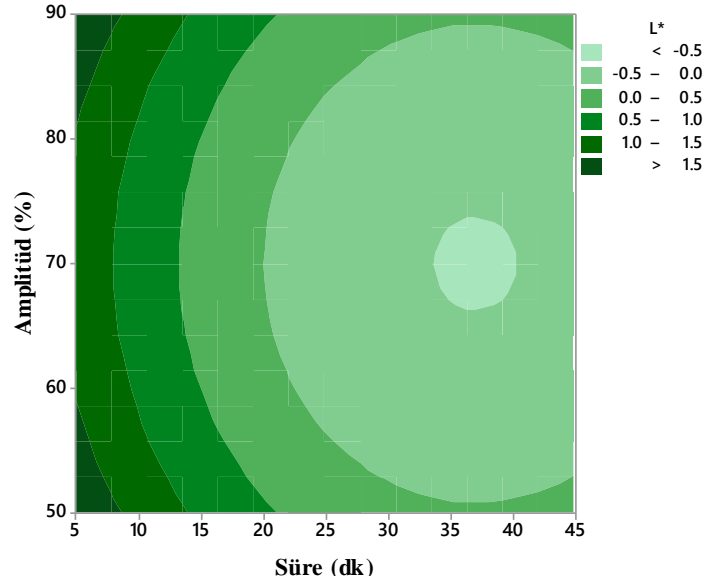
L* değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.3).

$$L^* = -0.256 - 0.869t + 0.562A^2 + 0.717t^2 - 0.710T^2 - 0.454A * T + 0.644t * T \quad (4.3)$$

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyhan kökü şerbetinin L* değeri üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için Eşitlik 4.3’de verilen denklem kullanılarak iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. 22 °C’deki sabit bir işlem sıcaklığı için amplitüd ve süre parametrelerinin, meyhan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) grafiği Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, en düşük L* değeri yaklaşık %70 amplitüd ve 35-40 dk aralığında görülürken, en yüksek L* değeri %80-90 amplitüd ve 5-10 dk aralıklarında görülmektedir. Ayrıca uygulama süresi arttıkça L* değerinin azalacağı, amplitüdün %70 değerinin üzerine çıkarılmasının ise L* değerinde artışa neden olacağı model tarafından ön görülmektedir (Şekil 4.13). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin önemli olmadığını göstermektedir ($p > 0.05$) (Şekil 4.14).

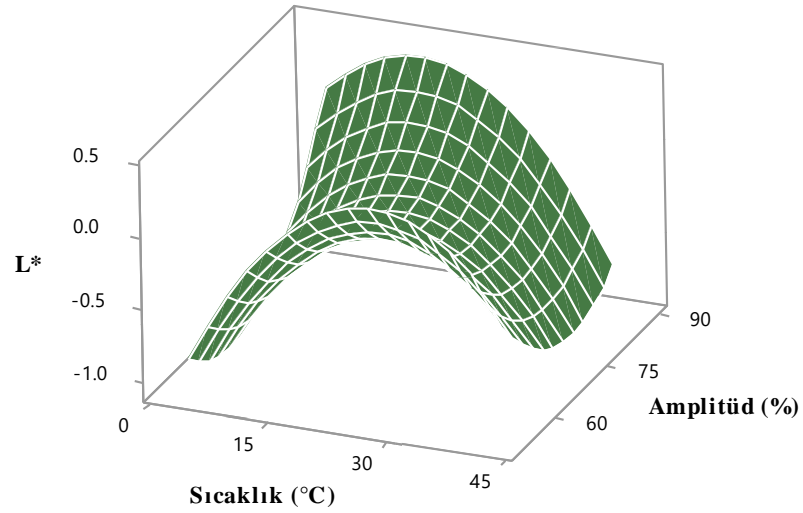


Şekil 4.13. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyhan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

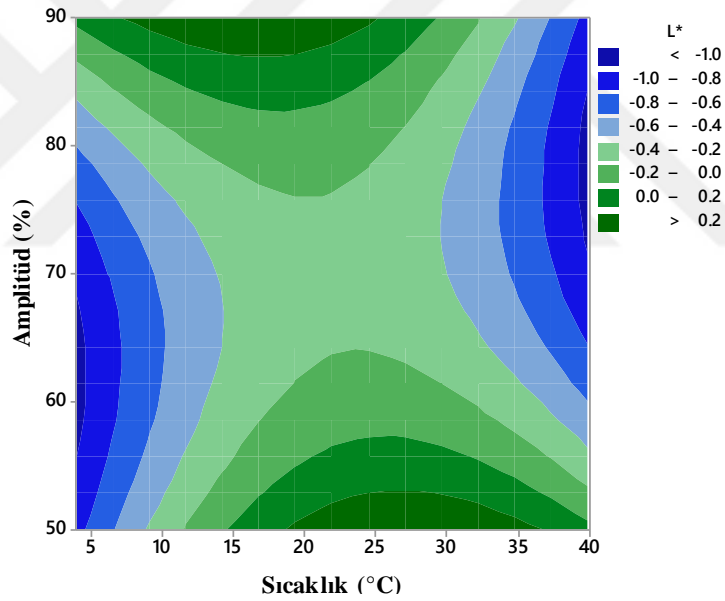


Şekil 4.14. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da, 25 dk'daki sabit uygulama süresi için amplitüd ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkilerini gösteren sırasıyla yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri verilmiştir. Yüzey grafiğinden anlaşılacağı üzere, en düşük L* değeri %55-65 amplitüd ve 4-5 °C aralıklarında bulunurken, en yüksek L* değeri yaklaşık %90 amplitüd ve 10-25 °C aralığında bulunmuştur. Sıcaklığın 25 °C'ye kadar artırılması L* değerinin artmasına neden olurken, sıcaklığın daha yüksek seviyelere çıkarılması L* değerinde azalmaya neden olmuştur. Amplitüdün %65 seviyelerine kadar artırılması L* değerinde düşüğe neden olurken, amplitüdün daha yüksek seviyelere çıkarılması L* değerinde artışa neden olmuştur (Şekil 4.15). Şekil 4.16'da verilen kontur eğrileri incelendiğinde ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve sıcaklık arasındaki etkileşimin, meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$).



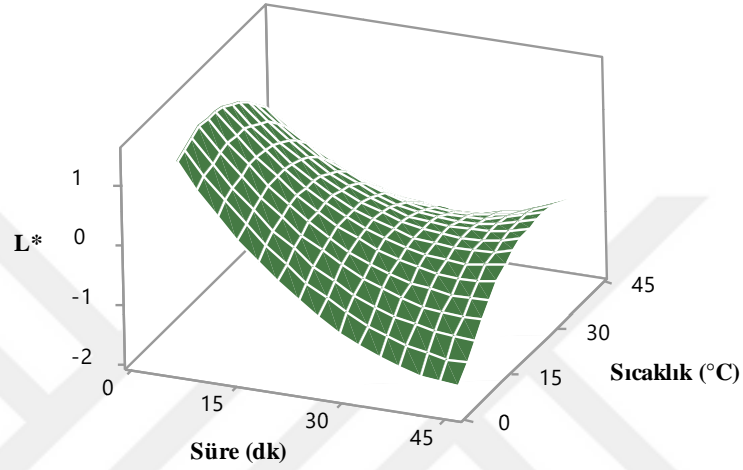
Şekil 4.15. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



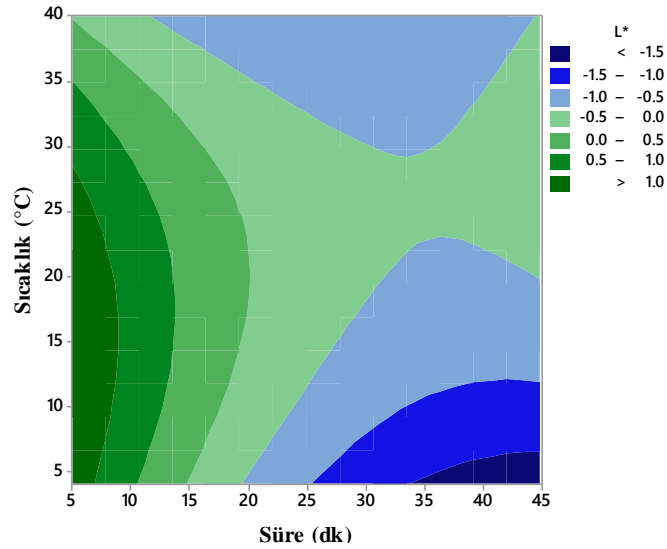
Şekil 4.16. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sıcaklık (°C) ve uygulama süresi (dk) değişkenlerinin %70 sabit amplitüd değerinde, meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) (soldaki) ve kontur (2D) (sağdaki) grafikleri sırasıyla Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, meyan kökü şerbetinin L* değerinin 35-45 dk uygulama süresi ve 0-5 °C sıcaklık aralıklarında en düşük değeri, 0-5 dk uygulama süresi ve 5-25 °C sıcaklık aralıklarında ise en yüksek değeri aldığı

gözlenmektedir. Ayrıca uygulama süresinin arttırılmasının L^* değerinde düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklığın 25 °C'ye kadar arttırılması L^* değerinde artışa neden olurken sıcaklığın daha yüksek seviyelere çıkarılması L^* değerinde az da olsa bir düşüşe sebep olmuştur. Şekil 4.17'de verilen kontur eğrileri incelendiğinde ultrasonikasyon uygulamasındaki süre ve sıcaklık arasındaki etkileşimin, meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.17. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.18. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin L^* değeri üzerine etkisinin yüzey (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.4 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin a* değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin a* değeri 6.32±0.022 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a* değerleri 6.67±0.005 ile 8.76±0.005 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	a*
Kontrol	-	-	-	6.32±0.022 ^a
US1	70	25	22	7.29±0.020 ^b
US2	50	45	22	7.51±0.032 ^c
US3	90	25	40	8.17±0.020 ^d
US4	70	25	22	7.35±0.026 ^{be}
US5	90	45	22	7.90±0.011 ^{fg}
US6	70	45	40	8.76±0.005 ^h
US7	70	5	40	7.82±0.028 ^g
US8	50	25	40	7.97±0.030 ^f
US9	90	25	4	7.40±0.025 ^e
US10	50	5	22	6.67±0.005 ⁱ
US11	90	5	22	6.84±0.045 ^j
US12	70	5	4	6.74±0.015 ⁱ
US13	70	25	22	7.95±0.065 ^f
US14	70	45	4	7.83±0.026 ^g
US15	50	25	4	7.52±0.015 ^c

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, ultrasonikasyon uygulanmış bütün meyan kökü şerbeti örnekleri kontrol örneği ile kıyaslandığında artış göstermiş ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük a* değeri 6.67±0.005 ile %50 amplitüd, 5 dk ve 22 °C koşullarındaki US10 örneğinde bulunurken, US6 örneği (%70, 45 dk, 40 °C) 8.67±0.005 ile en yüksek a* değerini almıştır (Çizelge 4.7).

Ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin a^* değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, normal dağılım göstermeyen verilere Johnson dönüşümü uygulanmış, normal dağılım gösteren yeni veriler yanıt yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.8’de, tüm terimleri içeren çıktılar Ek A.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-0.182	0.110	0.106
Linear			
A	0.140	0.067	0.044
t	0.813	0.067	0.000
T	0.704	0.067	0.000
Square			
A^2	-0.249	0.099	0.016
t^2	-0.209	0.099	0.041
T^2	0.691	0.099	0.000
Lack-of-Fit			0.065
R^2			0.89
Düzeltilmiş R^2			0.87
Tahmini R^2			0.86

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir

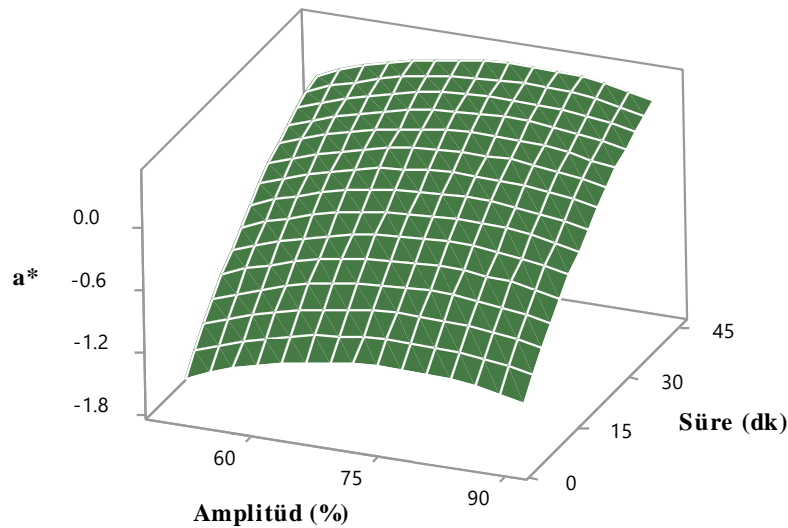
Çizelge 4.8’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinden hepsinin meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca bu parametrelerinin hepsinin a değerini pozitif yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Aynı şekilde sıcaklığın karesi a^* değerini pozitif yönde etkilerken, amplitüd ve süre parametrelerinin kareleri negatif yönde etki etmiştir. Uyum eksikliği (Lack-of-Fit) p değerinin 0.065 ($p > 0.05$) olmasının yanında R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin sırasıyla 0.89, 0.87 ve 0.86 olması nedeniyle, a^* değerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a^* değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.4’ de verilmiştir.

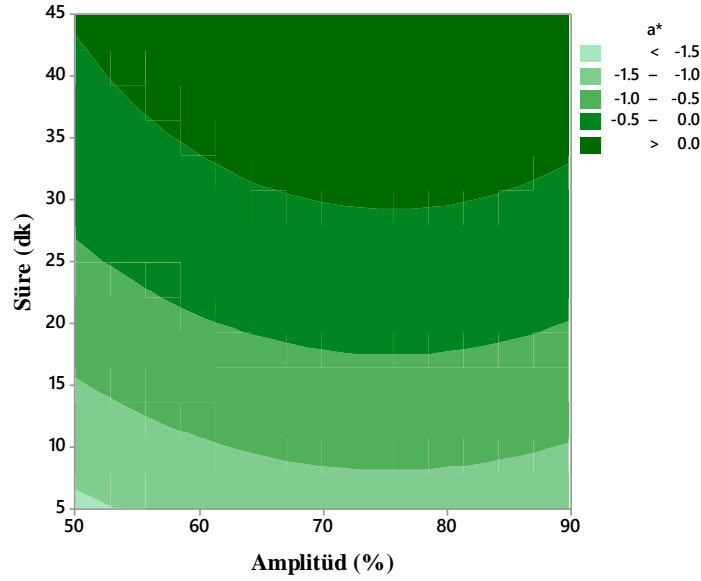
a^* değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi, en az etkiyi gösterenin ise amplitüd olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.4).

$$a^* = -0.182 + 0.140A + 0.813t + 0.704T - 0.249A^2 - 0.209t^2 + 0.691T^2 \quad (4.4)$$

Sabit bir uygulama sıcaklığında (22 °C), amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbeti a^* değeri üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 19) ve kontur (2D) (Şekil 20) grafikleri Eşitlik 4.4'de verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Elde edilen 3 boyutlu grafik incelendiğinde, amplitüd değerinin %75'e kadar arttırılmasının meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerinde az da olsa bir artışa neden olduğu, daha yüksek seviyelere çıkarılmasının ise yine düşük seviyelerde azalmaya neden olduğu gözlenmektedir. Bunun yanında, uygulama süresinin arttırılması a^* değeri üzerinde sürekli olarak bir artışa neden olmuştur. Amplitüd ve uygulama süresi arasındaki etkileşimde en düşük a^* değeri, en düşük amplitüd ve süre değerlerinde görülürken, sürenin en yüksek, amplitüdün yaklaşık %75 seviyelerinde olduğu noktalarda a^* değerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.19). Şekil 4.20'de verilen kontur grafiğindeki eğriler, amplitüd ve süre arasındaki etkileşimin, meyan kökü şerbetinin a^* değeri için önemli olmadığını göstermektedir ($p > 0.05$).

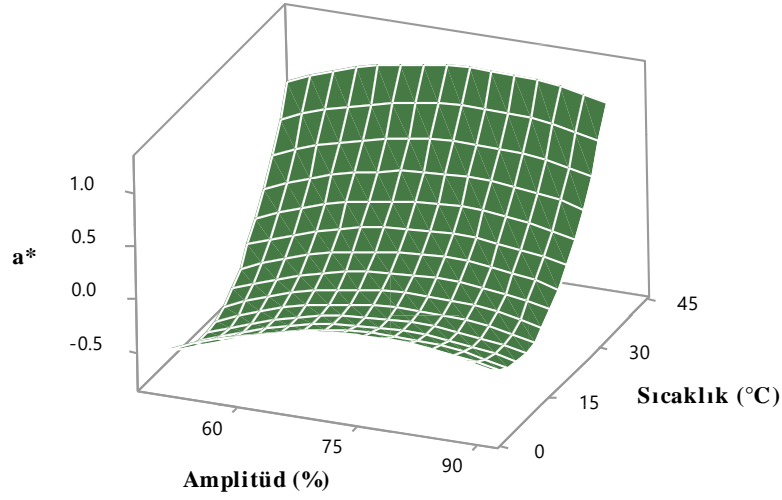


Şekil 4.19. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

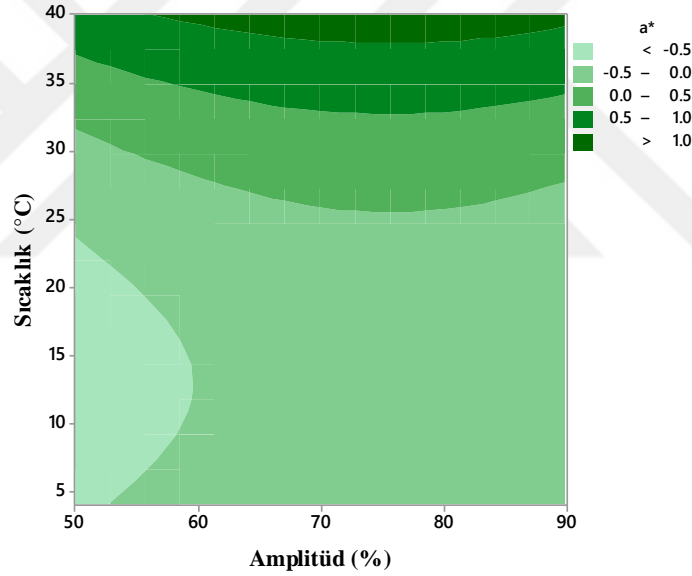


Şekil 4.20. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (25 dk), ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Amplitüd değerinin %75’e kadar arttırılmasının meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerinde düşük miktarda bir artışa neden olduğu, daha yüksek seviyelere çıkarılmasının ise yine düşük miktarlarda azalmaya neden olduğu model tarafından ön görülmektedir (Şekil 4.21). Sıcaklığın $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarlarına kadar çıkarılmasının a^* değerlerini önemli ölçüde etkilemediği ($p>0.05$), daha yüksek sıcaklıklara çıkarılmasının ise a^* değerinin lineer bir şekilde artmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. En düşük a^* değeri, amplitüdün en düşük ve yaklaşık $10\text{-}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarında görülürken, en yüksek a^* değeri, %70-75 amplitüd ve en yüksek sıcaklık değerlerinde görülmüştür (Şekil 4.21). Şekil 4.22’de verilen 2 boyutlu kontur grafiği incelendiğinde, amplitüd ve sıcaklık arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin a^* değeri için önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$).



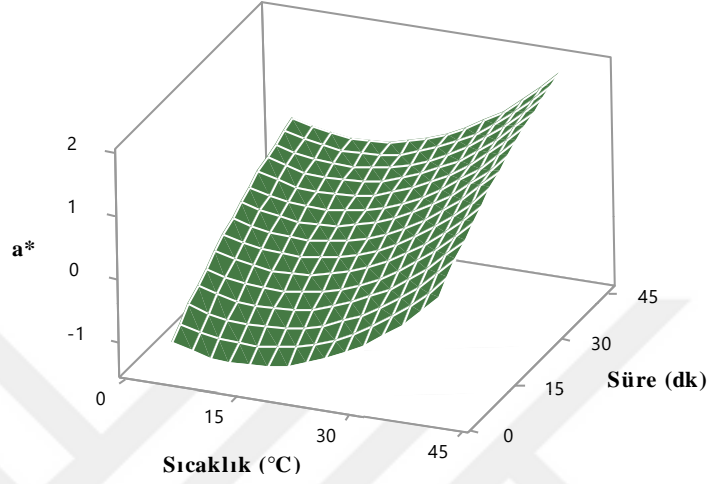
Şekil 4.21. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



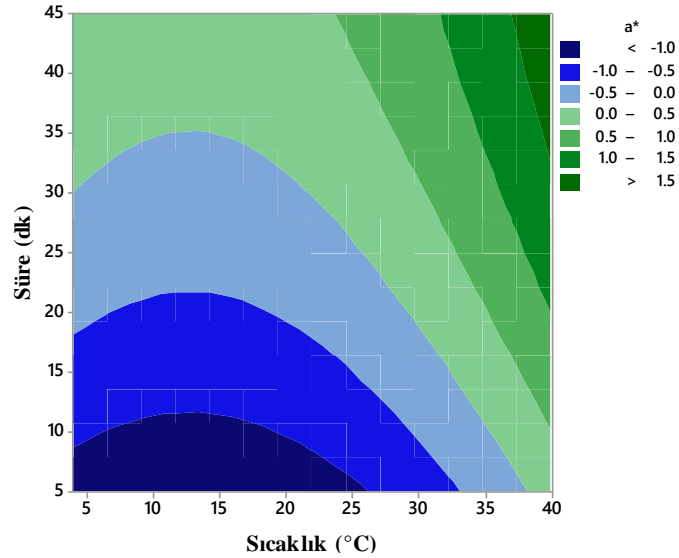
Şekil 4.22. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit amplitüd değerinde (%70), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri Eşitlik 4’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de verilmiştir. Sıcaklığın 25 °C’ye kadar yükseltilmesi a* değerinde önemli bir değişime neden olmazken ($p>0.05$), daha yüksek derecelere çıkarılmasının a* değerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Uygulama süresindeki artışın, a* değerinde sürekli bir artışa sebep olduğu gözlenmektedir. En

düşük a^* değeri, uygulama süresinin en düşük olduğu ve 10-15 °C sıcaklık aralıklarında görülürken, en yüksek a^* değerinin sıcaklık ve sürenin en yüksek değerleri aldıkları noktalarda olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.23). Kontur grafiğindeki eğriler, uygulama süresi ve sıcaklık arasındaki etkileşimin meyhan kökü şerbetinin a^* değeri için önemli olmadığını ortaya koymaktadır (Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.24. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.5 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b* değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin b* değeri ortalama 52.67 ± 0.089 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b* değerleri 53.12 ± 0.070 - 55.99 ± 0.247 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	b*
Kontrol	-	-	-	52.67 ± 0.089^a
US1	70	25	22	53.12 ± 0.070^{ab}
US2	50	45	22	53.81 ± 0.106^{bc}
US3	90	25	40	54.17 ± 0.046^{cd}
US4	70	25	22	54.72 ± 0.072^{def}
US5	90	45	22	55.25 ± 0.124^{eg}
US6	70	45	40	55.99 ± 0.247^g
US7	70	5	40	55.01 ± 0.100^e
US8	50	25	40	55.25 ± 0.030^{eg}
US9	90	25	4	54.97 ± 0.095^{ef}
US10	50	5	22	54.24 ± 0.128^{cdf}
US11	90	5	22	55.32 ± 0.073^{eg}
US12	70	5	4	54.97 ± 0.070^{ef}
US13	70	25	22	53.73 ± 0.413^{bc}
US14	70	45	4	53.73 ± 0.147^{bc}
US15	50	25	4	53.98 ± 0.801^{cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinden US1 (%70, 25 dk, 22 °C), arasında b* değerleri açısından meydana gelen değişimler önemsiz bulunurken ($p>0.05$), geri kalan örnekler ile kontrol örneği arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin b* değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. En düşük b* değerine sahip örnek US1 (%70, 25 dk, 22 °C) olurken, en yüksek b* değeri US6 (%70, 45dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.9).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermemesi nedeniyle öncelikle Johnson dönüşümü uygulanan b* değerleri, yanıt yüzey yöntemine göre değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.10'da, tüm terimleri içeren ANOVA tablosu ise Ek A.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	3	26.339	8.777	23.13	0.000
Linear	2	19.771	9.885	26.04	0.000
t	1	12.736	12.735	33.55	0.000
T	1	7.035	7.034	18.53	0.000
Square	1	6.568	6.567	17.30	0.000
T ²	1	6.568	6.567	17.30	0.000
Kalıntı	41	15.565	0.379		
Lack-of-Fit	9	12.800	1.422	16.46	0.000
Saf Hata	32	2.765	0.0864		
Toplam	44	41.903			
R²					0.62
Düzeltilmiş R²					0.60
Tahmini R²					0.54

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi

Çizelge 4.10'da verilen değerler incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki süre ve sıcaklık değişkenlerinin, meyan kökü şerbetinin b* değerleri üzerine etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Uyum eksikliği (Lack-of-Fit) p değerinin 0.05'den küçük olması (0.000) ve R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin düşük olması sebebiyle (sırasıyla 0.62, 0.60 ve 0.54) b* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

4.1.6 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Chroma (Renk Yoğunluğu, C*) Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbeti örneklerine farklı amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değerlerinde ultrasonikasyon uygulanmış ve yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak C* değerleri elde edilmiştir. Ultrasonikasyon uygulamasının C* değeri üzerine etkilerini gözlemlemek amacıyla meyan kökü şerbeti örneklerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve ortalama sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Kontrol grubunun ortalama C* değeri 53.04±0.091 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin C* değerleri 53.62±0.072 ile 56.67±0.244 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	C*
Kontrol	-	-	-	53.04±0.091 ^a
US1	70	25	22	53.62±0.072 ^{ab}
US2	50	45	22	54.33±0.101 ^{bc}
US3	90	25	40	54.79±0.043 ^{cdef}
US4	70	25	22	55.21±0.069 ^{defg}
US5	90	45	22	55.81±0.123 ^g
US6	70	45	40	56.67±0.244 ^h
US7	70	5	40	55.57±0.103 ^g
US8	50	25	40	55.82±0.028 ^g
US9	90	25	4	55.46±0.096 ^{dg}
US10	50	5	22	54.65±0.128 ^{cef}
US11	90	5	22	55.74±0.068 ^g
US12	70	5	4	55.38±0.067 ^{deg}
US13	70	25	22	54.32±0.418 ^{bc}
US14	70	45	4	54.29±0.149 ^{bc}
US15	50	25	4	54.50±0.795 ^{cf}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.11’de verilen meyan kökü şerbeti örneklerinin C* değerlerine ait veriler incelendiğinde, kontrol grubu ile US1 (%70, 25 dk, 22 °C) denemesi arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0.05$), geri kalan denemeler ile kontrol grubu arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p<0.05$). Bunun yanında, ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin C* değerleri kontrol grubuna göre artış göstermiştir. En düşük C* değeri 53.62±0.072 ile US1

(%70, 25 dk, 22 °C) denemesinde görülürken, en yüksek değer 56.67±0.244 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) denemesinde gözlenmiştir (Çizelge 4.11).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin C* değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen C* değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.6'da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin C* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	6	27.180	4.530	28.87	0.000
Linear	3	19.159	6.386	40.70	0.000
A	1	1.241	1.241	7.91	0.008
t	1	9.838	9.837	62.70	0.000
T	1	8.079	8.079	51.49	0.000
Square	1	3.525	3.525	22.47	0.000
T ²	1	3.525	3.525	22.47	0.000
Interaction	2	4.495	2.247	14.32	0.000
A*t	1	0.738	0.738	4.71	0.036
A*T	1	3.756	3.756	23.94	0.000
Kalıntı	38	5.962	0.156		
Lack-of-Fit	6	3.951	0.658	10.48	0.000
Saf Hata	32	2.011	0.062		
Toplam	44	33.14			
R²					0.82
Düzeltilmiş R²					0.79
Tahmini R²					0.75

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Ultrasonikasyon uygulamasındaki, amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklığın (°C), meyan kökü şerbetinin C* değerleri üzerine etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). ANOVA çıktılarında elde edilen R², düzeltilmiş R² ve tahmini R² değerleri kabul edilebilir seviyelerde olsalar da (sırasıyla 0.82, 0.79 ve 0.75) uyum

eksikliği p değerinin 0.05'den düşük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin C^* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

4.1.7 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Hue (Renk Tonu, h°) Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbeti örneklerine farklı amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık ($^\circ\text{C}$) değerlerinde ultrasonikasyon uygulanmış ve yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a^* ve b^* değerleri kullanılarak h° değerleri elde edilmiştir. Ultrasonikasyon uygulamasının h° değeri üzerine etkilerini gözlemlemek amacıyla meyan kökü şerbeti örneklerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve ortalama sonuçlar Çizelge 4.13'de verilmiştir. Kontrol grubunun ortalama h° değeri 1.451 ± 0.0002 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin h° değerleri 1.415 ± 0.0006 ile 1.448 ± 0.0004 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$) (T)	h°
Kontrol	-	-	-	1.451 ± 0.0002^a
US1	70	25	22	1.434 ± 0.0001^b
US2	50	45	22	1.432 ± 0.0008^c
US3	90	25	40	1.421 ± 0.0004^d
US4	70	25	22	1.437 ± 0.0006^e
US5	90	45	22	1.428 ± 0.0002^f
US6	70	45	40	1.415 ± 0.0006^g
US7	70	5	40	1.429 ± 0.0002^f
US8	50	25	40	1.427 ± 0.0005^{fh}
US9	90	25	4	1.436 ± 0.0003^e
US10	50	5	22	1.448 ± 0.0001^i
US11	90	5	22	1.447 ± 0.0009^i
US12	70	5	4	1.448 ± 0.0004^i
US13	70	25	22	1.423 ± 0.0004^j
US14	70	45	4	1.426 ± 0.0001^h
US15	50	25	4	1.432 ± 0.0001^c

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerine ait h° değerleri ile kontrol grubuna ait değerler ile karşılaştırıldığında, bütün denemelerde h° değerlerinin düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca denemeler ile kontrol grubu arasında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük h° değeri 1.415 ± 0.0006 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) örneğinde görülürken, en yüksek h° değerine sahip örneklerin 1.448 ± 0.0001 ile US10 (%50, 5 dk, 22 °C) ve US12 (%70, 5 dk, 4 °C) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkilerini açıklayabilmek amacıyla elde edilen veriler yanıt yüzey yöntemi yardımı ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen verilere öncelikle Johnson dönüşümü uygulanmış ve daha sonra istatistiksel analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçların düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.14’de, tüm terimleri içeren çıktılar ise Ek A.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin h° değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	6	50.46	8.41	65.96	0.000
Linear	2	24.91	12.45	97.69	0.000
A	1	0.917	0.917	7.20	0.011
t	1	23.99	23.99	188.19	0.000
Square	2	13.38	6.69	52.49	0.000
t^2	1	0.827	0.827	6.49	0.015
T^2	1	12.04	12.04	94.42	0.000
Interaction	2	12.16	6.08	47.69	0.000
A*T	1	5.180	5.180	40.62	0.000
t*T	1	6.983	6.983	54.76	0.000
Kalıntı	38	4.845	0.127		
Lack-of-Fit	6	3.270	0.545	11.07	0.000
Saf Hata	32	1.575	0.049		
Toplam	44	55.31			
R^2					0.91
Düzeltilmiş R^2					0.89
Tahmini R^2					0.87

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Çizelge 4.14’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%) ve süre (dk) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkilerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p<0.05$). Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri iyi seviyelerde olsa da (sırasıyla 0.91, 0.89 ve 0.87), uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin h° değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

4.1.8 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Renk Farkı (ΔE) Değeri Üzerine Etkileri

Toplam renk farkı ΔE , herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol grubu ile ultrasonikasyon uygulanmış örnekler arasında ortaya çıkan renk farklılığını ifade etmektedir. Daha önceden renk analizi ile belirlenmiş L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak ΔE değerleri bulunmuş ve verilere Tukey karşılaştırma testi uygulanarak sonuçlar Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Toplam renk farkı değerleri ortalama 1.349 ± 0.041 ile 4.129 ± 0.019 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık ($^{\circ}$ C) (T)	ΔE
US1	70	25	22	1.349 ± 0.041^a
US2	50	45	22	1.766 ± 0.051^a
US3	90	25	40	2.530 ± 0.020^{bc}
US4	70	25	22	2.403 ± 0.053^{bc}
US5	90	45	22	3.380 ± 0.094^d
US6	70	45	40	4.129 ± 0.019^e
US7	70	5	40	3.151 ± 0.093^{df}
US8	50	25	40	3.396 ± 0.021^d
US9	90	25	4	2.815 ± 0.085^{bf}
US10	50	5	22	1.626 ± 0.129^a
US11	90	5	22	2.753 ± 0.062^{bcf}
US12	70	5	4	2.410 ± 0.063^{bc}
US13	70	25	22	2.301 ± 0.250^c
US14	70	45	4	2.486 ± 0.046^{bc}
US15	50	25	4	2.545 ± 0.478^{bc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde ettiğimiz bulgulara göre, kontrol grubu ile an az seviyede renk farkı gösteren ultrasonikasyon uygulanmış örnek US1 (%70, 25 dk, 22 °C) olurken, en çok fark US6 (%70, 45 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür. Meyve sularında toplam renk farkının $\Delta E < 1.5$ olduğunda az fark edilebilir düzeyde, $1.5 < \Delta E < 3$ olduğunda fark edilebilir düzeyde ve $\Delta E > 3$ olduğunda ise görünür seviyede olduğu bildirilmiştir (Tiwari vd., 2008). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, kontrol örneği ile US5, US6, US7 ve US8 örnekleri arasındaki toplam renk farkı $\Delta E > 3$ olarak bulunmuştur. Bunun yanında, kontrol örneği ile US1 örneği arasındaki toplam renk farkı $\Delta E < 1.5$, geri kalan örnekler ile aralarındaki farkın ise $1.5 < \Delta E < 3$ aralığında olduğu görülmüştür. Meyan kökü şerbeti örneklerinin büyük bir kısmının ΔE değerlerinin < 3 olarak belirlenmesi, uygulanan ultrasonikasyon parametrelerinin renk değerlerinde çok büyük değişikliklere yol açmadığını göstermektedir (Çizelge 4.15).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen ΔE değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.8'de, uyum eksikliğinde $p > 0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Ultrasonikasyondaki süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin toplam renk farkı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.58, 0.53 ve 0.49) ve uyum eksiliği p değerinin 0.05'den küçük olması nedeniyle, ΔE değerlerinin modele uygunluk göstermedi sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	4	29.25	7.314	13.86	0.000
Linear	2	13.55	6.779	12.84	0.000
t	1	10.99	10.99	20.84	0.000
T	1	2.560	2.559	4.850	0.033
Square	1	10.02	10.02	19.00	0.000
T ²	1	10.02	10.02	19.00	0.000
Interaction	1	5.673	5.673	10.75	0.002
A*t	1	5.673	5.673	10.75	0.002
Kalıntı	40	21.11	0.527		
Lack-of-Fit	8	9.828	1.228	3.480	0.005
Saf Hata	32	11.28	0.352		
Toplam	44	50.37			
R²					0.58
Düzeltilmiş R²					0.53
Tahmini R²					0.49

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

4.1.9 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Yoğunluğu (CI) Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbetinin renk yoğunluğu (CI) ve renk tonu değerlerinin yukarıda verilen L*, a* ve b* değerlerinden yararlanılarak bulunmasının yanı sıra, spektrofotometrik yöntem ile de değerlendirilmiştir. Üç farklı nanometrede ölçülen meyan kökü şerbeti örneklerinin absorbans (abs) değerleri kullanılarak renk yoğunluğu değerleri elde edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin ortalama CI değeri 1.136 ± 0.002 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin CI değerleri 1.137 ± 0.002 - 1.177 ± 0.001 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin CI değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	CI (abs)
Kontrol	-	-	-	1.136±0.002 ^a
US1	70	25	22	1.169±0.003 ^b
US2	50	45	22	1.145±0.003 ^{cde}
US3	90	25	40	1.142±0.002 ^{ade}
US4	70	25	22	1.138±0.002 ^a
US5	90	45	22	1.149±0.003 ^{cfg}
US6	70	45	40	1.177±0.001 ^h
US7	70	5	40	1.173±0.001 ^{bh}
US8	50	25	40	1.155±0.003 ^{fi}
US9	90	25	4	1.137±0.002 ^a
US10	50	5	22	1.153±0.001 ^{fgi}
US11	90	5	22	1.158±0.001 ¹
US12	70	5	4	1.140±0.001 ^{ae}
US13	70	25	22	1.142±0.002 ^{ade}
US14	70	45	4	1.137±0.001 ^a
US15	50	25	4	1.148±0.001 ^{cdg}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.17’de verilen sonuçlar incelendiğinde, kontrol örneği ile US3 (%90, 25 dk, 40 °C), US4 (%70, 25 dk, 22 °C), US9 (%90, 25 dk, 4 °C), US12 (%70, 5 dk, 4 °C), US13 (%70, 25dk, 22 °C) ve US14 (%70, 45 dk, 4 °C) denemeleri arasında ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Geri kalan denemeler ile kontrol örneği arasındaki fark önemli bulunurken ($p<0.05$), ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin CI değerlerinde az da olsa artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bulgular daha önce Çizelge 11’de verilen C* değerleri ile paralellik göstermektedir. En düşük CI değeri 1.137±0.002 ile US9 (%90, 25 dk, 4 °C) ve US14 (%70, 45 dk, 4 °C) örneklerinde görülürken, en yüksek değer 1.177±0.001 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.17).

Ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin CI değeri üzerine etkilerini açıklayabilmek amacıyla elde edilen veriler yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen verilere öncelikle Johnson dönüşümü uygulanmış ve daha sonra istatistiksel analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçların düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.18’de, tüm terimleri içeren çıktılar ise Ek A.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin CI değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	23.54	11.76	38.92	0.000
Linear	1	21.01	21.01	69.50	0.000
T	1	21.01	21.01	69.50	0.000
Interaction	1	2.521	2.521	8.34	0.006
t*T	1	2.521	2.521	8.34	0.006
Kalıntı	42	12.70	0.302		
Lack-of-Fit	10	8.090	0.809	5.61	0.000
Saf Hata	32	4.611	0.144		
Toplam	44	36.24			
R^2					0.64
Düzeltilmiş R^2					0.63
Tahmini R^2					0.59

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Meyan kökü şerbetinin CI değerleri üzerine etki gösteren tek ultrasonikasyon parametresinin sıcaklık olduğu anlaşılmaktadır. Modelde R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.64, 0.63 ve 0.59 olarak bulunmuştur. Uyum eksikli p değerinin 0.05'den küçük olması nedeniyle CI değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

4.1.10 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbetinin renk tonu analizi, renk yoğunluğunda olduğu gibi spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak renk tonu değerleri elde edilmiştir. Renk tonu değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.19'da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin renk tonu değeri ortalama 4.177 ± 0.019 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri 3.718 ± 0.037 - 4.143 ± 0.025 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Renk Tonu (abs)
Kontrol	-	-	-	4.177±0.019 ^a
US1	70	25	22	3.967±0.012 ^b
US2	50	45	22	4.061±0.008 ^{cd}
US3	90	25	40	3.940±0.026 ^b
US4	70	25	22	3.989±0.034 ^{bde}
US5	90	45	22	3.934±0.035 ^b
US6	70	45	40	3.718±0.037 ^f
US7	70	5	40	3.972±0.024 ^{be}
US8	50	25	40	3.958±0.031 ^b
US9	90	25	4	4.143±0.025 ^a
US10	50	5	22	4.045±0.015 ^{cde}
US11	90	5	22	3.972±0.033 ^{be}
US12	70	5	4	4.159±0.031 ^a
US13	70	25	22	3.985±0.014 ^{bde}
US14	70	45	4	3.963±0.008 ^b
US15	50	25	4	4.105±0.017 ^{ac}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, kontrol örneği ile US9 (%90, 25 dk, 4 °C), US12 (%70, 5 dk, 4 °C) ve US15 (%50, 25 dk, 4 °C) denemeleri arasında renk tonu değerleri açısından önemli bir farklılık meydana gelmediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin renk tonu değerleri kontrol örneğine göre azalma göstermiştir. Elde edilen bu bulgular Çizelge 13’de verilen h° değerleri ile benzerlik göstermektedir. En düşük renk tonu değerine sahip örnek 3.718±0.037 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) olurken, en yüksek değer olan 4.143±0.025, US9 (%90, 25 dk, 4 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.19).

Ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin renk tonu değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, normal dağılım göstermeyen verilere Johnson dönüşümü uygulanmış, normal dağılım gösteren yeni veriler yanıt yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.20’de, tüm terimleri içeren çıktılar Ek A.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk tonu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	24.47	12.23	72.86	0.000
Linear	1	23.20	23.20	138.1	0.000
T	1	23.20	23.20	138.1	0.000
Square	1	1.273	1.273	7.580	0.009
A ²	1	1.273	1.273	7.580	0.009
Kalıntı	42	7.055	0.168		
Lack-of-Fit	10	6.371	0.637	29.84	0.000
Saf Hata	32	0.683	0.021		
Toplam	44	31.53			
R²					0.77
Düzeltilmiş R²					0.76
Tahmini R²					0.74

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Meyan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etki eden tek ultrasonikasyon parametresinin sıcaklık olduğu model tarafından ön görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.77, 0.76 ve 0.74 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.00 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05'den küçük olduğundan renk tonu değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4.1.11 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi spektrofotometrik yöntem ile tayin edilmiştir. Farklı nanometrelerde ölçülen absorbans değerleri kullanılarak sarı renk bileşimi % şeklinde hesaplanmış ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen değerler Çizelge 4.21'de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin sarı renk bileşimi %72.69±0.043 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin sarı renk bileşimi %73.71±0.081 ile %75.42±0.246 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Sarı Renk (%)
Kontrol	-	-	-	72.69±0.043 ^a
US1	70	25	22	73.99±0.096 ^{bc}
US2	50	45	22	74.61±0.119 ^{de}
US3	90	25	40	74.26±0.118 ^{be}
US4	70	25	22	74.31±0.163 ^{be}
US5	90	45	22	74.27±0.212 ^{be}
US6	70	45	40	73.71±0.081 ^c
US7	70	5	40	73.79±0.065 ^c
US8	50	25	40	74.32±0.140 ^{be}
US9	90	25	4	75.42±0.246 ^f
US10	50	5	22	74.45±0.151 ^e
US11	90	5	22	73.86±0.118 ^c
US12	70	5	4	75.14±0.163 ^{fg}
US13	70	25	22	74.62±0.093 ^{de}
US14	70	45	4	75.11±0.045 ^{fg}
US15	50	25	4	74.92±0.033 ^{dg}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.21’de verilen bulgular incelendiğinde, kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış örnekler arasında, sarı renk bileşimi değerleri açısından meydana gelen fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin sarı renk bileşiminin, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında artış gösterdiği belirlenmiştir. Sarı renk bileşiminde elde edilen bulgular, Çizelge 9’da verilen ve mavilik-sarılık değerlerini temsil eden b* değerleri ile benzerlik göstermektedir. En düşük sarı renk bileşimine sahip örnek %73.71±0.081 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) olarak bulunurken en yüksek değer US9 (%90, 25 dk, 4 °C) denemesinde görülmüştür (Çizelge 4.21).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.11’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modellenen çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	3	11.04	3.683	48.84	0.000
Linear	1	7.958	7.958	105.5	0.000
T	1	7.958	7.958	105.5	0.000
Square	2	3.091	1.545	20.50	0.000
A ²	1	1.165	1.165	15.45	0.000
T ²	1	2.136	2.136	28.32	0.000
Kalıntı	41	3.092	0.075		
Lack-of-Fit	9	1.776	0.197	4.80	0.000
Saf Hata	32	1.316	0.041		
Toplam	44	14.14			
R²					0.78
Düzeltilmiş R²					0.76
Tahmini R²					0.73

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Çizelge 4.22’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki sıcaklık (°C) parametresinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.78, 0.76 ve 0.73 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.00 olarak bulunmuş ve bu değer 0.0’dan küçük olduğundan sarı renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

4.1.12 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi spektrofotometrik yöntem ile tayin edilmiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak kırmızı renk bileşimi değerleri elde edilmiştir. Kırmızı renk bileşimi değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin kırmızı renk bileşimi değeri ortalama

%17.56±0.076 olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri %17.72±0.142 ile %18.77±0.116 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Kırmızı Renk (%)
Kontrol	-	-	-	17.56±0.076 ^a
US1	70	25	22	18.64±0.037 ^{bc}
US2	50	45	22	18.36±0.016 ^{cde}
US3	90	25	40	18.23±0.079 ^{efg}
US4	70	25	22	18.62±0.128 ^{bcd}
US5	90	45	22	18.62±0.115 ^{bcd}
US6	70	45	40	18.61±0.187 ^{bcd}
US7	70	5	40	18.30±0.106 ^{de}
US8	50	25	40	18.77±0.116 ^b
US9	90	25	4	17.91±0.126 ^{gh}
US10	50	5	22	18.40±0.035 ^{cde}
US11	90	5	22	18.48±0.075 ^{bcd}
US12	70	5	4	17.92±0.188 ^{fgh}
US13	70	25	22	18.47±0.067 ^{bcd}
US14	70	45	4	17.72±0.142 ^{ah}
US15	50	25	4	18.25±0.069 ^{ef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.23’de verilen bulgular incelendiğinde, kontrol örneği ve ultrasonikasyon uygulanmış örneklerden US14 (%70, 45 dk, 4 °C) dışında kalan bütün örnekler arasında meydana gelen farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bunun yanında, işlem görmüş bütün örneklerde kontrol örneğine göre artış gözlenmiştir. Kırmızı renk bileşimine ait elde edilen bu bulgular daha önce Çizelge 7’de verilen ve yeşillik-kırmızılık rengi temsil eden a^* değerleri ile paralellik göstermektedir. En düşük kırmızı renk bileşim değerine sahip örnek %17.72±0.142 ile US14 (%70, 45 dk, 4 °C) olurken, en yüksek değer %18.77±0.116 ile US8 (%50, 25 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.23).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.12’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	4.34	1.08	55.56	0.000
Linear	1	2.42	2.42	124.09	0.000
T	1	2.42	2.42	124.09	0.000
Square	1	1.41	1.41	72.31	0.000
T ²	1	1.41	1.41	72.31	0.000
Interaction	2	0.50	0.25	12.92	0.000
A*T	1	0.30	0.30	15.68	0.000
t*T	1	0.20	0.20	10.15	0.003
Kalıntı	40	0.78	0.01		
Lack-of-Fit	8	0.35	0.04	3.31	0.007
Saf Hata	32	0.42	0.01		
Toplam	44	5.12			
<i>R</i>²					0.84
Düzeltilmiş <i>R</i>²					0.83
Tahmini <i>R</i>²					0.80

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi değerleri üzerine etki gösteren tek ultrasonikasyon parametresinin sıcaklık olduğu anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen *R*², düzeltilmiş *R*² ve tahmini *R*² değerleri (sırasıyla 0.84, 0.83 ve 0.80) iyi seviyelerde olsalar da, uyum eksikli *p* değerinin 0.05'den küçük olması nedeniyle kırmızı renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

4.1.13 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak elde edilen mavi renk bileşimi değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.25'de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin mavi renk bileşimi değeri ortalama %7.86±0.106

olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri 6.65 ± 0.258 ile 7.54 ± 0.44 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi (%) değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Mavi Renk (%)
Kontrol	-	-	-	7.86 ± 0.106^a
US1	70	25	22	7.35 ± 0.077^{bcd}
US2	50	45	22	7.01 ± 0.115^{def}
US3	90	25	40	6.95 ± 0.115^{ef}
US4	70	25	22	7.05 ± 0.120^{de}
US5	90	45	22	6.84 ± 0.121^{ef}
US6	70	45	40	7.44 ± 0.193^{bc}
US7	70	5	40	7.00 ± 0.063^{def}
US8	50	25	40	6.89 ± 0.032^{ef}
US9	90	25	4	6.65 ± 0.258^f
US10	50	5	22	7.13 ± 0.123^{cde}
US11	90	5	22	7.54 ± 0.044^{ab}
US12	70	5	4	6.93 ± 0.086^{ef}
US13	70	25	22	6.90 ± 0.128^{ef}
US14	70	45	4	7.15 ± 0.096^{cde}
US15	50	25	4	6.81 ± 0.107^{ef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.25’de verilen meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimine ait değerler incelendiğinde, kontrol örneği ve ultrasonikasyon uygulanmış örneklerden US11 (%90, 5 dk, 22 °C) dışında kalan bütün örnekler arasında meydana gelen farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ultrasonikasyona tabi tutulmuş örneklerin hepsinin mavi renk bileşimi değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. En düşük mavi renk bileşim değerine sahip örnek 6.65 ± 0.258 ile US9 (%90, 25 dk, 4 °C) olurken, en yüksek değer 7.54 ± 0.044 ile US11 (%90, 5 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.25).

Ultrasonikasyondaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, normal dağılım göstermeyen verilere Johnson dönüşümü uygulanmış, normal dağılım gösteren yeni veriler yanıt yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.26’da, tüm terimleri içeren çıktılar Ek A.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.26. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin mavi renk bileşimi değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	22.17	5.54	11.04	0.000
Linear	1	2.27	2.27	4.53	0.039
T	1	2.27	2.27	4.53	0.039
Square	2	17.67	8.83	17.60	0.000
A ²	1	10.08	10.08	20.09	0.000
T ²	1	8.84	8.84	17.61	0.000
Interaction	1	2.22	2.22	4.44	0.041
A*t	1	2.22	2.22	4.44	0.041
Kalıntı	40	20.08	0.50		
Lack-of-Fit	8	9.56	1.19	3.64	0.004
Saf Hata	32	10.51	0.32		
Toplam	44	42.26			
R²					0.52
Düzeltilmiş R²					0.47
Tahmini R²					0.39

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Çizelge 4.26'da verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki sıcaklık (°C) parametresinin meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.52, 0.47 ve 0.39 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.004 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05'den küçük olduğundan mavi renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

4.1.14 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanan meyan kökü şerbetinin bulanıklık değerinde meydana gelen değişim, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.27'de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine ait kontrol grubunun bulanıklık değeri ortalama 26.16 ± 0.289 NTU olarak

bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin bulanıklık değerleri $38.08 \pm 0.590 - 43.18 \pm 0.085$ NTU arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin bulanıklık değeri (NTU) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	-	-	-	26.16 ± 0.289^a
US1	70	25	22	38.08 ± 0.590^b
US2	50	45	22	40.72 ± 0.462^{cd}
US3	90	25	40	39.32 ± 0.125^{be}
US4	70	25	22	41.32 ± 1.280^{cfg}
US5	90	45	22	41.15 ± 0.485^{cdg}
US6	70	45	40	42.22 ± 0.101^{fgh}
US7	70	5	40	42.31 ± 0.315^{fgh}
US8	50	25	40	43.18 ± 0.085^h
US9	90	25	4	39.37 ± 0.134^{be}
US10	50	5	22	41.08 ± 0.157^{cdg}
US11	90	5	22	42.07 ± 0.085^{fgh}
US12	70	5	4	40.50 ± 0.289^{cde}
US13	70	25	22	42.64 ± 0.265^{fh}
US14	70	45	4	39.88 ± 0.190^{de}
US15	50	25	4	39.99 ± 0.415^{de}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.27’de verilen bulgular incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin bulanıklık değeri üzerinde etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$). Ultrasonikasyona tabi tutulmuş bütün denemelerde bulanıklık değerleri önemli ölçüde artış göstermiştir. Kontrol örneğine göre bulanıklık değerinde en az artış görülen deneme 38.08 ± 0.590 NTU ile US1 (%70, 25 dk, 22 °C) olurken, en büyük artış 43.18 ± 0.085 NTU ile US8 (%50, 25 dk, 40 °C) denemesinde gözlenmiştir (Çizelge 4.27).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelge 4.28’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.14’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p > 0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	5	40.76	8.15	13.46	0.000
Linear	2	23.46	11.73	19.37	0.000
A	1	3.50	3.50	5.78	0.021
T	1	19.96	19.96	32.96	0.000
Square	2	9.43	4.71	7.79	0.001
A ²	1	4.86	4.86	8.03	0.007
T ²	1	5.24	5.24	8.65	0.005
Interaction	1	7.85	7.85	12.97	0.001
A*T	1	7.85	7.85	12.97	0.001
Kalıntı	39	23.62	0.60		
Lack-of-Fit	7	15.66	2.23	9.00	0.000
Saf Hata	32	7.95	0.24		
Toplam	44	64.38			
<i>R</i>²					0.63
Düzeltilmiş <i>R</i>²					0.58
Tahmini <i>R</i>²					0.49

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Çizelge 4.28’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin bulanıklık üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.63, 0.58 ve 0.49 olarak bulunurken, uyum eksikliği *p* değeri sıfır olarak bulunmuş ve bu değer 0.05’den küçük olduğundan bulanıklık değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

4.1.15 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Asitlik Değeri Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam asitlik değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve verilere Tukey karşılaştırma testi uygulanarak sonuçlar

Çizelge 4.29’da gösterilmiştir. Örneklerin toplam asitlik miktarları glisirizik asit üzerinden hesaplanmış ve sonuçlar g/100 mL olarak verilmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri (g/100 mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	T.A. (g/100 mL)
Kontrol	-	-	-	0.0204±0.000 ^a
US1	70	25	22	0.0204±0.000 ^a
US2	50	45	22	0.0204±0.000 ^a
US3	90	25	40	0.0204±0.000 ^a
US4	70	25	22	0.0204±0.000 ^a
US5	90	45	22	0.0204±0.000 ^a
US6	70	45	40	0.0204±0.000 ^a
US7	70	5	40	0.0204±0.000 ^a
US8	50	25	40	0.0204±0.000 ^a
US9	90	25	4	0.0204±0.000 ^a
US10	50	5	22	0.0204±0.000 ^a
US11	90	5	22	0.0204±0.000 ^a
US12	70	5	4	0.0204±0.000 ^a
US13	70	25	22	0.0204±0.000 ^a
US14	70	45	4	0.0204±0.000 ^a
US15	50	25	4	0.0204±0.000 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.29’da verilen bulgular incelendiğinde, hiçbir denemede meyan kökü şerbetinin toplam asitlik miktarlarında değişim olmadığı, dolayısıyla örnekler arasında bir fark bulunmadığı ve ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri üzerinde bir etkisi olmadığı ($p>0.05$) sonucu çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçların aynı olması sebebiyle toplam asitlik için matematiksel modelleme yapılamamıştır.

4.1.16 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri

Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri DPPH yöntemi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.30’da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin antioksidan aktivite değeri ortalama %18.53±0.087

olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri 18.78 ± 0.090 ile 19.53 ± 0.043 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri (%) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	A.A. (%)
Kontrol	-	-	-	18.53 ± 0.087^a
US1	70	25	22	19.52 ± 0.139^b
US2	50	45	22	19.40 ± 0.156^b
US3	90	25	40	18.81 ± 0.025^{ac}
US4	70	25	22	19.49 ± 0.130^b
US5	90	45	22	19.53 ± 0.043^b
US6	70	45	40	18.78 ± 0.090^{ac}
US7	70	5	40	19.19 ± 0.272^{bcd}
US8	50	25	40	19.43 ± 0.139^b
US9	90	25	4	18.94 ± 0.133^{acd}
US10	50	5	22	19.33 ± 0.125^{bd}
US11	90	5	22	19.39 ± 0.164^b
US12	70	5	4	19.14 ± 0.190^{bcd}
US13	70	25	22	19.13 ± 0.100^{bcd}
US14	70	45	4	19.43 ± 0.181^b
US15	50	25	4	19.32 ± 0.115^{bd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. A.A: Antioksidan aktivite. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış US3 (%90, 25 dk, 40 °C), US6 (%70, 45 dk, 40 °C) ve US9 (%90, 25 dk, 4 °C) örnekleri ile kontrol örneği arasında meydana gelen farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, geri kalan örnekler ile kontrol arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin antioksidan aktivite değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. En düşük antioksidan aktivite değeri 18.78 ± 0.090 ile US6 (%70, 45 dk, 40 °C) örneğinde görülürken, en yüksek değer 19.53 ± 0.043 ile US5 (%90, 45 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.30).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen antioksidan aktivite değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.15’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin

hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.31’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri (%) için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	0.031	0.082	0.706
Linear			
A	-0.279	0.050	0.000
t	0.185	0.050	0.001
T	-0.429	0.050	0.000
Square			
A ²	0.274	0.074	0.001
t ²	0.168	0.074	0.030
T ²	-0.791	0.074	0.000
Interaction			
A*T	-0.242	0.071	0.002
t*T	-0.588	0.071	0.000
Lack-of-Fit			0.056
R²			0.90
			0.88
Düzeltilmiş R²			
Tahmini R²			0.84

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

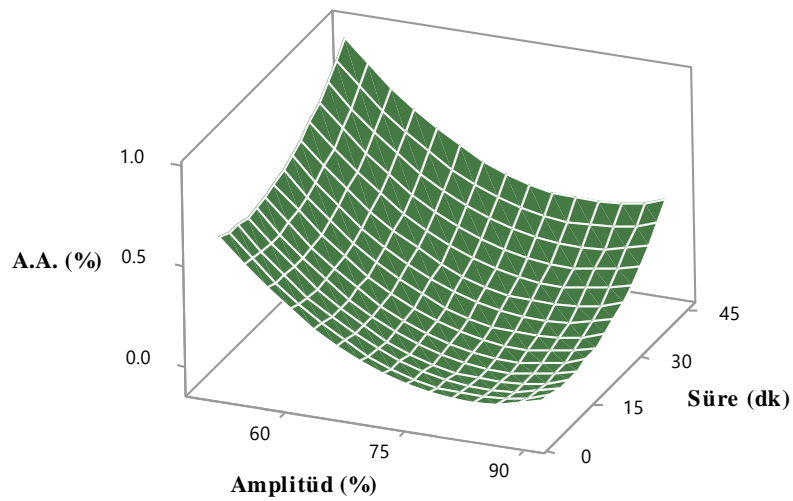
Çizelge 4.31’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki üç parametrenin de meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu parametrelerinin karelerinin yanı sıra, amplitüd-sıcaklık ve süre-sıcaklık arasındaki etkileşimler de etkili olmuştur. Amplitüd ve sıcaklık parametreleri meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivitesini negatif yönde etkilerken, süre parametresi pozitif yönde etki göstermiştir. Modelde ön görülen R², düzeltilmiş R², tahmini R² değerlerinin yüksek olması (sırasıyla 0.90, 0.88 ve 0.84) ve uyum eksikliği *p* değerinin 0.05’den büyük olması nedeniyle antioksidan aktivite değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.31).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik

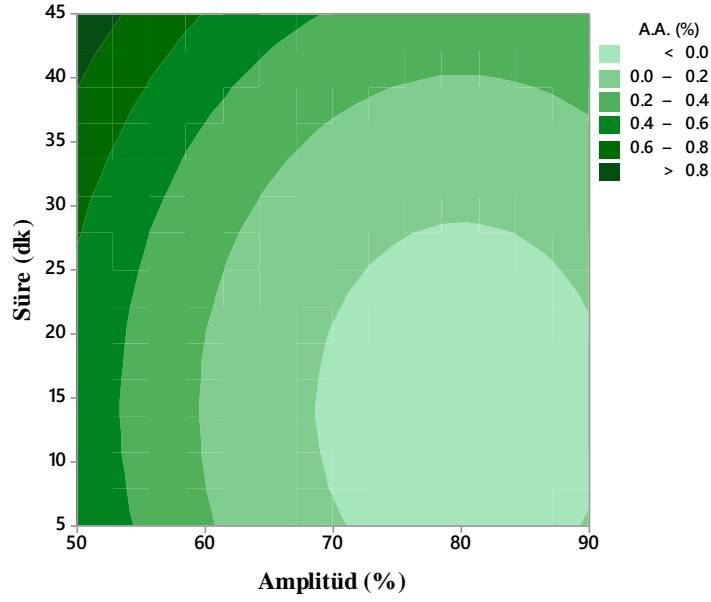
4.5'de verilmiştir. Antioksidan aktivite değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama sıcaklığı olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.5).

$$\text{Antioksidan Aktivite (\%)} = 0.0315 - 0.279 \cdot A + 0.185 \cdot t - 0.429 \cdot T + 0.274 \cdot A^2 + 0.168 \cdot t^2 - 0.791 \cdot T^2 - 0.242 \cdot A \cdot T - 0.588 \cdot t \cdot T \quad (4.5)$$

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. 22 °C'deki sabit bir işlem sıcaklığı için amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri sırasıyla Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, herhangi sabit bir uygulama süresinde amplitüd değerinin arttırılmasının antioksidan aktivite değerinde azalmaya, uygulama süresindeki artışın ise antioksidan değerlerinde artışa neden olacağı anlaşılmaktadır. Amplitüd ve uygulama süresi arasındaki etkileşimde, uygulama süresinin en düşük ve amplitüd değerinin yaklaşık %80-90 olduğu aralıklarda antioksidan aktivitenin en düşük değeri aldığı, amplitüdün en düşük, uygulama süresinin ise yaklaşık 45 dk olduğu durumda ise en yüksek değeri aldığı görülmektedir (Şekil 4.25). Kontur (2D) grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin önemli olmadığını göstermektedir ($p > 0.05$) (Şekil 4.26).

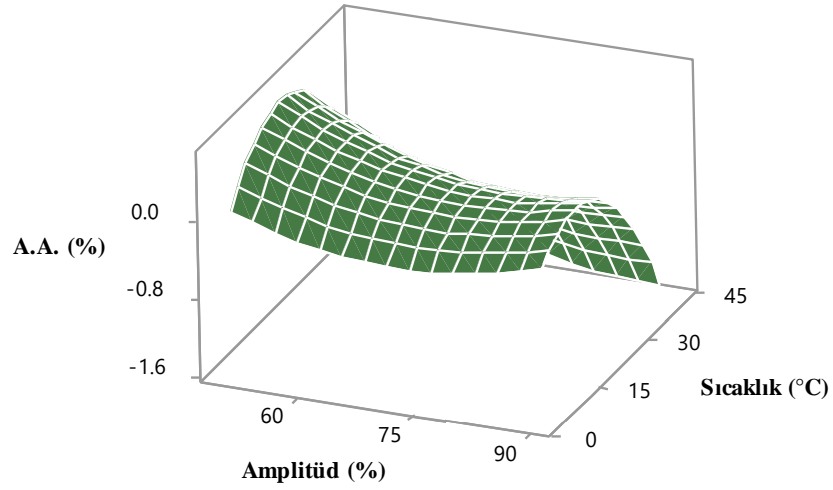


Şekil 4.25. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

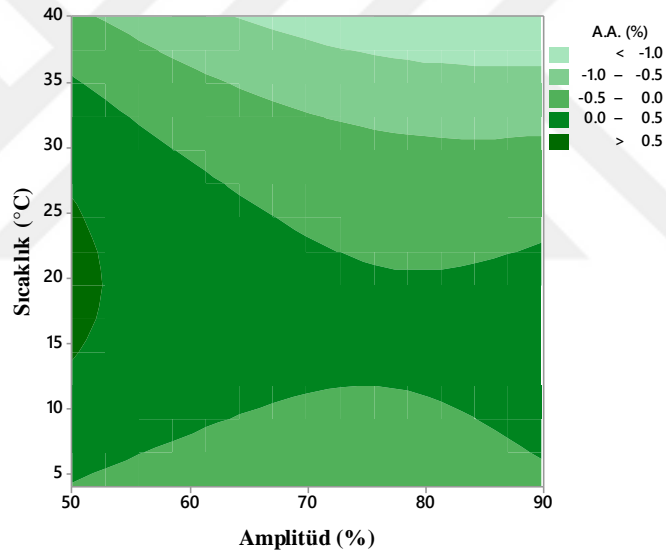


Şekil 4.26. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (25 dk), ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite (%) değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’de gösterilmiştir. Uygulama sıcaklığının sabit tutulup amplitüdün artırıldığı durumlarda antioksidan aktivite değerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Amplitüdün sabit tutulduğu herhangi bir değerde uygulanan sıcaklığın 15-20 °C’ye kadar artırılması antioksidan aktiviteyi yükseltirken, sıcaklığın daha yüksek seviyelere çıkarılması antioksidan aktivitenin önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. En düşük antioksidan aktivite değeri sıcaklık ve amplitüdün en yüksek olduğu noktalarda görülürken, en yüksek antioksidan aktivite, yaklaşık %50-55 amplitüd ve yaklaşık 20 °C sıcaklıkta görülmüştür (Şekil 4.27). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.28).



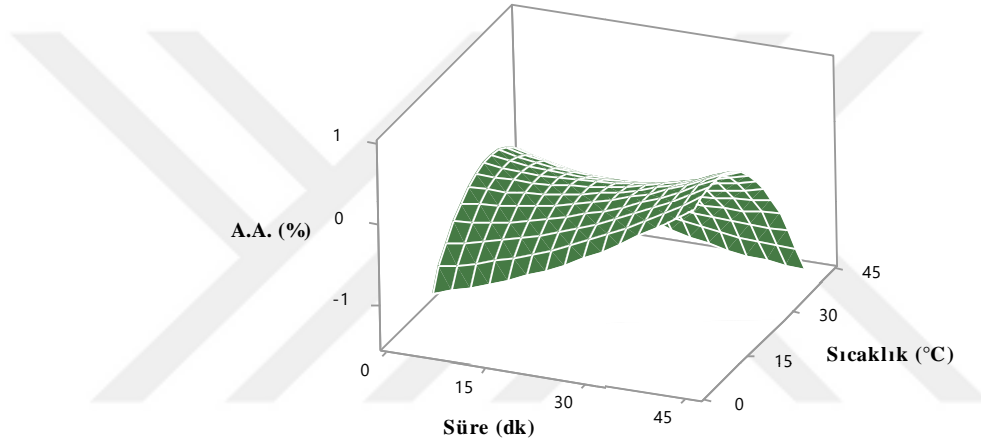
Şekil 4.27. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



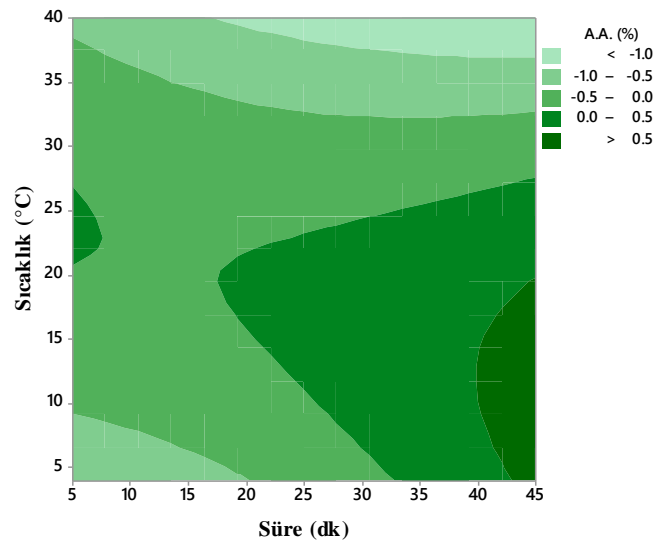
Şekil 4.28. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit amplitüd değerinde (%70), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri Eşitlik 4.5’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.29 ve Şekil 4.30’da verilmiştir. Yüzey grafiği dikkate alındığında, yaklaşık 30 °C’ye kadar olan herhangi bir sıcaklıkta, uygulama süresinin arttırılması antioksidan aktivite değerinde artışa neden olurken, 30-40 °C aralıklarındaki sabit sıcaklıklarda, uygulama süresinde meydana gelen artış antioksidan aktivitede az da

olsa düşüşe neden olmuştur. Bunun yanında, uygulama süresinin sabit tutulup sıcaklığın 20-25 °C'ye kadar çıkarılması antioksidan aktivite değerinde artışa neden olurken, sıcaklığın daha yüksek seviyelere çıkarılması antioksidan aktivitede önemli ölçüde bir düşüşe neden olmuştur. Uygulama süresi ve sıcaklık arasındaki etkileşimde en düşük antioksidan aktivite değeri en yüksek uygulama süresi ve sıcaklık değerlerinin kesiştiği noktada görülürken, uygulama süresinin en yüksek ve sıcaklığın 10-15 °C olduğu aralıklarda antioksidan aktivite en yüksek değeri almıştır (Şekil 4.29). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki süre ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.30).



Şekil 4.29. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.30. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.17 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.32’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı değeri ortalama 0.119 ± 0.0001 mg GAE/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri yaklaşık olarak 0.120 ± 0.0005 ile 0.125 ± 0.0022 mg GAE/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri (mg GAE/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	T.F.M (mg GAE/mL)
Kontrol	-	-	-	0.119 ± 0.0001^a
US1	70	25	22	0.122 ± 0.0018^{abcde}
US2	50	45	22	0.121 ± 0.0007^{ade}
US3	90	25	40	0.120 ± 0.0005^a
US4	70	25	22	0.122 ± 0.0008^{acde}
US5	90	45	22	0.124 ± 0.0009^{bc}
US6	70	45	40	0.123 ± 0.0007^{bcde}
US7	70	5	40	0.121 ± 0.0007^{ade}
US8	50	25	40	0.122 ± 0.0005^{abcde}
US9	90	25	4	0.122 ± 0.0000^{acde}
US10	50	5	22	0.125 ± 0.0022^b
US11	90	5	22	0.121 ± 0.0007^{ae}
US12	70	5	4	0.124 ± 0.0014^{bc}
US13	70	25	22	0.124 ± 0.0002^{bcd}
US14	70	45	4	0.124 ± 0.0012^{bcd}
US15	50	25	4	0.124 ± 0.0002^{bcd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. T.F.M: Toplam Fenolik Madde. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış örneklerden US1, US2, US3, US4, US7, US8, US9 ve US11 ile kontrol örneği arasında meydana gelen farklılık önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında kontrol örneğine göre az da olsa artış meydana geldiği belirlenmiştir. En az düzeyde artış gösteren örnek 0.120 ± 0.0005 mg GAE/mL değerine sahip US3 (%90, 25 dk, 40 °C) olurken, en fazla artış 0.125 ± 0.0022 mg GAE/mL değerine sahip olan US10 (%50, 5 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.32).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.16’da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.33’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	0.1231	0.0001	0.000
Linear			
A	-0.0006	0.0001	0.000
T	-0.0008	0.0001	0.000
Square			
A ²	-0.0007	0.0001	0.000
t ²	0.0006	0.0001	0.000
Interaction			
A*t	0.0015	0.0001	0.000
t*T	0.0008	0.0001	0.000
Lack-of-Fit			0.057
R²			0.88
			0.87
Düzeltilmiş R²			
Tahmini R²			0.84

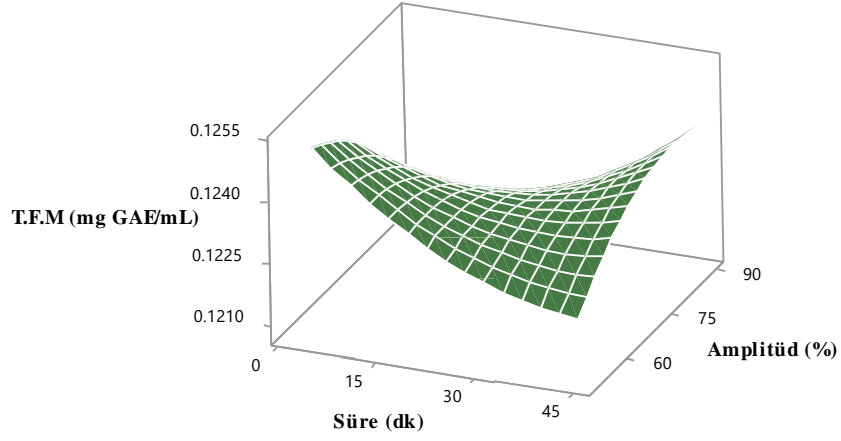
A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.33’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, ultrasonikasyondaki amplitüd ve sıcaklığın toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili ($p<0.05$) parametreler olduğu anlaşılmaktadır. Uygulama süresinin etkisi lineer modelde önemsiz bulunurken ($p>0.05$), amplitüd ve sıcaklık ile aralarındaki etkileşimlerde etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Amplitüd, amplitüdün karesi ve sıcaklık parametreleri toplam fenolik madde miktarını negatif yönde etkilerken, uygulama süresinin karesi, amplitüd-süre ve sıcaklık-süre arasındaki etkileşimler pozitif yönde etki etmiştir. Modelde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek olması (sırasıyla 0.88, 0.87 ve 0.84) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den büyük olması nedeniyle toplam fenolik madde miktarı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

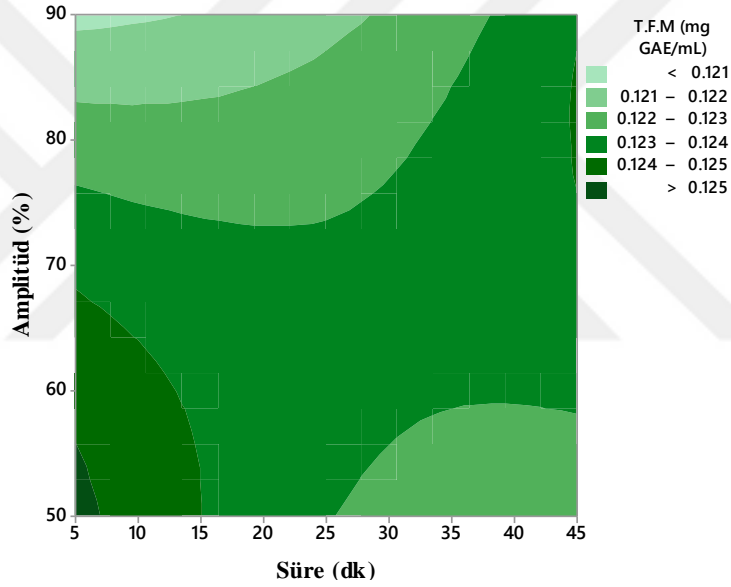
Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda toplam fenolik madde miktarı değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.6'da verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama sıcaklığı olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.6).

$$\text{Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/mL)} = 0.1231 - 0.0006 * A - 0.0008 * T - 0.0007 * A^2 + 0.0006 * t^2 + 0.0015 * A * t + 0.0008 * t * T \quad (4.6)$$

Sabit bir uygulama sıcaklığında (22 °C), amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.31) ve kontur (2D) (Şekil 4.32) grafikleri Eşitlik 6'da verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Yüzey grafiğinden anlaşılacağı üzere, uygulama süresinin 5-25 dk aralıklarında aldığı herhangi bir değer için amplitüdün arttırılması toplam fenolik madde miktarında sürekli olarak düşüşe neden olmuştur. Bunun yanında, uygulama süresinin 25-45 dk aralığında alacağı herhangi bir sabit değer için amplitüdün arttırılması toplam fenolik madde miktarında artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Uygulama süresinin etkisine bakılacak olursa, amplitüdün yaklaşık %50-70 seviyelerinde alacağı sabit değerler için uygulama süresinin arttırılması toplam fenolik madde miktarında azalmaya yol açtığı görülmektedir. Amplitüd parametresinin %70 seviyesinin üzerinde olduğu noktalarda ise, uygulama süresindeki artış, toplam fenolik madde miktarında sürekli olarak bir artma meydana getirmiştir. Meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı en düşük değerini amplitüdün en yüksek ve sürenin en düşük olduğu noktalarda alırken, en yüksek değer amplitüd ve sürenin en düşük seviyelerde olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.31). Şekil 4.32'de verilen kontur grafiği incelendiğinde, amplitüd ve süre arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$).



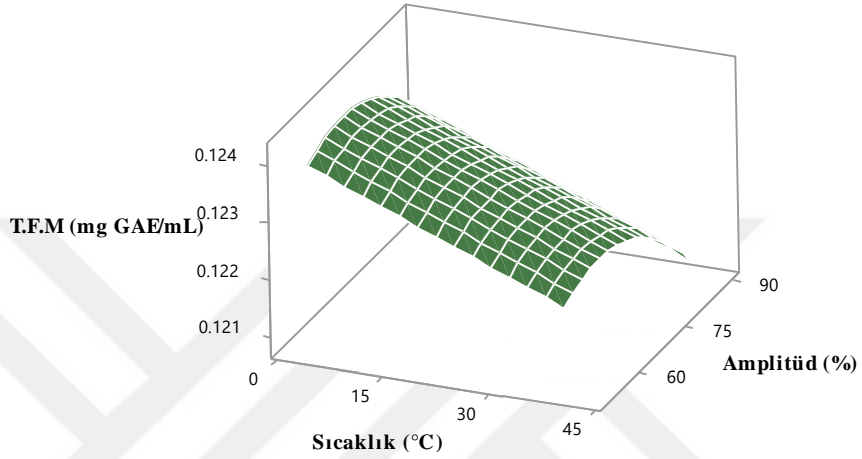
Şekil 4.31. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



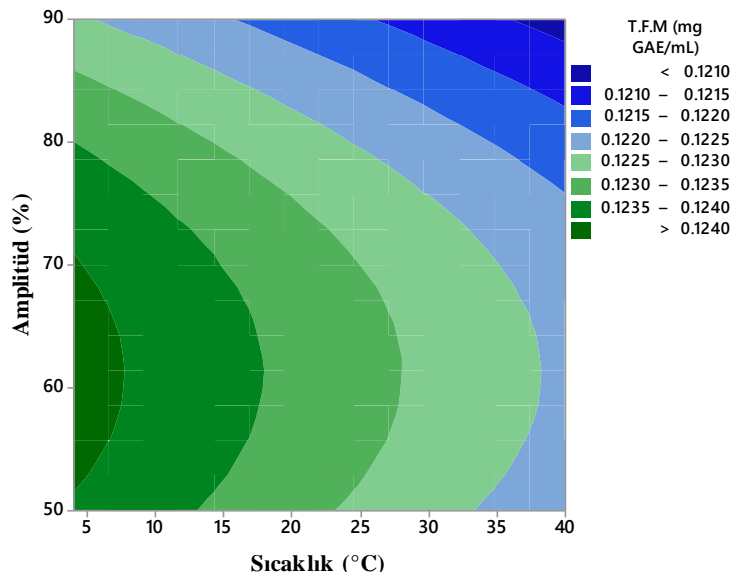
Şekil 4.32. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de, 25 dk’daki sabit uygulama süresi için amplitüd ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri üzerine etkilerini gösteren sırasıyla yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri verilmiştir. Sıcaklığın sabit olduğu herhangi bir değerde amplitüdün %75-80 seviyelerine kadar artırılması toplam fenolik madde miktarında artışa neden olurken, amplitüdün daha yükseklere çıkarılması toplam fenolik madde miktarında sürekli bir düşüşe neden olmuştur. Amplitüdün aldığı herhangi bir sabit değerde sıcaklığın artırılması ise toplam fenolik madde miktarında sürekli olarak bir düşüşe neden

olmuştur. En düşük toplam fenolik madde miktarı amplitüd ve sıcaklığın en yüksek olduğu noktada görülürken, en yüksek fenolik madde miktarı, en düşük sıcaklık ve amplitüdün yaklaşık %60 olduğu noktada görülmektedir (Şekil 4.33). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri üzerine etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir ($p>0.05$) (Şekil 4.34).

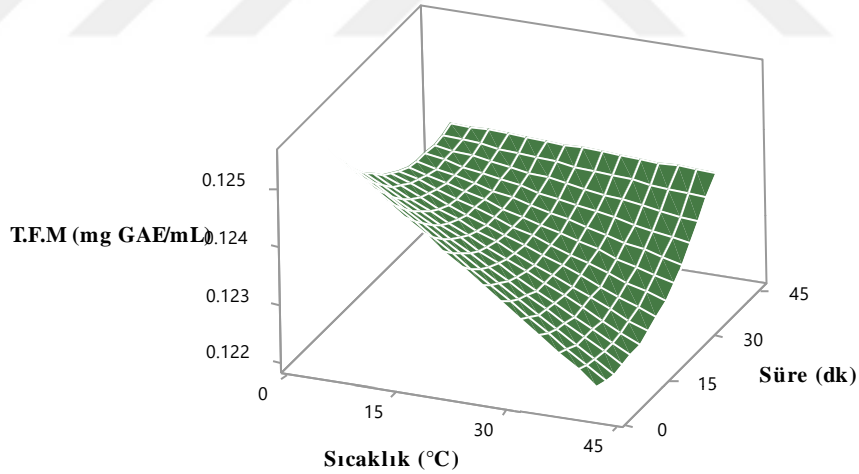


Şekil 4.33. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

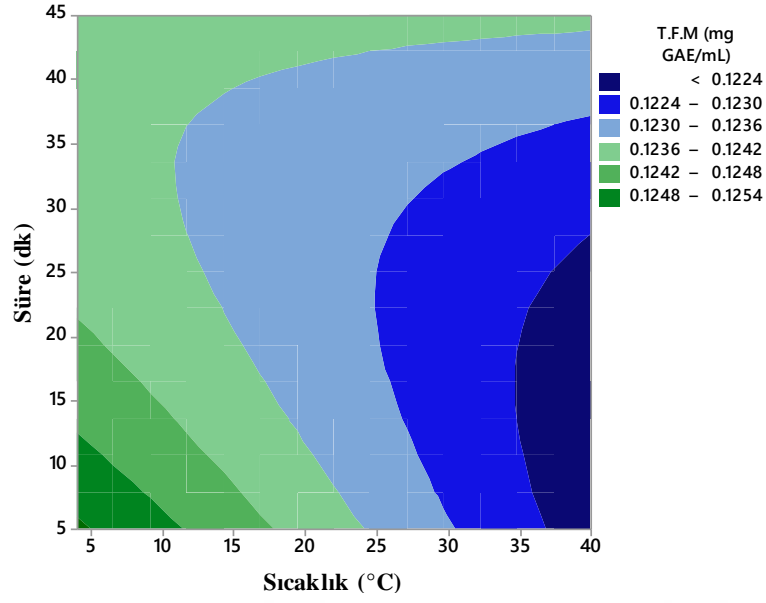


Şekil 4.34. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit amplitüd değerinde (%70), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri Eşitlik 4.6'da verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'de verilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, herhangi bir uygulama süresi değerinde sıcaklığın artırılması, toplam fenolik madde miktarında azalmaya neden olduğu görülmektedir. Sıcaklığın yaklaşık 30 °C'ye kadar herhangi bir sabit değer aldığı durumda uygulama süresinin 20-25 dk'ya kadar artırılması toplam fenolik madde miktarında azalmaya neden olurken, 25 dk'nın üzerindeki uygulama süresi, toplam fenolik madde miktarını arttırmıştır. Sıcaklığın 30 °C'nin üzerinde aldığı herhangi bir değerde uygulama süresinin artırılması, toplam fenolik madde miktarında sürekli olarak bir artış meydana getirmiştir. Toplam fenolik madde miktarı en düşük değeri sıcaklığın maksimum ve sürenin minimum olduğu noktalarda alırken, en yüksek değeri sıcaklık ve sürenin minimum olduğu noktalarda almıştır (Şekil 4.35). Şekil 4.36'da verilen kontur grafiği incelendiğinde, sıcaklık ve süre arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p<0.05$).



Şekil 4.35. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.36. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.1.18 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.34’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin indirgen şeker miktarı 0.354 ± 0.001 mg/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarları 0.372 ± 0.001 ile 0.381 ± 0.001 mg/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri (mg/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	İ.Ş.M (mg/mL)
Kontrol	-	-	-	0.354±0.001 ^a
US1	70	25	22	0.377±0.001 ^{bcd}
US2	50	45	22	0.375±0.000 ^{def}
US3	90	25	40	0.372±0.001 ^f
US4	70	25	22	0.373±0.000 ^{ef}
US5	90	45	22	0.380±0.001 ^{bg}
US6	70	45	40	0.376±0.001 ^{cde}
US7	70	5	40	0.379±0.000 ^{bcg}
US8	50	25	40	0.381±0.001 ^g
US9	90	25	4	0.377±0.000 ^{bcd}
US10	50	5	22	0.380±0.001 ^{bg}
US11	90	5	22	0.376±0.001 ^{cde}
US12	70	5	4	0.375±0.001 ^{def}
US13	70	25	22	0.374±0.001 ^{def}
US14	70	45	4	0.376±0.001 ^{cde}
US15	50	25	4	0.373±0.000 ^{ef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. İ.Ş.M: İndirgen şeker miktarı. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.34’de verilen bulgular incelendiğinde, herhangi bir işleme tabi tutulmamış kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri arasında indirgen şeker miktarı bakımından ortaya çıkan farkın önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerdeki indirgen şeker miktarı kontrol örneğine göre artış göstermiştir. En düşük indirgen şeker miktarı 0.372 ± 0.001 mg/mL ile US3 (%90, 25 dk, 40 °C) örneğinde görülürken, en yüksek miktar 0.381 ± 0.001 mg/mL ile US8 (%50, 25 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.34).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Çizelge 4.35’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.17’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı (mg/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	0.3751	0.0003	0.000
Linear			
T	0.0008	0.0002	0.004
Square			
A ²	0.0013	0.0004	0.003
t ²	0.0018	0.0004	0.000
Interaction			
A*t	0.0022	0.0003	0.000
A*T	-0.0032	0.0003	0.000
t*T	-0.0009	0.0003	0.027
Lack-of-Fit			0.108
R²			0.79
			0.76
Düzeltilmiş R²			
Tahmini R²			0.71

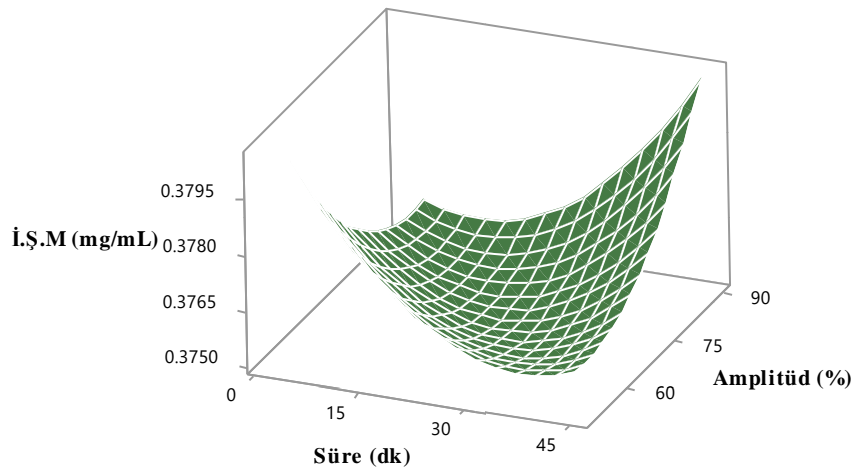
A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Ultrasonikasyon parametrelerinden yalnızca uygulama sıcaklığının meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerinde etkili ($p < 0.05$) ve bu etkinin pozitif yönde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.35). Bunun yanında amplitüdün karesi, uygulama süresinin karesi ve amplitüd-süre arasındaki etkileşim indirgen şeker üzerine pozitif etki ederken, amplitüd-sıcaklık ve süre-sıcaklık arasında meydana gelen etkileşimler indirgen şeker miktarını negatif yönde etkilemiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin iyi seviyelerde (sırasıyla 0.79, 0.76 ve 0.71) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05'den büyük olması (0.108) nedeniyle indirgen şeker miktarı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

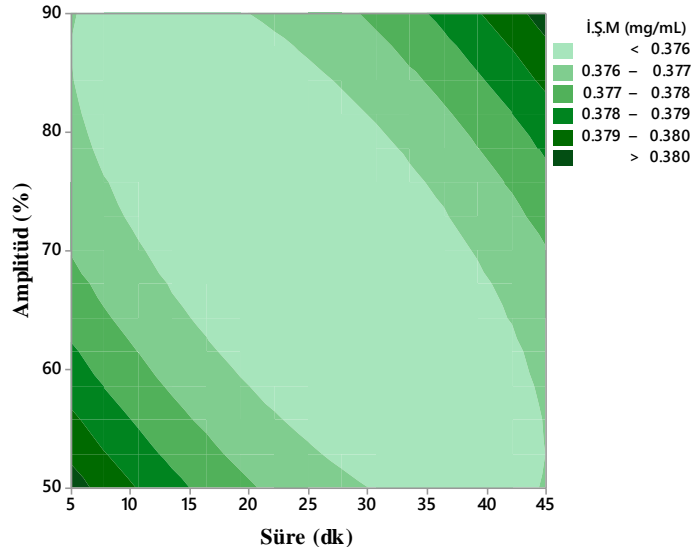
Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve amplitüd, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.7'de verilmiştir. İndirgen şeker miktarı değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama sıcaklığı olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.7).

$$\text{İndirgen Şeker (mg/mL)} = 0.3751 + 0.0008 * T + 0.0013 * A * A + 0.0018 * t * t + 0.0022 * A * t - 0.0032 * A * T - 0.0009 * t * T \quad (4.7)$$

Sabit bir uygulama sıcaklığında (22 °C), amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.37) ve kontur (2D) (Şekil 4.38) grafikleri Eşitlik 7’de verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Yüzey grafiğinden anlaşılacağı üzere, amplitüdün aldığı herhangi sabit bir değer için uygulama süresinin 25-30 dk’ya kadar çıkarılması indirgen şeker miktarında azalmaya neden olurken, 30 dk’nın üzerindeki uygulama süresi indirgen şeker miktarında genel olarak bir artışa neden olmuştur. Uygulama süresinin düşük tutulduğu sabit değerlerde amplitüdün %75-80 seviyelerine kadar artırılması indirgen şeker miktarında azalmaya neden olurken, amplitüdün %90’a kadar çıkarılması indirgen şeker miktarında az da olsa artış meydana getirmiştir. Uygulama süresinin 30 dk’dan yüksek olduğu noktalarda amplitüd arttırıldığında, indirgen şeker miktarında sürekli olarak bir artış olduğu belirlenmiştir. En düşük indirgen şeker miktarı değerleri 30-35 dk’lık uygulama süresi ve amplitüdün %70-75 olduğu noktalarda görülürken, en yüksek indirgen şeker miktarı, her iki parametrenin de alacağı maksimum değerlerin kesiştiği noktalarda görülmüştür (Şekil 4.37). Şekil 4.38’de verilen kontur grafiği incelendiğinde, amplitüd ve süre arasındaki etkileşimin meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerindeki etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$).

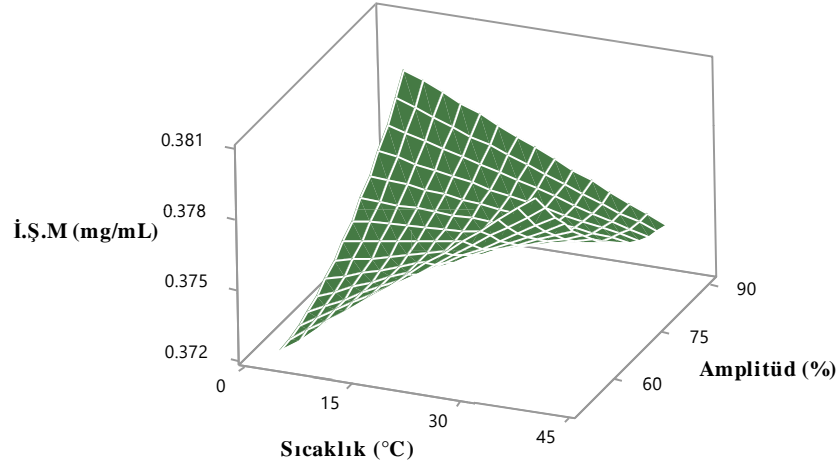


Şekil 4.37. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

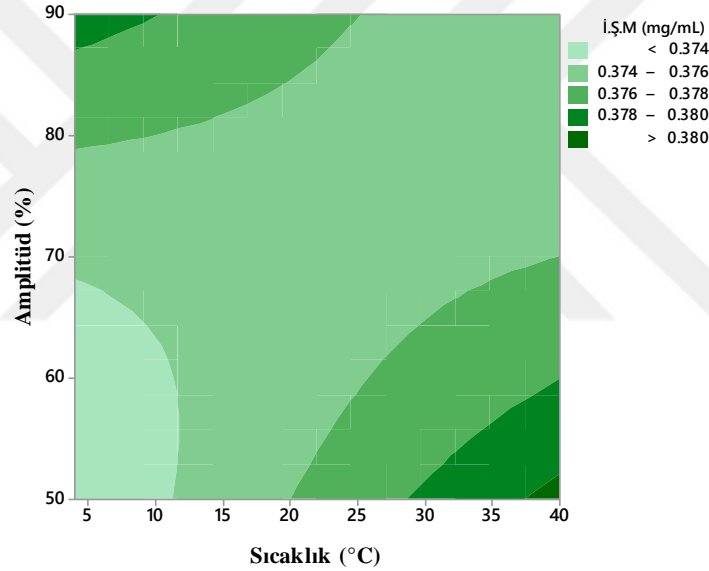


Şekil 4.38. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (25 dk), ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da gösterilmiştir. Sıcaklığın 15-20 °C'ye kadar alacağı herhangi bir değerde amplitüdün artırılması indirgen şeker miktarında önemli derecede artışa neden olurken, yüksek sıcaklıklardaki sabit noktalarda amplitüd değerinin artırılması indirgen şeker miktarında azalmaya neden olmuştur. Amplitüdün yaklaşık %80 seviyelerine kadar alacağı sabit değerlerde sıcaklığın artırılması indirgen şeker miktarında aşamalı olarak bir artış meydana getirirken, amplitüdün %80-90 olduğu değerlerde sıcaklığın artırılması indirgen şeker miktarında azalmaya neden olmuştur. İndirgen şeker miktarının en düşük değeri sıcaklık ve amplitüdün minimum noktalarında gözlenirken, en yüksek miktar, sıcaklığın en yüksek ve amplitüdün en düşük olduğu seviyelerde gözlenmiştir (Şekil 4.39). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.40).



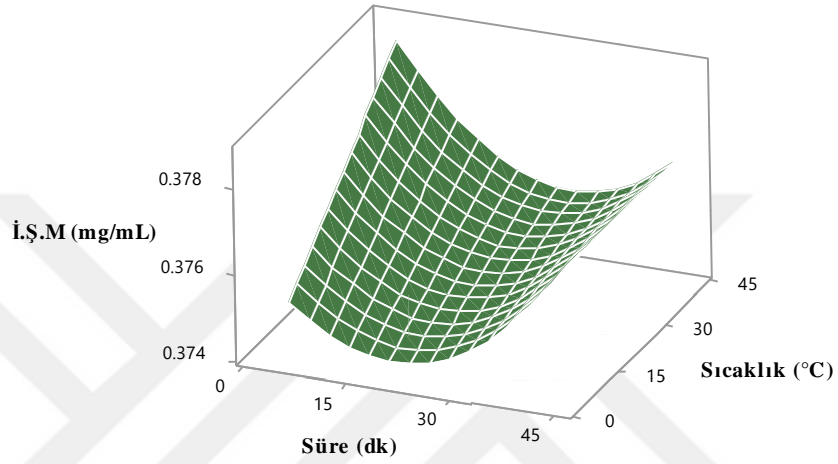
Şekil 4.39. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



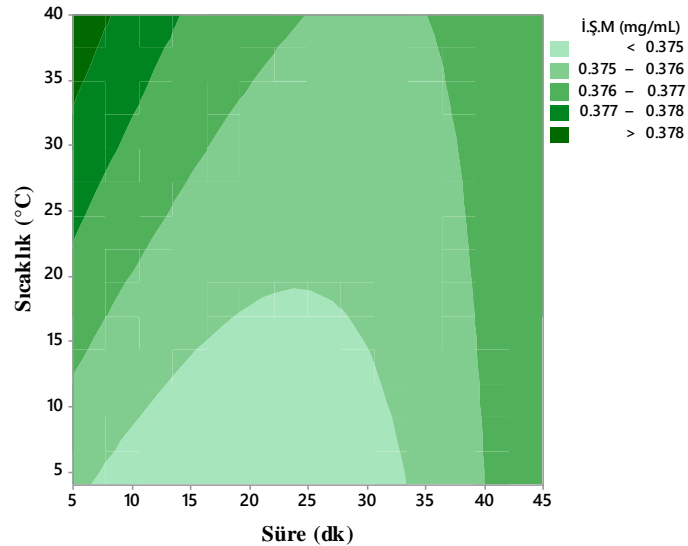
Şekil 4.40. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit amplitüd değerinde (%70), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri eşitlik 4.7’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’de verilmiştir. Yüzey grafiği dikkate alındığında, herhangi bir sıcaklık değerinde uygulama süresinin 25-30 dk’ya kadar çıkarılması indirgen şeker miktarında sürekli olarak bir azalmaya neden olurken, daha yüksek seviyelerdeki uygulama süresi, indirgen şeker miktarının aşamalı olarak artmasına neden olmuştur. Bunun yanında, herhangi bir sabit uygulama süresinde sıcaklığın artırılması,

indirgen şeker miktarında artışa neden olmuştur. En düşük indirgen şeker miktarı 20-25 dk ve en düşük sıcaklık değerlerinde görülürken, en yüksek miktar, uygulama süresinin en düşük ve sıcaklığın en yüksek olduğu noktaların kesiştiği bölgelerde gözlenmiştir (Şekil 4.41). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki sıcaklık ve süre arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.42).



Şekil 4.41. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.42. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.2 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

4.2.1 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkileri

Farklı koşullar altında ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı analiz edilmiş ve sonuçlar log kob/mL cinsinden Çizelge 4.36'da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin TMAB sayısı ortalama 5.76 ± 0.166 log kob/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin değerleri yaklaşık olarak 2.73 ± 0.00 ile 4.58 ± 0.482 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	TMAB (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.76 ± 0.166^a
US1	70	25	22	3.40 ± 0.158^{bc}
US2	50	45	22	3.42 ± 0.091^{bc}
US3	90	25	40	3.08 ± 0.092^{bc}
US4	70	25	22	3.41 ± 0.125^{bc}
US5	90	45	22	2.73 ± 0.000^c
US6	70	45	40	3.24 ± 0.000^{bc}
US7	70	5	40	4.29 ± 0.307^{de}
US8	50	25	40	3.47 ± 0.306^{bef}
US9	90	25	4	3.02 ± 0.000^{bc}
US10	50	5	22	4.58 ± 0.482^d
US11	90	5	22	4.20 ± 0.397^{def}
US12	70	5	4	4.35 ± 0.331^d
US13	70	25	22	3.35 ± 0.091^{bc}
US14	70	45	4	3.36 ± 0.079^{bc}
US15	50	25	4	3.52 ± 0.062^{bef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.36 incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin TMAB sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Ultrasonikasyon uygulaması ile birlikte TMAB sayısında en düşük

seviyede azalma görünen örnek 4.58 ± 0.482 log kob/mL değerine sahip US10 (%50, 5 dk, 22 °C) olurken, TMAB sayısının en yüksek seviyede azalma gösterdiği örnek 2.73 ± 0.00 log kob/mL değerine sahip US5 (%90, 45 dk, 22 °C) olmuştur (Çizelge 4.36).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMAB sayısı değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen TMAB değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.18’de, uyum eksikliğinde $p > 0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.37’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.37. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMAB sayısı (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-0.095	0.088	0.288
Linear			
A	-0.650	0.065	0.000
t	-1.067	0.065	0.000
Square			
A ²	-0.294	0.095	0.004
t ²	0.702	0.095	0.000
Interaction			
A*t	-0.392	0.092	0.000
Lack-of-Fit			0.095
R²			0.92
			0.91
Düzeltilmiş R²			
Tahmini R²			0.89

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

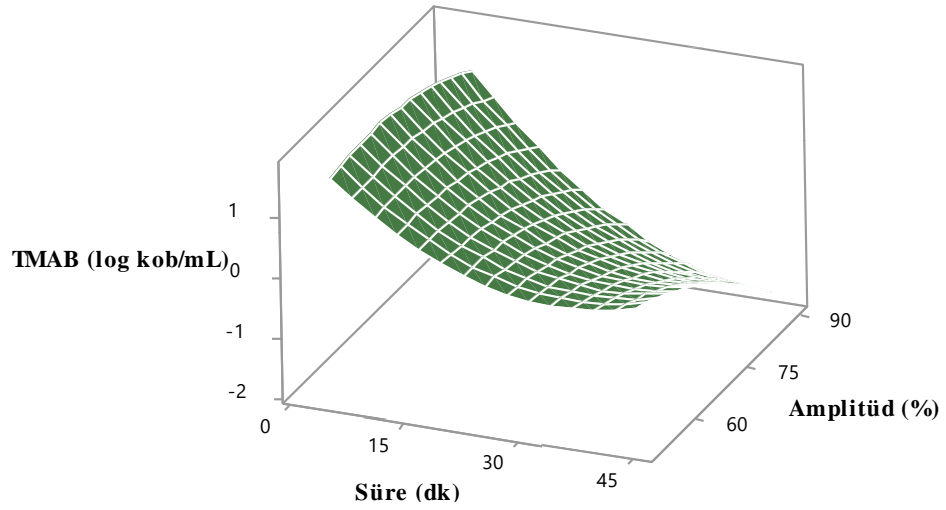
Çizelge 4.37’de verilen düzenlenmiş ANOVA tablosu incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre parametrelerinin meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerinde etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, bu parametrelerin kareleri ve aralarındaki etkileşimin etkisi de önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Sürenin karesi TMAB sayısını pozitif yönde etkilerken, geri

kalan bütün terimler negatif yönde etki etmiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek (sırasıyla 0.92, 0.91 ve 0.89) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den büyük olması (0.095) nedeniyle TMAB sayısı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

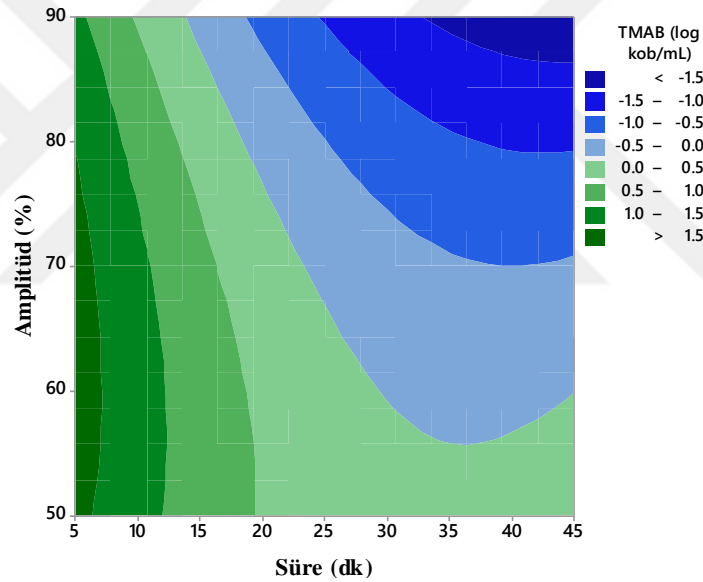
Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda TMAB sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.37’de verilen katsayılar yardımıyla ikinci dereceden denklem ile modellenmiş, amplitüd ve süre arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem Eşitlik 4.8’de verilmiştir. TMAB sayısı üzerinde en büyük etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.8).

$$\text{TMAB (log kob/mL)} = -0.095 - 0.650 * A - 1.067 * t - 0.294 * A^2 + 0.702 * t^2 - 0.392 * A * t \quad (4.8)$$

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. Çizelge 4.37’de verilen ANOVA tablosundan anlaşılacağı üzere uygulama sıcaklığının etkisi hiçbir modelde önemli bulunmamıştır. Bu nedenle uygulama sıcaklığını içeren herhangi bir grafik çizilememiştir. 22 °C’deki sabit bir uygulama sıcaklığı için amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri sırasıyla Şekil 4.43 ve Şekil 4.44’de gösterilmiştir. Uygulama süresinin yaklaşık 20 dk’ya kadar olan sabit değerlerinde amplitüdün artırılması TMAB sayısında küçük bir artışa neden olurken, 20 dk’dan yüksek sabit değerlerde amplitüdün artırılması, TMAB sayısında azalmalara neden olmuştur. Herhangi bir amplitüd değerinde uygulama süresinin artırılması ise TMAB sayısında önemli ölçüde azalmalar meydana getirmiştir. TMAB sayısının en az olduğu noktalar amplitüd ve sürenin en yüksek seviyelerinde görülürken, en yüksek TMAB sayısı amplitüd ve süre parametrelerinin en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.43). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$) (Şekil 4.44).



Şekil 4.43. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.44. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.2.2 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Maya Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam maya küf (TMK) sayısı değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi

uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.38’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin TMK sayısı 5.72 ± 0.565 log kob/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayıları 2.74 ± 0.00 ile 4.65 ± 0.451 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam maya küf sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	TMK (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.72 ± 0.565^a
US1	70	25	22	3.28 ± 0.080^{bc}
US2	50	45	22	3.36 ± 0.084^{bc}
US3	90	25	40	3.10 ± 0.177^{bc}
US4	70	25	22	3.24 ± 0.059^{bc}
US5	90	45	22	2.74 ± 0.000^c
US6	70	45	40	3.17 ± 0.000^{bc}
US7	70	5	40	4.19 ± 0.212^d
US8	50	25	40	3.45 ± 0.036^b
US9	90	25	4	2.98 ± 0.000^{bc}
US10	50	5	22	4.65 ± 0.451^d
US11	90	5	22	4.20 ± 0.422^d
US12	70	5	4	4.21 ± 0.239^d
US13	70	25	22	3.26 ± 0.077^{bc}
US14	70	45	4	3.24 ± 0.036^{bc}
US15	50	25	4	3.47 ± 0.029^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. TMK: Toplam maya-küf. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış bütün örneklerin TMK sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.38). Ultrasonikasyon uygulaması ile birlikte en yüksek TMK sayısı, kontrol örneğine göre yaklaşık 1.07 log kob/mL düşüş göstererek 4.65 ± 0.451 log kob/mL seviyesine gelen US10 (%50, 5 dk, 22 °C) örneğinde görülürken, en düşük TMK sayısı kontrol örneğine göre 2.98 log kob/mL azalma göstererek 2.74 ± 0.00 log kob/mL seviyesine ulaşan US5 (%90, 45 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür. Meyan kökü şerbetinin TMK sayısında meydana gelen bu değişimler TMAB sayısında görülen değişimler ile benzerlik göstermektedir.

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayısı değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü

uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen TMK değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.19’da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.39’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayısı (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-0.274	0.061	0.000
Linear			
A	-0.636	0.057	0.000
t	-0.971	0.057	0.000
Square			
t^2	0.626	0.084	0.000
Interaction			
A*t	-0.396	0.081	0.000
Lack-of-Fit			0.052
R^2			0.92
			0.91
Düzeltilmiş R^2			
Tahmini R^2			0.90

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

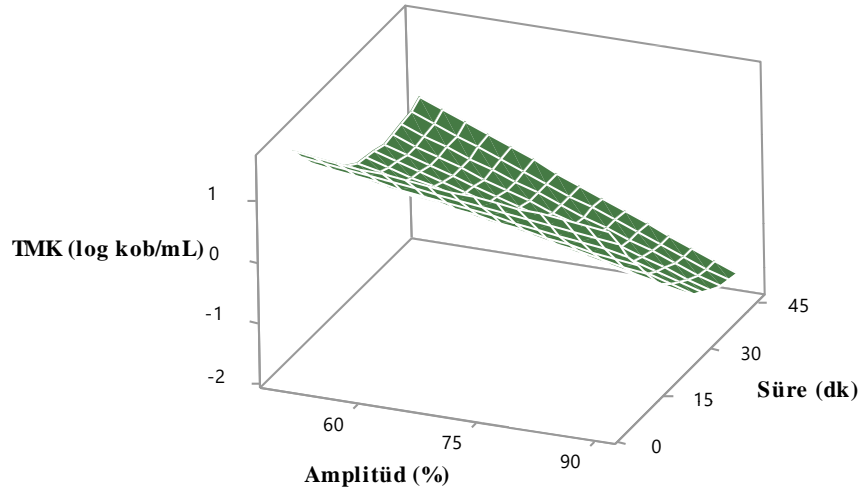
Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre parametrelerinin meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerinde etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 4.39). Ayrıca, bu iki parametre arasındaki etkileşim ve sürenin karesi de önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahipken, amplitüd parametresinin karesinin yaptığı etki önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Amplitüd, süre ve amplitüd-süre arasındaki etkileşim meyan kökü şerbetinin TMK sayısını negatif yönde, sürenin karesi pozitif yönde etkilemiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek (sırasıyla 0.92, 0.91 ve 0.90) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den büyük olması (0.052) nedeniyle TMK sayısı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda TMK sayısı üzerine etkileri çizelge 4.39’da verilen katsayılar yardımıyla

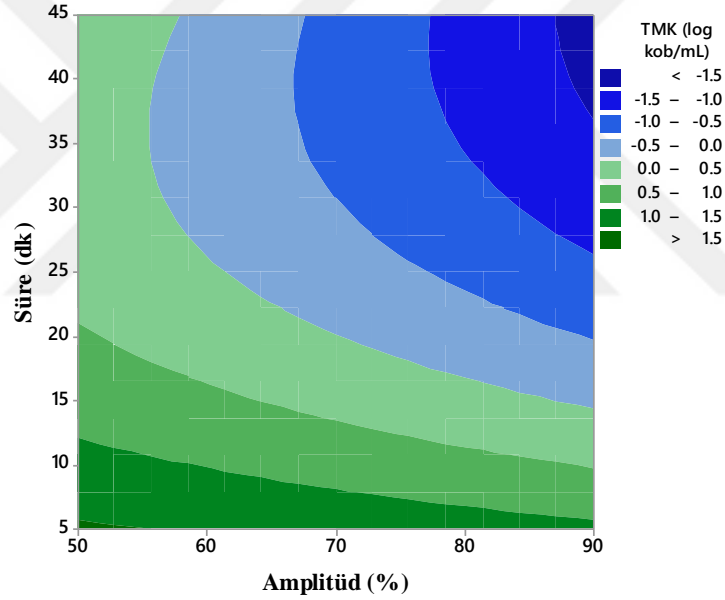
ikinci dereceden denklem ile modellenmiş, amplitüd ve süre arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem eşitlik 4.9'da verilmiştir. TMK sayısı üzerinde en büyük etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.9).

$$\text{TMK (log kob/mL)} = -0.274 - 0.636 * A - 0.971 * t + 0.626 * t^2 - 0.396 * A * t \quad (4.9)$$

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. Çizelge 4.39'da verilen ANOVA tablosundan anlaşılacağı üzere uygulama sıcaklığının etkisi hiçbir modelde önemli bulunmadığından, uygulama sıcaklığını içeren herhangi bir grafik çizilememiştir. 22 °C'deki sabit bir uygulama sıcaklığında, amplitüd (%) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbeti TMK değeri üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.45) ve kontur (2D) (Şekil 4.46) grafikleri eşitlik 4.9'da verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Şekil 4.45'de verilen yüzey grafiği dikkate alındığında, uygulama süresinin alacağı herhangi bir değerde amplitüdün artırılması, TMK sayısında azalmaya neden olmuştur. Düşük seviyelerde amplitüdün alacağı herhangi bir değerde uygulama süresinin artırılması, TMK sayısında küçük azalmalar meydana getirirken, amplitüdün yüksek seviyelerdeki değerleri için sürenin artırılması TMK sayısında önemli azalmalara neden olmuştur. TMK sayısının en az olduğu noktalar amplitüd ve sürenin en yüksek seviyelerinde görülürken, en yüksek TMK sayısı amplitüd ve süre parametrelerinin en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.45). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$) (Şekil 4.46).



Şekil 4.45. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.46. Ultrasonikasyon uygulaması parametrelerinden amplitüd (%) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.2.3 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki *Bacillus circulans* Sayısı Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetine inoküle edilen *Bacillus circulans* sayısı, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen

bulgular çizelge 4.40'da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin *B. circulans* sayısı 5.30 ± 0.089 log kob/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *B. circulans* sayıları 3.73 ± 0.182 ile 4.60 ± 0.434 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	<i>B. circulans</i> (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.30 ± 0.089^a
US1	70	25	22	4.11 ± 0.239^{bc}
US2	50	45	22	4.18 ± 0.276^{bc}
US3	90	25	40	4.00 ± 0.237^{bc}
US4	70	25	22	4.14 ± 0.254^{bc}
US5	90	45	22	3.73 ± 0.182^c
US6	70	45	40	4.06 ± 0.224^{bc}
US7	70	5	40	4.46 ± 0.408^{bc}
US8	50	25	40	4.13 ± 0.213^{bc}
US9	90	25	4	4.02 ± 0.242^{bc}
US10	50	5	22	4.60 ± 0.434^{ab}
US11	90	5	22	4.11 ± 0.238^{bc}
US12	70	5	4	4.48 ± 0.441^{abc}
US13	70	25	22	4.13 ± 0.262^{bc}
US14	70	45	4	4.02 ± 0.189^{bc}
US15	50	25	4	4.17 ± 0.218^{bc}

Çizelgedeki sonuçlar "ortalama±standart hata" olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış US10 (%50, 5 dk, 22 °C) ve US12 (%70, 5 dk, 4 °C) denemeleri dışında kalan bütün örnekler arasında *B. circulans* sayıları açısından önemli bir farklılık meydana geldiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Uygulama görmüş bütün denemelerde *B. circulans* sayıları kontrol örneğine göre azalma göstermiştir. En düşük *B. circulans* sayısı 3.73 ± 0.182 log kob/mL ile US5 (%90, 45 dk, 22 °C) örneğinde görülürken, en yüksek sayı 4.60 ± 0.434 log kob/mL ile US10 (%50, 5 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.40).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *B. circulans* sayısı değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen *B. circulans* sayısı

değerlerine, ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.20’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.41’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.41. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *B. circulans* (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	22.09	11.04	11.89	0.000
Linear	2	22.09	11.04	11.89	0.000
A	1	8.23	8.23	8.87	0.005
t	1	13.85	13.85	14.91	0.000
Kalıntı	42	39.01	0.92		
Lack-of-Fit	10	4.66	0.46	0.43	0.918
Saf Hata	32	34.35	1.07		
Toplam	44	61.11			
R^2					0.36
Düzeltilmiş R^2					0.33
Tahmini R^2					0.26

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Meyan kökü şerbetinin *B. circulans* değerleri üzerine etki gösteren ultrasonikasyon parametrelerinin amplitüd ve süre olduğu anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen uyum eksikliğinin p değeri 0.05’den büyük olsa da, R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri (sırasıyla 0.36, 0.33 ve 0.26) çok düşük seviyelerde olduğundan, meyan kökü şerbetindeki *B. circulans* sayısı değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.41).

4.2.4 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki *Candida tropicalis* Sayısı Üzerine Etkileri

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetine inoküle edilen *C.tropicalis* sayısı, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.42’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin *C. tropicalis* sayısı 5.31 ± 0.100 log kob/mL olarak bulunurken, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *C. tropicalis* sayıları 3.78 ± 0.225 ile 4.62 ± 0.431 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Amplitüd (%) (A)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	<i>C. tropicalis</i> (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.31 ± 0.100^a
US1	70	25	22	4.10 ± 0.243^{bc}
US2	50	45	22	4.16 ± 0.262^{bc}
US3	90	25	40	3.98 ± 0.205^{bc}
US4	70	25	22	4.13 ± 0.238^{bc}
US5	90	45	22	3.78 ± 0.225^c
US6	70	45	40	4.06 ± 0.226^{bc}
US7	70	5	40	4.46 ± 0.407^{bc}
US8	50	25	40	4.15 ± 0.211^{bc}
US9	90	25	4	4.00 ± 0.216^{bc}
US10	50	5	22	4.62 ± 0.431^{ab}
US11	90	5	22	4.13 ± 0.244^{bc}
US12	70	5	4	4.47 ± 0.419^{bc}
US13	70	25	22	4.13 ± 0.238^{bc}
US14	70	45	4	4.03 ± 0.188^{bc}
US15	50	25	4	4.15 ± 0.208^{bc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü örneklerinden US10 (%50, 5 dk, 22 °C) ile kontrol örneği arasında *C. tropicalis* sayısı bakımından meydana gelen farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, geri kalan bütün örneklerde açığa çıkan farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Uygulama görmüş bütün denemelerde *C. tropicalis* sayıları kontrol örneğine göre azalma göstermiştir. En düşük *C. tropicalis* sayısı 3.78 ± 0.225 log kob/mL ile US5 (%90, 45 dk, 22 °C)

örneğinde görülürken, en yüksek sayı 4.62 ± 0.431 log kob/mL ile US10 (%50, 5 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.42).

Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin *C. tropicalis* üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.43’de verilmiştir. Çizelge 43’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.21’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p > 0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.43. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *C. tropicalis* (log kob/mL) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	1.54	0.77	12.29	0.000
Linear	2	1.54	0.77	12.29	0.000
A	1	0.53	0.53	8.49	0.006
t	1	1.00	1.00	16.10	0.000
Kalıntı	42	2.63	0.06		
Lack-of-Fit	10	0.34	0.03	0.49	0.884
Saf Hata	32	2.28	0.07		
Toplam	44	4.17			
R^2					0.37
Düzeltilmiş R^2					0.34
Tahmini R^2					0.26

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

Çizelge 4.43’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* değerleri üzerine etki gösteren ultrasonikasyon parametrelerinin amplitüd ve süre olduğu anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen uyum eksikliğinin *p* değeri 0.05’den büyük olsa da, R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri (sırasıyla 0.37, 0.34 ve 0.26) çok düşük seviyelerde olduğundan, meyan kökü şerbetindeki *C. tropicalis* sayısı değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.43).

4.3 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri

Duyusal analizlerde panelistlerden 11 farklı kriter için puanlama yapmaları istenmiş ve farklı koşullar altında ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri ile kontrol örneğinin duyusal analiz sonuçları çizelge 4.44’de verilmiştir.

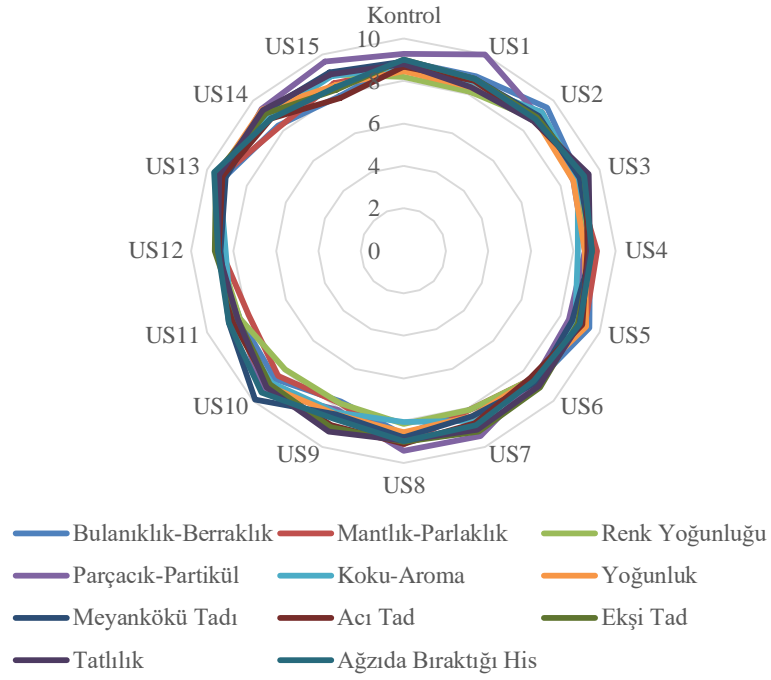


Çizelge 4.44. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri

Proses Kodları	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk Yoğunluğu	Parçacık-Partikül Durumu	Koku-Aroma	Yoğunluk	Meyan Kökü Tadı	Acı Tat Varlığı	Ekşi Tat Varlığı	Tatlılık	Ağızda Bıraktığı His
Kontrol	8.95±0.19 ^a	8.58±0.19 ^a	8.20±1.27 ^a	9.22±0.61 ^a	8.67±0.19 ^a	8.45±0.61 ^a	8.91±0.57 ^a	8.67±0.31 ^a	9.00±0.25 ^a	8.79±0.26 ^a	9.00±0.12 ^a
US1	8.88±0.19 ^a	8.11±0.50 ^a	8.11±0.77 ^a	10.0±0.00 ^a	8.44±0.38 ^a	8.33±0.33 ^a	8.77±0.38 ^a	8.67±0.67 ^a	8.77±0.96 ^a	8.33±0.33 ^a	8.77±0.69 ^a
US2	9.55±0.19 ^a	9.22±0.19 ^a	8.77±0.50 ^a	9.00±0.57 ^a	9.22±0.38 ^a	8.77±0.38 ^a	9.00±0.67 ^a	8.66±0.33 ^a	8.89±0.38 ^a	8.66±0.19 ^a	8.77±0.69 ^a
US3	9.00±0.39 ^a	8.77±0.19 ^a	8.88±0.19 ^a	8.67±0.57 ^a	8.89±0.69 ^a	8.67±0.33 ^a	9.00±0.33 ^a	9.33±0.33 ^a	9.22±0.69 ^a	9.44±0.19 ^a	9.22±0.38 ^a
US4	8.77±0.19 ^a	9.11±0.38 ^a	8.77±0.19 ^a	8.55±0.19 ^a	8.22±0.19 ^a	8.55±0.38 ^a	8.88±0.69 ^a	8.67±0.33 ^a	8.89±0.50 ^a	8.77±0.19 ^a	8.88±0.38 ^a
US5	9.45±0.40 ^a	9.23±0.20 ^a	9.08±0.14 ^a	8.43±0.16 ^a	8.75±0.46 ^a	9.31±0.31 ^a	8.58±0.22 ^a	9.11±0.38 ^a	8.90±0.20 ^a	9.00±0.33 ^a	9.00±0.33 ^a
US6	8.77±0.19 ^a	8.55±0.77 ^a	8.55±0.83 ^a	8.67±0.67 ^a	8.67±0.67 ^a	8.55±0.96 ^a	8.77±0.19 ^a	8.44±0.83 ^a	9.11±1.01 ^a	9.00±1.00 ^a	8.67±0.67 ^a
US7	8.11±1.34 ^a	8.11±1.90 ^a	8.11±1.34 ^a	9.44±0.19 ^a	8.67±0.67 ^a	8.44±0.69 ^a	8.44±1.01 ^a	8.77±0.50 ^a	9.22±0.19 ^a	9.11±1.01 ^a	8.89±0.77 ^a
US8	8.67±0.28 ^a	9.11±0.19 ^a	8.13±1.28 ^a	9.41±1.01 ^a	8.05±0.63 ^a	8.55±0.38 ^a	8.77±0.69 ^a	9.08±0.36 ^a	9.00±0.00 ^a	8.94±0.58 ^a	8.97±0.29 ^a
US9	7.67±1.52 ^a	7.77±1.57 ^a	7.77±0.50 ^a	8.11±1.57 ^a	8.22±1.07 ^a	8.33±0.67 ^a	8.33±0.57 ^a	8.88±0.19 ^a	9.00±0.67 ^a	9.22±0.50 ^a	8.55±0.38 ^a
US10	8.55±0.83 ^a	8.33±0.88 ^a	7.88±1.17 ^a	9.33±0.88 ^a	8.77±0.83 ^a	9.00±0.33 ^a	9.88±0.19 ^a	9.00±0.88 ^a	8.88±0.69 ^a	9.11±0.69 ^a	9.44±0.38 ^a
US11	8.33±0.33 ^a	7.88±1.07 ^a	8.33±0.33 ^a	8.44±0.50 ^a	8.77±0.19 ^a	8.67±0.33 ^a	8.88±0.69 ^a	8.67±0.57 ^a	8.44±0.77 ^a	8.44±0.50 ^a	8.89±0.38 ^a
US12	8.83±0.43 ^a	8.57±0.36 ^a	8.72±0.25 ^a	8.79±0.22 ^a	8.36±0.33 ^a	8.76±0.20 ^a	8.60±0.24 ^a	8.71±0.08 ^a	8.89±0.19 ^a	8.74±0.12 ^a	8.72±0.10 ^a
US13	9.11±0.19 ^a	9.27±0.25 ^a	9.33±0.33 ^a	9.11±0.19 ^a	9.38±0.09 ^a	9.44±0.69 ^a	9.05±0.41 ^a	9.22±0.19 ^a	9.55±0.50 ^a	9.38±0.09 ^a	9.66±0.33 ^a
US14	8.34±1.21 ^a	8.25±1.67 ^a	8.91±0.22 ^a	9.47±0.50 ^a	8.94±1.11 ^a	9.41±0.66 ^a	9.26±0.52 ^a	8.80±0.70 ^a	9.15±0.45 ^a	9.38±0.34 ^a	8.80±0.50 ^a
US15	7.88±0.19 ^a	8.55±0.19 ^a	9.00±0.57 ^a	9.67±0.57 ^a	8.88±1.34 ^a	8.44±0.19 ^a	9.11±0.77 ^a	7.77±0.77 ^a	8.22±0.19 ^a	9.00±0.00 ^a	8.33±0.69 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri ile kontrol örneği arasında bütün kriterlerde meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.44). Elde edilen sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için tüm terimleri içeren bir radar grafiği çizilmiş ve şekil 4.47’de verilmiştir.



Şekil 4.47. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyu özellikleri üzerine etkileri.

4.4 Meyan Kökü Şerbetine Uygulanan Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu

Meyan kökü şerbetine uygulanan ultrasonikasyon koşullarına ait daha önce elde edilen matematiksel modeller kullanılarak optimum nokta değerleri belirlenmiştir. Ultrasonikasyon koşullarının optimizasyonu için üretilen modellerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri için tanımlanan hedefler çizelge 4.45’de gösterilmiştir. Ultrasonikasyon parametreleri olan amplitüd, süre ve sıcaklığın deneme desenindeki aralıklar arasında herhangi bir değer alabilecekleri şeklinde tanımlanmıştır.

Çizelge 4.45. Ultrasonikasyon parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri

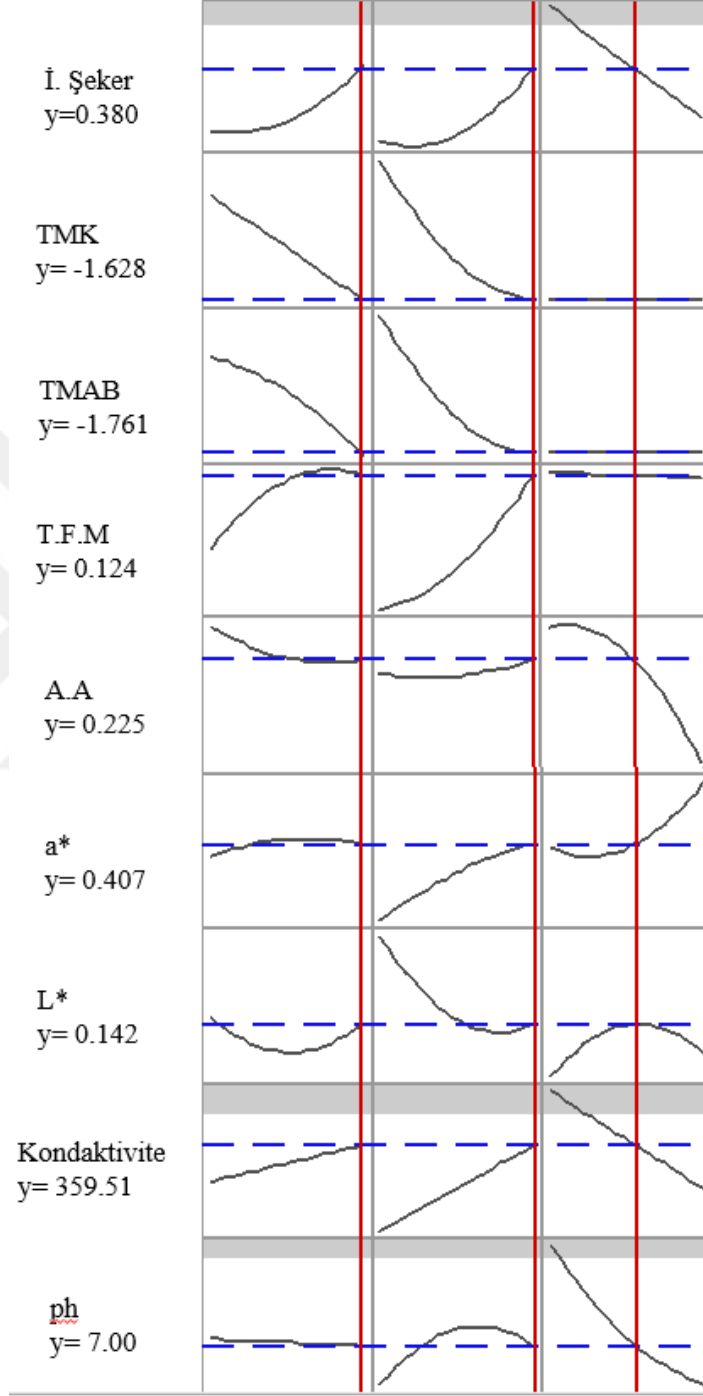
Değişken Tipi	Değişkenler	Hedef
Bağımlı	pH	6.98
	Kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$)	360
	L*	0.097
	a*	0.70
	A.A. (%)	En yüksek
	T.F.M. (mg GAE/mL)	En yüksek
	İ. Şeker (mg/mL)	0.380
	TMAB (log kob/mL)	En düşük
	TMK (log kob/mL)	En düşük
	Amplitüd (%)	50<A<90
Bağımsız	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	4<T<40
	Süre (dk)	5<t<45

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerini temsil etmektedir.

Bağımlı değişkenlerden pH, kondaktivite, L*, a* ve indirgen şeker için belirlenen hedef değerler, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile ultrasonikasyon uygulanmış örnekler arasındaki farkın en az olması amacıyla kontrol örneğinin değerleri olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarının en yüksek değerde olması istenirken, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ve toplam maya-küf sayısı raf ömrünü arttırmak amacıyla en düşük seviyede olacak şekilde seçilmiştir (Çizelge 4.45).

Hedef değerler tanımlandıktan sonra meyan kökü şerbeti için ultrasonikasyon koşullarının optimizasyonu yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.48'de gösterilmiştir.

	Amplitüd (%)	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)
En Yüksek	90	45	40
Optimum	89.55	45	24
En Düşük	50	5	4



Şekil 4.48. Meyan kökü şerbeti için ultrasonikasyon koşullarının optimizasyon değerleri.

Meyan kökü şerbeti için uygulanacak olan ultrasonikasyonun optimum koşulları %89.55 amplitüd, 45 dk ve 24 °C sıcaklık olarak bulunmuştur. İstenebilirlik değeri, $0 < d < 1$ aralığında tanımlanmış olup bu değerin 1'e yakın olması, yanıt değerlerinin ideal değere yakın olduğu anlamına gelmektedir. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti için optimum noktada elde edilen bileşik istenebilirlik değeri 0.857 olarak bulunmuştur.

4.5 Ultrasonikasyon Optimum Modelinin Validasyonu

Ultrasonikasyonun optimum modelinde elde edilen koşullar model gücünü tahmin edebilmek amacıyla matematiksel modellerin validasyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.47'de verilen optimum koşullarda modelde yer alan analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar, modelin ön gördüğü tahmini değerler ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.46'da gösterilmiştir. Normal dağılım göstermeyen terimler (L^* , a^* , antioksidan aktivite, TMAB ve TMK) Johnson dönüşümündeki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. Meyan kökü şerbetine uygulanan ultrasonikasyon koşullarının validasyon sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Deneysel Sonuçlar	Model Tahmini	CV (%)
pH	7.016±0.005	7.006	0.093
Kondaktivite	360.27±0.799	359.51	0.147
L^*	50.42±0.693	50.60	0.251
a^*	7.54±0.222	7.84	2.671
A.A	19.36±0.115	19.37	0.005
TMF	0.123±0.001	0.124	0.525
İ.Ş.M	0.379±0.001	0.380	0.111
TMAB	2.747±0.066	2.732	0.404
TMK	2.742±0.050	2.768	0.664

A.A: Antioksidan aktivite. TFM: Toplam fenolik madde. İ.Ş.M: İndirgen şeker miktarı. TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri. TMK: Toplam maya-küf. CV: Varyasyon katsayısı.

Ultrasonikasyonun optimum nokta modelinde ön görülen tahmini sonuçlar ve yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler arasındaki fark varyasyon katsayısı (CV) hesaplanarak bulunmuştur. CV değeri deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak ifade edilebilmektedir. Matematiksel modellerde hata düzeyinin %10'un altında olması gerekmektedir. Çizelge 4.46'da verilen CV değerlerine göre, bütün bağımlı değişkenlerin CV değerleri %10'un altında değerler almıştır. Bu durumda, elde edilen modellerin validasyon testinden geçtiği ve optimizasyon çalışmalarında elde edilen koşulların raf ömrü çalışmalarında kullanımlarında yüksek doğruluğa sahip sonuçlar elde edileceği belirlenmiştir.

4.6 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

4.6.1 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerine Etkileri

Yüksek hidrostatik basınç (YHB) uygulanmış meyan kökü şerbetinin pH değeri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında (200-500 MPa, 4-40 °C, 3-15 dk) analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.47'de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin pH değeri ortalama 6.92 ± 0.002 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin pH değerleri 7.01 ± 0.00 - 7.05 ± 0.00 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47'de verilen bulgular incelendiğinde, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile YHB uygulanmış bütün denemeler arasında uygulama sonucu oluşan farklılık istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. YHB uygulaması meyan kökü şerbetinin pH değerinde bütün denemelerde artışa neden olmuştur. YHB uygulanmış örnekler arasında en düşük pH değerine sahip örnekler 7.01 ± 0.00 ile YHB7 (500 MPa, 3 dk, 22 °C), YHB8 (350 MPa, 15 dk, 4 °C), YHB10 (350 MPa, 9 dk, 22 °C) ve YHB15 (350 MPa, 9 dk, 22 °C) olmuştur (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkisi

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	pH
Kontrol	-	-	-	6.92±0.002 ^a
YHB1	350	3	40	7.04±0.000 ^{bc}
YHB2	200	3	22	7.03±0.005 ^{cd}
YHB3	350	15	40	7.05±0.000 ^b
YHB4	350	9	22	7.03±0.005 ^{cd}
YHB5	200	15	22	7.02±0.000 ^{ef}
YHB6	350	3	4	7.03±0.005 ^{cd}
YHB7	500	3	22	7.01±0.000 ^f
YHB8	350	15	4	7.01±0.000 ^f
YHB9	500	9	4	7.03±0.000 ^{cde}
YHB10	350	9	22	7.01±0.000 ^f
YHB11	500	15	22	7.02±0.005 ^{de}
YHB12	200	9	40	7.04±0.000 ^{bc}
YHB13	200	9	4	7.04±0.000 ^{bc}
YHB14	500	9	40	7.03±0.005 ^{cd}
YHB15	350	9	22	7.01±0.000 ^f

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.48’de verilmiştir. Çizelge 4.48’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.22’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

YHB uygulamasındaki basınç (MPa) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Süre parametresinin etkisi tek başına önemsiz ($p>0.05$) bulunurken basınç-süre ve sıcaklık-süre arasındaki etkileşimin etkileri istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.66, 0.61 ve 0.55) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin pH değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	6	0.0045	0.0007	12.59	0.000
Linear	2	0.0009	0.0004	7.58	0.001
P	1	0.0003	0.0003	5.65	0.023
T	1	0.0006	0.0006	10.05	0.003
Square	2	0.0023	0.0011	19.80	0.000
P ²	1	0.0002	0.0002	4.43	0.042
T ²	1	0.0021	0.0021	36.79	0.000
Interaction	2	0.0012	0.0006	10.12	0.000
P*t	1	0.0006	0.0006	11.31	0.002
t*T	1	0.0005	0.0005	8.93	0.005
Kalıntı	38	0.0022	0.0000		
Lack-of-Fit	6	0.0008	0.0001	3.17	0.015
Saf Hata	32	0.0014	0.0000		
Toplam	44	0.0067			
R²					0.66
Düzeltilmiş R²					0.61
Tahmini R²					0.55

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

4.6.2 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite (İletkenlik) Değeri Üzerine Etkileri

Yüksek hidrostatik basınç uygulanan meyan kökü şerbetinin kondaktivite değerinde meydana gelen değişim, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular $\mu\text{S}/\text{cm}$ cinsinden çizelge 4.49'de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine ait kontrol grubunun kondaktivite değeri ortalama $383.3 \pm 0.577 \mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin kondaktivite değerleri 376.3 ± 1.528 - $380.6 \pm 0.577 \mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$) değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) (T)	Kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$)
Kontrol	-	-	-	383.3 \pm 0.577 ^a
YHB1	350	3	40	376.3 \pm 1.528 ^b
YHB2	200	3	22	376.3 \pm 0.577 ^b
YHB3	350	15	40	378.3 \pm 0.577 ^{cdef}
YHB4	350	9	22	376.6 \pm 0.577 ^{bf}
YHB5	200	15	22	379.3 \pm 0.577 ^{cdg}
YHB6	350	3	4	377.6 \pm 0.577 ^{bdef}
YHB7	500	3	22	379.0 \pm 0.000 ^{cdg}
YHB8	350	15	4	378.6 \pm 0.577 ^{cde}
YHB9	500	9	4	378.0 \pm 0.000 ^{bdef}
YHB10	350	9	22	379.0 \pm 0.000 ^{cdg}
YHB11	500	15	22	378.6 \pm 0.577 ^{cde}
YHB12	200	9	40	380.0 \pm 0.000 ^{cg}
YHB13	200	9	4	377.0 \pm 1.000 ^{bef}
YHB14	500	9	40	380.0 \pm 0.000 ^{cg}
YHB15	350	9	22	380.6 \pm 0.577 ^g

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama \pm standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.49’de verilen bulgular incelendiğinde, YHB uygulaması görmüş bütün denemelerde kondaktivite değerinin kontrol örneğine göre azalma gösterdiği ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p<0.05$). En düşük kondaktivite değerine sahip örnekler ortalama 376.3 \pm 1.528 $\mu\text{S/cm}$ ile US1 (350 MPa, 3 dk, 40 $^{\circ}\text{C}$) ve US2 (200 MPa, 3 dk, 22 $^{\circ}\text{C}$) olurken, en yüksek kondaktivite değeri ortalama 380.6 \pm 0.577 $\mu\text{S/cm}$ ile US15 (350 MPa, 9 dk, 22 $^{\circ}\text{C}$) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.49).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.50’de verilmiştir. Çizelge 4.50’de verilen değerler, tüm terimleri içeren ek A.23’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.50. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite ($\mu\text{S/cm}$) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	28.25	7.06	6.89	0.000
Linear	2	15.20	7.60	7.42	0.002
t	1	7.04	7.04	6.87	0.012
T	1	8.16	8.16	7.97	0.007
Square	1	4.71	4.71	4.60	0.038
t^2	1	4.71	4.71	4.60	0.038
Interaction	1	8.33	8.33	8.13	0.007
P*t	1	8.33	8.33	8.13	0.007
Kalıntı	40	40.98	1.02		
Lack-of-Fit	8	16.32	2.04	2.65	0.024
Saf Hata	32	24.66	0.77		
Toplam	44	69.24			
R^2					0.40
Düzeltilmiş R^2					0.34
Tahmini R^2					0.28

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.50’de verilen düzenlenmiş ANOVA tablosuna göre, YHB parametrelerinden süre ve sıcaklığın meyan kökü şerbetinin kondaktivite değeri üzerine etkileri önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Basıncın etkisi tek başına önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken basınç-süre arasındaki etkileşim istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması (sırasıyla 0.40, 0.34 ve 0.28) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin kondaktivite değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

4.6.3 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin L^* Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbetine farklı koşullarda YHB uygulanmış ve renk ölçümünde koyuluk-açıklık özelliklerini temsil eden L^* değerleri analiz edilmiştir. Elde edilen değerlere Tukey karşılaştırma testi uygulanarak sonuçlar çizelge 4.51’de

gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine ait kontrol grubunun L* değeri ortalama 52.32 ± 0.007 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin L* değerleri 51.04 ± 0.010 ile 53.88 ± 0.122 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	L*
Kontrol	-	-	-	52.32 ± 0.007^a
YHB1	350	3	40	52.42 ± 0.010^a
YHB2	200	3	22	52.61 ± 0.005^b
YHB3	350	15	40	53.88 ± 0.122^c
YHB4	350	9	22	52.75 ± 0.025^b
YHB5	200	15	22	51.04 ± 0.010^d
YHB6	350	3	4	51.89 ± 0.015^e
YHB7	500	3	22	51.45 ± 0.005^f
YHB8	350	15	4	51.41 ± 0.015^f
YHB9	500	9	4	53.28 ± 0.141^g
YHB10	350	9	22	51.71 ± 0.025^h
YHB11	500	15	22	51.65 ± 0.010^h
YHB12	200	9	40	52.62 ± 0.005^b
YHB13	200	9	4	53.84 ± 0.010^c
YHB14	500	9	40	53.20 ± 0.047^g
YHB15	350	9	22	51.65 ± 0.011^h

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

YHB uygulanmış meyan kökü örneklerinden yalnızca YHB1 (350 MPa, 3 dk, 40 °C) ile kontrol örneği arasında meydana gelen değişim önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, diğer bütün örnekler ile kontrol örneği arasında YHB uygulaması sonucu ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. En düşük L* değeri, ortalama 51.04 ± 0.010 ile YHB5 (200 MPa, 15 dk, 22 °C) denemesinde görülürken, en yüksek L* değeri ortalama 53.88 ± 0.122 ile YHB3 (350 MPa, 15 dk, 40 °C) denemesinde görülmüştür (Çizelge 4.51).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L* değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen L* değerlerine, YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.24’de, uyum eksikliğinde $p > 0.05$ olan

terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.52’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.52. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin L* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	4	24.58	6.14	17.36	0.000
Square	2	16.92	8.46	23.91	0.000
t ²	1	5.01	5.01	14.15	0.001
T ²	1	10.78	10.78	30.46	0.000
Interaction	2	7.65	3.82	10.81	0.000
P*t	1	4.71	4.71	13.32	0.001
t*T	1	2.93	2.93	8.29	0.006
Kalıntı	40	14.16	0.35		
Lack-of-Fit	8	12.01	1.50	22.36	0.000
Saf Hata	32	2.14	0.06		
Toplam	44	38.74			
R²					0.63
Düzeltilmiş R²					0.59
Tahmini R²					0.52

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

YHB uygulamasındaki parametrelerin lineer modelde meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında sürenin karesi, sıcaklığın karesi, basınç-süre ve sıcaklık-süre aralarındaki etkileşimin etkileri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modelde ön görülen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.63, 0.59 ve 0.52) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin L* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.52).

4.6.4 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin a* değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.53’de

gösterilmiştir. Kontrol örneğinin a^* değeri 6.15 ± 0.010 olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a^* değerleri 5.92 ± 0.085 ile 7.74 ± 0.030 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin a^* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	a^*
Kontrol	-	-	-	6.15 ± 0.010^a
YHB1	350	3	40	7.74 ± 0.030^b
YHB2	200	3	22	6.48 ± 0.005^c
YHB3	350	15	40	5.92 ± 0.085^d
YHB4	350	9	22	6.77 ± 0.026^e
YHB5	200	15	22	7.14 ± 0.028^f
YHB6	350	3	4	6.79 ± 0.037^e
YHB7	500	3	22	6.75 ± 0.010^{eg}
YHB8	350	15	4	6.83 ± 0.028^e
YHB9	500	9	4	6.36 ± 0.062^h
YHB10	350	9	22	6.56 ± 0.030^{ci}
YHB11	500	15	22	6.63 ± 0.005^i
YHB12	200	9	40	7.60 ± 0.034^j
YHB13	200	9	4	6.35 ± 0.020^h
YHB14	500	9	40	6.65 ± 0.040^{ei}
YHB15	350	9	22	6.49 ± 0.011^c

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, YHB uygulanmış bütün örnekler a^* değerleri açısından kontrol örneğine göre önemli ($p < 0.05$) farklılık göstermiştir. Ayrıca, YHB3 denemesi dışındaki bütün denemelerde a^* değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. YHB uygulanmış denemeler arasında en düşük a^* değeri ortalama 5.92 ± 0.085 değerine sahip YHB3 (350 MPa, 15 dk, 40 °C) örneğinde görülürken, en yüksek a^* değeri ortalama 7.74 ± 0.030 ile YHB1 (350 MPa, 3 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.53).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin a^* değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, normal dağılım göstermeyen verilere Johnson dönüşümü uygulanmış, normal dağılım gösteren yeni veriler yanıt yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.54’de, tüm terimleri içeren çıktılar ek A.25’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.54. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin a* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	5	22.02	4.40	11.46	0.000
Linear	1	4.49	4.49	11.70	0.001
T	1	4.49	4.49	11.70	0.001
Square	1	1.95	1.95	5.09	0.030
t ²	1	1.95	1.95	5.09	0.030
Interaction	3	15.56	5.18	13.50	0.000
P*t	1	3.23	3.23	8.41	0.006
P*T	1	3.91	3.91	10.18	0.003
t*T	1	8.42	8.42	21.92	0.000
Kalıntı	39	14.98	0.38		
Lack-of-Fit	7	12.69	1.81	25.28	0.000
Saf Hata	32	2.29	0.07		
Toplam	44	37.01			
R²					0.59
Düzeltilmiş R²					0.54
Tahmini R²					0.43

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.54’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB uygulamasındaki sıcaklık parametresinin meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca, sıcaklığın karesi ve YHB uygulamasındaki bütün parametrelerin birbirleri ile aralarında meydana gelen etkileşimlerin etkisi de önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Modelde ön görülen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.59, 0.54 ve 0.43) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin a* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.54).

4.6.5 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbetinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneğinin b* değerleri farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara

Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.55’da verilmiştir. Kontrol örneğinin b* değeri 53.24±0.111 olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b* değerleri 53.13±0.020 ile 54.90±0.188 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	b*
Kontrol	-	-	-	53.24±0.111 ^a
YHB1	350	3	40	54.67±0.163 ^{bc}
YHB2	200	3	22	53.56±0.158 ^d
YHB3	350	15	40	53.68±0.035 ^d
YHB4	350	9	22	54.04±0.087 ^e
YHB5	200	15	22	53.62±0.085 ^d
YHB6	350	3	4	54.48±0.055 ^c
YHB7	500	3	22	54.11±0.078 ^e
YHB8	350	15	4	54.12±0.020 ^e
YHB9	500	9	4	53.52±0.075 ^{ad}
YHB10	350	9	22	54.14±0.070 ^e
YHB11	500	15	22	54.08±0.078 ^e
YHB12	200	9	40	54.90±0.188 ^b
YHB13	200	9	4	53.13±0.020 ^a
YHB14	500	9	40	54.45±0.047 ^c
YHB15	350	9	22	54.11±0.015 ^e

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.55’de verilen bulgulara göre, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile YHB uygulanmış YHB9 (500 MPa, 9 dk, 4 °C) ve YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) örnekleri arasında b* değerleri açısından ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, geri kalan bütün örnekler ile kontrol arasındaki oluşan fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, YHB9 örneği dışındaki bütün YHB uygulanmış örneklerin b* değerleri kontrol örneği ile karşılaştırıldığında artış göstermiştir. En düşük b* değerine sahip örnek 53.13±0.020 ile YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) olurken, en yüksek b* değeri 54.90±0.188 ile YHB12 (200 MPa, 9 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.55).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b* değerlerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle verilere Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Normal dağılımı elde edilen b* değerlerine, basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk)

parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.26'da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.56'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.56. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin b^* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Model	5	25.47	5.09	12.02	0.000
Linear	3	15.99	5.33	12.58	0.000
P	1	5.78	5.78	13.65	0.001
t	1	4.41	4.41	10.41	0.003
T	1	5.79	5.79	13.68	0.001
Square	1	7.65	7.65	18.07	0.000
P ²	1	7.65	7.65	18.07	0.000
Interaction	1	1.81	1.81	4.28	0.045
t*T	1	1.81	1.81	4.28	0.045
Kalıntı	39	16.53	0.42		
Lack-of-Fit	7	15.25	2.17	54.71	0.000
Saf Hata	32	1.27	0.03		
Toplam	44	42.00			
R²					0.60
Düzeltilmiş R²					0.55
Tahmini R²					0.43

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

YHB uygulamasındaki bütün parametrelerin meyan kökü şerbetinin b^* değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modelde elde edilen uyum eksikliğinin p değeri 0.05'den küçük olması ve R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri (sırasıyla 0.60, 0.55 ve 0.43) düşük seviyelerde olduğundan, meyan kökü şerbetindeki b^* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.56).

4.6.6 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Chroma (Renk Yoğunluğu, C*) Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbeti örneklerine farklı basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değerlerinde YHB uygulanmış ve daha yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak C* değerleri elde edilmiştir. YHB uygulamasının C* değeri üzerine etkilerini gözlemlemek amacıyla sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve ortalama sonuçlar çizelge 4.57’de verilmiştir. Kontrol grubunun ortalama C* değeri 53.60±0.109 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin C* değerleri 53.50±0.021 ile 55.42±0.182 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.57. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	C*
Kontrol	-	-	-	53.60±0.109 ^a
YHB1	350	3	40	55.21±0.158 ^b
YHB2	200	3	22	53.95±0.156 ^c
YHB3	350	15	40	54.01±0.033 ^c
YHB4	350	9	22	54.46±0.086 ^d
YHB5	200	15	22	54.10±0.081 ^c
YHB6	350	3	4	54.90±0.055 ^e
YHB7	500	3	22	54.52±0.076 ^d
YHB8	350	15	4	54.55±0.017 ^d
YHB9	500	9	4	53.90±0.067 ^c
YHB10	350	9	22	54.54±0.072 ^d
YHB11	500	15	22	54.48±0.077 ^d
YHB12	200	9	40	55.42±0.182 ^b
YHB13	200	9	4	53.50±0.021 ^a
YHB14	500	9	40	54.86±0.042 ^e
YHB15	350	9	22	54.50±0.014 ^d

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgular incelendiğinde, YHB uygulanmış örneklerden YHB13 dışında kalanlar bütün örneklerin C* değerlerinde kontrol örneğine göre bir artış olduğu ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. YHB13 örneğinin C* değeri kontrol örneğine göre küçük bir azalma göstermiş ve bu azalma istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış örnekler arasında en düşük C* değerine sahip örnek 53.50±0.021 ile YHB13 (200 MPa, 9 dk,

4 °C) olurken, en yüksek değer 55.42±0.182 ile YHB12 (200 MPa, 9 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.57).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin C* değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.58'de verilmiştir. Çizelge 4.58'de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.27'de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.58. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin C* değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	7.87	1.96	20.92	0.000
Linear	1	4.72	4.72	50.30	0.000
T	1	4.72	4.72	50.30	0.000
Square	2	2.27	1.13	12.10	0.000
P ²	1	1.47	1.47	15.72	0.000
T ²	1	0.64	0.64	6.88	0.012
Interaction	1	0.86	0.86	9.19	0.004
P*T	1	0.86	0.86	9.19	0.004
Kalıntı	40	3.76	0.09		
Lack-of-Fit	8	3.50	0.43	53.95	0.000
Saf Hata	32	0.25	0.00		
Toplam	44	11.63			
R²					0.67
Düzeltilmiş R²					0.64
Tahmini R²					0.57

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

ANOVA tablosuna göre, YHB uygulamasındaki parametrelerden yalnızca sıcaklığın meyan kökü şerbetinin C* değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, sıcaklığın karesinin yanı sıra basıncın karesi ve basınç-sıcaklık arasındaki etkileşimlerin de C* değerleri üzerinde etkili olacağı model tarafından ön görülmektedir. Modelin R², düzeltilmiş R² ve tahmini R² değerleri sırasıyla 0.67, 0.64 ve 0.57 olarak bulunurken, uyum eksikliği *p* değeri 0.000 olarak bulunmuş ve bu

değer 0.05'den küçük olduğundan C* değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.58).

4.6.7 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Hue (Renk Tonu, h°) Değeri Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbeti örneklerine farklı basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değerlerinde YHB uygulanmış ve daha önce yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak h° değerleri elde edilmiştir. YHB uygulamasının h° değeri üzerine etkilerini gözlemlemek amacıyla meyan kökü şerbeti örneklerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve ortalama sonuçlar çizelge 4.59'da verilmiştir. Kontrol grubunun ortalama h° değeri 1.455±0.0003 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin h° değerleri 1.430±0.0009 ile 1.451±0.003 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.59. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	h°
Kontrol	-	-	-	1.455±0.0003 ^a
YHB1	350	3	40	1.430±0.0009 ^b
YHB2	200	3	22	1.450±0.0004 ^{cde}
YHB3	350	15	40	1.450±0.0015 ^{cde}
YHB4	350	9	22	1.446±0.0005 ^f
YHB5	200	15	22	1.438±0.0007 ^g
YHB6	350	3	4	1.446±0.0006 ^{fh}
YHB7	500	3	22	1.447±0.0003 ^{fh}
YHB8	350	15	4	1.445±0.0005 ^f
YHB9	500	9	4	1.450±0.0013 ^{cde}
YHB10	350	9	22	1.450±0.0004 ^{cde}
YHB11	500	15	22	1.448±0.0001 ^{eh}
YHB12	200	9	40	1.433±0.0010 ⁱ
YHB13	200	9	4	1.451±0.0003 ^c
YHB14	500	9	40	1.449±0.0008 ^{de}
YHB15	350	9	22	1.451±0.0002 ^{cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (p>0.05), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerine ait h° değerleri ile kontrol grubuna ait değerler ile karşılaştırıldığında, bütün denemelerde h° değerlerinin düşüş

gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, YHB uygulanmış örnekler ile kontrol grubu arasında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. En düşük h° değeri 1.430 ± 0.0009 ile YHB1 (350 MPa, 3 dk, 40 °C) örneğinde görülürken, en yüksek h° değerine sahip örneklerin 1.451 ± 0.0002 ile YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) ve YHB15 (350 MPa, 9 dk, 22 °C) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.59).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkilerini açıklayabilmek amacıyla elde edilen veriler yanıt yüzey yöntemi yardımı ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen verilere öncelikle Johnson dönüşümü uygulanmış ve daha sonra istatistiksel analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçların düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.60'da, tüm terimleri içeren çıktılar ise Ek A.28'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.60. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin h° değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	5	18.65	3.72	13.25	0.000
Linear	1	2.21	2.21	7.85	0.008
T	1	2.21	2.21	7.85	0.008
Square	1	1.72	1.72	6.11	0.018
t^2	1	1.72	1.72	6.11	0.018
Interaction	3	14.71	4.90	17.42	0.000
P*t	1	2.62	2.62	9.31	0.004
P*T	1	4.82	4.82	17.13	0.000
t*T	1	7.27	7.27	25.82	0.000
Kalıntı	39	10.98	0.28		
Lack-of-Fit	7	8.50	1.21	15.66	0.000
Saf Hata	32	2.48	0.07		
Toplam	44	29.63			
R^2					0.62
Düzeltilmiş R^2					0.58
Tahmini R^2					0.48

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.60'da verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, YHB uygulamasındaki yalnızca sıcaklık (°C) parametresinin meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.62, 0.58 ve 0.48) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05'den küçük olması nedeniyle meyan kökü şerbetinin h° değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.60).

4.6.8 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Renk Farkı (ΔE) Değeri Üzerine Etkileri

Herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile YHB uygulanmış örnekler arasındaki renk farklılığını temsil eden toplam renk farkı değerleri, daha önceden renk analizi ile belirlenmiş L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak bulunmuş ve elde edilen değerlere Tukey karşılaştırma testi uygulanarak sonuçlar çizelge 4.61'de gösterilmiştir. YHB uygulanmış örneklerin toplam renk farkı değerleri, ortalama 0.547 ± 0.092 ile 2.219 ± 0.120 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	ΔE
YHB1	350	3	40	2.133 ± 0.086^a
YHB2	200	3	22	0.547 ± 0.092^b
YHB3	350	15	40	1.632 ± 0.105^{cd}
YHB4	350	9	22	1.092 ± 0.055^e
YHB5	200	15	22	1.666 ± 0.016^c
YHB6	350	3	4	1.457 ± 0.047^{dfg}
YHB7	500	3	22	1.363 ± 0.042^{gh}
YHB8	350	15	4	1.434 ± 0.012^{fg}
YHB9	500	9	4	1.224 ± 0.060^{eh}
YHB10	350	9	22	1.160 ± 0.075^e
YHB11	500	15	22	1.174 ± 0.056^{eh}
YHB12	200	9	40	2.219 ± 0.120^a
YHB13	200	9	4	1.717 ± 0.012^c
YHB14	500	9	40	1.575 ± 0.050^{cdf}
YHB15	350	9	22	1.145 ± 0.002^e

Çizelgedeki sonuçlar "ortalama±standart hata" olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.61’de verilen bulgular incelendiğinde, kontrol grubu ile an az seviyede renk farkı gösteren YHB uygulanmış örnek YHB2 (200 MPa, 3 dk, 22 °C) olurken, en çok fark YHB12 (200 MPa, 9 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür. Kontrol örneği ile YHB1, YHB3, YHB5, YHB12, YHB13 ve YHB14 örnekleri arasındaki toplam renk farkı, $1.5 < \Delta E < 3$ aralığında bulunmuş ve bu sonuç, renk farklılığının fark edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Diğer örnekler ile kontrol örneği arasındaki toplam renk farkı $\Delta E < 1.5$ olduğundan az fark edilebilir seviyede oldukları belirlenmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinin büyük bir kısmının toplam renk değerlerinin $1.5 < \Delta E < 3$ aralığında belirlenmesi, uygulanan YHB parametrelerinin renk değerlerinde çok büyük değişikliklere yol açmadığını göstermektedir (Çizelge 4.61).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.62’de verilmiştir. Çizelge 4.62’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.29’da gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p > 0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.62. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ΔE değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	4	5.56	1.39	27.87	0.000
Linear	2	1.36	0.68	13.69	0.000
P	1	0.24	0.24	4.95	0.032
T	1	1.11	1.11	22.42	0.000
Square	1	2.91	2.91	58.35	0.000
T ²	1	2.91	2.91	58.35	0.000
Interaction	1	1.28	1.28	25.75	0.000
P*t	1	1.28	1.28	25.75	0.000
Kalıntı	40	1.99	0.04		
Lack-of-Fit	8	1.85	0.23	54.53	0.000
Saf Hata	32	0.13	0.00		
Toplam	44	7.55			
R²					0.73
Düzeltilmiş R²					0.70
Tahmini R²					0.64

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

YHB uygulamasındaki basınç (MPa) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyhan kökü şerbetinin ΔE değerleri üzerine etkileri önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Süre parametresinin etkisi lineer modelde önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, basınç-süre arasındaki etkileşim etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu model tarafından ön görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.73, 0.70 ve 0.64 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.000 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05'den küçük olduğundan ΔE değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.62).

4.6.9 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyhan Kökü Şerbetinin Renk Yoğunluğu (CI) Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyhan kökü şerbeti örneklerinin renk yoğunluğu (CI) ve renk tonu değerlerinin, yukarıda verilen L^* , a^* ve b^* değerlerinden yararlanılarak bulunmasının yanı sıra, spektrofotometrik yöntem ile de değerlendirilmiştir. Üç farklı nanometrede ölçülen meyhan kökü şerbeti örneklerinin absorbans (abs) değerleri kullanılarak renk yoğunluğu değerleri elde edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.63'de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin ortalama CI değeri 1.056 ± 0.001 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin CI değerleri 1.057 ± 0.005 ile 1.103 ± 0.011 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63'de verilen sonuçlar incelendiğinde, kontrol örneği ile YHB uygulanmış örneklerden YHB1, YHB2, YHB3, YHB4, YHB5, YHB13 arasında CI değerleri açısından ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Geri kalan denemeler ile kontrol örneği arasındaki fark önemsiz bulunurken ($p > 0.05$), YHB uygulanmış bütün örneklerin CI değerlerinde az da olsa artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu bulgular daha önce Çizelge 4.57'de verilen C^* değerleri ile paralellik göstermektedir. En düşük CI değeri 1.057 ± 0.005 ile YHB8 (350 MPa, 25 dk, 4 °C) örneğinde görülürken, en yüksek değer 1.103 ± 0.011 ile YHB1 (350 MPa, 3 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin renk yoğunluğu değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	CI (abs)
Kontrol	-	-	-	1.056±0.001 ^a
YHB1	350	3	40	1.100±0.017 ^{bc}
YHB2	200	3	22	1.091±0.007 ^{bcd}
YHB3	350	15	40	1.103±0.011 ^b
YHB4	350	9	22	1.083±0.008 ^{bcd}
YHB5	200	15	22	1.089±0.011 ^{bcd}
YHB6	350	3	4	1.074±0.008 ^{ade}
YHB7	500	3	22	1.061±0.002 ^{ae}
YHB8	350	15	4	1.057±0.005 ^a
YHB9	500	9	4	1.058±0.005 ^{ae}
YHB10	350	9	22	1.058±0.015 ^{ae}
YHB11	500	15	22	1.063±0.001 ^{ae}
YHB12	200	9	40	1.061±0.007 ^{ae}
YHB13	200	9	4	1.091±0.001 ^{bcd}
YHB14	500	9	40	1.062±0.007 ^{ae}
YHB15	350	9	22	1.077±0.006 ^{acde}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin CI değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.64’de verilmiştir. Çizelge 4.64’de verilen değerler, tüm terimleri içeren ek A.30’da gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Meyan kökü şerbetinin CI değerleri üzerine etki gösteren tek YHB parametrelerinin basınç ve süre olduğu anlaşılmaktadır. Sıcaklık parametresinin etkisi lineer modelde önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, basınç-sıcaklık ve süre-sıcaklık etkileşimlerinin etkileri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modelde R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.66, 0.61 ve 0.53 olarak bulunmuştur. Uyum eksikli p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle CI değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk yoğunluğu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	5	0.0084	0.0016	15.14	0.000
Linear	2	0.0061	0.0030	27.35	0.000
P	1	0.0055	0.0055	49.76	0.000
t	1	0.0005	0.0005	4.94	0.032
Square	1	0.0005	0.0005	5.11	0.029
P ²	1	0.0005	0.0005	5.11	0.029
Interaction	2	0.0017	0.0008	7.95	0.001
P*T	1	0.0005	0.0005	4.78	0.035
t*T	1	0.0012	0.0012	11.12	0.002
Kalıntı	39	0.0043	0.0001		
Lack-of-Fit	7	0.0027	0.0003	7.66	0.000
Saf Hata	32	0.0016	0.0000		
Toplam	44	0.0127			
R²					0.66
Düzeltilmiş R²					0.61
Tahmini R²					0.53

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

4.6.10 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbetinin renk tonu analizi, renk yoğunluğunda olduğu gibi spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak renk tonu değerleri elde edilmiştir. Renk tonu değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.65’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin renk tonu değeri ortalama 4.413 ± 0.042 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri 3.847 ± 0.145 - 4.408 ± 0.045 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. YHB uygulamasının meyhan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Renk Tonu (abs)
Kontrol	-	-	-	4.413±0.042 ^a
YHB1	350	3	40	3.847±0.145 ^b
YHB2	200	3	22	3.947±0.086 ^{bc}
YHB3	350	15	40	3.864±0.130 ^b
YHB4	350	9	22	4.073±0.057 ^{bcd}
YHB5	200	15	22	3.940±0.126 ^{bc}
YHB6	350	3	4	4.189±0.050 ^{ade}
YHB7	500	3	22	4.246±0.026 ^{ade}
YHB8	350	15	4	4.388±0.017 ^a
YHB9	500	9	4	4.408±0.045 ^a
YHB10	350	9	22	4.368±0.090 ^{ae}
YHB11	500	15	22	4.334±0.025 ^{ae}
YHB12	200	9	40	4.331±0.036 ^{ae}
YHB13	200	9	4	4.076±0.013 ^{bcd}
YHB14	500	9	40	4.234±0.093 ^{ade}
YHB15	350	9	22	4.142±0.050 ^{cde}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, kontrol örneği ile YHB uygulanmış YHB1, YHB2, YHB3, YHB4, YHB5, YHB13 ve YHB15 örnekleri arasındaki renk tonu açısından meydana gelen farklılık önemli ($p<0.05$) bulunurken, geri kalan örnekler ile kontrol arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış bütün örneklerin renk tonu değerleri kontrol örneğine göre azalma göstermiştir. Elde edilen bu bulgular çizelge 4.65’de verilen h° değerleri ile benzerlik göstermektedir. En düşük renk tonu değerine sahip örnek 3.847±0.145 ile YHB1 (350 MPa, 3 dk, 40 °C) olurken, en yüksek değer olan 4.408±0.045, YHB9 (500 MPa, 9 dk, 4 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.65).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyhan kökü şerbetinin renk tonu değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, elde edilen veriler yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.66’de, tüm terimleri içeren çıktılar Ek A.31’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.66. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin renk tonu değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	0.957	0.239	9.68	0.000
Linear	2	0.652	0.326	13.19	0.000
P	1	0.422	0.422	17.08	0.000
T	1	0.230	0.230	9.30	0.004
Square	1	0.166	0.166	6.75	0.013
t^2	1	0.166	0.166	6.75	0.013
Interaction	1	0.138	0.138	5.58	0.023
P*T	1	0.138	0.138	5.58	0.023
Kalıntı	40	0.989	0.024		
Lack-of-Fit	8	0.661	0.082	8.07	0.000
Saf Hata	32	0.328	0.010		
Toplam	44	1.947			
R^2					0.49
Düzeltilmiş R^2					0.44
Tahmini R^2					0.34

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Meyan kökü şerbetinin renk tonu değeri üzerine etki eden YHB parametrelerinin basınç ve sıcaklık olduğu model tarafından ön görülmektedir. Bunun yanında basınç-sıcaklık arasındaki etkileşimin etkisi de önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmektedir. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.49, 0.44 ve 0.34 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.00 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05'den küçük olduğundan renk tonu değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.66).

4.6.11 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi spektrofotometrik yöntem ile tayin edilmiştir. Farklı nanometrelerde ölçülen absorbans değerleri kullanılarak sarı renk bileşimi % şeklinde hesaplanmış ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen değerler çizelge 4.67'de

gösterilmiştir. Kontrol örneğinin sarı renk bileşimi 73.29 ± 0.144 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin sarı renk bileşimi 73.04 ± 0.550 ile 75.63 ± 0.228 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi (%) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Sarı Renk (%)
Kontrol	-	-	-	73.29 ± 0.144^a
YHB1	350	3	40	73.70 ± 0.257^{abc}
YHB2	200	3	22	73.62 ± 0.297^{ac}
YHB3	350	15	40	73.04 ± 0.550^a
YHB4	350	9	22	73.96 ± 0.382^{abcd}
YHB5	200	15	22	73.38 ± 0.558^a
YHB6	350	3	4	74.24 ± 0.255^{abcde}
YHB7	500	3	22	74.70 ± 0.048^{bdefg}
YHB8	350	15	4	75.15 ± 0.186^{efg}
YHB9	500	9	4	75.29 ± 0.226^{fg}
YHB10	350	9	22	74.94 ± 0.581^{defg}
YHB11	500	15	22	75.63 ± 0.228^f
YHB12	200	9	40	74.71 ± 0.280^{bdefg}
YHB13	200	9	4	73.67 ± 0.025^{ac}
YHB14	500	9	40	74.54 ± 0.434^{bcdeg}
YHB15	350	9	22	73.97 ± 0.203^{abcd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.67’de verilen bulgular incelendiğinde, kontrol örneği ile YHB uygulanmış YHB7, YHB8, YHB9, YHB10, YHB11, YHB12 ve YHB14 örnekleri arasında sarı renk bileşimi yönünden ortaya çıkan farklılık istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunurken, geri kalan örnekler ile kontrol örneği arasında ortaya çıkan fark önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış örneklerin sarı renk bileşiminin, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında genel olarak bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Sarı renk bileşiminde elde edilen bulgular, çizelge 4.55’de verilen ve mavilik-sarılık değerlerini temsil eden b* değerleri ile benzerlik göstermektedir. En düşük sarı renk bileşimine sahip örnek 73.04 ± 0.550 ile YHB3 (350 MPa, 15 dk, 40 °C) olarak bulunurken en yüksek değer 75.63 ± 0.228 ile YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) denemesinde görülmüştür (Çizelge 4.67).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi üzerine etkileri yanıt

yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.32’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.68’de verilmiştir.

Çizelge 4.68. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	74.11	0.048	0.000
Linear			
P	0.678	0.045	0.000
t	0.255	0.045	0.000
T	-0.369	0.045	0.000
Square			
P ²	0.288	0.066	0.000
Interaction			
P*t	0.207	0.064	0.003
P*T	-0.369	0.064	0.000
t*T	-0.283	0.064	0.000
Lack-of-Fit			0.137
R²			0.91
Düzeltilmiş R²			0.90
Tahmini R²			0.88

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

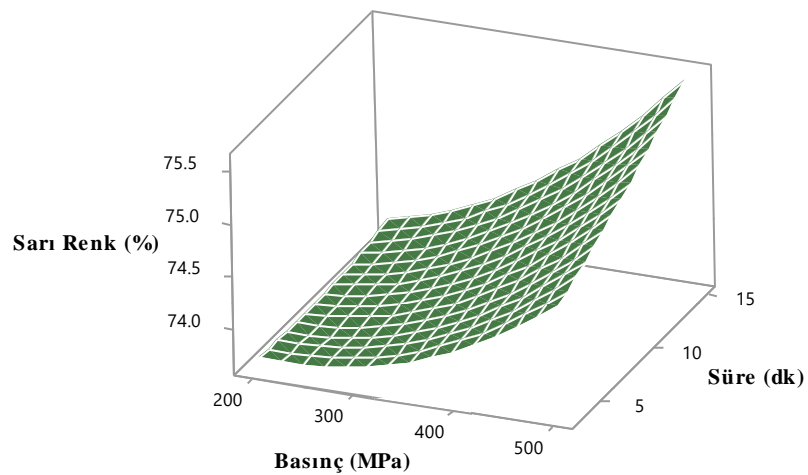
Çizelge 4.68’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB uygulamasındaki bütün parametrelerin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi üzerine etkili olduğu görülmektedir. Basıncın karesinin yanı sıra basınç-süre, basınç-sıcaklık ve süre-sıcaklık arasındaki etkileşimlerin etkisi de önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Basınç ve uygulama süresi meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi üzerine pozitif etki ederken, sıcaklık negatif yönde etki etmiştir. Modelde ön görülen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek olması (sırasıyla 0.91, 0.90 ve 0.88) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den büyük olması nedeniyle sarı renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.68).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve basınç, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem eşitlik 4.10’da verilmiştir. Sarı

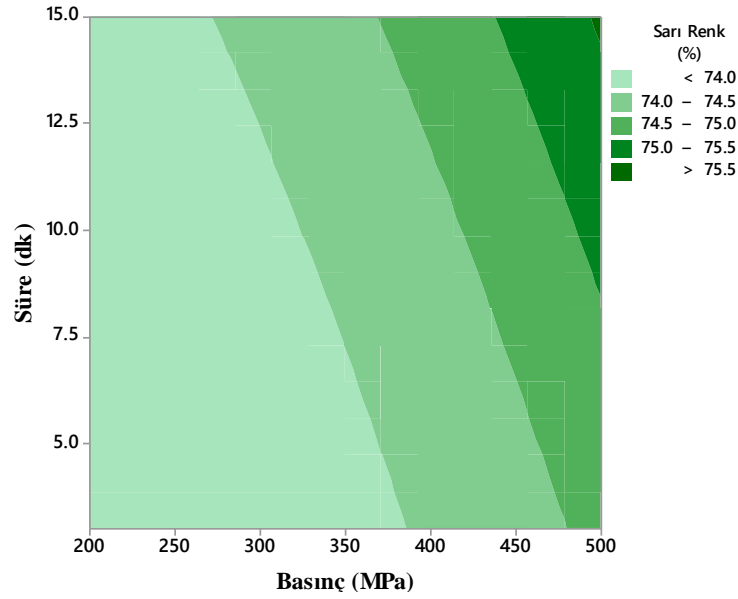
renk bileşimi değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin basınç olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.10).

$$\text{Sarı Renk (\%)} = 74.11 + 0.678 * P + 0.255 * t - 0.369 * T + 0.288 * P^2 + 0.207 * P * t - 0.369 * P * T - 0.283 * t * T \quad (4.10)$$

YHB uygulamasındaki basınç, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. 22 °C'deki sabit bir işlem sıcaklığı için basınç (MPa) ve süre (dk) parametrelerinin, meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri sırasıyla Şekil 4.49 ve Şekil 4.50'de gösterilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, uygulama süresinin alacağı herhangi bir değerde basıncın artırılması sarı renk bileşiminde artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Basıncın düşük seviyelerde tutulduğu noktalarda uygulama süresinin artırılması sarı renk bileşimini önemli ölçüde etkilemezken, basıncın yaklaşık 350 MPa'ın üstünde alacağı sabit değerlerde uygulama süresinin artırılması sarı renk bileşiminde artışa neden olmuştur. Basınç ve süre arasındaki etkileşimde, bu iki parametrenin en düşük olduğu noktalarda sarı renk bileşimi en düşük değerini alırken, basınç ve sürenin en yüksek noktalarında sarı renk bileşimi en yüksek değeri almıştır (Şekil 4.49). Kontur (2D) grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$) (Şekil 4.50).

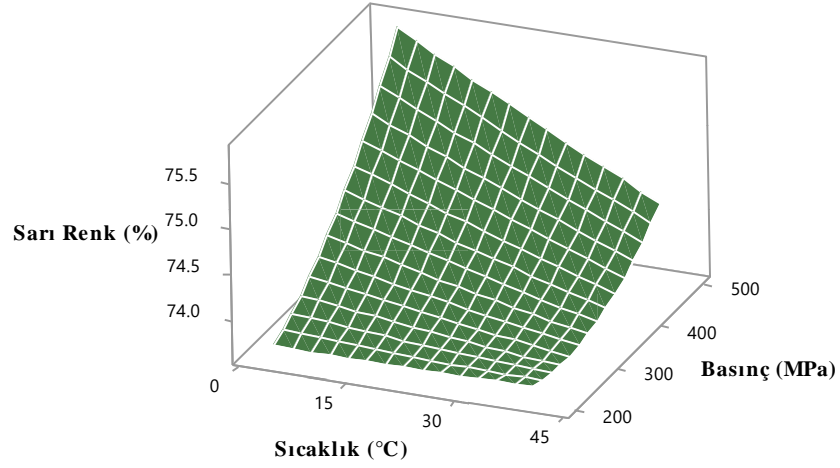


Şekil 4.49. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi

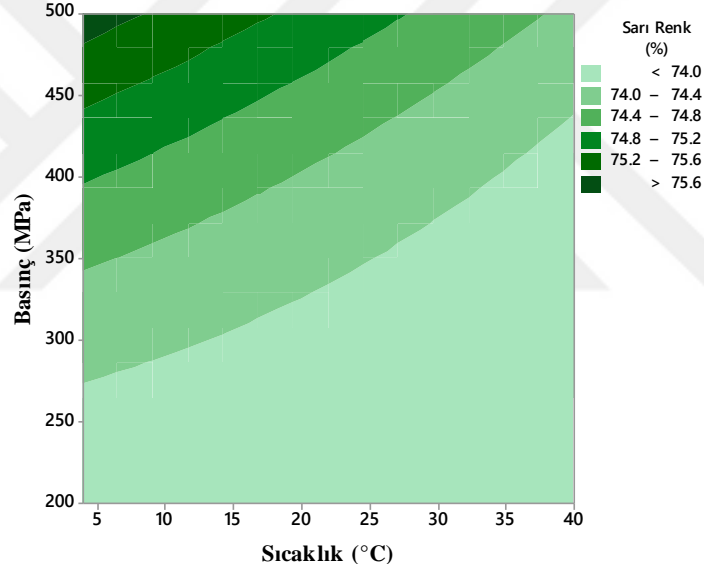


Şekil 4.50. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (9 dk), YHB uygulamasındaki basınç (MPa) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi (%) değeri üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’de gösterilmiştir. Uygulama sıcaklığının alacağı herhangi bir sabit değerde basıncın arttırılması sarı renk bileşiminde artışa neden olurken, basıncın alacağı sabit değerlerde sıcaklığın arttırılması sarı renk bileşiminde genellikle azalmaya neden olmuştur. En düşük sarı renk bileşimi değeri basıncın ve sıcaklığın en düşük olduğu noktalarda görülürken, en yüksek değer basıncın en yüksek ve sıcaklığın en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.51). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.52).



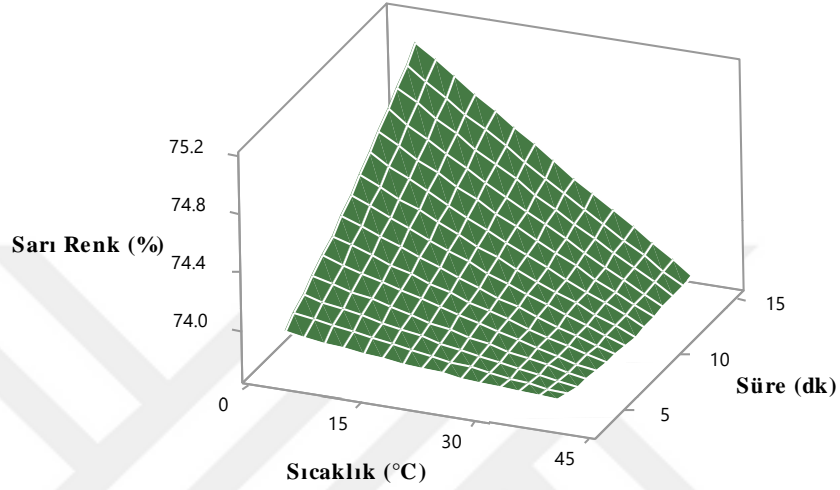
Şekil 4.51. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



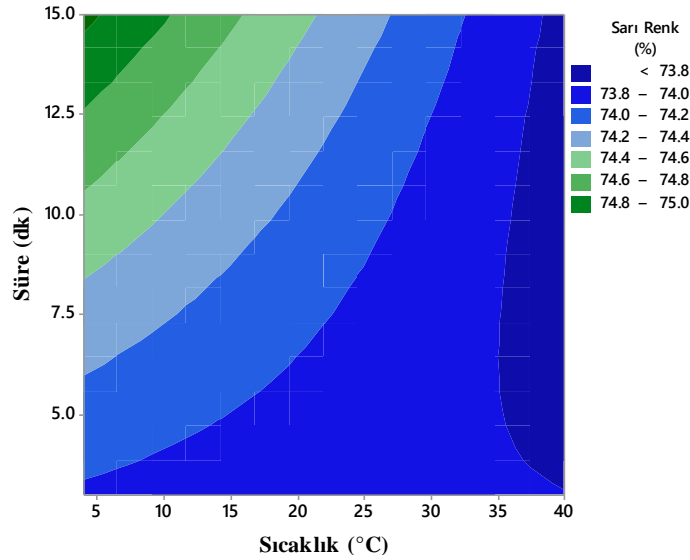
Şekil 4.52. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit bir basınç değerinde (350 MPa), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin antioksidan sarı renk bileşimi üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri eşitlik 4.10'da verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.53 ve Şekil 4.54'de verilmiştir. Yüzey grafiği dikkate alındığında, sıcaklığın alacağı sabit değerlerde sürenin arttırılması sarı renk bileşiminde genel olarak bir artış meydana getirmiştir. Uygulama süresinin aldığı sabit değerlerde sıcaklığın arttırılması ise sarı renk bileşiminde azalmaya neden olmuştur. Uygulama

süresi ve sıcaklık arasındaki etkileşimde, en düşük sarı renk bileşimi değeri yaklaşık 5 dk süre ve en yüksek sıcaklık değerlerinde görülürken, en yüksek değer sıcaklığın en düşük ve sürenin en yüksek olduğu noktalarda görülmüştür (Şekil 4.53). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki süre ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meydan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 4.54).



Şekil 4.53. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meydan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.54. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meydan kökü şerbetinin sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.6.12 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi spektrofotometrik yöntem ile tayin edilmiştir. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak kırmızı renk bileşimi değerleri elde edilmiştir. Kırmızı renk bileşimi değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.69'da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin kırmızı renk bileşimi değeri ortalama 17.06 ± 0.128 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri 17.08 ± 0.147 ile 18.91 ± 0.492 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi (%) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Kırmızı Renk (%)
Kontrol	-	-	-	17.06 ± 0.128^a
YHB1	350	3	40	18.32 ± 0.142^{bcde}
YHB2	200	3	22	18.65 ± 0.329^{bc}
YHB3	350	15	40	18.91 ± 0.492^b
YHB4	350	9	22	18.15 ± 0.163^{cdef}
YHB5	200	15	22	18.63 ± 0.455^{bcd}
YHB6	350	3	4	17.72 ± 0.156^{efgh}
YHB7	500	3	22	17.59 ± 0.100^{afgh}
YHB8	350	15	4	17.12 ± 0.025^a
YHB9	500	9	4	17.08 ± 0.147^a
YHB10	350	9	22	17.15 ± 0.223^{ah}
YHB11	500	15	22	17.92 ± 0.074^{defg}
YHB12	200	9	40	17.24 ± 0.092^{agh}
YHB13	200	9	4	18.07 ± 0.064^{cdef}
YHB14	500	9	40	17.60 ± 0.319^{afgh}
YHB15	350	9	22	17.85 ± 0.169^{efgh}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.69'da verilen bulgular incelendiğinde, kontrol örneği ile YHB uygulanmış YHB1, YHB2, YHB3, YHB4, YHB5, YHB11, YHB13 ve YHB15 örnekleri arasında meyan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi açısından meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunurken, geri kalan örnekler ile kontrol arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, işlem görmüş bütün örneklerde kontrol örneğine göre artış gözlenmiştir. Kırmızı renk bileşimine ait

elde edilen bu bulgular daha önce çizelge 4.53’de verilen ve yeşillik-kırmızılık rengi temsil eden a^* değerleri ile paralellik göstermektedir. En düşük kırmızı renk bileşim değerine sahip örnek $\%17.08 \pm 0.147$ ile YHB9 (500 MPa, 9 dk, 4 °C) olurken, en yüksek değer $\%18.91 \pm 0.492$ ile YHB3 (350 MPa, 15 dk, 40 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.69).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyhan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.33’de, uyum eksikliğinde $p > 0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.70’de verilmiştir.

Çizelge 4.70. YHB uygulanmış meyhan kökü şerbeti örneklerinin kırmızı renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	11.07	2.76	9.56	0.000
Linear	2	7.19	3.59	12.42	0.000
P	1	4.33	4.33	14.97	0.000
T	1	2.85	2.85	9.86	0.003
Square	1	2.50	2.50	8.63	0.005
t^2	1	2.50	2.50	8.63	0.005
Interaction	1	1.37	1.37	4.76	0.035
P*T	1	1.37	1.37	4.76	0.035
Kalıntı	40	11.58	0.28		
Lack-of-Fit	8	7.74	0.96	8.07	0.000
Saf Hata	32	3.84	0.12		
Toplam	44	22.65			
R^2					0.48
Düzeltilmiş R^2					0.43
Tahmini R^2					0.33

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Meyhan kökü şerbetinin kırmızı renk bileşimi değerleri üzerine etki gösteren YHB parametrelerinin basınç ve sıcaklık olduğu anlaşılmaktadır. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin (sırasıyla 0.48, 0.34 ve 0.33) düşük olması ve uyum eksikli p değerinin 0.05’den küçük olması nedeniyle kırmızı

renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.70).

4.6.13 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı nanometrelerdeki absorbans değerleri kullanılarak elde edilen mavi renk bileşimi değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.71’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin mavi renk bileşimi değeri ortalama 7.64 ± 0.016 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri 7.69 ± 0.068 ile 8.24 ± 0.084 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi (%) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Mavi Renk (%)
Kontrol	-	-	-	7.64 ± 0.016^a
YHB1	350	3	40	7.96 ± 0.156^{abc}
YHB2	200	3	22	7.72 ± 0.047^{ac}
YHB3	350	15	40	8.03 ± 0.061^{abc}
YHB4	350	9	22	7.87 ± 0.223^{abc}
YHB5	200	15	22	7.98 ± 0.103^{abc}
YHB6	350	3	4	8.03 ± 0.132^{abc}
YHB7	500	3	22	7.69 ± 0.068^{ac}
YHB8	350	15	4	7.72 ± 0.161^{ac}
YHB9	500	9	4	7.69 ± 0.112^{ac}
YHB10	350	9	22	7.90 ± 0.358^{abc}
YHB11	500	15	22	7.73 ± 0.067^{abc}
YHB12	200	9	40	8.04 ± 0.221^{abc}
YHB13	200	9	4	8.24 ± 0.084^b
YHB14	500	9	40	7.84 ± 0.340^{abc}
YHB15	350	9	22	8.17 ± 0.049^{bc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.71’de verilen meyan kökü şerbetinin mavi renk bileşimine ait değerler incelendiğinde kontrol örneği ile YHB uygulanmış YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) ve YHB15 (350 MPa, 9 dk, 22 °C) örnekleri arasında ortaya çıkan fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunurken, geri kalan 13 örnek ile kontrol örneği

arasındaki farklılık önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. En düşük mavi renk bileşim değerine sahip örnek 7.69 ± 0.068 ile YHB7 (500 MPa, 3 dk, 22 °C) olurken, en yüksek değer 8.24 ± 0.084 ile YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.71).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin meyhan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi değerleri üzerindeki etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla, normal dağılım gösteren veriler yanıt yüzey yöntemiyle değerlendirilerek elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.72’de, tüm terimleri içeren çıktılar Ek A.34’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.72. YHB uygulanmış meyhan kökü şerbeti örneklerinin mavi renk bileşimi (%) değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Model	4	1.352	0.338	8.32	0.000
Linear	1	0.725	0.725	17.84	0.000
P	1	0.725	0.725	17.84	0.000
Square	2	0.424	0.212	5.22	0.010
P ²	1	0.231	0.231	5.69	0.022
t ²	1	0.223	0.223	5.49	0.024
Interaction	1	0.202	0.202	4.99	0.031
P*t	1	0.202	0.202	4.99	0.031
Kalıntı	40	1.626	0.040		
Lack-of-Fit	8	0.452	0.056	1.54	0.182
Saf Hata	32	1.173	0.036		
Toplam	44	2.97			
R²					0.45
Düzeltilmiş R²					0.39
Tahmini R²					0.33

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.72’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, YHB uygulamasındaki basınç (MPa) parametresinin meyhan kökü şerbetinin mavi renk bileşimi üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Modelde elde edilen uyum eksikliği değeri 0.05’den büyük olsa da, R², düzeltilmiş R² ve tahmini R² değerlerinin (sırasıyla 0.45, 0.39 ve 0.33) düşük olması sebebiyle mavi renk bileşimi değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.72).

4.6.14 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulanan meyan kökü şerbetinin bulanıklık değerinde meydana gelen değişim, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.73’de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerine ait kontrol grubunun bulanıklık değeri ortalama 28.94 ± 0.235 NTU olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin bulanıklık değerleri 40.50 ± 0.396 - 45.87 ± 0.641 NTU arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin mavi bulanıklık (NTU) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	-	-	-	28.94 ± 0.235^a
YHB1	350	3	40	40.67 ± 0.521^b
YHB2	200	3	22	44.89 ± 0.448^{cd}
YHB3	350	15	40	40.59 ± 0.546^b
YHB4	350	9	22	40.57 ± 0.495^b
YHB5	200	15	22	42.82 ± 0.500^{ef}
YHB6	350	3	4	44.04 ± 1.017^{cde}
YHB7	500	3	22	40.50 ± 0.396^b
YHB8	350	15	4	41.12 ± 0.731^{bf}
YHB9	500	9	4	43.61 ± 1.003^{de}
YHB10	350	9	22	40.65 ± 0.387^b
YHB11	500	15	22	45.87 ± 0.641^c
YHB12	200	9	40	41.18 ± 0.083^{bf}
YHB13	200	9	4	40.92 ± 0.065^b
YHB14	500	9	40	44.07 ± 1.180^{cde}
YHB15	350	9	22	42.31 ± 0.482^{bef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.73’de verilen bulgular incelendiğinde, YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin bulanıklık değeri üzerinde etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$). YHB uygulamasına tabi tutulmuş bütün denemelerde bulanıklık değerleri önemli ölçüde artış göstermiştir. Kontrol örneğine göre bulanıklık değerinde en az artış görülen deneme 40.50 ± 0.396 NTU ile YHB7 (500 MPa, 3 dk, 22 °C) olurken, en büyük artış 45.87 ± 0.641 NTU ile YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) denemesinde gözlenmiştir (Çizelge 4.73).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.74’de verilmiştir. Çizelge 4.74’de verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.35’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.74. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	17.47	8.73	13.91	0.000
Square	1	7.75	7.75	12.35	0.001
P²	1	7.75	7.75	12.35	0.001
Interaction	1	9.71	9.71	15.47	0.000
P*t	1	9.71	9.71	15.47	0.000
Kalıntı	42	26.37	0.62		
Lack-of-Fit	10	15.78	1.57	4.77	0.000
Saf Hata	32	10.59	0.33		
Toplam	44	43.85			
R²					0.39
Düzeltilmiş R²					0.36
Tahmini R²					0.31

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.74’de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, YHB uygulamasındaki parametrelerin lineer modelde meyan kökü şerbetinin bulanıklık değeri üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerleri sırasıyla 0.39, 0.36 ve 0.31 olarak bulunurken, uyum eksikliği p değeri 0.000 olarak bulunmuş ve bu değer 0.05’den küçük olduğundan bulanıklık değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.74).

4.6.15 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Asitlik Değeri Üzerine Etkileri

YHB uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam asitlik değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve elde edilen bulgular çizelge 4.75’de gösterilmiştir. Örneklerin toplam asitlik miktarları glisirik asit üzerinden hesaplanmış ve sonuçlar g/100 mL olarak verilmiştir.

Çizelge 4.75. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri (g/100 mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	T.A. (g/100 mL)
Kontrol	-	-	-	0.0204±0.000 ^a
YHB1	350	3	40	0.0204±0.000 ^a
YHB2	200	3	22	0.0204±0.000 ^a
YHB3	350	15	40	0.0204±0.000 ^a
YHB4	350	9	22	0.0204±0.000 ^a
YHB5	200	15	22	0.0204±0.000 ^a
YHB6	350	3	4	0.0204±0.000 ^a
YHB7	500	3	22	0.0204±0.000 ^a
YHB8	350	15	4	0.0204±0.000 ^a
YHB9	500	9	4	0.0204±0.000 ^a
YHB10	350	9	22	0.0204±0.000 ^a
YHB11	500	15	22	0.0204±0.000 ^a
YHB12	200	9	40	0.0204±0.000 ^a
YHB13	200	9	4	0.0204±0.000 ^a
YHB14	500	9	40	0.0204±0.000 ^a
YHB15	350	9	22	0.0204±0.000 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.75’de verilen bulgular incelendiğinde, hiçbir denemede meyan kökü şerbetinin toplam asitlik miktarlarında değişim olmadığı, dolayısıyla örnekler arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı ($p>0.05$) ve YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam asitlik değeri üzerinde bir etkisi olmadığı sonucu çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçların aynı olması sebebiyle toplam asitlik için matematiksel modelleme yapılamamıştır (Çizelge 4.75).

4.6.16 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkileri

Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri DPPH yöntemi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.76’da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin antioksidan aktivite değeri ortalama 18.33 ± 0.066 olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri 18.50 ± 0.090 ile 19.02 ± 0.090 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri (%) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	A.A. (%)
Kontrol	-	-	-	18.33 ± 0.066^a
YHB1	350	3	40	18.83 ± 0.115^{bcde}
YHB2	200	3	22	18.68 ± 0.100^{defg}
YHB3	350	15	40	18.57 ± 0.043^{afg}
YHB4	350	9	22	18.91 ± 0.109^{bcd}
YHB5	200	15	22	18.53 ± 0.075^{ag}
YHB6	350	3	4	19.02 ± 0.090^b
YHB7	500	3	22	18.66 ± 0.043^{defg}
YHB8	350	15	4	18.98 ± 0.025^{bc}
YHB9	500	9	4	18.50 ± 0.090^{ag}
YHB10	350	9	22	18.68 ± 0.050^{defg}
YHB11	500	15	22	19.00 ± 0.090^b
YHB12	200	9	40	18.79 ± 0.087^{bcdef}
YHB13	200	9	4	18.62 ± 0.075^{efg}
YHB14	500	9	40	18.73 ± 0.090^{cdefg}
YHB15	350	9	22	18.69 ± 0.133^{defg}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

YHB3 (350 MPa, 15 dk, 40 °C), YHB5 (200 MPa, 15 dk, 22 °C) ve YHB9 (500 MPa, 9 dk, 4 °C) örnekleri ile kontrol örneği arasında meydana gelen farklılık istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunurken, geri kalan örnekler ile kontrol arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). YHB uygulanmış örneklerin antioksidan aktivite değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. En düşük antioksidan aktivite değeri 18.50 ± 0.090 ile YHB9 (500 MPa, 9 dk, 4 °C) örneğinde görülürken, en yüksek değer 19.02 ± 0.090 ile YHB6 (350 MPa, 3 dk, 4 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.76).

Meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.36'da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.77'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.77. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin antioksidan aktivite değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	0.345	0.172	6.65	0.003
Square	1	0.173	0.173	6.66	0.013
P²	1	0.173	0.173	6.66	0.013
Interaction	1	0.172	0.172	6.64	0.014
P*t	1	0.172	0.172	6.64	0.014
Kalıntı	42	1.091	0.026		
Lack-of-Fit	10	0.765	0.076	7.51	0.000
Saf Hata	32	0.326	0.010		
Toplam	44	1.437			
R²					0.24
Düzeltilmiş R²					0.20
Tahmini R²					0.13

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.77'de verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, YHB uygulamasındaki parametrelerin lineer modelde meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite değeri üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması (sırasıyla 0.24, 0.20 ve 0.13) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05'den küçük olması sebebiyle antioksidan aktivite değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.77).

4.6.17 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.78’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin toplam fenolik madde miktarı değeri ortalama 0.128 ± 0.002 mg GAE/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri yaklaşık olarak 0.127 ± 0.0009 - 0.130 ± 0.0002 mg GAE/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.78. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri (mg GAE/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	T.F.M. (mg GAE/mL)
Kontrol	-	-	-	0.128 ± 0.0002^a
YHB1	350	3	40	0.128 ± 0.0011^a
YHB2	200	3	22	0.128 ± 0.0005^a
YHB3	350	15	40	0.130 ± 0.0007^{ab}
YHB4	350	9	22	0.130 ± 0.0002^{ab}
YHB5	200	15	22	0.130 ± 0.0000^{ab}
YHB6	350	3	4	0.130 ± 0.0008^{ab}
YHB7	500	3	22	0.127 ± 0.0007^a
YHB8	350	15	4	0.127 ± 0.0009^a
YHB9	500	9	4	0.127 ± 0.0005^a
YHB10	350	9	22	0.127 ± 0.0002^a
YHB11	500	15	22	0.128 ± 0.0005^a
YHB12	200	9	40	0.127 ± 0.0002^a
YHB13	200	9	4	0.128 ± 0.0002^a
YHB14	500	9	40	0.127 ± 0.0002^a
YHB15	350	9	22	0.127 ± 0.0009^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Kontrol örneği ile YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri arasında proses sonucu toplam fenolik madde miktarı açısından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.78).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.37’de, uyum eksikliğinde $p > 0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak

modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.79’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.79. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	4	0.00005	0.00001	9.58	0.000
Square	2	0.00003	0.00001	11.25	0.000
P^2	1	0.00001	0.00001	11.61	0.002
t^2	1	0.00001	0.00001	9.28	0.004
Interaction	2	0.00002	0.00001	7.91	0.001
$P*T$	1	0.00001	0.00001	4.99	0.031
$t*T$	1	0.00001	0.00001	10.83	0.002
Kalıntı	40	0.00005	0.00000		
Lack-of-Fit	8	0.00002	0.00000	2.25	0.049
Saf Hata	32	0.00003	0.00000		
Toplam	44	0.00010			
R^2					0.48
Düzeltilmiş R^2					0.43
Tahmini R^2					0.37

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.79’da verilen ANOVA çıktıları incelendiğinde, YHB uygulamasındaki parametrelerin lineer modelde meyan kökü şerbetinin toplam fenolik madde miktarı değeri üzerine etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, basıncın karesi, uygulama süresinin karesi ve bunlar arasındaki etkileşimlerin etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Modelin R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.48, 0.43 ve 0.37) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den küçük olması sebebiyle toplam fenolik madde miktarı değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.79).

4.6.18 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkileri

YHB uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular Çizelge 4.80’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin indirgen şeker miktarı 0.351 ± 0.0007 mg/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarları 0.373 ± 0.0005 ile 0.379 ± 0.0013 mg/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri (mg/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	İ.Ş.M. (mg/mL)
Kontrol	-	-	-	0.351 ± 0.0007^a
YHB1	350	3	40	0.378 ± 0.0013^{bcd}
YHB2	200	3	22	0.374 ± 0.0012^{ef}
YHB3	350	15	40	0.378 ± 0.0007^{bc}
YHB4	350	9	22	0.376 ± 0.0010^{bcde}
YHB5	200	15	22	0.379 ± 0.0010^b
YHB6	350	3	4	0.376 ± 0.0008^{cdef}
YHB7	500	3	22	0.379 ± 0.0010^b
YHB8	350	15	4	0.379 ± 0.0013^b
YHB9	500	9	4	0.374 ± 0.0010^{ef}
YHB10	350	9	22	0.376 ± 0.0010^{bcde}
YHB11	500	15	22	0.375 ± 0.0002^{def}
YHB12	200	9	40	0.376 ± 0.0007^{bcde}
YHB13	200	9	4	0.373 ± 0.0005^f
YHB14	500	9	40	0.375 ± 0.0007^f
YHB15	350	9	22	0.376 ± 0.0010^{cdef}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.80’de verilen bulgular incelendiğinde, herhangi bir işleme tabi tutulmamış kontrol örneği ile YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri arasında indirgen şeker miktarı bakımından ortaya çıkan farkın önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$). YHB uygulanmış bütün örneklerdeki indirgen şeker miktarı kontrol örneğine göre artış göstermiştir. En düşük indirgen şeker miktarı 0.373 ± 0.0005 mg/mL ile YHB13 (200 MPa, 9 dk, 4 °C) örneğinde görülürken, en yüksek miktar 0.379 ± 0.0013 mg/mL ile YHB5 (200 MPa, 15 dk, 22 °C), YHB7 (500

MPa, 3 dk, 22 °C) ve YHB8 (350 MPa, 15 dk, 4 °C) örneklerinde görülmüştür (Çizelge 4.80).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.81’de verilmiştir. Çizelge 4.81’de verilen değerler, tüm terimleri içeren ek A.38’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p > 0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.81. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin indirgen şeker miktarı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	0.3762	0.0002	0.000
Linear			
t	0.0006	0.0002	0.002
T	0.0004	0.0002	0.041
Square			
P ²	-0.0015	0.0003	0.000
t ²	0.0019	0.0002	0.000
Interaction			
P*t	-0.0020	0.0002	0.000
P*T	-0.0011	0.0002	0.000
t*T	-0.0007	0.0002	0.010
Lack-of-Fit			0.092
R²			0.81
Düzeltilmiş R²			0.78
Tahmini R²			0.72

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

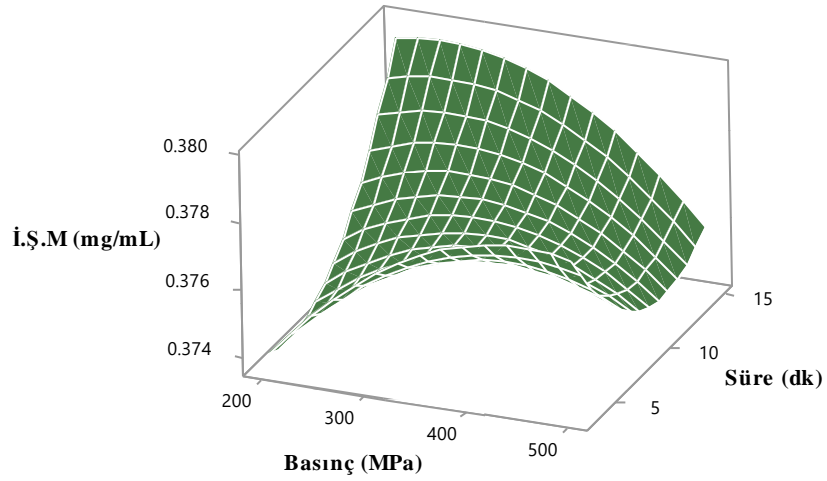
YHB uygulamasındaki parametrelerden süre ve sıcaklığın meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin pozitif yönde olduğu belirlenmiştir. Basınç parametresi lineer modelde önemli etki etmezken, basıncın karesinin yaptığı etki önemli ve negatif yönde bulunmuştur. Ayrıca üç parametre arasındaki etkileşimlerin etkilerinin de önemli ve pozitif yönde olduğu belirlenmiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin iyi seviyelerde (sırasıyla 0.81, 0.78 ve 0.72) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den

büyük olması (0.092) nedeniyle indirgen şeker miktarı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.81).

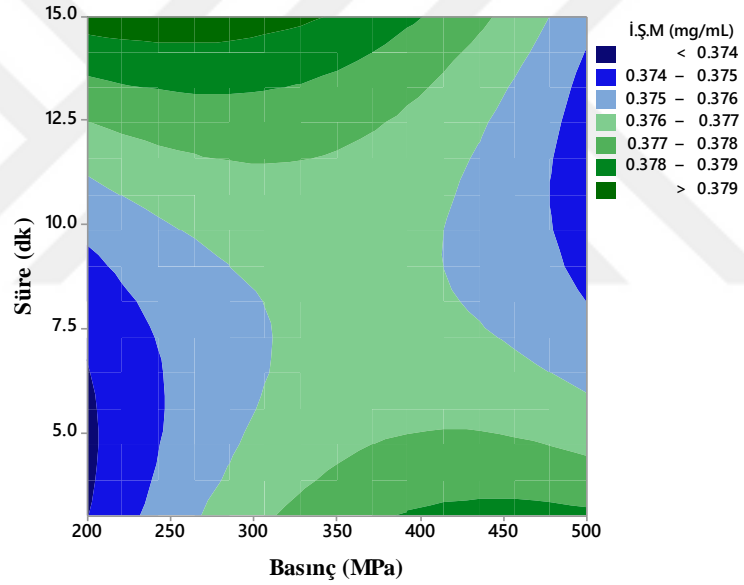
YHB uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkileri ikinci dereceden denklem ile modellenmiş ve basınç, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem eşitlik 4.11’de verilmiştir. İndirgen şeker miktarı değeri üzerine en önemli etkiyi gösteren parametrenin uygulama süresi olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.11).

$$\text{İndirgen Şeker Miktarı (mg/mL)} = 0.376 + 0.0006 * t + 0.0004 * T - 0.0015 * P^2 + 0.0019 * t^2 - 0.0020 * P * t - 0.0011 * P * T - 0.0007 * t * T \quad (4.11)$$

Sabit bir uygulama sıcaklığında (22 °C), basınç (MPa) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.55) ve kontur (2D) (Şekil 4.56) grafikleri eşitlik 4.11’de verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Yüzey grafiğinden anlaşılacağı üzere, basıncın yaklaşık 300 MPa’a kadar alacağı sabit değerlerde uygulama süresinin arttırılması indirgen şeker miktarında genel olarak bir artışa neden olurken, basıncın yüksek olduğu noktalarda uygulama süresinin 10 dk’ya kadar arttırılması indirgen şeker miktarında azalmaya neden olmuştur. Uygulama süresinin alacağı sabit değerlerde basıncın yaklaşık 350-400 MPa seviyelerine kadar arttırılması indirgen şeker miktarında artışa neden olurken, daha yüksek basınç değerlerinde indirgen şeker miktarının azaldığı görülmektedir. En düşük indirgen şeker miktarı basıncın en düşük ve yaklaşık 5 dk’lık uygulama süresinde görülürken, en yüksek miktar uygulama süresinin en yüksek ve basıncın yaklaşık 250 MPa olduğu noktalarda gözlemlenmiştir (Şekil 4.55). Şekil 4.56’de verilen kontur grafiği incelendiğinde, basınç ve süre arasındaki etkileşimin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerindeki etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$).



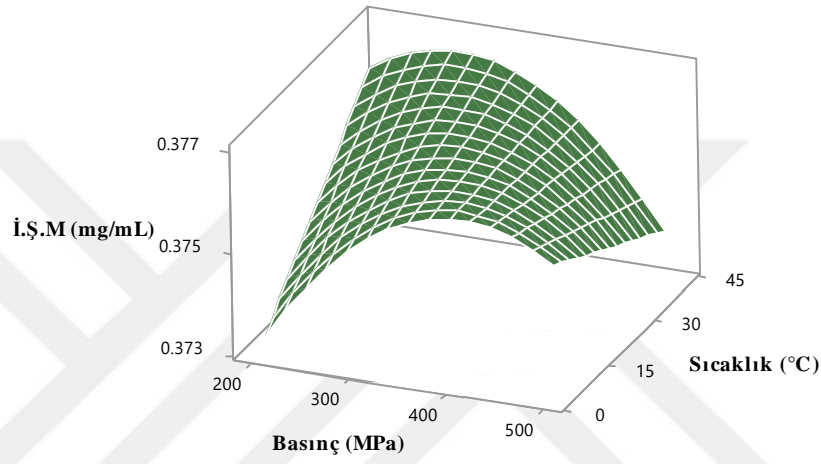
Şekil 4.55. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



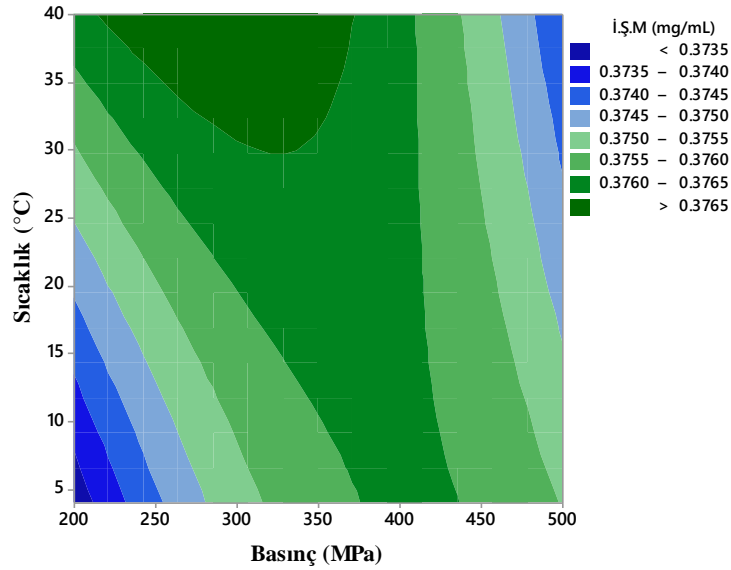
Şekil 4.56. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (9 dk), YHB uygulamasındaki basınç (MPa) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametrelerinin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla şekil 4.57 ve şekil 4.58'da gösterilmiştir. Uygulama sıcaklığının aldığı sabit değerlerde basıncın yaklaşık 350 MPa seviyesine kadar artırılması indirgen şeker miktarında artışa neden olurken, daha yüksek seviyelerdeki basınç uygulaması indirgen şeker miktarında sürekli bir azalmaya neden olmuştur. Basıncın düşük olduğu noktalarda

sıcaklığın artırılması indirgen şeker miktarında artışa neden olurken, basıncın yüksek olduğu durumlarda sıcaklığın artırılması indirgen şeker miktarında az da olsa düşüşe yol açmıştır. İndirgen şeker miktarının en düşük değeri, basınç ve sıcaklığın en düşük olduğu noktalarda görülürken, en yüksek değer, sıcaklığın en yüksek ve basıncın yaklaşık 350 MPa olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.57). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğunu göstermektedir (Şekil 4.58).

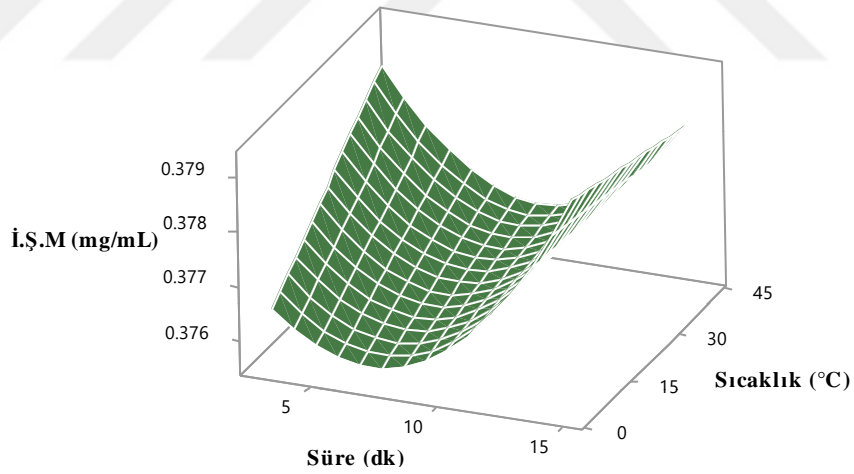


Şekil 4.57. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

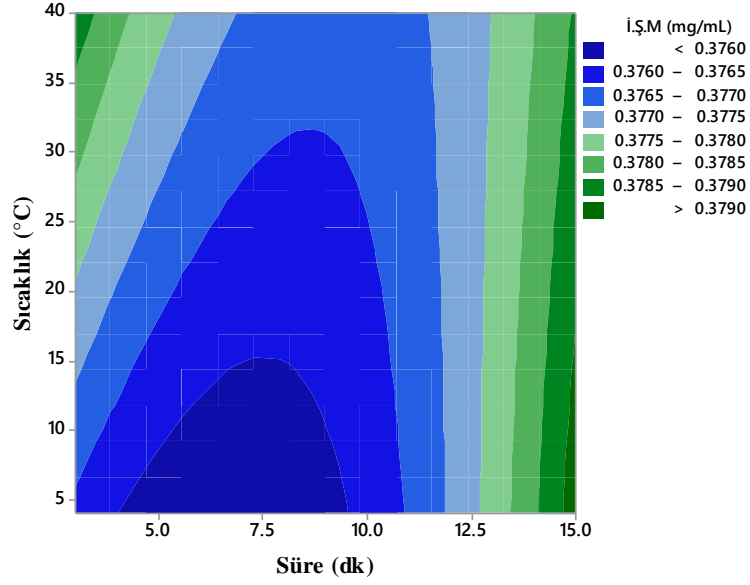


Şekil 4.58. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit bir basınç değerinde (350 MPa), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri eşitlik 7’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla şekil 4.59 ve şekil 4.60’da verilmiştir. Yüzey grafiği dikkate alındığında, sıcaklığın aldığı sabit değerlerde uygulama süresinin yaklaşık 10 dk’ya kadar artırılması indirgen şeker miktarında kademeli olarak azalmaya neden olurken, 10 dk’nın üstündeki sürelerde sürekli bir artışa neden olmuştur. Uygulama süresinin alacağı herhangi bir sabit değerde sıcaklığın artırılması meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarında genel olarak bir artışa neden olmuştur. En düşük indirgen şeker miktarı değeri sıcaklığın en düşük ve sürenin yaklaşık 7 dk olduğu noktalarda görülürken, en yüksek değer sıcaklık ve sürenin en yüksek olduğu bölgelerde gözlenmiştir (Şekil 4.59). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki sıcaklık ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir (Şekil 4.60).



Şekil 4.59. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.60. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin indirgen şeker miktarı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.7 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

4.7.1 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkileri

Farklı koşullar altında YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı analiz edilmiş ve sonuçlar log kob/mL cinsinden çizelge 4.82’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin TMAB sayısı ortalama 5.61 ± 0.293 log kob/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneklerin değerleri yaklaşık olarak 2.28 ± 0.158 ile 3.98 ± 0.457 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	TMAB (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.61±0.293 ^a
YHB1	350	3	40	3.27±0.112 ^{bcd}
YHB2	200	3	22	3.98±0.457 ^f
YHB3	350	15	40	3.35±0.161 ^{bcd}
YHB4	350	9	22	3.09±0.137 ^{bcd}
YHB5	200	15	22	3.55±0.208 ^{bcf}
YHB6	350	3	4	3.12±0.113 ^{bcd}
YHB7	500	3	22	2.83±0.066 ^{eg}
YHB8	350	15	4	3.06±0.211 ^{bcd}
YHB9	500	9	4	3.18±0.224 ^{bcd}
YHB10	350	9	22	2.93±0.041 ^{cd}
YHB11	500	15	22	2.28±0.158 ^g
YHB12	200	9	40	3.59±0.250 ^{bf}
YHB13	200	9	4	3.52±0.314 ^{bcd}
YHB14	500	9	40	2.82±0.029 ^{eg}
YHB15	350	9	22	2.88±0.100 ^{deg}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.82 incelendiğinde, YHB uygulanmış bütün örneklerin TMAB sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. YHB uygulaması ile birlikte TMAB sayısında en az seviyede azalma görünen örnek 3.98±0.457 log kob/mL değerine sahip YHB2 (200 MPa, 3 dk, 22 °C) olurken, TMAB sayısının en yüksek seviyede azalma gösterdiği örnek 2.28±0.158 log kob/mL değerine sahip YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) olmuştur (Çizelge 4.82).

Meyan kökü şerbeti örneklerinin TMAB sayısı değerlerinin, YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ek A.39’da, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.83’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.83. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	2	5.016	2.508	32.96	0.000
Linear	2	5.016	2.508	32.96	0.000
P	1	4.659	4.659	61.24	0.000
t	1	0.356	0.356	4.68	0.036
Kalıntı	42	3.195	0.076		
Lack-of-Fit	10	1.881	0.188	4.58	0.000
Saf Hata	32	1.314	0.041		
Toplam	44	8.212			
R^2					0.61
Düzeltilmiş R^2					0.59
Tahmini R^2					0.54

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.83’de verilen düzenlenmiş ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB uygulamasındaki parametrelerden basınç ve sürenin meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Modelde ön görülen uyum eksikliğinin *p* değerinin 0.05’den küçük olması ve R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.61, 0.59 ve 0.054) nedeniyle TMAB sayısı değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir. (Çizelge 4.83).

4.7.2 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Toplam Maya-Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkileri

YHB uygulaması görmüş meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam maya-küf (TMK) sayısı değerleri, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.84’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin TMK sayısı 5.48 ± 0.208 log kob/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayıları 1.83 ± 0.012 ile 3.92 ± 0.399 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.84).

Çizelge 4.84. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin toplam maya-küf sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	TMK (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.48±0.208 ^a
YHB1	350	3	40	2.98±0.115 ^{bcd}
YHB2	200	3	22	3.92±0.399 ^e
YHB3	350	15	40	3.02±0.115 ^{bcd}
YHB4	350	9	22	3.03±0.234 ^{bcd}
YHB5	200	15	22	3.32±0.258 ^{bce}
YHB6	350	3	4	3.21±0.341 ^{bc}
YHB7	500	3	22	2.97±0.211 ^{bcd}
YHB8	350	15	4	2.92±0.332 ^{bcd}
YHB9	500	9	4	3.12±0.262 ^{bcd}
YHB10	350	9	22	2.79±0.011 ^{cd}
YHB11	500	15	22	1.83±0.012 ^f
YHB12	200	9	40	3.51±0.122 ^{be}
YHB13	200	9	4	3.55±0.159 ^{be}
YHB14	500	9	40	2.52±0.112 ^d
YHB15	350	9	22	2.72±0.040 ^{cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

YHB uygulanmış bütün örneklerin TMK sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.84). YHB uygulaması ile birlikte en yüksek TMK sayısı, kontrol örneğine göre yaklaşık 1.56 log düşüş göstererek 3.92±0.399 log kob/mL seviyesine gelen YHB2 (200 MPa, 3 dk, 22 °C) örneğinde görülürken, en düşük TMK sayısı kontrol örneğine göre 3.65 log azalma göstererek 1.83±0.012 log kob/mL seviyesine ulaşan YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür. Meyan kökü şerbetinin TMK sayısında meydana gelen bu değişimler TMAB sayısında görülen değişimler ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.84).

YHB uygulamasındaki basınç (MPa), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK sayısı değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.85’de verilmiştir. Çizelge 4.85’de verilen değerler, tüm terimleri içeren ek A.40’da gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.85. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam maya-küf sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Model	2	7.079	3.539	35.20	0.000
Linear	2	7.079	3.539	35.20	0.000
P	1	5.581	5.581	55.50	0.000
t	1	1.499	1.499	14.90	0.000
Kalıntı	42	4.223	0.100		
Lack-of-Fit	10	2.664	0.266	5.47	0.000
Saf Hata	32	1.559	0.048		
Toplam	44	11.30			
R^2					0.62
Düzeltilmiş R^2					0.60
Tahmini R^2					0.56

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.85’de verilen düzenlenmiş ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB uygulamasındaki parametrelerden basınç ve sürenin meyan kökü şerbetinin TMK sayısı üzerine etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Modelde ön görülen uyum eksikliğinin p değerinin 0.05’den küçük olması ve R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin düşük olması (sırasıyla 0.62, 0.60 ve 0.56) nedeniyle TMK sayısı değerlerinin modele uygunluk göstermediği belirlenmiştir. (Çizelge 4.85).

4.7.3 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki *Bacillus circulans* Sayısı Üzerine Etkileri

Meyan kökü şerbetine inoküle edilen *Bacillus circulans* sayısı, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.86’da gösterilmiştir. Kontrol örneğinin *B. circulans* sayısı 5.39 ± 0.425 log kob/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *B. circulans* sayıları 2.26 ± 0.035 ile 4.23 ± 0.338 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	<i>B. circulans</i> (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.39±0.425 ^a
YHB1	350	3	40	4.10±0.240 ^{bc}
YHB2	200	3	22	4.23±0.338 ^b
YHB3	350	15	40	3.59±0.223 ^{cde}
YHB4	350	9	22	3.50±0.090 ^{cde}
YHB5	200	15	22	3.97±0.225 ^{bcd}
YHB6	350	3	4	4.07±0.223 ^{bc}
YHB7	500	3	22	3.53±0.051 ^{cde}
YHB8	350	15	4	3.58±0.176 ^{cde}
YHB9	500	9	4	3.01±0.025 ^e
YHB10	350	9	22	3.40±0.091 ^{de}
YHB11	500	15	22	2.26±0.035 ^f
YHB12	200	9	40	4.01±0.260 ^{bcd}
YHB13	200	9	4	3.97±0.221 ^{bcd}
YHB14	500	9	40	3.00±0.041 ^e
YHB15	350	9	22	3.53±0.091 ^{cde}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, YHB uygulanmış bütün örneklerin *B. circulans* sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.86). En düşük *B. circulans* sayısı 2.26±0.035 log kob/mL ile YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) örneğinde görülürken, en yüksek sayı 4.23±0.338 log kob/mL ile YHB2 (200 MPa, 3 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.86).

Meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı değerlerine, YHB uygulamasındaki basınç (MPa), sıcaklık (°C) ve süre (dk) parametrelerinin etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilerek tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek A.41’de, uyum eksikliğinde $p>0.05$ olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilen düzenlenmiş ANOVA çıktıları çizelge 4.87’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.87. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam *B. circulans* sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.481	0.059	0.000
Linear			
P	-0.546	0.036	0.000
t	-0.315	0.036	0.000
Square			
P ²	-0.160	0.053	0.005
t ²	0.178	0.053	0.002
T ²	0.177	0.053	0.002
Interaction			
P*t	-0.251	0.051	0.000
Lack-of-Fit			0.492
R²			0.90
Düzeltilmiş R²			0.88
Tahmini R²			0.85

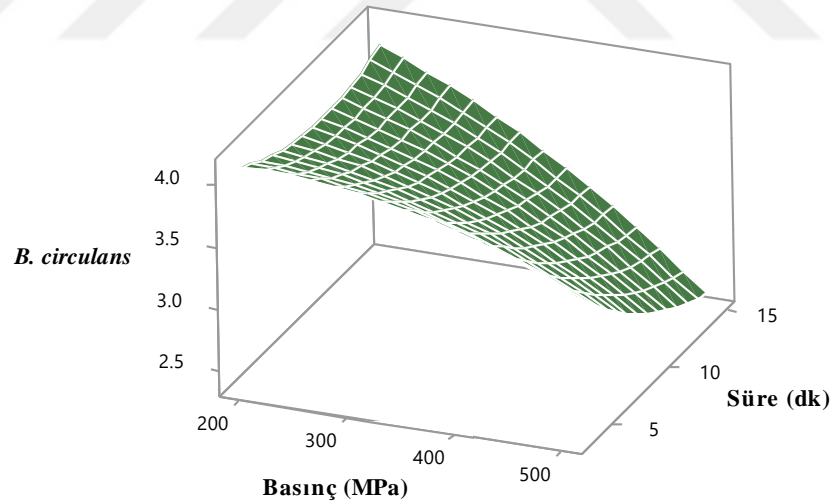
P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

YHB uygulamasındaki basınç ve süre parametrelerinin meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerinde etkisinin önemli ($p < 0.05$) olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 4.87). Ayrıca, bu iki parametrenin karesi, aralarındaki etkileşim ve sıcaklığın karesinin de önemli ($p < 0.05$) bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Basınç, süre ve basınç-süre arasındaki etkileşim meyan kökü şerbetinin TMK sayısını negatif yönde etkilemiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek (sırasıyla 0.90, 0.88 ve 0.85) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05'den büyük olması (0.492) nedeniyle *B. circulans* sayısı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.87).

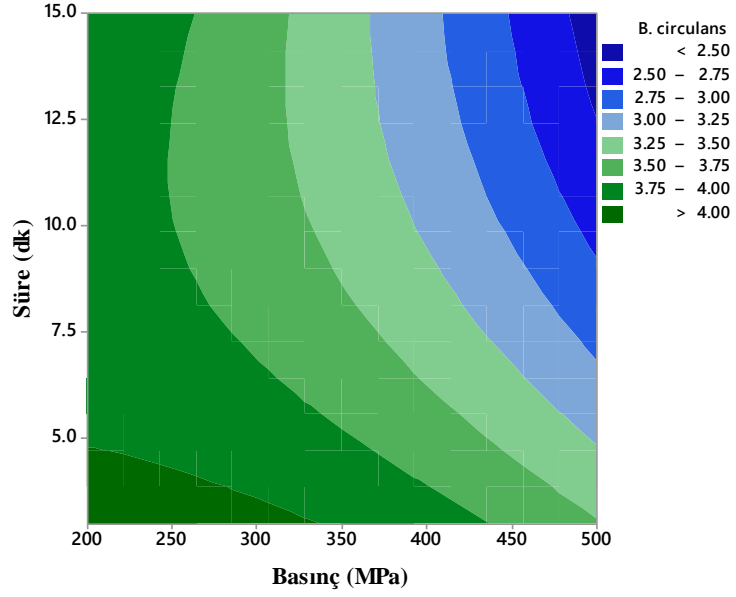
YHB uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda *B. circulans* sayısı üzerine etkileri çizelge 4.87'de verilen katsayılar yardımıyla ikinci dereceden denklem ile modellenmiş, basınç, süre ve sıcaklık arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem eşitlik 4.12'de verilmiştir. *B. circulans* sayısı üzerinde en büyük etkiyi gösteren parametrenin basınç olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.12).

$$B. \text{circulans} (\log \text{ kob/mL}) = 3.481 - 0.546 * P - 0.315 * t - 0.160 * P^2 + 0.178 * t^2 + 0.177 * T^2 - 0.251 * P * t \quad (4.12)$$

YHB uygulamasındaki basınç, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. 22 °C'deki sabit bir uygulama sıcaklığında, basınç (MPa) ve süre (dk) parametrelerinin meyhan kökü şerbeti *B. circulans* değeri üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.61) ve kontur (2D) (Şekil 4.62) grafikleri eşitlik 4.12'de verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Şekil 4.61'de verilen yüzey grafiği dikkate alındığında, uygulama süresinin sabit değerler aldığı durumlarda basıncın artırılması *B. circulans* sayısında önemli bir düşüme yol açmıştır. Düşük basınçlarda uygulama süresinin artırılması *B. circulans* sayısında çok büyük değişikliklere yol açmazken, basıncın yüksek olduğu değerlerde sürenin artırılması *B. circulans* sayısının azalmasına neden olmuştur. *B. circulans* sayısının en az olduğu noktalar basınç ve sürenin en yüksek seviyelerinde görülürken, en yüksek *B. circulans* sayısı basınç ve süre parametrelerinin en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.61). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve süre arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğunu göstermektedir (Şekil 4.62).

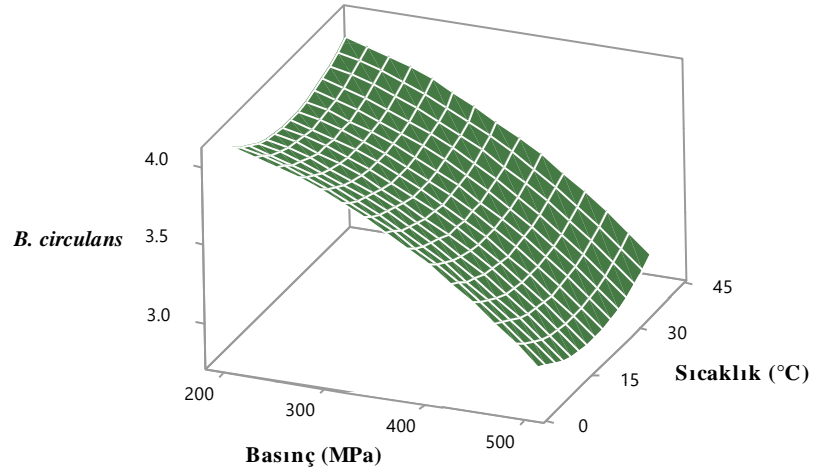


Şekil 4.61. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.

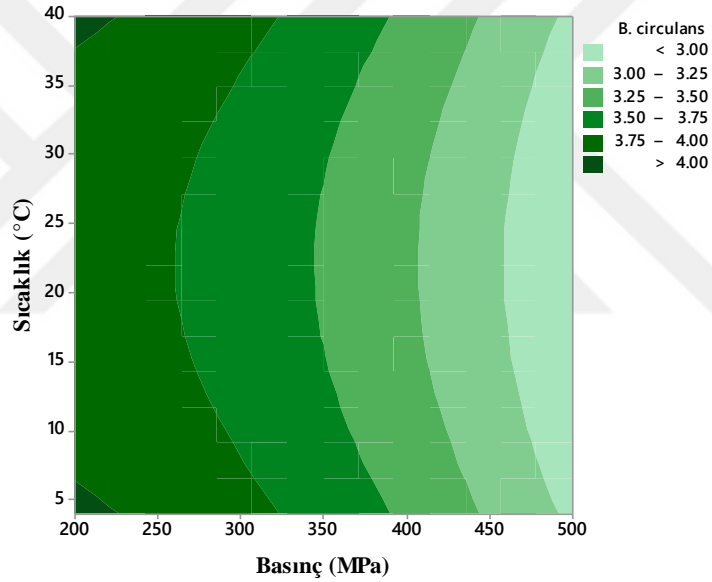


Şekil 4.62. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit uygulama süresi için (9 dk), YHB uygulamasındaki basınç (MPa) ve sıcaklık (°C) değişkenlerinin meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkilerini gösteren yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.63 ve Şekil 4.64’da gösterilmiştir. Uygulama sıcaklığının sabit tutulup basıncın artırıldığı durumlarda, meyhan kökü şerbetine inoküle edilen *B. circulans* sayısında önemli ölçüde azalmalar meydana gelmiştir. Basıncın alacağı herhangi bir sabit değerde ise, sıcaklığın yaklaşık 20-25 °C’ye kadar artırılması *B. circulans* sayısında küçük de olsa azalmaya neden olurken, daha yüksek sıcaklıklar *B. circulans* sayısında artışa neden olmuştur. En düşük *B. circulans* değeri, en yüksek basınç ve yaklaşık 20-25 °C sıcaklıklarında görülürken, en yüksek değer, basınç ve sıcaklığın en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.63). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin önemli olmadığını ($p>0.05$) göstermektedir (Şekil 4.64).



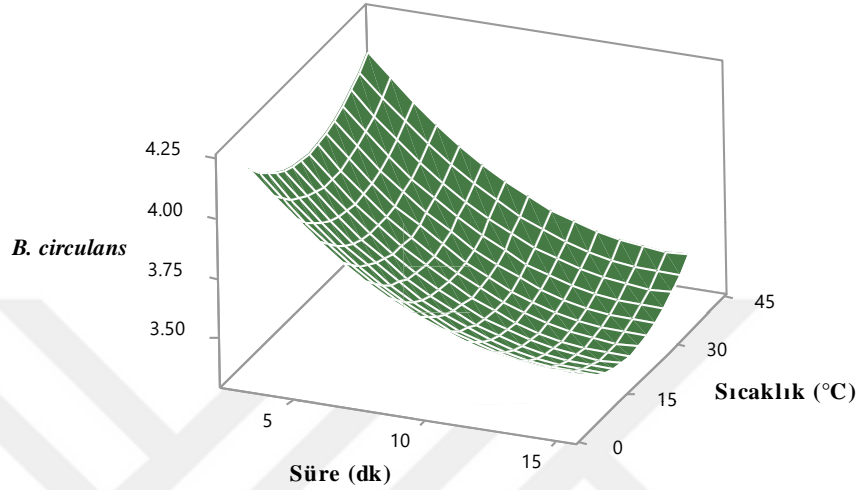
Şekil 4.63. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



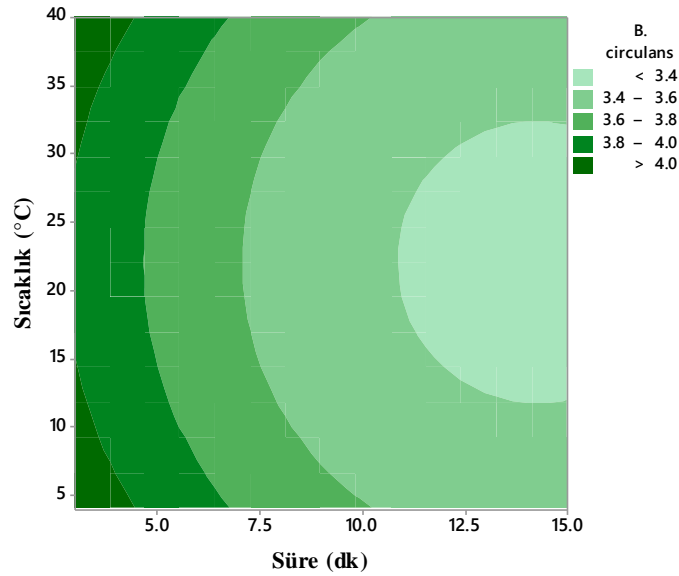
Şekil 4.64. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sıcaklığın (°C) meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

Sabit bir basınç değerinde (350 MPa), sıcaklık (°C) ve uygulama süresinin (dk) meyan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) ve kontur (2D) grafikleri eşitlik 3’de verilen denklem kullanılarak çizilmiş ve sırasıyla Şekil 4.65 ve Şekil 4.66’da verilmiştir. Yüzey grafiği dikkate alındığında, sıcaklığın aldığı sabit değerlerde sürenin arttırılması *B. circulans* sayısının önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. Sabit uygulama süresi değerlerinde sıcaklığın yaklaşık 20 °’ye çıkarılması *B. circulans* sayısında azalmaya neden olurken, daha yüksek sıcaklıklar artışa neden olmuştur. En düşük *B. circulans* değeri, en yüksek süre ve

yaklaşık 20-25 °C sıcaklıklarında görülürken, en yüksek değer, süre ve sıcaklığın en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.65). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki süre ve sıcaklık arasındaki ilişkinin meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı üzerine etkisinin önemli olmadığını ($p>0.05$) göstermektedir (Şekil 4.66).



Şekil 4.65. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* sayısı değeri üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.66. YHB uygulaması parametrelerinden süre (dk) ve sıcaklığın (°C) meyhan kökü şerbetinin *B. circulans* değeri üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.7.4 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetindeki *Candida tropicalis* Sayısı Üzerine Etkileri

YHB uygulanmış meyan kökü şerbetine inoküle edilen *Candida tropicalis* sayısı, Box-Behnken tasarımı kullanılarak elde edilen farklı koşullar altında analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilen bulgular çizelge 4.88’de gösterilmiştir. Kontrol örneğinin *C. tropicalis* sayısı 5.45 ± 0.267 log kob/mL olarak bulunurken, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin *C. tropicalis* sayıları 2.37 ± 0.099 ile 4.11 ± 0.203 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.88).

Çizelge 4.88. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri

Proses Kodları	Basınç (MPa) (P)	Süre (dk) (t)	Sıcaklık (°C) (T)	<i>C. tropicalis</i> (log kob/mL)
Kontrol	-	-	-	5.45 ± 0.267^a
YHB1	350	3	40	3.95 ± 0.098^{bcd}
YHB2	200	3	22	4.11 ± 0.203^{bc}
YHB3	350	15	40	3.43 ± 0.116^{efg}
YHB4	350	9	22	3.60 ± 0.084^{def}
YHB5	200	15	22	4.10 ± 0.318^{bc}
YHB6	350	3	4	4.08 ± 0.224^{bc}
YHB7	500	3	22	3.54 ± 0.055^{defg}
YHB8	350	15	4	3.50 ± 0.087^{defg}
YHB9	500	9	4	3.07 ± 0.073^g
YHB10	350	9	22	3.55 ± 0.040^{def}
YHB11	500	15	22	2.37 ± 0.099^h
YHB12	200	9	40	3.91 ± 0.134^{bcd}
YHB13	200	9	4	3.95 ± 0.152^{bcd}
YHB14	500	9	40	3.16 ± 0.128^{fg}
YHB15	350	9	22	3.64 ± 0.138^{cde}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB: Yüksek hidrostatik basınç. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.88’de gösterilen bulgulara göre, YHB uygulanmış bütün örneklerin *C. tropicalis* sayılarında, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalma meydana geldiği ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. En düşük *C. tropicalis* sayısı 2.37 ± 0.099 log kob/mL ile YHB11 (500 MPa, 15 dk, 22 °C) örneğinde görülürken, en yüksek sayı 4.11 ± 0.203 log kob/mL ile YHB2 (200 MPa, 3 dk, 22 °C) örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.88).

YHB uygulamasındaki basınç (%), süre (dk) ve sıcaklık (°C) parametrelerinin, meyan kökü şerbeti örneklerinin *C. tropicalis* üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve düzenlenmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.89’de verilmiştir. Çizelge 4.89’da verilen değerler, tüm terimleri içeren Ek A.42’de gösterilmiş ANOVA çıktılarındaki $p>0.05$ değerine sahip olan terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çizelge 4.89. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin toplam *C. tropicalis* sayısı değerleri için yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş parametrelerin düzenlenmiş ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	3.68	0.034	0.000
Linear			
P	-0.494	0.032	0.000
t	-0.281	0.032	0.000
Square			
P ²	-0.149	0.047	0.003
Interaction			
P*t	-0.296	0.045	0.000
Lack-of-Fit			0.086
R²			0.90
Düzeltilmiş R²			0.89
Tahmini R²			0.86

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

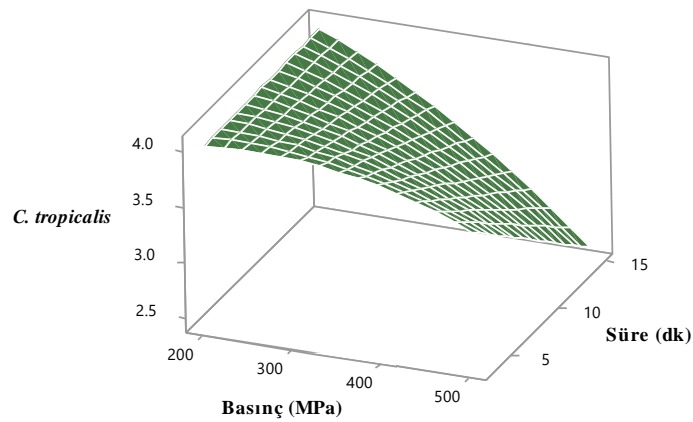
YHB uygulamasındaki basınç ve süre parametrelerinin meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı üzerinde etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu model tarafından ortaya konmuştur (Çizelge 4.89). Ayrıca, bu iki parametre arasındaki etkileşim ve basıncın karesi de önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahipken, süre parametresinin karesinin yaptığı etki önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Modeldeki tüm terimler *C. tropicalis* sayısı üzerine negatif yönde etki göstermiştir. Modelde elde edilen R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 değerlerinin yüksek (sırasıyla 0.90, 0.89 ve 0.86) ve uyum eksikliği p değerinin 0.05’den büyük olması (0.086) nedeniyle *C. tropicalis* sayısı değerlerinin modele uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.89).

YHB uygulamasının meyan kökü şerbeti örneklerinin farklı koşullarda *C. tropicalis* sayısı üzerine etkileri çizelge 4.89’da verilen katsayılar yardımıyla ikinci

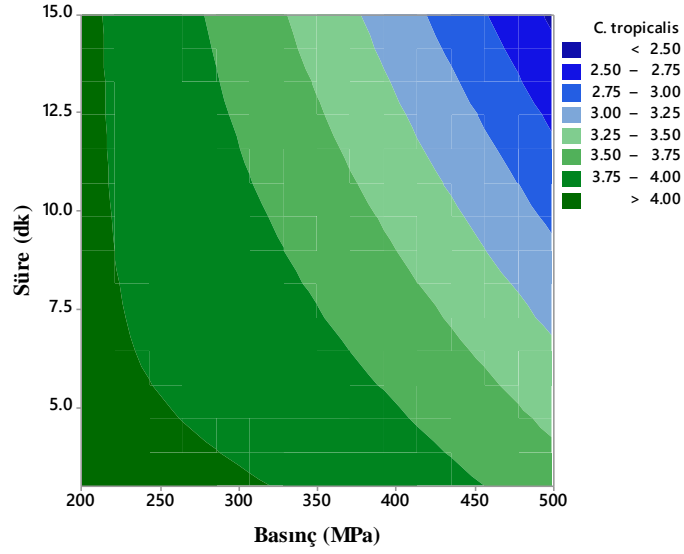
dereceden denklem ile modellenmiş, basınç ve süre arasındaki matematiksel ilişkiyi gösteren denklem eşitlik 4.13’de verilmiştir. *C. tropicalis* sayısı üzerinde en büyük etkiyi gösteren parametrenin basınç olduğu görülmektedir (Eşitlik 4.13).

$$C. tropicalis (\log \text{ kob/mL}) = 3.68 - 0.494 * P - 0.281 * t - 0.149 * P^2 - 0.296 * P * t \quad (4.13)$$

YHB uygulamasındaki basınç, süre ve sıcaklık değişkenlerinin meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iki ve üç boyutlu grafikler çizilmiştir. Çizelge 4.89’da verilen ANOVA tablosundan anlaşılacağı üzere uygulama sıcaklığının etkisi hiçbir modelde önemli bulunmadığından, uygulama sıcaklığını içeren herhangi bir grafik çizilememiştir. Basınç (MPa) ve süre (dk) parametrelerinin meyan kökü şerbeti *C. tropicalis* sayısı üzerine etkisini gösteren yüzey (3D) (Şekil 4.67) ve kontur (2D) (Şekil 4.68) grafikleri eşitlik 4.13’de verilen denklem yardımıyla çizilmiştir. Yüzey grafiği incelendiğinde, uygulama süresin aldığı sabit değerlerde basıncın artırılması *C. tropicalis* sayısında sürekli olarak bir düşüme neden olmuştur. Basıncın aldığı herhangi bir sabit değerde uygulama süresinin arttırılması da *C. tropicalis* sayısında genel olarak bir azalmaya neden olmuştur. *C. tropicalis* sayısının en az olduğu noktalar basınç ve sürenin en yüksek seviyelerinde görülürken, en yüksek *C. tropicalis* sayısı basınç ve süre parametrelerinin en düşük olduğu bölgelerde görülmüştür (Şekil 4.67). Kontur grafiğinde elde edilen eğriler, YHB uygulamasındaki basınç ve süre arasındaki ilişkinin meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu ($p < 0.05$) göstermektedir (Şekil 4.68).



Şekil 4.67. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı üzerine etkisinin yüzey (3D) grafiği şeklinde gösterimi.



Şekil 4.68. YHB uygulaması parametrelerinden basınç (MPa) ve sürenin (dk) meyan kökü şerbetinin *C. tropicalis* sayısı üzerine etkisinin kontur (2D) grafiği şeklinde gösterimi.

4.8 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri

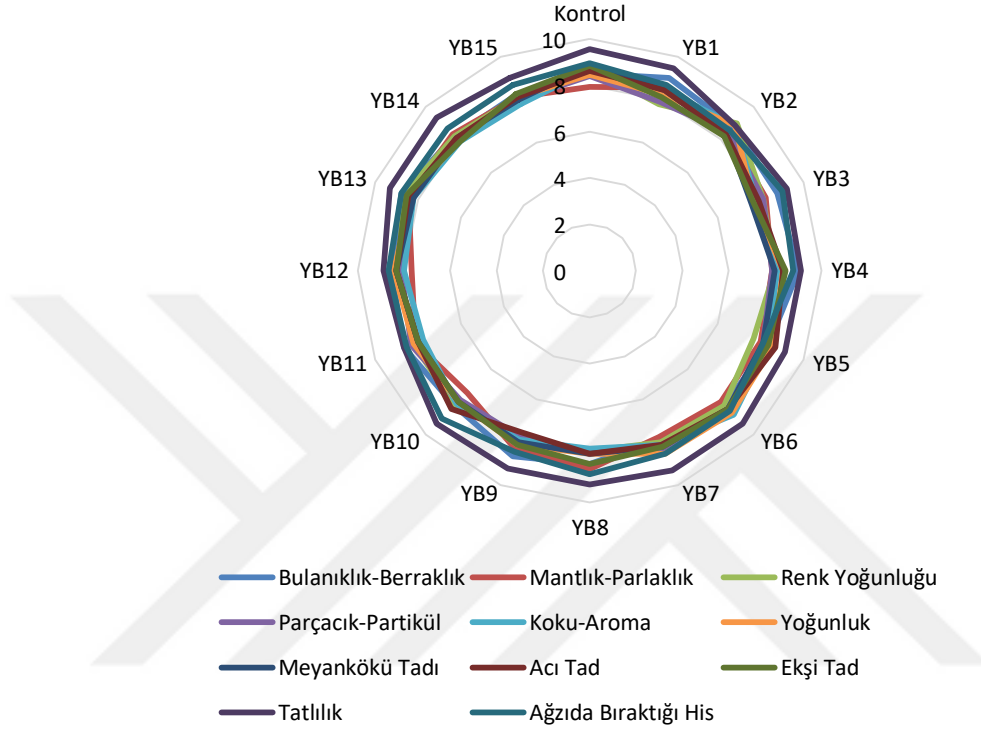
Duyusal analizlerde panelistlerden 11 farklı kriter için puanlama yapmaları istenmiş ve farklı koşullar altında YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri ile hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.90'da verilmiştir.

Çizelge 4.90. Ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyuusal özellikleri üzerine etkileri

Proses Kodları	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk Yoğunluğu	Parçacık-Partikül Durumu	Koku-Aroma	Yoğunluk	Meyan Kökü Tadı	Acı Tat Varlığı	Ekşi Tat Varlığı	Tatlılık	Ağızda Bıraktığı His
Kontrol	8.50±1.09 ^a	7.95±0.50 ^b	8.77±0.25 ^c	8.38±0.34 ^d	8.67±0.16 ^c	8.45±0.09 ^f	8.83±0.16 ^g	8.61±0.34 ^h	8.83±0.60 ⁱ	9.55±0.25 ^j	8.95±0.10 ^k
YHB1	8.33±0.57 ^a	8.00±1.33 ^b	8.22±0.84 ^c	8.33±0.87 ^d	8.22±1.07 ^e	8.55±0.96 ^f	9.00±0.57 ^g	8.00±0.33 ^h	8.33±0.33 ⁱ	9.00±0.33 ^j	8.11±0.51 ^k
YHB2	8.55±0.51 ^a	8.00±0.57 ^b	8.55±0.19 ^c	8.44±0.76 ^d	8.55±0.69 ^e	8.33±0.57 ^f	7.77±0.69 ^g	8.77±0.50 ^h	8.66±0.33 ⁱ	9.11±0.38 ^j	8.44±0.19 ^k
YHB3	7.90±0.69 ^a	8.44±0.69 ^b	8.22±0.38 ^c	8.22±0.19 ^d	8.44±0.19 ^e	8.33±0.57 ^f	8.22±0.38 ^g	7.77±0.69 ^h	8.55±0.51 ⁱ	8.67±0.33 ^j	8.89±0.19 ^k
YHB4	9.11±0.69 ^a	8.44±0.69 ^b	8.22±0.50 ^c	8.44±0.38 ^d	8.33±0.33 ^e	8.22±0.38 ^f	8.22±0.19 ^g	8.67±0.57 ^h	8.89±0.38 ⁱ	9.00±0.33 ^j	8.44±0.38 ^k
YHB5	8.55±0.38 ^a	8.66±0.57 ^b	8.55±0.51 ^c	7.78±0.84 ^d	8.44±0.19 ^e	8.22±0.50 ^f	8.33±0.33 ^g	8.22±0.50 ^h	8.55±1.01 ⁱ	9.22±0.50 ^j	8.55±0.19 ^k
YHB6	8.55±0.51 ^a	8.33±0.50 ^b	8.00±0.33 ^c	8.22±0.50 ^d	8.11±0.51 ^e	8.77±0.50 ^f	8.11±0.38 ^g	8.55±0.38 ^h	8.89±0.38 ⁱ	8.55±0.19 ^j	8.44±0.38 ^k
YHB7	9.00±0.33 ^a	8.55±0.19 ^b	8.66±0.57 ^c	8.11±0.69 ^d	8.00±0.33 ^e	8.33±0.33 ^f	8.55±0.38 ^g	8.55±0.69 ^h	8.44±0.38 ⁱ	8.89±0.19 ^j	8.67±0.66 ^k
YHB8	8.44±0.19 ^a	8.33±0.33 ^b	8.22±0.19 ^c	9.11±0.69 ^d	8.55±1.17 ^e	8.77±0.33 ^f	8.33±0.33 ^g	8.55±0.69 ^h	8.55±0.51 ⁱ	8.78±0.19 ^j	8.00±0.67 ^k
YHB9	8.33±0.66 ^a	8.55±0.19 ^b	8.78±0.84 ^c	8.78±0.19 ^d	8.55±1.17 ^e	8.67±0.33 ^f	8.11±0.96 ^g	8.67±0.33 ^h	8.44±0.38 ⁱ	9.00±0.33 ^j	8.89±0.38 ^k
YHB10	8.66±0.33 ^a	8.55±0.96 ^b	8.77±0.69 ^c	8.44±0.51 ^d	8.66±0.33 ^e	8.55±0.19 ^f	7.89±0.19 ^g	8.33±0.57 ^h	8.55±0.19 ⁱ	8.78±0.84 ^j	8.77±0.69 ^k
YHB11	8.11±0.69 ^a	8.78±0.84 ^b	7.99±0.57 ^c	8.11±0.51 ^d	8.22±1.01 ^e	8.44±0.51 ^f	8.11±0.38 ^g	8.44±0.69 ^h	8.89±0.69 ⁱ	9.00±0.88 ^j	8.89±0.38 ^k
YHB12	8.77±0.38 ^a	8.55±0.51 ^b	8.11±1.38 ^c	8.44±0.19 ^d	7.77±0.38 ^e	8.11±0.38 ^f	8.33±0.66 ^g	8.00±0.33 ^h	9.00±0.33 ⁱ	8.55±0.19 ^j	8.11±0.38 ^k
YHB13	8.33±0.33 ^a	7.89±0.19 ^b	7.78±0.38 ^c	8.55±0.69 ^d	8.44±0.38 ^e	9.22±0.50 ^f	8.67±0.50 ^g	8.33±0.33 ^h	8.55±1.01 ⁱ	9.00±0.57 ^j	8.77±0.50 ^k
YHB14	7.77±0.50 ^a	8.22±0.50 ^b	8.00±0.33 ^c	8.67±0.19 ^d	8.22±0.19 ^e	8.22±0.19 ^f	8.33±0.33 ^g	8.33±0.33 ^h	8.55±0.19 ⁱ	9.22±0.50 ^j	8.44±0.38 ^k
YHB15	8.77±0.50 ^a	8.44±0.19 ^b	8.22±0.50 ^c	8.55±0.19 ^d	8.44±0.19 ^e	8.55±0.38 ^f	8.55±0.19 ^g	8.67±0.33 ^h	8.33±0.57 ⁱ	9.00±0.57 ^j	8.44±0.19 ^k

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US: Ultrasonikasyon. Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örnekleri ile kontrol örneği arasında bütün kriterlerde meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.90). Elde edilen sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için tüm terimleri içeren bir radar grafiği çizilmiş ve şekil 4.69’da verilmiştir.



Şekil 4.69. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetinin duyu özellikleri üzerine etkileri.

4.9 Meyan Kökü Şerbetine Uygulanan Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu

Meyan kökü şerbetine uygulanan YHB koşullarına ait daha önce elde edilen matematiksel modeller kullanılarak optimum nokta değerleri belirlenmiştir. YHB koşullarının optimizasyonu için üretilen modellerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri için tanımlanan hedefler çizelge 4.91’de gösterilmiştir. YHB parametreleri olan basınç, süre ve sıcaklığın deneme desenindeki aralıklar arasında herhangi bir değer alabilecekleri şeklinde tanımlanmıştır.

Çizelge 4.91. YHB parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri

Değişken Tipi	Değişkenler	Hedef
Bağımlı	Sarı Renk (%)	75.30
	İ. Şeker (mg/mL)	0.375
	<i>B. circulans</i> (log kob/mL)	En düşük
	<i>C. tropicalis</i> (log kob/mL)	En düşük
Bağımsız	Basınç (MPa)	200<P<500
	Sıcaklık (°C)	4<T<40
	Süre (dk)	3<t<15

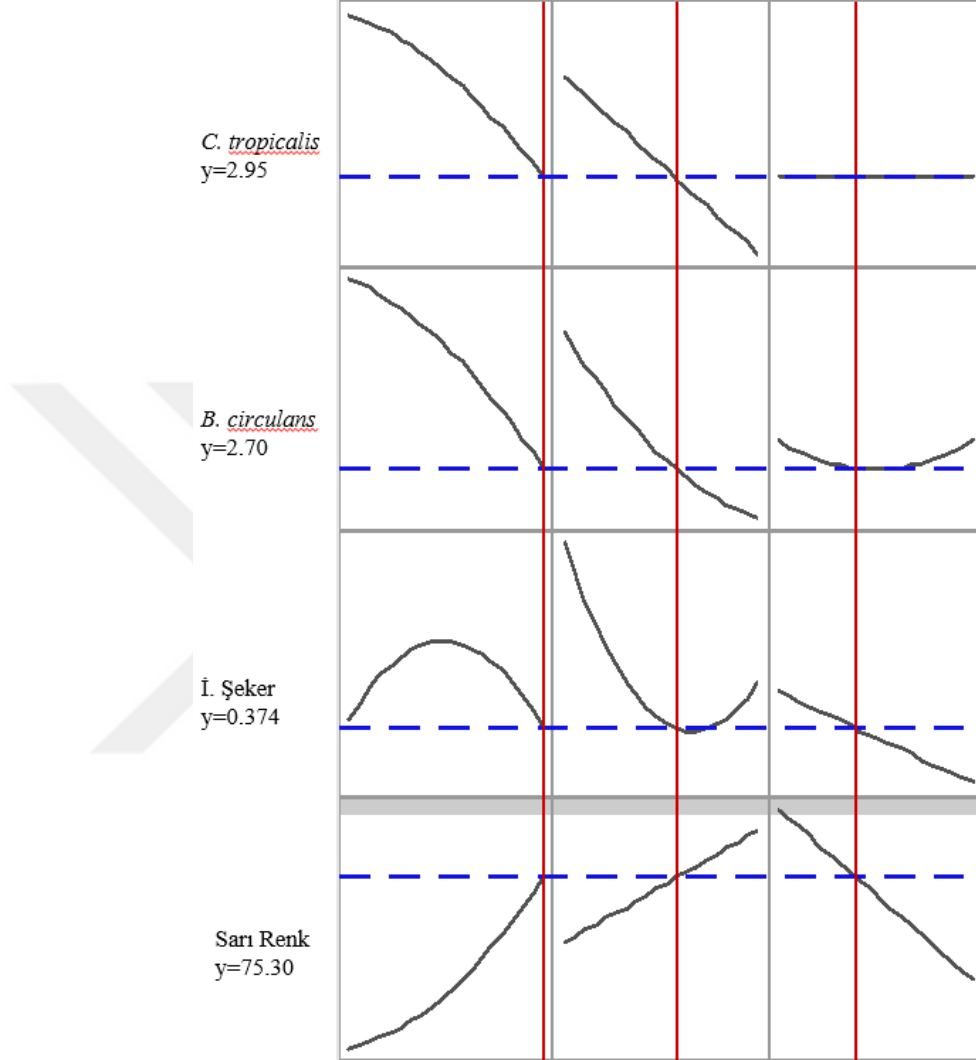
P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir.

Bağımlı değişkenlerden sarı renk bileşimi ve indirgen şeker için belirlenen hedef değerler, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile YHB uygulanmış örnekler arasındaki farkın en az olması amacıyla kontrol örneğinin değerleri olarak belirlenmiştir. *B. circulans* sayısı ve *C. tropicalis* sayısı raf ömrünü arttırmak amacıyla en düşük seviyede olacak şekilde seçilmiştir (Çizelge 4.91).

Hedef değerler tanımlandıktan sonra meyan kökü şerbeti için YHB koşullarının optimizasyonu yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.70'de gösterilmiştir.

Meyan kökü şerbeti için uygulanacak olan YHB optimum koşulları 500 MPa basınç, 9.90 dk ve 18.5 °C sıcaklık olarak bulunmuştur. İstenebilirlik değeri, $0 < d < 1$ aralığında tanımlanmış olup bu değer 1'e yakın olması, yanıt değerlerinin ideal değere yakın olduğu anlamına gelmektedir. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti için optimum noktada elde edilen bileşik istenebilirlik değeri 0.840 olarak bulunmuştur (Şekil 4.70).

	Basınç (MPa)	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)
En Yüksek	500	15	40
Optimum	500	9.90	18.5
En Düşük	200	3	4



Şekil 4.70. Meyan kökü şerbeti için YHB koşullarının optimizasyon değerleri.

4.10 Yüksek Hidrostatik Basınç Optimum Modelinin Validasyonu

YHB optimum modelinde elde edilen koşullar model gücünü tahmin edebilmek amacıyla matematiksel modellerin validasyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.70’de verilen optimum koşullarda modelde yer alan analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar, modelin ön gördüğü tahmini değerler ve varyasyon katsayısı değerleri çizelge 4.92’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.92. Meyan kökü şerbetine uygulanan YHB koşullarının validasyon sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Deneysel Sonuçlar	Model Tahmini	CV (%)
Sarı Renk	75.15±0.313	75.3	0.139
İ.Ş.M	0.379±0.001	0.375	0.897
<i>B. circulans</i>	2.59±0.080	2.70	1.363
<i>C. tropicalis</i>	2.96±0.040	2.95	0.097

İ.Ş.M: İndirgen şeker miktarı

YHB optimum nokta modelinde ön görülen tahmini sonuçlar ve yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler arasındaki fark varyasyon katsayısı (CV) hesaplanarak bulunmuştur. Matematiksel modellerde hata düzeyinin %10'un altında olması gerekmektedir. Çizelge 4.92'de verilen CV değerlerine göre, bütün bağımlı değişkenlerin CV değerleri %10'un altında değerler almıştır. Bu durumda, elde edilen modellerin validasyon testinden geçtiği ve optimizasyon çalışmalarında elde edilen koşulların raf ömrü çalışmalarında kullanımlarında yüksek doğruluğa sahip sonuçlar elde edileceği belirlenmiştir.

4.11 Raf Ömrü Çalışmaları

Ultrasonikasyon ve yüksek hidrostatik basınç uygulamalarının meyan kökü şerbeti üzerine etkileri incelendikten ve istatistiksel analizler sonucu her iki uygulama için optimum koşullar belirlendikten sonra, meyan kökü şerbeti için raf ömrü çalışmaları yapılmıştır. Herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti ile optimum koşullarda ultrasonikasyon ve YHB uygulanması görmüş örnekler azot gazı altında amber renkli şişelere doldurulmuştur. Bütün örnekler 4 ve 22 °C'de depolanmış ve 90 gün boyunca ilk gün dahil olmak üzere 15 gün aralıklarla raf ömrünün incelenmesi amaçlanmıştır. Ancak, meyan kökü şerbetinin raf ömrünün çok düşük olması nedeniyle her iki proses için de 0, 15, 20 ve 25. günlerde raf ömrü analizleri yapılabilmektedir. Ultrasonikasyon ve YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örneklerine belirlenen bu günlerde pH, kondaktivite, renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE), toplam asitlik, bulanıklık, mikrobiyolojik analizler (TMAB sayısı ve TMK sayısı),

duyusal analizler, organik asit tayin analizi, fenolik bileşenlerim analizi glisirik asit tayini, glabridin tayini ve mineral madde miktarı analizleri yapılmıştır.

4.11.1 Ultrasonikasyon Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde pH değerleri analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler Çizelge 4.93’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.93. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	7.00±0.005 ^{Aa*}	6.61±0.010 ^{Ab}	6.31±0.027 ^{Ac}	6.13±0.015 ^{Ad}
Kontrol 22° C	7.00±0.005 ^{Aa}	6.29±0.033 ^{Bb}	6.11±0.013 ^{Bc}	6.08±0.012 ^{Bc}
US-RÖ 4° C	7.03±0.006 ^{Ba}	7.00±0.012 ^{Ca}	6.82±0.012 ^{Cc}	6.63±0.015 ^{Cd}
US-RÖ 22° C	7.03±0.006 ^{Ba}	6.66±0.018 ^{Db}	6.48±0.029 ^{Dc}	6.19±0.013 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.93’de verilen sonuçlara göre, ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında pH değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerlerinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. 22 °C’de depolanan örneklerdeki düşüşün, 4 °C’de depolanan örneklere göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Ultrasonikasyon uygulanmış ve 4 °C’ de depolanmış örneklerin pH değerleri 15. günde önemli bir değişim göstermezken ($p>0.05$), diğer bütün örneklerde 15. günde meydana gelen azalmalar istatistiksel açıdan önemi ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.93).

Raf ömrü çalışması boyunca meyan kökü şerbetinin kondaktivite değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.94’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.94. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	360.1±0.758 ^{Aa}	506.3±1.323 ^{Ab}	523.7±1.202 ^{Ac}	528.4±1.236 ^{Ad}
Kontrol 22° C	360.1±0.758 ^{Aa}	529.2±2.167 ^{Bb}	536.3±1.323 ^{Bc}	539.6±1.323 ^{Bd}
US-RÖ 4° C	358.0±0.725 ^{Ba}	384.3±3.500 ^{Cb}	462.6±2.646 ^{Cc}	501.2±1.986 ^{Cd}
US-RÖ 22° C	358.0±0.725 ^{Ba}	513.3±1.323 ^{Db}	526.2±1.394 ^{Dc}	531.5±1.236 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değerlerinde önemli derecede artışlar olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Kondaktivite değerinde meydana gelen en büyük artış 0. gün ile karşılaştırıldığında yaklaşık 539.6±1.323 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerine ulaşan 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülürken, en az seviyede artış 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örnekte görülmüştür. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında kondaktivite değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.94).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin koyuluk-açıklık bileşimini gösteren L* değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.95’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.95. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	51.70±0.425 ^{Aa}	47.89±0.415 ^{Ab}	46.23±0.589 ^{Ac}	45.10±0.598 ^{Ad}
Kontrol 22° C	51.70±0.425 ^{Aa}	43.73±0.338 ^{Bb}	43.13±0.577 ^{Bc}	41.66±0.367 ^{Bd}
US-RÖ 4° C	51.44±0.602 ^{Aa}	51.12±0.263 ^{Ca}	48.90±0.314 ^{Cb}	46.81±0.247 ^{Cc}
US-RÖ 22° C	51.44±0.602 ^{Aa}	45.15±0.216 ^{Db}	43.89±0.512 ^{Dc}	42.35±0.473 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, meyan kökü şerbetinin L* değerleri raf ömrü boyunca azalma göstermiş, yani meyan kökü şerbetinin renginde koyuluk artmıştır. Ultrasonikasyon uygulanmış ve 4 °C’de depolanan örnek dışında kalan örneklerde L* değeri açısından raf ömrü boyunca ortaya çıkan farklılık bütün günlerde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. US-RÖ 4 °C örneğinde 0 ve 15. günlerde L* değerlerinde ortaya çıkan fark önemsiz ($p>0.05$) olarak bulunurken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde ortaya çıkan fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında L* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0. gününde önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, ilerleyen günlerde oluşan farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.95).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin yeşillik-kırmızılık bileşimini gösteren a* değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.96’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.96. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	7.09±0.163 ^{Aa}	5.89±0.336 ^{Ab}	5.19±0.214 ^{Ac}	4.71±0.137 ^{Ad}
Kontrol 22° C	7.09±0.163 ^{Aa}	6.09±0.313 ^{Ab}	5.20±0.302 ^{Ac}	4.84±0.220 ^{Ad}
US-RÖ 4° C	7.08±0.129 ^{Aa}	6.97±0.250 ^{Ba}	6.29±0.179 ^{Bb}	5.32±0.113 ^{Bc}
US-RÖ 22° C	7.08±0.129 ^{Aa}	5.88±0.199 ^{Ab}	5.56±0.320 ^{Cc}	4.48±0.151 ^{Cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin a* değerlerinin bütün örneklerde azalma gösterdiği belirlenmiştir. En fazla azalmayı gösteren örnek, raf ömrünün 25. gününde 4.48 değerine sahip olan ultrasonikasyon uygulanmış ve 22 °C’de depolanmış örnekte gözlenmiştir. Meyan kökü şerbetinin a* değerinde en az değişim gözlenen örnek ise ultrasonikasyon uygulanan ve 4 °C’de depolanan örnekte görülmüştür. Ayrıca, bu örnek dışında kalan örneklerde a* değerlerinde meydana gelen değişim raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğin a* değeri 0 ve 15. günlerde önemli bir değişim göstermezken ($p>0.05$), raf ömrünün ilerleyen günlerindeki farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında a* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf

ömrünün 0. gününde önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, ilerleyen günlerde oluşan farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.96).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin mavilik-sarıklık bileşimini gösteren b^* değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.97’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.97. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin b^* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	53.61±0.454 ^{Aa}	42.74±0.299 ^{Ab}	39.49±0.697 ^{Ac}	38.17±0.376 ^{Ad}
Kontrol 22° C	53.61±0.454 ^{Aa}	40.93±0.674 ^{Bb}	38.82±0.414 ^{Bc}	37.60±0.404 ^{Ad}
US-RÖ 4° C	54.10±0.357 ^{Ba}	50.98±1.035 ^{Cb}	45.22±0.463 ^{Cc}	42.34±0.513 ^{Bd}
US-RÖ 22° C	54.10±0.357 ^{Ba}	45.03±0.208 ^{Db}	40.12±0.334 ^{Dc}	39.10±0.519 ^{Cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.97’de gösterilen bulgular incelendiğinde, raf ömrü boyunca b^* değerlerinin sürekli olarak azaldığı ve bu azalmanın raf ömrünün bütün günlerinde istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Daha önceden bulunan analiz sonuçlarına benzer bir şekilde, b^* değerlerinde en çok azalma görülen örnek 22 °C’de depolanan kontrol örneği olurken, en az değişim ultrasonikasyon uygulanmış ve 4 °C’de depolanan örnekte görülmüştür. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında b^* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.97).

Daha önce yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a^* ve b^* değerleri kullanılarak renk yoğunluğunu gösteren chroma (C^*) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin C^* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.98’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.98. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	54.08±0.449 ^{Aa}	43.15±0.302 ^{Ab}	39.83±0.691 ^{Ac}	38.46±0.372 ^{Ad}
Kontrol 22° C	54.08±0.449 ^{Aa}	41.38±0.659 ^{Bb}	39.17±0.386 ^{Bc}	37.91±0.408 ^{Ad}
US-RÖ 4° C	54.56±0.354 ^{Ba}	51.45±1.018 ^{Cb}	45.66±0.455 ^{Cc}	42.67±0.498 ^{Bd}
US-RÖ 22° C	54.56±0.354 ^{Ba}	45.41±0.203 ^{Db}	40.51±0.362 ^{Dc}	39.36±0.531 ^{Cd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, meyan kökü şerbetinin C* değerleri raf ömrü boyunca azalma göstermiş, yani meyan kökü şerbetinin renk yoğunluğu azalmıştır. En fazla azalmayı gösteren örnek, raf ömrünün 25. gününde 37.91±0.408 değerine sahip olan 22 °C’de depolanmış kontrol örneğinde gözlenmiştir. Meyan kökü şerbetinin C* değerinde en az değişim gözlenen örnek ise ultrasonikasyon uygulanan ve 4 °C’de depolanan örnekte görülmüştür. Ayrıca, bütün örneklerde C* değeri açısından ortaya çıkan farklılık raf ömrünün her gününde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında C* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.98).

Daha önce yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak meyan kökü şerbetinin renk tonunu gösteren hue (h°) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin h° değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.99’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.99. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	1.439±0.003 ^{Aa}	1.433±0.007 ^{Aa}	1.440±0.005 ^{Aa}	1.447±0.003 ^{Ab}
Kontrol 22° C	1.439±0.003 ^{Aa}	1.423±0.008 ^{Bb}	1.437±0.008 ^{Aa}	1.442±0.005 ^{Ba}
US-RÖ 4° C	1.440±0.002 ^{Aa}	1.434±0.006 ^{Ab}	1.432±0.004 ^{Ab}	1.445±0.003 ^{Ac}
US-RÖ 22° C	1.440±0.002 ^{Aa}	1.440±0.004 ^{Aa}	1.432±0.007 ^{Ab}	1.456±0.002 ^{Cc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin h° değerlerinde meydana gelen değişim incelendiğinde, kontrol örneklerinde h° değerleri 15. günde azalma gösterirken raf ömrünün 20 ve 25. günlerinde artış göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneklerde ise 20. güne kadar h° değerlerinde azalma gözlenirken, 25. günde önemli bir artış ($p<0.05$) gözlenmiştir. Bütün örnekler arasında h° değerlerinde en fazla değişim gözlenen örnek 22 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örnek olmuştur. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında h° değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0 ve 20. gününde önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.99).

Herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol grubu ile ultrasonikasyon uygulanmış örnekler arasında ortaya çıkan renk farklılığını ifade eden toplam renk farkı (ΔE) değerleri çizelge 4.100’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.100. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
US-RÖ 4° C	0.93±0.226 ^{Aa}	8.92±0.957 ^{Ab}	6.42±0.481 ^{Ac}	4.57±0.366 ^{Ad}
US-RÖ 22° C	0.93±0.226 ^{Aa}	4.34±0.213 ^{Bb}	1.60±0.543 ^{Bc}	1.74±0.567 ^{Ac}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü çalışmalarında elde ettiğimiz bulgulara göre, 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon örneğinin ΔE değerleri, 22 °C’de depolananlara göre daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin 0. gündeki ΔE değeri 1.5’den küçük olduğundan renk farkı az fark edilebilir düzeydeyken, 15. günden sonra ΔE değerleri önemli ölçüde artış göstermiştir. 4 °C’de depolanan örneğin ΔE değeri raf ömrü boyunca $\Delta E>3$ olarak belirlenirken, 22 °C’de depolanan örneğin ΔE değeri 15. günde $\Delta E>3$, 20 ve 25. günlerde ise $1.5<\Delta E<3$ aralığında bulunmuştur. Elde edilen bu bulgular, ultrasonikasyon uygulanan meyan kökü şerbetinin depolamanın 15. gününden sonra gözle görünür bir renk farklılığının olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.100).

Şekil 4.71’de 4 ve 22 °C’de depolanan herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü örnekleri ile ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin 15. günde çekilmiş bir görüntüsü bulunmaktadır. Şekilde son taraftan başlayarak US-RÖ 4 °C, US-RÖ 22

°C, kontrol 4 °C ve kontrol 22 °C örnekleri sıralanmıştır. Ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin renkleri kontrol örneklerine göre daha koyu olsa da daha berrak bir görüntüleri olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.71).



Şekil 4.71. Meyan kökü şerbeti örneklerinin depolamanın 15. günde elde edilen görüntüsü (soldan sağa US-RÖ 4 °C, US-RÖ 22 °C, kontrol 4 °C, kontrol 22 °C).

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde analiz edilen bulanıklık (NTU) değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler çizelge 4.101’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.101. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin bulanıklık (NTU) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	27.67±0.619 ^{Aa}	112.8±1.073 ^{Ab}	149.3±2.293 ^{Ac}	182.0±0.877 ^{Ad}
Kontrol 22° C	27.67±0.619 ^{Aa}	184.4±1.795 ^{Bb}	192.5±0.937 ^{Bc}	202.6±0.570 ^{Bd}
US-RÖ 4° C	41.30±0.405 ^{Ba}	53.19±0.858 ^{Cb}	77.13±1.301 ^{Cc}	102.8±0.443 ^{Cd}
US-RÖ 22° C	41.30±0.405 ^{Ba}	121.2±0.784 ^{Db}	155.1±1.337 ^{Dc}	175.7±0.675 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.101’de verilen bulgular incelendiğinde, raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerlerinde önemli derecede artışlar olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Bulanıklık değerinde meydana gelen en büyük artış 0. gün ile karşılaştırıldığında yaklaşık 202.6 NTU değerine ulaşan 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülürken, en az seviyede artış 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örnekte görülmüştür. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında bulanıklık değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.101).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin toplam asitlik (g/100 mL) değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.102’de gösterilmiştir. Meyan kökü şerbeti örneklerinin hiçbirinde toplam asitlik miktarının raf ömrü boyunca değişmediği belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.102).

Çizelge 4.102. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin toplam asitlik (g/100 mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
Kontrol 22° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
US-RÖ 4° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
US-RÖ 22° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde analiz edilen TMAB sayısı (log kob/mL) değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler çizelge 4.103’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.103. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	5.45±0.620 ^{Aa}	7.17±0.540 ^{Ab}	8.92±0.377 ^{Ac}	T.E.
Kontrol 22° C	5.45±0.620 ^{Aa}	8.58±0.060 ^{Bb}	T.E.	T.E.
US-RÖ 4° C	2.39±0.369 ^{Ba}	4.46±0.298 ^{Cb}	5.43±0.575 ^{Bc}	7.36±0.577 ^{Ad}
US-RÖ 22° C	2.39±0.369 ^{Ba}	7.83±0.334 ^{Ab}	9.62±0.004 ^{Ac}	T.E.

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. T.E: Tespit edilemedi. *: Tabloda ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, raf ömrüne bırakılan bütün örneklerin TMAB sayılarında günler ilerledikçe artış meydana geldiği belirlenmiştir. Özellikle 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde 20. günden itibaren TMAB sayılarının çok fazla olması sebebiyle sayım yapılamamıştır. Aynı şekilde 4 °’de depolanan kontrol örneği ve 22 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğinde de 25. günden itibaren sayım yapılamamıştır. 25. günde sayım yapılabilen tek örnek 4 °’de depolanan ve optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış örnek olmuştur. 15. günde ortaya çıkan TMAB sayıları dikkate alındığında, en düşük sayıya sahip olan ve kontrol örneklerinin 0. gününden daha az TMAB sayısına sahip olan US-RÖ 4 °C örneğinin 15. günde bozulmaya uğramayan tek örnek olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMAB sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0. gününde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.103).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin TMK (log kob/mL) değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.104’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.104. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMK sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	5.44±0.630 ^{Aa}	7.11±0.533 ^{Ab}	8.90±0.373 ^{Ac}	T.E.
Kontrol 22° C	5.44±0.630 ^{Aa}	8.55±0.010 ^{Bb}	T.E.	T.E.
US-RÖ 4° C	2.40±0.377 ^{Ba}	4.36±0.292 ^{Cb}	5.39±0.574 ^{Bc}	7.32±0.548 ^{Ad}
US-RÖ 22° C	2.40±0.377 ^{Ba}	7.80±0.333 ^{Ab}	9.60±0.001 ^{Ac}	T.E.

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. T.E: Tespit edilemedi. *: Tabloda ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca TMK sayılarında meydana gelen değişimleri TMAB sayılarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. 22 °C’de depolanan kontrol örneğinin TMK sayıları çok yüksek olduğundan 20. günden itibaren sayım yapılamamıştır. Bunun yanında, 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örnek dışında kalan örneklerde 25. günde sayım yapılamamıştır. 15. günde ortaya çıkan TMK sayıları dikkate alındığında, en düşük sayıya sahip olan ve kontrol örneklerinin 0. gününden daha az TMK sayısına sahip olan US-RÖ 4 °C örneğinin 15. günde bozulmaya uğramayan tek örnek olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMK sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0. gününde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.104).

Raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örnekleri için yapılan duyu analizlerinde panelistlerden 11 farklı kriter için puanlama yapılmalı istenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.105’de gösterilmiştir. 22 °C’de depolanan bütün örneklerde bozulma çok yüksek seviyelerde olduğundan duyu analizler bu örnekler için gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.105. Ultrasonikasyon uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin duyuusal özellikleri değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Günler	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk Yoğunluğu	Parçacık-Partikül Durumu	Koku-Aroma	Yoğunluk	Meyan Kökü Tadı	Acı Tat Varlığı	Ekşi Tad Varlığı	Tatlılık	Ağızda Bıraktığı His
Kontrol 4 °C	0	9.40±0.54	9.00±0.70	9.60±0.54	9.40±0.54	10.0±0.00	9.60±0.548	9.20±0.83	9.00±0.70	9.20±0.83	9.60±0.54	10.0±0.00
Kontrol 4 °C	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 4 °C	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 4 °C	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US-RÖ 4 °C	0	9.40±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	9.40±0.54 ^a	9.40±0.54 ^a	10.0±0.00 ^a	9.50±0.57 ^a	10.0±0.00 ^a	9.40±0.54 ^a	10.0±0.00 ^a	9.75±0.50 ^a
US-RÖ 4 °C	15	9.25±0.50 ^a	9.75±0.50 ^a	9.50±0.57 ^a	9.25±0.50 ^a	9.50±0.57 ^a	9.40±0.54 ^a	9.20±0.83 ^a	9.00±0.70 ^b	9.25±0.50 ^a	9.80±0.44 ^a	9.20±0.83 ^a
US-RÖ 4 °C	20	5.20±0.83 ^b	5.20±1.09 ^b	5.60±0.54 ^b	3.20±0.83 ^b	2.20±0.83 ^b	4.40±0.54 ^b	4.20±0.83 ^b	5.80±0.44 ^c	4.20±0.83 ^b	4.40±0.54 ^b	2.60±0.54 ^b
US-RÖ 4 °C	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

22 °C’de depolanan bütün örneklerde bozulma çok yüksek seviyelerde olduğundan duyu analizler bu örnekler için gerçekleştirilememiştir. Ayrıca, 4°C’de depolanan kontrol örneğinin de 15. günde büyük oranda bozulması gerçekleştiği için yalnızca 0. günde duyu analizler yapılabilmektedir. 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneklerde ise yalnızca 25. günde duyu analiz yapılamamıştır. Optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler raf ömrünün ilk 15 gününde bütün duyu analiz kriterlerinde panelistler tarafından yüksek puanlar ile değerlendirilirken, 20. günde bu puanların büyük düşüşler gösterdiği anlaşılmaktadır. En düşük değerler, parçacık-partikül durumu, koku-aroma ve ağızda bıraktığı his kriterlerinde görülmüştür (Çizelge 4.105). Duyu analiz sonuçlarından, meyan kökü şerbeti örneklerinden yalnızca 4 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğin 15 günün üzerinde bir raf ömrüne sahip olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Diğer bütün örnekler 15. güne ulaştığında tüketilemeyecek duruma gelmiştir.

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin glisirik asit ve glabridin değerleri analiz edilmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.106’da, 22 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler Çizelge 4.107’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.106. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Glisirik Asit (ppm)	Glabridin (ppm)
Kontrol 4 °C	0	574.5±8.66 ^a	0.195±0.02 ^{ab}
Kontrol 4 °C	15	506.9±17.1 ^a	0.127±0.01 ^b
Kontrol 4 °C	20	473.3±54.8 ^a	0.192±0.09 ^{ab}
Kontrol 4 °C	25	519.9±5.07 ^a	0.391±0.01 ^a
US-RÖ 4 °C	0	536.2±2.96 ^a	0.157±0.04 ^a
US-RÖ 4 °C	15	514.2±16.6 ^a	0.183±0.02 ^a
US-RÖ 4 °C	20	520.0±34.0 ^a	0.369±0.20 ^a
US-RÖ 4 °C	25	512.0±18.4 ^a	0.229±0.10 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, 4 °C’de depolanan kontrol örneğinin glisirizik asit miktarı 20. güne kadar bir düşüş gösterirken, 25. günde bir önceki ölçüm gününe göre artış göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin glisirizik asit miktarının kontrol örneğine göre daha istikrarlı seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Raf ömrünün 0. gününe kıyasla ilerleyen günlerde glisirizik asit miktarı azalmış ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ayrıca ultrasonikasyon uygulanmış örneğin glisirizik asit miktarının kontrol örneğine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinin glabridin miktarı incelendiğinde, 15. günde miktarda bir azalma olduğu ancak 20. günden itibaren önemli seviyede artış olduğu anlaşılmaktadır. Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin glabridin miktarı kontrol örneğinde elde edilen sonuçlarla farklılık göstermiştir. Raf ömrünün 20. gününe kadar glabridin miktarı artış gösterirken 25. günde azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.106).

Çizelge 4.107. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Glisirizik Asit (ppm)	Glabridin (ppm)
Kontrol 22 °C	0	574.5±8.66 ^a	0.195±0.02 ^a
Kontrol 22 °C	15	191.0±269.0 ^{ab}	0.294±0.38 ^a
Kontrol 22 °C	20	2.19±0.12 ^b	0.543±0.11 ^a
Kontrol 22 °C	25	249.6±36.9 ^{ab}	0.00±0.00 ^a
US-RÖ 22 °C	0	536.2±2.96 ^a	0.157±0.04 ^a
US-RÖ 22 °C	15	5.55±2.55 ^b	0.233±0.17 ^a
US-RÖ 22 °C	20	150.0±208.0 ^{ab}	0.274±0.38 ^a
US-RÖ 22 °C	25	1.47±1.76 ^b	1.293±0.16 ^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

22 °C’de raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örneklerinin glisirizik asit miktarları istikrarlı sonuçlar ortaya koyamamıştır. 22 °’deki örneklerin çok çabuk bozulmuş olması bunun nedeni olarak düşünülmektedir. Hem kontrol örneğinde hem de ultrasonikasyon uygulanmış örnekte glisirizik asit miktarları önemli derece düşüşler göstermiştir. Glabridin miktarlarına bakıldığında ise, kontrol örneğinin glabridin miktarında 20. güne kadar bir artış olduğu, 25. günde ise glabridin miktarının tespit edilmeyecek düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Ultrasonikasyon

uygulanmış örneğin glabridin miktarı ise raf ömrü boyunca sürekli olarak artış göstermiştir (Çizelge 4.107).

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin organik asit miktarları (asetik asit, formik asit, fumarik asit) analiz edilmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.108’de, 22 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.109’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.108. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Asetik Asit (ppm)	Formik Asit (ppm)	Fumarik Asit (ppm)
Kontrol 4 °C	0	10.66±1.88 ^a	58.49±1.12 ^{abc}	0.546±0.008 ^a
Kontrol 4 °C	15	40.36±3.73 ^{ab}	62.08±0.39 ^{ab}	0.339±0.038 ^{ab}
Kontrol 4 °C	20	75.8±21.7 ^{ab}	26.8±23.9 ^{bcd}	0.176±0.250 ^{ab}
Kontrol 4 °C	25	53.56±10.28 ^{ab}	11.82±7.97 ^d	0.000±0.000 ^b
US-RÖ 4 °C	0	15.48±1.87 ^{ab}	69.98±6.68 ^a	0.529±0.000 ^a
US-RÖ 4 °C	15	91.00±14.4 ^b	22.92±2.08 ^{cd}	0.000±0.000 ^b
US-RÖ 4 °C	20	67.4±49.3 ^{ab}	20.25±2.34 ^d	0.165±0.233 ^{ab}
US-RÖ 4 °C	25	25.43±1.94 ^{ab}	0.00±0.00 ^d	0.000±0.000 ^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.108’de verilen bulgulara göre, kontrol örneğinin asetik asit miktarı 20. güne kadar artış gösterirken 25. günde azalma meydana gelmiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin asetik asit miktarı ise 15. günde 0. güne daha yüksek iken, 20. günden itibaren azalma göstermiştir. Formik asit miktarları incelendiğinde, kontrol örneğindeki miktar 15. günde az da olsa artış gösterirken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde önemli düşüşler göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin formik asit miktarı raf ömrü boyunca sürekli olarak azalma göstermiş ve 25. günde tespit edilemeyecek seviyeye gelmiştir. Kontrol örneğinin fumarik asit miktarı raf ömrü boyunca sürekli olarak azalma göstermiş ve 25. günde tespit edilememiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin fumarik asit miktarı raf ömrü süresince önemli düşüşler göstermiş, 15 ve 25. günlerde fumarik asit tespit edilememiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler organik asitler bakımından karşılaştırıldığında, asetik asit ve formik asit

ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha yüksek miktarlarda bulunurken, fumarik asit miktarı kontrol örneğinde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.108).

Çizelge 4.109. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Asetik Asit (ppm)	Formik Asit (ppm)	Fumarik Asit (ppm)
Kontrol 22 °C	0	10.66±1.88 ^a	58.49±1.12 ^a	0.546±0.008 ^a
Kontrol 22 °C	15	66.25±7.88 ^b	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c
Kontrol 22 °C	20	100.02±7.09 ^c	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c
Kontrol 22 °C	25	0.000±0.00 ^a	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c
US-RÖ 22 °C	0	15.48±1.87 ^a	69.98±6.68 ^b	0.529±0.000 ^b
US-RÖ 22 °C	15	55.23±10.40 ^{bc}	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c
US-RÖ 22 °C	20	99.05±9.13 ^c	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c
US-RÖ 22 °C	25	25.45±9.49 ^{ac}	0.000±0.00 ^c	0.000±0.000 ^c

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

22 °C’de depolanan kontrol örneğinin asetik asit miktarı 20. güne kadar önemli ölçüde artarken, 25. günde tespit edilememiştir. Benzer bir şekilde ultrasonikasyon uygulanmış örneğin asetik asit miktarı 20. güne kadar bir artış göstermiş, 25. günde ise önemli bir düşüş meydana gelmiştir. Hem kontrol örneğinin hem de ultrasonikasyon uygulanmış örneğin formik asit ve fumarik asit miktarları yalnızca raf ömrünün 0. gününde tespit edilebilmiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler organik asitler bakımından karşılaştırıldığında, asetik asit ve formik asit ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha yüksek miktarlarda bulunurken, fumarik asit miktarı kontrol örneğinde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.109).

Raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örneklerinin fenolik madde miktarları (gallik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit ve mirisetin) analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.110 ve Çizelge 4.111’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.110. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Gallik Asit (ppm)	p-kumarik Asit (ppm)	Klorojenik Asit (ppm)	Vanilik Asit (ppm)	Kafeik Asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Kontrol 4 °C	0	8.61±0.62 ^a	4.45±0.35 ^a	3.01±0.04 ^a	25.95±0.83 ^a	11.0±0.00 ^a	0.708±0.07 ^a
Kontrol 4 °C	15	8.57±0.15 ^a	3.24±0.04 ^{bc}	2.82±0.10 ^a	21.58±0.09 ^b	1.98±0.00 ^c	0.616±0.19 ^a
Kontrol 4 °C	20	7.27±0.00 ^{bc}	2.85±0.00 ^c	3.19±0.00 ^a	17.60±0.00 ^c	1.70±0.00 ^c	0.453±0.00 ^a
Kontrol 4 °C	25	7.06±0.17 ^c	2.80±0.13 ^c	3.74±0.24 ^a	17.74±0.79 ^c	1.86±0.12 ^c	0.442±0.02 ^a
US-RÖ 4 °C	0	8.78±0.11 ^a	3.75±0.02 ^{ab}	2.84±0.29 ^a	24.46±0.47 ^a	10.2±0.27 ^a	0.731±0.01 ^a
US-RÖ 4 °C	15	8.08±0.09 ^{abc}	3.08±0.17 ^{bc}	2.84±0.37 ^a	21.57±0.61 ^b	1.80±0.24 ^c	0.460±0.03 ^a
US-RÖ 4 °C	20	8.31±0.44 ^{ab}	2.85±0.21 ^c	3.09±0.51 ^a	21.16±0.42 ^b	1.87±0.11 ^c	0.449±0.03 ^a
US-RÖ 4 °C	25	8.13±0.11 ^{abc}	2.83±0.16 ^c	3.53±0.13 ^a	19.19±1.33 ^{bc}	1.92±0.11 ^c	0.447±0.00 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.111. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Gallik Asit (ppm)	p-kumarik Asit (ppm)	Klorojenik Asit (ppm)	Vanilik Asit (ppm)	Kafeik Asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Kontrol 22 °C	0	8.61±0.62 ^a	4.45±0.35 ^a	3.01±0.04 ^{ab}	25.95±0.83 ^a	11.0±0.00 ^a	0.708±0.07 ^a
Kontrol 22 °C	15	7.06±1.73 ^a	0.57±0.15 ^c	2.84±0.26 ^{ab}	14.39±8.08 ^{ab}	0.47±0.10 ^b	0.230±0.02 ^b
Kontrol 22 °C	20	5.58±0.15 ^a	0.43±0.03 ^c	3.63±1.56 ^{ab}	14.42±4.97 ^{ab}	0.48±0.00 ^b	0.198±0.02 ^b
Kontrol 22 °C	25	8.90±1.56 ^a	0.48±0.02 ^c	1.82±0.02 ^{ab}	10.32±0.34 ^{ab}	1.15±0.05 ^b	0.221±0.02 ^b
US-RÖ 22 °C	0	8.78±0.11 ^a	3.75±0.02 ^b	2.84±0.29 ^{ab}	24.46±0.47 ^a	10.2±0.27 ^a	0.731±0.01 ^a
US-RÖ 22 °C	15	7.53±0.21 ^a	0.47±0.00 ^c	4.63±0.39 ^a	15.03±1.87 ^{ab}	0.80±0.22 ^b	0.185±0.01 ^b
US-RÖ 22 °C	20	6.97±2.20 ^a	0.45±0.04 ^c	1.02±1.34 ^b	12.76±5.23 ^{ab}	0.68±0.68 ^b	0.189±0.01 ^b
US-RÖ 22 °C	25	6.11±0.09 ^a	0.51±0.03 ^c	2.02±0.65 ^{ab}	6.00±5.08 ^b	0.33±0.27 ^b	0.191±0.01 ^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.110'da verilen bulgular incelendiğinde, 4 °C'de depolanan kontrol örneğinin gallik asit miktarı raf ömrü boyunca azalma göstermiştir. Aynı şekilde ultrasonikasyon uygulanan örneğin gallik asit miktarı da raf ömrünün ilerleyen zamanlarında genellikle azalma eğilimi göstermiştir. Örneklerin p-kumarik asit miktarları dikkate alındığında, raf ömrünün bütün günlerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinin klorojenik asit miktarı 15. günde azalma gösterirken, depolamanın 20. gününden itibaren artış göstermiştir. 4 °C'de depolanmış ve ultrasonikasyon uygulanmış örneğin klorojenik asit miktarı 15. günde bir değişikliğe uğramazken, 20. günden sonra klorojenik asit miktarı artışa geçmiş ancak bu artış istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Hem kontrol örneğinin hem de ultrasonikasyon uygulanmış örneğin vanilik asit miktarları depolamanın 15. gününden itibaren azalma göstermiştir. Aynı şekilde 4 °C'de depolanan bütün örneklerin kafeik asit miktarları 15. günde önemli ölçüde bir azalmaya uğramış, ilerleyen günlerde meydana gelen değişimler ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Örneklerin mirisetin miktarlarının da depolamanın 15. gününden itibaren azalma gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler fenolik madde miktarları bakımından karşılaştırıldığında, gallik asit ve mirisetin miktarları ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha fazla bulunurken, p-kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit ve kafeik asit miktarları kontrol örneğinde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur (Çizelge 4.110).

Çizelge 4.111'de verilen 22 °C'de depolanmış örneklerin fenolik madde miktarları incelendiğinde, kontrol örneğinin gallik asit miktarı 20. güne kadar azalma gösterirken, 25. günde artış göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örnekte depolamanın bütün günlerinde gallik asit miktarı azalma göstermiştir. Her iki örnekte de p-kumarik asit miktarları 15. günden itibaren önemli bir düşüş göstermiştir. Kontrol örneğinin klorojenik asit miktarının genel olarak bir azalma eğilimi göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin klorojenik asit miktarı 15. günde artış gösterirken, ilerleyen günde bu miktar önemli ölçüde azalmıştır. Hem kontrol örneğinin hem de ultrasonikasyon uygulanmış örneğin vanilik asit miktarları depolamanın 15. gününden itibaren azalma göstermiştir. Aynı şekilde 4 °C'de depolanan bütün örneklerin kafeik asit miktarları 15. günden itibaren önemli bir azalma eğilimi göstermiştir. Örneklerin mirisetin miktarlarının da depolamanın 15.

gününden itibaren azalma gösterdiği belirlenmiştir. 22 °’de depolanan kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler fenolik madde miktarları bakımından karşılaştırıldığında, gallik asit ve mirisetin miktarları ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha fazla bulunurken, p-kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit ve kafeik asit miktarları kontrol örneğinde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur (Çizelge 4.111).

Optimum koşullarda ultrasonikasyon uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin mineral madde miktarı (Na, Mg, K, Ca, B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Ba, Hg ve Pb) analiz edilmiştir. Na, Mg, K, ve Ca elementleri ppm cinsinden, geri kalan elementler ppb cinsinden verilmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerde Na, Mg, K ve Ca elementlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.112’de, 22 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.113’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.112. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)
Kontrol 4 °C	0	8.44±1.92 ^a	15.92±3.36 ^a	43.83±9.28 ^a	21.80±5.54 ^a
Kontrol 4 °C	15	10.49±0.00 ^a	18.81±0.01 ^a	54.39±0.00 ^a	26.89±0.04 ^a
Kontrol 4 °C	20	10.66±0.14 ^a	19.66±0.82 ^a	55.50±1.03 ^a	27.83±2.02 ^a
Kontrol 4 °C	25	10.69±0.00 ^a	19.95±0.00 ^a	57.19±0.05 ^a	27.67±0.00 ^a
US-RÖ 4 °C	0	10.13±0.01 ^a	18.68±0.23 ^a	54.28±0.47 ^a	26.08±0.64 ^a
US-RÖ 4 °C	15	9.06±0.00 ^b	16.62±0.00 ^b	46.98±0.04 ^b	23.31±0.00 ^b
US-RÖ 4 °C	20	9.09±0.00 ^c	16.04±0.02 ^c	46.18±0.00 ^b	23.78±0.00 ^b
US-RÖ 4 °C	25	11.50±0.00 ^d	21.08±0.00 ^d	59.50±0.09 ^c	29.20±0.02 ^c

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, örneklerdeki Na, Mg, K ve Ca miktarları raf ömrü boyunca birbirlerine paralel sonuçlar vermiştir. Bu 4 elementin miktarları 4 °C’de depolanan kontrol örneğinde raf ömrü boyunca artış eğilimi gösterirken, ultrasonikasyon uygulanmış örnekte bu miktarlar 20. güne kadar azalma gösterip 25. günde artmıştır. Bunun yanında, ultrasonikasyon uygulanmış örneğin 0. gündeki Na, Mg, K ve Ca miktarları kontrol örneğine kıyasla daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.112).

Çizelge 4.113. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)
Kontrol 22 °C	0	8.44±1.92 ^a	15.92±3.36 ^a	43.83±9.28 ^a	21.80±5.34 ^a
Kontrol 22 °C	15	10.37±0.00 ^a	18.05±0.00 ^a	54.26±0.00 ^a	24.09±0.00 ^a
Kontrol 22 °C	20	10.83±0.61 ^a	18.92±0.61 ^a	52.99±1.48 ^a	24.73±0.31 ^a
Kontrol 22 °C	25	11.29±0.00 ^a	19.08±0.00 ^a	57.46±0.00 ^a	24.69±0.00 ^a
US-RÖ 22 °C	0	10.13±0.01 ^a	18.68±0.23 ^a	54.28±0.47 ^a	26.01±0.64 ^a
US-RÖ 22 °C	15	9.43±0.52 ^a	17.12±0.70 ^a	48.95±2.79 ^a	24.18±1.23 ^a
US-RÖ 22 °C	20	10.37±0.00 ^a	18.07±0.00 ^a	53.55±0.00 ^a	23.46±0.00 ^a
US-RÖ 22 °C	25	11.01±0.68 ^a	19.67±1.99 ^a	56.68±3.99 ^a	26.35±4.03 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.113’de verilen bulgulara incelendiğinde, 22 °C’de depolanan hem kontrol örneğinde hem de ultrasonikasyon uygulanmış örnekte Na, Mg, K ve Ca elementlerinin miktarlarında meydana gelen değişimler paralellik göstermiştir. Bu elementler kontrol örneğinde raf ömrü süresince genel olarak bir artış gösterirken (K elementinin 20. günü hariç), ultrasonikasyon uygulanmış örneklerde bu elementler 15. güne kadar azalma gösterip depolamanın ilerideki günlerinde artış göstermiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler Na, Mg, K ve Ca miktarları bakımından karşılaştırıldığında, bu elementlerin miktarları ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.113).

Çizelge 4.114. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	B (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Fe (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)
Kontrol 4 °C	0	34.61±8.06 ^a	1.50±0.23 ^a	91.60±25.30 ^a	68.5±24.60 ^a	2.57±0.30 ^a	12.85±2.85 ^a
Kontrol 4 °C	15	39.13±0.05 ^a	1.60±0.01 ^a	119.7±1.83 ^b	61.09±0.66 ^a	2.99±0.00 ^a	18.22±0.09 ^a
Kontrol 4 °C	20	35.21±0.00 ^a	1.11±0.01 ^a	154.8±2.40 ^b	251.0±6.81 ^b	2.50±0.01 ^a	20.78±0.91 ^b
Kontrol 4 °C	25	36.08±0.04 ^a	1.43±0.01 ^a	167.6±1.41 ^b	440.0±6.41 ^c	2.76±0.00 ^a	22.77±0.04 ^b
US-RÖ 4 °C	0	37.44±1.02 ^a	1.67±0.01 ^a	116.0±3.61 ^a	72.78±4.87 ^a	2.93±0.01 ^a	17.38±2.15 ^{ab}
US-RÖ 4 °C	15	34.91±0.00 ^b	1.46±0.01 ^b	102.30±2.89 ^b	55.88±1.27 ^b	2.68±0.02 ^b	13.24±0.02 ^b
US-RÖ 4 °C	20	26.05±0.07 ^c	1.03±0.01 ^c	127.91±2.33 ^c	255.6±4.03 ^c	2.13±0.01 ^c	19.62±0.07 ^a
US-RÖ 4 °C	25	28.43±0.05 ^d	1.61±0.02 ^d	148.30±0.70 ^d	468.5±1.84 ^d	2.42±0.01 ^d	20.13±0.02 ^a

Çizelge 4.114. (devam)

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)
Kontrol 4 °C	0	23.68±4.39 ^a	79.70±23.00 ^a	0.00±0.00 ^a	18.73±5.25 ^a	0.00±0.00	1.30±0.10 ^a
Kontrol 4 °C	15	31.30±0.01 ^{ab}	215.10±3.92 ^b	0.00±0.00 ^a	22.57±0.31 ^a	0.00±0.00	1.77±0.00 ^b
Kontrol 4 °C	20	35.31±0.27 ^b	339.10±6.48 ^c	0.44±0.00 ^b	37.26±0.83 ^b	0.00±0.00	2.52±0.48 ^c
Kontrol 4 °C	25	46.20±0.07 ^c	121.00±2.16 ^a	0.39±0.00 ^c	38.18±0.61 ^b	0.00±0.00	1.40±0.96 ^a
US-RÖ 4 °C	0	29.97±0.27 ^a	111.80±1.47 ^a	0.00±0.00 ^a	20.73±1.40 ^a	0.00±0.00	1.50±0.01 ^a
US-RÖ 4 °C	15	24.17±0.02 ^b	129.60±2.52 ^b	0.00±0.00 ^a	18.95±0.10 ^a	0.00±0.00	1.45±0.00 ^b
US-RÖ 4 °C	20	23.67±0.03 ^b	523.17±11.38 ^c	0.38±0.00 ^d	27.02±0.36 ^b	0.00±0.00	2.20±0.22 ^c
US-RÖ 4 °C	25	38.18±0.01 ^c	192.50±4.67 ^d	0.37±0.00 ^c	32.53±0.93 ^c	0.00±0.00	2.54±0.00 ^d

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p > 0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.114'de 4 °C'de depolanan kontrol ve ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb elementlerinin miktarlarında raf ömrü boyunca meydana değişimler gösterilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, 4 °C'de depolanmış kontrol örneğinin B, Cr, Mn, ve Co miktarları raf ömrü süresince benzer sonuçlar vermiştir. Bu elementler raf ömrünün 15. gününe kadar artış göstermiş bu günden sonra azalma göstermiş ve son olarak 25. günde tekrar artış göstermiştir. Bu artış ve azalışlar Mn elementi dışında kalanlar için istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, kontrol örneğinin içerdiği Ni, Cu ve Ba miktarları raf ömrü boyunca sürekli olarak artış göstermiştir. Zn ve Pb miktarları ise 20. güne kadar artış gösterirken, 25. günde azalmıştır. Kontrol örneğinin Fe miktarında 15. günde 0. güne kıyasla azalma görülürken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde önemli derecede artış gözlenmiştir. As elementinin miktarı raf ömrünü 0 ve 15. günde tespit edilemezken 20 ve 25. günlerde sırasıyla 0.44 ve 0.39 ppb olarak bulunmuştur. Kontrol örneğinde raf ömrü boyunca Hg elementinin miktarı belirlenememiştir (Çizelge 4.114).

Dört °C'de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğinin içerdiği B, Cr, Co ve Cu miktarları raf ömrü boyunca benzer değişimler sergilemiştir. Bu 4 element miktarları depolamanın 20. gününe kadar azalma gösterirken, 25. günde artış olduğu belirlenmiştir. Mn, Fe, Ni, Ba ve Pb elementlerinin miktarları ise, raf ömrünün 15. gününde azalmış ve raf ömrünün ilerleyen günlerinde sürekli bir artış göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin As ve Hg miktarları kontrol örneğinde elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. As elementi raf ömrünün 20 ve 25. günlerinde tespit edilebilirken, Hg elementinin miktarı hiçbir günde tespit edilememiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler çizelge 4.114'de verilen elementlerin miktarları 0. günlerde karşılaştırıldığında, miktar tespiti yapılamayan As ve Hg dışındaki bütün elementlerin miktarları ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.114).

Çizelge 4.115'de 22 °C'de depolanan kontrol ve ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb elementlerinin miktarlarında raf ömrü boyunca meydana değişimler gösterilmiştir.

Çizelge 4.115. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	B (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Fe (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)
Kontrol 22 °C	0	34.61±8.06 ^a	1.50±0.23 ^a	91.60±25.30 ^a	68.5±24.60 ^a	2.57±0.30 ^a	12.85±2.85 ^a
Kontrol 22 °C	15	33.02±0.00 ^a	1.30±0.00 ^a	45.26±2.45 ^a	51.24±5.59 ^a	2.65±0.00 ^a	14.63±1.15 ^{ab}
Kontrol 22 °C	20	29.43±0.52 ^a	1.01±0.16 ^a	77.3±39.4 ^a	250.5±72.2 ^b	1.90±0.26 ^a	20.68±2.29 ^a
Kontrol 22 °C	25	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c
US-RÖ 22 °C	0	37.44±1.02 ^a	1.67±0.01 ^a	116.0±3.61 ^a	72.78±4.87 ^a	2.93±0.01 ^a	17.38±2.15 ^{ab}
US-RÖ 22 °C	15	34.52±0.54 ^b	1.39±0.11 ^a	81.8±29.0 ^{ab}	68.8±18.2	2.63±0.07 ^b	13.56±0.44 ^b
US-RÖ 22 °C	20	27.±63±1.26 ^c	0.64±0.00 ^b	39.80±7.85 ^b	350.7±28.9	1.83±0.00 ^c	18.07±2.18 ^a
US-RÖ 22 °C	25	28.48±0.08 ^c	1.73±0.16 ^a	142.1±8.59 ^a	572.0±147.0	2.33±0.12 ^d	20.97±1.19 ^a

Çizelge 4.115. (devam)

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)
Kontrol 22 °C	0	23.68±4.39 ^a	79.70±23.00 ^a	0.00±0.00 ^a	18.73±5.25 ^a	0.00±0.00	1.30±0.10 ^a
Kontrol 22 °C	15	24.42±1.29 ^a	121.7±8.56 ^a	0.00±0.00 ^a	19.56±1.19 ^a	0.00±0.00	2.33±0.25 ^a
Kontrol 22 °C	20	32.63±1.53 ^a	298.0±22.8 ^b	0.33±0.04 ^b	32.84±0.37 ^b	0.00±0.00	1.16±0.94 ^a
Kontrol 22 °C	25	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.02±0.00 ^a	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00	0.00±0.00 ^a
US-RÖ 22 °C	0	29.97±0.27 ^a	111.80±1.47 ^a	0.00±0.00 ^a	20.73±1.40 ^a	0.00±0.00	1.50±0.01 ^a
US-RÖ 22 °C	15	28.73±6.44 ^a	139.6±14.2 ^a	0.00±0.00 ^a	19.70±1.07 ^a	0.00±0.00	1.84±0.55 ^a
US-RÖ 22 °C	20	31.77±3.51 ^a	183.9±11.6 ^a	0.34±0.00 ^b	31.31±2.39 ^b	0.00±0.00	2.51±0.00 ^a
US-RÖ 22 °C	25	39.56±1.94 ^a	162.2±43.0 ^a	0.38±0.01 ^c	34.36±2.59 ^b	0.00±0.00	3.33±1.11 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.115’de verilen 22 °C’de depolanmış kontrol örneğinin mineral madde bulguları incelendiğinde, As dışında kalan elementlerin 25. gün sonunda miktarları tespit edilememiştir. Bu elementlerden B ve Cr’nin miktarları raf ömrü boyunca sürekli olarak azalmıştır. Ni, Cu, Zn ve Ba elementlerinin miktarları ise 20. güne kadar artmış, 25. günde ise tespit edilemeyecek seviyede düşük bulunmuştur. Kontrol örneğindeki Mn ve Fe elementlerinin miktarları 15. günde azalırken, 20. günde önemli ölçüde artmıştır. As elementinin 0 ve 15. günde miktarı tespit edilemezken, 20 ve 25. günlerde sırasıyla 0.33 ve 0.02 ppb olarak bulunmuştur. Kontrol örneğinde Hg miktarı raf ömrünün hiçbir gününde tespit edilememiştir (Çizelge 4.115).

22 °C’de depolanan ultrasonikasyon uygulanmış örneğinin içerdiği B, Cr, Mn ve Co elementlerinin miktarları 20. güne kadar azalma göstermiş, 25. günde ise bir önceki güne göre artış göstermiştir. Fe, Ni, Cu ve Ba elementlerinin miktarları ise 15. günde azalırken, depolamanın ilerleyen günlerinde artmıştır. Zn ve Pb elementlerinin miktarları raf ömrü boyunca genellikle artış eğilimi göstermiştir. Ultrasonikasyon uygulanmış örneğin Hg miktarı tespit edilemezken, As elementi sadece 20 ve 25. günlerde tespit edilebilmiştir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örneklerin çizelge 23’de verilen elementlerin miktarları 0. günlerde karşılaştırıldığında, miktar tespiti yapılamayan As ve Hg dışındaki bütün elementlerin miktarları ultrasonikasyon uygulanmış örnekte daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.115).

4.11.2 YHB Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Optimum koşullarda YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde pH değerleri analiz edilmiş ve sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler çizelge 4.116’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.116. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin pH değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	7.00±0.010 ^{Aa}	6.62±0.016 ^{Ab}	6.35±0.009 ^{Ac}	6.20±0.015 ^{Ad}
Kontrol 22° C	7.00±0.010 ^{Aa}	6.28±0.015 ^{Bb}	6.11±0.010 ^{Bc}	6.08±0.008 ^{Bd}
YHB-R 4° C	7.03±0.008 ^{Ba}	7.01±0.008 ^{Cb}	6.92±0.011 ^{Cc}	6.70±0.008 ^{Cd}
YHB-R 22 °C	7.03±0.008 ^{Ba}	6.73±0.006 ^{Db}	6.49±0.012 ^{Dc}	6.29±0.015 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-R: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.116’da verilen sonuçlara göre, YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında pH değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında, raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin pH değerlerinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. 22 °C’de depolanan örneklerdeki düşüşün, 4 °C’de depolanan örneklere göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Depolama süresi sonunda pH değerinde en fazla değişim meydana gelen örnek 6.08±0.008 değerine ulaşan 22 °C’de depolanmış kontrol örneğinde görülmüştür. YHB uygulanmış ve 4 °C’de depolanmış örneğin pH değeri 15. günde çok küçük bir düşüş göstermiş ancak bu düşüş istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. YHB-RÖ 4°C dışında kalan bütün örneklerin pH değerleri depolamanın 15. gününde büyük düşüşler göstermiştir (Çizelge 4.116).

Depolama süresi boyunca, YHB uygulanan ve herhangi bir işlem görmeyen meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.117’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.117. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	361.2±1.309 ^{Aa}	492.7±1.922 ^{Ab}	506.5±1.014 ^{Ac}	525.8±0.928 ^{Ad}
Kontrol 22° C	361.2±1.309 ^{Aa}	513.4±1.236 ^{Bb}	525.2±0.972 ^{Bc}	536.8±0.928 ^{Bd}
YHB-RÖ 4° C	357.6±0.767 ^{Ba}	374.3±1.936 ^{Cb}	392.4±1.667 ^{Cc}	442.4±1.810 ^{Cd}
YHB-RÖ 22° C	357.6±0.767 ^{Ba}	488.6±2.598 ^{Db}	514.0±1.000 ^{Dc}	523.6±1.118 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin kondaktivite değerlerinde önemli derecede artışlar olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Kondaktivite değerinde meydana gelen en büyük artış 0. gün ile karşılaştırıldığında ortalama 536.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerine ulaşan 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülürken, en az seviyede artış 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örnekte görülmüş ve bu örneğin kondaktivite değeri ortalama 442.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında kondaktivite değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.117).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin koyuluk-açıklık bileşimini gösteren L* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.118’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.118. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin L* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	52.02±0.581 ^{Aa}	49.05±0.338 ^{Ab}	47.29±0.253 ^{Ac}	46.25±0.337 ^{Ad}
Kontrol 22° C	52.02±0.581 ^{Aa}	45.14±0.229 ^{Bb}	43.34±0.342 ^{Bc}	41.92±0.298 ^{Bd}
YHB-RÖ 4° C	52.10±0.314 ^{Aa}	51.75±0.388 ^{Ca}	51.17±0.382 ^{Cb}	48.14±0.413 ^{Cc}
YHB-RÖ 22° C	52.10±0.314 ^{Aa}	46.82±0.238 ^{Db}	46.39±0.312 ^{Dc}	44.86±0.283 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, meyan kökü şerbetinin L* değerleri raf ömrü boyunca azalma göstermiş, yani meyan kökü şerbetinin renginde koyuluk artmıştır. YHB uygulanmış ve 4 °C’de depolanan örnek dışında kalan örneklerde L* değeri açısından raf ömrü boyunca ortaya çıkan farklılık bütün günlerde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. YHB-RÖ 4 °C örneğinde 0 ve 15. günlerde L* değerlerinde ortaya çıkan fark önemsiz ($p>0.05$) olarak bulunurken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde ortaya çıkan fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında L* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0. gününde önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, ilerleyen günlerde oluşan farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. 25 günün sonunda L* değerinde en fazla değişim gözlenen örnek 22 °C’de depolanan kontrol örneği olmuştur (Çizelge 4.118).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin yeşillik-kırmızılık bileşimini gösteren a* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.119’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.119. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin a* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	6.76±0.218 ^{Aa}	5.96±0.200 ^{Ab}	5.41±0.279 ^{Ac}	4.72±0.278 ^{Ad}
Kontrol 22° C	6.76±0.218 ^{Aa}	6.23±0.153 ^{Bb}	5.53±0.158 ^{Ac}	4.70±0.160 ^{Ad}
YHB-RÖ 4° C	6.70±0.352 ^{Aa}	6.53±0.074 ^{Ca}	6.11±0.094 ^{Bb}	5.72±0.157 ^{Bc}
YHB-RÖ 22° C	6.70±0.352 ^{Aa}	6.17±0.131 ^{Bb}	5.76±0.123 ^{Cc}	4.81±0.255 ^{Ad}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin a* değerlerinin bütün örneklerde azalma gösterdiği belirlenmiştir. En fazla azalmayı gösteren örneğin, raf ömrünün 25. gününde 4.70 değerine sahip olan 22 °C’de depolanmış kontrol örneği olduğu gözlenmiştir. Meyan kökü şerbetinin a* değerinde en az değişim gözlenen örnek ise YHB uygulanan ve 4 °C’de depolanan örnek olmuştur. Ayrıca, bu örnek dışında kalan örneklerde a* değerlerinde meydana gelen değişim raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örneğin a* değeri 0 ve 15. günlerde önemli bir değişim göstermezken ($p>0.05$), raf ömrünün ilerleyen günlerindeki farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında a* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0. gününde önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, ilerleyen günlerde oluşan farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.119).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin mavilik-sarılık bileşimini gösteren b* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.120'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.120. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin b* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	52.95±0.323 ^{Aa}	46.33±0.473 ^{Ab}	44.22±0.375 ^{Ac}	42.35±0.365 ^{Ad}
Kontrol 22° C	52.95±0.323 ^{Aa}	42.79±0.277 ^{Bb}	39.39±0.497 ^{Bc}	37.71±0.371 ^{Bd}
YHB-RÖ 4° C	54.21±0.201 ^{Ba}	52.79±0.317 ^{Cb}	52.13±0.239 ^{Cc}	48.90±0.568 ^{Cd}
YHB-RÖ 22° C	54.21±0.201 ^{Ba}	46.92±0.232 ^{Db}	45.01±0.397 ^{Dc}	43.28±0.550 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.120'de gösterilen bulgular incelendiğinde, raf ömrü boyunca b* değerlerinin sürekli olarak azaldığı ve bu azalmanın raf ömrünün bütün günlerinde istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Daha önceden bulunan analiz sonuçlarına benzer bir şekilde, b* değerlerinde en çok azalma görülen örnek 22 °C'de depolanan kontrol örneği olurken, en az değişim YHB uygulanmış ve 4 °C'de depolanan örnekte görülmüştür. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında b* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.120).

Daha önce yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak renk yoğunluğunu gösteren chroma (C*) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbetinin C* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.121'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.121. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin C* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	53.38±0.312 ^{Aa}	46.71±0.452 ^{Ab}	44.56±0.339 ^{Ac}	42.62±0.332 ^{Ad}
Kontrol 22° C	53.38±0.312 ^{Aa}	43.24±0.295 ^{Bb}	39.78±0.470 ^{Bc}	38.00±0.386 ^{Bd}
YHB-RÖ 4° C	54.62±0.183 ^{Ba}	53.19±0.318 ^{Cb}	52.48±0.247 ^{Cc}	49.23±0.546 ^{Cd}
YHB-RÖ 22° C	54.62±0.183 ^{Ba}	47.33±0.234 ^{Db}	45.38±0.408 ^{Dc}	43.54±0.539 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü.
*: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, meyan kökü şerbetinin C* değerleri raf ömrü boyunca azalma göstermiş, yani meyan kökü şerbetinin renk yoğunluğu azalmıştır. En fazla azalmayı gösteren örnek, raf ömrünün 25. gününde ortalama 38.00 değerine sahip olan 22 °C’de depolanmış kontrol örneğinde gözlenmiştir. Meyan kökü şerbetinin C* değerinde en az değişim gözlenen örnek ise YHB uygulanan ve 4 °C’de depolanan örnekte görülmüş ve bu değer ortalama 49.23±0.546 olarak bulunmuştur. Ayrıca, bütün örneklerde C* değeri açısından ortaya çıkan farklılık raf ömrünün her gününde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında C* değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.121).

Daha önce yapılan renk ölçümleri sonucu bulunan a* ve b* değerleri kullanılarak meyan kökü şerbetinin renk tonunu gösteren hue (h°) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbetinin h° değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.122’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.122. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin h° değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	1.443±0.004 ^{Aa}	1.442±0.005 ^{Aa}	1.448±0.007 ^{Aa}	1.459±0.007 ^{Ab}
Kontrol 22° C	1.443±0.004 ^{Aa}	1.426±0.002 ^{Bb}	1.431±0.005 ^{Bb}	1.446±0.003 ^{Ba}
YHB-RÖ 4° C	1.447±0.006 ^{Ba}	1.447±0.001 ^{Ca}	1.454±0.001 ^{Ab}	1.454±0.004 ^{Ab}
YHB-RÖ 22° C	1.447±0.006 ^{Ba}	1.440±0.002 ^{Ab}	1.443±0.001 ^{Ab}	1.459±0.006 ^{Ac}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca meyan kökü şerbetinin h° değerlerinde meydana gelen değişim incelendiğinde, kontrol örneklerinde h° değerleri 15. günde azalma gösterirken raf ömrünün 20 ve 25. günlerinde artış göstermiştir. YHB uygulanan 4 °C’de depolanan örnekte 15. günde önemli bir değişim gözlenmezken ($p>0.05$), 20. günden itibaren ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bütün örnekler arasında, 25 günün sonunda h° değerlerinde en fazla değişim gözlenen örnekler 22 °C’de depolanan YHB uygulanmış örnek ve 4 °C’de depolanan kontrol örneği olmuştur. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında h° değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün 0 ve 15. gününde önemli olarak ($p<0.05$) bulunurken, ilerleyen günlerde örneklerden elde edilen bulgular benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.122).

Herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol grubu ile YHB uygulanmış örnekler arasında ortaya çıkan renk farklılığını ifade eden toplam renk farkı (ΔE) değerleri çizelge 4.123’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.123. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin ΔE değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
YHB-RÖ 4° C	1.31±0.26 ^{Aa}	7.03±0.39 ^{Ab}	8.83±0.34 ^{Ac}	6.90±0.50 ^{Ab}
YHB-RÖ 22° C	1.41±0.12 ^{Aa}	4.47±0.18 ^{Bb}	6.39±0.43 ^{Bc}	6.32±0.35 ^{Bc}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü çalışmalarında elde ettiğimiz bulgulara göre, 4 °C’de depolanan YHB örneğinin ΔE değerleri, 22 °C’de depolananlara göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin 0. gündeki ΔE değeri 1.5’den küçük olduğundan renk farkı az fark edilebilir düzeydeyken, 15. günden sonra ΔE değerleri önemli ölçüde artış göstermiştir. Her iki örneğin de ΔE değerleri raf ömrünün 15. gününden itibaren $\Delta E > 3$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular, YHB uygulanan meyan kökü şerbetinin depolamanın 15. gününden sonra gözle görünür bir renk farklılığının olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.123).

Şekil 4.72’de 4 ve 22 °C’de depolanan herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü örnekleri ile YHB uygulanmış örneklerin 15. günde çekilmiş bir görüntüsü bulunmaktadır. Şekilde son taraftan başlayarak kontrol 4 °C, kontrol 22 °C, YHB-RÖ 4 °C ve YHB-RÖ 22 °C örnekleri sıralanmıştır. YHB uygulanmış örneklerin renkleri kontrol örneklerine göre daha koyu ancak daha berrak bir görüntüleri olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.72).



Şekil 4.72. Meyan kökü şerbeti örneklerinin depolamanın 15. günde elde edilen görüntüsü (soldan sağa Kontrol 4 °C, Kontrol 22 °C, YHB-RÖ 4 °C ve YHB-RÖ 22 °C).

Optimum koşullarda YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde analiz edilen bulanıklık (NTU) değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler çizelge 4.124’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.124. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin bulanıklık (NTU) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	26.80±0.462 ^{Aa}	108.7±1.447 ^{Ab}	134.3±1.094 ^{Ac}	167.2±1.333 ^{Ad}
Kontrol 22° C	26.80±0.462 ^{Aa}	167.1±1.244 ^{Bb}	188.2±0.458 ^{Bc}	204.7±1.902 ^{Bd}
YHB-RÖ 4° C	43.85±0.477 ^{Ba}	52.51±0.793 ^{Cb}	63.89±0.351 ^{Cc}	93.41±0.841 ^{Cd}
YHB-RÖ 22° C	43.85±0.477 ^{Ba}	114.9±1.213 ^{Db}	142.1±0.450 ^{Dc}	162.8±1.203 ^{Dd}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.124’de verilen bulgular incelendiğinde, raf ömrü boyunca bütün meyan kökü şerbeti örneklerinin bulanıklık değerlerinde önemli derecede artışlar olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Bulanıklık değerinde meydana gelen en büyük artış 0. gün ile karşılaştırıldığında yaklaşık 204.7 NTU değerine ulaşan 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülürken, en az seviyede artış 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örnekte görülmüştür. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında bulanıklık değerleri açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.124).

Raf ömrü boyunca YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin hiçbirinde toplam asitlik miktarının raf ömrü boyunca değişim olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.125).

Çizelge 4.125. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin toplam asitlik (g/100 mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
Kontrol 22° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
YHB-RÖ 4° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}
YHB-RÖ 22° C	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}	0.0204±0.00 ^{Aa}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Tablodaki harflerde ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Optimum koşullarda YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 15, 20 ve 25. günlerde analiz edilen TMAB sayısı (log kob/mL) değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler çizelge 4.126’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.126. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMAB sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	5.52±0.68 ^{Aa}	7.32±0.57 ^{Ab}	8.82±0.35 ^{Ac}	T.E.
Kontrol 22° C	5.52±0.68 ^{Aa}	8.86±0.34 ^{Bb}	T.E.	T.E.
YHB-RÖ 4° C	2.36±0.30 ^{Ba}	4.26±0.23 ^{Cb}	5.13±0.49 ^{Bc}	6.46±0.57 ^{Ad}
YHB-RÖ 22° C	2.36±0.30 ^{Ba}	8.06±0.49 ^{Db}	9.53±0.01 ^{Ac}	T.E.

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. T.E: Tespit edilemedi. *: Tabloda ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, raf ömrüne bırakılan bütün örneklerin TMAB sayılarında günler ilerledikçe artış meydana geldiği belirlenmiştir. Özellikle 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde 20. günden itibaren TMAB sayılarının çok fazla olması sebebiyle sayım yapılamamıştır. Aynı şekilde 4 °C’de depolanan kontrol örneği ve 22 °C’de depolanan YHB uygulanmış örneğinde de 25. günden itibaren sayım yapılamamıştır. 25. günde sayım yapılabilen tek örnek 4 °C’de depolanan ve optimum koşullarda YHB uygulanmış örnek olmuştur. 15. günde ortaya çıkan TMAB sayıları dikkate alındığında, en düşük sayıya sahip olan ve kontrol örneklerinin 0. gününden daha az TMAB sayısına sahip olan YHB-RÖ 4 °C örneğinin 15. günde bozulmaya uğramayan tek örnek olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMAB sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.126).

Raf ömrü boyunca YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin TMK (log kob/mL) değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.127’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.127. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin TMK sayısı (log kob/mL) değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün
Kontrol 4° C	5.50±0.69 ^{Aa}	7.29±0.62 ^{Ab}	8.79±0.34 ^{Ac}	T.E.
Kontrol 22° C	5.50±0.69 ^{Aa}	8.84±0.34 ^{Bb}	T.E.	T.E.
YHB-RÖ 4° C	2.29±0.32 ^{Ba}	4.21±0.21 ^{Cb}	5.02±0.46 ^{Bc}	6.42±0.17 ^{Ad}
YHB-RÖ 22° C	2.29±0.32 ^{Ba}	8.04±0.49 ^{Db}	9.51±0.01 ^{Ac}	T.E.

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. T.E: Tespit edilemedi. *: Tabloda ilk harf sütunlar arasındaki değişimi, ikinci harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca TMK sayılarında meydana gelen değişimleri TMAB sayılarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. 22 °C’de depolanan kontrol örneğinin TMK sayıları çok yüksek olduğundan 20. günden sayım yapılamamıştır. Bunun yanında, 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örnek dışında kalan örneklerde 25. günde sayım yapılamamıştır. 15. günde ortaya çıkan TMK sayıları dikkate alındığında, en düşük sayıya sahip olan ve kontrol örneklerinin 0. gününden daha az TMK sayısına sahip olan YHB-RÖ 4 °C örneğinin 15. günde bozulmaya uğramayan tek örnek olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. YHB uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMK sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.127).

Raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örnekleri için yapılan duyu analizlerinde panelistlerden 9 farklı kriter için puanlama yapmalı istenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.128’de gösterilmiştir. 22 °C’de depolanan bütün örneklerde bozulma çok yüksek seviyelerde olduğundan duyu analizler bu örnekler için gerçekleştirilememiştir.

22 °C’de depolanan bütün örneklerde bozulma çok yüksek seviyelerde olduğundan duyu analizler bu örnekler için gerçekleştirilememiştir. Ayrıca, 4°C’de depolanan kontrol örneğinin de 15. günde büyük oranda bozulması gerçekleştiği için yalnızca 0. günde duyu analizler yapılabilmektedir. 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örneklerde ise yalnızca 25. günde duyu analiz yapılamamıştır. Optimum noktada YHB uygulanmış örnekler raf ömrünün ilk 15

gününde bütün duyusal analiz kriterlerinde panelistler tarafından yüksek puanlar ile değerlendirilirken, 20. günde bu puanlarda küçük düşüşler gözlenmiş ancak meyan kökü şerbetinin hala içilebilir seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.128). Duyusal analiz sonuçlarından, meyan kökü şerbeti örneklerinden yalnızca 4 °C’de depolanan YHB uygulanmış örneğin 20 günün üzerinde bir raf ömrüne sahip olduğu çıkarımı yapılabilmektedir. Diğer bütün örnekler 15. güne ulaştığında tüketilemeyecek duruma gelmiştir.



Çizelge 4.128. YHB uygulamasının raf ömrü süresince meyan kökü şerbetinin duyuşal özellikleri değeri üzerine etkileri

Proses Kodları	Günler	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk Yoğunluğu	Parçacık-Partikül Durumu	Koku-Aroma	Yoğunluk	Meyan Kökü Tadı	Acı Tat Varlığı	Ekşi Tad Varlığı	Tatlılık	Ağızda Bıraktığı His
Kontrol 4 °C	0	9.80±0.44	9.60±0.54	9.40±0.54	9.40±0.54	9.60±0.54	9.60±0.54	9.80±0.44	9.80±0.44	9.60±0.24	10.0±0.00	9.80±0.44
Kontrol 4 °C	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 4 °C	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 4 °C	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YHB-RÖ 4 °C	0	9.80±0.44 ^a	9.80±0.44 ^a	9.20±0.83 ^a	9.60±0.54 ^a	9.40±0.54 ^a	9.40±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	9.80±0.44 ^a	9.60±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	9.40±0.89 ^a	9.60±0.54 ^a	9.20±0.44 ^a	9.40±0.89 ^a	9.60±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	9.20±0.83 ^a	10.0±0.00 ^a	10.0±0.00 ^a	9.00±0.70 ^a	9.80±0.44 ^a
YHB-RÖ 4 °C	20	7.80±0.44 ^b	7.80±0.44 ^b	9.00±0.70 ^a	8.80±0.83 ^a	7.60±0.54 ^b	8.40±0.54 ^b	8.00±0.70 ^b	8.80±0.44 ^b	9.40±0.54 ^a	9.60±0.54 ^a	8.00±0.70 ^b
YHB-RÖ 4 °C	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. US-RÖ: Ultrasonikasyon raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Optimum koşullarda YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin glisirizik asit ve glabridin değerleri analiz edilmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.129’da, 22 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.130’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.129. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Glisirizik Asit (ppm)	Glabridin (ppm)
Kontrol 4 °C	0	533.4±0.64 ^a	0.331±0.05 ^a
Kontrol 4 °C	15	498.5±3.50 ^a	0.191±0.04 ^{ab}
Kontrol 4 °C	20	432.5±79.0 ^a	0.145±0.06 ^{ab}
Kontrol 4 °C	25	471.4±2.37 ^a	0.099±0.01 ^b
YHB-RÖ 4 °C	0	499.0±6.17 ^a	0.366±0.19 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	516.0±4.28 ^a	0.318±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	20	451.8±34.1 ^a	0.189±0.04 ^a
YHB-RÖ 4 °C	25	536.8±43.5 ^a	0.276±0.01 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre, 4 °C’de depolanan kontrol örneğinin glisirizik asit miktarı 20. güne kadar bir azalma gösterirken, 25. günde bir önceki ölçüm gününe göre artış göstermiştir. YHB uygulanmış örneğin glisirizik asit miktarının kontrol örneğine göre daha istikrarlı seviyelerde olduğu gözlenmiştir. YHB uygulanmış örneğin glisirizik asit miktarı 15. günde artış gösterirken 20. günde azalmıştır. Bununla birlikte, YHB uygulanmış örneğin glisirizik asit miktarının kontrol örneğine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Glisirizik asit miktarlarında gelen değişimler hem kontrol örneğinde hem de YHB uygulanmış örnekte istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kontrol örneğinin glabridin miktarı incelendiğinde, raf ömrü boyunca azalma olduğu anlaşılmaktadır. YHB uygulanmış örneğin glabridin miktarı ise 20. güne kadar azalma göstermiş, 25. günde bu miktar artmıştır. Meyan kökü şerbetine YHB uygulanması glabridin miktarında artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol örneğinin raf ömrü boyunca glabridin miktarında meydana gelen değişim 0. güne göre yalnızca 25. günde önemli ($p<0.05$) olarak bulunurken, YHB uygulanmış örneğinin glabridin miktarında meydana gelen değişim raf ömrü süresince önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.129).

Çizelge 4.130. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca glisirizik asit ve glabridin değerlerinde meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Glisirizik Asit (ppm)	Glabridin (ppm)
Kontrol 22 °C	0	533.4±0.64 ^a	0.331±0.05 ^a
Kontrol 22 °C	15	1.56±0.08 ^b	0.155±0.01 ^a
Kontrol 22 °C	20	1.44±0.70 ^b	0.111±0.03 ^a
Kontrol 22 °C	25	1.72±0.04 ^b	0.126±0.08 ^a
YHB-RÖ 22 °C	0	499.0±6.17 ^a	0.366±0.19 ^a
YHB-RÖ 22 °C	15	269.6±19.1 ^b	0.064±0.01 ^a
YHB-RÖ 22 °C	20	357.7±18.7 ^c	0.095±0.01 ^a
YHB-RÖ 22 °C	25	328.2±22.1 ^{bc}	0.067±0.02 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

22 °C’de raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örneklerinin glisirizik asit miktarları incelendiğinde, kontrol örneğinin glisirizik asit miktarının raf ömrünün 15. gününden itibaren önemli düşüşler gösterdiği belirlenmiştir. YHB uygulanan örneğin glisirizik asit miktarları ise önce artan, daha sonra azalan yönde bir değişim göstermiştir. Hem kontrol hem de YHB uygulanan örnekte meydana gelen bu değişimler önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Glabridin miktarlarına bakıldığında ise, kontrol örneğinin glabridin miktarında 20. güne kadar bir azalma olduğu, 25. günde ise artış olduğu anlaşılmaktadır. YHB uygulanmış örneğin glabridin miktarı ise raf ömrü boyunca önce azalan sonra artan yönde bir değişim göstermiştir. Her iki örnekte de raf ömrü boyunca glabridin miktarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.130).

Optimum koşullarda YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş meyan kökü şerbeti örneklerinin organik asit miktarları (asetik asit, formik asit ve fumarik asit) analiz edilmiştir. 4 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.131’da, 22 °C’de depolanan örneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.132’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.131. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Asetik Asit (ppm)	Formik Asit (ppm)	Fumarik Asit (ppm)
Kontrol 4 °C	0	40.40±8.33 ^a	47.23±4.42 ^a	0.784±0.46 ^a
Kontrol 4 °C	15	78.13±0.02 ^{ab}	84.30±4.90 ^b	0.468±0.16 ^a
Kontrol 4 °C	20	112.2±17.7 ^a	75.48±11.2 ^b	0.000±0.00 ^a
Kontrol 4 °C	25	119.7±6.10 ^a	60.01±3.41 ^{ab}	0.349±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	0	29.0±15.70 ^a	43.92±8.20 ^a	0.444±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	67.03±8.66 ^{ab}	45.74±3.56 ^a	0.433±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	20	70.99±2.83 ^b	42.99±1.62 ^a	0.459±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	25	67.75±5.76 ^{ab}	49.75±4.20 ^a	1.133±0.08 ^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.131’de verilen bulgulara göre, kontrol örneğinin asetik asit miktarı raf ömrü boyunca artış göstermiş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış örnekte ise 20. güne kadar asetik asit miktarı artmış, 25. günde ise azalmıştır. Asetik asit miktarında meydana gelen bu değişim 0. gün ile karşılaştırıldığında yalnızca 20. günde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Formik asit miktarları incelendiğinde, kontrol örneğindeki miktar 15. günde artış gösterirken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde düşüşler göstermiştir. YHB uygulanan örneğin formik asit miktarının raf ömrü boyunca önemli değişiklikler göstermediği ($p>0.05$) belirlenmiştir. Kontrol örneğinin fumarik asit miktarı raf ömrünün 20. gününe kadar sürekli olarak azalma göstermiş ve 20. günde tespit edilememiştir. YHB örneğinin fumarik asit miktarında 20. güne kadar önemli bir değişim gözlenmezken ($p>0.05$), 25. günde önemli bir artış olduğu görülmektedir. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler organik asitler bakımından karşılaştırıldığında, analiz edilen bütün organik asitlerin YHB uygulanmış örneklerdeki miktarları kontrol örneğine kıyasla daha düşük seviyelerdedir (Çizelge 4.131).

22 °C’de depolanan kontrol örneğinin asetik asit miktarı 20. güne kadar artarken, 25. günde azalma olduğu belirlenmiştir. YHB uygulanan örneğin asetik asit miktarı ise önce artan sonra azalan şeklinde bir değişim göstermiş olup, bu değişim istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kontrol örneğinin fumarik asit miktarı raf ömrü boyunca azalma göstererek 25. günde tespit edilememiştir. YHB uygulanmış örnekte ise 20. güne kadar formik asit miktarında azalma görülmüş, 25. günde ise artmıştır. Meydana gelen bu değişimler ise önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kontrol örneğindeki fumarik asit miktarı 20. günde artmış, 25. günde ise azalmıştır.

YHB uygulanmış örneğin fumarik asit miktarında raf ömrü boyunca meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kontrol örneği ile optimum noktada ultrasonikasyon uygulanmış örnekler organik asitler bakımından karşılaştırıldığında, analiz edilen bütün organik asitlerin YHB uygulanmış örneklerdeki miktarları kontrol örneğine kıyasla daha düşük seviyelerdedir (Çizelge 4.132).

Çizelge 4.132. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca organik asit miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Asetik Asit (ppm)	Formik Asit (ppm)	Fumarik Asit (ppm)
Kontrol 22 °C	0	40.40±8.33 ^a	47.23±4.42 ^a	0.784±0.46 ^a
Kontrol 22 °C	15	96.6±14.8 ^a	44.27±6.96 ^a	1.176±0.15 ^a
Kontrol 22 °C	20	143.9±52.0 ^a	29.85±8.00 ^a	1.742±0.45 ^a
Kontrol 22 °C	25	124.7±2.16 ^a	0.000±0.00 ^b	1.293±0.11 ^a
YHB-R 22 °C	0	29.0±15.70 ^a	43.92±8.20 ^a	0.444±0.01 ^a
YHB-R 22 °C	15	213.3±37.30 ^b	30.65±5.39 ^a	0.785±0.08 ^a
YHB-R 22 °C	20	169.8±10.66 ^b	26.81±5.12 ^a	0.339±0.47 ^a
YHB-R 22 °C	25	212.3±38.70 ^b	34.47±6.60 ^a	0.918±0.03 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrüne bırakılan meyan kökü şerbeti örneklerinin fenolik madde miktarları (gallik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit ve mirisetin) analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.133 ve çizelge 4.134’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.133. 4 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Gallik Asit (ppm)	p-kumarik Asit (ppm)	Klorojenik Asit (ppm)	Vanilik Asit (ppm)	Kafeik Asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Kontrol 4 °C	0	8.35±0.30 ^a	3.44±0.11 ^a	2.01±0.22 ^a	21.97±0.55 ^a	0.77±0.80 ^a	0.663±0.05 ^a
Kontrol 4 °C	15	6.54±0.17 ^a	1.03±0.01 ^b	1.58±0.07 ^a	16.08±0.05 ^{ab}	1.72±0.03 ^a	0.401±0.01 ^b
Kontrol 4 °C	20	6.45±1.30 ^a	0.79±0.12 ^b	1.40±0.52 ^a	15.54±2.75 ^b	1.69±0.31 ^a	0.423±0.02 ^b
Kontrol 4 °C	25	7.80±0.49 ^a	0.73±0.01 ^b	1.52±0.38 ^a	18.11±1.16 ^{ab}	1.85±0.12 ^a	0.496±0.03 ^b
YHB-RÖ 4 °C	0	6.99±0.06 ^{ab}	0.91±0.00 ^a	1.38±0.06 ^{ab}	19.31±0.82 ^{ab}	2.97±1.28 ^a	0.382±0.00 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	6.84±0.15 ^{ab}	1.19±0.02 ^b	1.61±0.18 ^{ab}	19.95±0.47 ^{ab}	1.65±0.06 ^a	0.397±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	20	6.09±0.71 ^b	1.18±0.12 ^b	1.10±0.03 ^b	17.28±1.61 ^b	1.37±0.11 ^a	0.365±0.01 ^a
YHB-RÖ 4 °C	25	7.88±0.09 ^a	1.50±0.03 ^c	1.79±0.21 ^a	21.63±0.67 ^a	1.71±0.01 ^a	0.411±0.02 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.134. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Gallik Asit (ppm)	p-kumarik Asit (ppm)	Klorojenik Asit (ppm)	Vanilik Asit (ppm)	Kafeik Asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Kontrol 22 °C	0	8.35±0.30 ^a	3.44±0.11 ^a	2.01±0.22 ^{ab}	21.97±0.55 ^a	0.779±0.80 ^a	0.663±0.05 ^a
Kontrol 22 °C	15	8.20±0.68 ^a	0.59±0.01 ^b	4.84±1.02 ^a	0.21±0.01 ^b	0.420±0.00 ^a	0.216±0.00 ^b
Kontrol 22 °C	20	8.95±1.54 ^{ab}	0.47±0.16 ^b	0.53±0.65 ^b	0.24±0.13 ^b	0.487±0.05 ^a	0.197±0.00 ^b
Kontrol 22 °C	25	12.05±0.19 ^b	0.68±0.01 ^b	2.01±0.65 ^{ab}	0.48±0.40 ^b	0.258±0.01 ^a	0.231±0.55 ^b
YHB-RÖ 22 °C	0	6.99±0.06 ^a	0.91±0.00 ^a	1.38±0.06 ^a	19.31±0.82 ^a	2.972±1.28 ^a	0.382±0.00 ^a
YHB-RÖ 22 °C	15	3.82±4.52 ^a	0.49±0.29 ^a	0.98±0.01 ^a	4.90±6.90 ^b	0.358±0.50 ^a	0.286±0.17 ^a
YHB-RÖ 22 °C	20	6.04±0.97 ^a	0.69±0.04 ^a	1.01±0.47 ^a	6.80±1.03 ^{ab}	0.504±0.01 ^a	0.441±0.01 ^a
YHB-RÖ 22 °C	25	6.89±0.24 ^a	0.73±0.09 ^a	0.95±0.46 ^a	6.68±0.78 ^{ab}	0.830±0.46 ^a	0.450±0.01 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.133’de verilen bulgular incelendiğinde, 4 °C’de depolanan kontrol örneğinin gallik asit miktarı 20. güne kadar azalma gösterirken 25. günde artmış ancak meydana gelen bu değişimler önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanan örneğin gallik asit miktarı ise raf ömrü boyunca azalma göstermiştir. Örneklerin p-kumarik asit miktarları dikkate alındığında, kontrol örneğindeki miktarın azaldığı, YHB uygulanan örnekteki miktarın ise artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca meydana gelen bu değişimler istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Hem kontrol örneğinin hem de YHB uygulanmış örneğin klorojenik asit miktarı 20. güne kadar azalma gösterirken, 25. günde az da olsa artış gözlenmiştir. Aynı şekilde, örneklerdeki vanilik asit miktarları 20. güne kadar azalmış, 25. günde ise artmıştır. Kontrol örneğinin kafeik asit miktarı raf ömrü süresince genel olarak artış gösterirken, YHB uygulanan örnekteki kafeik asit miktarlarında azalmalar görülmüştür. Kontrol örneğinin mirisetin miktarı 15. günde azalmış, raf ömrünün ilerleyen günlerinde ise artmıştır. YHB uygulanan örneğin mirisetin miktarında meydana gelen değişimler önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.133).

Çizelge 4.134’de verilen 22 °C’de depolanmış örneklerin fenolik madde miktarları incelendiğinde, hem kontrol örneğinin hem de YHB uygulanmış örneğin gallik asit miktarları 15. günde azalma gösterirken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde artış göstermiştir. Kontrol örneğinin p-kumarik asit miktarı depolama süresince önemli ($p<0.05$) bir düşüş göstermiştir. YHB uygulanan örnekte ise p-kumarik asit miktarı raf ömrü süresince önemli bir değişiklik göstermemiştir ($p>0.05$). Kontrol örneğinin klorojenik asit miktarı raf ömrü çalışması süresince önce artan sonra azalan yönde bir değişim gösterirken, YHB uygulanan örneğin klorojenik asit miktarında meydana gelen değişim önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. 22 °C’de depolanan her iki örneğin de vanilik asit miktarlarında 15. günden itibaren önemli ölçüde azalma meydana gelmiştir. Aynı şekilde örneklerin kafeik asit miktarlarında 15. günden itibaren azalma görülmüş ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Kontrol örneğinin mirisetin miktarında azalmalar görülürken, YHB örneğindeki miktar 15. günde azalmış, 20. günden itibaren ise artmıştır. 22 °C’de depolanan kontrol örneği ile optimum noktada YHB uygulanmış örnekler fenolik madde miktarları bakımından karşılaştırıldığında, kafeik asit miktarı YHB örneğinde daha yüksek bulunurken, analiz edilen diğer bütün fenolik bileşiklerin miktarları kontrol örneğinde daha fazla olmuştur (Çizelge 4.134).

Optimum koşullarda YHB uygulanmış ve herhangi bir işlem gormemiş meyan koku şerbeti orneklerinin mineral madde miktarı (Na, Mg, K, Ca, B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) analiz edilmiştir. Na, Mg, K, ve Ca elementleri ppm cinsinden, geri kalan elementler ppb cinsinden verilmiştir. 4 °C’de depolanan orneklerde Na, Mg, K ve Ca elementlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.135’de, 22 °C’de depolanan orneklerde meydana gelen değişimler çizelge 4.136’de gosterilmiştir.

Çizelge 4.135. 4 °C’de depolanan meyan koku şerbeti orneklerinin raf omru boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)
Kontrol 4 °C	0	10.34±0.77 ^{ab}	18.96±0.93 ^{ab}	50.04±0.50 ^a	25.47±0.14 ^a
Kontrol 4 °C	15	11.67±0.15 ^a	19.93±0.85 ^a	52.80±2.37 ^a	25.74±0.19 ^a
Kontrol 4 °C	20	8.50±1.15 ^b	15.40±1.92 ^b	38.46±4.87 ^b	19.69±2.38 ^b
Kontrol 4 °C	25	11.04±0.02 ^{ab}	19.72±0.03 ^{ab}	50.66±0.50 ^a	25.29±0.34 ^a
YHB-RÖ 4 °C	0	10.98±0.19 ^{ab}	18.42±0.65 ^a	48.22±0.37 ^a	24.49±0.11 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	11.14±0.21 ^a	19.52±0.15 ^b	50.66±0.29 ^b	25.50±0.14 ^b
YHB-RÖ 4 °C	20	10.33±0.15 ^b	17.27±0.22 ^c	46.42±0.84 ^a	23.04±0.01 ^c
YHB-RÖ 4 °C	25	10.50±0.31 ^{ab}	18.40±0.35 ^a	48.35±0.62 ^a	23.97±0.39 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf omru. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgulara göre, orneklerdeki Na, Mg, K ve Ca miktarları raf omru boyunca birbirlerine paralel sonuçlar vermiştir. Bu 4 elementin hem kontrol hem de YHB uygulanmış orneğindeki miktarı raf omru çalışmalarının 15. gününde artış göstermiş, 20. gününde ise azalmıştır. Bununla birlikte, Na ve Ca elementlerinin miktarları YHB uygulanmış ornekte daha 0. günde daha fazla bulunurken, Mg ve K elementlerinin miktarları kontrol orneğinde daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.135).

Çizelge 4.136. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (Na, Mg, K ve Ca) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)
Kontrol 22 °C	0	10.34±0.77 ^a	18.96±0.93 ^a	50.04±0.50 ^a	25.47±0.14 ^a
Kontrol 22 °C	15	11.35±0.34 ^a	19.39±0.10 ^a	51.46±1.24 ^a	23.91±0.93 ^{ab}
Kontrol 22 °C	20	11.26±0.07 ^a	19.37±0.01 ^a	51.86±0.12 ^a	24.10±0.58 ^a
Kontrol 22 °C	25	10.39±0.68 ^a	18.27±0.86 ^a	46.89±3.45 ^a	21.90±0.87 ^b
YHB-RÖ 22 °C	0	10.98±0.19 ^a	18.42±0.65 ^a	48.22±0.37 ^a	24.49±0.11 ^a
YHB-RÖ 22 °C	15	10.93±0.07 ^a	17.25±0.58 ^a	48.80±0.45 ^a	21.62±0.19 ^{ab}
YHB-RÖ 22 °C	20	9.78±1.40 ^a	16.09±1.94 ^a	44.81±7.27 ^a	19.42±2.30 ^b
YHB-RÖ 22 °C	25	10.81±0.02 ^a	17.56±0.16 ^a	49.06±0.25 ^a	21.01±0.55 ^{ab}

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.136’da verilen bulgulara incelendiğinde, 22 °C’de depolanan kontrol örneğinde Na, Mg, K ve Ca elementlerinin miktarında meydana gelen değişimler benzerlik göstermektedir. Kontrol örneğindeki bu elementlerin miktarları raf ömrünün 20. gününe kadar genel olarak bir artış gösterirken, 25. günde azalma görülmüştür. YHB uygulanan örneklerde bu elementlerin miktarları ise, 20. güne kadar genel olarak bir azalma göstermiş ve 25. günde bu miktarlar artmıştır. Bununla birlikte, Na ve Ca elementlerinin miktarları YHB uygulanmış örnekte daha 0. günde daha fazla bulunurken, Mg ve K elementlerinin miktarları kontrol örneğinde daha fazla bulunmuştur.

Çizelge 4.137’de 4 °C’de depolanan kontrol ve YHB uygulanmış örneklerin B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb elementlerinin miktarlarında raf ömrü boyunca meydana gelen değişimler gösterilmiştir.

Çizelge 4.137. 4 °C’de depolanan meyhan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında 142 (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	B (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Fe (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)
Kontrol 4 °C	0	4.23±0.10 ^a	1.30±0.51 ^a	23.68±0.35 ^a	80.00±8.42 ^a	1.70±1.55 ^a	4.63±0.29 ^a
Kontrol 4 °C	15	33.29±1.25 ^a	1.31±0.11 ^a	160.7±9.37 ^a	296.1±17.5 ^a	2.68±0.52 ^a	22.84±2.41 ^a
Kontrol 4 °C	20	28.58±9.13 ^a	1.11±0.52 ^a	99.26±9.32 ^a	129.6±108.0 ^a	2.14±0.57 ^a	12.71±1.84 ^a
Kontrol 4 °C	25	21.40±20.9 ^a	1.06±0.03 ^a	75.3±72.9 ^a	125.0±177.0 ^a	1.37±1.10 ^a	11.04±9.08 ^a
YHB-RÖ 4 °C	0	29.91±1.05 ^a	1.07±0.00 ^a	149.8±4.21 ^a	240.4±7.59 ^a	2.47±0.00 ^a	20.10±0.12 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	31.91±1.09 ^b	1.28±0.01 ^a	156.4±3.58 ^b	286.6±11.5 ^b	2.51±0.00 ^a	20.94±0.04 ^a
YHB-RÖ 4 °C	20	25.68±0.31 ^c	0.94±0.07 ^a	131.9±2.24 ^c	219.1±22.1 ^a	2.10±0.05 ^b	18.06±0.65 ^b
YHB-RÖ 4 °C	25	0.00±0.00 ^d	0.23±0.33 ^b	7.42±0.16 ^d	0.00±0.00 ^c	0.16±0.01 ^c	1.26±0.03 ^c

Çizelge 4.137. (devam)

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)
Kontrol 4 °C	0	7.30±0.73 ^a	27.27±1.84 ^a	0.00±0.00 ^a	7.29±0.20 ^a	0.00±0.00 ^a	0.253±0.17 ^a
Kontrol 4 °C	15	36.52±1.21 ^a	91.95±8.20 ^a	0.39±0.00 ^b	34.24±3.74 ^b	0.00±0.00 ^a	0.345±0.00 ^a
Kontrol 4 °C	20	21.49±4.26 ^a	53.75±12.80 ^a	0.12±0.17 ^{ab}	20.92±4.17 ^{ab}	0.16±0.22 ^a	0.657±0.62 ^a
Kontrol 4 °C	25	15.9±16.2 ^a	43.20±37.20 ^a	0.21±0.05 ^{ab}	14.98±12.19 ^{ab}	0.00±0.00 ^a	0.164±0.17 ^a
YHB-RÖ 4 °C	0	41.57±0.37 ^a	149.2±19.42 ^{ab}	0.28±0.00 ^a	31.08±1.12 ^a	0.00±0.00	0.718±0.00 ^a
YHB-RÖ 4 °C	15	39.21±0.48 ^b	87.67±8.55 ^{ab}	0.33±0.00 ^b	33.01±0.88 ^b	0.00±0.00	0.244±0.00 ^{ab}
YHB-RÖ 4 °C	20	33.99±0.92 ^c	185.5±75.2 ^a	0.22±0.02 ^c	27.84±0.30 ^c	0.00±0.00	0.509±0.29 ^{ab}
YHB-RÖ 4 °C	25	0.64±0.02 ^d	8.48±3.89 ^b	0.00±0.00 ^d	1.84±0.18 ^d	0.00±0.00	0.000±0.00 ^b

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Elde edilen bulgular incelendiğinde, 4 °C’de depolanmış kontrol örneğinin B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn ve Ba elementlerin miktarları raf ömrü boyunca benzer değişimler göstermiştir. Bu elementler raf ömrünün 15. günde 0. güne göre artış gösterirken, raf ömrünün ilerleyen günlerinde azalmalar ortaya çıkmıştır. As elementinin kontrol örneğindeki miktarı 0. günde tespit edilemezken, 15. günden itibaren miktarları ölçülebilmıştır. Kontrol örneğindeki Hg miktarı sadece 20. günde tespit edilebilmiştir. Pb elementinin miktarı 20. güne kadar artış göstermiş, 25. günde azalma görülmüştür ancak meydana gelen bu değişimlerin önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerindeki B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, As ve Ba elementlerinin miktarları raf ömrü çalışmaları boyunca benzerlik göstermiştir. Bu elementlerin YHB uygulanmış örneklerdeki miktarları 15. günde artmış ve ilerleyen günlerde ise azalma göstermiştir. Cu elementinin miktarı raf ömrü boyunca sürekli olarak azalma gösterirken, Hg elementinin miktarı hiçbir günde tespit edilememiştir. Zn ve Pb elementlerinde meydana gelen değişimler benzerlik göstermiş olup, 25. günde Pb elementinin miktarı tespit edilememiştir (Çizelge 4.137). Çizelge 4.137’de verilen elementlerin miktarları 0. günlerde karşılaştırıldığında, Cr elementi dışında kalan bütün elementlerin miktarları YHB uygulanmış örneklerde daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.138’de 22 °C’de depolanan kontrol ve YHB uygulanmış örneklerin B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb elementlerinin miktarlarında raf ömrü boyunca meydana değişimler gösterilmiştir.

Çizelge 4.138. 22 °C’de depolanan meyan kökü şerbeti örneklerinin raf ömrü boyunca mineral madde miktarlarında (B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) meydana gelen değişimler

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	B (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Fe (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)
Kontrol 22 °C	0	4.23±0.10 ^a	1.30±0.51 ^a	23.68±0.35 ^a	80.00±8.42 ^a	1.70±1.55 ^a	4.63±0.29 ^a
Kontrol 22 °C	15	31.19±1.37 ^b	0.86±0.00 ^a	98.10±7.12 ^b	224.5±21.10 ^b	2.21±0.00 ^a	21.65±1.17 ^b
Kontrol 22 °C	20	28.52±1.81 ^b	0.84±0.39 ^a	85.40±27.9 ^b	174.2±35.7 ^b	1.95±0.20 ^a	19.18±4.41 ^b
Kontrol 22 °C	25	1.65±1.19 ^a	0.00±0.00 ^a	10.27±8.48 ^a	7.81±11.04 ^a	0.31±0.23 ^a	2.57±1.87 ^a
YHB-RÖ 22 °C	0	29.91±1.05 ^a	1.07±0.00 ^a	149.8±4.21 ^a	240.4±7.59 ^a	2.47±0.00 ^a	20.10±0.12 ^a
YHB-RÖ 22 °C	15	29.35±0.74 ^a	0.88±0.00 ^a	112.6±14.4 ^a	125.9±11.5 ^{ab}	1.87±0.00 ^a	17.17±1.39 ^a
YHB-RÖ 22 °C	20	28.33±0.99 ^a	0.92±0.35 ^a	77.1±39.1 ^a	69.1±62.9 ^b	1.88±0.32 ^a	12.46±5.40 ^a
YHB-RÖ 22 °C	25	15.5±17.2 ^a	0.96±0.01 ^a	47.7±46.6 ^a	32.6±46.2 ^b	0.91±0.78 ^a	8.04±7.17 ^a

Çizelge 4.138. (devam)

Proses Kodları	Raf Ömrü Günleri	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)
Kontrol 22 °C	0	7.30±0.73 ^a	27.27±1.84 ^a	0.00±0.00 ^a	7.29±0.20 ^a	0.00±0.00	0.253±0.17 ^a
Kontrol 22 °C	15	32.17±2.33 ^b	69.76±4.25 ^b	0.31±0.00 ^b	30.33±2.58 ^b	0.00±0.00	0.198±0.00 ^a
Kontrol 22 °C	20	28.51±4.30 ^b	62.95±0.00 ^b	0.33±0.04 ^b	29.66±4.13 ^b	0.00±0.00	0.313±0.25 ^a
Kontrol 22 °C	25	2.32±3.29 ^a	14.45±8.22 ^a	0.00±0.00 ^a	3.82±3.27 ^a	0.00±0.00	0.037±0.01 ^a
YHB-RÖ 22 °C	0	41.57±0.37 ^a	149.2±19.42 ^a	0.28±0.00 ^a	31.08±1.12 ^a	0.00±0.00	0.718±0.00 ^a
YHB-RÖ 22 °C	15	26.81±0.85 ^a	98.76±24.14 ^a	0.00±0.00 ^a	26.81±2.25 ^a	0.00±0.00	0.216±0.00 ^a
YHB-RÖ 22 °C	20	19.31±8.16 ^a	123.2±118.9 ^a	0.21±0.30 ^a	19.58±8.16 ^a	0.00±0.00	0.763±0.45 ^a
YHB-RÖ 22 °C	25	12.53±12.6 ^a	43.7±44.6 ^a	0.11±0.16 ^a	10.90±9.43 ^a	0.00±0.00	0.119±0.12 ^a

Çizelgedeki sonuçlar “ortalama±standart hata” olarak verilmiştir. YHB-RÖ: Yüksek hidrostatik basınç raf ömrü. *: Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.138’de verilen 22 °C’de depolanmış kontrol örneğinin mineral madde bulguları incelendiğinde, B, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn ve Ba elementlerinin miktarlarında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince paralellik göstermiştir. Bu elementlerin kontrol örneğindeki miktarları 15. günde artış gösterirken, raf ömrünün 20. gününden itibaren azalma göstermiştir. Cr elementinin miktarı raf ömrü boyunca azalma göstererek 25. günde tespit edilemeyecek seviyeye gelmiştir. As elementinin miktarı 0 ve 25. günde tespit edilemezken, 15 ve 20. günde az da olsa miktar tespiti yapılabilmektedir. Kontrol örneğindeki Hg miktarı hiçbir günde tespit edilemezken, Pb miktarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. YHB uygulanmış meyan kökü şerbeti örneklerindeki B, Mn, Fe, Co, Ni, Cu ve Ba elementlerinin miktarları da raf ömrü boyunca sürekli olarak azalma göstermiştir. As elementinin miktarı 15. günde tespit edilemezken, Hg elementinin miktarı raf ömrü boyunca tespit edilememiştir. Cr ve Pb elementlerinin miktarlarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.138). Kontrol örneği ile optimum noktada YHB uygulanmış örneklerin çizelge 4.138’de verilen elementlerin miktarları 0. günlerde karşılaştırıldığında, Cr elementi dışında kalan bütün elementlerin miktarları YHB uygulanmış örneklerde daha yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Meyan kökü şerbeti, ülkemizde Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde özellikle yaz aylarında serinletici ve susuzluğu giderici etkilerinden dolayı sıkça tüketilen geleneksel içeceklerimizden birisidir. Sağlık açısından da birçok yararı bulunan meyan kökü şerbetinin raf ömrü çok kısa olup yalnızca 1-2 gün içerisinde bozulmaya uğramaktadır. Geleneksel olarak uygulanan ısı işlemler meyan kökü şerbetinin raf ömrünü arttırsa da, meyan kökü şerbetinin tadı, kokusu, rengi, besinsel bileşimi bu işlemde olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle çalışmamızda meyan kökü şerbetine, ısı işleminin yol açtığı olumsuzlukları ortadan kaldırarak raf ömrünü arttırmak amacıyla ultrasonikasyon ve yüksek hidrostatik basınç uygulamaları yapılmıştır.

Uygulamalardan sonra meyan kökü şerbeti örneklerine fizikokimyasal (pH, kondaktivite, renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE , renk yoğunluğu, renk tonu, sarı, kırmızı ve mavi renk bileşimi), toplam asitlik, bulanıklık, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve indirgen şeker miktarı), mikrobiyolojik (TMAB, TMK, *Bacillus circulans* sayısı ve *Candida tropicalis* sayısı), ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki prosesin raf ömrü için optimum koşulları belirlenmiş ve depolamanın 0, 15, 20 ve 25. gününde fizikokimyasal (pH, kondaktivite, renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° ve ΔE), bulanıklık ve toplam asitlik), mikrobiyolojik (TMAB ve TMK sayısı) ve duyu analizleri yapılmıştır. Bunların yanında depolama süresince meyan kökü şerbetinin organik asit (asetik asit, formik asit ve fumarik asit), fenolik madde (gallik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit ve mirisetin) ve mineral madde (Na, Mg, K, Ca, B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Hg ve Pb) miktarları belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre, ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin pH, L^* , a^* , b^* , C^* , h° , renk yoğunluğu renk tonu ve bulanıklık gibi, sıvı gıdalarda önemli kalite kriterleri olan parametrelerde küçük değişiklikler olduğu ancak bu değişiklikleri istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bununla birlikte, ultrasonikasyon uygulamasının

kondaktivite ve toplam asitlik üzerinde önemli değişim meydana getirmediği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Ultrasonikasyon uygulanmış meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve indirgen şeker miktarının kontrol örneğine göre artış gösterdiği ve bu artışların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Meyan kökü şerbeti örneklerinin başlangıçtaki TMAB sayısı 5.76 ± 0.166 log kob/mL olarak bulunurken, farklı koşullarda uygulanan ultrasonikasyon sonrasında 1.18 ± 0.482 ile 3.03 ± 0.00 log arasında değişen azalmalar meydana gelmiştir. Başlangıçta 5.72 ± 0.565 log kob/mL olarak bulunan TMK sayısı ise uygulama sonrasında 1.07 ± 0.451 ile 2.98 ± 0.00 log arasında değişen azalmalar görülmüştür. Ultrasonikasyon uygulamasındaki amplitüd ve süre parametrelerinin arttırılmasının, meyan kökü şerbetinin TMAB ve TMK sayılarını inaktive etmede etkili olduğu belirlenmiştir. Meyan kökü şerbetine inoküle edilen *B. circulans* ve *C. tropicalis* mikroorganizmalarının sayıları da ultrasonikasyon uygulaması sonrasında önemli azalmalar göstermiştir. *B. circulans* sayısının en fazla 1.57 ± 0.18 log, *C. tropicalis* sayısının da en fazla 1.53 ± 0.225 log azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Duyusal analizlerde panelistlerden meyan kökü şerbetinin 11 farklı kriteri için puanlama yapmaları istenmiş ve sonuç olarak, ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile herhangi bir işleme tabi tutulmaya kontrol örneği arasında önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbetinin fiziksel özellikleri ultrasonikasyon uygulanmış örnekler ile karşılaştırıldığında daha stabil sonuçlar vermiş olsa da, bazı fiziksel özelliklerinde (pH, kondaktivite, L^* , a^* , b^* , C^* , h° ve kırmızı renk bileşimi, bulanıklık) küçük değişikler meydana gelmiş ve bu değişimler önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bunun yanında YHB uygulanmış örneklerin renk yoğunluğu, renk tonu, sarı renk, mavi renk ve toplam asitlik miktarında birçok denemede kontrol örneği ile karşılaştırıldığında ortaya çıkan farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

YHB uygulanmış meyan kökü şerbetinin antioksidan aktivite ve indirgen şeker miktarında artışlar meydana gelmiş ve bu artışlar önemli olarak bulunurken

($p < 0.05$), fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler kontrol örneği ile karşılaştırıldığında önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Meyan kökü şerbetinin başlangıçta yaklaşık 5.61 ± 0.293 log kob/mL olan TMAB sayısı, YHB uygulaması sonrasında 1.63 ± 0.457 ile 3.33 ± 0.158 log arasında değişen azalmalar gösterirken, başlangıçta 5.48 ± 0.208 log kob/mL olan TMK sayısı uygulama sonrasında 1.56 ± 0.399 ile 3.65 ± 0.012 log arasında değişen azalmalar gösterdiği belirlenmiştir. Meyan kökü şerbetine inoküle edilen *B. circulans* ve *C. tropicalis* mikroorganizmalarının sayıları da YHB uygulaması sonrasında azalmalar göstermiştir. Başlangıçta 5.39 ± 0.425 log kob/mL olan *B. circulans* sayısında 1.16 ± 0.338 ile 3.13 ± 0.035 log arasında değişen inaktivasyon görülürken, başlangıçta 5.45 ± 0.267 log kob/mL olan *C. tropicalis* sayısı uygulama sonrasında 1.34 ± 0.203 ile 3.08 ± 0.099 log arasında değişen azalmalar görülmüştür. Uygulama süresi ve basıncın artırılmasının mikroorganizmaların inaktivasyonunda daha etkili olduğu belirlenmiştir. YHB uygulamasının meyan kökü şerbetindeki mikrobiyal yükü azaltmada, ultrasonikasyon ile karşılaştırıldığında daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda üzerinde çalışılan her iki proses için optimum koşullar belirlenmiştir. Ultrasonikasyon uygulaması için optimum koşullar %89.55 amplitüd, 45 dk, 24 °C olarak bulunurken, YHB uygulamasının optimum koşulları 500 MPa, 9.90 dk, 18.5 °C olarak bulunmuştur. Meyan kökü şerbeti örnekleri elde edilen optimum koşullar ile proses edildikten sonra kontrol örnekleri ile birlikte 4 ve 22 °C’de raf ömrünü tespit etmek amacıyla depolamaya bırakılmıştır. Depolamanın 0, 15, 20 ve 25. günlerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 4 °C’de ultrasonikasyon ve YHB ile işlem görmüş örnekler dışında kalan bütün örneklerin 15. günde bozulmaya uğradığı ve tüketilemeyecek duruma geldiği belirlenmiştir. Ultrasonikasyon uygulanan örnekler depolamanın 15. günde içilebilir durumda iken, 20. güne ulaşıldığında bozulmaya uğradığı görülmüştür. YHB uygulanmış örnekler ise 20. günde hala içilebilir durumda olup 25. güne ulaşıldığında tamamen bozulma göstermiştir. Elde edilen bulgular ışığında ultrasonikasyon uygulamasının meyan kökü şerbetinin raf ömrünü 15 gün kadar, YHB uygulamasının ise 20 gün kadar uzattığı belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmayla birlikte, ultrasonikasyon ve YHB teknolojileri kullanılarak meyan kökü şerbetinin raf ömrü önemli derecede arttırılmış ve ısı işlemin neden olduğu bazı olumsuzlukların önünde geçilmiştir. Meyan kökü şerbetinin bazı fiziksel özelliklerinde değişim olsa da, bu değişimlerin çoğunun olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, son yıllarda gıda endüstrisinde kullanımları yaygınlaşmış ultrasonikasyon ve YHB teknolojilerinin, geleneksel içeceklerimizden olan meyan kökü şerbeti üzerinde kullanımlarının olumlu sonuçlar vereceği kanısına varılmıştır.



6. KAYNAKLAR

- Abid M, Jabbar S, Wu T, Hashim MM, Hu B, Lei S, Zhang X ve Zeng X, (2013), "Effect of Ultrasound on Different Quality Parameters of Apple Juice", *Ultrasonics Sonochemistry*, 20 (5): 1182-1187.
- Aday S (2018) Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Şerbetinin Asitlendirme ve Yüksek Basınç Teknolojisi ile Raf Ömrünün Arttırılması, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Aday S, Pala ÇU, Ayana Çam B ve Bulut S (2018) "Storage Quality and Microbiological Safety of High Pressure Pasteurized Liquorice Root Sherbet", *LWT-Food Science and Technology*, 90: 613-619.
- Adekunte A, Tiwari BK, Scannell AG, Cullen PJ ve O'Donnell C (2010a) "Modelling of Yeast Inactivation in Sonicated Tomato Juice", *International Journal of Food Microbiology*, 137 (1): 116-120.
- Adekunte AO, Tiwari BK, Cullen PJ, Scannell AGM ve O'Donnell CP (2010b) "Effect of Sonication on Colour, Ascorbic Acid and Yeast Inactivation in Tomato Juice", *Food Chemistry*, 122(3): 500-507.
- Ağcam E, Akyıldız A ve Evrendilek GA (2014) "Comparison of Phenolic Compounds of Orange Juice Processed by Pulsed Electric Fields (PEF) and Conventional Thermal Pasteurisation", *Food Chemistry*, 15 (143): 354-61.
- Akan H ve Balos MM (2008) "GAP Bölgesi'nden Toplanan Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Taksonunun İhracat Durumu, Etnobotanik Özellikleri ve Tıbbi Önemi", *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20: 233-24.
- Alpas H ve Bozoğlu F (2000) "Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Değişken Parametrelerinin *Listeria innocua* Hücrelerinin D ve Z Değerleri Üzerine Etkisi", *Gıda Dergisi*, 25 (3): 213-216.
- Alvarez, I, Manas P, Sala FJ ve Condon S (2003) "Inactivation of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis by Ultrasonic Waves Under Pressure at Different Water Activities", *Applied Environmental Microbiology*, 69 (1): 668-672.
- Anilkumar D, Joshi H, Nishteswar K (2012) "Review of *Glycyrrhiza glabra* (Yastimadhu)-A Broad Spectrum Herbal Drug", *Pharma Science Monitor*, 3 (4): 3171-3195.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC International, 15th Edition, Arlington.

- Arıcı M (2006) “Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi” JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1): 41-49.
- Ashokkumar M, Bhaskaracharya R, Kentish S, Lee J, Palmer M ve Zisu B (2010) “The Ultrasonic Processing of Dairy Products-An Overview”, Dairy Science and Technology, 90 (2): 147-168.
- Aslan N ve Cebeci Y (2007) “Application of Box–Behnken Design and Response Surface Methodology for Modeling of Some Turkish Coals”, Fuel, 86: 90-97.
- Badkhane Y, Yadav A, Bajaj A, Sharma AK ve Raghuwanshi D (2014) “*Glycyrrhiza glabra* L. A Miracle Medicinal Herb”, Journal of Pharmaceutical Research, 4 (12): 5808-5816.
- Baek JY, Lee JM ve Lee SC (2008) “Extraction of Nutraceutical Compounds from Licorice Roots with Subcritical Water”, Separation and Purification Technology, 63 (3): 661-664.
- Baran A ve Fenercioğlu H (1991) “Meyankökünden Elde Edilen Ekstraktın Özelliklerinin Belirlenmesi ve Dayandırılması Üzerine Bir Araştırma”, Gıda Dergisi, 16 (6): 391-396.
- Barba FJ, Esteve MJ ve Frigola A (2013) “Physicochemical and Nutritional Characteristics of Blueberry Juice after High Pressure Processing”, Food Research International, 50 (2): 545-549.
- Bermúdez-Aguirre D ve Barbosa-Cánovas GV (2012) “Inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* in Pineapple, Grape and Cranberry Juices Under Pulsed and Continuous Thermosonication Treatments” Journal of Food Engineering, 108 (3): 383-392.
- Bintsis T, Litopoulou-Tzanetaki E ve Robinson RK (2000) “Existing and Potential Applications of Ultraviolet Light in the Food Industry-a Critical Review”, Journal of the Science of Food and Agriculture, 80 (6): 637–645.
- Biringen Löker G, Amoutzopoulos, B, Özkoç SÖ, Özer H, Şatir G ve Bakan A (2013) “A Pilot Study on Food Composition of Five Turkish Traditional Foods”, British Food Journal, 115 (3): 394-408.
- Blitz J (1963) Fundamentals of Ultrasonics, Butterworths Scientific Publications, London.
- Blitz, J (1971) Ultrasonics: Methods and Applications, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Box GEP ve Behnken DW (1960) “Some New Three Level Designs for the Study of Quantitative Variables”, Technometrics, 2 (4): 455-475.
- Brennan JG (2006) Food Processing Handbook, WILEY- VCH, Weinheim.

- Butz P ve Tauscher B (2002) "Emerging Technologies: Chemical Aspects", Food Research International, 35 (2-3): 279-284.
- Caminiti IM, Noci F, Munoz A, Whyte P, Morgan DJ, Cronin DA ve Lyng JG (2011) "Impact of Selected Combinations of Non-Thermal Processing Technologies on the Quality of an Apple and Cranberry Juice Blend", Food Chemistry, 124 (4): 1387-1392.
- Canselier JP, Delmas H, Wilhelm AM, Abismail B (2002) "Ultrasound Emulsification-An Overview", Journal of Dispersion Science and Technology, 23 (1-3): 333-349.
- Cemeroğlu B, (1992) Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, Ankara.
- Chaikham P, Rattanasena P, Phunchaisri C ve Sudsanor P (2017) "Quality Changes of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in Syrup due to Thermal and High Pressure Processes", LWT-Food Science And Technology, 75: 751-760.
- Chemat F, Zill-e-Huma ve Khan MK (2011) "Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction", Ultrasonics Sonochemistry, 18 (4): 813-835.
- Cheng LH, Soh CY, Liew SC ve Teh FF (2007) "Effects of Sonication and Carbonation on Guava Juice Quality", Food Chemistry, 104 (4): 1396-1401.
- Costa HS, Vasilopoulou E, Trichopoulou A ve Finglas P (2010) "New Nutritional Data on Traditional Foods for European Food Composition Databases", European Journal of Clinical Nutrition, 64: 73-81.
- Çam B, Düzgün M, Efe A, Şatana E ve Pala Ç (2014) "The Effect of Ultraviolet (UV)-C Light Application at Different Flow Rate on The Microbial and Physico-Chemical Properties of Licorice Root (*Glycyrrhiza glabra* L.) Sherbet", International Mesopotamia Agriculture Congress, 22-25 Eylül 2014, Diyarbakır.
- Çınar İ (2012) "Sıcaklık ve Sürenin Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Ekstraksiyonuna Etkisi ve Ekstraksiyon Kinetiğinin Modellenmesi", Electronic Journal of Food Technologies, 7 (2): 21-30.
- Çubukçu B, Sarıyar G, Meriçli AH, Sütlüpmar N, Mat A ve Meriçli F (2002) Fitoterapi Yardımcı Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- D'Amico DJ, Silk TM, Wu J ve Gou M (2006) "Inactivation of Microorganisms in Milk and Apple Cider Treated with Ultrasound" Journal of Food Protection, 69 (3): 556-563.
- Damle M (2014) "Glycyrrhiza glabra (Licorice)-A Potent Medicinal Herb", International Journal of Herbal Medicine, 2 (2): 132-136.

- Dede S, Alpas H ve Bayındırlı A (2007) “High Hydrostatic Pressure Treatment and Storage of Carrot and Tomato Juices: Antioxidant Activity and Microbial Safety”, *Journal of the Science of Food Agriculture*, 87 (5): 773-782.
- Deliza R, Rosenthal A, Abadio FBD, Silva CHO ve Castillo C (2005) “Application of High Pressure Technology in the Fruit Juice Processing: Benefits Perceived by Consumers”, *Journal of Food Engineering*, 67, 241-246.
- Earnshaw RG, Appleyard J ve Hurst RM (1995) “Understanding Physical Inactivation Processes: Combined Preservation Opportunities Using Heat, Ultrasound and Pressure”, *International Journal of Food Microbiology*, 28 (2): 197-219.
- Fellows PJ (2000) *Food Processing Technology: Principles and Practice*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Ferrante S, Guerrero S ve Alzamora SM (2007) “Combined Use of Ultrasound and Natural Antimicrobials to Inactivate *Listeria monocytogenes* in Orange Juice”, *Journal of Food Protection*, 70 (8): 1850-1856.
- Ferrari G, Maresca P ve Ciccarone R (2011) “The Effects of High Hydrostatic Pressure on the Polyphenols and Anthocyanins in Red Fruit Products”, *Procedia Food Science*, 1: 847-853.
- Flint EB ve Suslick KS (1991) “The temperature of Cavitation”, *Science*, 253 (5026): 1397- 1399.
- Gao G, Zhao L, Ma Y, Wang Y, Sun Z ve Liao X (2015) “Microorganisms and Some Quality of Red Grapefruit Juice Affected by High Pressure Processing and High Temperature Short Time”, *Food and Bioprocess Technology*, 8 (10): 2096-2108.
- Garcia M, Burgos J, Sanz B ve Ordonez AJ (1990) “Effect of Heat and Ultrasonic Waves on the Survival of Two Strains of *Bacillus subtilis*” *Journal of Applied Bacteriology*, 67 (6): 619-628; Derleyen: Ulusoy BH, Colak H and Hampikyan H (2007) “The Use of Ultrasonic Waves in Food Technology”, *Research Journal of Biological Sciences*, 2(4): 491-497.
- Geniş SY (2016) Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sporlu Bakteri Yüğü ve Fizikokimyasal Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Gervilla R, Capellas M, Ferragut V ve Guamis B (1997) “Effect of Hydrostatic Pressure on *Listeria innocua* 910 CECT Inoculated Into Ewes Milk”, *Journal of Food Protection*, 60 (1): 33-37.
- Gervilla R, Ferragut V ve Guamis B (2000) “High Pressure Inactivation of Microorganisms Inoculated into Ovine Milk of Different Fat Contents”, *Journal of Dairy Science*, 83 (4): 674–682.

- Ghose T (1984) "Measurement of Cellulase Activities", International Union of Pure and Applied Chemistry, 59 (2): 257-268.
- Gök İ (1998) Yield and Kinetics of Riboflavin Production by *Aspergillus gossypii*, Master Thesis, Gaziantep University Institute of Natural and Applied Sciences, Gaziantep.
- Gupta R, Kopec RE, Schwartz SJ ve Balasubramaniam V (2011) "Combined Pressure-Temperature Effects on Carotenoid Retention and Bioaccessibility in Tomato Juice", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59 (14): 7808-7817.
- Haksel M (2008) "Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra*)", Eczacılar Odası Dergisi, 25-29.
- Harvey E ve Loomis A (1929) "The Destruction of Luminous Bacteria by High Frequency Sound Waves", Journal of Bacteriology, 17 (5), 373-376.
- Hennell JR, Lee S, Khoo CS, Gray MJ ve Bensoussan A (2008) "The Determination of Glycyrrhizic Acid in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC. (Zhi Gan Cao) Root and the Dried Aqueous Extract by LC-DAD", Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 47 (3): 494-500.
- Hogan E, Kelly AL ve Sun DW (2005) Emerging Technologies for Food Processing, Elsevier Academic Press, San Diego.
- Hughes DE ve Nyborg WL (1962) "Cell Disruption by Ultrasound", Science, 138 (3537): 108-114.
- Isbrucker R ve Burdock G (2006) "Risk and Safety Assessment on the Consumption of Licorice Root (*Glycyrrhiza* sp.), Its Extract and Powder as a Food Ingredient, with Emphasis on the Pharmacology and Toxicology of Glycyrrhizin", Regulatory Toxicology and Pharmacology, 46 (3): 167-192.
- İbanoğlu E (2002) "Gıdalarda Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması", Gıda Dergisi, 27 (6): 505-510.
- Jambrak AR, Šimunek M, Evačić S, Markov K, Smoljanić G ve Frece J (2018) "Influence of High Power Ultrasound on Selected Moulds, Yeasts and *Alicyclobacillus acidoterrestris* in Apple, Cranberry and Blueberry Juice and Nectar", Ultrasonics, 83: 3-17.
- Jeantet R, Baron F, Nau F, Roignant M ve Brule G (1999) "High Intensity Pulsed Electric Fields Applied to Egg White: Effect on *Salmonella enteritidis* Inactivation and Protein Denaturation", Journal of Food Protection, 62 (12): 1381-1386.
- Kılıç Hİ (2014) Meyan (*Glycyrrhiza glabra* L.) Bitkisinin Antioksidant Enzim ve Pigment İçeriğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

- Kılınç F, Demircan F, Yıldırım Y, Yılmaz Z, Pekkolay Z ve Tuzcu AK (2014) “Meyan Kökü (likoris) Kullanımına Bağlı Hipertansiyon ve Hipokalemi ile Seyreden 5 Vakanın Değerlendirilmesi”, *Sakarya Tıp Dergisi*, 4 (4): 186-190.
- Kızıl S ve Tonçer Ö (2014) “Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Doğadan Toplanarak Tüketilen Bitkiler”, *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23-25 Eylül, Yalova.
- Kim HK, Leem KH, Lee S, Kim BY, Hahm YT, Cho HY ve Lee JY (2012) “Effect of High Hydrostatic Pressure on Immunomodulatory Activity of Cloudy Apple Juice”, *Food Science and Biotechnology*, 21 (1): 175-181.
- Kul S (2004) *Cevap Yüzeyi Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.*
- Kuldiloke J (2002) *Effect of Ultrasound, temperature and pressure treatments on enzyme activity and quality indicators of fruit and vegetable juices, Doktora Tezi, Berlin Teknik Üniversitesi Gıda Teknolojisi Enstitüsü, Berlin.*
- Lee SY, Chung HJ ve Kang DY (2006) “Combined Treatment of High Pressure and Heat on Killing Spores of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in Apple Juice Concentrate”, *Journal of Food Protection*, 69 (5): 1056-1060.
- Liu XF, Chen HH, Li JK, Zhang R, Turlings TC ve Chen L (2016) “Volatiles Released by Chinese Liquorice Roots Mediate Host Location Behaviour by Neonate *Porphyrophora sophorae* (Hemiptera: Margarodidae)”, *Pest Management Science*, 72 (10): 1959-1964.
- Luque de Castro MD, Priego-Capote F. (2007) “Ultrasound Assisted Crystallization (Sonocrystallization)”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 14 (6): 717-724.
- Manas P ve Pagan R (2005) “Microbial Inactivation by New Technologies of Food Preservation”, *Journal of Applied Microbiology*, 98 (6): 1387-1399.
- Marx G, Moody A ve Bermúdez-Aguirre D (2011) “A Comparative Study on the Structure of *Saccharomyces cerevisiae* Under Nonthermal Technologies: High Hydrostatic Pressure, Pulsed Electric Fields and Thermosonication”, *International Journal of Food Microbiology*, 151 (3): 327-337.
- Maskan M (1999) “Rheological Behaviour of Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extract”, *Journal of Food Engineering*, 39 (4): 389-393.
- Mason TJ (1998) *Ultrasound in Food Processing*, Blackie Academic and Professional, London.
- Mason TJ (2012) *Introduction to Sonochemistry*, <http://www.sonochemistry.info/introduction.htm>, 2 Nisan 2019.

- Massart DL, Vandeginste BGM, Buydens LMC, Jong SD, Lewi PJ ve Smeyers JV (2003), Handbook of Chemometrics and Qualimetrics Part A, Elsevier, Amsterdam.
- McClements DJ (1995) "Advances in the Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing", Trends in Food Science and Technology, 6 (9): 293-299.
- McNamara WB, Didenko YT ve Suslick KS (1999) "Sonoluminescence Temperatures During Multi-Bubble Cavitation", Nature, 401(6755), 772-775.
- Moon JH ve Terao J (1998) "Antioxidant Activity of Caffeic Acid and Dihydrocaffeic Acid in lard and Human Low Density Lipoprotein", Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46 (12): 5062-5065.
- Muthukumarappan K, Tiwari BK, O'Donnell CP ve Cullen PJ (2010) Novel Food Processing, Effects on Rheological and Functional Properties, CRC Press, Boca Raton.
- Myers RH, Montgomery DC ve Anderson-Cook CM (2009) Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Third Edition, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Ohlsson T ve Bengtsson N, (2002) Minimal Processing Technologies in the Food Industry, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Omar HR, Komorova I, El-Ghonemi M, Fathy A, Rashad R, Abdelmalak HD, Yerramadha MR, Ali Y, Helal E ve Camporesi EM (2012) "Licorice Abuse: Time to Send a Warning Message", Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism, 3 (4): 125-138.
- Ötleş S, Özçelik B, Göğüş F ve Erdoğan F (2016) Traditional Foods: General and Consumer Aspects, Springer, New York.
- Özdoğan Y ve Işık N (2008) "Geleneksel Türk Mutfağında Şerbet", 38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, 10-15 Eylül 2007, Ankara.
- Pan X, Liu H, Jia G ve Shu YY (2000) "Microwave-Assisted Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root", Biochemical Engineering Journal, 5 (3): 173-177.
- Patterson MF ve Kilpatrick DJ (1998) "The Combined Effect of High Hydrostatic Pressure and Mild Heat on Inactivation of Pathogens in Milk and Poultry", Journal of Food Protection, 61 (4): 432-436.
- Piyasena P, Mohareb E ve McKellar RC (2003) "Inactivation of Microbes Using Ultrasound: a Review", International Journal of Food Microbiology, 87 (3): 207-216.

- Pongsawatmanit R, Harnsilawat T, McClements DJ. (2006) "Influence of Alginate, pH and Ultrasound Treatment on Palm Oil-Inwater Emulsions Stabilized by b-lactoglobulin", *Colloids and Surfaces A Physicochem and Engineer Aspects*, 287 (1): 59-67.
- Quirós-Sauceda AE, Ovando-Martínez M, Velderrain-Rodríguez GR, González-Aguilar GA ve Ayala-Zavala JF (2016) "Licorice (*Glycyrrhiza glabra* Linn.) Oils", *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, 523-530.
- Rahman SM (2007) *Handbook of Food Preservation*, Second Edition, CRC Press, London.
- Raso J, Pagan R, Condon, S ve Sala FJ (1998) "Influence of Temperature and Pressure on The Lethality of Ultrasound", *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (2): 465-471.
- Raviyan P, Zhang Z ve Feng H (2005) "Ultrasonication for Tomato Pectinmethylesterase Inactivation: Effect of Cavitation Intensity and Temperature on Inactivation", *Journal of Food Engineering*, 70 (2): 189-196.
- Rawson A, Tiwari BK, Patras A, Brunton N, Brennan C, Cullen PJ, O'Donnell C (2011) "Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice", *Food Research International*, 44 (5): 1168-1173.
- Ribereau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, ve Dubourdieu D, (2000) *Handbook of Enology*, Second Edition, John Wiley and Sons Ltd, Chichester.
- Sabbioni C, Mandrioli R, Fernti A, Bugamelli F, Saracino MA, Forti GC, Fanali S ve Raggi MA (2005) "Separation and Analysis of Glycyrrhizin, 18 β -Glycyrrhetic Acid and 18 α -Glycyrrhetic Acid in Liquorice Roots by Means of Capillary Zone Electrophoresis", *Journal of Chromatography A*, 1081 (1): 65.71.
- Sagong HG, Lee SY, Chang PS, Heu S, Ryu S, Choi YJ ve Kang DH (2011) "Combined Effect of Ultrasound and Organic Acids to Reduce *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and on Organic Fresh Lettuce", *International Journal of Food Microbiology*, 145 (1): 287-292.
- Salazar J, Chávez JA, Turó A ve García-Hernández MJ (2010) *Novel Food Processing: Effects on Rheological and Functional Properties*, CRC Press, Boca Raton.
- Salleh-Mack SZ ve Roberts J S (2007) "Ultrasound Pasteurization: The Effects of Temperature, Soluble Solids, Organic Acids and pH on the Inactivation of *Escherichia coli* ATCC 25922" *Ultrasonics Sonochemistry*, 14 (3): 323-329.
- Sharma V ve Agrawal R (2013) "*Glycyrrhiza glabra*-A Plant for the Future", *Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*, 2 (3): 15-20.

- Sırdaş E (2013) Yüksek Hidrostatik Basıncın Fonksiyonel Peyniraltı Suyu İçeceği Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Souza Anderson S, dos Santos Walter NL ve Ferreira Sergio LC (2005) “Application of Box–Behnken Design in the Optimization of an on-line Pre-concentration System Using Knotted Reactor for Cadmium Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry” *Spectrochimica Acta Part B Atomic Spectroscopy*, 60 (5): 737-42.
- Suslick KS, Eddingsaas NC, Flannigan DJ, Hopkins SD ve Xu H (2011) “Extreme Conditions During Multibubble Cavitation: Sonoluminescence as a Spectroscopic Probe”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 18 (4): 842-846.
- Suslick, KS (1988) *Ultrasound: Its Chemical, Physical and Biological Effects*, VHC Publishers, New York.
- Şanal İS ve Çalımlı A (2000) “Yüksek Hidrostatik Basıncın Uygulanması”, *Gıda Dergisi*, 25 (3): 193-201.
- Şerbetçi H (2007) *Meyan (Glycyrrhiza glabra L.) Bitkisinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tamer CE, Ömeroğlu PY ve Çopur ÖU (2019) “Functional and Traditional Nonalcoholic Beverages in Turkey”, *Non-Alcoholic Beverages*, 6: 483-521.
- Tian M, Yan H ve Row KR (2008) “Extraction of Glycyrrhizic acid and Glabridin from Licorice”, *International Journal of Molecular Sciences*, 9 (4): 571–577.
- Tiwari BK, Muthukumarappan K, O’Donnell CP ve Cullen PJ (2008) “Effect of Sonication on the Kinetics of Orange Juice Quality Parameters”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (7): 2423-2428.
- Tiwari BK, Muthukumarappana K, O’Donnell CP ve Cullen PJ (2009) “Inactivation Kinetics of Pectin Methyltransferase and Cloud Retention in Sonicated Orange Juice”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10 (2): 166-171.
- Tokuz G (2002) *Gaziantep ve Kilis Mutfak Kültürü*, Gaziantep Üniversitesi Vakfı Yayını, Gaziantep.
- Torley PJ ve Bhandari BR (2007) *Handbook of Food Preservation, Second Edition*, CRC Press, London.
- Torres B, Tiwari BK, Partas A, Cullen PJ, Brunton N ve O’Donnell CP (2011) “Stability of Anthocyanins and Ascorbic Acid of High Pressure Processes Blood Orange Juice During Storage”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12 (2): 93-97.

- Trichopoulou A, Soukara S ve Vasilopoulou E (2007) “Traditional Foods: a Science and Society Perspective”, Trends in Food Science and Technology, 18 (8): 420-427.
- Trujillo AJ, Capellas M, Saldo J, Gervilla R ve Guamis B (2002) “Applications of High-Hydrostatic Pressure on Milk and Dairy Products: A Review”, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3 (4): 295-307.
- Uygun S (2015) “Batılıların Gözdesi Meyan Kökü ve Üzerine Yaşanan Emperyalist Rekabet”, Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi (OTAM) Dergisi, 37: 337-373.
- Valero M, Recrosio N, Saura D, Munoz N, Marti N ve Lizama V (2007) “Effects of Ultrasonic Treatments in Orange Juice Processing”, Journal of Food Engineering, 80 (2): 509-516.
- Vanhonacker F, Lengard V, Hersleth M ve Verbeke W (2010) “Profiling European Traditional Food Consumers”, British Food Journal, 112 (8): 871-886.
- Walkling-Ribeiro M, Noci F, Riener J, Cronin DA, Lyng JG ve Morgan DJ (2009) “The Impact of Thermosonication and Pulsed Electric Fields on *Staphylococcus aureus* Inactivation and Selected Quality Parameters in Orange Juice”, Food and Bioprocess Technology, 2 (4): 422-430.
- Wilson JW (2003) “Genomic and Computing Strategies in the Optimization of the Genetic Component of Specification Beef” Journal of Animal Science, 81 (14): 24-27.
- Wu J, Gamage TV, Vilku KS, Simons LK ve Mawson R (2008) “Effect of Thermosonication on Quality Improvement of Tomato Juice”, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9 (2): 186-195.
- Yavari S, Malakahmad A, Sapari NB ve Yavari S (2017) “Sorption Properties Optimization of Agricultural Wastes-Derived Biochars Using Response Surface Methodology”, Process Safety and Environmental Protection, 109: 509-519.
- Yemencioğlu A ve Özkan M (2004), Meyve ve Sebze İşleme Teknikleri, 1, Başkent Klşe Matbaacılık, Ankara.
- Yılmaz M (2014) Ultrasonikasyonun Elma Suyunda Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklere Etkisinin Yüzey Cevap Yöntemi ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Yordanov DG ve Angelova GV (2010) “High Pressure Processing for Foods Preserving”, Biotechnology and Biotechnological Equipment, 24 (3): 1940-1945.

Zhang Q ve Ye M (2009) “Chemical Analysis of the Chinese Herbal Medicine Gan-Cao (Licorice)”, *Journal of Chromatography A*, 1216 (11): 1954–1969.

Zhu S, Bail AL ve Ramaswamy HS (2006) “High-pressure Differential Scanning Calorimetry: Comparison of Pressure-Dependent Phase Transition in Food Materials”, *Journal of Food Engineering*, 75 (2): 215-222.





EKLER

7. EKLER

EK A Açıklama

EK A.1 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.0633	0.0070	13.27	0.000
Linear	3	0.0137	0.0045	8.64	0.000
A	1	0.0004	0.0004	0.79	0.382
t	1	0.0130	0.0130	24.62	0.000
T	1	0.0002	0.0002	0.50	0.483
Square	3	0.0215	0.0071	13.53	0.000
A ²	1	0.0002	0.0002	0.41	0.525
t ²	1	0.0144	0.0144	27.22	0.000
T ²	1	0.0054	0.0054	10.31	0.003
Interaction	3	0.0281	0.0093	17.65	0.000
A*t	1	0.0008	0.0008	1.57	0.218
A*T	1	0.0096	0.0096	18.15	0.000
t*T	1	0.0176	0.0176	33.23	0.000
Kalıntı	35	0.0185	0.0005		
Lack-of-Fit	3	0.0034	0.0011	2.46	0.080
Saf Hata	32	0.0150	0.0004		
Toplam	44	0.0819			
R²					0.77
Düzeltilmiş R²					0.71
Tahmini R²					0.67

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.2 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	93.83	10.42	11.98	0.000
Linear	3	27.75	9.25	10.62	0.000
A	1	0.667	0.667	0.77	0.388
t	1	22.04	22.04	25.32	0.000
T	1	5.04	5.04	5.79	0.022
Square	3	7.58	2.52	2.91	0.048
A ²	1	3.41	3.41	3.93	0.055
t ²	1	2.47	2.47	2.84	0.101
T ²	1	1.44	1.44	1.66	0.206
Interaction	3	58.50	19.50	22.40	0.000
A*t	1	14.08	14.08	16.18	0.000
A*T	1	44.08	44.08	50.63	0.000
t*T	1	0.333	0.333	0.38	0.540
Kalıntı	35	30.47	0.870		
Lack-of-Fit	3	2.250	0.750	0.85	0.477
Saf Hata	32	28.22	0.881		
Toplam	44	124.3			
R²					0.75
Düzeltilmiş R²					0.69
Tahmini R²					0.59

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.3 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	41.53	4.615	11.09	0.000
Linear	3	18.14	6.046	14.52	0.000
A	1	0.0049	0.004	0.01	0.914
t	1	18.135	18.135	43.56	0.000
T	1	0.0004	0.0004	0.000	0.976
Square	3	15.755	5.251	12.61	0.000
A ²	1	3.503	3.503	8.42	0.006
t ²	1	5.689	5.689	13.67	0.001
T ²	1	5.588	5.588	13.42	0.001
Interaction	3	7.643	2.548	6.12	0.002
A*t	1	0.188	0.188	0.45	0.505
A*T	1	2.476	2.476	5.95	0.020
t*T	1	4.978	4.978	11.96	0.001
Kalıntı	35	14.57	0.416		
Lack-of-Fit	3	2.935	0.978	2.69	0.063
Saf Hata	32	11.63	0.363		
Toplam	44	56.11			
R²					0.74
Düzeltilmiş R²					0.67
Tahmini R²					0.64

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.4 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Model	9	35.76	3.973	35.85	0.000
Linear	3	28.25	9.417	92.08	0.000
A	1	0.470	0.470	4.60	0.039
t	1	15.88	15.88	155.2	0.000
T	1	11.89	11.89	116.3	0.000
Square	3	6.967	2.32	22.71	0.000
A ²	1	0.689	0.689	6.74	0.014
t ²	1	0.487	0.487	4.76	0.036
T ²	1	5.295	5.295	51.77	0.000
Interaction	3	0.544	0.181	1.77	0.170
A*t	1	0.208	0.208	2.03	0.163
A*T	1	0.264	0.264	2.59	0.117
t*T	1	0.072	0.072	0.70	0.407
Kalıntı	35	3.579	0.102		
Lack-of-Fit	3	0.673	0.224	2.47	0.079
Saf Hata	32	2.906	0.090		
Toplam	44	39.34			
R²					0.90
Düzeltilmiş R²					0.88
Tahmini R²					0.87

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.5 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin b* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	29.10	3.234	8.85	0.000
Linear	3	20.19	6.731	18.41	0.000
A	1	0.424	0.424	1.16	0.289
t	1	12.73	12.73	34.83	0.000
T	1	7.034	7.034	19.24	0.000
Square	3	7.280	2.426	6.64	0.001
A ²	1	0.070	0.070	0.19	0.663
t ²	1	0.671	0.671	1.84	0.184
T ²	1	6.106	6.106	16.7	0.000
Interaction	3	1.630	0.543	1.49	0.235
A*t	1	0.325	0.325	0.89	0.352
A*T	1	1.121	1.121	3.07	0.089
t*T	1	0.183	0.183	0.50	0.484
Kalıntı	35	12.79	0.365		
Lack-of-Fit	3	10.03	3.343	38.70	0.000
Saf Hata	32	2.765	0.086		
Toplam	44	41.90			
R²					0.69
Düzeltilmiş R²					0.61
Tahmini R²					0.48

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.6 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin C* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	27.75	3.084	20.04	0.000
Linear	3	19.15	6.386	41.51	0.000
A	1	1.241	1.241	8.07	0.007
t	1	9.838	9.838	63.94	0.000
T	1	8.079	8.079	52.51	0.000
Square	3	4.100	1.366	8.88	0.000
A ²	1	0.529	0.529	3.44	0.072
t ²	1	0.072	0.072	0.47	0.497
T ²	1	3.226	3.226	20.97	0.000
Interaction	3	4.497	1.499	9.74	0.000
A*t	1	0.738	0.738	4.80	0.035
A*T	1	3.756	3.756	24.41	0.000
t*T	1	0.002	0.002	0.01	0.905
Kalıntı	35	5.385	0.153		
Lack-of-Fit	3	3.374	1.124	17.90	0.000
Saf Hata	32	2.011	0.062		
Toplam	44	33.14			
R²					0.83
Düzeltilmiş R²					0.79
Tahmini R²					0.73

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.7 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin h° Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	50.80	5.645	43.84	0.000
Linear	3	25.23	8.412	65.33	0.000
A	1	0.917	0.917	7.13	0.011
t	1	23.99	23.99	186.3	0.000
T	1	0.322	0.322	2.51	0.122
Square	3	13.38	4.462	34.66	0.000
A ²	1	0.0001	0.0001	0.000	0.975
t ²	1	0.821	0.821	6.38	0.016
T ²	1	11.97	11.97	93.00	0.000
Interaction	3	12.17	4.059	31.53	0.000
A*t	1	0.015	0.015	0.12	0.728
A*T	1	5.180	5.180	40.23	0.000
t*T	1	6.983	6.983	54.23	0.000
Kalıntı	35	4.506	0.128		
Lack-of-Fit	3	2.931	0.977	19.85	0.000
Saf Hata	32	1.575	0.049		
Toplam	44	55.31			
R²					0.91
Düzeltilmiş R²					0.89
Tahmini R²					0.86

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.8 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin ΔE Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	30.81	3.424	6.13	0.000
Linear	3	13.70	4.567	8.18	0.000
A	1	0.144	0.144	0.26	0.615
t	1	10.99	10.99	19.69	0.000
T	1	2.559	2.559	4.58	0.039
Square	3	11.29	3.766	6.74	0.001
A ²	1	1.258	1.258	2.25	0.142
t ²	1	0.038	0.038	0.07	0.794
T ²	1	9.332	9.332	16.70	0.000
Interaction	3	5.815	1.938	3.47	0.026
A*t	1	5.673	5.673	10.15	0.003
A*T	1	0.142	0.142	0.25	0.617
t*T	1	0.000	0.000	0.00	0.997
Kalıntı	35	19.55	0.558		
Lack-of-Fit	3	8.270	2.756	7.82	0.000
Saf Hata	32	11.28	0.352		
Toplam	44	50.37			
R²					0.61
Düzeltilmiş R²					0.51
Tahmini R²					0.41

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.9 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin CI Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	21.85	2.761	8.48	0.000
Linear	3	21.11	7.039	21.63	0.000
A	1	0.004	0.004	0.01	0.911
t	1	0.095	0.095	0.29	0.591
T	1	21.01	21.01	64.59	0.000
Square	3	0.320	0.106	0.33	0.805
A ²	1	0.246	0.246	0.76	0.391
t ²	1	0.090	0.090	0.28	0.602
T ²	1	0.003	0.003	0.00	0.976
Interaction	3	3.411	1.137	3.49	0.026
A*t	1	0.004	0.004	0.01	0.905
A*T	1	0.885	0.885	2.72	0.108
t*T	1	2.521	2.521	7.75	0.009
Kalıntı	35	11.39	0.325		
Lack-of-Fit	3	6.779	2.259	15.68	0.000
Saf Hata	32	4.611	0.144		
Toplam	44	36.24			
R²					0.68
Düzeltilmiş R²					0.60
Tahmini R²					0.50

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.10 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	25.94	2.883	18.06	0.000
Linear	3	23.69	7.897	49.48	0.000
A	1	0.344	0.344	2.16	0.151
t	1	0.142	0.142	0.89	0.351
T	1	23.20	23.20	145.4	0.000
Square	3	1.938	0.646	4.05	0.014
A ²	1	1.290	1.290	8.09	0.007
t ²	1	0.201	0.201	1.26	0.269
T ²	1	0.415	0.415	2.61	0.115
Interaction	3	0.316	0.105	0.66	0.581
A*t	1	0.100	0.100	0.63	0.433
A*T	1	0.087	0.087	0.55	0.465
t*T	1	0.128	0.128	0.81	0.375
Kalıntı	35	5.586	0.159		
Lack-of-Fit	3	4.902	1.634	76.53	0.000
Saf Hata	32	0.683	0.021		
Toplam	44	31.53			
R²					0.82
Düzeltilmiş R²					0.77
Tahmini R²					0.68

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.11 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	11.54	1.282	17.30	0.000
Linear	3	8.169	2.723	36.73	0.000
A	1	0.092	0.092	1.25	0.271
t	1	0.118	0.118	1.60	0.215
T	1	7.958	7.958	107.3	0.000
Square	3	3.091	1.030	13.90	0.000
A ²	1	1.159	1.159	15.64	0.000
t ²	1	0.0001	0.0001	0.000	0.970
T ²	1	2.125	2.125	28.67	0.000
Interaction	3	0.285	0.095	1.28	0.295
A*t	1	0.049	0.049	0.67	0.420
A*T	1	0.234	0.234	3.16	0.084
t*T	1	0.001	0.001	0.02	0.891
Kalıntı	35	2.595	0.074		
Lack-of-Fit	3	1.279	0.426	10.37	0.000
Saf Hata	32	1.316	0.041		
Toplam	44	14.14			
R²					0.81
Düzeltilmiş R²					0.76
Tahmini R²					0.70

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.12 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	4.466	0.496	26.46	0.000
Linear	3	2.447	0.815	43.50	0.000
A	1	0.004	0.004	0.24	0.629
t	1	0.018	0.018	1.01	0.322
T	1	2.424	2.424	129.2	0.000
Square	3	1.489	0.496	26.48	0.000
A ²	1	0.011	0.011	0.61	0.441
t ²	1	0.069	0.069	3.72	0.062
T ²	1	1.460	1.460	77.86	0.000
Interaction	3	0.529	0.176	9.40	0.000
A*t	1	0.024	0.024	1.30	0.263
A*T	1	0.306	0.306	16.33	0.000
t*T	1	0.198	0.198	10.57	0.003
Kalıntı	35	0.656	0.018		
Lack-of-Fit	3	0.228	0.076	5.70	0.003
Saf Hata	32	0.427	0.013		
Toplam	44	5.123			
R²					0.87
Düzeltilmiş R²					0.83
Tahmini R²					0.78

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.13 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	23.19	2.576	4.73	0.000
Linear	3	2.373	0.790	1.45	0.245
A	1	0.001	0.001	0.00	0.957
t	1	0.095	0.095	0.18	0.678
T	1	2.276	2.275	4.18	0.049
Square	3	17.97	5.993	11.0	0.000
A ²	1	9.760	9.760	17.91	0.000
t ²	1	0.305	0.305	0.56	0.459
T ²	1	8.541	8.541	15.67	0.000
Interaction	3	2.838	0.946	1.74	0.178
A*t	1	2.228	2.228	4.09	0.051
A*T	1	0.500	0.500	0.92	0.345
t*T	1	0.109	0.109	0.20	0.657
Kalıntı	35	19.07	0.545		
Lack-of-Fit	3	8.556	2.852	8.68	0.000
Saf Hata	32	10.51	0.328		
Toplam	44	42.26			
R²					0.54
Düzeltilmiş R²					0.43
Tahmini R²					0.26

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.14 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık (NTU) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	42.82	4.758	7.73	0.000
Linear	3	24.94	8.316	13.5	0.000
A	1	3.503	3.503	5.69	0.023
t	1	1.480	1.480	2.40	0.130
T	1	19.96	19.96	32.42	0.000
Square	3	9.568	3.189	5.18	0.005
A ²	1	4.714	4.714	7.65	0.009
t ²	1	0.134	0.134	0.22	0.643
T ²	1	5.082	5.082	8.25	0.007
Interaction	3	8.311	2.770	4.50	0.009
A*t	1	0.240	0.240	0.39	0.536
A*T	1	7.857	7.857	12.76	0.001
t*T	1	0.213	0.213	0.35	0.560
Kalıntı	35	21.55	0.615		
Lack-of-Fit	3	13.59	4.533	18.23	0.000
Saf Hata	32	7.955	0.248		
Toplam	44	64.38			
R²					0.66
Düzeltilmiş R²					0.57
Tahmini R²					0.45

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.15 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivite (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	20.69	2.299	36.87	0.000
Linear	3	7.132	2.377	38.12	0.000
A	1	1.875	1.875	30.07	0.000
t	1	0.823	0.823	13.20	0.001
T	1	4.434	4.434	71.10	0.000
Square	3	8.655	2.885	46.26	0.000
A ²	1	0.831	0.831	13.33	0.001
t ²	1	0.315	0.315	5.05	0.031
T ²	1	6.932	6.932	111.1	0.000
Interaction	3	4.908	1.636	26.23	0.000
A*t	1	0.045	0.045	0.74	0.397
A*T	1	0.704	0.704	11.29	0.002
t*T	1	4.158	4.158	66.68	0.000
Kalıntı	35	2.182	0.062		
Lack-of-Fit	3	0.497	0.165	3.15	0.038
Saf Hata	32	1.685	0.052		
Toplam	44	22.87			
R²					0.90
Düzeltilmiş R²					0.88
Tahmini R²					0.83

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.16 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	80.13	8.90	33.72	0.000
Linear	3	30.30	10.10	38.26	0.000
A	1	11.11	11.11	42.09	0.000
t	1	0.396	0.396	1.50	0.229
T	1	18.79	18.79	71.18	0.000
Square	3	12.19	4.063	15.39	0.000
A ²	1	6.641	6.641	25.16	0.000
t ²	1	4.581	4.581	17.35	0.000
T ²	1	0.061	0.061	0.23	0.631
Interaction	3	37.63	12.54	47.52	0.000
A*t	1	29.54	29.54	111.9	0.000
A*T	1	0.169	0.169	0.64	0.429
t*T	1	7.923	7.923	30.01	0.000
Kalıntı	35	9.240	0.264		
Lack-of-Fit	3	2.358	0.786	3.66	0.023
Saf Hata	32	6.881	0.215		
Toplam	44	89.37			
R²					0.89
Düzeltilmiş R²					0.87
Tahmini R²					0.82

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.17 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı (mg/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.000275	0.000031	17.08	0.000
Linear	3	0.000025	0.000008	4.61	0.008
A	1	0.000004	0.000004	2.24	0.143
t	1	0.000003	0.000003	1.89	0.178
T	1	0.000017	0.000017	9.71	0.004
Square	3	0.000052	0.000017	9.66	0.000
A ²	1	0.000019	0.000019	10.66	0.002
t ²	1	0.000036	0.000036	20.34	0.000
T ²	1	0.000000	0.000000	0.08	0.784
Interaction	3	0.000198	0.000066	36.96	0.000
A*t	1	0.000059	0.000059	33.01	0.000
A*T	1	0.000129	0.000129	72.43	0.000
t*T	1	0.000010	0.000010	5.44	0.026
Kalıntı	35	0.000063	0.000002		
Lack-of-Fit	3	0.000011	0.000004	2.28	0.098
Saf Hata	32	0.000052	0.000002		
Toplam	44	0.000337			
R²					0.81
Düzeltilmiş R²					0.76
Tahmini R²					0.70

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.18 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMAB Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	46.57	5.17	50.77	0.000
Linear	3	37.60	12.53	122.9	0.000
A	1	10.15	10.15	99.62	0.000
t	1	27.34	27.34	268.2	0.000
T	1	0.104	0.104	1.03	0.318
Square	3	6.900	2.300	22.57	0.000
A ²	1	1.003	1.003	9.84	0.003
t ²	1	5.374	5.374	52.72	0.000
T ²	1	0.067	0.067	0.66	0.422
Interaction	3	2.069	0.689	6.77	0.001
A*t	1	1.849	1.849	18.14	0.000
A*T	1	0.073	0.073	0.72	0.401
t*T	1	0.146	0.146	1.44	0.239
Kalıntı	35	3.567	0.101		
Lack-of-Fit	3	0.787	0.262	3.02	0.044
Saf Hata	32	2.779	0.086		
Toplam	44	50.14			
R²					0.92
Düzeltilmiş R²					0.91
Tahmini R²					0.88

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.19 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMK Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	38.99	4.332	54.55	0.000
Linear	3	32.34	10.78	135.7	0.000
A	1	9.711	9.711	122.2	0.000
t	1	22.63	22.63	284.9	0.000
T	1	0.003	0.003	0.04	0.834
Square	3	4.505	1.502	18.91	0.000
A ²	1	0.108	0.108	1.36	0.252
t ²	1	4.262	4.262	53.66	0.000
T ²	1	0.003	0.003	0.04	0.844
Interaction	3	2.143	0.714	9.00	0.000
A*t	1	1.883	1.883	23.71	0.000
A*T	1	0.192	0.192	2.43	0.128
t*T	1	0.067	0.067	0.85	0.363
Kalıntı	35	2.780	0.079		
Lack-of-Fit	3	0.751	0.250	3.95	0.017
Saf Hata	32	2.028	0.063		
Toplam	44	41.77			
R²					0.93
Düzeltilmiş R²					0.91
Tahmini R²					0.88

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.20 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin *B. circulans* Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	24.49	2.721	2.60	0.021
Linear	3	22.10	7.367	7.04	0.001
A	1	8.236	8.236	7.87	0.008
t	1	13.85	13.85	13.24	0.001
T	1	0.009	0.009	0.01	0.923
Square	3	2.302	0.767	0.73	0.539
A ²	1	0.956	0.956	0.91	0.345
t ²	1	1.012	1.012	0.97	0.332
T ²	1	0.168	0.168	0.16	0.690
Interaction	3	0.091	0.030	0.03	0.993
A*t	1	0.047	0.047	0.05	0.832
A*T	1	0.003	0.003	0.00	0.956
t*T	1	0.040	0.040	0.04	0.846
Kalıntı	35	36.61	1.046		
Lack-of-Fit	3	2.261	0.753	0.70	0.558
Saf Hata	32	34.35	1.073		
Toplam	44	61.10			
R²					0.40
Düzeltilmiş R²					0.24
Tahmini R²					0.00

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.21 Ultrasonikasyon Uygulamasındaki Amplitüd (%), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin *C. tropicalis* Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	1.773	0.197	2.87	0.012
Linear	3	1.541	0.513	7.49	0.001
A	1	0.532	0.532	7.76	0.009
t	1	1.008	1.008	14.71	0.001
T	1	0.0002	0.0002	0.00	0.987
Square	3	0.222	0.074	1.08	0.369
A ²	1	0.046	0.046	0.67	0.418
t ²	1	0.160	0.160	2.34	0.135
T ²	1	0.003	0.003	0.05	0.831
Interaction	3	0.009	0.003	0.05	0.986
A*t	1	0.007	0.007	0.11	0.738
A*T	1	0.0006	0.0006	0.01	0.925
t*T	1	0.0012	0.0012	0.02	0.893
Kalıntı	35	2.399	0.068		
Lack-of-Fit	3	0.117	0.039	0.55	0.654
Saf Hata	32	2.282	0.071		
Toplam	44	4.173			
R²					0.42
Düzeltilmiş R²					0.27
Tahmini R²					0.02

A: Amplitüd (%), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.22 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin pH Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.00474	0.00052	9.09	0.000
Linear	3	0.00114	0.00038	6.56	0.001
P	1	0.00033	0.00033	5.82	0.021
t	1	0.00020	0.00020	3.52	0.069
T	1	0.00060	0.00060	10.34	0.003
Square	3	0.00236	0.00078	13.58	0.000
P ²	1	0.00026	0.00026	4.51	0.041
t ²	1	0.00000	0.00000	0.00	0.952
T ²	1	0.00218	0.00218	37.57	0.000
Interaction	3	0.00124	0.00041	7.13	0.001
P*t	1	0.00067	0.00067	11.63	0.002
P*T	1	0.00003	0.00003	0.57	0.454
t*T	1	0.00053	0.00053	9.19	0.005
Kalıntı	35	0.00203	0.00005		
Lack-of-Fit	3	0.00060	0.00020	4.56	0.009
Saf Hata	32	0.00142	0.00004		
Toplam	44	0.00677			
R²					0.70
Düzeltilmiş R²					0.62
Tahmini R²					0.55

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.23 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kondaktivite ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	33.16	3.684	3.57	0.003
Linear	3	18.58	6.199	6.01	0.002
P	1	3.375	3.375	3.27	0.079
t	1	7.041	7.041	6.83	0.013
T	1	8.166	8.166	7.92	0.008
Square	3	5.411	1.803	1.75	0.175
P ²	1	0.000	0.000	0.00	1.000
t ²	1	4.923	4.923	4.78	0.036
T ²	1	0.692	0.692	0.67	0.418
Interaction	3	9.166	3.055	2.96	0.045
P*t	1	8.333	8.333	8.08	0.007
P*T	1	0.750	0.750	0.73	0.399
t*T	1	0.083	0.083	0.08	0.778
Kalıntı	35	36.08	1.030		
Lack-of-Fit	3	11.41	3.805	4.94	0.006
Saf Hata	32	24.66	0.770		
Toplam	44	69.24			
R²					0.47
Düzeltilmiş R²					0.34
Tahmini R²					0.20

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.24 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin L* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	27.30	3.034	9.29	0.000
Linear	3	1.713	0.571	1.75	0.175
P	1	0.000	0.000	0.00	0.999
t	1	0.546	0.546	1.67	0.204
T	1	1.167	1.167	3.57	0.067
Square	3	17.09	5.697	17.44	0.000
P ²	1	0.164	0.164	0.50	0.483
t ²	1	4.841	4.841	14.82	0.000
T ²	1	10.92	10.92	33.44	0.000
Interaction	3	8.501	2.833	8.68	0.000
P*t	1	4.715	4.715	14.44	0.001
P*T	1	0.850	0.850	2.60	0.116
t*T	1	2.935	2.935	8.99	0.005
Kalıntı	35	11.43	0.326		
Lack-of-Fit	3	9.283	3.094	46.08	0.000
Saf Hata	32	2.149	0.067		
Toplam	44	38.74			
R²					0.70
Düzeltilmiş R²					0.62
Tahmini R²					0.50

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.25 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin a* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	22.85	2.539	6.28	0.000
Linear	3	5.276	1.758	4.35	0.010
P	1	0.313	0.313	0.77	0.385
t	1	0.466	0.466	1.15	0.290
T	1	4.497	4.497	11.12	0.002
Square	3	2.013	0.671	1.66	0.193
P ²	1	0.044	0.044	0.11	0.741
t ²	1	1.867	1.867	4.62	0.039
T ²	1	0.016	0.016	0.04	0.842
Interaction	3	15.56	5.189	12.84	0.000
P*t	1	3.231	3.231	7.99	0.008
P*T	1	3.912	3.912	9.68	0.004
t*T	1	8.425	8.425	20.84	0.000
Kalıntı	35	14.15	0.404		
Lack-of-Fit	3	11.85	3.952	55.10	0.000
Saf Hata	32	2.295	0.071		
Toplam	44	37.01			
R²					0.61
Düzeltilmiş R²					0.51
Tahmini R²					0.34

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.26 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin b^* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	26.35	2.927	6.55	0.000
Linear	3	15.99	5.332	11.93	0.000
P	1	5.787	5.787	12.94	0.001
t	1	4.412	4.412	9.87	0.003
T	1	5.797	5.797	12.96	0.001
Square	3	8.495	2.831	6.33	0.002
P ²	1	7.055	7.055	15.78	0.000
t ²	1	0.422	0.422	0.95	0.337
T ²	1	0.478	0.478	1.07	0.308
Interaction	3	1.857	0.619	1.38	0.264
P*t	1	0.033	0.033	0.08	0.785
P*T	1	0.007	0.007	0.02	0.896
t*T	1	1.815	1.815	4.06	0.052
Kalıntı	35	15.65	0.447		
Lack-of-Fit	3	14.37	4.792	120.3	0.000
Saf Hata	32	1.274	0.039		
Toplam	44	42.00			
R²					0.62
Düzeltilmiş R²					0.53
Tahmini R²					0.34

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.27 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin C* Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	8.520	0.946	10.65	0.000
Linear	3	5.195	1.731	19.48	0.000
P	1	0.307	0.307	3.46	0.071
t	1	0.158	0.158	1.78	0.191
T	1	4.729	4.729	53.21	0.000
Square	3	2.430	0.810	9.11	0.000
P ²	1	1.396	1.396	15.71	0.000
t ²	1	0.154	0.154	1.74	0.196
T ²	1	0.692	0.692	7.79	0.008
Interaction	3	0.893	0.297	3.35	0.030
P*t	1	0.028	0.028	0.31	0.579
P*T	1	0.863	0.863	9.72	0.004
t*T	1	0.001	0.001	0.02	0.885
Kalıntı	35	3.111	0.088		
Lack-of-Fit	3	2.851	0.950	117.1	0.000
Saf Hata	32	0.259	0.008		
Toplam	44	11.63			
R²					0.73
Düzeltilmiş R²					0.66
Tahmini R²					0.52

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.28 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin h° Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	19.19	2.132	7.15	0.000
Linear	3	2.716	0.905	3.04	0.042
P	1	0.138	0.138	0.46	0.500
t	1	0.367	0.367	1.23	0.275
T	1	2.211	2.211	7.42	0.010
Square	3	1.760	0.586	1.97	0.137
P ²	1	0.002	0.002	0.01	0.934
t ²	1	1.674	1.674	5.62	0.023
T ²	1	0.036	0.036	0.12	0.730
Interaction	3	14.71	4.905	16.45	0.000
P*t	1	2.621	2.621	8.79	0.005
P*T	1	4.824	4.824	16.18	0.000
t*T	1	7.271	7.271	24.39	0.000
Kalıntı	35	10.43	0.298		
Lack-of-Fit	3	7.955	2.651	34.20	0.000
Saf Hata	32	2.481	0.077		
Toplam	44	29.63			
R²					0.64
Düzeltilmiş R²					0.55
Tahmini R²					0.40

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.29 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin ΔE Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	5.830	0.647	13.12	0.000
Linear	3	1.428	0.476	9.64	0.000
P	1	0.247	0.247	5.01	0.032
t	1	0.061	0.061	1.25	0.271
T	1	1.118	1.118	22.65	0.000
Square	3	2.929	0.976	19.77	0.000
P ²	1	0.015	0.015	0.31	0.580
t ²	1	0.003	0.003	0.07	0.795
T ²	1	2.924	2.924	59.20	0.000
Interaction	3	1.472	0.490	9.94	0.000
P*t	1	1.285	1.285	26.02	0.000
P*T	1	0.016	0.016	0.34	0.562
t*T	1	0.170	0.170	3.46	0.071
Kalıntı	35	1.728	0.049		
Lack-of-Fit	3	1.592	0.530	124.5	0.000
Saf Hata	32	0.136	0.004		
Toplam	44	7.559			
R²					0.77
Düzeltilmiş R²					0.71
Tahmini R²					0.59

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.30 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin CI Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.00903	0.00100	9.34	0.000
Linear	3	0.00639	0.00213	19.83	0.000
P	1	0.00555	0.00555	51.64	0.000
t	1	0.00055	0.00055	5.13	0.030
T	1	0.00029	0.00029	2.74	0.107
Square	3	0.00059	0.00019	1.84	0.158
P ²	1	0.00054	0.00054	5.03	0.031
t ²	1	0.00001	0.00001	0.14	0.707
T ²	1	0.00001	0.00001	0.09	0.767
Interaction	3	0.00204	0.00068	6.34	0.002
P*t	1	0.00027	0.00027	2.52	0.121
P*T	1	0.00053	0.00053	4.96	0.032
t*T	1	0.00124	0.00124	11.54	0.002
Kalıntı	35	0.00376	0.00010		
Lack-of-Fit	3	0.00213	0.00071	14.02	0.000
Saf Hata	32	0.00162	0.00005		
Toplam	44	0.01279			
R²					0.70
Düzeltilmiş R²					0.63
Tahmini R²					0.50

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.31 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Renk Tonu Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	1.151	0.127	5.62	0.000
Linear	3	0.722	0.240	10.58	0.000
P	1	0.422	0.422	18.58	0.000
t	1	0.069	0.069	3.04	0.090
T	1	0.230	0.230	10.11	0.003
Square	3	0.227	0.075	3.33	0.031
P ²	1	0.058	0.058	2.59	0.117
t ²	1	0.152	0.152	6.69	0.014
T ²	1	0.003	0.003	0.01	0.910
Interaction	3	0.202	0.067	2.69	0.046
P*t	1	0.039	0.039	1.72	0.198
P*T	1	0.138	0.138	6.06	0.019
t*T	1	0.024	0.024	1.10	0.302
Kalıntı	35	0.796	0.022		
Lack-of-Fit	3	0.468	0.156	15.23	0.000
Saf Hata	32	0.328	0.010		
Toplam	44	1.947			
R²					0.59
Düzeltilmiş R²					0.48
Tahmini R²					0.31

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.32 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Sarı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	19.95	2.217	43.35	0.000
Linear	3	15.86	5.289	103.4	0.000
P	1	11.03	11.03	215.7	0.000
t	1	1.560	1.560	30.51	0.000
T	1	3.275	3.275	64.05	0.000
Square	3	0.968	0.322	6.31	0.002
P ²	1	0.956	0.956	18.70	0.000
t ²	1	0.034	0.034	0.67	0.419
T ²	1	0.003	0.003	0.07	0.790
Interaction	3	3.115	1.038	20.31	0.000
P*t	1	0.515	0.515	10.08	0.003
P*T	1	1.635	1.635	31.98	0.000
t*T	1	0.964	0.964	18.86	0.000
Kalıntı	35	1.789	0.051		
Lack-of-Fit	3	0.367	0.122	2.76	0.058
Saf Hata	32	1.422	0.044		
Toplam	44	21.74			
R²					0.91
Düzeltilmiş R²					0.89
Tahmini R²					0.86

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.33 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Kırmızı Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	12.86	1.429	5.11	0.000
Linear	3	7.889	2.629	9.40	0.000
P	1	4.336	4.336	15.50	0.000
t	1	0.696	0.696	2.49	0.123
T	1	2.856	2.856	10.21	0.003
Square	3	3.088	1.029	3.68	0.021
P ²	1	0.581	0.581	2.08	0.158
t ²	1	2.309	2.309	8.26	0.007
T ²	1	0.001	0.001	0.00	0.961
Interaction	3	1.886	0.628	2.25	0.100
P*t	1	0.309	0.309	1.11	0.300
P*T	1	1.377	1.377	4.92	0.033
t*T	1	0.199	0.199	0.71	0.404
Kalıntı	35	9.788	0.279		
Lack-of-Fit	3	5.948	1.982	16.52	0.000
Saf Hata	32	3.840	0.120		
Toplam	44	22.65			
R²					0.56
Düzeltilmiş R²					0.45
Tahmini R²					0.27

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.34 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Mavi Renk Bileşimi (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	1.741	0.193	5.47	0.000
Linear	3	0.773	0.257	7.29	0.001
P	1	0.725	0.725	20.52	0.000
t	1	0.022	0.022	0.63	0.434
T	1	0.025	0.025	0.73	0.399
Square	3	0.521	0.173	4.92	0.006
P ²	1	0.207	0.207	5.87	0.021
t ²	1	0.200	0.200	5.66	0.023
T ²	1	0.096	0.096	2.74	0.107
Interaction	3	0.447	0.149	4.22	0.012
P*t	1	0.202	0.202	5.74	0.022
P*T	1	0.133	0.133	3.77	0.060
t*T	1	0.110	0.110	3.14	0.085
Kalıntı	35	1.237	0.035		
Lack-of-Fit	3	0.063	0.021	0.58	0.635
Saf Hata	32	1.173	0.036		
Toplam	44	2.978			
R²					0.58
Düzeltilmiş R²					0.47
Tahmini R²					0.35

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.35 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Bulanıklık (NTU) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	93.20	10.35	6.15	0.000
Linear	3	10.56	3.521	2.09	0.119
P	1	6.731	6.731	3.99	0.053
t	1	0.034	0.033	0.02	0.888
T	1	3.800	3.800	2.26	0.142
Square	3	35.14	11.71	6.95	0.001
P ²	1	28.01	28.01	16.63	0.000
t ²	1	6.305	6.305	3.74	0.061
T ²	1	1.144	1.144	0.68	0.415
Interaction	3	47.49	15.83	9.40	0.000
P*t	1	41.40	41.40	24.57	0.000
P*T	1	0.030	0.030	0.02	0.895
t*T	1	6.063	6.063	3.60	0.066
Kalıntı	35	58.97	1.684		
Lack-of-Fit	3	40.77	13.59	23.90	0.000
Saf Hata	32	18.19	0.568		
Toplam	44	152.1			
R²					0.61
Düzeltilmiş R²					0.51
Tahmini R²					0.33

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.36 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Antioksidan Aktivite (%) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.495	0.055	2.05	0.063
Linear	3	0.047	0.015	0.58	0.630
P	1	0.028	0.028	1.06	0.310
t	1	0.005	0.005	0.19	0.667
T	1	0.013	0.013	0.50	0.485
Square	3	0.238	0.079	2.95	0.046
P ²	1	0.152	0.152	5.68	0.023
t ²	1	0.062	0.062	2.32	0.137
T ²	1	0.004	0.004	0.17	0.679
Interaction	3	0.210	0.070	2.61	0.067
P*t	1	0.172	0.172	6.41	0.016
P*T	1	0.002	0.002	0.09	0.761
t*T	1	0.035	0.035	1.33	0.257
Kalıntı	35	0.941	0.026		
Lack-of-Fit	3	0.615	0.205	20.12	0.000
Saf Hata	32	0.326	0.010		
Toplam	44	1.437			
R²					0.34
Düzeltilmiş R²					0.17
Tahmini R²					0.00

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.37 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.000057	0.000006	4.48	0.001
Linear	3	0.000002	0.000001	0.39	0.764
P	1	0.000001	0.000001	0.66	0.421
t	1	0.000000	0.000000	0.17	0.686
T	1	0.000000	0.000000	0.33	0.572
Square	3	0.000032	0.000011	7.46	0.001
P ²	1	0.000016	0.000016	11.55	0.002
t ²	1	0.000012	0.000012	8.50	0.006
T ²	1	0.000001	0.000001	0.72	0.401
Interaction	3	0.000024	0.000008	5.61	0.003
P*t	1	0.000002	0.000002	1.61	0.213
P*T	1	0.000007	0.000007	4.80	0.035
t*T	1	0.000015	0.000015	10.42	0.003
Kalıntı	35	0.000050	0.000001		
Lack-of-Fit	3	0.000015	0.000005	4.50	0.010
Saf Hata	32	0.000035	0.000001		
Toplam	44	0.000107			
R²					0.53
Düzeltilmiş R²					0.41
Tahmini R²					0.28

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.38 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin İndirgen Şeker Miktarı (mg/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	0.000176	0.000020	17.69	0.000
Linear	3	0.000013	0.000004	3.91	0.017
P	1	0.000000	0.000000	0.45	0.506
t	1	0.000008	0.000008	7.21	0.011
T	1	0.000004	0.000004	4.06	0.052
Square	3	0.000078	0.000026	23.57	0.000
P ²	1	0.000024	0.000024	21.61	0.000
t ²	1	0.000046	0.000046	41.35	0.000
T ²	1	0.000003	0.000003	2.31	0.137
Interaction	3	0.000085	0.000028	25.58	0.000
P*t	1	0.000061	0.000061	55.67	0.000
P*T	1	0.000016	0.000016	14.43	0.001
t*T	1	0.000007	0.000007	6.64	0.014
Kalıntı	35	0.000039	0.000001		
Lack-of-Fit	3	0.000009	0.000003	3.24	0.035
Saf Hata	32	0.000030	0.000001		
Toplam	44	0.000214			
R²					0.81
Düzeltilmiş R²					0.77
Tahmini R²					0.69

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.39 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMAB Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	5.703	0.633	8.84	0.000
Linear	3	5.025	1.675	23.37	0.000
P	1	4.659	4.659	65.00	0.000
t	1	0.356	0.356	4.97	0.032
T	1	0.009	0.009	0.13	0.721
Square	3	0.511	0.170	2.38	0.086
P ²	1	0.201	0.201	2.82	0.102
t ²	1	0.036	0.036	0.51	0.481
T ²	1	0.332	0.332	4.64	0.038
Interaction	3	0.166	0.055	0.77	0.517
P*t	1	0.009	0.009	0.13	0.718
P*T	1	0.140	0.140	1.97	0.170
t*T	1	0.015	0.015	0.22	0.643
Kalıntı	35	2.509	0.071		
Lack-of-Fit	3	1.195	0.398	9.70	0.000
Saf Hata	32	1.314	0.041		
Toplam	44	8.212			
R²					0.69
Düzeltilmiş R²					0.61
Tahmini R²					0.46

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.40 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin TMK Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	8.412	0.934	11.32	0.000
Linear	3	7.308	2.436	29.50	0.000
P	1	5.580	5.580	67.58	0.000
t	1	1.498	1.498	18.15	0.000
T	1	0.229	0.229	2.78	0.104
Square	3	0.563	0.187	2.27	0.097
P ²	1	0.265	0.265	3.22	0.081
t ²	1	0.001	0.001	0.01	0.908
T ²	1	0.338	0.338	4.09	0.051
Interaction	3	0.540	0.180	2.18	0.108
P*t	1	0.221	0.221	2.69	0.110
P*T	1	0.235	0.235	2.85	0.100
t*T	1	0.083	0.083	1.01	0.322
Kalıntı	35	2.890	0.082		
Lack-of-Fit	3	1.330	0.443	9.10	0.000
Saf Hata	32	1.559	0.048		
Toplam	44	11.30			
R²					0.74
Düzeltilmiş R²					0.67
Tahmini R²					0.55

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.41 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin *B. circulans* Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	11.33	1.259	36.59	0.000
Linear	3	9.541	3.180	92.37	0.000
P	1	7.146	7.146	207.5	0.000
t	1	2.393	2.393	69.51	0.000
T	1	0.001	0.001	0.04	0.841
Square	3	1.034	0.344	10.01	0.000
P ²	1	0.281	0.281	8.17	0.007
t ²	1	0.350	0.350	10.18	0.003
T ²	1	0.351	0.351	10.20	0.003
Interaction	3	0.764	0.254	7.40	0.001
P*t	1	0.761	0.761	22.12	0.000
P*T	1	0.002	0.002	0.07	0.792
t*T	1	0.000	0.000	0.01	0.917
Kalıntı	35	1.205	0.034		
Lack-of-Fit	3	0.176	0.058	1.83	0.162
Saf Hata	32	1.029	0.032		
Toplam	44	12.54			
R²					0.90
Düzeltilmiş R²					0.87
Tahmini R²					0.83

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

EK A.42 YHB Uygulamasındaki Basınç (MPa), Süre (dk) ve Sıcaklık (°C) Parametrelerinin, Meyan Kökü Şerbetinin *C. tropicalis* Sayısı (log kob/mL) Değeri Üzerindeki Etkilerini Gösteren ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	<i>p</i>
Model	9	9.207	1.023	41.30	0.000
Linear	3	7.784	2.594	104.7	0.000
P	1	5.875	5.875	237.2	0.000
t	1	1.900	1.900	76.72	0.000
T	1	0.008	0.008	0.34	0.563
Square	3	0.352	0.117	4.74	0.007
P ²	1	0.214	0.214	8.67	0.006
t ²	1	0.064	0.064	2.58	0.117
T ²	1	0.046	0.046	1.87	0.180
Interaction	3	1.070	0.356	14.41	0.000
P*t	1	1.056	1.056	42.64	0.000
P*T	1	0.011	0.011	0.48	0.492
t*T	1	0.002	0.002	0.11	0.746
Kalıntı	35	0.867	0.024		
Lack-of-Fit	3	0.200	0.066	3.20	0.036
Saf Hata	32	0.666	0.020		
Toplam	44	10.07			
R²					0.91
Düzeltilmiş R²					0.89
Tahmini R²					0.85

P: Basınç (MPa), t: Süre (dk), T: Sıcaklık (°C) parametrelerini temsil etmektedir. SD: Serbestlik derecesi.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şahin BAKAY

Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır, 15/12/1990

Lisans Üniversite : Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Elektronik posta : sahinbakay@gmail.com

İletişim Adresi : Borazanlar Mahallesi, Mehmet Akif Ersoy Bulvarı, No: 47 Merkez/BOLU

Yayın Listesi : Bakay Ş ve Evrendilek GA (2017) Elektrolize Suyun Kanatlı Et Endüstrisinde Kullanımı, 4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 26-30 Nisan 2017, Antalya.

: Bakay Ş, Ateş C, Demiray M, Uzuner S ve Evrendilek GA (2018) Potential of High Pressure Processing for Processing of Traditional Drinks, International Eurasian Conferance, 22-23 Kasım 2018, Ankara.