

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



**FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONUNDA**  
**ULTRASONİKASYON ve YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ**  
**KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ve RAF ÖMRÜ**  
**ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**CEREN ATEŞ**

**BOLU, OCAK - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

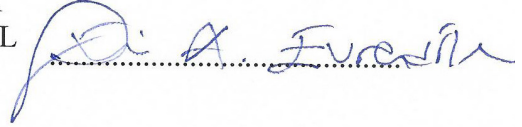
CEREN ATEŞ tarafından hazırlanan “FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONUNDA ULTRASONİKASYON ve YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ve RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 15/01/2019 tarihinde **BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

Danışman

Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL  
ÜNİVERSİTESİ



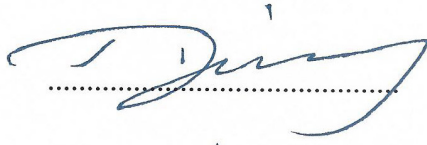
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL  
ÜNİVERSİTESİ



Üye

Doç. Dr. Deniz ÇEKMECELİOĞLU  
ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



Mezuniyet Tarihi :

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**AILEME,**



## 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.

Ceren ATEŞ



## ÖZET

### FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONUNDA ULTRASONİKASYON VE YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEREN ATEŞ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)

BOLU, OCAK - 2019

Bu çalışmada, geleneksel içeceklerimizden şalgam suyunun yüksek hidrostatik basınç (YHB) ve ultrasonikasyon (US) yöntemleri ile prosesinin şalgam suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi test edilmiştir. Bunun için YHB prosesleri için süre (3-15 dk), sıcaklık (4-40 °C), basınç (200-500 MPa) faktörleri, US prosesleri için süre (5-45 dk), sıcaklık (4-40 °C), amplitüd (50-90 A) faktörleri bağımsız parametreler olarak belirlenmiş ve Box-Behnken dizaynı ile belirlenen koşullara göre acılı ve acısız şalgam suları YHB ve US ile işlenmiştir. Optimum koşullarda YHB ile işlenen acılı şalgam suyu (34.23 °C -15 dk-500 MPa) için renk yoğunluğu, renk tonu, toplam maya küf, canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı sırası ile 3.43 A, 0.69 A, 3.09 log kob/mL, 2.51 log kob/mL, 2.68 logkob/mL, acısız şalgam suyu (40 °C -15 dk-363.6 MPa) için kondaktivite, antioksidan aktivite, indirgen şeker, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, canlı *L. paracasei* sayısı sırası ile 8.65 mS/cm, 63.56 %, 0.39 g/L, 3.16 log kob/mL, 2.94 log kob/mL, US ile proses edilen acılı şalgam suyu (17.09 °C-36.51 dk- 79.89 A) için toplam asitlik, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, toplam maya küf, canlı *L. paracasei*, canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı sırası ile 0.393 g/L, 3.37 log kob/mL, 3.22 log kob/mL, 3.22 log kob/mL, 3.40 log kob/mL, acısız şalgam suyu için (4°C-28.84 dk-90 A) kondaktivite, toplam asitlik, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, canlı *L. paracasei*, canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı sırası ile 16.23 mS/cm, 0.439 g/L, 3.06 log kob/mL, 3.15 log kob/mL 3.27 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Optimum koşullarda proses edilen şalgam suları 90 gün süre ile 4-22 °C 'de depolanmış ve 0, 15, 30, 45, 60, 75, ve 90 günlerde örneklerin duyuusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. 90 günlük raf ömrü çalışmalarının sonucunda örneklerde duyuusal olarak bir bozulma olmadığı, kalite kriterlerinde önemli kayıpların yaşanmadığı belirlenmiştir. Optimum koşullarda proses edilen acılı şalgam suyu ve acısız şalgam suyu için kalite kriterleri göz önüne alındığında YHB yönteminin daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Şalgam suyu, Yüksek Hidrostatik Basınç, Ultrasonikasyon, Box-Behnken deneme dizanı, Raf ömrü

## ABSTRACT

**EFFECTIVENESS OF ULTRASONICATION AND HIGH PRESSURE  
PROCESSING PASTEURIZATION ON QUALITY  
CHARACTERISTICS AND SHELF LIFE OF FERMENTED  
SALGHAM DRINK  
MSC THESIS  
CEREN ATEŞ  
BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL  
OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)**

**BOLU, JANUARY 2019**

Processing of traditional fermented salgham juice by high hydrostatic pressure (HPP) and ultrasonication (US) with respect to quality attributes, microbial inactivation and shelf-life was studied. Explanatory variables for HPP were time (3-15 min), temperature (4-40 °C), pressure (200-500 MPa) and factors for US were (5-45 min), temperature (4-40 °C) and amplitude (50-90 A), and both spicy and sweet shalgam juices were processed by HPP and US according to the conditions determined by Box-Behnken design. Color intensity, color tone, total mold and yeast, viable *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* and *Lactobacillus paracasei* of 3.43 A, 0.69 A, 3.09 log kob/mL, 2.51 log kob/mL, and 2.68 log kob/mL, were the optimum conditions for HPP (34.23 °C, 15 min, 500 MPa) processed spicy shalgam juice; conductivity, total antioxidant activity, total reducing sugar, total number of mesophilic aerobic bacteria, viable *L. paracasei* of 8.65 mS/cm, 63.56 %, 0.39 g/L, 3.16 log kob/mL, and 2.94 logkob/mL were the optimum conditions for HPP processed (40 °C, 15 min, 363.6 MPa) sweet shalgam juice; total acidity, total mesophilic aerobic bacteria, total yeast and mold, survived *L. paracasei* and *L. lactis* subsp. *cremoris* of 0.393 g/L, 3.37 log kob/mL, 3.22 log kob/mL, 3.22 log kob/mL, and 3.40 log kob/mL were the optimum conditions for US (17.09 °C, 36.51 min, 79.89 A) processed spicy shalgam juice; conductivity, total acidity, total mesophilic aerobic bacteria, viable *L. paracasei* and *L. lactis* subsp. *cremoris* of 16.23 mS/cm, 0.439 g/L, 3.06 log kob/mL, 3.15 log kob/mL, and 3.27 log kob/mL were the optimum conditions for US (4 °C, 28.84, 90 A) processed sweet shalgam juice, respectively. Shalgam juices processed under optimum conditions were stored at both 4 and 22 °C for 90 days, and sensory, physicochemical and microbiological analyses were performed on 0, 15, 39, 45, 60, 75 and 90th days of storage. As a result of 90 days shelf life studies, it was determined that there was no sensory deterioration in the samples and no significant loss in quality criteria. Results revealed that HPP was more successful for spicy shalgam juice and sweet shalgam juice.

**KEYWORDS:** Shalgam Juice, High Hydrostatic Pressure, Ultrasonication, Box-Behnken design, Shelf life

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xix</b>
<b>KISALTIMA VE SEMBOLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xxx</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xxxii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>4</b>
2.1 Şalgam Suyu .....	4
2.2 Yüksek Hidrostatik Basınç .....	10
2.3 Ultrasonikasyon .....	16
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>23</b>
3.1 Materyal .....	23
3.1.1 Şalgam Suyu .....	23
3.1.2 Laktik Asit Bakterisi Kültür Suşları .....	23
3.2 Metot.....	23
3.2.1 Şalgam Suyunun Hazırlanması .....	23
3.2.2 Şalgam Suyuna Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamaları .....	24
3.2.3 Şalgam Suyuna Ultrasonikasyon Uygulamaları.....	25
3.2.4 Şalgam Suyuna Uygulanan Analizler.....	27
3.2.4.1 pH.....	27
3.2.4.2 Suda çözünen kuru madde analizi .....	27
3.2.4.3 Kondaktivite (iletkenlik) analizi .....	27
3.2.4.4 Tuz miktarı analizi .....	27
3.2.4.5 Bulanıklık analizi .....	28
3.2.4.6 Toplam asit tayini .....	28
3.2.4.7 Renk analizi .....	28
3.2.4.8 Renk yoğunluğu/ Renk tonu/ Renk bileşimi analizi .....	29
3.2.4.9 Toplam monomerik antosiyanin miktarı analizi.....	29
3.2.4.10 Toplam fenolik madde miktarı analizi.....	31
3.2.4.11 Antioksidan aktivite tayini.....	32
3.2.4.12 İndirgen şeker analizi.....	33
3.2.4.13 Uçar asit miktarı tayini .....	35
3.2.4.14 Mikrobiyel inaktivasyon analizleri .....	36
3.2.4.15 Duyusal analiz.....	38
3.2.4.16 Fenolik bileşenlerin analizi.....	38
3.2.4.17 Organik asitlerin tayini .....	39
3.2.4.18 Raf ömrü çalışmaları.....	40
3.2.4.19 Veri analizi.....	40

<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>43</b>
4.1 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamalarının Acılı Şalgam Suyu Bulguları....	43
4.1.1 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu pH üzerine etkisi ....	43
4.1.2 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu suda çözünen kuru madde üzerine etkisi .....	44
4.1.3 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam kondaktivite üzerine etkisi .....	46
4.1.4 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi.....	47
4.1.5 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam bulanıklık üzerine etkisi .....	49
4.1.6 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi.....	50
4.1.7 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi .....	52
4.1.8 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi .....	54
4.1.9 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi .....	55
4.1.10 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, $C^*$ ) değeri üzerine etkisi .....	57
4.1.11 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu hue (renk tonu, $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi.....	58
4.1.12 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi.....	60
4.1.13 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi.....	61
4.1.14 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi.....	66
4.1.15 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	70
4.1.16 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	71
4.1.17 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	73
4.1.18 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin miktarı üzerine etkisi .....	75
4.1.19 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi .....	76
4.1.20 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun antioksidan aktivitesi üzerine etkisi .....	78
4.1.21 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun uçur asit miktarı üzerine etkisi.....	79
4.1.22 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi.....	80
4.1.23 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi.....	82
4.1.24 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi.....	83



4.1.25	Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyundaki <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisi.....	87
4.1.26	Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyundaki <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisi .....	91
4.1.27	Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi .....	94
4.1.28	Acılı Şalgam Suyu İçin Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu.....	96
4.1.29	Acılı şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta analiz sonuçları .....	99
4.2	Yüksek Basınç Uygulamalarının Acısız Şalgam Suyu Bulguları.....	99
4.2.1	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu pH üzerine etkisi ...	99
4.2.2	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun suda çözünen kuru madde üzerine etkisi.....	101
4.2.3	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu kondaktivite üzerine etkisi.....	102
4.2.4	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi.....	106
4.2.5	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam bulanıklık üzerine etkisi .....	107
4.2.6	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi.....	109
4.2.7	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi.....	110
4.2.8	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi .....	112
4.2.9	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi .....	113
4.2.10	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, $C^*$ ) değeri üzerine etkisi .....	115
4.2.11	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu hue (renk tonu, $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi.....	116
4.2.12	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi .....	118
4.2.13	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi.....	119
4.2.14	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi.....	121
4.2.15	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	122
4.2.16	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	124
4.2.17	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	125
4.2.18	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi.....	127
4.2.19	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi .....	128
4.2.20	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun antioksidan aktivitesi üzerine etkisi .....	130

4.2.21	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun uçur asit miktarı üzerine etkisi .....	134
4.2.22	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi.....	135
4.2.23	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi .....	139
4.2.24	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi.....	146
4.2.25	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyundaki <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisi .....	147
4.2.26	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyundaki <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisi .....	154
4.2.27	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi .....	155
4.2.28	Acısız Şalgam Suyu İçin Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu.....	157
4.2.29	Acısız şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta analiz sonuçları .....	160
4.3	Ultrasonikasyon Uygulamalarının Acılı Şalgam Suyu Üzerine Etkileri .....	160
4.3.1	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu pH üzerine etkisi .....	160
4.3.2	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunda suda çözünen kuru madde miktarı üzerine etkisi.....	162
4.3.3	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etkisi.....	164
4.3.4	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi.....	165
4.3.5	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu bulanıklık üzerine etkisi.....	167
4.3.6	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi.....	168
4.3.7	Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi .....	173
4.3.8	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi.....	174
4.3.9	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi.....	176
4.3.10	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, $C^*$ ) değeri üzerine etkisi .....	177
4.3.11	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu hue ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi.....	179
4.3.12	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi .....	180
4.3.13	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi .....	181
4.3.14	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi.....	183
4.3.15	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	184

4.3.16	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	186
4.3.17	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	187
4.3.18	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi.....	189
4.3.19	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi .....	190
4.3.20	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun antioksidan aktivitesi (AA) üzerine etkisi .....	192
4.3.21	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun uçur asit miktarı üzerine etkisi .....	193
4.3.22	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı (İŞM) üzerine etkisi.....	194
4.3.23	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi.....	196
4.3.24	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi.....	202
4.3.25	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyundaki <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisi.....	208
4.3.26	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyundaki <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisi .....	215
4.3.27	Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun duyuusal özellikleri üzerine etkisi .....	221
4.3.28	Acılı Şalgam Suyu İçin Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu.....	224
4.3.29	Acılı şalgam suyu için US prosesi optimum nokta analiz sonuçları ...	226
4.4	Ultrasonikasyon Uygulamalarının Acısız Şalgam Suyu Bulguları.....	227
4.4.1	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu pH üzerine etkisi .....	227
4.4.2	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunda suda çözünen kuru madde miktarı üzerine etkisi.....	228
4.4.3	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etkisi.....	230
4.4.4	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi.....	234
4.4.5	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu bulanıklık üzerine etkisi.....	235
4.4.6	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi.....	236
4.4.7	Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi.....	240
4.4.8	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi.....	242
4.4.9	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi.....	243
4.4.10	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, $C^*$ ) değeri üzerine etkisi .....	245
4.4.11	Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu hue ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi.....	246

4.4.12 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi .....	247
4.4.13 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi.....	249
4.4.14 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi.....	250
4.4.15 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	251
4.4.16 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	253
4.4.17 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi.....	254
4.4.18 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi.....	256
4.4.19 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi .....	257
4.4.20 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun antioksidan aktivitesi (AA) üzerine etkisi .....	259
4.4.21 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun uçur asit miktarı üzerine etkisi .....	260
4.4.22 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi.....	261
4.4.23 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi.....	262
4.4.24 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi.....	268
4.4.25 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyundaki <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisi.....	270
4.4.26 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyundaki <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisi .....	276
4.4.27 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi .....	282
4.4.28 Acısız Şalgam Suyu İçin Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu.....	284
4.4.29 Acısız şalgam suyu için US prosesi optimum nokta analiz sonuçları.....	286
4.5 Raf Ömrü Çalışmaları.....	287
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>337</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>342</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>443</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1. <i>Lactobacillus plantarum</i> mikroskop görüntüsü.....	5
Şekil 2.2. Siyanidin 3 Glikozit Yapısı.....	8
Şekil 2.3. A. Dolaylı sıkıştırma sistemi B. Direkt sıkıştırma sistemi .....	12
Şekil 2.4. Ultrasonikasyon frekans aralığı .....	16
Şekil 2.5. Ultrasonikasyon kavitasyon mekanizması.....	19
Şekil 3.1. Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarının gerçekleştirildiği YHB cihazı.....	24
Şekil 3.2. Vakum paketlenme cihazı.....	25
Şekil 3.3. Vakumla paketlenmiş şalgam örneği .....	25
Şekil 3.4. Laboratuvar ölçekli ultrasonikasyon cihazı .....	26
Şekil 3.5. Ultrasonikasyon ile proses edilen şalgam suyu örneği .....	26
Şekil 3.6. Gallik asit kalibrasyon eğrisi .....	32
Şekil 3.7. Glikoz kalibrasyon eğrisi .....	34
Şekil 3.8. İndirgen şeker analizi işlem basamakları.....	35
Şekil 3.9. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi .....	38
Şekil 4.1. YHB uygulamasının acılı şalgam suyu L* değeri için Johnson dönüşüm grafiği.....	53
Şekil 4.2.A. Acılı şalgam suyunda YHB uygulamasında sıcaklık, süre ve basıncın IC ile ilişkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: P=350 MPa, C: t=9 dk) .....	64
Şekil 4.2.B. Sabit basınçta (P=350 MPa) yapılan YHB uygulamasında sıcaklık ve sürenin IC değeri ile ilişkisinin 3D grafiği .....	65
Şekil 4.2.C. Sabit sürede (t=9 dk) yapılan YHB uygulamasında sıcaklık ve basıncın IC değeri ile ilişkisinin 3D grafiği.....	65
Şekil 4.3.A. Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında süre ve basıncın renk tonu değeri ile ilişkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: P=350 MPa, C: t=9 dk) .....	68
Şekil 4.3.B. Acılı şalgam suyuna sabit uygulama basıncında (P=350 MPa) T×t etkileşiminin renk tonu değerine etkisinin 3D grafiği.....	69
Şekil 4.3.C. Acılı şalgam suyuna sabit uygulama süresinde (t=9 dk) uygulama sıcaklığı ve basıncın renk tonu değeri ile arasındaki ilişki 3D grafiği .....	69
Şekil 4.4. Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık ve süre değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	86
Şekil 4.5. Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık ve sürenin değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	87
Şekil 4.6 Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasının süre ve basınç değişiminin canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	90

Şekil 4.7. Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasının süre basınç değişiminin canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	90
Şekil 4.8. Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasında süre ve basınç değişiminin canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	93
Şekil 4.9. Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasında süre basınç değişiminin canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	94
Şekil 4.10. Duyusal analiz sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği .....	96
Şekil 4.11. Acılı şalgam suyu YHB optimum değerleri .....	97
Şekil 4.12.A. Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık, süre ve basıncın kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği (A: P=350 MPa, B: t=9 dk, C: T=22 °C).....	105
Şekil 4.12.B. Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında iletkenliğin sıcaklık ve basıncınca bağlı olarak değişimi.....	105
Şekil 4.12.C. Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında iletkenliğin süre ve basıncınca bağlı olarak değişimi.....	106
Şekil 4.13.A. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık, süre ve basıncın AA değeri üzerine etkisinin 3D grafiği (A: t=9 dk, B: P= 350 MPa, C: T=22 °C).....	133
Şekil 4.13.B. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık ve sürenin AA değeri üzerine etkisi.....	133
Şekil 4.13.C. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında basınç ve sürenin AA değeri üzerine etkisinin 3D grafiği .....	134
Şekil 4.14.A. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık süre ve basıncın İŞM üzerine etkisinin 3D grafiği (A: P=350MPa B: t=9dk C: T=22 °C) .....	138
Şekil 4.14.B. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık ve basıncın İŞM üzerine etkisi.....	138
Şekil 4.14.C. Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında basınç ve sürenin İŞM üzerine etkisi.....	139
Şekil 4.15.A. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç ve süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi 3D grafiği (A: t=9 dk, B: P=350 MPa, C: T=22 °C).....	142
Şekil 4.15.B. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi 3D grafiği.....	143
Şekil 4.15.C. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi .....	143
Şekil 4.16.A. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda canlı TMAB sayısına sıcaklık, süre ve basınç parametrelerinin etkisinin 2D grafiği (A: t=9 dk, B: P=350 MPa, C: T=22 °C).....	144

Şekil 4.16.B. Sabit basınçta (P=350 MPa) uygulama süresi ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği. ....	145
Şekil 4.16.C. Sabit sıcaklıkta (T=22 °C) basınç ve uygulama süresi değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği .....	146
Şekil 4.17.A. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç, süre parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi 3D grafiği (A: P=350 MPa, B: T=22 °C, C: t=9 dk).....	150
Şekil 4.17.B. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi 3D grafiği .....	151
Şekil 4.17.C. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve basınç parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi .....	151
Şekil 4.18.A. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç, süre parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi 2D grafiği(A: P=350 MPa, B: T=22 °C, C: t=9 dk).....	152
Şekil 4.18.B. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi.....	153
Şekil 4.18.C. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve basınç parametrelerinin canlı <i>L. paracasei</i> sayısına etkisi .....	153
Şekil 4.19. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun duyuşsal analiz sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği.....	157
Şekil 4.20. Acısız şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta değerleri .....	158
Şekil 4.21.A. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t= 25 dk).....	171
Şekil 4.21.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisi.....	172
Şekil 4.21.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisi.....	172
Şekil 4.22.A. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C) .....	199
Şekil 4.22.B. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine sıcaklık vesürenin etkisi .....	199
Şekil 4.22.C. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine amplitüd ve sürenin etkisi.....	200
Şekil 4.23.A. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C). .....	200
Şekil 4.23.B. Sıcaklık ve süre US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	201
Şekil 4.23.C. Amplitüd ve süre US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği. ....	202

Şekil 4.24.A. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t=25 dk).....	204
Şekil 4.24.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	205
Şekil 4.24.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	206
Şekil 4.25.A. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t=25 dk).....	206
Şekil 4.25.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüdün TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	207
Şekil 4.25.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değerlerinin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	208
Şekil 4.26.A. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk).....	211
Şekil 4.26.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve süre değişiminin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	212
Şekil 4.26.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değişiminin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	212
Şekil 4.27.A. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk).....	213
Şekil 4.27.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve sürenin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin contour (2D) grafiği .....	214
Şekil 4.27.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değişiminin canlı <i>L. paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	214
Şekil 4.28.A. US proses parametrelerinden sıcaklık, süre ve amplitüdün acılı şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A) .....	218
Şekil 4.28.B. US proses parametrelerinden sıcaklık ve amplitüdün acılı şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	218
Şekil 4.28.C. US proses parametrelerinden sıcaklık ve sürenin acılı şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	219
Şekil 4.29.A. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyunda canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A).....	219
Şekil 4.29.B. US proses parametrelerinden sıcaklık ve amplitüdün acılı şalgam suyunda canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	220



Şekil 4.29.C. US proses parametrelerinden sıcaklık ve sürenin acılı şalgam suyunda canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	221
Şekil 4.30. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu duyu analizi sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği.....	222
Şekil 4.31. Acılı şalgam suyu için US prosesi optimum nokta değerleri.....	225
Şekil 4.32.A. Acısız şalgam suyunda US uygulama sıcaklık, süre ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: t=9 dk, C: A=70 A).....	232
Şekil 4.32.B. Acısız şalgam suyunda sıcaklık ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği .....	233
Şekil 4.32.C. Acısız şalgam suyunda süre ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği .....	233
Şekil 4.33.A. US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t= 25 dk) .....	239
Şekil 4.33.B. Süre ve amplitüd US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği.....	239
Şekil 4.33.C. Sıcaklık ve amplitüd US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği .....	240
Şekil 4.34.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C) .....	264
Şekil 4.34.B. Sıcaklık ve süre US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	265
Şekil 4.34.C. Süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	266
Şekil 4.35.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C) .....	266
Şekil 4.35.B. Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	267
Şekil 4.35.C. Süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	268
Şekil 4.36.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk).....	272
Şekil 4.36.B. Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	273
Şekil 4.36.C. Sıcaklık ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	273
Şekil 4.37.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk).....	274

Şekil 4.37.B. Sabit amplitüd değerinde süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısına etkisini gösteren contour (2D) grafiği .....	275
Şekil 4.37.C. Sabit sıcaklık değerinde süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı üzerine etkisini gösteren contour (2D) grafiği .....	275
Şekil 4.38.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A).....	278
Şekil 4.38.B. Sıcaklık ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği.....	279
Şekil 4.38.C. Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği .....	279
Şekil 4.39.A. US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A).....	280
Şekil 4.39.B. Amplitüd ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.....	281
Şekil 4.39.C. Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği .....	281
Şekil 4.40. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu duyuusal analiz sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği.....	282
Şekil 4.41. Acısız şalgam suyu için US prosesi optimum nokta değerleri .....	285

# ÇİZELGE LİSTESİ

## Sayfa

Çizelge 3.1. Fenolik bileşikler için mobil faz gradiyent programı .....	39
Çizelge 3.2. YHB prosesleri için Box-Behnken deneme deseni.....	41
Çizelge 3.3. US prosesleri için Box-Behnken deneme deseni .....	41
Çizelge 3.4. US prosesleri için acılı ve acısız şalgam suyuna uygulanan enerji yoğunluğu .....	42
Çizelge 4.1. Yüksek hidrostatik basınç uygulamaları ve ortalama pH değerleri .....	43
Çizelge 4.2. YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının pH değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA sonuçları.....	44
Çizelge 4.3. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama SÇKM miktarı .....	45
Çizelge 4.4. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının SÇKM miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları ...	45
Çizelge 4.5. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama kondaktivite değerleri .....	46
Çizelge 4.6. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	47
Çizelge 4.7. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama tuz miktarı .....	48
Çizelge 4.8. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	48
Çizelge 4.9. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama bulanıklık değerleri .....	49
Çizelge 4.10. YHB ile proses edilen acılı şalgam suları bulanıklık değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları ...	50
Çizelge 4.11. YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ortalama toplam asitlik değeri.....	51
Çizelge 4.12. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının toplam asitlik değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	51
Çizelge 4.13. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama L* değerleri ...	52
Çizelge 4.14. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının L* değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	53
Çizelge 4.15. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama a* değerleri....	54
Çizelge 4.16. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının a* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	55
Çizelge 4.17. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama b* değerleri....	56

Çizelge 4.18. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının $b^*$ değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	56
Çizelge 4.19. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama $C^*$ değerleri ...	57
Çizelge 4.20. YHB ile proses edilen acılı şalgam suları $C^*$ değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları .....	58
Çizelge 4.21. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama $h^\circ$ değerleri ....	59
Çizelge 4.22. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının $h^\circ$ değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	59
Çizelge 4.23. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama $\Delta E$ değerleri...	60
Çizelge 4.24. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının $\Delta E$ değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	61
Çizelge 4.25. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama IC değerleri....	62
Çizelge 4.26. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun IC değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	62
Çizelge 4.27. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri .....	66
Çizelge 4.28. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu renk tonu değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları ...	67
Çizelge 4.29. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama SRB değerleri .....	70
Çizelge 4.30. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun SRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerinin revize ANOVA çıktısı.....	71
Çizelge 4.31. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama MRB değerleri .....	72
Çizelge 4.32. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu MRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	73
Çizelge 4.33. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama KRB değerleri .....	74
Çizelge 4.34. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu KRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	74
Çizelge 4.35. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama TMA miktarı.....	75
Çizelge 4.36. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu TMA miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	76
Çizelge 4.37. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama TFM mktarı.....	77
Çizelge 4.38. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu TFM miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	77
Çizelge 4.39. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama AA değerleri .....	78

Çizelge 4.40. YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	79
Çizelge 4.41. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama uçur asit miktarı .....	80
Çizelge 4.42. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama indirgen şeker miktarı .....	81
Çizelge 4.43. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı.....	81
Çizelge 4.44. YHB ile proses edilen acılı suyunun ortalama TMAB sayısı.....	82
Çizelge 4.45. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun TMAB sayısı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı.....	83
Çizelge 4.46. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama TMK sayısı ....	84
Çizelge 4.47. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun TMK sayısının ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	85
Çizelge 4.48. YHB proses parametreleri ve acılı şalgam suyundaki canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı.....	88
Çizelge 4.49. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunda canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı için ikinci dereceden matematiksel modelleme göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	88
Çizelge 4.50. YHB proses parametreleri ve acılı şalgam suyunda ortalama canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı .....	91
Çizelge 4.51. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı.....	92
Çizelge 4.52. YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları.....	95
Çizelge 4.53. Acılı şalgam suyunun YHB optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları.....	98
Çizelge 4.54. Acılı şalgam suyunun YHB optimum koşullarındaki analiz sonuçları.....	99
Çizelge 4.55. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama pH değerleri .	100
Çizelge 4.56. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı.....	100
Çizelge 4.57. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama SÇKM değerleri .....	101
Çizelge 4.58. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun SÇKM değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı.....	102
Çizelge 4.59. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama kondaktivite değerleri .....	103

Çizelge 4.60. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	103
Çizelge 4.61. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama tuz değerleri .	107
Çizelge 4.62. YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının ortalama bulanıklık değerleri .....	108
Çizelge 4.63. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun bulanıklık değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları .	109
Çizelge 4.64. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama toplam asitlik değerleri .....	110
Çizelge 4.65. YHB proses koşullarını ve acısız şalgam suyu ortalama L* değerleri .....	111
Çizelge 4.66. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu L* değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	111
Çizelge 4.67. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama a* değerleri .....	112
Çizelge 4.68. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu a* değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	113
Çizelge 4.69. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama b* değerleri.....	114
Çizelge 4.70. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu b* değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	114
Çizelge 4.71. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama C* değerleri .	115
Çizelge 4.72. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu C* değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	116
Çizelge 4.73. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama h° değerleri ..	117
Çizelge 4.74. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu h° değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	117
Çizelge 4.75. YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama ΔE değerleri .	118
Çizelge 4.76. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ΔE değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	119
Çizelge 4.77. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama IC değerleri.....	120
Çizelge 4.78. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu IC değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	120
Çizelge 4.79. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama renk tonu değerleri .....	121
Çizelge 4.80. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu renk tonu değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı ....	122
Çizelge 4.81. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama SRB değeri .....	123
Çizelge 4.82. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu SRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	123

Çizelge 4.83. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama MRB değerleri .	124
Çizelge 4.84. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu MRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	125
Çizelge 4.85. YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu KRB değerleri .....	126
Çizelge 4.86. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu KRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	126
Çizelge 4.87. YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama TMA miktarı .....	127
Çizelge 4.88. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu TMA miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	128
Çizelge 4.89. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama TFM miktarı ....	129
Çizelge 4.90. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu TFM miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	130
Çizelge 4.91. YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama AA değerleri .....	131
Çizelge 4.92. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	131
Çizelge 4.93. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu ortalama uçur asit miktarı.....	135
Çizelge 4.94. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ortalama indirgen şeker miktarı (İŞM).....	136
Çizelge 4.95. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden matematiksel modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktısı.....	136
Çizelge 4.96. YHB proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama TMAB sayısı ..	140
Çizelge 4.97. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun TMAB sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı ..	141
Çizelge 4.98. YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama TMK sayısı .....	147
Çizelge 4.99. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı.....	148
Çizelge 4.100. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	148
Çizelge 4.101. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı .....	154
Çizelge 4.102. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısının ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	155
Çizelge 4.103. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularını kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları.....	156

Çizelge 4.104. Acısız şalgam suyu YHB optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları.....	159
Çizelge 4.105. Acısız şalgam suyunun YHB optimum koşullarındaki analiz sonuçları.....	160
Çizelge 4.106. US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama pH değeri.....	161
Çizelge 4.107. US ile proses edilen acılı şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA sonuçları .....	161
Çizelge 4.108. YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	162
Çizelge 4.109. US ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama SÇKM değerleri .....	163
Çizelge 4.110. US ile proses edilen acılı şalgam sularının SÇKM değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları.....	163
Çizelge 4.111. US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu ortalama kondaktivite değerleri .....	164
Çizelge 4.112. US ile proses edilmiş şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları.....	165
Çizelge 4.113. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun tuz miktarı değişimi ...	166
Çizelge 4.114. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	166
Çizelge 4.115. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama bulanıklık değerleri .....	167
Çizelge 4.116. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının bulanıklık değerleri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	168
Çizelge 4.117. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama TA değerleri	169
Çizelge 4.118. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının toplam asitliği değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	169
Çizelge 4.119. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama L* değerleri .	173
Çizelge 4.120. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının L* değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	174
Çizelge 4.121. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama a* değerleri..	175
Çizelge 4.122. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının a* değeri ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı.....	175
Çizelge 4.123. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama b* değerleri .	176
Çizelge 4.124. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının b* değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	177
Çizelge 4.125. US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama C* değerleri.....	178



Çizelge 4.126. US ile proses edilmiş acılı şalgam suları C* değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	178
Çizelge 4.127. US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama h° değerleri.....	179
Çizelge 4.128. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının h° değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan revize ANOVA çıktıları.....	180
Çizelge 4.129. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama ΔE değerleri	180
Çizelge 4.130. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ΔE değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı.....	181
Çizelge 4.131. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ortalama IC değerleri.	182
Çizelge 4.132. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının IC değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı.....	182
Çizelge 4.133. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri .....	183
Çizelge 4.134. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının renk tonu değerlerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktısı.....	184
Çizelge 4.135. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu SRB ortalama değerleri....	185
Çizelge 4.136. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının sarı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	185
Çizelge 4.137. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama mavi renk bileşimi değerleri .....	186
Çizelge 4.138. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının mavi renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	187
Çizelge 4.139. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama KRB değerleri .....	188
Çizelge 4.140. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kırmızı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	188
Çizelge 4.141. US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama TMA miktarı ...	189
Çizelge 4.142. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMA miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	190
Çizelge 4.143. US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu ortalama TFM miktarı.....	191
Çizelge 4.144. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TFM miktarı ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize edilmiş ANOVA çıktıları.....	191
Çizelge 4.145. US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama AA değerleri....	192
Çizelge 4.146. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	193

Çizelge 4.147. US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama uçur asit miktarı.....	194
Çizelge 4.148. US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama indirgen şeker miktarı.....	195
Çizelge 4.149. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları .....	195
Çizelge 4.150. US ile proses edilmiş şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı.....	196
Çizelge 4.151. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	197
Çizelge 4.152. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı TMK sayıları.....	203
Çizelge 4.153. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMK sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları.....	203
Çizelge 4.154. US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayıları.....	209
Çizelge 4.155. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları .....	209
Çizelge 4.156. US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu ortalama canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayıları.....	215
Çizelge 4.157. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularında canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısının ikinci dereceden modele revize ANOVA çıktıları.....	216
Çizelge 4.158. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları.....	223
Çizelge 4.159. Acılı şalgam suyunun US optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları.....	226
Çizelge 4.160. Acılı şalgam suyunun US optimum koşullarındaki analiz sonuçları.....	226
Çizelge 4.161. US proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama pH değeri.....	227
Çizelge 4.162. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun pH değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları .....	228
Çizelge 4.163. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu SÇKM değerleri.....	229
Çizelge 4.164. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SÇKM değerlerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA sonuçları .....	229
Çizelge 4.165. US koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama kondaktivite değeri... ..	230
Çizelge 4.166. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları .....	231

Çizelge 4.167. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama tuz miktarı.	234
Çizelge 4.168. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	235
Çizelge 4.169. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama bulanıklık değerleri .....	235
Çizelge 4.170. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun bulanıklık değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	236
Çizelge 4.171. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama toplam asitlik (TA) değerleri .....	237
Çizelge 4.172. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ile hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı .....	237
Çizelge 4.173. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama $L^*$ değerleri .....	241
Çizelge 4.174. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $L^*$ değeri ikinci dereceden matematiksel modelle ile belirlenen terimlerin revize ANOVA çıktısı .....	241
Çizelge 4.175. US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama $a^*$ değerleri .....	242
Çizelge 4.176. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $a^*$ değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	243
Çizelge 4.177. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama $b^*$ değerleri .....	244
Çizelge 4.178. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $b^*$ değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	244
Çizelge 4.179. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama $C^*$ değerleri .....	245
Çizelge 4.180. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $C^*$ değeri için ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	246
Çizelge 4.181. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama $h^{\circ}$ değerleri .....	246
Çizelge 4.182. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $h^{\circ}$ değeri ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı.....	247
Çizelge 4.183. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama $\Delta E$ değerleri .....	248
Çizelge 4.184. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının $\Delta E$ değerinin ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerinin revize ANOVA çıktısı.....	248
Çizelge 4.185. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama IC değerleri .....	249
Çizelge 4.186. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının IC değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı .....	250

Çizelge 4.187. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri .....	250
Çizelge 4.188. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının renk tonu değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı .....	251
Çizelge 4.189. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu ortalama SRB değerleri..	252
Çizelge 4.190. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının sarı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	252
Çizelge 4.191. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama MRB değerleri .....	253
Çizelge 4.192. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının mavi renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	254
Çizelge 4.193. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama KRB değerleri .....	255
Çizelge 4.194. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kırmızı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	255
Çizelge 4.195. US proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama TMA miktarı.	256
Çizelge 4.196. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMA miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları .	257
Çizelge 4.197. US proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama TFM miktarı..	258
Çizelge 4.198. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TFM miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	258
Çizelge 4.199. US ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama AA değeri.....	259
Çizelge 4.200. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	260
Çizelge 4.201. US proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama uçur asit miktarı .....	260
Çizelge 4.202. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama indirgen şeker miktarı .....	261
Çizelge 4.203. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan revize ANOVA çıktıları.....	262
Çizelge 4.204. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı.....	263
Çizelge 4.205. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	263
Çizelge 4.206. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı toplam maya küf (TMK) sayıları.....	268
Çizelge 4.207. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı TMK sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları.....	269

Çizelge 4.208. US proses parametreleri ve acısız şalgam suyundaki canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayıları .....	270
Çizelge 4.209. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları .....	271
Çizelge 4.210. US proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayıları.....	276
Çizelge 4.211. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularında canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları .....	277
Çizelge 4.212. US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları .....	283
Çizelge 4.213. Acısız şalgam suyunun US optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları.....	286
Çizelge 4.214. Acısız şalgam suyunun US optimum koşullarındaki analiz sonuçları.....	287
Çizelge 4.215. 4 °C' de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları.....	289
Çizelge 4.216. 22 °C' de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları.....	295
Çizelge 4.217. 4 °C' de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları .....	301
Çizelge 4.218. 22 °C' de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları ....	307
Çizelge 4.219. 4 °C' de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları.....	313
Çizelge 4.220. 22 °C' de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları.....	319
Çizelge 4.221. 4 °C' de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları .....	325
Çizelge 4.222. 22 °C' de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları .....	331

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>° C</b>	: Santigrat derece
<b>µL</b>	: Mikrolitre
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>A</b>	: Amplitüd
<b>AA</b>	: Antioksidan aktivite (%)
<b>Abs</b>	: Absorbans
<b>Atm</b>	: Atmosfer basıncı
<b>BBD</b>	: Box-Behnken Dizayını
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>D</b>	: Optimizasyonda dahil edilen tüm değişkenlerin genel istenebilirlik değeri
<b>d</b>	: Optimizasyondaki değişkenlerin istenebilirlik değeri
<b>dk</b>	: Dakika
<b>E</b>	: Ultrason enerji yoğunluğu (J/mL)
<b>g</b>	: Gram
<b>GC</b>	: Gaz kromatografisi
<b>HPLC</b>	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
<b>IC</b>	: Renk yoğunluğu (Abs.)
<b>ICP-MS</b>	: Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi
<b>İŞM</b>	: İndirgen şeker miktarı (g/L)
<b>K</b>	: Kelvin
<b>kHz</b>	: Kilohertz
<b>KRB</b>	: Kırmızı renk bileşimi (%)
<b>L</b>	: Litre
<b>LAB</b>	: Laktik asit bakterisi
<b>m.o.</b>	: Mikroorganizma
<b>m</b>	: Metre
<b>M</b>	: Molarite
<b>mEq</b>	: Mili eşdeğer
<b>mg</b>	: Miligram
<b>MHz</b>	: Megahertz

<b>mL</b>	: Mililitre
<b>MPa</b>	: Megapascal
<b>MRB</b>	: Mavi renk bileşimi (%)
<b>MS</b>	: Manosonikasyon
<b>mS</b>	: Millisiemens
<b>MTS</b>	: Manotermosonikasyon
<b>N</b>	: Normalite
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>NTU</b>	: Nefolometrik turbidity unit
<b>P</b>	: Basınç
<b>ppt</b>	: Binde bir
<b><math>P_u</math></b>	: Ultrasonik gücü (W),
<b>rpm</b>	: 1 dakika içerisinde gerçekleşen devir sayısı
<b>SÇKM</b>	: Suda çözünen kuru madde (°Briks)
<b>SRB</b>	: Sarı renk bileşimi (%)
<b>T</b>	: Sıcaklık
<b>t</b>	: Süre
<b>TA</b>	: Toplam asitlik (g/L)
<b>TE</b>	: Toplam <i>enterobacteriaceae</i> (log kob/mL)
<b>TFM</b>	: Toplam fenolik madde (mg GAE/mL)
<b>TMA</b>	: Toplam monomerik antosiyanin (mg/mL)
<b>TMAB</b>	: Toplam mezofilik aerobik bakteri (log kob/mL)
<b>TMK</b>	: Toplam maya küf (log kob/mL)
<b>TRF</b>	: Toplam renk farkı ( $\Delta E$ )
<b>TS</b>	: Termosonikasyon
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>UA</b>	: Uçar asit (g/L asetik asit)
<b>US FDA</b>	: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
<b>US</b>	: Ultrasonikasyon
<b>V</b>	: Titrasyonda kullanılan çözelti sarfiyatı
<b>W</b>	: Watt
<b>YHB</b>	: Yüksek Hidrostatik Basınç

## TEŞEKKÜR

Lisans eğitim hayatıma başladığım günden bu yana desteklerini hiç esirgemeyen, her zaman yanımda olan, bu tezin oluşmasında imkansız katkılar sağlayan, karşılaştığım bütün zorluklara rağmen güler yüzü ve bitmeyen sabrı ile bana örnek olup yol gösteren, lisans ve yüksek lisans Danışman Hocam Sn. Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK'e ve saygıdeğer eşi Sn. Prof. Dr. Fatih EVRENDİLEK'e,

Tezimin her aşamasında yol gösteren ve değerlendirmeleri ile yolumu aydınlatan, değerli katkıları ile kişiliğimin ve tezimin daha sağlam olmasını sağlayan Sn. Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER'e,

Tezimin değerlendirilmesini gerçekleştiren, değerli katkılarını sunan tez jüri üyem Sn. Doç Dr. Deniz ÇEKMECELİOĞLU'na

Hayatım boyunca önce kişiliğimin sonra akademik hayatımın sağlam temellere oturtulması için büyük katkıları olan, tez çalışmalarım sürecinde karşılaştığım tüm zorluklara ve sıkıntılara benimle beraber göğüs geren, maddi ve manevi destekleri ile her daim yanımda olan kıymetli annem Seçil ATEŞ'e ve değerli babam Mehmet Emin ATEŞ'e, bakış açımı değiştiren ve varlığı ile koşulsuz şekilde her daim motivasyonumu sağlayan kardeşim Dora ATEŞ'e,

Tezimin laboratuvar ve diğer aşamalarında her türlü katkı ve desteklerini esirgemeyen, moral ve motivasyonumun üst seviyede kalmasını sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden Sn. Prof. Dr. Nusret KARAKAYA'ya ve Sn. Doç. Dr. Fatma ÖZTÜRK'e,

Tez sürecinde güler yüzleri ile manevi desteklerini esirgemeyen aynı zamanda tezimin Yüksek Hidrostatik Basınç, Kromatografi ve Spektroskopi analizlerini gerçekleştiren Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGİDAM)



alışanlarından Sn. Dr. Öğr. Üyesi Cem GÖL'e, Sn. Öğr. Gör. Dr. Melike Büşra BAYRAMOĞLU KARŞI'ya ve Sn. Öğr. Gör. Dr. Őebnem KURHAN'a

Çalışmalarım sırasında gerekli laboratuvar desteklerini sağlayan ve deneyimlerini paylaşan Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden Sn. Ar. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM'a,

Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen laboratuvar çalışma arkadaşlarım Berna KARATAŐ'a, Őahin BAKAY'a, Nurullah BULUT'a, Merve DEMİRAY'a ve Gıda Mühendisliği Muhafaza ve Reoloji Laboratuvarına mensup sevgili arkadaşlarıma,

Lisans eğitimimden bu yana her daim yanımda olarak desteklerini asla esirgemeyen sevgili dayım Afif BÜYÜKYAVUZ'a ve kıymetli eşi Hidayet BÜYÜKYAVUZ'a, motivasyonumu yüksek tutmak için her zaman destek olan kuzenlerim Merve BÜYÜKAVUZ'a, Serhat BÜYÜKYAVUZ'a ve Didem BÜYÜKYAVUZ'a,

Güzel kalpli sevgili arkadaşım Beste YILDIZ'a, lisans eğitimimden bu yana yanımda olan sevgili arkadaşlarım Remzi GÖL'e, Buse ARSLANTÜK'e, Neval GÖKÇE' ye, Őebnem KÜNÇ'e,

Tez projeme sağladıkları katkılarından dolayı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğine

Tez sürecinde kullandığım Şalgam sularını temin eden Kemal Kükrer A.Ő'ye,

Teşekkürlerimi sunarım.

# 1. GİRİŞ

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için tükettikleri besinlerin; kökenleri ve üretim biçimleri çeşitlilik göstermektedir. Kültürlerin beslenme alışkanlıklarındaki farklılıklar da bu çeşitlilikleri teşvik etmekte ve dünyanın her yerinde toplumların beslenme alışkanlıklarından dolayı farklı geleneksel ürünler bulunmaktadır. Ülkemiz de geleneksel gıda ürünleri açısından çok geniş bir yelpazeye sahip olup; Anadolu ve Trakya'nın hemen hemen her ilinde o yöreye özgü üretilen bitkisel veya hayvansal kökenli bir gıda ürünü bulunmaktadır. Bu ürünlerin üretim biçimleri, tüketim şekilleri ve sıklıkları çeşitlilik göstermektedir.

Bu ürünlerin muhafazası için kullanılan yöntemler oldukça fazladır. Ancak geleneksel ürünlerin ticari olarak pazarda yer alamamasının önündeki en büyük engel bu ürünlerin mevcut üretim prosesleri ile işlenmeye uygun olmamasıdır. Gıda ürünlerinin prosesinde en yaygın kullanılan ısıl işlem; sağlıklı ve uzun ömürlü ürünlerin üretimine olanak sağlamasına rağmen, çoğu ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinde olumsuz değişimlere neden olduğu için bu ürünlerin prosesi ısıl işleme gerçekleştirilememektedir. Diğer bir alternatif ise kimyasal katkı maddeleri ve özellikle antimikrobiyal ajanlar ekleyerek bu ürünlerin raf ömrünü uzatmaktır. Ancak bu kimyasalların kanserojenik, mutajenik, ve teratojenik etkilerinden dolayı kullanımına ya yasal olarak izin verilmemekte ya da miktarının azaltılması yönündeki eğilimler nedeniyle kullanımı kısıtlanmaktadır.

İnsanların gıdaları daha uzun süre saklama ihtiyacının artışına paralel olarak geliştirilen ve kullanılan yöntemler de artış göstermiştir. Yine de bu yöntemler arasında, çok eski zamanlardan beri kullanılan fermantasyonun yeri ve önemi asla kaybolmamıştır. Günümüzde tüm toplumlarda fermantasyon ürünlerine rastlamak mümkündür. Gıdaların üretiminde fermantasyon yönteminin kullanılması tüketiciler için ürünün daha dayanıklı hale getirilmesi, raf ömrünün uzatılması, pişirmede zaman kazanımı, sindirilebilirliğinin ve besinsel değerlerinin artırılması gibi avantajlar sunmaktadır.

Ülkemizde özellikle Adana ve çevresindeki illerde, bu illere bağlı ilçelerde sıklıkla tüketilen, laktik asit fermantasyonu ile üretilen geleneksel gıdalarımızdan birisi de şalgam suyudur. Kırmızı renkli, bulanık, ekşi lezzetli bir içecek olan şalgam suyunun kendine özgü bu rengi hammadde olarak kullanılan mor havuçtan geçen renk maddelerinden, hoşça giden ekşi tadı ise fermantasyon sonucu oluşan laktik asitten kaynaklanmaktadır.

Ancak, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı şalgam suyunun muhafazasında geleneksel yöntemlerin kullanılması mümkün olmamakta, uygulanması ile de üründe bazı problemler oluşmaktadır. Son yıllarda tüketicilerin daha da bilinçlenmesi ile, ısıtma işlemi alternatif yenilikçi proses teknolojileri geliştirilmiş ve dünya genelinde kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Bu teknolojilere yüksek hidrostatik basınç sistemleri (YHB), ultrasonikasyon (US), atımlı elektrik alan (AEA), ultraviyole (UV) gibi teknolojiler örnek olarak verilebilmektedir. Fakat, bu teknolojilerin kullanımı henüz ülkemizde gerekli önemi görememiştir ve gerekli araştırmalar yapılamamıştır.

Isıl işlemlerde üründe bozulma yapan mikroorganizmaların inaktivasyonu sağlanırken sıcaklığın etkisi ile ürünün tekstürel özelliklerinde ve besin değerinde kayıplar yaşanmaktadır. Isıl olmayan bu işlemler; bozulma yapan ve patojen mikroorganizmalar ile istenmeyen enzimlerin inaktivasyonunu sağlarken, aynı zamanda proses sıcaklığının düşük olması nedeni ile ürünün tadı, kokusu, tekstürü ve besin öğeleri daha iyi korunmakta ve taze halindeki özelliklerine çok yakın nitelikte ürün elde edilmektedir. Ayrıca, daha az enerjiye gereksinim duyulmaktadır.

Bu nedenlerle çalışma kapsamında;

- ✓ Şalgam suyunda ısıtma işlemi sonucunda oluşan kalite ve duyu özellikleri olumsuz yönde etkileyen etkilerin ortadan kaldırılabilmesi amacıyla ısıtma işlemi alternatif olan YHB ve US gibi yenilikçi muhafaza tekniklerinin kullanılması,
- ✓ Bu yöntemler ile proses edilen ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılarak ürünün kalite kriterlerindeki varsa değişimlerin değerlendirilmesi,
- ✓ Şalgam suyu için proses parametrelerinin optimizasyonunun sağlanması,

- ✓ Elde edilen veriler ışığında US ve YHB proseslerinin şalgam suyunun raf ömrü üzerine etkisinin belirlenmesi,
- ✓ US ve YHB proseslerinin endüstriyel kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Şalgam Suyu

Son yıllarda büyük ölçekli üretimi ve tüketimi giderek artan şalgam suyu, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanarak, 2016 yılında revize edilen ilgili ürün standardında (TS 11149); “bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen ekstraktın, rendelenmiş veya dilimlenmiş mor havuç (*Daucus carota L. spp. sativus*) ve aynı şekilde hazırlanmış şalgam (*Brassica rapa*) ilave edildikten sonra tekrar tekniğine uygun şekilde laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ve gerektiğinde acı veya tatlı toz biber ilavesi ile hazırlanan ve istendiğinde ısıtma işlemi ile dayanıklı hale getirilen bir mamuldür” olarak ifade edilmiştir (TSE, 2003).

Şalgam suyu üretimi ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının az olmasına rağmen; Canbaş ve Fenercioğlu (1984) tarafından yapılan bir çalışmada; Adana piyasasında satışa sunulan şalgam suları incelenmiş, bazı kimyasal bileşimleri belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre aynı yerde satışa sunulan şalgam suyu örneklerinde benzer sonuçlar elde edildiği fakat satış yerine ve ham hadde bileşimine göre değişebildiği ve şalgam suyunun doğal olarak saklanması güç olduğunu belirlemişlerdir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Son yıllarda şalgam suyuna olan talebin artması ile yapılan çalışmaların sayısı da artmaktadır.

“Laktoferment yöntemi” olarak adlandırılan sebze sularına laktik asit fermantasyonu uygulanması giderek yaygınlaşan bir yöntemdir. Bu yöntemde sebze mayşesinin veya sebze suyunun starter kültür adı verilen mikroorganizmalar tarafından kontrollü ve çabuk bir şekilde fermente olması sağlanır (Çakır, 2011). Bu işlem sebzelerin florasında bulunan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilebileceği gibi starter kültür ilavesi ile de sağlanabilmektedir (Demir vd., 2006).

Bitkisel ürünlerin fermantasyonunda heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan *Leuconostoc mesenteroides* büyük önem taşımaktadır. Karakteristik son ürün olarak laktik asit ve asetik asit üreten bu bakteriler, fermantasyonu başlatır ve asit miktarındaki artış ile fermantasyon ortamından kaybolur. Fermantasyon işleminin ikinci aşaması *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* tarafından devam ettirilir. Asitliğin daha fazla artması ile *L. brevis* ve *P. pentosaceus* türlerinin etkisi azalırken, fermantasyon genellikle aside dayanıklı ve bitkisel kökenli gıda fermantasyonunda en sık kullanılan ticari starter olan *L. plantarum* bakterisi tarafından tamamlanır (Tangüler, 2010). Tabi ki fermantasyon aşamasında LAB dışında görev alan mikroorganizmalar da vardır. Bunlar arasında mezofil aerob bakteriler, koliform bakteriler ve mayalar sayılabilir (Harris, 1998).

Arıcı (2004) yılında yaptığı çalışmada, şalgam fermantasyonunda rol alan bazı laktik asit bakterileri belirlenmesiyle ilgili çalışmada, *L. plantarum* (Şekil 2.1.) ve *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei* türlerinin fermantasyonda önemli rol aldığı belirlenmiştir (Tangüler, 2010).



Şekil 2.1. *Lactobacillus plantarum* mikroskop görüntüsü

Tangüler (2010) tarafından yapılan çalışmalarda şalgam suyunda hamur fermantasyonu sırasında izole edilen laktik bakterilerinin tanımlanmaları yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında en çok *L. plantarum* türüne ait bakteriler belirlenmiştir. Bu bakteriyi sırasıyla *L. brevis*, *L. paracasei subsp. paracasei*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* ve *Pediococcus pentosaceus* türüne ait laktik asit bakterileri izlemiştir (Tangüler, 2010).

Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal özellikleri 60 yıldan daha uzun süre önce bilimsel olarak ispatlanmıştır. Bu etkileri laktik asit bakterilerinin fermantasyon sırasında ürettikleri, laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, bakteriosin veya bakteriosin benzeri metabolitler, diasetil, alkol ve CO<sub>2</sub> gibi metabolitlerden ileri gelmektedir (Çon ve Gökalp, 2000). Bu özelliklerinin yanı sıra asidik pH 'lar da elde edilen laktik asit fermantasyonu ürünleri içerisinde patojen mikroorganizmalar gelişemediği için de sağlık açısından güvenilir ürünler olarak kabul edilmektedirler (Miişoğlu, 2004).

Şalgam suyu gibi fermantasyon ile elde edilen ürünlerin en önemli ortak özellikleri yüksek miktarda laktik asit içeriğine sahip olmalarıdır. İçeriğinde bulunan laktik asit şalgam suyuna kendine özgü ekşi tadı vermesinin yanı sıra sindirimi kolaylaştırıcı, ferahlatıcı, sindirim sisteminin pH' sını düzenleyici ve vücudun bazı minerallerden daha fazla yararlanmasını sağlayıcı özellikler de kazandırmaktadır (Tangüler, 2010). Bu da özellikle son yıllarda tüketicilerin, doğal ve katkısız ürünler ile fonksiyonel olarak adlandırılan gıdalara yönelmesiyle şalgam suyunun daha çok ilgi çekmesine neden olmaktadır.

Şalgam suları çoğunlukla küçük ölçekli ve geleneksel olarak üretildiğinden standardize bir üretim şeması bulunmamaktadır. Üretimde temel olarak iki yöntem vardır. Bunlardan birincisi; hamur fermantasyonu (birinci fermantasyon) ve esas fermantasyon (ikinci veya havuç fermantasyonu) olmak üzere iki aşamadan oluşan geleneksel fermantasyon yöntemidir. Birinci fermantasyonda bulgur unu, tuz, ekşi hamur ve yeterli miktarda su kullanılarak laktik asit bakterileri zenginleştirilirken (Erten vd., 2008), ikinci fermantasyon aşamasında elde edilen ekstraktlar temizlenmiş ve doğranmış siyah havuç, tuz, istenirse dilimlenmiş şalgam ve yeterli miktarda su ile tankta birleştirilir ve şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmektedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984).

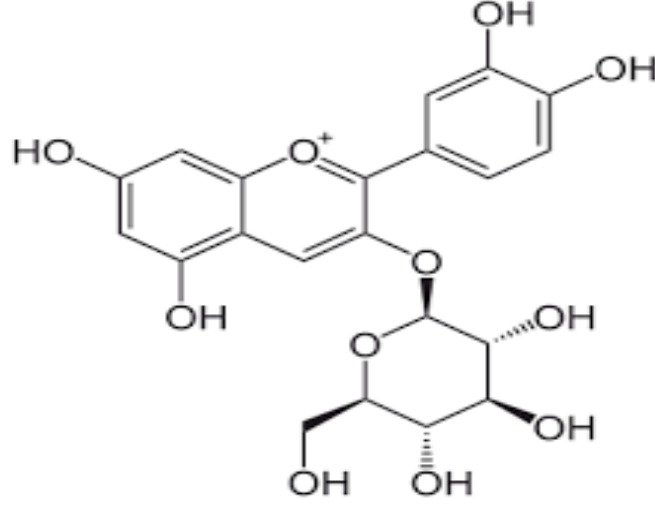
Doğrudan fermantasyon olarak adlandırılan ikinci yöntemde ise hamur fermantasyonu gerçekleştirilmeksizin tüm hammaddeler karıştırılarak oda sıcaklığında (10-35°C) 3-10 gün süreyle fermantasyona bırakılır (Tangüler, 2010).

Hangi yöntemle fermantasyon yapılacak olursa olsun şalgam suyu üretiminde en önemli temel bileşen; antosiyanin bakımından zengin, *Apiaceae* (Eski adı *Umbelliferae*) familyasından iki yıllık bir bitki olan mor havuçtur (Çakır, 2011; Tangüler, 2010). Havuç zengin vitamin (A, C, D, E, K, B1, B2 B6, biyotin) ve mineral (Mg, Ca, K, P, Na ve birçok iz miktarda bulunan mineraller) içeriğine sahip, çiğ veya pişirilerek tüketilebilen bir kök bitkisidir (Güven, 2018). Yapısında bulundurduğu antosiyaninler; klorofil ve karotenoidlerden sonra en yaygın bulunan (Tangüler, 2010), meyve, sebze ve çiçeklerin kendilerine özgü, pembe, kırmızı, mavi ve mor tonlarındaki çeşitli renklerini veren, suda çözünebilir nitelikteki doğal maddelerdir (Utuş, 2008). Şalgam suyunun kendine özgü mor-kırmızı rengi de siyah havuçta bulunan ve fermantasyon ile şalgam suyuna geçen bu antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993).

Yapılan çalışmalar sonucunda şalgam suyu örneklerinde antosiyanin konsantrasyonunun 88.3 mg/L ile 134.6 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Siyah havuçlardaki temel antosiyanin, bir fenol ile açillenmiş siyanidin 3-glikozid olarak belirlenmiş, aynı zamanda kök kısımlarında malvidin ve peonidin glikozidlerinin de bulunduğu rapor edilmiştir (Çakır, 2011).

Antosiyaninler; antosiyanidin molekülüne şekerlerin bağlanmasıyla oluşan, bağlanan şekerin ismi ve bağlandığı C atom numarasına göre adlandırılan bileşiklerdir. Doğada en yaygın olarak bulunan ve kısaca “Cy3-glu” olarak gösterilen antosiyanin, siyanidin 3. pozisyonuna bir glikoz molekülünün bağlanmasıyla oluşan “siyanidin 3-glikozit”tir. Yapılarında buldukları bu şekerler çoktan aza doğru glukoz, ramnoz, galaktoz ve arabinoz olarak sıralanabilmektedir (Cemeroğlu vd., 2004).





**Şekil 2.2.** Siyanidin 3 Glikozit Yapısı (Damar, 2010)

Antosiyaninlerin renkleri, ortamın pH değeri ve SO<sub>2</sub> içeriğine göre değişim göstermektedir (Öztan, 2006; Tangüler, 2010). Fermantasyon sonunda yeterli asitlik ve renk elde edebilmek için fermantasyonun başlangıcında genellikle %10- 20 arasında siyah havuç ilave edilmektedir (Erten vd., 2008).

Güneş (2008) tarafından şalgam suyu üretiminde en uygun siyah havuç miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, fermantasyon ortamına %10, %12.5, %15, %17.5 ve %20 oranlarında siyah havuç ilave ederek geleneksel yolla şalgam suyu üretimi yapmıştır. Çalışma sonucunda; TSE standartlarına uygun asitlik değerine sahip şalgam suyu üretimi için en uygun mor havuç miktarının %15 ve daha fazla olması gerektiği ve ilave edilen mor havuç miktarı arttıkça toplam asitlik, kuru madde, kül, toplam fenol, toplam antosiyanin, renk yoğunluğu ve renk indisi değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Değişen havuç miktarının şalgam suyu kalitesi üzerine etkisini incelenmesi sırasında da; toplam asit değerinin laktik asit cinsinden 4.95-7.45g/L, pH değerinin 3.39-3.49, uçur asit miktarının asetik asit cinsinden 0.69-0.80 g/L, kuru madde değerinin 20.34-26.74 g/L, kül değerinin 12.71-15.24 g/L arasında olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi araştırıldığı bir çalışmada 10-12 cm boyunda ve 2-3 cm çapında siyah havuçlar seçilmiş ve daha sonra havuçlar 3, 6, 9 cm ve boyuna ikiye bölünerek şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma

sonucunda elde edilen sonuçlara göre, toplam antosiyanin ve toplam fenol bileşikleri bakımından şalgam suyu üretiminde 3 cm boyutunda siyah havuç kullanılması ile daha olumlu sonuçlar elde edildiği, toplam asitlik laktik asit cinsinden, 7.15-7.75 g/L, pH 3.45-3.53, siyanidin-3-glikozit miktarı 120.18-145.60 mg/L, toplam fenol miktarının ise OY280 olarak 23.3-28.99 arasında değiştiği bildirilmiştir (Utuş, 2008).

Şalgam suyu, vücuttaki toksinlerin atılmasına yardımcı olması, idrar söktürücü etkisi, böbrek kumu ve taşının düşürülmesi, apse, dolama, kan çıbanı, ergenlik sivilceleri ve egzama tedavisine yardımcı olması, göğsü yumuşatıcı etkisi, akciğer ve bronşları temizleme gibi faydalarından ötürü fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Üçok ve Tosun, 2012).

Ayrıca yapılan diğer çalışmalar ile havuçta bulunan  $\beta$ -karotenin kalp ve damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon, katarakt ve bağışıklık sistemi, kanser üzerine olumlu etkisi olduğu, kemik ve dişleri kuvvetlendirdiği, antiseptik özellik gösterdiği belirlenmiştir (Güven, 2018; Üçok ve Tosun, 2012).

Bir diğer ham madde ise, *Curciferaceae* familyasından *Brassica* cinsine ait bir bitki olan şalgamdır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Şalgam suyu adını bu bitkiden almış olmasına rağmen üretim maliyetini yükseltmesi ve zor bulunması nedeni ile genellikle üretimde kullanılmamaktadır (Güven, 2018). Şalgam kalsiyum ve demir gibi madensel maddeler, A, B ve C grubu vitaminlerin yanında çözünür şekerlerden glikoz (1.41 g/100g), früktoz (1.10 g/100g) ve sükroz (0.206 g/100g) bakımından da zengin bir besin kaynağıdır (Rodriguez vd., 1999). Canbaş ve Fenercioğlu (1984) tarafından yapılan çalışmada şalgam ilavesinin şalgam suyunun duyuşal özelliklerini olumlu etkilediği bildirilmiştir. Bunların dışında fermantasyon sırasında bulgur unu, ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) veya ekşi hamur, fermantasyon sırasında florayı kontrol altında tutmak amacıyla tuz ve fermantasyon işleminin için su kullanılmaktadır (Akkız ve Tangüler, 2018). Ekmek mayası sıvı, pres ve kuru maya olarak elde edilebilir (Canbaş, 1995). İlave edilen tuz rafine edilmemiş kaya tuzu olup (Halkman, 2005), yaklaşık olarak %1-2 oranlarında katılmakta ve fermantasyon sırasında LAB 'nin faaliyetini teşvik etmesine rağmen, patojen ve bozulma yapan mikroorganizmaların ihhabe edilmesini sağlamaktadır (Tangüler, 2010).

## 2.2 Yüksek Hidrostatik Basınç

Dünyada kullanımı giderek artan yüksek hidrostatik basınç (YHB) uygulaması, katı ve sıvı gıdaların ambalajlı veya ambalajsız olarak 100-1000 MPa basınca maruz bırakılması işlemi olup, gıdanın raf ömrünü arttırmada kullanılan geleneksel yöntemlerin ürün kalitesini (tat, aroma, yapı, renk) olumsuz etkilemesi nedeniyle geliştirilen alternatif yöntemlerden birisidir (Evrendilek vd., 2010).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (US FDA) tarafından çevreye dost teknoloji olarak kabul edilen YHB sistemleri kimyasal, plastik, seramik sanayisinde yıllardır kullanılmasına karşın gıda sanayisindeki kullanımı geçtiğimiz 30-40 yıl içerisinde başlamıştır (Ağçam, 2017).

YHB sistemlerinin temel prensibi; gıdayı çevreleyen akışkan ortamın sıkıştırılmasıdır. Akışkan sıvı sayesinde paketli olan ürünün her yerinde eşit miktarda basınç uygulanabilmektedir (Şanal ve Çalımlı, 2000). Sistemde kullanılan akışkan sıvı için yüksek basınç altında nispeten sıkıştırılmaması, biyolojik olarak gıdalara uygunluğu ve ucuz bir materyal olmasından dolayı su kullanılmaktadır (Ağçam, 2017).

Günümüzde YHB prosesi; reçel ve marmelat gibi ürünlerde, meyve suyu, meyve jölesi, meyveli yoğurtlar, balık ve kıyma, midye, istiridye vb deniz kabukluları gibi asidik pH' ya sahip gıdaların pastörizasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Evrendilek vd., 2010; Ohlsson ve Bengtsson, 2002). YHB teknolojisinin günümüzde sürekli bir üretim sistemi bulunmamakta, kesikli ve yarı sürekli hatlar bulunmaktadır. Meyve suları gibi sıvı gıdalar kesikli ya da yarı-sürekli sistemler ile proses edilebilmektedir (Geniş, 2016).

Yüksek hidrostatik basınç sisteminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Gıda ürününün büyüklüğüne ve şekline bağlı olmaksızın hızlı ve eşit bir şekilde etki eder ,
- ✓ Düşük sıcaklıklarda uygulanabilir, böylece ısı artışının neden olduğu kayıplar en aza indirilmiş olur,
- ✓ Kovalent bağların yapısını etkilemediği için gıdanın biyoaktivitesi korunur,

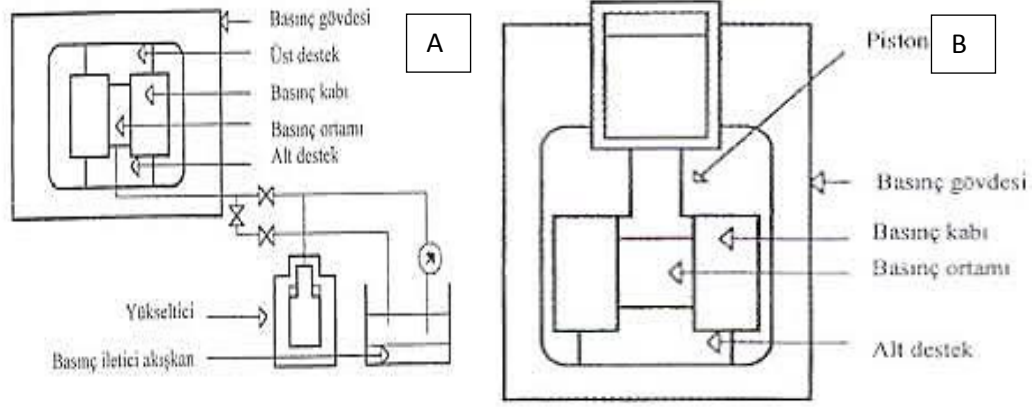
- ✓ Proteinlerin sekonder ve tersiyer yapıları etkilenirken, primer yapı olan aminoasitler etkilenmez,
- ✓ Yüksek ekstraksiyon verimi elde edilmesine yardımcı olurken aynı zamanda ekstraksiyon süresinin kısalmasını sağlar,
- ✓ Gıdalar için ekstra koruyucu madde kullanımı gerektirmez,
- ✓ Gıdaların bozulmasına neden olan mikroorganizmaları inaktive ederek ürünün raf ömrünün artmasını sağlar,
- ✓ Gıda kalitesini etkileyen enzimleri inaktive eder,
- ✓ Mikroorganizmaların ve enzimlerin daha seri bir şekilde inaktivasyonlarını sağlamak için ısıl işleme kombine edilerek uygulanabilir (Ağcam, 2017; Evrendilek vd., 2010; Garcia vd., 2000).

Endüstriyel YHB sistemleri 4 ana bölümden oluşmaktadır (Tülek ve Filizay, 2006).

- 1) Basıncın uygulandığı yüksek basınç kabı,
- 2) Yüksek basınç üretim mekanizması,
- 3) Sıcaklık kontrol mekanizması,
- 4) Materyal haznesi.

Sistemin en temel parçası yüksek basınç kabıdır. Bu kap, yüksek gerilime dayanıklı paslanmaz çelikten, silindir şeklinde yapılmıştır. Basınç kabının duvar kalınlığı, çalışılan maksimum yüksek basınç ve çalışma kapasitesine göre değişmektedir. Sistem tasarımında farklı kapaklar kullanılabilirle beraber, gıda endüstrisindeki uygulamalar için çoğunlukla hızlı açılıp kapanabilen kapaklar tercih edilir (Şanal ve Çalimli, 2000).

Yüksek hidrostatik basınç elde etme yöntemleri ise ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; dolaylı sıkıştırma yöntemi, direkt sıkıştırma yöntemidir. Şekil 2.3.'de dolaylı ve direkt sıkıştırma sistemlerine ait şekiller verilmiştir (Sayın ve Tamer, 2014).



**Şekil 2.3.** A. Dolaylı sıkıştırma sistemi B. Direkt sıkıştırma sistemi (Şanal ve Çalıklı 2000)

Dolaylı sıkıştırma yönteminde; bir piston vasıtasıyla içinde basınç iletici sıvı (su veya glikol bazlı bir sıvı) bulunan kapta basınç oluşturulur ve proses edilecek gıda bu sıvının içinde bulunan materyal haznesine ambalajlı olarak yerleştirilir. Endüstriyel olarak ambalajlı ürünlerde bu yöntem kullanılır. Doğrudan sıkıştırma yönteminde ise, bir piston yardımıyla sıkıştırma uygulanır. Kap içindeki basınç piston tarafından oluşturulur. Meyve suyu gibi sıvı ürünlerde ise bu yöntem daha sık kullanılır (Sayın ve Tamer, 2014). Bu yöntem çok hızlı bir sıkıştırma sağlamaktadır (Şanal ve Çalıklı, 2000). Bunun dışında yüksek basınç ve yüksek sıcaklığın kombine olarak kullanıldığı bir sistem daha bulunmaktadır. Bu yöntemde ise; yüksek basınç, basınç iletici ortamın sıcaklığının artırılması ile oluşan genleşme ile sağlanmaktadır. Basınç kabının iç hacmi ve sıcaklık çok iyi kontrol edilmelidir (Şanal ve Çalıklı, 2000).

YHB proseslerinin bakterileri öldürdüğü ilk olarak 1895 yılında rapor edilmiş olmasına rağmen, 19 yüzyıl sonunda ve 20 yüzyıl başlarında, Hite (1899) ve Hite vd. (1914) tarafından gıdaların muhafazası amacı ile YHB sistemleri kullanılmıştır. Hite tarafından yapılan ilk çalışmalarda oda sıcaklığında 1 saat 600 MPa'lık basınca maruz bırakılan çiğ sütün raf ömrünün 4 gün uzatılabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, sütte 200 MPa'lık bir uygulama ile asitlik artışını 24 saat geciktirmeyi başarmıştır. Hite ve arkadaşlarının 1914 yılında yaptıkları çalışmada 400 ve 820 MPa arasında değişen basınç ile proses edilen meyve sularının çoğunluğunun, işlemden sonra en az 5 yıl boyunca endüstriyel olarak steril kaldıklarını belirlemişlerdir (Arıcı, 2006).

YHB sistemlerinin mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü mekanizması fiziksel olarak Le Chatelier prensibi ile açıklanabilir. Kuvvetten kaçış olarak bilinen bu yasaya göre, dengede olan bir sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında (örneğin basınç artışı), sistem bu etkiyi en azaltacak şekilde bir tepki oluşturur ve kendini değişikliğe uğratar (hacim azalması) (Arıcı, 2006).

YHB uygulamasındaki kritik faktörler; prosese, inaktivasyonu hedeflenen mikroorganizmaya ve gıdaya bağlı faktörler olarak sınıflandırılabilir. Uygulanan basıncın miktarı, uygulama süresi ve sıcaklığı prosese bağlı parametrelerdir ve bu parametrelerin artırılması ile genellikle daha fazla mikrobiyal inaktivasyon gerçekleşmektedir (Evrendilek vd., 2010).

YHB uygulamaları sonucunda mikroorganizmaların hücre morfolojileri, hücre zarı ve metabolik reaksiyonlar gibi özelliklerinde önemli değişiklikler olmaktadır ve hücre zarı uygulamalardan ilk etkilenen kısımdır. Bunun nedeni hücre içi moleküllerin hücre dışına çıkışı, hücre zarının basıncın etkisi ile zarar görmesindedir. Mikroorganizmaların yeterli miktarda basınca maruz bırakılmaması ile hücre zarı geçirgenliğinin artışı sadece dış zarda gerçekleşir ve hücre bu yapıları tamir eder. Bu nedenle de inaktivasyon başarılı bir şekilde sağlanamaz (Evrendilek vd., 2010). Yeterli miktardaki uygulama basıncının sebep olduğu hücre zarındaki görev bozuklukları (malfonksiyonlar) membran proteinlerinin denatürasyonuna bağlı olarak, aminoasit alımının inhibisyonuna neden olmaktadır. Hücre morfolojisi basınç uygulamasıyla değişir böylece hücre bölünmesi yavaşlar. Basıncın hücre içi faaliyetleri için önemli enzimlerin denatüre etmesi ve ribozomun zarar görmesi, mikroorganizmanın inaktivasyonuna neden olmaktadır (Farkas ve Hoover, 2000).

Ancak uygulamaların öldürücü etkisi mikroorganizmaların özelliklerine göre de değişiklik göstermektedir. Isıya dirençli bakteriler, genellikle ısıya duyarlı olanlardan daha yüksek oranda basınca dirençlidir (Sağdıç vd., 2008). Örneğin; ısıya en dayanıklı patojen ve insanlar için en tehlikeli mikroorganizmalardan biri olan *Clostridium botulinum* aynı zamanda, yüksek hidrostatik basınç uygulanan mikroorganizmalar arasında basınca en dayanıklı ve tehlikeli organizmalar listesinin en başında yer almaktadır (Geniş, 2016).

Bakteri sporları vejetatif hücelere göre yüksek basınca daha fazla direnç gösterirler. Bu nedenle sporların YHB ile inaktivasyonunda ilk olarak sporlar çimlendirilir, daha sonra vejetatif hücelere ile birlikte inaktive edilir (Evrendilek vd., 2010). *C. botulinum* sporları da aynı şekilde vejetatif formları gibi basınca en dayanıklı olduğu bilinen sporlar arasında yer almaktadır (Arıcı, 2006).

Genellikle Gram-pozitif vejetatif bakteriler, basınç gibi çevresel etkenlere Gram-negatif bakterilerin vejetatif hücelerinden daha dirençlidirler. Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarıyla ilgili patojen, spor oluşturmeyen Gram-pozitif bakteriler arasında en çok çalışılan iki tür; *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus*' tur. Yapılan çalışmalarda *Staphylococcus aureus*' un uygulanan basınca yüksek direnç gösterdiği belirlenmiştir. Çeşitli araştırmacılar yaptıkları çalışmalar sonucunda, çeşitli patojen Gram-negatif bakterilerin hassasiyet gösterdiği geniş bir basınç aralığı olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda Gram- negatif olduğu bilinen *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp.'nin basınca karşı sporlara eşdeğer direnç gösterdiklerini ispatlamışlardır (Arıcı, 2006).

Mikroorganizmaların inaktivasyonunda etkili diğer faktörler ise pH ve su aktivitesidir. Mikroorganizmalar düşük pH'larda basınca daha duyarlıdır. Yani gıdada asitlik arttıkça YHB prosesi sonucundaki inaktivasyon miktarı artmaktadır. Ancak uygulanan basınç değerine bağlı olarak gıdanın pH değerinde değişimler olabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda meyve sularında her 100 MPa basınç artışı ile pH değerinin 0.2 birim azaldığı belirlenmiştir. Gıdanın su aktivitesi azaldıkça YHB uygulaması ile mikroorganizmaların inaktivasyonu da azalmaktadır (Evrendilek vd., 2010).

Yapılan bir çalışmada, 49°C sıcaklıkta, 30 dakika süresince, 495 MPa basınca maruz bırakılan süt örneğinde bulunan *Bacillus sporothermodurans* sayısında, proses sonucunda 5 logaritmik bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu azalma miktarının da UHT sütlerin ticari sterilizasyonu için yeterli bir değer olduğu vurgulanmıştır (Geniş, 2016).

Yapılan bir diğer çalışmada ise sütte 50°C-15 dk-400 MPa'lık bir YHB uygulaması ile *E.coli* sayısının yaklaşık 5 logaritmik ünite düzeyinde azaldığı, 50°C-

15 dk-500 MPa'lık bir uygulamada ise *S. aureus* sayısının yaklaşık 6 logaritmik ünite azaldığı belirlenmiştir (Patterson ve Kilpatrick, 1998).

Akhan (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise ülkemizde oldukça fazla tüketilen hamsi ve mezgit türü balıklar 200-300-400 MPa, 5-10-15 °C de 5-15 dk süresince YHB ile proses edilmiştir. Çalışmanın sonucunda her iki balık türü için hiçbir şekilde proses edilmemiş kontrol örnekleri 3 gün içerisinde bozulurken, 200 MPa-5°C-5 dk koşulunda proses edilen hamsi örneklerinin raf ömrünün 9 gün daha, sırasıyla 200 MPa-5°C-5 dk ve 400 MPa-15°C-5 dk koşullarında proses edilen mezgit örneklerinin ise raf ömürlerinin 13 ve 15 gün daha uzadığı belirlenmiştir.

Aynı şekilde ülkemizde tüketimi yaygın olan boza içeceği 150-250-350 MPa, 5°C, 5 dk koşullarında YHB ile proses edilmiştir. 350MPa 5°C 5 dk koşullarındaki proses sonucunda bozanın bakteriyel yükünde yaklaşık olarak 3 logaritmik azalma olduğu ve bütün YHB uygulamalarında maya ve küflerin tamamen yok edildiği bildirilmiştir (İlgaz, 2014).

Yüksek basınç sistemleri sadece gıdaların muhafazasında sterilizasyon amacı ile kullanılmamaktadır. Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda yüksek basınç sistemleri biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu amacı ile kullanılmış ve yüksek oranda başarı sağlanmıştır. Prasad vd. (2009b) tarafından litchi meyve kabuğundan flavonoidlerin ekstraksiyonu için yapılan çalışmalarda, uygulanan yüksek basınç sonucunda elde edilen verimin hem 30 dk ultrasonikasyon uygulaması ile elde edilenden, hem de geleneksel ekstraksiyon yönteminden daha verimli olduğu belirlenmiştir (Ağçam, 2017).

Suda haşlamanın neden olduğu kayıpların önüne geçmek amacıyla da uygulanabilen YHB; mikroorganizma sayısının düşürülmesinde daha etkin olmasının yanında mineral madde ve vitamin kaybının daha az olması ve dokularda meydana gelen yumuşamanın aynı oranda olması nedeni ile de tercih edilmektedir. Farr (1990) tarafından yapılan çalışmada, yüksek basınç uygulaması sonrasında limon suyunda C vitamini kaybı olmadığını ve işlem sonrasında elde edilen limon suyunun duyusal olarak taze meyve tadına sahip olduğunu bildirilmiştir (Sayın ve Tamer, 2014).

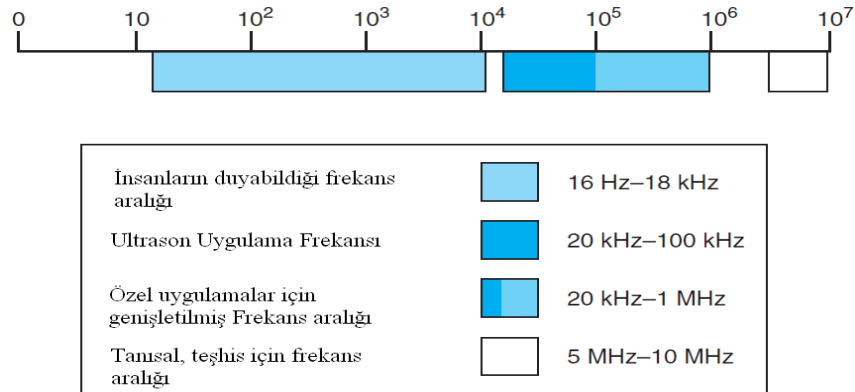


Yapılan bir diğer çalışmada ise YHB ile proses edilmiş greyfurt reçeli örnekleri ile işlem görmemiş örneklerin antioksidan kapasiteleri arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Sayın ve Tamer, 2014).

### 2.3 Ultrasonikasyon

Üreticiler tarafından gıdaların işlenme süresini kısaltmak, enerjiden tasarruf etmek, tüketiciler tarafından da gıda ürünlerinin raf ömürlerinin artması ve kalite kriterlerinin korunmasına yönelik taleplerin karşılanması amacıyla gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı olan ve kullanımı yaygınlaşan bir diğer yenilikçi yöntem ultrasonikasyondur (US).

US teknolojisinin ilk kullanımı 1900'lü yıllara dayanmaktadır. Dünya savaşları sırasında denizaltılarında kullanılan ses dalgalarının balıkların ölümüne neden olduğu bildirilmiş ve bu durum bilim dünyasının ilgisini çekmiştir (Yüksel, 2013). US (sonikasyon); sözlük anlamı ile, saniyede 20000 veya daha fazla titreşim gerçekleştiren ses dalgaları ile enerji meydana getirilmesi olarak ifade edilmektedir (Sayın ve Tamer, 2014).



**Şekil 2.4.** Ultrasonikasyon frekans aralığı (Yılmaz, 2014)

Ultrasonik ses dalgası, insan kulağının işitme sınırından daha fazla bir frekansa (16-20 kHz) sahip ses dalgası olarak tanımlanmaktadır (Evrendilek vd., 2010). Bu teknolojinin uygulanması amacıyla geliştirilen cihazlarda genellikle 20 kHz' den 10 MHz'e kadar değişen frekanslar kullanılabilir (Piyasena vd., 2003).

US prosesleri bazı sistemlerde tek başına yeterli olurken bazılarında yeterli inaktivasyon derecelerine ulaşmak için ısı ve/veya basınç gibi işlemlerle kombine edilerek kullanılması gerekmektedir. Üç gruba ayrılan bu uygulamalar; termosonikasyon, manosonikasyon, manotermosonikasyon olarak adlandırılmaktadır.

- ✓ Termosonikasyon: Ultrasonikasyon ve ısı işlemin bir arada kullanılması (TS),
- ✓ Manosonikasyon: Ultrasonikasyon ve basıncın bir arada kullanılması (MS),
- ✓ Manotermosonikasyon: Ultrasonikasyon, basınç ve ısı işlemin bir arada kullanılmasıdır (MTS) (Açu vd., 2014).

Özellikle termosonikasyon uygulamasının ısı işleme iyi bir alternatif olduğu, gıdadaki biyoaktif bileşik stabilitesi ve mikrobiyal inaktivasyon için etkili olduğu bildirilmektedir. İşlem süresinin kısalması, yüksek verim eldesi ve düşük enerji tüketimi de uygulamanın diğer avantajları arasında sayılabilmektedir (Yılmaz, 2014).

TS, MS ve MTS uygulamaları ile süt ve meyve ürünlerinde bulunan lipoksigenaz (LOX), polifenoloksidaz (PPO), peroksidaz (POD) gibi enzimlerin ve ısıya karşı dirençli olan lipaz ve proteaz enzimlerinin inaktivasyonu başarılı şekilde sağlanabilmektedir (O'Donnell vd., 2010).

Knorr vd. (2004) yaptıkları çalışmalarda, termosonikasyon ve ısı işlem ile proses edilen portakal suları arasındaki farkı incelemişlerdir. 20 °C 'de depolama süresince, termosonikasyon uygulanan portakal suyunda ki askorbik asit degradasyonunun, ısı işleme tabi tutulan portakal suyundakinden daha az olduğunu belirtmişlerdir (Güleç, 2006).

US çeşitli kimyasallarla kombine olarak ta kullanılabilir. Örneğin; tavuk karkaslarında ki mikrobiyal yükün azaltılması amacıyla, US ve klor birlikte kullanılabilir. Böylece US mekanik etkisi ile karkasın yüzeyine tutunmuş olan *Salmonella* hücreleri serbest kalır ve serbest kalan bu hücrelere klor daha iyi etki eder (Evrendilek vd., 2010).

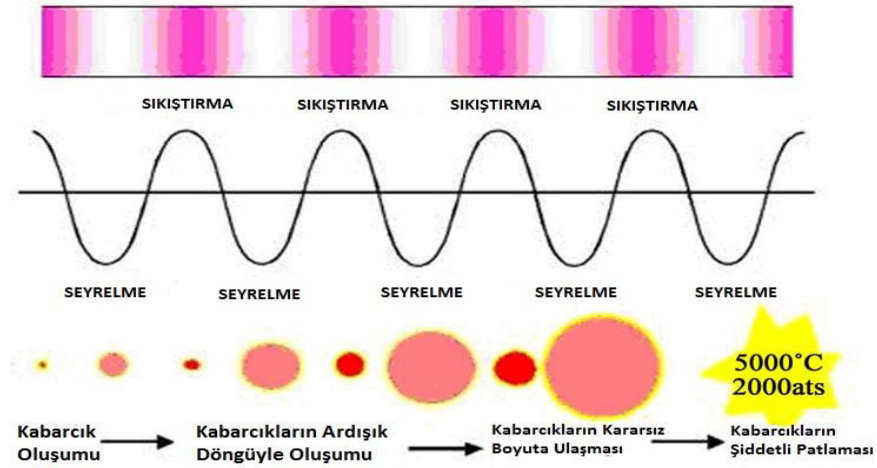
US'nun enzim üzerine etkisinin, kullanılan enzime ve işlem parametrelerine göre değiştiği bilinmesine rağmen, ultrasonikasyon ile enzim inaktivasyonu araştırmacılar tarafından farklı mekanizmalar ile açıklanmıştır. Ancak genel kaniya göre mekanizma, ultrasonikasyonun makromolekülleri depolimerize etmesi şeklindedir (Sayın ve Tamer, 2014).

Ultrasonik dalgaların büyüklüğü (amplitüd), US uygulama süresi ve sıcaklığı, mikrobiyal inaktivasyonu hedeflenen mikroorganizma türü, uygulama ortamının pH'sı, gıdanın kompozisyonu gibi parametreler de uygulamanın başarısındaki değişikliklere neden olmaktadır (Türken, 2014).

US uygulamalarında üretilen enerji sonucu açığa çıkan sesin sınıflandırılması önemlidir ve sınıflandırma ses gücü (W), ses yoğunluğu ( $W/cm^2$ ), ya da ses enerjisi yoğunluğu ( $Ws/m^3$ ) dikkate alınarak yapılır. Gıdalarda US kullanımı iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan biri; yüksek frekanslı ve düşük enerjili kontrollü US, diğeri ise; düşük frekanslı ve yüksek enerjili US uygulamalarıdır (Evrendilek vd., 2010). Düşük US uygulamalarında, uygulama yoğunluğu  $1 W/m^2$  den düşük ve frekansı 100 kHz'den yüksektir. Bu koşullardaki US uygulamaları gıda endüstrisinde; yüzey temizliği, enzimlerin inaktivasyonu, kristalizasyon, emülsifikasyon, filtrasyon, dondurma, etlerin tenderizasyonu gibi uygulamalarda ayrıca gıdanın fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılabilir. Yüksek enerjili US uygulamalarında, uygulama yoğunluğu  $1 W/m^2$  den yüksek ve frekansı 20-100 kHz arasındadır. Son zamanlarda yüksek enerjili US uygulamaları üzerine araştırmalar yapılmakta ve deaerasyon, oksidasyon/redüksiyon, enzim ve proteinlerin ekstraksiyonu, enzimlerin inaktivasyonu gibi uygulamalarda kullanımı yaygınlaşmaktadır (Yüksel, 2013).

US proseslerinin etki mekanizması kaviteasyon oluşumu ile açıklanmaktadır. Kaviteasyonun oluşumu ultrason gücüne bağlıdır. Ultra ses dalgaları da diğer ses dalgaları gibi içinden geçtiği ortamın moleküllerinde düşük basınçlı dalgalar (seyrelme dalgaları) ve yüksek basınçlı dalgalar (sıkıştırma dalgaları) oluşturmaktadır. Uygulanan enerji ile basınç değişimlerinin olduğu bölgelerde seri olarak birbirlerine yaklaşan ve uzaklaşan moleküller arasında kabarcıklar oluşmaktadır. Sıvı boyunca dağılan kabarcıklar, uygulanan frekans ile gaz

difüzyonundan dolayı büyümektedir. Sıvı içerisinde oluşan her bir kabarcığı etkileyen akustik alan eş olmamakta ve her bir kabarcık, komşu kabarcığın bulunduğu alanı etkilemektedir. US tarafından sağlanan enerji, düzensiz şartlar altındaki bu gaz baloncuklarının buhar fazını korumaya yetmeyecek düzeye ulaştığında baloncukta hızlı bir yoğunlaşma meydana gelir ve baloncuklar patlar. Bu olaya da “kavitasyon” adı verilmektedir (Evrendilek vd., 2010; Türken, 2014; Yılmaz, 2014). Kavitasyon sonucunda bölgesel olarak 1000 atm’nin üzerinde basınç ve büyük bir enerji açığa çıkmakta, açığa çıkan bu enerjide sistem içinde çeşitli etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Vercet vd., 2001). Örneğin; 20 kHz’lik ultrasonik frekanstaki sulu sistemlerde bir kabarcığının patlaması ile oluşan kavitasyonda, yaklaşık 4000 K civarında ısı ve 1000 atm üzerinde basınç oluşumuna neden olan sıcak noktalar oluşturmaktadır (Yılmaz, 2014). Kavitasyon oluşumu ile ilgili görsel Şekil 2.5.’ de verilmiştir.



**Şekil 2.5.** Ultrasonik kavitasyon mekanizması (Başlar, 2011)

Yüksek güçlü US teknolojisi gıdaların prosesindeki başarısının yanında hücre parçalama, partikül (boyut) küçültme ve bakteri sporlarının öldürülmesinde etkili olabilmektedir (Yüksel, 2013). US uygulamaları ile mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesinde 3 farklı mekanizma etkili olmaktadır. Bunlardan birincisi; yüksek frekanslı US dalgalarının; mikroorganizmaların hücre duvarını yıkıma uğratması, ikincisi; uygulama sırasında kavitasyon baloncuklarının patlaması ile açığa çıkan yüksek sıcaklık ve basıncın mikroorganizmaları etkisiz hale getirmesidir (Türken, 2014). Üçüncüsü ise proses sonucunda oluşan hidroksil radikallerinin mikroorganizmaları inaktive etmesidir. Sıvılara uygulanan ultrases işlemi ile birlikte

suda OH<sup>-</sup> , H<sup>+</sup> ya da hidroperoksitler gibi serbest radikaller meydana gelir. Oluşan bu serbest radikallerin yüksek bakterisidal etkiye sahip olması da mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü etkiyi arttırmaktadır (Yüksel, 2013).

İnaktivasyon üzerinde proses parametreleri dışında mikroorganizma türünün, biçiminin veya çapının önemli olduğu bilinmektedir (Heinz vd., 2003). Örneğin büyük hücreler daha geniş yüzey alanına sahip olmalarından dolayı, küçük olanlara kıyasla dış etkenlere karşı daha hassastır. Aynı şekilde gram-negatif bakteriler de gram-pozitif bakterilere kıyasla ultrasonikasyona karşı daha hassastır (Yılmaz, 2014).

Scherba vd. tarafından yapılan çalışmalarda, US uygulamasının sulu süspansiyondaki *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi önemli patojenleri tamamen inaktive ettiği belirlenmiştir (Bayraktar ve Obuz, 2006).

Yapılan çalışmalarda, US pastörizasyon amaçlı kullanılması ile sütte *Coliform*, *Pseudomonas fluorescens* ile *Listeria monocytogenes*'in inaktivasyonunun sağlanmasının yanı sıra sütün içeriğindeki toplam protein miktarı veya kazein içeriğinde olumsuz etki yaratmadığı kanıtlanmıştır (Cameron vd., 2009).

Sütteki *B. subtilis* sporları üzerinde 70-95 °C sıcaklık aralıklarında termosonikasyon ve ultrasonikasyon uygulamaları yapılmıştır. US prosesi sporlar üzerinde bir etki göstermezken, termosonikasyon uygulamasının spor popülasyonunu % 63-73 oranında azalttığı belirlenmiştir (Açu vd., 2014).

Avcı vd. (2008) yaptıkları çalışmada şalgam suyunda bozulmaya neden olan mayaların inaktivasyonunda ultrasonikasyonun bir alternatif olup olamayacağını test etmeye amacı ile, yüzeyde zar oluşumu gözlenen şalgam suyundan izole edilmiş *Candida inconspicua* cinsi maya aşılama pastörize edilmiş şalgam suyunun özelliklerini incelemişlerdir. Şalgam suyunun pH' sı 9 günde 3.6±0.01' den 7.30±0.03' e yükseldiğini belirlemişlerdir. Şalgam suyunda asit azalmasına neden olabilen bu mayanın pastörize şalgam suyu ortamında sıcaklık ve TS ile inaktivasyonu incelenmiştir. *Candida inconspicua* suşunun 45 ve 50 °C' de ki D değerleri sırası ile 147 ve 4.7 dk olarak, 50 °C -0.62-0.69 W/mL koşullarında US

uygulanması ile D değeri 0.576 dk olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda 12D'lik bir inaktivasyon prosesi için geçen sürenin US prosesi ile oldukça azaltılabileceği ve US işleminin 50 °C gibi bir sıcaklık ile kombine edilerek şalgam suyunda bozulmaya neden olan mayaların inaktivasyonunda kullanılabileceği bildirilmiştir.

Zenker vd (2003) *B. stearethermophilus* bakterilerine termosonikasyon uygulanması ile ısı işleme göre daha yüksek inaktivasyon sağlandığını belirlemişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada ise manosonikasyon uygulamasının *E. coli* kontaminasyonunu azalttığı tespit edilmiştir (Yüksel, 2013).

US yöntemi kurutma amacıyla da kullanılabilir. US uygulamasının, geleneksel kurutma yöntemlerine göre gıdalarda daha az kalite kaybına yol açtığı belirlenmiştir. Konvektif ve akustik kurutma yöntemlerinin havuçta bulunan askorbik asit ve  $\beta$  karoten miktarı üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada US ile kurutulan havuçlarda bulunan askorbik asit ve  $\beta$  karoten miktarındaki kaybın konvektif kurutmaya kıyasla çok daha az olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada ise, muzun US ile kurutulmasında kurutma süresinde %11'e kadar düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Sayın ve Tamer, 2014).

US gıdaların dondurulmasında da başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yüksek enerjili US uygulamalarının dondurma işleminde, kristal çekirdeklerinin oluşumunu desteklemesi, küçük ve düzenli kristallerin oluşumunu sağlaması ve bozuk yüzey yapısının engellemesi gibi avantajlar sağladığı belirlenmiştir. Aynı zamanda US işleminin donma süresine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, US ile proses edilen patates dilimlerinin donma süresinin azaldığı tespit edilmiştir (Sayın ve Tamer, 2014).

YHB gibi US'da ekstraksiyon amacı ile kullanılabilir. Khan vd. (2010) US uygulaması ile turunçgil kabuklarından polifenol ekstraksiyonu için yaptıkları çalışmada, geleneksel yöntemlere kıyasla verimin % 30 arttığını aynı zamanda uygulama süresinin ise azaldığını belirlemişlerdir (Ağçam, 2017).

Sonuç olarak; yapılan çalışmalar YHB ve US sistemlerinin gıda endüstrisinde kullanım alanının geniş, başarı oranının yüksek olduğunu ortaya koymuştur. YHB ve US işlemleri raf ömrü uzun ve son tüketim tarihine kadar besleyici ve duyu niteliklerini koruyan ürünlerin üretiminde olanak sağlamaktadır. Ülkemizde henüz kullanımı yaygınlaşmış olmamasına rağmen bütün bu avantajları göz önünde bulundurularak geleneksel içeceklerimizden şalgam suyunun muhafazasında kullanımlarının uygun olduğuna karar verilmiş ve bu amaçla gerekli çalışmalar yapılmıştır.



### **3. MATERİYAL ve METOT**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Şalgam Suyu**

Çalışmada kullanılan şalgam suları KEMAL KÜKRER-KÜKRER GIDA ve İhtiyaç Maddeleri Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. (Adana, Türkiye) üretim fabrikasından temin edilmiştir. Çalışmalarda üretimden kaynaklanacak farklılıkları en aza indirmek amacıyla fabrikadan temin edilen şalgam suları beş litrelik bidonlar halinde topluca alınmış ve Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Muhafazası ve Reoloji Laboratuvarına getirilerek -80 °C de dondurulmuştur. Analizler için çözündürülen şalgam suları fazla bekletilmeden kullanılmıştır.

##### **3.1.2 Laktik Asit Bakterisi Kültür Suşları**

İnokülasyon çalışmaları süresinde kullanılan *Lactobacillus paracasei* ve *Lactococcus lactis subsp. cremoris* kültürleri ilk olarak Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Elde edilen kültürler şalgam suyundan izole edilen ve tanımlanan kültürlerdir.

#### **3.2 Metot**

##### **3.2.1 Şalgam Suyunun Hazırlanması**

Yapılan ön çalışmalarda 5 L plastik kaplar içinde temin edilen şalgam suları arasında aynı üretim hattından çıkmasına rağmen farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu durumun uygulanan prosesin etkisinin tam olarak görülmesini etkileyeceğine karar verildiği için çalışmalarda kullanılacak olan şalgam suları topluca alınmış ve dondurulmuştur. Firmadan alınarak dondurulan şalgam suları proses edilmeden 2



gün önce +4 °C de çözülmeye bırakılmıştır. Daha sonra örnekler arasındaki farkı en aza indirmek amacıyla paçal yapılarak şalgam suları proseslere hazırlanmıştır.

Deneme deseninde ürünün proses öncesi sıcaklığı bir faktör olarak ele alınmıştır. Bu nedenle çözündürme işlemi tamamlanan şalgam sularının sıcaklığı steril beherlere alınarak buzda bekletilerek veya su banyosu yardımıyla deneme dizaynındaki sıcaklık derecelerine (4, 22 ve 40 °C) ayarlanmıştır.

### 3.2.2 Şalgam Suyuna Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamaları

Çalışma kapsamında yüksek hidrostatik basınç (YHB) uygulamaları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezinde (YENİGİDAM) bulunan AVURE marka 2 L örnek hacmine sahip 690 MPa basınca kadar çıkabilen pilot ölçekli yüksek hidrostatik basınç cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Avure Technologies, Columbus, OH, ABD) (Şekil 3.1). Sistemde basınç haznesinde basıncı ileten sıvı olarak distile su kullanılmış ve basınç haznesinin içinde bulunan termokupllar sayesinde sıcaklığı sürekli olarak takip edilebilmiştir.



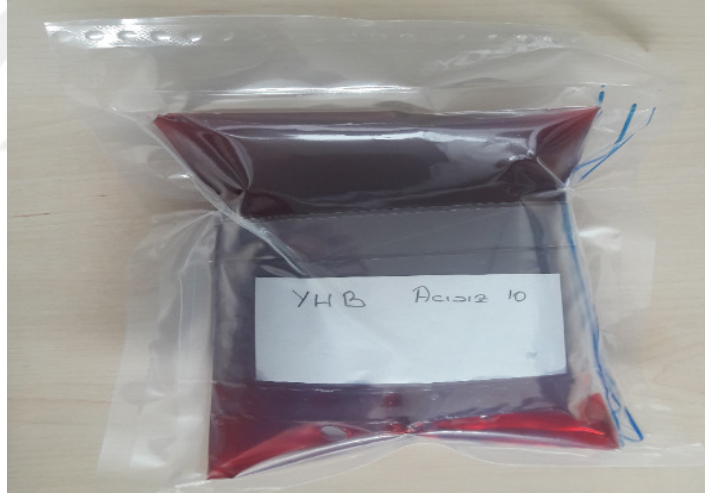
**Şekil 3.1.** Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarının gerçekleştirildiği YHB cihazı

Ön denemeler sonucunda belirlenen parametrelerde proses uygulanmadan önce 750 mL sıcaklığı ayarlanmış örnekler çok katmalı polimer/alüminyum/polimer film (polietilen–alüminyum-polipropilen) plastik ambalajlara aktararak vakum (Besturn marka DZ(Q) serisi) (Şekil 3.2) paketlenmiştir.



**Şekil 3.2.** Vakum paketlenme cihazı

Daha sonra şalgam sularının konulduğu poşetler (Şekil 3.3) taşıyıcı sepete yerleştirilerek yüksek basıncın uygulanacağı ve içerisinde su bulunan kaba aktarılıp belirlenen parametrelere göre cihaz çalıştırılarak prosesler gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.3.** Vakumla paketlenmiş şalgam örneği

Sistemden alınan proses edilmiş şalgam suları aseptik ortamda paketlerden çıkarılarak analizlere başlanmıştır.

### **3.2.3 Şalgam Suyuna Ultrasonikasyon Uygulamaları**

Şalgam suyuna ultrasonikasyon (US) uygulamalarında laboratuvar ölçekli UP200S (Hielscher, Germany) ultrasonikasyon cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Laboratuvar ölçekli ultrasonikasyon cihazı

Çözündürme işlemi tamamlanan şalgam suları dizaynındaki sıcaklık derecesine göre hazırlandıktan sonra örneklerin bulunduğu beher ultrasonikasyon probu cam beher tabanından 1 cm yukarıya gelecek şekilde yerleştirilmiştir ve istenilen amplitüd ve süre ayarlaması yapılarak ultrasonikasyon prosesine tabi tutulmuş (Şekil 3.5) ve örnekler bekletilmeden analiz edilmiştir.



**Şekil 3.5.** Ultrasonikasyon ile proses edilen şalgam suyu örneği

Ultrases enerji yoğunluğu parametresi ultrasonik güç (amplitüd), uygulama süresi ve örnek miktarı arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi ve enerji yoğunluğunun hesaplanabilmesi için voltmetre kullanılmış ve harcanan enerji aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E = \frac{P_u \times t}{m}$$

eşitlikte  $E$  ultrasound enerji yoğunluğunu (J/mL),  $P_u$  ultrasonik gücü (W),  $t$  uygulama süresini (s),  $m$  ise kullanılan şalgam suyu miktarını (mL) ifade etmektedir.

### **3.2.4 Şalgam Suyuna Uygulanan Analizler**

Hiçbir proses uygulanmamış şalgam suyuna (kontrol), YHB veya US ultrasonikasyon uygulanan şalgam suyu örneklerine pH, toplam kuru madde ( $\square$ Brix), kondaktivite (iletkenlik), tuz miktarı, bulanıklık, toplam asit tayini, renk ölçümü ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , chroma, hue,  $\Delta E$ ), renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi, toplam monomerik antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi, indirgen şeker, uçar asit, mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam maya küf, toplam koliform, inoküle edilen laktik asit bakterilerinin inaktivasyonu), ve duyu analizler yapılmıştır.

#### **3.2.4.1 pH**

Homojen olarak alınan 10 mL örneklerin pH'sı oda sıcaklığında pH-2005 marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Cemeroğlu,1992).

#### **3.2.4.2 Suda çözünen kuru madde analizi**

Örneklerin suda çözünen kuru madde tayini NIPPON OPTICAL WORKS 507-1 marka el refraktometresi kullanılarak yapılmış sonuçlar °Briks olarak kaydedilmiştir (Anonim 1966).

#### **3.2.4.3 Kondaktivite (iletkenlik) analizi**

Örneklerin kondaktivitesi Sension 5 model (HACH, CO, ABD) el kondaktivitesi kullanılarak oda sıcaklığında ölçülmüş ve sonuçlar mS/cm olarak kaydedilmiştir.

#### **3.2.4.4 Tuz miktarı analizi**

Örneklerin tuz miktarları, kondaktivite değerleri (mS/cm) ve sıcaklıkları ( $^{\circ}$ C) kullanılarak (Anonim, 2018a) adresinde otomatik olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.4.5 Bulanıklık analizi

Örneklerin bulanıklık değeri, turbidimetre ile (MICRO TPI, Model 20008) ölçülerek sonuçlar NTU (nephelometric turbidity unit) olarak kaydedilmiştir.

### 3.2.4.6 Toplam asit tayini

Toplam asitlik titrimetrik yöntemle yapılmıştır

**NaOH:** 4 g NaOH tartılarak 1000 mL saf su ile karıştırılarak çözündürülür ve 0.1 N NaOH hazırlanır.

Toplam asit tayininde; 5 mL örnek alınır üzerine 5 mL saf su ilave edilerek homojen bir karışım elde edildikten sonra 0.5 mL fenolftalein indikatörü eklenip 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve pH 8.1'e gelene kadar titrasyonda harcanan NaOH miktarı kaydedilmiştir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formülde yerine konarak gerekli hesaplamalar yapılmış, toplam asitlik sitrik asit cinsinden verilmiştir (AOAC, 1990).

$$\text{Toplam asitlik } \left(\frac{g}{L}\right) = \frac{V \times N \times F \times m_{Eq} \times 100}{G}$$

N: NaOH normalitesi

V: harcanan (0.1N) NaOH miktarı (mL)

F: NaOH faktörü

mEq: Gıdadaki etkin, en çok bulunan organik asidin mili ekivalent ağırlığı (g) (0.0064)

G: titrasyonda kullanılan örnek miktarı (mL)

### 3.2.4.7 Renk analizi

Örneklerin renk analizi Color Flex Hunter Lab Spektrofotometresi (Hunter Associates Laboratory Inc. Reston VA, ABD) cihazı kullanılarak yapılmış sonuçlar CSI sistemine göre kaydedilmiştir.

Bu yöntemde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile ifade edilmektedir.  $L^*$  değeri parlaklık ve koyuluğu (0:koyuluk/100:parlaklık),  $a^*$  değeri kırmızı ve yeşil renge gidişi (+a:kırmızılık/-a:yeşillik),  $b^*$  değeri sarı ve mavi renge gidişi (+b:sarılık/-b:mavilik) göstermektedir. Bu değerler kullanılarak Chroma ( $C^*$ , renk yoğunluğu), hue ( $h^\circ$ , renk tonu) ve toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$

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

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + [(a_0^0 - a)^2 + (b_0^0 - b)^2]}$$

$L_0, a_0$  ve  $b_0$  kontrol örneğinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri

#### 3.2.4.8 Renk yoğunluğu/ Renk tonu/ Renk bileşimi analizi

On beş mL lik falkon tüplere alınan numuneler 5000 rpm de 5 dk santriüj edilerek tortularından ayrılıp falkon tüplerin üstünde kalan kısımdan 1 mm lik cam küvetlere alınarak PG instruments T80+ UV/VIS marka spektrofotometre 420, 520 ve 620 nm'lerde saf suya karşı absorbans değerleri ölçülmüştür.

Elde edilen bu absorbans değerleri aşağıdaki formüllerde kullanılarak renk yoğunluğu, renk tonu, sarı renk bileşimi, mavi renk bileşimi ve kırmızı renk bileşimi değerleri hesaplanmıştır (Ribereae-Gaon ve ark., 2000).

$$\text{Renk yoğunluğu (IC)} = OY_{420} + OY_{520} + OY_{620}$$

$$\text{Renk tonu} = (OY_{420} / OY_{520})$$

$$\text{Sarı renk bileşimi (\%OY}_{420}) = (OY_{420} / IC) \times 100$$

$$\text{Kırmızı renk bileşimi (\%OY}_{520}) = (OY_{520} / IC) \times 100$$

$$\text{Mavi renk bileşimi (\%OY}_{620}) = (OY_{620} / IC) \times 100$$

#### 3.2.4.9 Toplam monomerik antosiyanin miktarı analizi

**Sodyum Asetat Çözeltisi:** 0.4 M  $C_2H_3NaO_2$  çözeltisi hazırlamak için, 32.811 g sodyum asetat tartılarak beherde 960 mL saf su içinde çözündürülür. Hidroklorik asit (HCl) ile pH' sı 4.5' e ayarlandıktan sonra balon jodede 1000 mL' ye tamamlanır.

**Potasyum Klorür Çözeltisi:** 0.025 M KCl çözeltisi hazırlamak için, 1.8637g potasyum klorür tartılarak beherde 980 mL saf su içerisinde çözündürülür. HCl ile pH' sı 1.0' e ayarlandıktan sonra balon jodede 1000 mL'ye tamamlanır.

Monomerik antsiyanin tayini Fuleki ve Francis (1968) tarafından bulunan pH-diferansiyel tayin metoduna göre saptanmıştır. Bu yöntem, antosiyaninlerin maksimum absorbans gösterdiği dalga boyundaki absorbans değerlerinin ortamın pH değerlerine göre değişiminin ölçümüne dayanmaktadır.

Ortam pH'sı 1.0 iken monomerik antosiyaninlerin renkli oksonium formu, pH 4.5 'te ise renksiz olan hemikal formunu hakim olmaktadır (Ağçam, 2017). Absorbans okumaları siyah havuç antosiyaninlerinin maksimum absorbans gösterdiği dalga boyu olan 520 nm ve bulanıklığın belirlenmesi için 700 nm' de yapılmıştır (Wrolstad, 1976).

Analiz için örneklerden 0.1 mL alınarak cam deney tüplerine aktarılmış HCl ile pH 1.0' e ayarlanmış olan 0.025 M KCl çözeltisinde 2.4 mL alınarak örneklerin üzerine ilave edilmiş ve vortekste karıştırılarak 20 dakika karanlıkta dengeye gelmeleri için bekletilmiştir. Daha sonrasında spektrofotometre KCl ile sıfırlandı ve absorbans ölçümleri yapılmıştır. Başka bir cam deney tüpünde de 0.1 mL şalgam örneğinin üzerine 2.4 mL HCl ile pH 4.5' e ayarlanmış olan 0.4 M  $C_2H_3NaO_2$  çözeltisi eklenmiş ardından vortekste karıştırılarak 20 dakika karanlıkta dengeye gelmeleri beklenmiştir. Bu işlemlerin ardından spektrofotometre  $C_2H_3NaO_2$  ile sıfırlandıktan sonra absorbans ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen ölçümler kaydedilerek şalgam suyunun monomerik antosiyanin miktarı, doğada en çok bulunan antosiyaninlerden birisi olan siyanidin-3-glikozit cinsinden aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$TMA \text{ ( mg/mL )} = (A \times Mw \times Df \times 10^3) / (\epsilon \times l)$$

A: pH 1.0 ve 4.5 değerlerinde ölçülen absorbansların farkı

$$A = ((A_{520} - A_{700})_{KCl} - (A_{520} - A_{700})_{C_2H_3NaO_2})$$

$M_w$ : gıdada en çok bulunan antosiyaninin molekül ağırlığı (449.2 g/mol)

$D_f$ : seyreltme faktörü

$\epsilon$ : Molar absorpsiyon katsayısı (26900 L/mol.cm)

$l$ : absorbans ölçümünde kullanılan küvetin ışık yolu mesafesi (1cm)

$10^3$ : gramı mg çevirme faktörü

#### 3.2.4.10 Toplam fenolik madde miktarı analizi

**Sodyum Karbonat Çözeltisi:** 7.5 g  $Na_2CO_3$  tartılır ve 100 mL saf suda çözündürülerek hazırlanır.

**Folin-Ciocalteu Çözeltisi:** 2 N Folin-Ciocalteu çözeltisinden 100 mL alınarak 1 L' lik balon jøjeye aktarılır ve saf su ile 1 L' ye tamamlanarak 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi hazırlanır. Hazırlanan çözeltinin oda sıcaklığında muhafaza edilir.

**Gallik Asit Çözeltisi:** 0.1034 g gallik asit tartılarak 100 mL saf suda çözündürülür.

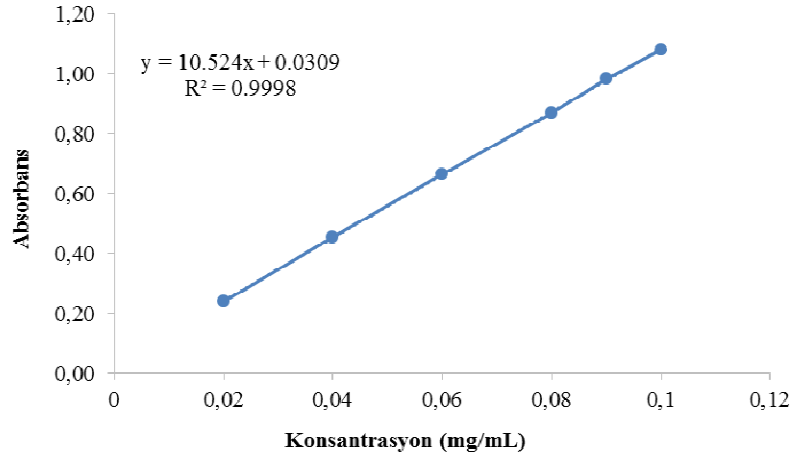
Çalışmalarda toplam fenolik madde miktarı analizi yaygın bir metot olan Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntem; fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisinde bulunan fosfomolibdik-fosfotungistik maddeleri indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturmaları ve bu mavi rengin spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır. Elde edilen absorbans değerlerden toplam fenolik madde miktarının belirlenebilmesi için standart gallik asit eğri denkleminde yararlanılmıştır.

Gallik asit kalibrasyon eğrisinin hazırlanması için önceden hazırlanan 1 g/L lik gallik asit stok çözeltisinden 0.1, 0.09, 0.08, 0.06, 0.04, ve 0.02 g/L konsantrasyonlarında çözeltiler hazırlanır. Daha sonra bu çözeltilerden 1'er mL alınarak üzerlerine 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 4 mL  $Na_2CO_3$  çözeltisi ilave edilerek  $50 \pm 5$  °C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra buz



dolu behere alınarak hızlıca soğutulmuş ve 760 nm’de şahide karşı absorpsanları ölçülmüştür.

Elde edilen absorpsan değerlerinden yararlanılarak konsantrasyon-absorpsan kalibrasyon eğrisi çizilerek aşağıdaki denklem elde edilmiştir (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Gallik asit kalibrasyon eğrisi

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı belirlenirken öncelikle 760 nm dalga boyunda 0.2-0.8 aralığında absorpsan değeri elde edebilmek amacıyla örnekler 1/10 oranında seyreltilmiştir. Seyreltilmiş şalgam suyu örneklerinden 1 mL alınarak cam tüplere aktarılmıştır. Üzerine önce 5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi sonra 4 mL sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek vortekste homojen bir karışım elde edilmiştir. Daha sonra karışım 50±5 °C’deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş ardından buz dolu behere alınarak hızlıca soğutulmuş ve 760 nm’ de şahide karşı absorpsanları ölçülmüştür.

Elde edilen absorpsan değerleri ile gallik asit kalibrasyon eğrisinde elde edilen denklemden yararlanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarı mg/mL gallik asit cinsinden hesaplanmıştır.

#### 3.2.4.11 Antioksidan aktivite tayini

**DPPH Çözeltisi:** 250 mL’lik balon jooje içerisine 0.0494 g 2,2 difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) tartılır ve etil alkolle 250 mL’ye tamamlanır. DPPH ışığa karşı hassas olduğu için buzdolabında ve karanlıkta saklanmalıdır.

**Tris-HCl Tampon Çözeltisi:** 6.057 g Tris tartılır ve bir behere alınarak 400 mL saf su ilave edilerek çözündürülür. 0.1 M HCl ile çözeltinin pH' sı 7.4'e ayarlanarak balon jodede saf su ile 500 mL e tamamlanır.

Şalgam sularının antioksidan aktivitesi DPPH radikal söndürücü kapasite yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntem temel olarak DPPH radikal çözeltisi üzerine antioksidan bileşiğin eklenmesi sonucu, radikal çözeltinin renginde meydana gelen değişimin spektrofotometrik olarak ölçümüne dayanmaktadır. Koyu mor renkli DPPH radikal çözeltisi, antioksidan aktiviteye sahip maddeler ile karıştırılınca, antioksidan bileşik ortama bir hidrojen atomu vererek stabil, radikal olmayan DPPH formuna dönüşmekte bu dönüşüm sırasında mor renk kaybolmakta ve indirgeme sonucunda sarı renkli çözelti oluşmaktadır.

Analizlerde örneklerin absorbansı şahit numunenin absorbansına karşı okunacağı için ilk olarak şahit hazırlanmaktadır. Şahit örneği hazırlamak için 0.1 mL etil alkolün üzerine 0.9 mL Tris-HCl ve 1 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek vortekste karıştırılarak 30 dk karanlıkta bekletilir. Daha sonra 517 nm'de absorbans değeri ölçülerek kaydedilir. Şahit örneğin okuması yapıldıktan sonra şalgam suyu örneklerinden 0.1 mL alınarak üzerine 0.9 mL Tris-HCl ve 1 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek vortekste karıştırılmış ve karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Şahit örneğinde olduğu gibi 517 nm'de absorbans değeri ölçülmüştür. Ölçülen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak % antioksidan aktivite (AA) değeri hesaplanmıştır (Moon ve Terao, 1998).

$$AA (\%) = (1 - (\text{Abs}_{\text{örnek}} / \text{Abs}_{\text{şahit}})) \times 100$$

#### **3.2.4.12 İndirgen şeker analizi**

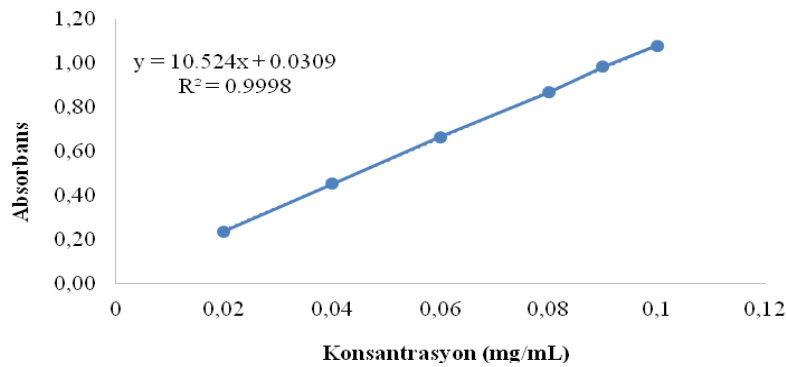
**3,5 Dinitro Salisilik Asit Çözeltisi:** 10 g dinitro salisilik asit, 2 g fenol, 0.5 g sodyum sülfid, 10 g sodyum hidroksit tartılır ve 1 L saf suda çözündürülür. DNS ışığa karşı duyarlı bir bileşik olduğu için buzdolabında saklanmalıdır. Ancak bu koşullarda bile aktivitesini maksimum 1 hafta gösterebildiği için analizlerden önce hazırlanarak hızlıca tüketilmelidir.

**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.

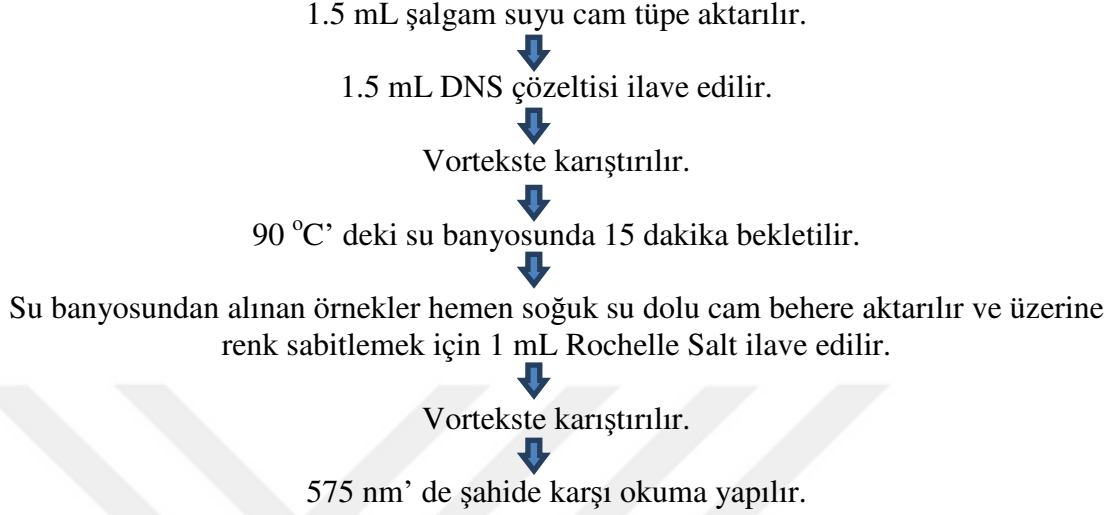
Örneklerdeki indirgen şeker miktarının belirlenmesinde DNS yöntemi kullanılmıştır. 3,5 dinitro salisilik asit (DNS), yüksek sıcaklıkta ve alkali koşullarda indirgen şekerler ile reaksiyona girerek 3-amino-5- nitro salisilik aside indirgenen aromatik bir bileşiktir. İndirgenme reaksiyonu sonucunda oluşan bileşik 575 nm dalga boyundaki ışığı absorbe etmektedir. Reaksiyon öncesinde sarı renk olan ortamdaki indirgen şeker konsantrasyonu ile orantılı olarak turuncu-kırmızıya dönüşmektedir.

İndirgen şeker analizinde öncelikle standart eğri denkleminin oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle 1 g/L' lik glikoz ana stokları daha sonra ana stoktan 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, ve 0.8 g/L' lik ara stoklar hazırlanmış ve üzerine 3 mL DNS çözeltisi ilave edilerek 90 °C' lik su banyosunda 15 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alınan örnekler hızlıca buzlu su yardımıyla soğutulurken üzerlerine 1 mL Rochelle Salt ilave edilmiş ve 575 nm' de absorbans değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. 2 g/L fenol eklenmiş 1 g/L glukoz çözeltisinin 575 nm de 2.5 absorbans vermesi gerekmektedir. Elde edilen değerlerle konsantrasyon-absorbans kalibrasyon eğrisi çizilerek aşağıdaki denklem elde edilmiştir (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7.** Glikoz kalibrasyon eğrisi

Denklemin elde edilmesinden sonra örneklerin analizi yapılmıştır. Örneklere indirgen şeker analizi için uygulanan işlem basamakları aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.8)



**Şekil 3.8.** İndirgen şeker analizi işlem basamakları

Kaydedilen absorbans değerleri ve glikoz kalibrasyon eğrisindeki denklemden yararlanılarak örneklerde indirgen şeker miktarı mg/mL olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.13 Uçar asit miktarı tayini**

Bir içecekte bulunan ve buhar destilasyonu ile gıdadan ayrılan organik asitlerin tamamı “uçar asit” olarak adlandırılmaktadır. İçeceklerdeki uçar asidin büyük bir kısmını asetik asit oluşturmaktadır.

Buhar destilasyon düzeneğindeki örnek haznesine 5 mL şalgam suyu 500 mL hacimli erlenmayere örnek seviyesinin üstünde olacak miktarda saf su konuldu. Erlenmayerde kuvvetli bir buhar oluşturacak şekilde sistem ısıtılır. Oluşan buhar örnek haznesinin yanındaki borudan girerek örneğin içindeki uçar asitleri toplayarak soğutucu ucundaki destilat toplama kabına ulaşır. Damıtma işlemi 60 mL destilat toplanıncaya kadar devam eder. Daha sonra destilat kabı düzeneden ayrıldı ve ısıtıcı üzerine yerleştirilerek ilk kanama işaretine kadar beklendi. Isıtılmış destilat 0.1 M NaOH ile titre edildi ve harcanan NaOH miktarı ile aşağıda formülde hesaplama yapılarak örneğin uçar asit miktarı bulunmuştur.

$$U_{\text{çar asit}} \left( \frac{\text{g}}{\text{L}} \text{asetik asit} \right) = \frac{N \times f \times V \times mEq \times 1000}{m} = 1.2 \times V$$

m: Örnek miktarı

N: NaOH normalitesi

V: Harcanan NaOH miktarı

mEq: Asetik asit mili ekivalent değeri (0.060)

f: faktör (1)

#### 3.2.4.14 Mikrobiyel inaktivasyon analizleri

**Plate Count Agar:** 11.25 g PCA agar tartılarak 1 L' lik erlenmayere aktarılır. Üzerine 500 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Daha önceden etüvde 180 °C' de 2 saat bekletilerek steril hale getirilmiş petrilere dökülerek soğumaya bırakılır.

**Potato Dextrose Agar:** 19.50 g PDA agar tartılarak 1 L'lik erlenmayere aktarılır. Üzerine 500 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Daha önceden etüvde 180 °C' de 2 saat bekletilerek steril hale getirilmiş petrilere dökülerek soğumaya bırakılır.

**Violet Red Bile Agar:** 19.75 g VRBA agar tartılarak 1 L' lik erlenmayere aktarılır. Üzerine 500 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Daha önceden etüvde 180 °C' de 2 saat bekletilerek steril hale getirilmiş petrilere dökülerek soğumaya bırakılır.

**Man Rogosa Sharp (MRS) Agar:** 34.1 g MRS agar tartılarak 1 L'lik erlenmayere aktarılır. Üzerine 500 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Daha önceden etüvde 180 °C' de 2 saat bekletilerek steril hale getirilmiş petrilere dökülerek soğumaya bırakılır.

**M17 Agar:** 27.5 g M17 agar tartılarak 1 L' lik erlenmayere aktarılır. Üzerine 500 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Daha önceden etüvde 180 °C' de 2 saat bekletilerek steril hale getirilmiş petrilere dökülerek soğumaya bırakılır.

**MRS Broth:** 10.44 g MRS broth tartılarak bir behere alınır ve 200 mL saf suda karıştırılarak çözündürülür. Daha sonra cam tüplere 5' er mL aktararak kapatılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir.

**M17 Broth:** 8.5 g M17 broth tartılarak bir behere alınır ve 200 mL saf suda karıştırılarak çözümlenir. Daha sonra cam tüplere 5' er mL aktararak kapatılır ve 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir.

**Peptonlu Su:** 0.1 g peptonlu tartılarak cam otoklav şişesine alınır. Üzerine 100 mL saf su ilave edilerek iyice karışması sağlanır ve şişenin ağzında hafif açıklık kalacak şekilde kapatılarak 121 °C' de 15 dk otoklavda sterilize edilir. Otoklavdan çıkarılan peptonlu suyun ağzı iyice kapatılarak soğumaya bırakılır.

Uygulanan proseslerin doğal mikrofloradaki etkisinin belirlenebilmesi için örnekler 1/9 oranında % 0.1' lik peptonlu ile seyreltikten sonra 0.1 mL uygun dilüsyonlardan alınarak toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için aseptik ortamda yayma ekim yöntemi ile PCA besiyerine, toplam maya küf (TMK) sayımı için için PDA besiyerine, toplam *enterobacteriaceae* (TE) sayımı içinde VRBA besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim işlemi tamamlanan besiyerlerinden PCA ve VRBA besiyerleri 35°C'deki inkübatörde 24-48 saat, PDA besiyerleri ise oda sıcaklığında (22±2 °C ) 72-96 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra petrilerdeki üremeler kontrol edilmiş ve sayımları yapılarak sonuçlar log kob/ mL olarak verilmiştir.

Ancak yapılan ön çalışmalarda VRBA besiyerinde hiçbir gelişme olmadığı gözlemlendiği için daha sonraki çalışmalarda VRBA besiyerinde ekim yapılmamıştır.

İnokülasyon çalışmalarında ise yapılan literatür taramalarında şalgam sularında bozulmaya neden olduğu belirlenmiş olan iki adet laktik asit bakterisi seçilmiştir. Bunlar; *Lactobacillus paracasei*, ve *Lactococcus lactis subsp. cremoris*' tir. Çalışmanın bu aşamasında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden temin edilen *L. paracasei* kültürleri *Lactobacillus* türlerinin gelişimi ve izolasyonu için kullanılan MRS broth ve MRS agarda, *L. lactis subsp. cremoris* kültürleri ise laktik streptokokların sayımı, geliştirilmesi için kullanılan M17 broth ve M17 agarda çoğaltılmıştır. Kültürlerin çoğaltılması işleminin ardından şalgam suyuna kültürler ilave edilerek prosesleri yapılmıştır. Proseslerin inoküle edilen mikroorganizmalara etkisinin belirlenebilmesi için örnekler 1/9 oranında % 0.1' lik peptonlu ile seyreltikten sonra uygun dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak *L. paracasei*

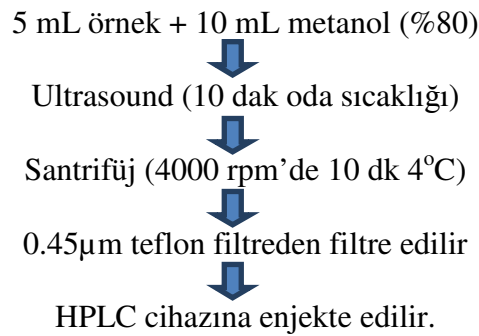
sayımı için aseptik ortamda yayma ekim yöntemi ile MRS besiyerine, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* sayımı içinse M17 besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim işlemi tamamlanan petripler inkübatörde 35±2 °C’ de 24-48 saat gelişmesi için bırakılmıştır. Gelişimini tamamlayan petriplerdeki üremeler kontrol edilmiş ve sayımları yapılarak sonuçlar logkob/ mL olarak verilmiştir.

#### 3.2.4.15 Duyusal analiz

Ultrasonikasyon ve yüksek basınç uygulamalarına tabi tutulan şalgam suyu örneklerine ve hiçbir işlem görmemiş kontrol grubu örneğine üç haneli rastgele numaralar verildikten sonra renk kalitesinin rahat görülmesini sağlayan şeffaf plastik kaplara konularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden oluşan panelistlere dağıtılmıştır. Şalgam suyunun renk, koku, yoğunluk, acı tat, ekşi tat, tuzluluk, ağızda bıraktığı his kriterlerine göre değerlendirilmesi için 9’lu hedonik skalayla hazırlanan duyusal analiz anket formu (Ek 3.1) panelistlere dağıtılmıştır.

#### 3.2.4.16 Fenolik bileşenlerin analizi

Araştırmada, HPLC ile fenolik madde tayini yapılmıştır. Bu amaçla (Justesen vd., 1997) tarafından ortaya konulan ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek uygulanmış; uygulanacak akış profili ve yürütücü faz seçiminde en iyi sonuç veren uygulama seçilerek örneklerdeki fenolik bileşiklerin miktarı belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin analizi sırasında uygulanan ekstraksiyon yöntemi Şekil 3.9’da, akış profili ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.9. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi

**Çizelge 3.1.** Fenolik bileşikler için mobil faz gradiyent programı

Süre (dak)	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

Fenolik bileşenler için kromatografi koşulları aşağıda sunulmaktadır;

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/dak

Enjeksiyon Hacmi: 20 µL

Mobil Faz Çözeltisi: Formik asit (% 2) (A), asetonitril (% 100) (B) karışımı, gradiyent akış

### 3.2.4.17 Organik asitlerin tayini

Şalgam suyu örneklerindeki organik asitlerin (laktik asit, asetik asit) analizleri Sturm ve ark. (2003)'a göre yapılmıştır. Analizler için şalgam suları seyreltildikten sonra 4°C'de 10 dak 4000 rpm'de santrifüj edilmiş ve üstteki berrak kısım alınıp 0.45 µm'lik filtrelerden geçirilerek süzülmüştür. Daha sonra elde edilen ekstrakt doğrudan HPLC'ye (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya) enjekte edilerek örneklerdeki organik asit miktarı mg/L'de belirlenmiştir. Belirlenen yöntemlere göre aşağıdaki kromatografi koşulları kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

Mobil faz: 5 mM'lık sülfürik asit(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), izokratik akış

Enjeksiyon hacmi: 20µL

Akış hızı: 0.6mL/dak

Elüsyon süresi: 15 dak

Dalga boyu:210 nm-244nm

Kolon: XTERRA C 18 5 µM 4.6X250



Detektör: FotoDiyod Düzen Detektör (PDA)

Kolon sıcaklığı:50°C

### **3.2.4.18 Raf ömrü çalışmaları**

Yapılan çalışma sonuçlarına göre minitab programında modelleme yapılarak optimum nokta çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen optimum nokta sonuçları ışığında şalgam örneklerine US ve YHB prosesleri uygulanarak azot gazı altında amber renkli şişelere dolun yapılmıştır. Örnekler 4 ve 22°C’de depolanmış, 0, 15, 30, 45, 60, 75, ve 90 günlerde ürünlere pH, kuru madde, renk (renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi, chroma, hue, olam renk değişimi) TAMB, TMK ve duyu analizler yapılmıştır.

### **3.2.4.19 Veri analizi**

Veri analizinde ilk önce şalgam örneklerinin pH, °Briks ve elektrik iletkenliği gibi fiziksel özellikleri ölçülmüş ve bu özelliklerine uygun proses parametrelerinin maksimum ve minimum limitleri belirlenmiştir. Belirlen limitlere göre Minitab 17 programı Box Behnken modeli kullanılarak US ve YHB uygulamaları için deneme desenleri oluşturulmuştur.

Yüksek hidrostatik basınç deneme deseni oluşturulurken; bağımsız değişkenler olarak basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40°C) ve süre (3-15 dk) seçilmiştir. Çalışmalarda kullanılan deneme deseni aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.3).

**Çizelge 3.2.** YHB prosesleri için Box-Behnken deneme deseni

	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınc (MPa)
<b>Low (-1)</b>	4	3	200
<b>Middle (0)</b>	22	9	350
<b>High (+1)</b>	40	15	500
Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınc (MPa)
YHB 1	40 (+1)	3 (-1)	350 (0)
YHB 2	22 (0)	3 (-1)	200 (-1)
YHB 3	40 (+1)	15 (+1)	350 (0)
YHB 4*	22 (0)	9 (0)	350 (0)
YHB 5	22 (0)	15 (+1)	200 (-1)
YHB 6	4 (-1)	3 (-1)	350 (0)
YHB 7	22 (0)	3 (-1)	500 (+1)
YHB 8	4 (-1)	15 (+1)	350 (0)
YHB 9	4 (-1)	9 (0)	500 (+1)
YHB 10*	22 (0)	9 (0)	350 (0)
YHB 11	22 (0)	15 (+1)	500 (+1)
YHB 12	40 (+1)	9 (0)	200 (-1)
YHB 13	4 (-1)	9 (0)	200 (-1)
YHB 14	40 (+1)	9 (0)	500 (+1)
YHB 15*	22 (0)	9 (0)	350 (0)

\* Box-Behnken tasarımına ait orta noktalar.

Deneme desenine göre proses edilen ürünün fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına minitab programında anova analizleri yapılmış ve çıkan sonuçlara göre modelleme yapılarak optimum nokta belirlenmiştir. Belirlenen optimum noktalarda şalgam suyu proses edilmiş ve program çıktıları ile karşılaştırılarak yöntemin validasyonu yapılmıştır.

US deneme deseni oluşturulurken ön çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre bağımsız değişken olarak sıcaklık (4-40°C), süre (5-45 dk.) ve amplitüd (50-90%) değerleri kullanılmıştır. Belirlenen US deneme deseni aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.4.).

**Çizelge 3.3.** US prosesleri için Box-Behnken deneme deseni

	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (%)
<b>Low (-1)</b>	4	5	50
<b>Middle (0)</b>	22	25	70
<b>High (+1)</b>	40	45	90
Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (%)
US 1*	22 (0)	25 (0)	70 (0)
US 2	22 (0)	45 (+1)	50 (-1)
US 3	40 (+1)	25 (0)	90 (+1)
US 4*	22 (0)	25 (0)	70 (0)
US 5	22 (0)	45 (+1)	90 (+1)
US 6	40 (+1)	45 (+1)	70 (0)
US 7	40 (+1)	5 (-1)	70 (0)
US 8	40 (+1)	25 (0)	50 (-1)
US 9	4 (-1)	25 (0)	90 (+1)
US 10	22 (0)	5 (-1)	50 (-1)
US 11	22 (0)	5 (-1)	90 (+1)
US 12	4 (-1)	5 (-1)	70 (0)
US 13*	22 (0)	25 (0)	70 (0)
US 14	4 (-1)	45 (+1)	70 (0)
US 15	4 (-1)	25 (0)	50 (-1)

\* Box-Behnken tasarımına ait orta noktalar gösterilmiştir.

Acılı ve acısız şalgam sularının US ile proses edilmesi süresince proseslerde 100 mL şalgam sularına uygulanan enerji yoğunlu miktarları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** US prosesleri için acılı ve acısız şalgam sularına uygulanan ultrasound enerji yoğunluğu

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (%)	Acılı şalgam suyu enerji yoğunluğu (J/mL)	Acısız şalgam suyu enerji yoğunluğu (J/mL)
US 1	22	25	70	15108.45	14733.45
US 2	22	45	50	20752.20	20400.85
US 3	40	25	90	17808.30	18269.18
US 4	22	25	70	14883.45	14833.50
US 5	22	45	90	33576.15	33241.64
US 6	40	45	70	26718.17	26826.12
US 7	40	5	70	3016.68	3001.68
US 8	40	25	50	11533.73	11483.40
US 9	4	25	90	18078.32	17158.37
US 10	22	5	50	2266.79	2311.83
US 11	22	5	90	3514.70	3541.73
US 12	4	5	70	2941.61	3046.73
US 13	22	25	70	14933.55	14883.45
US 14	4	45	70	26879.90	26826.39
US 15	4	25	50	11658.30	11333.85

YHB proseslerinden elde edilen verilere uygulandığı gibi deneme desenine göre ultrasonikasyon ile proses edilen ürünün fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına minitab programında anova analizleri yapılmış ve çıkan sonuçlara göre modelleme yapılarak optimum nokta belirlenmiştir. Belirlenen optimum noktalarda şalgam suyu proses edilmiş ve program çıktıları ile karşılaştırılarak yöntemin validasyonu yapılmıştır. Yapılan validasyon çalışmalarından sonra şalgam sularına YHB ve US uygulamalarının raf ömrü çalışmalarına geçilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1 Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamalarının Acılı Şalgam Suyu Bulguları

#### 4.1.1 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu pH üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı yüksek basınç ( 200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun pH değeri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Yüksek hidrostatik basınç uygulamaları ve ortalama pH değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	pH
Kontrol	0	0	0	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 1	40	3	350	3.44±0.00 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 3	40	15	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 4	22	9	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 5	22	15	200	3.45±0.00 <sup>ab</sup>
YHB 6	4	3	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 7	22	3	500	3.46±0.01 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 9	4	9	500	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 10	22	9	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 11	22	15	500	3.46±0.01 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 13	4	9	200	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB14	40	9	500	3.45±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 15	22	9	350	3.45±0.01 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p>0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p<0.05$ ).

Çizelge 4.1’deki değerler incelendiği zaman YHB 7 ve YHB 11 denemeleri en yüksek pH değerine sahip olurken (3.46±0.01) YHB 1 ise en düşük pH değerine (3.44±0.01) sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanmıştır. Yapılan test sonuçları 1-7-11 numaralı proseslerin pH değerinin kontrol grubuna göre farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Yüksek basınç

uygulanmasıyla elde edilen şalgam sularının pH değerlerine ikinci dereceden modelleme uygulanmış ve elde edilen ANOVA çıktıları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının pH değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA sonuçları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.000989	0.000110	4.13	0.001
Lineer	3	0.000308	0.000103	3.87	0.017
Sıcaklık (T)	1	0.000267	0.000267	10.03	0.003
Süre (t)	1	0.000004	0.000004	0.16	0.695
Basınç (P)	1	0.000038	0.000038	1.41	0.243
Square	3	0.000539	0.000180	6.76	0.001
T*T	1	0.000472	0.000472	17.75	0.000
t*t	1	0.000062	0.000062	2.32	0.136
P*P	1	0.000010	0.000010	0.39	0.534
İkili Etkileşim	3	0.000142	0.000047	1.78	0.170
T*t	1	0.000133	0.000133	5.01	0.032
T*P	1	0.000000	0.000000	0.00	1.000
t*P	1	0.000008	0.000008	0.31	0.579
Kalıntı	35	0.000931	0.000027		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.000042	0.000014	0.50	<b>0.685</b>
Saf hata	32	0.000889	0.000028		
Toplam	44	0.001920			
Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$	
$R^2$ değerleri(%)	0.0051563	0.52	0.39	0.20	

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p > 0.05$ 'den büyük olmasına rağmen  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve özellikle modellemenin tahmin gücünü simgeleyen tahmini  $R^2$  değerlerinin çok düşük olması nedeni ile pH değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.2 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu suda çözünen kuru madde üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı yüksek basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun suda çözünen kuru madde (SÇKM) değeri Çizelge 4.3’de °Briks cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama SÇKM miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	SÇKM (°Briks)
Kontrol	0	0	0	3.13±0.12 <sup>c</sup>
YHB 1	40	3	350	3.07±0.12 <sup>c</sup>
YHB 2	22	3	200	3.20±0.00 <sup>bc</sup>
YHB 3	40	15	350	3.07±0.12 <sup>c</sup>
YHB 4	22	9	350	3.93±0.12 <sup>a</sup>
YHB 5	22	15	200	3.47±0.12 <sup>b</sup>
YHB 6	4	3	350	3.33±0.12 <sup>bc</sup>
YHB 7	22	3	500	3.80±0.00 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	3.47±0.12 <sup>b</sup>
YHB 9	4	9	500	3.47±0.12 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	4.00±0.12 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	3.93±0.12 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	3.20±0.00 <sup>bc</sup>
YHB 13	4	9	200	3.27±0.12 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	3.27±0.12 <sup>bc</sup>
YHB 15	22	9	350	3.93±0.12 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.3'deki değerler incelendiğinde YHB 10 prosesi en yüksek SÇKM değerine sahipken, YHB 1 ve YHB 3 numaralı proseslerin en düşük SÇKM değerine sahip olduğu ve SÇKM bakımından kontrol grubuna en yakın prosesler olduğu görülmektedir. YHB uygulamasıyla elde edilen acılı şalgam sularının SÇKM değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve elde edilen ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyen çıkarılmıştır. Elde edilen revize edilen ANOVA sonuçları Çizelge 4.4'de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının SÇKM miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	4.4191	0.73652	41.84	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.3267	0.32667	18.56	0.000
Süre (t)	1	0.1067	0.10667	6.06	0.018
Basınç (P)	1	0.6667	0.66667	37.87	0.000
T*T	1	2.8937	2.89368	164.39	0.000
t*t	1	0.4937	0.49368	28.05	0.000
P*P	1	0.2311	0.23111	13.13	0.001
Kalıntı	38	0.6689	0.01760		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	0.3667	0.06111	6.47	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3022	0.00944		
Toplam	44	5.0880			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.132674	0.87	0.85	0.81

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modellemede önemsiz olarak belirlenen faktörlerin sistemden çıkarılmasıyla SÇKM değeri için P, T, t faktörlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Revize edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde  $R^2$  86.85%, düzeltilmiş  $R^2$  84.78%, tahmini  $R^2$  81.28% olarak belirlenmiştir. SÇKM değeri üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.3 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam kondaktivite üzerine etkisi

Şalgam suyunun YHB ile proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kondaktivite (iletkenlik) değeri Çizelge 4.5'de mS/cm cinsinden verilmiştir. Çizelge 4.5'deki değerler incelendiğinde YHB 3 prosesinin en yüksek kondaktivite değerine, YHB11 numaralı prosesin en düşük kondaktivite değerine sahip olduğu ve YHB 7 pprosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.5.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama kondaktivite değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Kondaktivite (mS/cm)
Kontrol	0	0	0	12.94±0.06 <sup>hi</sup>
YHB 1	40	3	350	14.14± 0.03 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	13.65±0.00 <sup>d</sup>
YHB 3	40	15	350	14.62±0.03 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	13.16±0.02 <sup>g</sup>
YHB 5	22	15	200	13.14±0.01 <sup>g</sup>
YHB 6	4	3	350	12.84±0.02 <sup>j</sup>
YHB 7	22	3	500	12.99±0.01 <sup>h</sup>
YHB 8	4	15	350	13.89±0.01 <sup>c</sup>
YHB 9	4	9	500	13.47± 0.00 <sup>e</sup>
YHB 10	22	9	350	12.90±0.01 <sup>ij</sup>
YHB 11	22	15	500	12.70±0.03 <sup>k</sup>
YHB 12	40	9	200	13.83±0.00 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	13.53±0.00 <sup>e</sup>
YHB14	40	9	500	14.10±0.01 <sup>b</sup>
YHB 15	22	9	350	13.26±0.04 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen kondaktivite sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve hiyerarşik olarak modellemeden

çıkartılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.6’da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	8.5885	4.29426	41.55	0.000
Sıcaklık (T)	1	3.2856	3.28560	31.79	0.000
T*T	1	5.3029	5.30292	51.32	0.000
Kalıntı	42	4.3403	0.10334		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	4.1242	0.41242	61.07	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.2161	0.00675		
Toplam	44	12.9288			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.321465	0.66	0.65	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modellemeden önemsiz terimlerin çıkarılması ile YHB proses parametreleri olan sıcaklık, süre ve basınç terimlerinin hiç birinin kondaktivite değeri üzerinde bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Acılı şalgam suyu kondaktivite değerlerinin BBD ile modellenmesinde lack-of-fit yani uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.4 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneği tuz değerleri Çizelge 4.7’de ppm cinsinden verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek tuz konsantrasyonu YHB 3 prosesinde, en düşük değerin YHB 7 prosesinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise YHB 10 ve YHB 11 numaralı proseslerinde olduğu belirlenmiştir.



**Çizelge 4.7.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama tuz miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Tuz mik. (ppm)
Kontrol	0	0	0	7.80±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 1	40	3	350	8.63±0.06 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	8.30±0.00 <sup>c</sup>
YHB 3	40	15	350	9.03±0.06 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	7.93±0.15 <sup>de</sup>
YHB 5	22	15	200	8.00±0.10 <sup>d</sup>
YHB 6	4	3	350	8.03±0.06 <sup>d</sup>
YHB 7	22	3	500	7.77±0.06 <sup>f</sup>
YHB 8	4	15	350	8.60±0.00 <sup>b</sup>
YHB 9	4	9	500	8.30±0.00 <sup>c</sup>
YHB 10	22	9	350	7.80±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 11	22	15	500	7.80±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 12	40	9	200	8.60±0.00 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	8.40±0.00 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	8.70±0.00 <sup>b</sup>
YHB 15	22	9	350	8.00±0.06 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler elde edilen tuz miktarı sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA' da  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz terimlerin çıkartılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.8'de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	5.0354	1.25884	38.23	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.0004	1.00042	30.38	0.000
Süre (t)	1	0.1838	0.18375	5.58	0.023
Basınç (P)	1	0.2017	0.20167	6.12	0.018
T*T	1	3.6495	3.64953	110.84	0.000
Kalıntı	40	1.3171	0.03293		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	1.0104	0.12630	13.18	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3067	0.00958		
Toplam	44	6.3524			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.181458	0.79	0.77	0.74

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen çıktılara göre acılı şalgam suyunun tuz miktarı üzerinde T, t, P faktörlerinin etkili olduğu ve uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, acılı şalgam suyu tuz değerleri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.5 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam bulanıklık üzerine etkisi

Şalgam suyu yüksek bulanıklık değerine sahip, tortulu bir üründür. Ön çalışmalar sırasında aynı örneğe ait bulanıklık değerlerinin dahi farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmalar kapsamında ürünün homojen bir şekilde alındığına emin olunarak farklı yüksek basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acılı şalgam suyunun bulanıklık (NTU) değeri Çizelge 4.9.' da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama bulanıklık değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	0	0	0	343.53±4.55 <sup>ab</sup>
YHB 1	40	3	350	336.93±2.61 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	351.03± 1.35 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	193.40± 3.68 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	279.37± 1.42 <sup>c</sup>
YHB 5	22	15	200	263.67± 3.95 <sup>d</sup>
YHB 6	4	3	350	165.93± 0.98 <sup>j</sup>
YHB 7	22	3	500	247.10± 1.31 <sup>e</sup>
YHB 8	4	15	350	151.50± 0.20 <sup>k</sup>
YHB 9	4	9	500	221.57±4.05 <sup>g</sup>
YHB 10	22	9	350	279.43±3.78 <sup>c</sup>
YHB 11	22	15	500	245.27± 0.06 <sup>e</sup>
YHB 12	40	9	200	173.03±1.19 <sup>j</sup>
YHB 13	4	9	200	184.83±3.20 <sup>l</sup>
YHB14	40	9	500	235.20±2.71 <sup>f</sup>
YHB 15	22	9	350	256.50±1.21 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.9'da verilen sonuçlar incelendiği zaman en yüksek bulanıklık değerine YHB 2 numaralı prosesinin, en düşük bulanıklık değerine ise YHB 8 numaralı prosesin sahip olduğu görülmektedir. Aynı zamanda sonuçlara göre kontrol grubuna en yakın sonuçların gene YHB 2 prosesinde olduğu ve tüm sonuçlara bakıldığında 2 numaralı proses hariç uygulanan yüksek basınç proseslerin bulanıklık miktarında azalmaya neden olduğu da görülmektedir.

Elde edilen sonuçların normal dağılım sergilediğinin belirlenmesinin ardından T, t, P değişkenleri, bu değişkenlerin kareleri ve birbirleri olan etkileşimlerine bakılmıştır. Yapılan ANOVA sonucunda bulanıklık değeri üzerinde T ve t faktörlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Önemsiz olduğu belirlenen terimlerin

modellemeden çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.10'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.10.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suları bulanıklık değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	108200	21640.1	21.47	0.000
Sıcaklık (T)	1	17291	17291.4	17.16	0.000
Süre (t)	1	22909	22909.3	22.73	0.000
T*T	1	50013	50012.7	49.63	0.000
T*t	1	12500	12500.1	12.40	0.001
t*P	1	5487	5487.0	5.44	0.025
Kalıntı	39	39301	1007.7		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>7</b>	<b>38065</b>	<b>5437.8</b>	<b>140.76</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1236	38.6		
Toplam	44	147501			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	31.7445	0.73	0.70	0.64

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu bulanık değerlerinin modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.6 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulan yüksek hidrostaik basınç proses parametreleri (P, T, t) ve prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin toplam asitlik (TA) değeri g/L cinsinden Çizelge 4.11'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde toplam asitlik bakımında 2 ve 3 numaralı YHB proseslerinin en yüksek değere, 8 numaralı YHB prosesinde en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değerlerin ise 7, 11, 15 numaralı YHB proseslerinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.11.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ortalama toplam asitlik değeri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TA (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.41±0.00 <sup>ab</sup>
YHB 1	40	3	350	0.40±0.00 <sup>bc</sup>
YHB 2	22	3	200	0.43±0.01 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	0.43±0.03 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	0.39±0.02 <sup>bc</sup>
YHB 5	22	15	200	0.40±0.00 <sup>bc</sup>
YHB 6	4	3	350	0.37±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 7	22	3	500	0.41±0.00 <sup>ab</sup>
YHB 8	4	15	350	0.34±0.00 <sup>e</sup>
YHB 9	4	9	500	0.38±0.00 <sup>bcd</sup>
YHB 10	22	9	350	0.39±0.01 <sup>bcd</sup>
YHB 11	22	15	500	0.41±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 12	40	9	200	0.36±0.00 <sup>de</sup>
YHB 13	4	9	200	0.40±0.00 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	0.36±0.00 <sup>de</sup>
YHB 15	22	9	350	0.41±0.01 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.12’de ise uygulanan proses parametrelerinin şalgam suyunun toplam asitliği üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan ikinci dereceden matematiksel modellemede önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.5’te verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde toplam asitlik üzerinde T, t, P faktörlerinin hiç birinin bir etkisinin olmadığı ( $p < 0.05$ ) belirlenmiştir.

**Çizelge 4.12.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının toplam asitlik değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	0.010999	0.005499	9.73	0.000
T*T	1	0.007324	0.007324	12.95	0.001
T*t	1	0.003675	0.003675	6.50	0.015
Kalıntı	42	0.023750	0.000565		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	0.019432	0.001943	14.40	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.004318	0.000135		
Toplam	44	0.034749			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0237798	0.32	0.28	0.17

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

BBD ile yapılan modellemede, modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’den küçük olması nedeniyle sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.7 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi

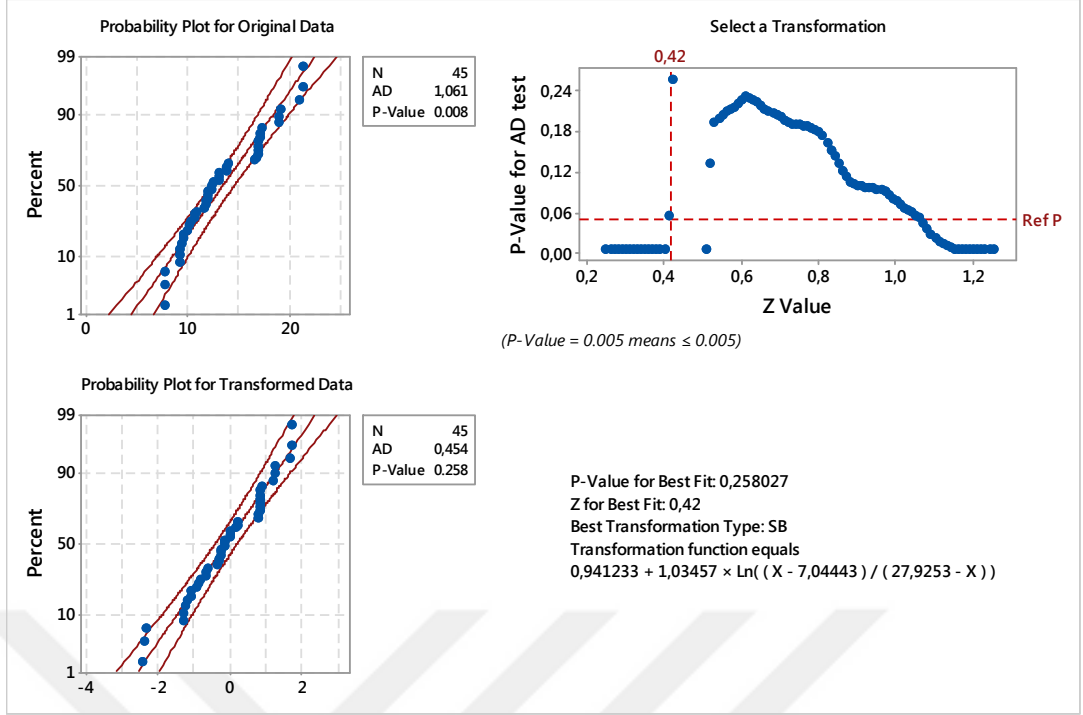
Acılı şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri ve koşulları (P, T, t), prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $L^*$  değerleri Çizelge 4.13.' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde  $L^*$  değerinin 15 numaralı YHB prosesinde en yüksek değere, 5 numaralı YHB prosesinin de en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, YHB uygulamaların da 5 numaralı proses hariç diğer proseslerde kontrol grubuna kıyasla  $L^*$  değerinde artış olduğu yani renginin açıldığı görülmektedir. Ayrıca, aynı özellikler taşıması için homojen olarak karıştırılan örneklerden alındığına emin olarak proseslere tabi tutulan şalgam sularının verileri incelendiğinde orta nokta olarak kabul edilen 22 °C 9 dk 350 MPa'lık uygulamalarında da (YHB 4, 10, 15)  $L^*$  değeri bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama  $L^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$L^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	8.56±0.04 <sup>m</sup>
YHB 1	40	3	350	10.80±0.08 <sup>i</sup>
YHB 2	22	3	200	10.18±0.11 <sup>j</sup>
YHB 3	40	15	350	12.51±0.02 <sup>g</sup>
YHB 4	22	9	350	12.10±0.02 <sup>h</sup>
YHB 5	22	15	200	7.88±0.04 <sup>n</sup>
YHB 6	4	3	350	13.10±0.02 <sup>f</sup>
YHB 7	22	3	500	11.84±0.08 <sup>h</sup>
YHB 8	4	15	350	9.27±0.03 <sup>l</sup>
YHB 9	4	9	500	9.57±0.14 <sup>k</sup>
YHB 10	22	9	350	19.09±0.15 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	17.18±0.12 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	17.06±0.08 <sup>cd</sup>
YHB 13	4	9	200	16.81±0.14 <sup>d</sup>
YHB14	40	9	500	13.94±0.12 <sup>e</sup>
YHB 15	22	9	350	21.27±0.17 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen  $L^*$  değer için verilerin analizi yapılmadan önce normal dağılım sergilememeleri nedeni ile öncelikli olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Uygulanan dönüşümün grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.



**Şekil 4.1.** YHB uygulamasının acılı şalgam suyu  $L^*$  değeri için Johnson dönüşüm grafiği

Dönüşüm işlemi tamamlanan  $L^*$  değerlerine yapılan ikinci dereceden modellemede tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları Ek 4.6'da,  $L^*$  değerinin modellenmesi için önemsiz olduğu belirlenen faktörlerinin hiyerarşik olarak çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının  $L^*$  değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	18.540	9.2698	12.75	0.000
t*t	1	13.106	13.1059	18.03	0.000
t*P	1	5.434	5.4338	7.48	0.009
Kalıntı	42	30.531	0.7269		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	24.160	2.4160	12.14	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.370	0.1991		
Toplam	44	49.070			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.852595	0.38	0.35	0.27

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçlarına göre  $L^*$  değeri üzerinde T, t, P faktörlerinin hiçbir etkisi bulunmadığı ve modelin uyum eksikliği  $p$  değerinin 0.05'ten küçük

olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suyunda  $L^*$  değeri için modelleme yapılamamıştır.

#### 4.1.8 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan YHB proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $a^*$  değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $a^*$  değerleri 32.69-48.55 arasında değişmektedir. En düşük  $a^*$  değeri kontrol örneğinde, en yüksek değer YHB 15 prosesinde, kontrol örneğine en yakın sonuçların ise 5 numaralı YHB prosesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm YHB uygulamalarında kontrol grubuna kıyasla  $a^*$  değerinde artış olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama  $a^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$a^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	32.70±0.17 <sup>n</sup>
YHB 1	40	3	350	37.92±0.19 <sup>h</sup>
YHB 2	22	3	200	36.22±0.21 <sup>j</sup>
YHB 3	40	15	350	38.61±0.07 <sup>g</sup>
YHB 4	22	9	350	39.02±0.07 <sup>f</sup>
YHB 5	22	15	200	33.57±0.17 <sup>m</sup>
YHB 6	4	3	350	40.52±0.08 <sup>e</sup>
YHB 7	22	3	500	37.44±0.06 <sup>i</sup>
YHB 8	4	15	350	35.27±0.16 <sup>k</sup>
YHB 9	4	9	500	34.76±0.13 <sup>l</sup>
YHB 10	22	9	350	45.99±0.09 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	44.45±0.17 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	44.60±0.05 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	44.32±0.11 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	40.96±0.10 <sup>d</sup>
YHB 15	22	9	350	48.54±0.05 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada  $a^*$  değerinin normal dağılım sergilememesi nedeniyle modelleme yapılabilmesi için öncelikli olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır.  $a^*$  değeri üzerinde YHB prosesi bağımsız değişkenlerinden hiç birisinin etkili olmadığı belirlenmiştir. Önemsiz terimlerin modellemeden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.16’da tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.7’de verilmiştir.

**Çizelge 4.16.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının  $a^*$  değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	15.925	5.3082	9.85	0.000
t*t	1	10.243	10.2433	19.01	0.000
P*P	1	2.582	2.5819	4.79	0.034
t*P	1	3.772	3.7720	7.00	0.012
Kalıntı	41	22.090	0.5388		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	15.368	1.7075	813	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.723	0.2101		
Toplam	44	38.015			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.734025	0.42	0.38	0.29

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen revize ANOVA sonuçlarına göre  $a^*$  değeri için uyum eksikliği  $p$  değerinin 0.05'ten küçük olduğu ve bu nedenle bu terim için başarılı bir modelleme yapılamayacağı belirlenmiştir.

#### 4.1.9 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı yüksek basınç, sıcaklık ve süre koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun ortalama  $b^*$  değerleri Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $b^*$  değerleri 11.48-33.31 arasında değişmektedir. En yüksek  $b^*$  değerine sahip proses YHB 10 iken, en düşük  $b^*$  değeri ise kontrol grubuna en yakın sonuçlara sahip olan YHB 5' aittir. Ayrıca 5 numaralı proses hariç tüm proseslerde kontrol grubuna kıyasla  $b^*$  değerinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir.



**Çizelge 4.17.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama  $b^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$b^*$
Kontrol	0	0	0	11.71±0.02 <sup>j</sup>
YHB 1	40	3	350	16.47±0.42 <sup>g</sup>
YHB 2	22	3	200	15.16±0.24 <sup>h</sup>
YHB 3	40	15	350	18.44±0.11 <sup>f</sup>
YHB 4	22	9	350	19.25±0.14 <sup>f</sup>
YHB 5	22	15	200	11.48±0.09 <sup>j</sup>
YHB 6	4	3	350	20.65±0.22 <sup>c</sup>
YHB 7	22	3	500	17.07±0.22 <sup>g</sup>
YHB 8	4	15	350	13.91±0.16 <sup>i</sup>
YHB 9	4	9	500	13.79±0.31 <sup>i</sup>
YHB 10	22	9	350	33.31±0.47 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	26.57±0.44 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	26.43±0.23 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	26.27±0.11 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	21.67±0.50 <sup>d</sup>
YHB 15	22	9	350	29.22±0.25 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada veri analizlerinin yapılabilmesi için  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde olduğu gibi  $b^*$  değerlerinin de normal dağılım sergilememesi nedeni ile Johnson dönüşümü yapıldıktan sonra ANOVA yapılmıştır. Tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve  $b^*$  değeri için uygulanan dönüşüm grafiği Ek 4.8'de, önemsiz terimlerin hiyerarşik olarak çıkarılmasıyla elde edilen revize ANOVA sonuçları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

**Çizelge 4.18.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının  $b^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	23.195	7.7317	11.14	0.000
t*t	1	15.161	15.1611	21.85	0.000
P*P	1	3.159	3.1589	4.55	0.039
t*P	1	5.775	5.7749	8.32	0.006
Kalıntı	41	28.454	0.6940		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	20.865	2.3183	9.77	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.590	0.2372		
Toplam	44	51.649			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.833071	0.45	0.41	0.32

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış  $b^*$  değerleri üzerinde basınç, sıcaklık ve uygulama süresi terimlerinin önemsiz olduğu

bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.18).  $b^*$  değerinin YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değerin  $p > 0.05$ 'den küçük olması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.10 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, C\*) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama C\* değerleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre C\* değerleri 34.66-58.88 arasında değişmektedir. En düşük C\* değerinin kontrol örneğinde, en yüksek değerin YHB 15 prosesin de olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm YHB uygulamaların da kontrol grubuna kıyasla C\* değerinde artış olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.19.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama C\* değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	C*
<b>Kontrol</b>	0	0	0	34.66±0.045 <sup>l</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	41.35±0.14 <sup>h</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	39.27±0.13 <sup>l</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	42.80±0.078 <sup>g</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	43.51±0.06 <sup>f</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	35.48±0.18 <sup>k</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	45.48±0.05 <sup>e</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	41.15±0.11 <sup>h</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	37.91±0.12 <sup>j</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	37.39±0.12 <sup>j</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	54.49±0.07 <sup>b</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	51.79±0.34 <sup>c</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	51.84±0.16 <sup>c</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	51.52±0.15 <sup>c</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	46.34±0.32 <sup>d</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	58.88±0.30 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

İlk olarak elde edilen değerlere Jonhson dönüşümü yapıldıktan sonra veri analizi yapılmıştır. Dönüştürülmüş C\* değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve önemsiz terimlerin ( $p > 0.05$ ) hiyerarşik olarak modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.20.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suları C\* değerinin ikinci dereceden matematisel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	19.968	6.6560	10.11	0.000
t*t	1	12.710	12.7096	19.31	0.000
P*P	1	2.654	2.6538	4.03	0.051
t*P	1	5.360	5.3597	8.14	0.007
Kalıntı	41	26.992	0.6583		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	21.185	2.3539	12.97	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.807	0.1815		
Toplam	44	46.960			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.811377	0.43	0.38	0.30

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA sonuçları incelendiğinde C\* değeri üzerinde T, t ve P terimlerinin etkili olmadığı ve modelin uyum eksikliği  $p$  değerinin 0.05'ten küçük olduğu ( $p=0.000$ ) belirlenmiştir. Bu nedenle C\* değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır. YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının C\* değeri için elde edilen dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.9'da verilmiştir.

#### 4.1.11 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu hue (renk tonu, $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. İde edilen bulgulara göre  $h^\circ$  değerleri 0.33-0.60 arasında değişmektedir. En düşük  $h^\circ$  değeri YHB 5 ( $h^\circ=0.33$ ) prosesinde, en yüksek değer YHB 15 ( $h^\circ=0.60$ ) prosesinde, kontrol örneğine en yakın sonuçlarda YHB 5 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca YHB 5 prosesi hariç tüm YHB uygulamaların da kontrol grubuna kıyasla  $h^\circ$  değerinde artış olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.21.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama  $h^\circ$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$h^\circ$
Kontrol	0	0	0	0.35±0.01 <sup>j</sup>
YHB 1	40	3	350	0.41±0.01 <sup>h</sup>
YHB 2	22	3	200	0.40±0.01 <sup>h</sup>
YHB 3	40	15	350	0.45±0.00 <sup>fg</sup>
YHB 4	22	9	350	0.46±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	0.33±0.00 <sup>j</sup>
YHB 6	4	3	350	0.47±0.01 <sup>de</sup>
YHB 7	22	3	500	0.43±0.00 <sup>g</sup>
YHB 8	4	15	350	0.38±0.01 <sup>i</sup>
YHB 9	4	9	500	0.38±0.01 <sup>i</sup>
YHB 10	22	9	350	0.57±0.00 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	0.54±0.01 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	0.53±0.00 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	0.54±0.00 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	0.49±0.01 <sup>d</sup>
YHB 15	22	9	350	0.60±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada yapılan analizler sonucunda YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suyu  $h^\circ$  değerlerinin normal dağılım sergilediğinin belirlenmesinin ardından ANOVA yapılmıştır. Modellemede tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.10'da, önemsiz olduğu belirlenen terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

**Çizelge 4.22.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının  $h^\circ$  değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	0.10308	0.051542	13.37	0.000
t*t	1	0.07942	0.079420	20.60	0.000
t*P	1	0.02366	0.023664	6.14	0.017
Kalıntı	42	0.16191	0.003855		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	0.12752	0.012752	11.87	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.03439	0.001075		
Toplam	44	0.26499			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.0620888	0.39	0.36	0.29

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.22.'de verilen sonuçlar incelendiğinde  $h^\circ$  değeri üzerinde T, t, P terimlerinin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca modelin uyum eksikliği değerinin  $p = 0.000$  olması nedeniyle YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun  $h^\circ$  değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.1.12 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan YHB proseslerinden elde edilen ürünlerin kontrol örneğine kıyasla renk değişimi( $\Delta E$ ) sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla uygulanan proseslerden elde edilen üründeki renk değişimin en az olması istenmektedir. Elde edilen bulgulara göre  $\Delta E$  değerleri 1.17-29.78 arasında değişmektedir. En düşük  $\Delta E$  değerini YHB 5 prosesinde, en yüksek değeri ise YHB 15 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.23.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama  $\Delta E$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$\Delta E$
YHB 1	40	3	350	7.54±0.21 <sup>h</sup>
YHB 2	22	3	200	5.32±0.08 <sup>i</sup>
YHB 3	40	15	350	9.91±0.08 <sup>g</sup>
YHB 4	22	9	350	10.58±0.08 <sup>f</sup>
YHB 5	22	15	200	1.17±0.15 <sup>k</sup>
YHB 6	4	3	350	12.84±0.12 <sup>c</sup>
YHB 7	22	3	500	7.99±0.14 <sup>h</sup>
YHB 8	4	15	350	3.59±0.09 <sup>j</sup>
YHB 9	4	9	500	3.23±0.17 <sup>j</sup>
YHB 10	22	9	350	24.49±0.20 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	20.93±0.36 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	20.87±0.22 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	20.50±0.12 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	14.14±0.37 <sup>d</sup>
YHB 15	22	9	350	29.78±0.42 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen değerlerin normal dağılım sergilememesi nedeni ile Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Dönüştürülmüş  $\Delta E$  değerlerine ANOVA uygulanmıştır. ANOVA’ da  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak ANOVA’dan çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.24’ de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve elde edilen dönüşüm grafiği Ek 4.11’de verilmiştir.

**Çizelge 4.24.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının  $\Delta E$  değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	20.265	6.7549	10.33	0.000
t*t	1	13.009	13.0092	19.90	0.000
P*P	1	3212	3.2119	4.91	0.032
t*P	1	4.889	4.8887	7.48	0.009
Kalıntı	41	26.805	0.6538		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	19.136	2.1262	8.87	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.669	0.2397		
Toplam	44	47.070			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.808569	0.43	0.39	0.30

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde  $\Delta E$  değeri üzerinde bu değer in hesaplanmasında kullanılan  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  terimlerinde olduğu gibi T, t, P faktörlerinin etkili olmadığı görülmektedir. Ayrıca, uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olması nedeni ile  $\Delta E$  değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.1.13 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi

Çalışmalar sırasında renk yoğunluğu ve renk tonu analizleri iki farklı yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemlerden birisi yukarıda sonuçları verilen  $L^*$ ,  $a^*$ , ve  $b^*$  değerlerinden faydalanılarak hesaplanan renk yoğunluğu ve renk tonu değerleri, diğeri ise şalgam suyunun farklı nanometrelerdeki absorbans değerlerinden faydalanılarak bulunan yöntemdir. Uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ikinci yöntemle hesaplanan ortalama renk yoğunluğu (IC) değerleri Çizelge 4.25’de absorbans (Abs) cinsinden verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre IC değerleri 3.39-3.57 arasında değişmektedir. Örneklerin sonuçları birbirine yakın olduğu için yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarında birbirlerinden farklı olarak yorumlanmıştır. En düşük IC değeri YHB 4 prosesinde, en yüksek değer YHB 1 ve YHB 12 prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.25.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama IC değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	IC
Kontrol	0	0	0	3.43±0.00 <sup>c</sup>
YHB 1	40	3	350	3.56±0.00 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	3.49±0.00 <sup>c</sup>
YHB 3	40	15	350	3.52±0.01 <sup>b</sup>
YHB 4	22	9	350	3.39±0.00 <sup>g</sup>
YHB 5	22	15	200	3.48±0.00 <sup>c</sup>
YHB 6	4	3	350	3.46±0.00 <sup>d</sup>
YHB 7	22	3	500	3.41±0.01 <sup>fg</sup>
YHB 8	4	15	350	3.45±0.01 <sup>d</sup>
YHB 9	4	9	500	3.46±0.01 <sup>d</sup>
YHB 10	22	9	350	3.40±0.01 <sup>fg</sup>
YHB 11	22	15	500	3.40±0.01 <sup>fg</sup>
YHB 12	40	9	200	3.57±0.00 <sup>a</sup>
YHB 13	4	9	200	3.53±0.00 <sup>b</sup>
YHB14	40	9	500	3.51±0.00 <sup>b</sup>
YHB 15	22	9	350	3.41±0.01 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benhken deneme desenine göre, YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen IC değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeni ile öncelikle Johnson dönüşümü yapılmış, dönüşüm işlemi ile elde edilen yeni IC değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA’da önemsiz olduğu belirlenen terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.26’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği Ek 4.12’de verilmiştir.

**Çizelge 4.26.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun IC değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-1.0894	0.0866	0.000
Lineer			
T	0.4686	0.0530	0.000
t	-0.1311	0.0530	0.018
P Square	-0.5593	0.0530	0.000
T <sup>2</sup>	1.3489	0.0781	0.000
t <sup>2</sup>	0.1884	0.0781	0.021
P <sup>2</sup>	0.5289	0.0781	0.000
Interaction			
T*t	-0.1565	0.0750	0.044
T*P	-0.1777	0.0750	0.023
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.615</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.94	0.92	0.92

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu IC değeri üzerinde etki eden faktörler uygulama sıcaklığı (T), uygulama süresi (t) ve basınç (P) önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.26.). IC değeri üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri 0.615 olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış IC değerine ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.94, 0.92 ve 0.92 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.26.).

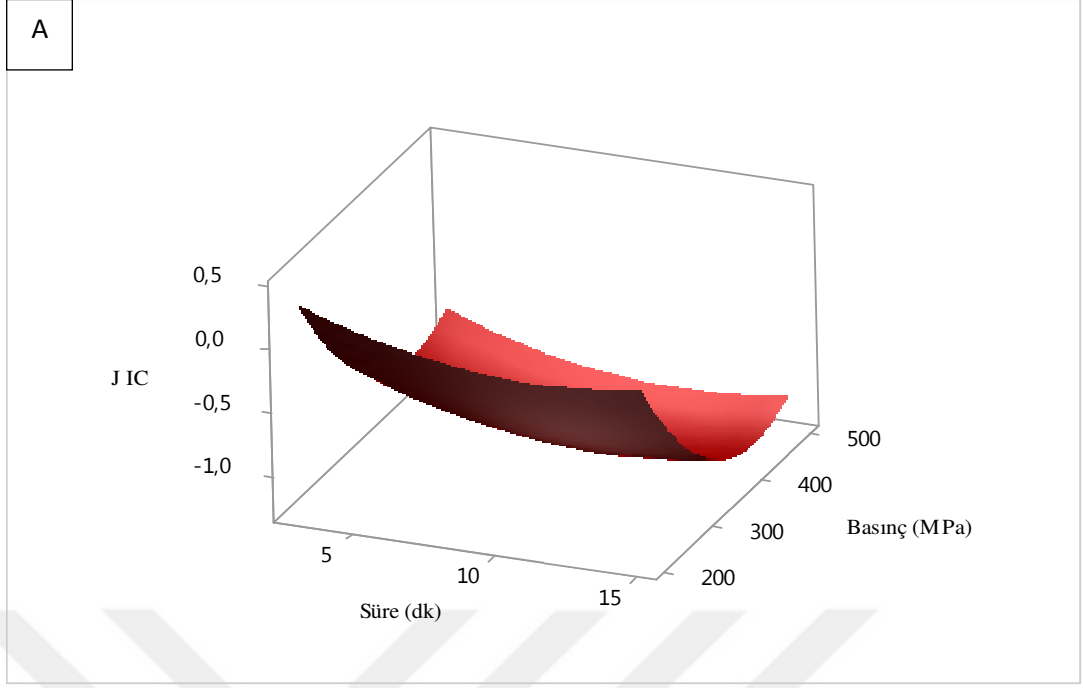
Modellemeyle YHB uygulaması ile acılı şalgam suyunun IC değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde IC değerinin tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 1).

$$IC (A) = -1.089 + 0.469*T - 0.131*t - 0.559*P + 1.349*T*T + 0.188*t*t + 0.529*P*P - 0.157*T*t - 0.178*T*P$$

YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu IC değeri üzerinde etki eden en etkin faktörler sırasıyla basınç (0.559), uygulama sıcaklığı (0.469) ve uygulama süresi (0.131) olarak bulunmuştur (Denklem 1). IC değeri üzerine basınç ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 1).

Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.2.'de verilmiştir. (A: T=22 °C, B: P=350 MPa, C: t=9 dk)

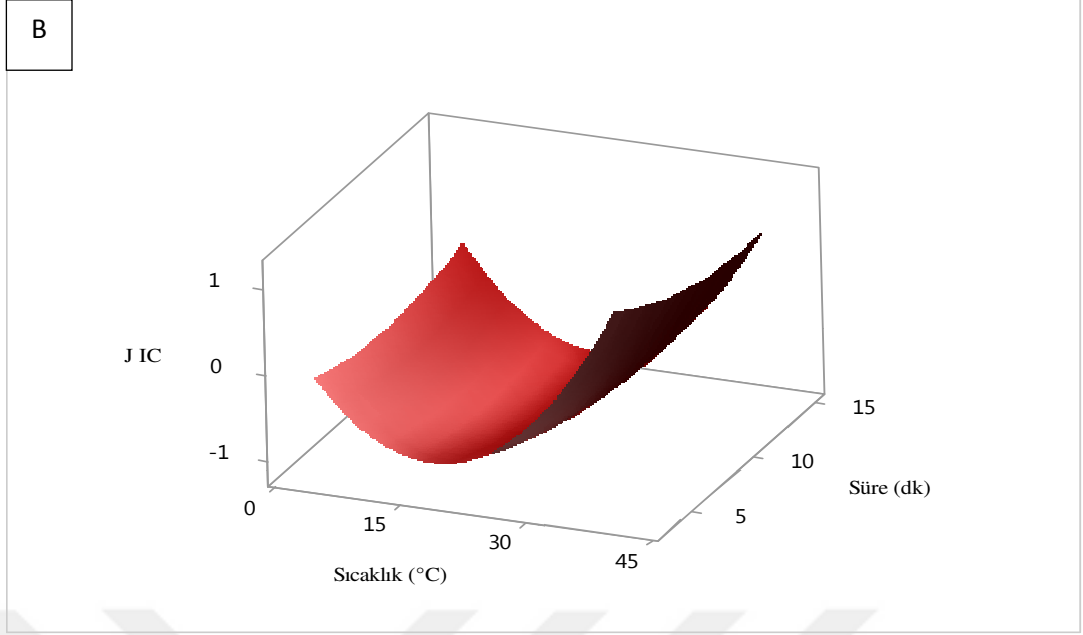




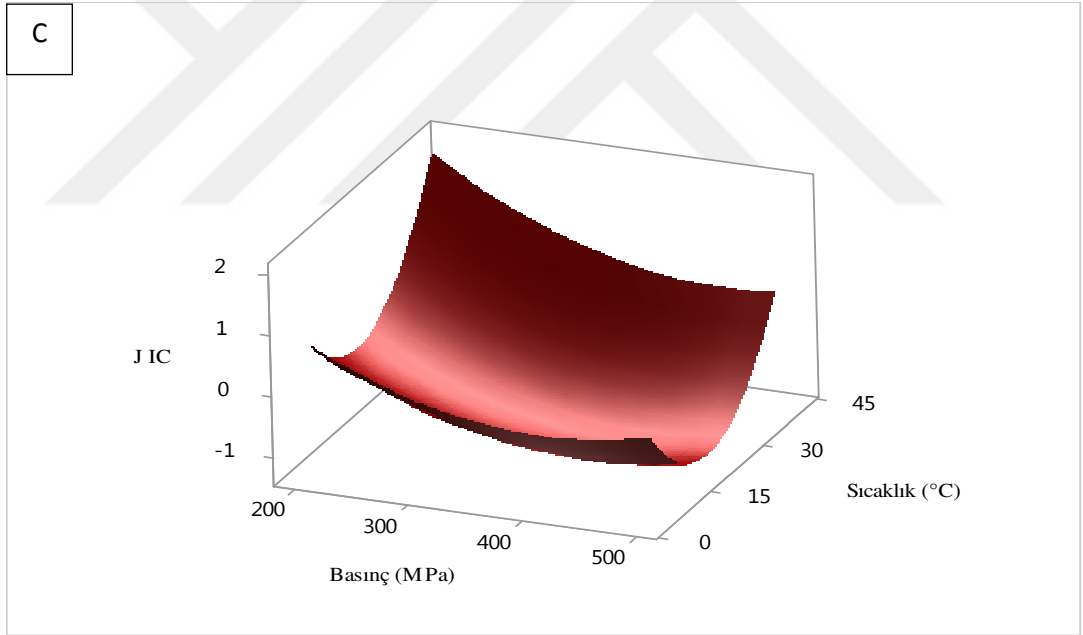
**Şekil 4.2.A.** Acılı şalgam suyunda YHB uygulamasında süre ve basıncın IC ile ilişkisinin 3D grafiği

Şekil 4.2.A'da sabit uygulama sıcaklığında ( $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) basınç ve süre değişkenlerinin IC değeri ile ilişkisinin 3D grafiği verilmiştir. Uygulama basıncını 200-350 MPa arasında arttırılması ile IC değerinde azalma olacağı, 350-500 MPa arasında arttırılması ile IC değerinde artış olacağı, aynı şekilde uygulama süresinin 3-9 dk arasında arttırılması ile IC değerinde azalma olacağı, 9-15 dk arasında arttırılması ile IC değerinde artış olacağı görülmektedir.

Şekil 4.2.B'de uygulama basıncında, 4-22  $^{\circ}\text{C}$  arasında arttırılması ile IC değerinde azalma olacağı tam tersine 22-40  $^{\circ}\text{C}$  arasında arttırılması ile IC değerinde artış olacağı görülmektedir. Uygulama süresinin 3-9 dk arasında arttırılması ile IC değerinde azalma olacağı, 9-15 dk arasında arttırılması ile IC değerinde artış olacağı görülmektedir.



**Şekil 4.2.B.** Sabit bir basınçta ( $P=350$  MPa) yapılan YHB uygulamasında sıcaklık ve sürenin IC değeri ile ilişkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.2.C.** Sabit bir sürede ( $t=9$  dk) yapılan YHB uygulamasında sıcaklık ve basınç IC değeri ile ilişkisinin 3D grafiği

Şekil 4.2.C’de ise sabit proses süresi için ( $t=9$  dk) basınç ve sıcaklık değişkenleri ile IC değerinin ilişkisi gösterilmektedir. Uygulama basıncını 200-350 MPa arasında artırılması ile IC değerinde azalma olacağı, 350-500 MPa arasında artırılması ile IC değerinde artış olacağı, uygulama sıcaklığının 4-22 °C arasında artırılması ile IC değerinde azalma olacağı tam tersine 22-40 °C arasında artırılması

ile IC değerinde artış olacağı görülmektedir. Sonuç olarak en düşük IC değerinin 22°C- 350 MPa- 9 dk koşullarındaki uygulamalarda elde edileceği ve bu sonuçların yukarıda Çizelge 4.26.'da verilen sonuçlarla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.14 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi

IC değerinde olduğu gibi renk tonu değerinin de absorbans değerleri ile ölçülmesi mümkündür. Çizelge 4.27'de acılı şalgam sularına uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin renk tonu değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.27.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Renk tonu
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.665±0.00 <sup>g</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	0.679±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	0.669±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	0.674±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	0.667±0.00 <sup>ef</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	0.667±0.00 <sup>ef</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	0.671±0.00 <sup>d</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	0.666±0.00 <sup>fg</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	0.676±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	0.671±0.00 <sup>d</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	0.665±0.00 <sup>fg</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	0.665±0.00 <sup>fg</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	0.675±0.00 <sup>bc</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	0.674±0.00 <sup>bc</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	0.675±0.00 <sup>bc</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	0.667±0.00 <sup>ef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre renk tonu değerleri 0.665-0.679 arasında değişmektedir. Örneklerin sonuçları yukarıdaki Çizelge 4.27'de ondalık basamakta 3 duyarlılık seviyesi ile verilmiştir, ancak elde edilen değerlerin çok yakın olması nedeniyle ondalık basamaklara duyarlılık artmış ve bu nedenle yapılan ANOVA sonuçlarında ürünler arasında bir farklılık olduğu şeklinde yorumlanmıştır. En düşük IC değeri YHB 10 prosesinde (0.665), en yüksek değer YHB 1 (0.679) prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol grubuna en yakın sonuçların YHB 7, YHB 10 ve YHB 11 proseslerinde görüldüğü belirlenmiştir.

Çalışmada normal dağılım sergilemediği için Johnson dönüşümü yapılmış olan renk tonu değerleri için ikinci dereceden modelleme uygulanmıştır. Modellemede önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.28’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve renk tonu değeri Johnson dönüşüm grafiği ise Ek 4.13’te verilmiştir.

**Çizelge 4.28.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu renk tonu değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	-0.7300	0.0939	0.000
Lineer			
T	0.2812	0.0878	0.003
t	-0.1895	0.0878	0.037
P	-0.2480	0.0878	0.007
Square			
T <sup>2</sup>	1.454	0.129	0.000
Interaction			
T*t	-0.582	0.124	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.374</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup> 0.82	Düzeltilmiş R <sup>2</sup> 0.79	Tahmini R <sup>2</sup> 0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu renk tonu değerine etki eden faktörler sıcaklık, süre ve basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.28). Renk tonu üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.374$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen renk tonu değerlerine ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.82, 0.79 ve 0.77 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.28).

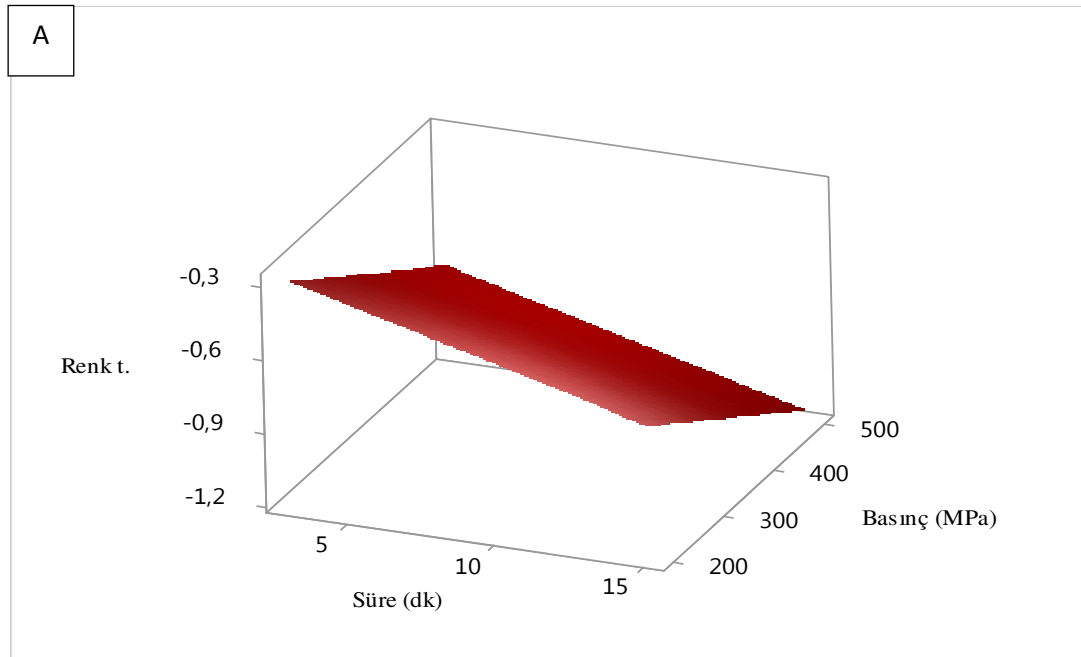
Modellemeyle acılı şalgam suyuna yüksek basınç uygulaması ile renk tonu değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörler belirlendikten sonra modellemede belirlenen terim katsayıları kullanılarak matematiksel eşitlik yazılmış ve aşağıda verilmiştir (Denklem 2).

$$\text{Renk tonu (A)} = -0.730 + 0.281 * T - 0.189 * t - 0.248 * P + 1.454 * T * T - 0.582 * T * t$$

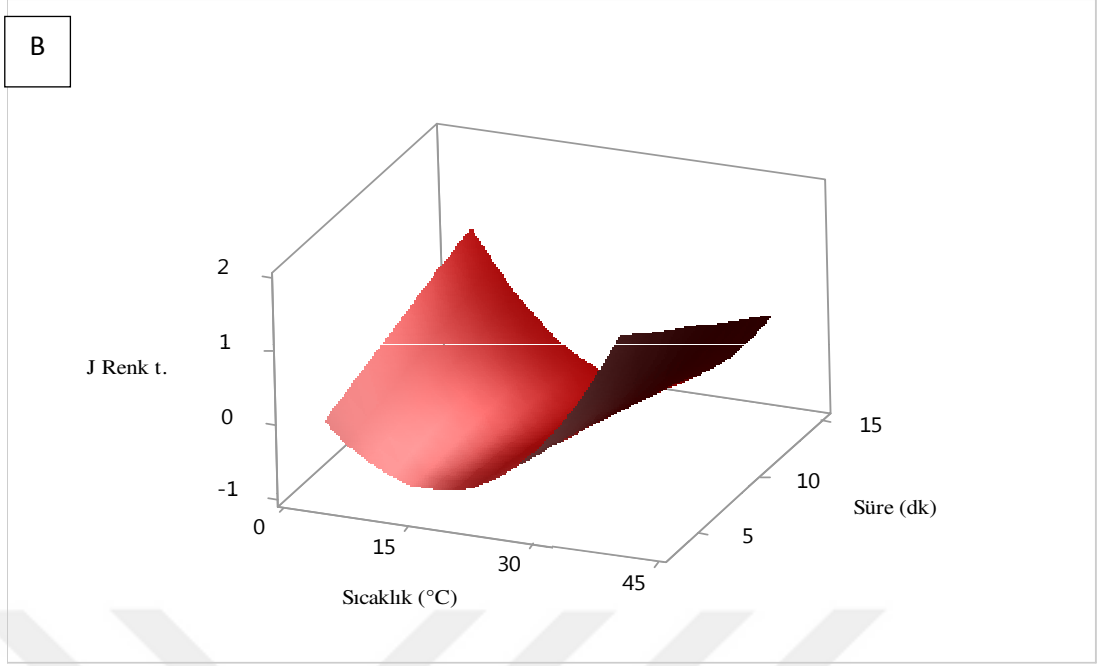
YHB prosesi uygulanmış renk tonu değeri üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (0.281), basınç (0.248) ve uygulama süresi (0.189) olarak bulunmuştur (Denklem 2). t, P faktörleri renk tonu üzerinde negatif yönde bir etkiye neden olurken, T faktörü pozitif yönde bir etkiye neden olmaktadır (Denklem 2). Sonuçların daha iyi anlaşılmasını sağlamak için çizilen 3D grafikler Şekil 4.3.'de verilmiştir. (A: T=22 °C, B: P=350 MPa, C: t=9 dk)

Şekil 4.3.A. Sabit uygulama sıcaklığında (T: 22°C) uygulama süre ve basıncının artırılması ile renk tonu değerinin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.3.A incelendiğinde sabit uygulama sıcaklığında (T: 22°C) uygulama süre ve basıncının artırılması ile renk tonu değerinin değişiminin lineer olarak azaldığı görülmektedir.

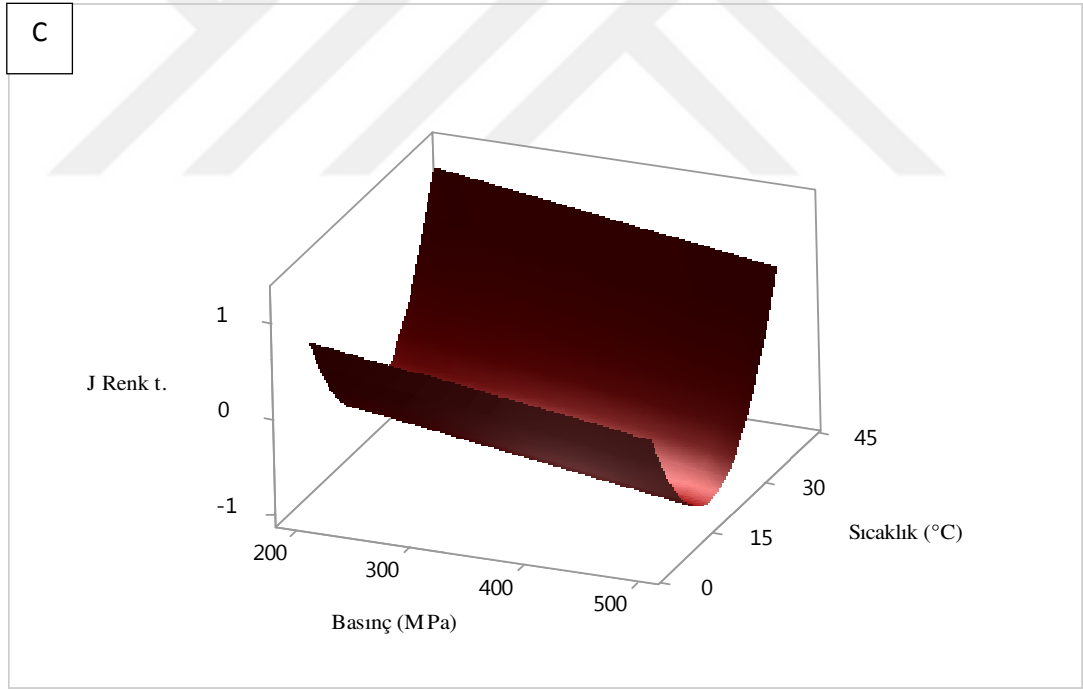
Şekil 4.3.B incelendiğinde ise sabit uygulama basıncında (350 MPa), T\*t etkileşimi net olarak görülmektedir. Uygulama sıcaklığının 4-22°C arasında artırılması ile renk tonu değerinin aşamalı olarak azalacağı, 22-4°C arasında artırılması ile aşamalı olarak artacağı belirlenmiştir. Uygulama süresinin artırılması ile renk tonu değerinin lineer olarak azalacağı belirlenmiştir. Ancak T\*t etkileşimi nedeni ile 22 °C- 3 dk koşullarındaki proses sonucunda elde edileceği görülmektedir.



**Şekil 4.3.A.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık, süre ve basıncın renk tonu değeri ile ilişkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.3.2.B.** Acılı şalgam suyunda sabit uygulama basıncında (350 MPa), T\*t etkileşiminin renk tonu değerine etkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.3.2.C.** Acılı şalgam suyunda sabit uygulama süresinde (t:9 dk) uygulama sıcaklığı ile renk tonu değeri arasındaki ilişki.

Şekil 4.3.C incelendiğinde ise sabit uygulama süresinde (t:9 dk) uygulama sıcaklığının 4-22°C arasında arttırılması ile renk tonu değerinin aşamalı olarak azalacağı, 22-40°C arasında arttırılması ile renk tonu değerinde aşamalı olarak artış

olacağı, uygulama basıncının artması ile renk tonu değerinin lineer olarak azalacağı görülmektedir.

Sonuç olarak en yüksek renk tonu değerinin 40°C sıcaklık 3 dk uygulama süresi ve 200 MPa basınç koşullarındaki uygulamada elde edileceği ve bu sonuçlarında Çizelge 4.27’de verilen analiz sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4.1.15 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (P, T, t), prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin sarı renk bileşimi (SRB) ortalama değerleri Çizelge 4.29’da % cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde değerlerin 34.85-36.04 arasında değiştiği SRB bakımında YHB 9 prosesinin en yüksek değere (36.04), YHB 12 prosesinin en düşük değere (34.85) sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın değer ise YHB 15 prosesinde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.29.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama SRB değerleri.

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	SRB (%)
Kontrol	0	0	0	35.45±0.02 <sup>d</sup>
YHB 1	40	3	350	35.12±0.01 <sup>h</sup>
YHB 2	22	3	200	34.91±0.02 <sup>i</sup>
YHB 3	40	15	350	35.09±0.02 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	35.22±0.02 <sup>g</sup>
YHB 5	22	15	200	34.88±0.01 <sup>ij</sup>
YHB 6	4	3	350	35.76±0.02 <sup>c</sup>
YHB 7	22	3	500	35.33±0.01 <sup>f</sup>
YHB 8	4	15	350	35.85±0.03 <sup>b</sup>
YHB 9	4	9	500	36.04±0.01 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	35.39±0.02 <sup>e</sup>
YHB 11	22	15	500	35.27±0.03 <sup>g</sup>
YHB 12	40	9	200	34.85±0.02 <sup>j</sup>
YHB 13	4	9	200	35.79±0.00 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	35.32±0.01 <sup>f</sup>
YHB 15	22	9	350	35.43±0.02 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.29’da sonuçları verilen sarı renk bileşimi değerleri normal dağılım sergilemediği için Johnson dönüşüm yapılmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Dönüştürülmüş SRB değerleri için uygulanan ANOVA’da önemsiz olarak belirlenen terimlerin hiyerarşik olarak modellemeyi çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.30’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve Johnson dönüşüm grafiği ise Ek 4.14’ te verilmiştir.

**Çizelge 4.30.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun SRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerinin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	43.7893	7.2982	163.00	0.000
T	1	24.4593	24.4593	546.27	0.000
P	1	10.6729	10.6729	238.37	0.000
T*T	1	4.4151	4.4151	98.61	0.000
t*t	1	1.8420	1.8420	41.14	0.000
P*P	1	1.3563	1.3563	30.29	0.000
T*P	1	0.4221	0.4221	9.43	0.004
Kalıntı	38	1.7015	0.0448		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	1.1400	0.1900	10.83	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.5614	0.0175		
Toplam	44	45.4907			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.211602	0.96	0.96	0.95

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu SRB değeri üzerine etki eden faktörler basınç, sıcaklık önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.30). SRB üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.16 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (P, T, t) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin mavi renk bileşimi (MRB) ortalama değerleri Çizelge 4.31’de % cinsinden verilmiştir.



**Çizelge 4.31.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama MRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	MRB (%)
Kontrol	0	0	0	11.35±0.00 <sup>de</sup>
YHB 1	40	3	350	12.40±0.01 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	11.79±0.00 <sup>c</sup>
YHB 3	40	15	350	12.42±0.00 <sup>b</sup>
YHB 4	22	9	350	10.81±0.00 <sup>hi</sup>
YHB 5	22	15	200	11.27±0.16 <sup>ef</sup>
YHB 6	4	3	350	10.99±0.00 <sup>gh</sup>
YHB 7	22	3	500	11.38±0.02 <sup>de</sup>
YHB 8	4	15	350	11.09±0.00 <sup>fg</sup>
YHB 9	4	9	500	11.24±0.03 <sup>efg</sup>
YHB 10	22	9	350	11.18±0.06 <sup>efg</sup>
YHB 11	22	15	500	10.73±0.02 <sup>i</sup>
YHB 12	40	9	200	12.41±0.02 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	12.92±0.26 <sup>a</sup>
YHB14	40	9	500	12.36±0.08 <sup>b</sup>
YHB 15	22	9	350	11.59±0.04 <sup>cd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde değerlerin 10.73-12.92 arasında değiştiği MRB bakımından YHB 13 prosesinin en yüksek değere, YHB 11 prosesinin en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değer YHB 7 prosesinde elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.31). Yapılan analizler sonucunda MRB değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen sonuçlara ilk olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Dönüşüm sonucu elde edilen MRB değerlerine ANOVA yapılmış, modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.32’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ile dönüşüm grafiği ise Ek 4.15’te verilmiştir.

**Çizelge 4.32.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu MRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	22.806	3.80102	12.56	0.000
T	1	6.750	6.75002	22.31	0.000
P	1	4.330	4.33012	14.31	0.001
T*T	1	5.060	5.05991	16.72	0.000
t*t	1	1.483	1.48271	4.90	0.033
P*P	1	2.431	2.43055	8.03	0.007
T*P	1	2.490	2.48981	8.23	0.007
Kalıntı	38	11.499	0.30262		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	9.899	1.64983	32.99	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.600	0.05001		
Toplam	44	34.306			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.550107	0.66	0.61	0.51

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.32. incelendiğinde T ve P faktörlerinin MRB değeri üzerinde etkili olduğu ancak uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olduğu belirlenmiştir. Yapılan modellemenin başarılı olabilmesi için uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır. Yapılan modellemede  $p=0.000$  olduğu için YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suyu MRB değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.1.17 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyunun farklı yüksek basınç ( 200-500 MPa), sıcaklık (4-40°C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kırmızı renk bileşimi (KRB, %) değeri Çizelge 4.33'de verilmiştir. Çizelge 4.33'de verilen sonuçlar incelendiğinde bütün proseslerde sonuçların birbirine yakın değerlerde olduğu bu nedenle de yapılan tek yönlü ANOVA analizinde duyarlılıkların çok yüksek olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre KRB değerlerinin 52.14-53.83 arasında değiştiği KRB bakımından YHB 6 prosesinin en yüksek değere, YHB 12 prosesinin de en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. KRB bakımından kontrol grubuna en yakın değer ise YHB 9 proses koşullarında elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.33.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama KRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	KRB (%)
Kontrol	0	0	0	53.58±0.01 <sup>b</sup>
YHB 1	40	3	350	52.28±0.04 <sup>i</sup>
YHB 2	22	3	200	52.95±0.00 <sup>g</sup>
YHB 3	40	15	350	52.35±0.02 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	53.47±0.01 <sup>c</sup>
YHB 5	22	15	200	53.27±0.01 <sup>e</sup>
YHB 6	4	3	350	53.83±0.01 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	53.29±0.01 <sup>e</sup>
YHB 8	4	15	350	53.10±0.01 <sup>f</sup>
YHB 9	4	9	500	53.58±0.01 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	53.41±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 11	22	15	500	53.56±0.02 <sup>b</sup>
YHB 12	40	9	200	52.14±0.02 <sup>j</sup>
YHB 13	4	9	200	52.17±0.00 <sup>j</sup>
YHB14	40	9	500	52.29±0.07 <sup>hi</sup>
YHB 15	22	9	350	53.40±0.01 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda KRB değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.34’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.16’da verilmiştir.

**Çizelge 4.34.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu KRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	13.4393	2.23989	61.25	0.000
T	1	4.9266	4.92662	134.73	0.000
P	1	1.8006	1.80063	49.24	0.000
T*T	1	4.5273	4.52733	123.81	0.000
P*P	1	0.7504	0.75042	20.52	0.000
T*t	1	0.4804	0.48037	13.14	0.001
T*P	1	1.1916	1.19157	32.59	0.000
Kalıntı	38	1.3896	0.03657		
Uyum eksikliği	6	1.3651	0.22752	297.70	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.0245	0.00076		
Toplam	44	14.8289			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.191226	0.91	0.89	0.86

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, T ve P terimlerinin KRB değeri üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak modellemenin uyum eksikliğinde  $p$  değerinin 0.000 olması ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için KRB değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.1.18 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan farklı sıcaklık (4-40 °C), süre (3-15dk), basınç (200-500 MPa) koşulları sonrası elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acılı şalgam suyunun toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı Çizelge 4.35'de mg/mL cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acılı şalgam suyunun TMA miktarı 1.38-5.50 mg/mL arasında değişmektedir. YHB ile proses edilmiş örneklerin tamamında TMA miktarının kontrol örneğine kıyasla arttığı belirlenmiştir. En yüksek TMA içeriği YHB 11 proses koşullarında, en düşük TMA içeriği ise kontrol örneğinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.35.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama TMA miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMA (mg/mL)
Kontrol	0	0	0	1.38±0.02 <sup>l</sup>
YHB 1	40	3	350	2.58±0.02 <sup>j</sup>
YHB 2	22	3	200	4.65±0.05 <sup>b</sup>
YHB 3	40	15	350	4.79±0.06 <sup>b</sup>
YHB 4	22	9	350	3.37±0.02 <sup>efg</sup>
YHB 5	22	15	200	2.24±0.07 <sup>k</sup>
YHB 6	4	3	350	2.80±0.03 <sup>ij</sup>
YHB 7	22	3	500	2.96±0.05 <sup>hi</sup>
YHB 8	4	15	350	3.16±0.16 <sup>fgh</sup>
YHB 9	4	9	500	3.03±0.01 <sup>hi</sup>
YHB 10	22	9	350	3.42±0.04 <sup>ef</sup>
YHB 11	22	15	500	5.50±0.25 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	3.16±0.04 <sup>gh</sup>
YHB 13	4	9	200	3.93±0.06 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	3.77±0.03 <sup>cd</sup>
YHB 15	22	9	350	3.60±0.09 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenindeki parametrelere göre YHB ile proses edilen örneklerin TMA miktarı sonuçlarının normal dağılım sergilemediği belirlendikten sonra Johnson dönüşümü uygulanmış ve ikinci dereceden modele tabi tutulmuştur. Modellemede TMA miktarı için önemsiz olarak belirlenen terimlerin modelden çıkarılmasıyla elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Uygulanan dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.17’de verilmiştir.

**Çizelge 4.36.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu TMA miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	24.7619	6.1905	24.86	0.000
T	1	1.7192	1.7192	6.90	0.012
T*t	1	2.4601	2.4601	9.88	0.003
T*P	1	2.2463	2.2463	9.02	0.005
t*P	1	18.3362	18.3362	73.64	0.000
Kalıntı	40	9.9595	0.2490		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	9.6338	1.2042	118.30	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3257	0.0102		
Toplam	44	34.7214			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.498987	0.71	0.68	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelin ANOVA çıktıları incelendiğinde TMA miktarı için sadece T faktörünün etkili olduğu belirlenmiştir. Modellemenin uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olarak belirlenmesi nedeni ile TMA miktarı için başarılı bir modelleme oluşturulamadığına karar verilmiştir.

#### 4.1.19 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi

BBD desenine göre proses edilmiş acılı şalgam suyunun ve işlem görmemiş kontrol örneğinin toplam fenolik madde (TFM) miktarı Çizelge 4.37’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acılı şalgam suyunun TFM miktarı 248.73-391.13 mg GAE/mL arasında değişmektedir. En yüksek TFM içeriği YHB 14 (3991.13 mg GAE/mL) prosesinde, en düşük değer ise YHB 13 (248.73 mg GAE/mL) prosesinde tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.37.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama TFM miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TFM (mg GAE/mL)
Kontrol	0	0	0	254.43±0.55 <sup>1</sup>
YHB 1	40	3	350	386.07±6.54 <sup>ab</sup>
YHB 2	22	3	200	321.90±5.23 <sup>g</sup>
YHB 3	40	15	350	288.64±4.69 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	346.84±3.32 <sup>def</sup>
YHB 5	22	15	200	371.31±1.10 <sup>abc</sup>
YHB 6	4	3	350	340.90±3.96 <sup>efg</sup>
YHB 7	22	3	500	286.14±9.41 <sup>h</sup>
YHB 8	4	15	350	367.74±6.79 <sup>bcd</sup>
YHB 9	4	9	500	288.96±6.65 <sup>h</sup>
YHB 10	22	9	350	367.67±8.96 <sup>bcd</sup>
YHB 11	22	15	500	360.12±5.03 <sup>cde</sup>
YHB 12	40	9	200	326.97±7.60 <sup>fg</sup>
YHB 13	4	9	200	248.73±8.83 <sup>1</sup>
YHB14	40	9	500	391.13±12.70 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	366.56±14.52 <sup>bcd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Acılı şalgam suyu TFM miktarı sonuçlarına modelleme çalışmalarının yapılabilmesi amacıyla sonuçlara Johnson dönüşümü uygulanmış ve elde edilen değerler ikinci dereceden modele tabi tutulmuş ve önemsiz faktörlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.18’de verilmiştir.

**Çizelge 4.38.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu TFM miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	13.175	4.39179	7.52	0.000
T	1	5.400	5.40005	9.25	0.004
P*P	1	2.898	2.89755	4.96	0.031
T*t	1	4.878	4.87777	8.36	0.006
Kalıntı	41	23.935	0.58378		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	20.974	2.33039	25.18	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.961	0.09254		
Toplam	44	37.110			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.764052	0.36	0.31	0.21

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

TFM miktarı için uygulanan modellemede sadece T faktörü etkili olarak belirlenmiştir. YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.20 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (T, t, P) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin antioksidan aktivitesi (% AA) ortalama değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. Sonuçlara göre % AA 68.84-72.71 arasında değişmektedir. En yüksek AA değeri YHB 6 (% 72.71±0.06) prosesinde, en düşük AA değeri ise YHB 14 (% 68.84±0.08) prosesinde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde proses edilen şalgam sularının AA değerlerinin birbirine çok yakın olduğu bu nedenle de duyarlılığın yüksek olduğu ve yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarında proseslerin farklı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.39. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu ortalama AA değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	AA (%)
Kontrol	0	0	0	71.74±0.05 <sup>b</sup>
YHB 1	40	3	350	70.35±0.16 <sup>ghi</sup>
YHB 2	22	3	200	71.61±0.01 <sup>bc</sup>
YHB 3	40	15	350	69.99±0.34 <sup>i</sup>
YHB 4	22	9	350	70.97±0.03 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	71.05±0.08 <sup>def</sup>
YHB 6	4	3	350	72.71±0.06 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	71.18±0.20 <sup>cde</sup>
YHB 8	4	15	350	70.17±0.03 <sup>hi</sup>
YHB 9	4	9	500	70.75±0.03 <sup>efg</sup>
YHB 10	22	9	350	71.56±0.07 <sup>bcd</sup>
YHB 11	22	15	500	70.63±0.07 <sup>efgh</sup>
YHB 12	40	9	200	70.56±0.05 <sup>fgh</sup>
YHB 13	4	9	200	72.43±0.26 <sup>a</sup>
YHB14	40	9	500	68.84±0.08 <sup>j</sup>
YHB 15	22	9	350	71.57±0.49 <sup>bcd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenlerine göre proses edilen şalgam sularının AA değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizinin yapılmasından sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Elde edilen ANOVA tablosunda  $p > 0.05$  olması nedeniyle önemsiz olduğu belirlenen terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.40'da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.19'da verilmiştir.

**Çizelge 4.40.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	34.184	6.8367	41.30	0.000
T	1	15.029	15.0289	90.79	0.000
t	1	6.061	6.0610	36.61	0.000
P	1	6.771	6.7709	40.90	0.000
T*t	1	2.798	2.7976	16.90	0.000
T*t	1	3.525	3.5252	21.30	0.000
Kalıntı	39	6.456	0.1655		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	4.708	0.6725	12.31	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.748	0.0546		
Toplam	44	40.640			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.406863	0.84	0.82	0.79

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.40.'da verilen ANOVA tablosu incelendiğinde % AA değeri üzerinde T, t, P faktörlerinin önemli olduğu belirlenmiştir. % AA değeri üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.21 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun uçar asit miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (T, t, P) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin uçar asit (UA) miktarının ortalama değerleri Çizelge 4.41'de g/L asetik asit cinsinden verilmiştir.



**Çizelge 4.41.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama uçar asit miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Uçar Asit (g/L asetik asit)
Kontrol	0	0	0	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 5	22	15	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 6	4	3	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 13	4	9	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 14	40	9	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelgedeki değerler incelendiğinde YHB ile acılı şalgam suyunun proses edilmesiyle uçar asit miktarının değişmediği görülmektedir. Bu nedenle, YHB proses parametrelerinin uçar asit miktarı üzerinde bir etkisi olmadığı için modelleme uygulanamamaktadır.

#### 4.1.22 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (T, t, P) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin indirgen şeker miktarının (İŞM) ortalama değerleri Çizelge 4.42’de g/L cinsinden verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara göre indirgen şeker miktarı 0.48-0.57 g/L arasında değişmektedir. En yüksek indirgen şeker miktarı sonuçları YHB 1 prosesinde, en düşük değere ise YHB 3 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine en yakın sonuçlarında YHB 3 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.42.** YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının ortalama indirgen şeker miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	İndirgen Şeker Miktarı (g/L)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.50±0.01 <sup>gh</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	0.57±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	0.51±0.02 <sup>efg</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	0.48±0.01 <sup>h</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	0.52±0.01 <sup>efg</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	0.52±0.01 <sup>def</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	0.52±0.01 <sup>efg</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	0.52±0.01 <sup>efg</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	0.56±0.01 <sup>ab</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	0.55±0.01 <sup>abc</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	0.54±0.01 <sup>bcde</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	0.52±0.02 <sup>def</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	0.53±0.01 <sup>cdef</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	0.51±0.00 <sup>fg</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	0.55±0.01 <sup>abcd</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	0.53±0.01 <sup>def</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenlerine göre proses edilen şalgam sularının indirgen şeker miktarı değerlerine ikinci dereceden modelleme yapılmış, elde edilen ANOVA çıktılarındaki  $p > 0.05$  olması nedeniyle önemsiz olduğu belirlenen faktörler hiyerarşik olarak modelden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.43'te verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.20'de verilmiştir.

**Çizelge 4.43.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	0.014033	0.004678	29.09	0.000
P	1	0.001387	0.001387	8.62	0.005
T*T	1	0.001181	0.001181	7.34	0.010
T*t	1	0.011466	0.011466	71.30	0.000
Kalıntı	41	0.006593	0.000161		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	0.004128	0.000459	5.95	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.002465	0.000077		
Toplam	44	0.020627			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0126811	0.68	0.66	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA çıktıları incelendiğinde İŞM üzerinde sadece P faktörünün etkili olduğu ve uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olduğu belirlenmiştir. Bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.23 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi

Şalgam sularının doğal mikroflorasının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda YHB ile proses edilmiş örneklerin ve hiçbir işlem görmemiş olan şalgam sularının toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) canlı mikroorganizma sayıları Çizelge 4.44'de logkob/mL cinsinden verilmiştir. Canlı TMAB sayıları 2.96-3.99 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMAB sayısı (3.99 log kob/mL) kontrol grubu örneğinde, en az TMAB sayısı ise YHB 6 (2.96 log kob/mL) prosesinde elde edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla YHB ile proses edilmiş tüm şalgam sularında canlı TMAB sayısında azalma olduğu görülmektedir. Bu durum YHB proseslerinin mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi olduğunun göstergesi kabul edilebilmektedir. Ayrıca, çizelgede verilen analiz sonuçları incelendiğinde sonuçların birbirlerine çok yakın olduğu bunun da yapılan tek yönlü ANOVA analizlerinde aşırı duyarlı sonuçlara neden olduğu anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.44.** YHB ile proses edilen acılı suyunun ortalama TMAB sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMAB (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	3.99±0.04 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	3.32±0.02 <sup>bc</sup>
YHB 2	22	3	200	3.15±0.01 <sup>de</sup>
YHB 3	40	15	350	3.02±0.05 <sup>fg</sup>
YHB 4	22	9	350	3.30±0.06 <sup>bc</sup>
YHB 5	22	15	200	3.08±0.08 <sup>efg</sup>
YHB 6	4	3	350	2.96±0.01 <sup>g</sup>
YHB 7	22	3	500	3.08±0.04 <sup>ef</sup>
YHB 8	4	15	350	3.22±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 9	4	9	500	3.35±0.04 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	3.31±0.04 <sup>bc</sup>
YHB 11	22	15	500	3.09±0.02 <sup>ef</sup>
YHB 12	40	9	200	3.12±0.03 <sup>def</sup>
YHB 13	4	9	200	3.10±0.05 <sup>def</sup>
YHB14	40	9	500	3.34±0.06 <sup>bc</sup>
YHB 15	22	9	350	3.17±0.01 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenine göre YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen sonuçların normal dağılım sergilediğinden emin olduktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede canlı TMAB sayısı üzerinde etkisi olmadığı belirlenen faktörler  $p$  değerlerine göre hiyerarşik olarak modellenen çıkarılmış ve Çizelge 4.45’de revize ANOVA sonuçları, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.21’de verilmiştir.

**Çizelge 4.45.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun TMAB sayısı için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	0.47333	0.157777	27.77	0.000
P	1	0.06139	0.061392	10.81	0.002
t*t	1	0.17151	0.171508	30.19	0.000
T*t	1	0.24043	0.240431	42.32	0.000
Kalıntı	41	0.23294	0.005681		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>9</b>	<b>0.14471</b>	<b>0.016079</b>	<b>5.83</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.08822	0.002757		
Toplam	44	0.70627			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0753750	0.67	0.65	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam sularının canlı TMAB sayısı üzerine etki eden faktörler basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.45). Canlı TMAB sayısı üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.1.24 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi

Şalgam sularının doğal mikroflorasının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda YHB ile proses edilmiş örneklerin ve hiçbir işlem görmemiş olan acılı şalgam sularının toplam maya küf (TMK) canlı mikroorganizma sayıları Çizelge 4.46’da log kob/mL cinsinden verilmiştir. Canlı TMK sayıları 3.06-3.96 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMK sayısı kontrol grubu örneğinde (3.96 log kob/mL), en az TMK sayısı ise YHB 3 (3.06 log kob/mL) prosesinde elde edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla YHB ile proses edilmiş tüm şalgam sularında

canlı TMK sayısında azalma olduğu görülmekte, bu da YHB proseslerinin mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi olduğunun göstergesi kabul edilebilmektedir.

**Çizelge 4.46.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama TMK sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMK (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	3.96±0.08 <sup>a</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	3.31±0.05 <sup>bcd</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	3.25±0.03 <sup>bcde</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	3.06±0.02 <sup>f</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	3.33±0.07 <sup>bc</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	3.16±0.05 <sup>ef</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	3.19±0.07 <sup>def</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	3.28±0.02 <sup>bcde</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	3.24±0.04 <sup>cde</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	3.38±0.02 <sup>b</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	3.33±0.06 <sup>bc</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	3.10±0.02 <sup>f</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	3.31±0.05 <sup>bcd</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	3.29±0.01 <sup>bcd</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	3.33±0.01 <sup>bc</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	3.28±0.03 <sup>bcde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda sayılan canlı TMK sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Dönüşüm işlemi ile elde edilen yeni TMK değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış, modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.47’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.22’de verilmiştir.

**Çizelge 4.47.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun TMK sayısının ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	P
Sabit (Constant)	0.707	0.122	0.000
Lineer			
T	-0.522	0.114	0.000
Square			
t <sup>2</sup>	-1.388	0.167	0.000
Interaction			
T*t	-0.693	0.162	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.176</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.73	0.71	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

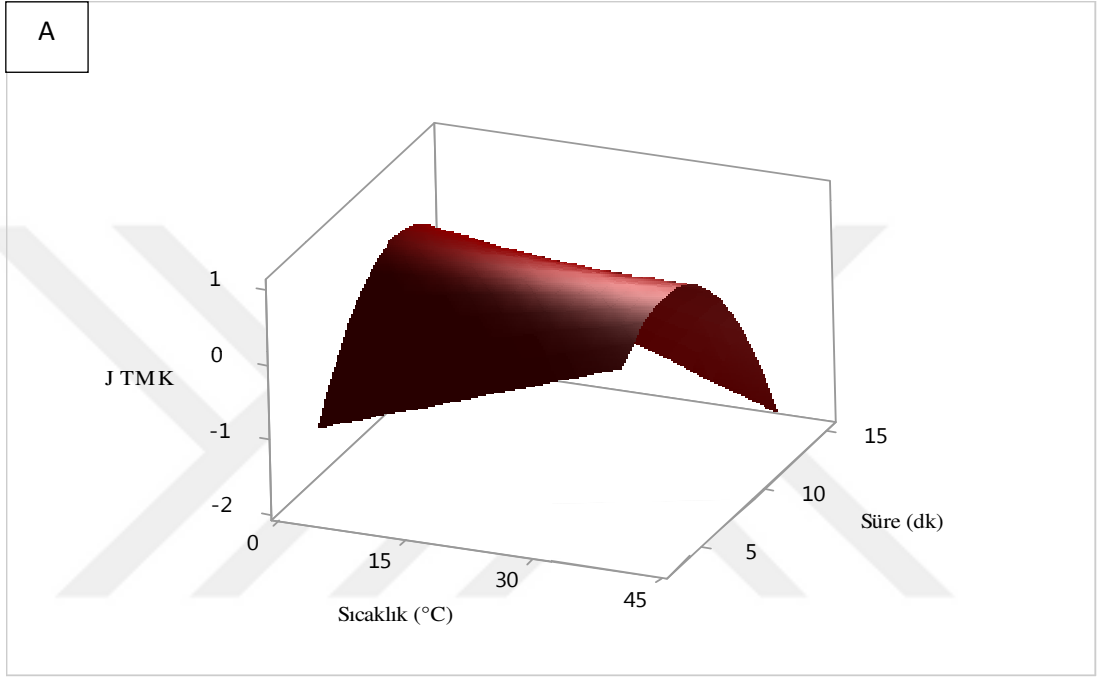
ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış TMK sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.47). TMK sayısı üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde TMK sayısı üzerinde proses parametrelerinden sadece sürenin etkili olduğu ve modelin uyum eksikliği değerinin  $p=0.176$  olduğu belirlenmiştir. Bu değer  $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu canlı TMK sayısına ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.73, 0.71 ve 0.68 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Modellemeyle YHB uygulaması ile şalgam suyunun TMK sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde TMK sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve kodlu katsayılar cinsinden aşağıda verilmiştir (Denklem 3).

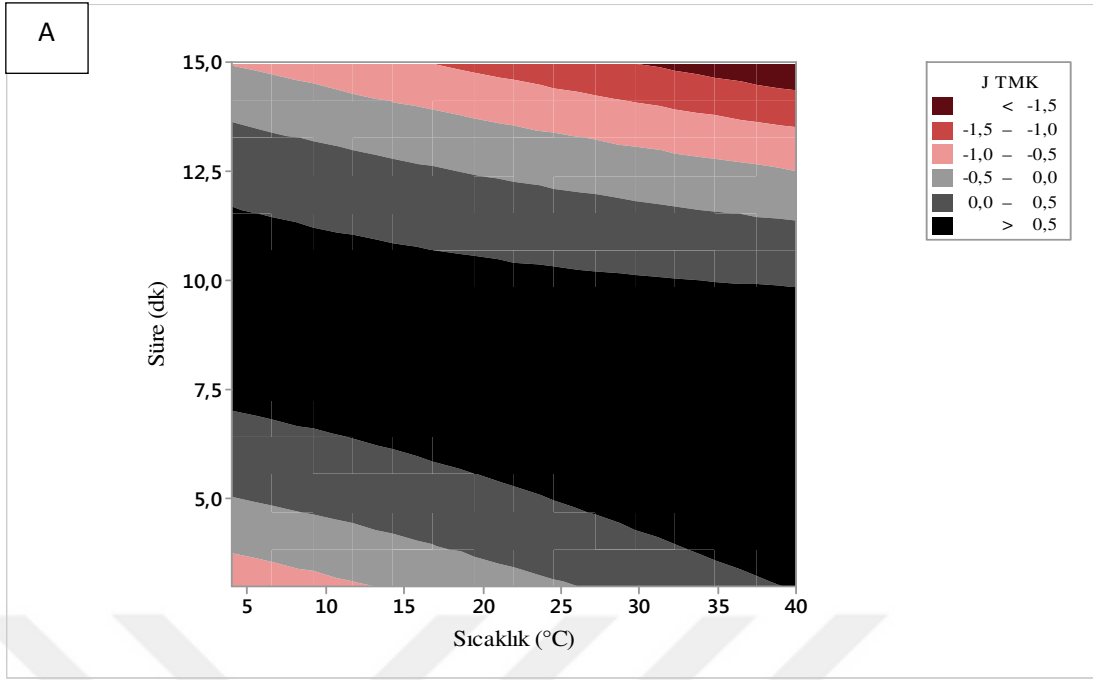
$$\text{TMK (log kob/mL)} = 0.707 - 0.522 * t - 1.388 * t * t - 0.693 * T * t \quad (\text{Denklem 3})$$

YHB prosesi uygulanmış TMK sayısı üzerine etki eden en etkin faktör uygulama süresi (0.522) bulunmuştur (Denklem 3). TMAB sayısı üzerine uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 3). Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.4 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.5'de verilmiştir.

Şekil 4.4.'te verilen grafik incelendiğinde; uygulama basıncının etkisi olmaksızın, sıcaklığın artmasıyla TMK sayısında lineer bir artış olduğu, uygulama süresinin 3-9 dk aralığında artması ile TMK sayısında artış olacağı ancak 9-15 dk aralığında uygulama süresinin artması ile TMK sayısının azalacağı öngörülmektedir. T\*t etkileşiminin nedeniyle en düşük canlı TMK sayısına ise 40 °C'de 15 dk uygulama ile ulaşılabileceği söylenebilmektedir.



**Şekil 4.4.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık ve süre değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.5.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık ve sürenin değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

Şekil 4.5'te uygulama sıcaklığı ve uygulama süresi değişimi ile TMK sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMK sayısının azalmasında yüksek sıcaklık (30-40°C) ve uygulama süresinin (13-15 dk) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, sıcaklık ve uygulama süresinin etkileşiminin canlı TMK sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir.

#### 4.1.25 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyundaki *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisi

YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının MRS besiyerinde sayılan canlı *Lactobacillus paracasei* sayıları Çizelge 4.48'de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Tüm proseslerde acılı şalgam suyuna inoküle edilmiş olan *L. paracasei* canlı mikroorganizma sayısında azalma olduğu görülmektedir. YHB uygulanmış acılı şalgam suyuna ait tüm proseslerde canlı mikroorganizma sayısı 2.45-4.27 log kob/mL aralığında değişim göstermiştir. En düşük değer (2.45±0.15 log kob/mL) YHB 11 prosesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.48).



**Çizelge 4.48.** YHB proses parametreleri ve acılı şalgam suyundaki canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	<i>Lactobacillus paracasei</i> (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.27±0.18 <sup>a</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	3.68±0.26 <sup>bc</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	4.06±0.32 <sup>ab</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	2.96±0.04 <sup>efg</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	3.31±0.10 <sup>cde</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	3.40±0.13 <sup>cde</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	3.60±0.30 <sup>bcd</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	3.13±0.13 <sup>cdef</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	3.07±0.18 <sup>def</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	2.96±0.24 <sup>efg</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	3.37±0.12 <sup>cde</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	2.45±0.15 <sup>g</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	3.50±0.02 <sup>bcd</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	3.68±0.27 <sup>bc</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	2.68±0.02 <sup>fg</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	3.16±0.14 <sup>cdef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benhken deneme desenine göre, YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen sonuçlar normal dağılım sergilemiş ve ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörler modelden çıkarılarak elde edilen revize ANOVA analiz çıktıları Çizelge 4.49.'da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.23' de verilmiştir.

**Çizelge 4.49.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunda canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı için ikinci dereceden matematiksel modelleye göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	3.2672	0.0277	0.000
Lineer			
t	-0.3232	0.0380	0.000
P	-0.4272	0.0380	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.478</b>
R değeri (%)	$R^2$ 0.83	Düzeltilmiş $R^2$ 0.82	Tahmini $R^2$ 0.80

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

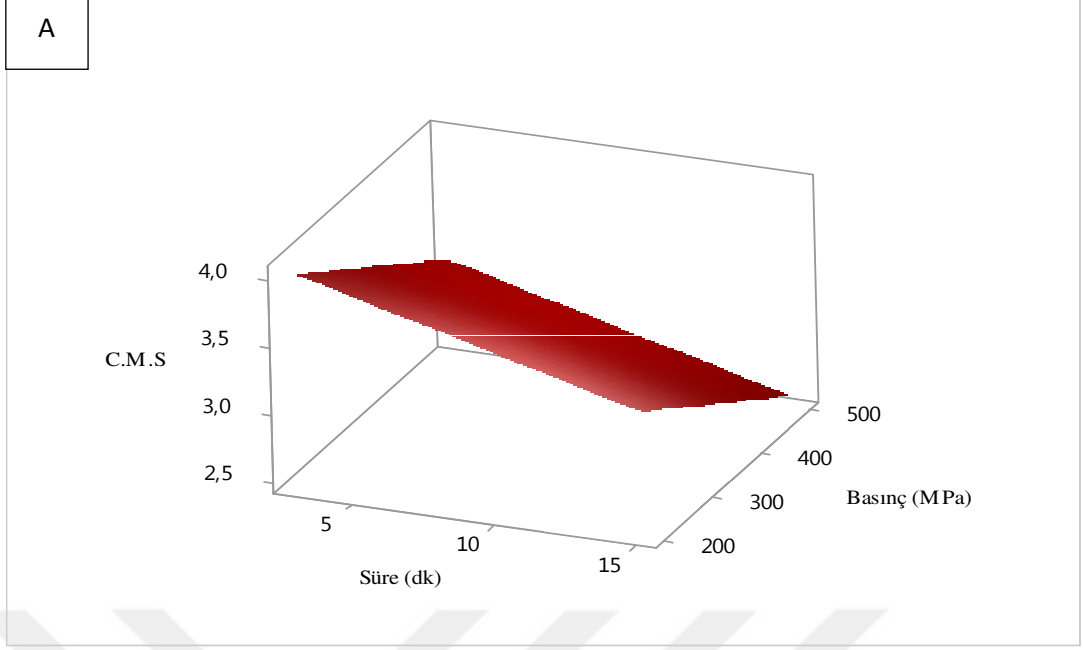
ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi ve basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.49).

ANOVA'dan önemsiz faktörlerin çıkarılmasıyla sırasıyla  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  değerleri 0.83, 0.82, 0.80 olarak bulunmuştur. Ayrıca, *L. paracasei* sayısı üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde herhangi bir YHB koşullarında sonucun tahmin edilebilirliğini gösteren uyum eksikliği değeri  $p=0.478$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenlerle YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayısı için uygulanan modellemenin başarılı olduğuna karar verilmiştir (Çizelge 4.49).

Modellemeyle YHB uygulaması ile şalgam suyunun canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde *L. paracasei* sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 4).

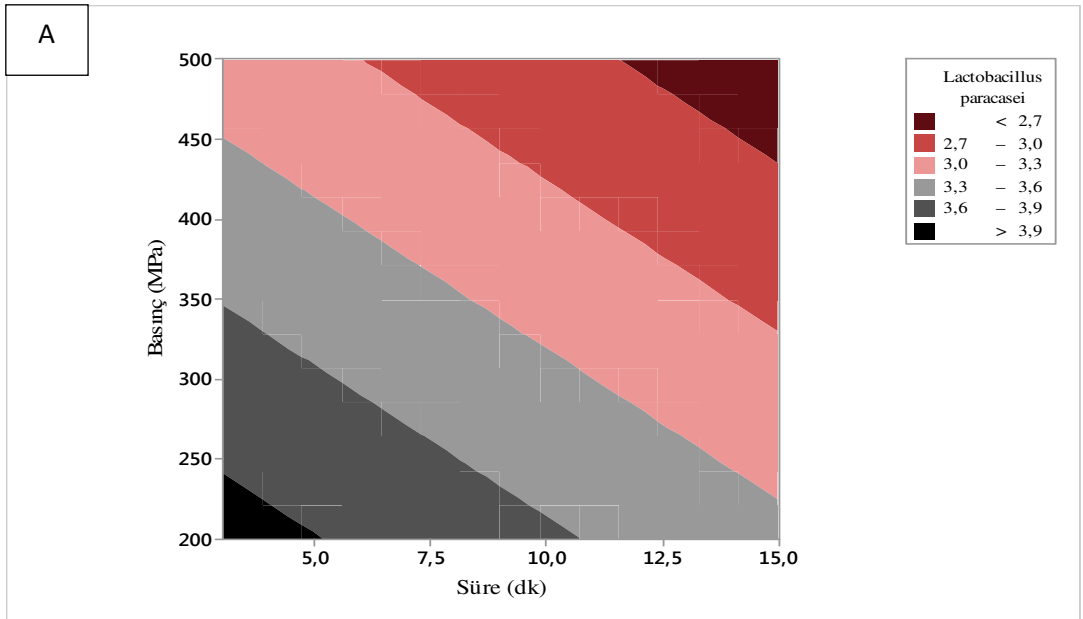
$$L. paracasei \text{ sayısı (log kob/mL)} = 3.2672 - 0.3232*t - 0.4272*P \text{ (Denklem 4)}$$

YHB prosesi uygulanmasını *L. paracasei* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla basınç (0.4272) ve uygulama süresi (0.3232) olarak bulunmuştur (Denklem 4). *L. Paracasei* sayısı üzerine basınç ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 4). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.6 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.7'de verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasının süre ve basınç değişiminin canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.6’da verilen grafik incelendiğinde; sıcaklığın bir etkisi olmaksızın, uygulama süresindeki artış ile *L. paracasei* canlı m.o sayısının lineer olarak azalacağı aynı şekilde uygulama basıncındaki artış ile canlı m.o sayısının lineer olarak azalacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak en az canlı *L. paracasei* sayısının 500 MPa-15 dk uygulamada elde edileceği anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.7.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasının süre basınç değişiminin canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

Şekil 4.7’de verilen grafik incelendiğinde uygulama süresindeki ve basıncındaki artış ile canlı mikroorganizma sayısının lineer olarak azalacağı ve düşük canlı m.o sayısının 500 MPa-15 dk koşullarındaki proses sonucunda elde edileceği görülmektedir. Elde edilen bu sonuçların Çizelge 4.48’de verilen sonuçlar ile uyumlu olduğu söylenebilmektedir.

#### 4.1.26 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyundaki *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisi

YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının M17 besiyerinde sayılan canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sonuçları Çizelge 4.50’de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde YHB prosesi ile işlem görmüş acılı şalgam sularının tamamında kontrol örneğine kıyasla canlı mikroorganizma sayısında azalma olduğu ve en düşük canlı mikroorganizma sayısının YHB 11 (2.56 log kob/mL) prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.50.** YHB proses parametreleri ve acılı şalgam suyunda ortalama canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.22±0.14 <sup>a</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	3.58±0.14 <sup>bc</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	3.77±0.17 <sup>b</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	3.09±0.09 <sup>ef</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	3.30±0.09 <sup>cde</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	3.31±0.02 <sup>cde</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	3.51±0.10 <sup>bcd</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	3.19±0.01 <sup>def</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	3.22±0.11 <sup>cdef</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	2.88±0.12 <sup>fg</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	3.35±0.18 <sup>cde</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	2.56±0.08 <sup>g</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	3.59±0.13 <sup>bc</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	3.41±0.12 <sup>bcde</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	2.92±0.18 <sup>fg</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	3.31±0.15 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda sayılan canlı m.o sonuçlarının normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen terimler ( $p > 0.05$ ),  $p$  değeri

büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.24'te model için önemsiz olarak belirlenen faktörlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları ise Çizelge 4.51'de verilmiştir.

**Çizelge 4.51.** YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	P
Sabit (Constant)	3.3360	0.0266	0.000
Lineer			
T	-0.2352	0.0249	0.000
P	-0.3155	0.0249	0.000
Square			
P*P	-0.1351	0.0364	0.001
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.322</b>
R değeri (%)	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
	0.87	0.86	0.84

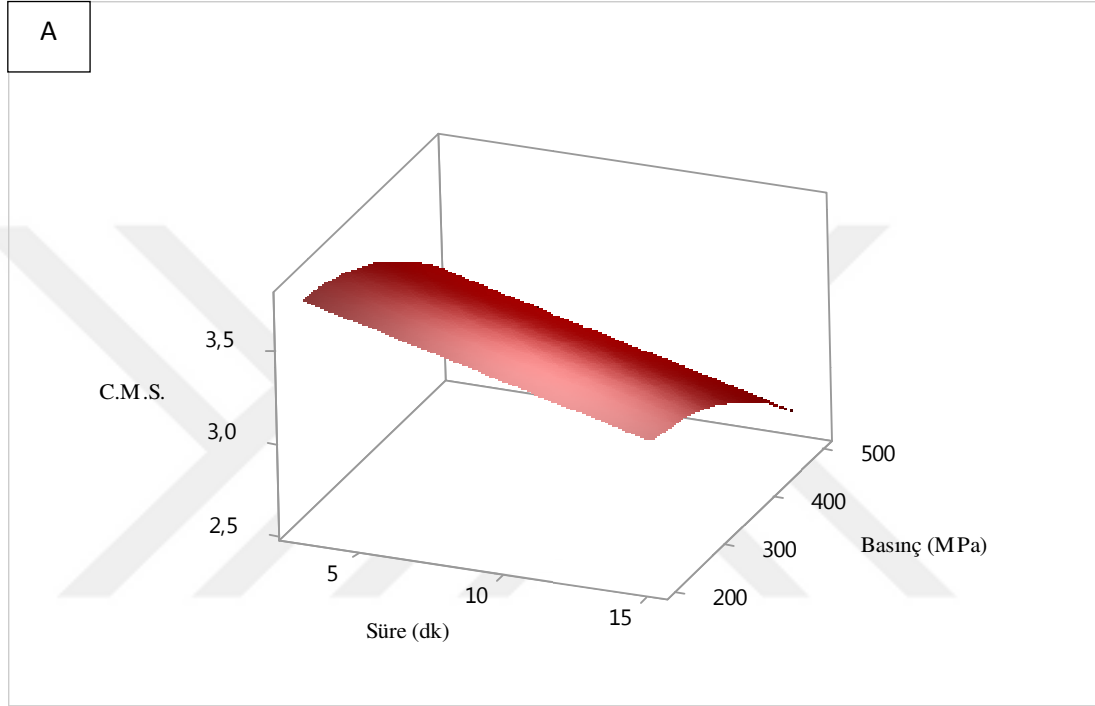
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acılı şalgam sularının canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi ve basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.322$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısına ait bazı model çıktılarında  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.87, 0.86 ve 0.84 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.51.).

Modellemeyle YHB uygulaması ile şalgam suyunun *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin modelleme ile belirlenen katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının tahmin edilmesinde kullanılacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve kodlu katsayılar cinsinden aşağıda verilmiştir (Denklem 5).

$$\text{Canlı m.o. sayısı} = 3.3360 - 0.2352 * T - 0.3155 * P - 0.1351 * P * P \text{ (Denklem 5)}$$

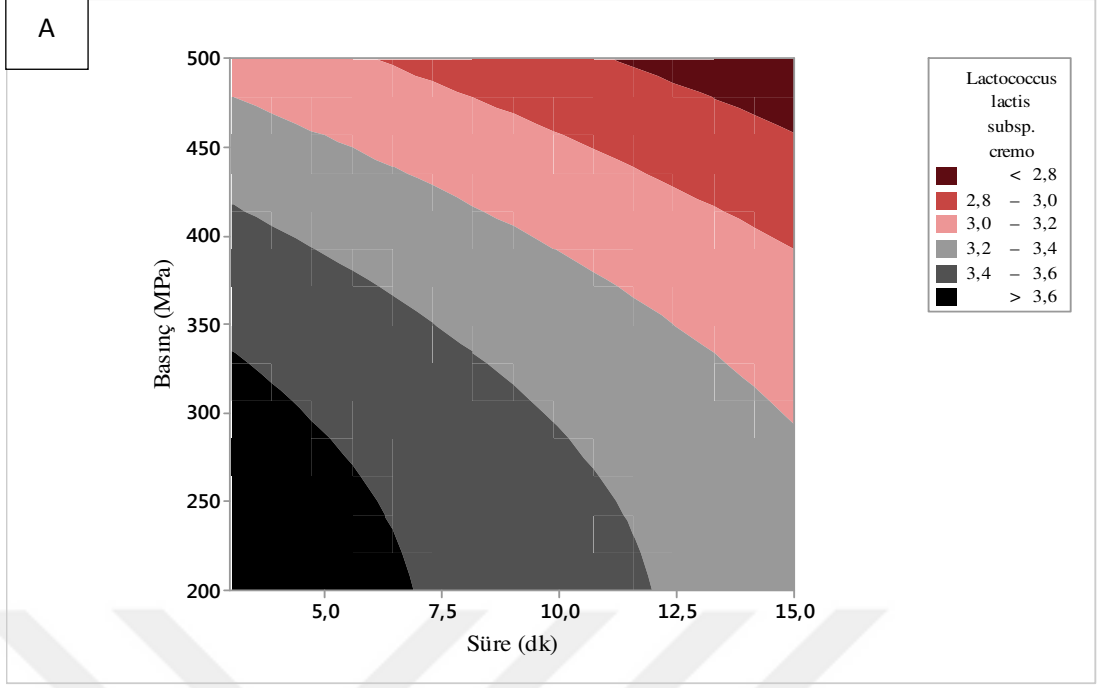
*L. lactis subsp. cremoris* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla basınç (0.3155) ve uygulama sıcaklığı (0.2352) olarak bulunmuştur (Denklem 5). *L. lactis subsp. cremoris* sayısı üzerine uygulama basıncı ve uygulama sıcaklığı negatif etki göstermektedir (Denklem 5). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.8 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.9’da verilmiştir.



**Şekil 4.8.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasında süre ve basınç değişiminin canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.8’de verilen grafik incelendiğinde; uygulama süresinin artması ile canlı m.o sayısında aşamalı olarak azalma olacağı aynı şekilde uygulama basıncındaki artış ile canlı m.o sayısında aşamalı bir azalma olacağı öngörülmektedir.

Şekil 4.9’da basınç ve uygulama süresinin değişimi ile *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının azalmasında yüksek basınç (475-500 MPa) ve uygulama süresinin (11-15 dk) etkili olduğu gösterilmiştir (Şekil 4.9). Ayrıca basınç ve uygulama etkisinin canlı TMAB sayısı üzerine etkileşiminin önemli olduğu contour grafiğinden (eliptik şekil) görülmektedir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9.** Acılı şalgam suyuna YHB uygulamasının süre basınç değişiminin canlı *Lactococcus lactis* suubsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

Sonuç olarak en düşük canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının elde edileceği proses parametrelerinin sıcaklığın bir etkisi olmaksızın 500 MPa-15 dk olduğu ve bu sonucun Çizelge 4.50'de verilen analiz sonuçları ile uyumlu olduğu söylenebilmektedir.

#### 4.1.27 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi

YHB ile proses edilmiş acılı şalgam suları ve kontrol örneği duyuşal değerlendirme analizleri yapılmış ve elde edilen verilerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir. Grafikteki sonuçlar incelendiğinde 15 YHB prosesinin değerlendirme kriterlerine göre kontrol örneğine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

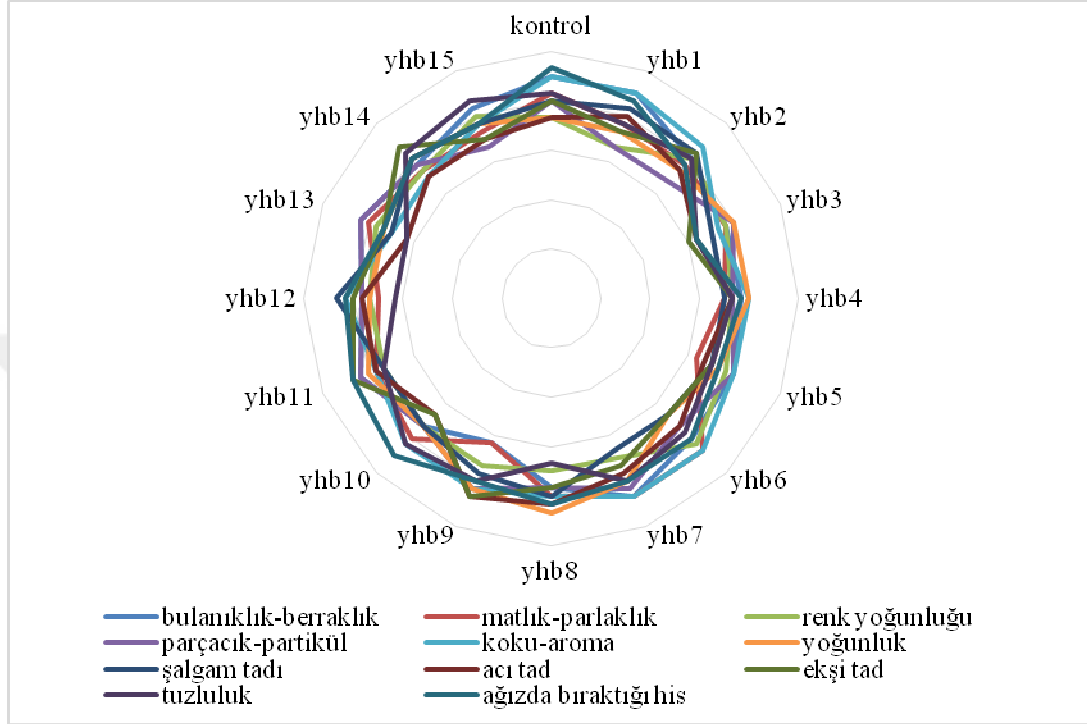
**Çizelge 4.52.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları

Proses no	Bulanıklık-berraklık	Matlık-parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-partikül	Koku-aroma	Yoğunluk	Şalgam tadı	Acı tad	Ekşi tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 1	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.57 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>
YHB 2	8.00±2.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>
YHB 3	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 4	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>
YHB 5	8.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±2.31 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>
YHB 6	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>
YHB 7	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>
YHB 8	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>
YHB 9	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±2.31 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>
YHB 10	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB 11	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB 12	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>
YHB 13	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±2.31 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 14	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB 15	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).



Duyusal analizlerde elde edilen sonuçlara tek yönlü ANOVA istatistik analizi uygulanmış ve istatistiksel açıdan sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Sonuçların daha net anlaşılabilmesi için tüm örneklerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir.



**Şekil 4.10.** Duyusal analiz sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği

Grafik incelendiğinde 9'lu hedonik skala ile değerlendirilen duyusal analiz sonuçlarının kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği yani YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının duyusal olarak değerlendirmesinin olumlu olduğu söylenebilir.

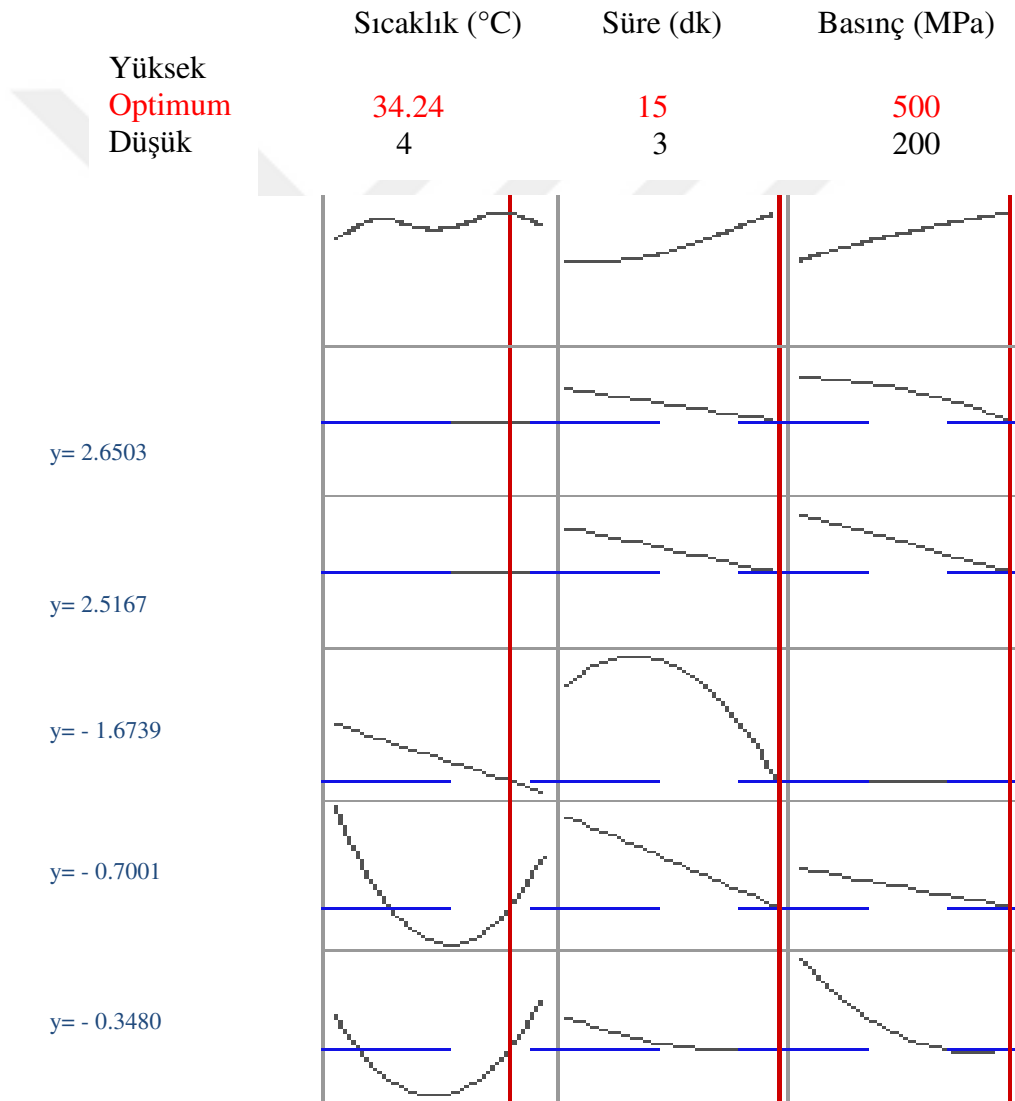
#### **4.1.28 Acılı Şalgam Suyu İçin Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu**

Analizlerde elde edilen verilerden başarılı bir şekilde modellenebilen acılı şalgam suyu için seçilen farklı proses faktörlerinin uygulanan yüksek hidrostatik basınç prosesi üzerine modellemesi ve optimizasyonu yapılmıştır.

YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu renk yoğunluğu ve renk tonu parametreleri için bir değer belirtilmiştir. Bu değerler acılı şalgam suyu kontrol örneği ile YHB proseslerine tabi tutulmuş örnekler arasındaki farkın minimum

olması amacıyla kontrol örneği değerleri olarak belirlenmiştir. Ancak canlı TMK, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı ve canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı için üründe mikrobiyolojik gelişimi en aza indirerek ürünün raf ömrünün uzatılması hedeflendiği için, optimum noktada hedef değer minimum olarak belirlenmiştir.

Hedef değerlerin tanımlanmasının ardından acılı şalgam suyu için BBD dizaynı ile YHB koşullarının optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.11’ de verilmiştir.



**Şekil 4.11.** Acılı şalgam suyu YHB optimum değerleri

İstenebilirlik analizine dayalı çoklu cevap optimizasyonu için en iyi çözüm elde edilmiş ve Şekil 4.11’de gösterilmiştir. YHB ile proses edilen acılı şalgam için

optimum koşullar; sıcaklık 34.24 °C’de, 500 MPa ve 15 dk boyunca elde edilmiştir (Şekil 4.11). İstenebilirlik değeri (d) 0 ile 1 aralığında değişmekte olup, ne kadar 1.0 değerine yakınsa, yanıt değeri ideal değere o kadar yakın anlamına gelmektedir. YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu için karma istenebilirlik değeri  $D=0.915$  olarak bulunmuştur (Şekil 4.11).

Bu koşullar, model gücünü tahmin etmek amacıyla deneysel olarak da valide edilmiştir (Çizelge 4.53). Belirlenen optimum koşullarda YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının analiz sonuçları, modellemenin belirlediği tahmini değerler ve varyasyon katsayısı (CV) değeri Çizelge 4.53’de verilmiştir. Çizelgede Johnson dönüşümü gerektiren terimlerin (renk yoğunluğu, renk tonu, TMK) verilen tahmini değerleri, modellemede elde edilen Johnson dönüşüm denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.53.** Acılı şalgam suyunun YHB optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları

Bağımlı değişken	Deneysel sonuç ortalaması	Modelleme tahmini Sonuç	CV (%)
Renk yoğunluğu	3.43±0.00	3.43	0.02
Renk tonu	0.69±0.00	0.67	2.70
TMK	3.09±0.03	3.08	0.18
Canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı	2.51±0.09	2.52	0.38
Canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	2.68±0.01	2.65	0.71

Optimum koşullarda (sıcaklık 34.23°C, süre 15 dk ve 500 MPa), renk yoğunluğu, renk tonu, canlı TMK, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı, canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı sırasıyla 3.43 Abs, 0.69, 3.09 logkob/mL, 2.51 log kob/mL ve 2.68 log kob/mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Modellemenin ön gördüğü tahmini sonuçlar ile analiz sonucunda elde edilen sonuçlar arasındaki farklar varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanarak verilmiştir. CV değeri deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak da ifade edilmektedir. Matematiksel modellemelerde CV değerinin %10’dan az olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlarda renk yoğunluğu, renk tonu, TMK, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı, canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı için CV değerlerinin %10’dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

#### 4.1.29 Acılı şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta analiz sonuçları

Belirlenen optimum noktalarda proses edilen acılı şalgam suyu için belirlenen pH değeri, SÇKM değeri ( $^{\circ}$ Brix), kondaktivite değeri (mS/cm), tuz miktarı (ppm), bulanıklık (NTU), TA (g/L),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^{\circ}$ ,  $\Delta E$  değerleri sonuçları Çizelge 4.54'de verilmiştir.

**Çizelge 4.54.** Acılı şalgam suyunun YHB optimum koşulları analiz sonuçları

Proses	pH	SÇKM ( $^{\circ}$ Brix)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz miktarı (ppm)	Bulanıklık (NTU)	TA(g/L)
Kontrol	3.56±0.01 <sup>b</sup>	8.40±0.00 <sup>a</sup>	13.77±0.02 <sup>a</sup>	8.1±0.00 <sup>a</sup>	177.0±3.18 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB acılı	3.58±0.00 <sup>a</sup>	8.45±0.01 <sup>a</sup>	13.77±0.01 <sup>a</sup>	7.9±0.00 <sup>b</sup>	214.2±46.9 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>

Proses	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^{\circ}$	$\Delta E$
Kontrol	9.63±0.09 <sup>a</sup>	35.98±0.04 <sup>a</sup>	14.60±0.26 <sup>a</sup>	38.83±0.06 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	
YHB acılı	9.66±0.14 <sup>a</sup>	36.45±0.37 <sup>a</sup>	15.00±0.42 <sup>a</sup>	39.12±0.50 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	0.72±0.61 <sup>a</sup>

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.54'de verilen sonuçlar incelendiğinde optimum noktada YHB ile proses edilen acılı şalgam sularının kontrol örneği ile benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir.

## 4.2 Yüksek Basınç Uygulamalarının Acısız Şalgam Suyu Bulguları

### 4.2.1 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu pH üzerine etkisi

Box-Benhken deneme (BBD) desenine göre belirlenen YHB proses parametreleri ile acısız şalgam suyunun bu koşullarda proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun pH değeri sonuçları Çizelge 4.55'de verilmiştir. Tablodaki değerler incelendiği tek yönlü ANOVA tukey karşılaştırma sonuçlarına göre YHB proseleri ve kontrol örneği arasında pH değeri bakımından bir fark olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4.55.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama pH değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	pH
Kontrol	0	0	0	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 5	22	15	200	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB 6	4	3	350	3.46±0.00 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	3.47±0.00 <sup>a</sup>
YHB 13	4	9	200	3.47±0.01 <sup>a</sup>
YHB14	40	9	500	3.46±0.00 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	3.47±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yüksek basınç uygulamasıyla elde edilen acısız şalgam sularının pH değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.56'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.25'te verilmiştir.

**Çizelge 4.56.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	0.000208	0.000104	6.11	0.005
T*t	1	0.000075	0.000075	4.40	0.042
T*P	1	0.000133	0.000133	7.82	0.008
Kalıntı	42	0.000716	0.000017		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	0.000227	0.000023	1.49	<b>0.190</b>
Saf hata	32	0.000489	0.000015		
Toplam	44	0.000924			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.0041292	0.23	0.19	0.13

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu pH değeri üzerinde T, t ve P faktörlerinin hiçbirinin etkisi olmadığı belirlenmiştir. YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu pH değerinin BBD ile modellenmesinde

modelin uyum eksikliği değeri 0.190 olarak belirlenmiş olmasına rağmen tahmini  $R^2$  değerinin 0.12 (%) olarak belirlenmesi nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.2 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun suda çözünen kuru madde üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı yüksek basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun suda çözünen kuru madde (SÇKM) değeri Çizelge 4.57’de °Briks (°Bx) cinsinden verilmiştir. Çizelge incelendiğinde değerlerin 5.00-5.60 °Bx arasında değiştiği, en yüksek SÇKM değerinin YHB 7 (5.60 °Bx) prosesinde, en düşük değer ise YHB 12 (5.00 °Bx) ve YHB 13 (5.00 °Bx) proseslerinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.57.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama SÇKM değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	SÇKM (°Briks)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	5.20±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	5.20±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	5.40±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	5.47±0.12 <sup>b</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	5.40±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	5.40±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	5.40±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	5.60±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	5.13±0.12 <sup>c</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	5.20±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	5.40±0.00 <sup>b</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	5.20±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	5.00±0.00 <sup>d</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	5.00±0.00 <sup>d</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	5.20±0.00 <sup>c</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	5.40±0.00 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yüksek basınç uygulamasıyla elde edilen acısız şalgam sularının SÇKM değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede önemsiz olarak belirlenen terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.58’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.26’ da verilmiştir.

**Çizelge 4.58.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun SÇKM değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	1.14133	0.163048	32.32	0.000
t	1	0.06000	0.060000	11.89	0.001
P	1	0.06000	0.060000	11.89	0.001
T*T	1	0.44308	0.443077	87.82	0.000
t*t	1	0.11077	0.110769	21.96	0.000
P*P	1	0.11077	0.110769	21.96	0.000
T*t	1	0.21333	0.213333	42.29	0.000
t*P	1	0.12000	0.120000	23.79	0.000
Kalıntı	37	0.18667	0.005045		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>5</b>	<b>0.13333</b>	<b>0.026667</b>	<b>16.00</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.05333	0.001667		
Toplam	44	1.32800			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.0710285	0.86	0.83	0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde; t ve P faktörlerinin acısız şalgam suyu SÇKM değeri üzerinde etkili olduğu ve modelin uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle SÇKM değeri için başarı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.3 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu kondaktivite üzerine etkisi

Acısız şalgam suyunun farklı yüksek basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kondaktivite (iletkenlik) değeri Çizelge 4.59'da mS/cm cinsinden verilmiştir. Çizelge 4.59'da verilen değerler incelendiğinde kondaktivite değerlerini 8.91-8.98 mS/cm arasında değiştiği, ancak değerler birbirine yakın olduğu için duyarlılığın yüksek olması nedeni ile sonuçlar arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. YHB 11 (8.98 mS/cm) prosesinin en yüksek kondaktivite değerine, YHB 2 (8.91 mS/cm) prosesinin en düşük kondaktivite değerine sahip olduğu ve YHB 3, YHB 5 proseslerinin kontrol grubuna en yakın prosesler olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.59.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama kondaktivite değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Kondaktivite (mS/cm)
Kontrol	0	0	0	8.94±0.02 <sup>ef</sup>
YHB 1	40	3	350	8.93±0.00 <sup>fg</sup>
YHB 2	22	3	200	8.91±0.01 <sup>h</sup>
YHB 3	40	15	350	8.94±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 4	22	9	350	8.94±0.01 <sup>def</sup>
YHB 5	22	15	200	8.94±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 6	4	3	350	8.92±0.00 <sup>gh</sup>
YHB 7	22	3	500	8.95±0.01 <sup>def</sup>
YHB 8	4	15	350	8.97±0.00 <sup>abc</sup>
YHB 9	4	9	500	8.97±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 10	22	9	350	8.96±0.01 <sup>cde</sup>
YHB 11	22	15	500	8.98±0.00 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	8.93±0.00 <sup>fg</sup>
YHB 13	4	9	200	8.94±0.01 <sup>def</sup>
YHB14	40	9	500	8.96±0.00 <sup>bcd</sup>
YHB 15	22	9	350	8.98±0.01 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizler sonucunda elde edilen kondaktivite değerlerinin normal dağılım sergilediğinin belirlenmesinden sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olarak belirlenen terimlerin kondaktivite değeri üzerinde bir etkisi olmaması nedeniyle bu terimler modellemeden çıkarılmış ve Çizelge 4.60'da verilen revize ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.27'de verilmiştir.

**Çizelge 4.60.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	$p$
Sabit (Constant)	8.95718	0.00228	0.000
Lineer			
T	-0.00500	0.00167	0.005
t	0.01583	0.00167	0.000
P	0.01667	0.00167	0.000
Sqare			
T*T	-0.00590	0.00246	0.021
t*t	-0.01256	0.00246	0.000
Interaction			
T*t	-0.01000	0.00237	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.445</b>
R değeri (%)	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
	0.87	0.84	0.84

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

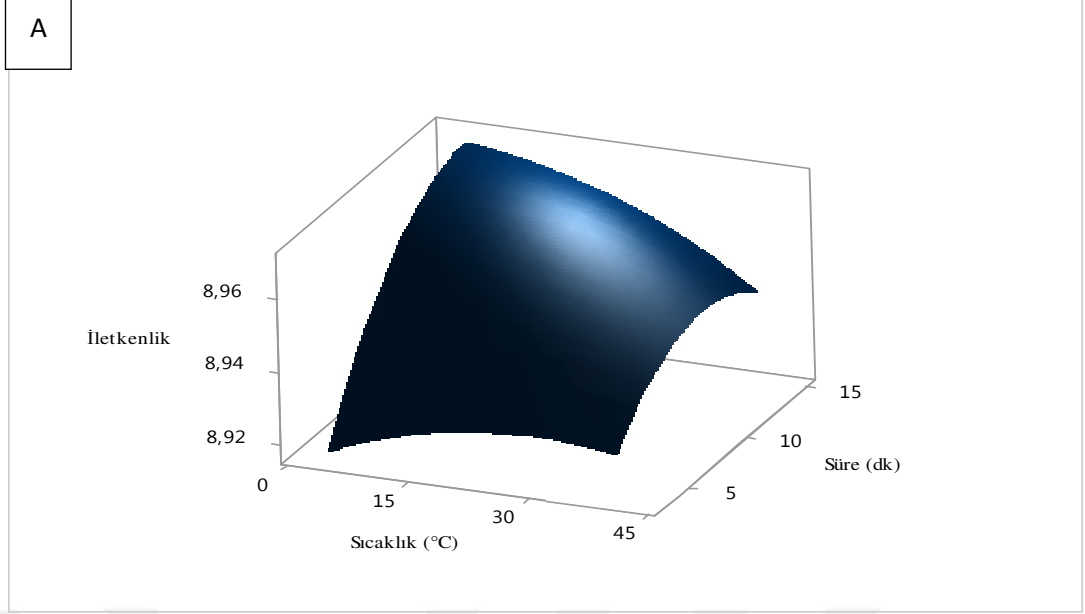


Sonuçlar incelendiğinde; uygulanan YHB proseslerinde; T, t, P faktörlerinin acısız şalgam suyu kondaktivite değeri üzerinde etkili olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Modellemenin uyum eksikliği değeri 0.445 olarak belirlenmiştir ve bu değer  $p > 0.05$ 'den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Modellemeye ait çıktılardan  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.87, 0.84, ve 0.84 olarak belirlenmiştir. Modellemeyle YHB uygulaması ile acısız şalgam suyunun kondaktivite değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak hesaplanan kodlu katsayılar cinsinden matematiksel eşitlik aşağıda verilmiştir (Denklem 6).

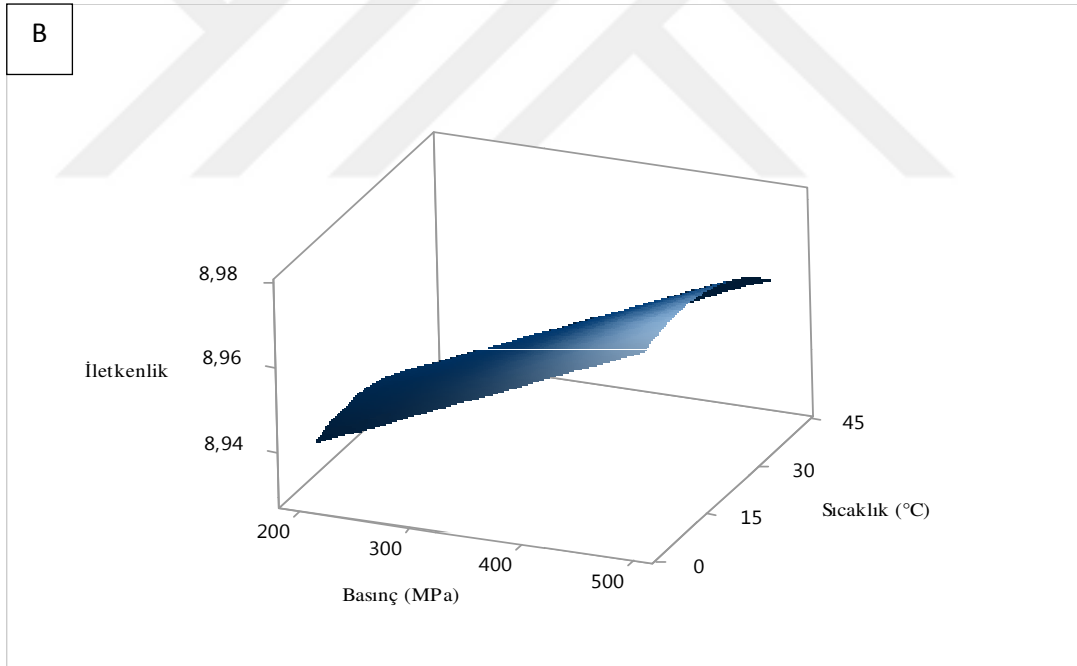
$$\text{Kondaktivite} = 8.957 - 0.005 * T + 0.0158 * t + 0.0167 * P - 0.0059 * T * T - 0.0126 * t * t - 0.01 * T * t \quad (\text{Denklem 6})$$

Elde edilen denklemden acısız şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla basınç (0.0167), uygulama süresi (0.0158) ve sıcaklığı (0.005) olarak bulunmuştur (Denklem 6). Kondaktivite değeri üzerine uygulama süresi ve basınç pozitif etki gösterirken sıcaklık negatif etki göstermektedir (Denklem 6). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.12'de verilmiştir.

Şekil 4.12.A'de iletkenliğin sıcaklık ve süreye bağlı olarak değişiminin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.12.A. incelendiğinde sıcaklık süre arasındaki etkileşim net bir şekilde görülmektedir. Şekilde sabit uygulama basıncında; sıcaklık ve sürenin artmasıyla iletkenlik değerinin artacağı anlaşılmaktadır. Ancak T ve t arasındaki etkileşim nedeni ile en yüksek kondaktivite değerinin 4 °C-15 dk koşullarındaki proseste elde edileceği görülmektedir.

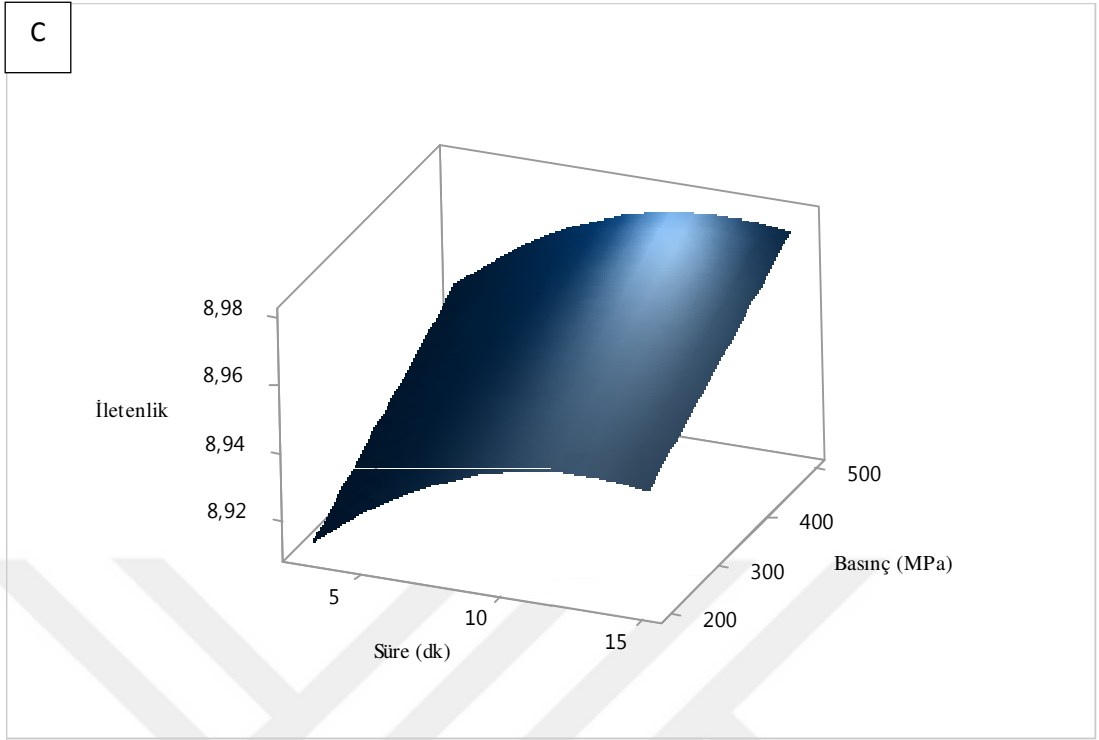


**Şekil 4.12.A.** Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında sıcaklık, süre ve basıncın kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği (A: P=350 MPa, B: t=9 dk, C: T=22 °C)



**Şekil 4.12.B.** Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında iletkenliğin sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.12.B’de sabit bir uygulama süresinde(t=9 dk) uygulama sıcaklığının artması (4-22°C arasında) ile iletkenlik değerinin önce artacağı belli bir sıcaklık derecesinden sonra (22-40°C) azalacağı, basıncın artması ile lineer şekilde artacağı anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.12.C.** Acısız şalgam suyuna YHB uygulanmasında iletkenliğin süre ve basınca bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.12.C’de ise sabit uygulama sıcaklığında; süre ve basıncın iletkenlik üzerinde etkisinin grafiği verilmiştir. Grafiğe göre basınç artışı ile iletkenlik değerinin lineer olarak artacağı, uygulama süresinin uzatılması ile iletkenlik değerinin artacağı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak en yüksek iletkenlik değerine 22 °C sıcaklık 15 dk uygulama süresi ve 500 MPa basınç şartlarındaki uygulamada ulaşılacağı anlaşılmaktadır.

#### **4.2.4 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi**

Farklı sıcaklık, süre ve basınç değerlerinde proses edilmesinden sonra elde edilen acısız şalgam suyu örneklerinin ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun tuz değeri Çizelge 4.61’de ppm cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.61.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama tuz değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Tuz miktarı (ppm)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	5.30±0.00 <sup>a</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	5.30±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde kontrol örneğinin ve tüm proseslerde elde edilen ürünlerin tuz miktarı değerlerinin aynı olduğu (5.30), YHB ile acısız şalgam suyunun proses edilmesinin tuz miktarı üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Tuz miktarı üzerin YHB proses parametrelerinin hiçbir etkisi olmadığı için modelleme yapılmamıştır.

#### **4.2.5 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam bulanıklık üzerine etkisi**

Şalgam suyunun yüksek bulanıklık değerine sahip, tortulu bir ürün olmasından dolayı çalışmalar kapsamında ürünün homojen bir şekilde alındığından emin olunarak farklı yüksek basınç (200-500 MPa), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (3-15 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun bulanıklık (NTU) değeri Çizelge 4.62’de verilmiştir.

**Çizelge 4.62.** YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının ortalama bulanıklık değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Bulanıklık (NTU)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	302.33±6.11 <sup>c</sup>
<b>YHB 1</b>	40	3	350	336.93±2.61 <sup>b</sup>
<b>YHB 2</b>	22	3	200	351.03±1.35 <sup>a</sup>
<b>YHB 3</b>	40	15	350	193.40±3.68 <sup>i</sup>
<b>YHB 4</b>	22	9	350	279.37±1.42 <sup>d</sup>
<b>YHB 5</b>	22	15	200	263.67±3.95 <sup>e</sup>
<b>YHB 6</b>	4	3	350	165.93±0.98 <sup>k</sup>
<b>YHB 7</b>	22	3	500	247.10±1.31 <sup>f</sup>
<b>YHB 8</b>	4	15	350	151.50±0.20 <sup>l</sup>
<b>YHB 9</b>	4	9	500	221.57±4.05 <sup>h</sup>
<b>YHB 10</b>	22	9	350	265.37±0.93 <sup>e</sup>
<b>YHB 11</b>	22	15	500	245.27±0.06 <sup>f</sup>
<b>YHB 12</b>	40	9	200	173.03±1.19 <sup>k</sup>
<b>YHB 13</b>	4	9	200	184.83±3.20 <sup>j</sup>
<b>YHB14</b>	40	9	500	235.20±2.71 <sup>g</sup>
<b>YHB 15</b>	22	9	350	252.80±2.44 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.62’de verilen sonuçlar incelendiği zaman acılı şalgam suyunda olduğu gibi en yüksek bulanıklık değeri YHB 2 prosesinde, en düşük bulanıklık değeri ise YHB 8 prosesinde elde edilmiştir. Aynı zamanda kontrol grubuna en yakın sonuçların YHB 1 ve YHB 2 proseslerinde olduğu ve tüm sonuçlara bakıldığında da YHB 1 ve YHB 2 prosesleri hariç uygulanan yüksek basınç proseslerinin bulanıklık miktarında azalmaya neden olduğu da görülmektedir.

Çalışmalarda elde edilen analiz sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistiklerinin uygulanmasından sonra elde edilen değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Bulanıklık değeri üzerinde etkisi olmadığı belirlenen ( $p > 0.05$ ) terimler modellemeyen çıkarılmış ve elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.63’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.28’de verilmiştir.

**Çizelge 4.63.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun bulanıklık değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	104473	20894.7	20.49	0.000
T	1	17291	17291.4	16.95	0.000
t	1	22909	22909.3	22.46	0.000
T*T	1	46286	46285.7	45.38	0.000
T*t	1	12500	12500.1	12.26	0.001
t*P	1	5487	5487.0	5.38	0.026
Kalıntı	39	39779	1020.0		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	38550	5507.1	143.37	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1229	38.4		
Toplam	44	144252			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	31.9370	0.72	0.69	0.62

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam sularının bulanıklık değeri üzerine etki eden faktörler sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.63). Bulanıklık değeri üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem modellenememiştir.

#### 4.2.6 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (P, T, t) ve prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin toplam asitlik (TA) değeri Çizelge 4.64'de verilmiştir.

**Çizelge 4.64.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama toplam asitlik değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TA (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 5	22	15	200	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 6	4	3	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 13	4	9	200	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB14	40	9	500	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	0.32±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde toplam asitlik bakımından YHB uygulamalarının acısız şalgam suyu üzerinde bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle acısız şalgam suyunu TA değeri için matematiksel modelleme yapılamamaktadır.

#### 4.2.7 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses şartları (P, T ve t), prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $L^*$  değerleri Çizelge 4.65’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde  $L^*$  değerinin 11.70-19.09 arasında değiştiği, YHB 10 (19.09) prosesinde en yüksek, YHB 1 (11.70) prosesinde en düşük değerin elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.65.** YHB proses koşullarını ve acısız şalgam suyu ortalama  $L^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınc (MPa)	$L^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	12.18±0.27 <sup>i</sup>
YHB 1	40	3	350	11.70±0.08 <sup>j</sup>
YHB 2	22	3	200	13.34±0.08 <sup>g</sup>
YHB 3	40	15	350	12.58±0.18 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	13.18±0.06 <sup>g</sup>
YHB 5	22	15	200	16.22±0.07 <sup>d</sup>
YHB 6	4	3	350	18.10±0.08 <sup>b</sup>
YHB 7	22	3	500	11.86±0.14 <sup>ij</sup>
YHB 8	4	15	350	14.81±0.02 <sup>e</sup>
YHB 9	4	9	500	17.76±0.20 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	19.09±0.15 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	17.18±0.12 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	17.06±0.08 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	16.81±0.14 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	13.94±0.12 <sup>f</sup>
YHB 15	22	9	350	16.01±0.03 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde elde edilen verilerin normal dağılım sergilememesi nedeni ile öncelikle Johnson dönüşümü yapılmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemeden önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.66'da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.29'da verilmiştir.

**Çizelge 4.66.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu  $L^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	18.845	4.7112	10.23	0.000
T	1	7.265	7.2646	15.77	0.000
T	1	2.477	2.4773	5.38	0.026
t*t	1	6.627	6.6274	14.39	0.000
T*t	1	2.476	2.4757	5.38	0.026
Kalıntı	40	18.423	0.4606		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	8.363	1.0453	3.33	<b>0.007</b>
Saf hata	32	10.060	0.3144		
Toplam	44	37.268			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.678657	0.51	0.46	0.40

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $L^*$  değeri üzerinde T ve t faktörlerinin etkili olduğu ve modelin



uyum eksikliği değerinin  $p=0.007$  olduğu belirlenmiştir. Bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.8 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $a^*$  değerleri Çizelge 4.67' de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $a^*$  değerleri 37.26-48.55 arasında değişmektedir. En düşük  $a^*$  değerine kontrol örneği sahip olurken, en yüksek değer YHB 15 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine en yakın sonuçlara da YHB 1 ve YHB 7 prosesleri sahipken, tüm YHB uygulamaların da kontrol grubuna kıyasla  $a^*$  değerinde yani kırmızı renkte artış olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.67.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama  $a^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$a^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	37.26±0.26 <sup>g</sup>
YHB 1	40	3	350	37.48±0.22 <sup>g</sup>
YHB 2	22	3	200	40.50±0.13 <sup>ef</sup>
YHB 3	40	15	350	39.56±0.22 <sup>f</sup>
YHB 4	22	9	350	44.52±0.03 <sup>cd</sup>
YHB 5	22	15	200	43.71±0.12 <sup>d</sup>
YHB 6	4	3	350	45.41±1.12 <sup>bc</sup>
YHB 7	22	3	500	37.86±0.04 <sup>g</sup>
YHB 8	4	15	350	41.42±0.09 <sup>e</sup>
YHB 9	4	9	500	44.41±0.43 <sup>d</sup>
YHB 10	22	9	350	45.99±0.09 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	44.45±0.17 <sup>cd</sup>
YHB 12	40	9	200	44.60±0.05 <sup>cd</sup>
YHB 13	4	9	200	44.32±0.11 <sup>d</sup>
YHB14	40	9	500	40.96±0.10 <sup>e</sup>
YHB 15	22	9	350	48.55±0.05 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistik açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistik açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda  $a^*$  değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.68'de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.30'da verilmiştir.

**Çizelge 4.68.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu  $a^*$  değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	307.85	43.978	15.03	0.000
T	1	63.05	63.050	21.55	0.000
t	1	17.77	17.768	6.07	0.019
T*T	1	28.16	28.155	9.62	0.004
t*t	1	158.98	158.982	54.33	0.000
P*P	1	15.47	15.471	5.29	0.027
T*t	1	27.60	27.603	9.43	0.004
T*P	1	14.41	14.410	4.92	0.033
Kalıntı	37	108.27	2.926		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	80.01	16.002	18.12	<b>0.000</b>
Saf hata	32	28.25	0.883		
Toplam	44	416.11			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.71058	0.74	0.69	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.68'de verilen ANOVA sonuçları incelendiğinde YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $a^*$  değeri üzerinde T ve t faktörlerinin etkili olduğu görülmektedir. Modelin uyum eksikliği  $p=0.000$  olduğu belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.9 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı yüksek basınç, sıcaklık ve süre koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve kontrol grubunun ortalama  $b^*$  değeri Çizelge 4.69'da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $b^*$  değerleri 17.53-28.88 arasında değişmektedir. En yüksek  $b^*$  değerine sahip proses YHB 6 (28.88) olarak belirlenirken, en düşük değer ise kontrol grubuna en yakın sonuçların elde edildiği YHB 1 (17.53) prosesinde elde edilmiştir.  $b^*$  değerindeki pozitif artış sarı rengin arttığını göstermektedir.

**Çizelge 4.69.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama  $b^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$b^*$
Kontrol	0	0	0	17.73±0.27 <sup>h</sup>
YHB 1	40	3	350	17.53±0.31 <sup>h</sup>
YHB 2	22	3	200	21.26±0.34 <sup>ef</sup>
YHB 3	40	15	350	19.99±0.22 <sup>g</sup>
YHB 4	22	9	350	20.240.22 <sup>g</sup>
YHB 5	22	15	200	25.49±0.11 <sup>c</sup>
YHB 6	4	3	350	28.88±0.40 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	17.58±0.22 <sup>h</sup>
YHB 8	4	15	350	22.88±0.24 <sup>d</sup>
YHB 9	4	9	500	27.17±0.70 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	22.03±0.11 <sup>de</sup>
YHB 11	22	15	500	26.57±0.44 <sup>b</sup>
YHB 12	40	9	200	26.43±0.23 <sup>bc</sup>
YHB 13	4	9	200	26.24±0.14 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	21.67±0.50 <sup>ef</sup>
YHB 15	22	9	350	20.85±0.17 <sup>fg</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada elde edilen  $b^*$  değerlerine Johnson dönüşümü uygulandıktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır.  $b^*$  değeri için önemsiz olduğuna karar verilen terimlerin modelden çıkarılması ile Çizelge 4.70’de verilen revize ANOVA çıktıları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve  $b^*$  değeri için dönüşüm grafiği ise Ek 4.31’de verilmiştir.

**Çizelge 4.70.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu  $b^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	29.345	4.8908	11.88	0.000
T	1	12.333	12.3329	29.95	0.000
t	1	2.136	2.1363	5.19	0.028
T*T	1	3.462	3.4624	8.41	0.006
P*P	1	2.657	2.6571	6.45	0.015
T*t	1	7.276	7.2764	17.67	0.000
t*P	1	1.884	1.8836	4.57	0.039
Kalıntı	38	15.647	0.4118		
Uyum eksikliği	6	14.470	2.4117	65.57	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.177	0.0368		
Toplam	44	44.992			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.641690	0.65	0.60	0.47

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.70’te verilen revize ANOVA çıktılarında YHB uygulanan acısız şalgam suyunu  $b^*$  değeri üzerinde T ve t faktörlerinin önemli olarak bulunmuştur.

Modelin uyum eksikliği  $p=0.000$  ( $p < 0.05$ ) olduğu için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.10 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, C\*) değeri üzerine etkisi

BBD deseni proses koşullarına göre YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ve kontrol örneğinin ortalama C\* değerleri Çizelge 4.71’de verilmiştir.

**Çizelge 4.71.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama C\* değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	C*
Kontrol	0	0	0	41.26±0.31 <sup>i</sup>
YHB 1	40	3	350	41.38±0.26 <sup>i</sup>
YHB 2	22	3	200	45.75±0.25 <sup>efg</sup>
YHB 3	40	15	350	44.21±0.33 <sup>h</sup>
YHB 4	22	9	350	44.44±0.12 <sup>gh</sup>
YHB 5	22	15	200	49.43±0.17 <sup>c</sup>
YHB 6	4	3	350	53.82±0.74 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	41.74±0.08 <sup>i</sup>
YHB 8	4	15	350	47.32±0.15 <sup>d</sup>
YHB 9	4	9	500	52.06±0.73 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	46.76±0.06 <sup>de</sup>
YHB 11	22	15	500	51.35±1.01 <sup>b</sup>
YHB 12	40	9	200	51.84±0.16 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	50.84±0.73 <sup>b</sup>
YHB14	40	9	500	46.34±0.32 <sup>def</sup>
YHB 15	22	9	350	45.06±0.17 <sup>fgh</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre C\* değerleri 41.26-53.82 arasında değişmektedir. En düşük C\* değeri kontrol örneğinde, en yüksek C\* değeri YHB 6 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir. Kontrol örneğine en yakın sonuçlar ise YHB 1 ve YHB 7 proseslerinde görülmüştür (Çizelge 4.71).

Analizlerde elde edilen sonuçlara ikinci dereceden modelleme yapılabilmesi için sonuçların normal dağılım sergilemesi gerekmektedir. Acısız şalgam suyu C\* değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeni ile ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Dönüştürülmüş C\* değerlerine ikinci dereceden modelleme uygulanmış ve önemsiz olarak belirlenmiş terimlerin modelden çıkarılması ile

Çizelge 4.72’de verilen revize ANOVA çıktıları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve C\* değeri için Johnson dönüşüm grafiği Ek 4.32’de verilmiştir.

**Çizelge 4.72.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu C\* değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	29.969	4.2813	11.96	0.000
T	1	10.890	10.8902	30.43	0.000
t	1	1.951	1.9509	5.45	0.025
T*T	1	3.545	3.5449	9.91	0.003
P*P	1	3.434	3.4338	9.60	0.004
T*t	1	6.686	6.6862	18.69	0.000
T*P	1	1.865	1.8649	5.21	0.028
t*P	1	2.063	2.0633	5.77	0.021
Kalıntı	37	13.240	0.3578		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	11.985	2.3970	61.13	0.000
Saf hata	32	1.255	0.0392		
Toplam	44	43.209			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.598185	0.69	0.64	0.52

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu C\* değeri üzerine etki eden faktörler sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.72). C\* değeri üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.11 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu hue (renk tonu, $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.73’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $h^\circ$  değerleri 0.44-0.60 arasında değişmektedir. En düşük  $h^\circ$  değerine YHB 1, YHB 7 prosesleri ve kontrol örneği (0.44) sahip olurken, en yüksek değere YHB 15 prosesi (0.60) sahip olmuştur.

**Çizelge 4.73.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama  $h^\circ$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basıncı (MPa)	$h^\circ$
Kontrol	0	0	0	0.44±0.01 <sup>hi</sup>
YHB 1	40	3	350	0.44±0.01 <sup>i</sup>
YHB 2	22	3	200	0.48±0.01 <sup>f</sup>
YHB 3	40	15	350	0.46±0.00 <sup>gh</sup>
YHB 4	22	9	350	0.47±0.00 <sup>fg</sup>
YHB 5	22	15	200	0.53±0.00 <sup>d</sup>
YHB 6	4	3	350	0.57±0.02 <sup>b</sup>
YHB 7	22	3	500	0.44±0.01 <sup>i</sup>
YHB 8	4	15	350	0.51±0.00 <sup>e</sup>
YHB 9	4	9	500	0.55±0.01 <sup>bc</sup>
YHB 10	22	9	350	0.57±0.01 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	0.54±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 12	40	9	200	0.54±0.00 <sup>cd</sup>
YHB 13	4	9	200	0.54±0.00 <sup>cd</sup>
YHB14	40	9	500	0.49±0.01 <sup>ef</sup>
YHB 15	22	9	350	0.60±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada YHB prosesine tabi tutulan acısız şalgam suyu  $h^\circ$  değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizinin uygulanmasından sonra elde edilen değerlerin normal dağılım sergilediği belirlenmiştir. ANOVA modelinin normallik şartını sağlayan  $h^\circ$  değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve önemsiz olarak belirlenen terimler hiyerarşik olarak modellemeyi çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.74’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.33’te verilmiştir.

**Çizelge 4.74.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu  $h^\circ$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	0.066324	0.011054	12.60	0.000
T	1	0.020304	0.020304	23.14	0.000
t	1	0.004703	0.004703	5.36	0.026
T*T	1	0.005360	0.005360	6.11	0.018
t*t	1	0.029960	0.029960	34.14	0.000
P*P	1	0.003879	0.003879	4.42	0.042
T*t	1	0.005729	0.005729	6.53	0.015
Kalıntı	38	0.033349	0.000878		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	0.024772	0.004129	15.40	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.008577	0.000268		
Toplam	44	0.099673			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0296244	0.67	0.61	0.52

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.74’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi  $h^\circ$  değeri üzerine etki eden faktörler  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinde olduğu gibi sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).  $h^\circ$  değeri üzerine YHB prosesinin modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.12 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna BBD desenine göre uygulanan YHB proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin kontrol örneğine kıyasla renk değişimi( $\Delta E$ ) sonuçları Çizelge 4.75.’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $\Delta E$  değerleri 0.64-19.58 arasında değişmektedir. En düşük  $\Delta E$  değeri YHB 1 (0.64) prosesinde, en yüksek değer YHB 15 (19.58) prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.75.** YHB proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama  $\Delta E$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	$\Delta E$
YHB 1	40	3	350	0.64±0.14 <sup>g</sup>
YHB 2	22	3	200	4.94±0.32 <sup>e</sup>
YHB 3	40	15	350	3.09±0.39 <sup>f</sup>
YHB 4	22	9	350	3.56±0.18 <sup>f</sup>
YHB 5	22	15	200	11.01±0.09 <sup>c</sup>
YHB 6	4	3	350	14.84±0.47 <sup>b</sup>
YHB 7	22	3	500	1.20±0.54 <sup>g</sup>
YHB 8	4	15	350	6.87±0.24 <sup>d</sup>
YHB 9	4	9	500	12.19±1.26 <sup>c</sup>
YHB 10	22	9	350	14.55±0.04 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	12.25±0.31 <sup>c</sup>
YHB 12	40	9	200	11.89±0.35 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	11.14±0.23 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	7.15±0.28 <sup>d</sup>
YHB 15	22	9	350	19.58±0.56 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen acısız şalgam suyu  $\Delta E$  değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede  $\Delta E$  değerleri üzerinde etkisi olmadığı belirlenen ( $p > 0.05$ ) terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.76’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.34’te verilmiştir.

**Çizelge 4.76.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu  $\Delta E$  değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	838.14	139.690	13.10	0.000
T	1	186.15	186.150	17.46	0.000
t	1	50.48	50.480	4.73	0.036
T*T	1	98.83	98.828	9.27	0.004
t*t	1	429.93	429.927	40.32	0.000
P*P	1	44.12	44.123	4.14	0.049
T*t	1	81.47	81.474	7.64	0.009
Kalıntı	38	405.15	10.662		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	321.09	53.515	20.37	<b>0.000</b>
Saf hata	32	84.06	2.627		
Toplam	44	1243.29			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	3.26524	0.67	0.62	0.53

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modellemede  $\Delta E$  değeri üzerinde sıcaklık ve süre faktörlerinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.76). Modelin uyum eksikliği ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.13 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan YHB proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin hesaplanan ortalama renk yoğunluğu (IC) değerleri Çizelge 4.77’de absorbans (Abs) cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre IC değerleri 4.44-4.71 Abs arasında değişmektedir. Çizelge 4.77 incelendiğinde IC değerlerinin birbirine yakın olduğu ve duyarlılığın yüksek olması nedeni ile yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarında birbirlerinden farklı olarak yorumlanmıştır. En düşük IC değeri YHB 6, en yüksek değer YHB 8 prosesinde elde edilmiştir.



**Çizelge 4.77.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama IC değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	IC (Abs)
Kontrol	0	0	0	4.53±0.10 <sup>def</sup>
YHB 1	40	3	350	4.47±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 2	22	3	200	4.50±0.01 <sup>ef</sup>
YHB 3	40	15	350	4.57±0.01 <sup>bcde</sup>
YHB 4	22	9	350	4.48±0.01 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	4.50±0.03 <sup>ef</sup>
YHB 6	4	3	350	4.44±0.01 <sup>f</sup>
YHB 7	22	3	500	4.53±0.01 <sup>ef</sup>
YHB 8	4	15	350	4.71±0.02 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	4.65±0.07 <sup>ab</sup>
YHB 10	22	9	350	4.56±0.02 <sup>bcde</sup>
YHB 11	22	15	500	4.51±0.03 <sup>ef</sup>
YHB 12	40	9	200	4.63±0.00 <sup>abcd</sup>
YHB 13	4	9	200	4.64±0.00 <sup>abc</sup>
YHB14	40	9	500	4.54±0.03 <sup>cdef</sup>
YHB 15	22	9	350	4.52±0.01 <sup>ef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizler sonucunda elde edilen IC değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeniyle Johnson dönüşümü yapılarak ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Dönüşümü tamamlanan IC değerlerine yapılan modellemede önemsiz terimlerin çıkarılmasıyla elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.78’de, IC değeri dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.35’te verilmiştir.

**Çizelge 4.78.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu IC değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	22.801	4.5602	10.54	0.000
t	1	7.910	7.9102	18.29	0.000
T*T	1	3.990	3.9903	9.23	0.004
t*t	1	4.451	4.4505	10.29	0.003
P*P	1	2.095	2.0948	4.84	0.034
T*t	1	3.606	3.6061	8.34	0.006
Kalıntı	39	16.869	0.4325		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	12.643	1.8061	13.67	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.226	0.1321		
Toplam	44	39.670			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.657677	0.57	0.52	0.42

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA sonuçları incelendiğinde; ikinci dereceden modellemede IC değeri üzerinde sadece t faktörü önemli olarak belirlenmiştir. Modellemenin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile YHB

ile proses edilmiş acısız şalgam suyu IC değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.14 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi

Deneme desenindeki koşullarına göre YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu renk tonu değerleri ile kontrol örneğinin renk tonu değerleri Çizelge 4.79'da verilmiştir.

**Çizelge 4.79.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama renk tonu değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	Renk tonu
Kontrol	0	0	0	0.61±0.01 <sup>def</sup>
YHB 1	40	3	350	0.60±0.00 <sup>f</sup>
YHB 2	22	3	200	0.61±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 3	40	15	350	0.62±0.00 <sup>cd</sup>
YHB 4	22	9	350	0.60±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	0.61±0.00 <sup>ef</sup>
YHB 6	4	3	350	0.60±0.00 <sup>f</sup>
YHB 7	22	3	500	0.61±0.00 <sup>cdef</sup>
YHB 8	4	15	350	0.65±0.01 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	0.64±0.00 <sup>ab</sup>
YHB 10	22	9	350	0.62±0.00 <sup>cde</sup>
YHB 11	22	15	500	0.62±0.01 <sup>cdef</sup>
YHB 12	40	9	200	0.63±0.01 <sup>bc</sup>
YHB 13	4	9	200	0.63±0.01 <sup>c</sup>
YHB14	40	9	500	0.61±0.01 <sup>cdef</sup>
YHB 15	22	9	350	0.62±0.01 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre renk tonu değerleri 0.60-0.65 arasında değişmektedir. En düşük renk tonu değeri YHB 6 proses koşullarında, en yüksek değeri ise YHB 8 proses koşullarında elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Çalışmada normal dağılım sergilemesi için dönüşümü yapılmış olan renk tonu değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış ve önemsiz terimlerin modelden çıkarılması ile Çizelge 4.80'de verilen revize ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve renk tonu değeri için dönüşüm grafiği Ek 4.36'da verilmiştir.

**Çizelge 4.80.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu renk tonu değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	20.214	5.0535	9.11	0.000
T	1	2.938	2.9380	5.30	0.027
t	1	10.603	10.6026	19.11	0.000
T*T	1	2.489	2.4891	4.49	0.040
t*t	1	3.716	3.7157	6.70	0.013
Kalıntı	40	22.192	0.5548		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	16.098	2.0122	10.57	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.094	0.1904		
Toplam	44	42.406			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.744843	0.48	0.42	0.33

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.80'de verilen revize ANOVA çıktıları incelendiğinde YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının renk tonu değeri üzerinde uygulama sıcaklığı ve süresinin önemli olduğu, modellemenin uyum eksikliği ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.15 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Çizelge 4.81'de YHB uygulamalarındaki acısız şalgam suyu SRB değerleri % cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde değerlerin %35.70-36.69 arasında değiştiği, SRB bakımında YHB 8 prosesinin en yüksek değere, YHB 6 prosesinin de en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın değer YHB 1, YHB 2, YHB 5 proseslerin de (%35.74) elde edilmiştir.

**Çizelge 4.81.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama SRB değeri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	SRB (%)
Kontrol	0	0	0	35.73±0.26 <sup>de</sup>
YHB 1	40	3	350	35.74±0.09 <sup>de</sup>
YHB 2	22	3	200	35.74±0.02 <sup>de</sup>
YHB 3	40	15	350	36.27±0.04 <sup>b</sup>
YHB 4	22	9	350	35.88±0.05 <sup>cde</sup>
YHB 5	22	15	200	35.74±0.00 <sup>de</sup>
YHB 6	4	3	350	35.70±0.03 <sup>e</sup>
YHB 7	22	3	500	36.00±0.05 <sup>bcd</sup>
YHB 8	4	15	350	36.69±0.03 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	36.63±0.06 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	36.14±0.05 <sup>bc</sup>
YHB 11	22	15	500	36.08±0.14 <sup>bc</sup>
YHB 12	40	9	200	36.26±0.01 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	36.16±0.10 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	36.02±0.14 <sup>bcd</sup>
YHB 15	22	9	350	36.18±0.10 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde elde edilen SRB değerlerine Johnson dönüşümü uygulandıktan sonra ikinci dereceden modelleme yapılmıştır. Modellemede SRB değeri için önemsiz olduğu belirlenen faktörler modellemeden çıkarılmış ve elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.82’de verilmiştir. SRB değerleri için dönüşüm denklemini de içeren grafik ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.37’de verilmiştir.

**Çizelge 4.82.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu SRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	29.250	4.8750	10.58	0.000
T	1	2.504	2.5043	5.44	0.025
t	1	11.822	11.8216	25.66	0.000
P	1	3.391	3.3906	7.36	0.010
T*T	1	2.794	2.7942	6.06	0.018
t*t	1	5.320	5.3199	11.55	0.002
T*P	1	2.824	2.8241	6.13	0.018
Kalıntı	38	17.508	0.4607		
Uyum eksikliği	6	13.047	2.1745	15.60	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.461	0.1394		
Toplam	44	46.758			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.678777	0.63	0.57	0.48

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Verilen ANOVA sonuçları incelendiğinde SRB değerleri üzerinde sıcaklık, süre, basınç faktörleri önemli olarak belirlenmiştir. YHB ile proses edilmiş acısız

şalgam sularının modele göre uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.16 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (P, T ve t) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama mavi renk bileşimi (MRB) değerleri Çizelge 4.83’de % cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.83.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama MRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	MRB (%)
Kontrol	0	0	0	5.54±0.54 <sup>cd</sup>
YHB 1	40	3	350	5.01±0.00 <sup>f</sup>
YHB 2	22	3	200	5.21±0.00 <sup>def</sup>
YHB 3	40	15	350	5.91±0.00 <sup>bc</sup>
YHB 4	22	9	350	5.11±0.01 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	5.30±0.09 <sup>def</sup>
YHB 6	4	3	350	4.95±0.00 <sup>f</sup>
YHB 7	22	3	500	5.36±0.02 <sup>def</sup>
YHB 8	4	15	350	6.43±0.01 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	6.24±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 10	22	9	350	5.53±0.00 <sup>cd</sup>
YHB 11	22	15	500	5.06±0.01 <sup>f</sup>
YHB 12	40	9	200	5.79±0.03 <sup>c</sup>
YHB 13	4	9	200	5.51±0.01 <sup>cde</sup>
YHB14	40	9	500	5.29±0.02 <sup>def</sup>
YHB 15	22	9	350	5.35±0.01 <sup>def</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde değerlerin % 4.95-6.43 arasında değiştiği, MRB bakımından YHB 8 prosesinin en yüksek değere, YHB 6 prosesinin en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın sonucun YHB 10 prosesinde elde edildiği görülmektedir. Ayrıca sonuçların incelenmesiyle değerlerin birbirlerine yakın olduğu standart sapma değerlerinin düşük olduğu bu nedenlerle de yapılan tek önlü ANOVA karşılaştırma testi sonuçlarında örneklerin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir.

YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının elde edilen MRB değerlerinin normallik testi yapılmış ve normal dağılım sergilemediği belirlenmiştir.

Modellemenin yapılabilmesi için ilk olarak MRB değerlerine Johnson dönüşümü yapılmış, ardından elde edilen değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede MRB değeri için önemsiz olarak belirlenen terimler modellemeden çıkarılmış ve elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.84’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ile MRB değeri Johnson dönüm grafiği Ek 4.38’de verilmiştir.

**Çizelge 4.84.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu MRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	21.052	5.2629	8.47	0.000
T	1	10.948	10.9481	17.61	0.000
T*T	1	3.096	3.0957	4.98	0.031
t*t	1	2.853	2.8533	4.59	0.038
T*P	1	3.697	3.6971	5.95	0.019
Kalıntı	40	24.864	0.6216		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	22.654	2.8317	41.00	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.210	0.0691		
Toplam	44	45.915			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.788413	0.46	0.40	0.32

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.84’de verilen ANOVA sonuçları incelendiğinde MRB değeri için sadece süre faktörü önemli olarak bulunmuştur. MRB değeri üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p>0.05$ ’den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.17 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Deneme desenindeki proses koşullarına göre YHB ile muamele edilmiş acısız şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş acısız şalgam suyunun ortalama kırmızı renk bileşimi (KRB) değerleri Çizelge 4.85’de % olarak verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde KRB değerlerinin YHB proses parametreleri ile değişiklik gösterdiği, değerlerin %56.96-59.56 arasında değiştiği, KRB bakımından YHB 1 (%59.56) prosesinin en yüksek değere, YHB 8 (%56.96) prosesinin de en düşük değere sahip

olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın sonuç ise YHB 5 prosesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.85).

**Çizelge 4.85.** YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu KRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınc (MPa)	KRB (%)
Kontrol	0	0	0	58.73±0.75 <sup>bcd</sup>
YHB 1	40	3	350	59.56±0.02 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	58.96±0.10 <sup>bc</sup>
YHB 3	40	15	350	57.81±0.04 <sup>ef</sup>
YHB 4	22	9	350	59.11±0.05 <sup>ab</sup>
YHB 5	22	15	200	58.73±0.17 <sup>bcd</sup>
YHB 6	4	3	350	58.94±0.02 <sup>bc</sup>
YHB 7	22	3	500	58.64±0.06 <sup>bcd</sup>
YHB 8	4	15	350	56.96±0.14 <sup>g</sup>
YHB 9	4	9	500	57.49±0.01 <sup>fg</sup>
YHB 10	22	9	350	58.31±0.00 <sup>de</sup>
YHB 11	22	15	500	58.99±0.02 <sup>ab</sup>
YHB 12	40	9	200	58.17±0.02 <sup>de</sup>
YHB 13	4	9	200	58.37±0.03 <sup>cde</sup>
YHB14	40	9	500	58.76±0.04 <sup>bcd</sup>
YHB 15	22	9	350	58.59±0.07 <sup>bcd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizler sonucunda elde edilen acısız şalgam sularının KRB değerlerinin normal dağılım sergilemesi için Johnson dönüşüm yapılmış, elde edilen yeni değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olduğu belirlenen önemsiz parametrelerin modellemeden çıkarılmasıyla elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.86’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ile KRB değerinin dönüşüm grafiği Ek 4.39’da verilmiştir.

**Çizelge 4.86.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu KRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	19.063	4.7658	11.07	0.000
T	1	3.809	3.8086	8.85	0.005
t	1	9.154	9.1541	21.27	0.000
T*T	1	3.657	3.6567	8.50	0.006
T*P	1	2.444	2.4438	5.68	0.022
Kalıntı	40	17.216	0.4304		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	13.653	1.7066	15.33	<b>0.000</b>
Saf hata	32	3.563	0.1113		
Toplam	44	36.279			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.656048	0.53	0.48	0.42

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile elde edilen ANOVA tablosu incelendiğinde; KRB değeri üzerinde uygulama sıcaklığı ve süresi faktörleri önemli olarak bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değerin  $p < 0.05$  olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.18 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan farklı sıcaklık (4-40 °C), süre (3-15 dk), basınç (200-500 MPa) koşulları, elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acısız şalgam suyunun toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı Çizelge 4.87’ de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acısız şalgam suyunun TMA miktarı 1.66-2.89 mg/100mL arasında değişmektedir. En yüksek TMA içeriği kontrol örneğinde, en düşük değer ise YHB 8 prosesinde tespit edilmiştir. YHB ile proses edilmiş örneklerin tamamında TMA miktarının kontrol örneğine kıyasla azaldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.87.** YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama TMA miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMA (mg/100mL)
Kontrol	0	0	0	2.89±1.07 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	2.57±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 2	22	3	200	2.53±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 3	40	15	350	2.05±0.05 <sup>bcd</sup>
YHB 4	22	9	350	2.25±0.01 <sup>abcd</sup>
YHB 5	22	15	200	2.21±0.01 <sup>abcd</sup>
YHB 6	4	3	350	2.56±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 7	22	3	500	2.75±0.02 <sup>ab</sup>
YHB 8	4	15	350	1.66±0.01 <sup>d</sup>
YHB 9	4	9	500	2.15±0.01 <sup>abcd</sup>
YHB 10	22	9	350	2.24±0.02 <sup>abcd</sup>
YHB 11	22	15	500	1.93±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 12	40	9	200	2.37±0.01 <sup>abcd</sup>
YHB 13	4	9	200	2.37±0.00 <sup>abcd</sup>
YHB14	40	9	500	2.25±0.01 <sup>abcd</sup>
YHB 15	22	9	350	2.23±0.03 <sup>abcd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenindeki parametrelere göre YHB ile proses edilen şalgam sularının TMA miktarı sonuçlarına normal dağılım sergilememeleri nedeni ile Johnson dönüşümü uygulanmış, elde edilen sonuçlar ikinci dereceden matematiksel modele tabi tutulmuştur. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve



$p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.88’de, TMA Johnson dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.40’da verilmiştir.

**Çizelge 4.88.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu TMA miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	35.4043	5.0578	167.66	0.000
T	1	0.6552	0.6552	21.72	0.000
t	1	30.0082	30.0082	994.74	0.000
P	1	1.3406	1.3406	44.44	0.000
t*t	1	0.1896	0.1896	6.28	0.017
P*P	1	1.0221	1.0221	33.88	0.000
T*t	1	0.5623	0.5623	18.64	0.000
t*P	1	1.6834	1.6834	55.80	0.000
Kalıntı	37	1.1162	0.0302		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	0.9879	0.1976	49.30	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1282	0.0040		
Toplam	44	36.5205			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.173686	0.97	0.96	0.95

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi acısız şalgam suyu TMA miktarı üzerine etki eden faktörler sıcaklık uygulama süresi, basıncı önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.88). TMA miktarı değerlerinin modellenmesi ile elde edilen sonuçlara göre  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  değerleri sırası ile 0.96, 0.96, ve 0.95 olarak belirlenmesi rağmen modelin uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olarak belirlenmesi nedeni ile TMA miktarı için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.2.19 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan farklı YHB proses koşulları sıcaklık (4-40°C), süre (3-15dk), basınç (200-500 MPa), bu proseslerden elde edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem görmemiş acısız şalgam suyunun toplam fenolik madde (TFM) miktarı Çizelge 4.89’da mg GAE/mL cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.89.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama TFM miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TFM (mg GAE/mL)
Kontrol	0	0	0	263.9±23.0 <sup>ab</sup>
YHB 1	40	3	350	263.62±3.60 <sup>ab</sup>
YHB 2	22	3	200	184.44±9.92 <sup>d</sup>
YHB 3	40	15	350	210.72±11.34 <sup>c</sup>
YHB 4	22	9	350	244.62±5.40 <sup>b</sup>
YHB 5	22	15	200	246.19±1.65 <sup>b</sup>
YHB 6	4	3	350	250.95±2.51 <sup>ab</sup>
YHB 7	22	3	500	256.65±7.78 <sup>ab</sup>
YHB 8	4	15	350	249.01±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 9	4	9	500	244.93±7.62 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	250.95±4.35 <sup>ab</sup>
YHB 11	22	15	500	254.43±3.60 <sup>ab</sup>
YHB 12	40	9	200	245.88±3.05 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	254.43±5.40 <sup>ab</sup>
YHB 14	40	9	500	272.80±0.00 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	259.50±5.29 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre acısız şalgam suyunun TFM miktarı 184.44-272.80 mg/mL arasında değişmektedir. En yüksek TFM içeriği YHB 14 prosesinde, en düşük değer YHB 2 prosesinde tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin çoğunluğunun fenolik madde içeriğinin kontrol örneğine yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.89).

Modellemenin temel şartı olan normal dağılım sergilemediği belirlenen TFM miktarı sonuçlarına Johnson dönüşüm yapılarak ikinci dereceden matematiksel modelleme işlemi uygulanmıştır. Modellemede TFM miktarı üzerinde etkisi olmadığı belirlenen terimler ( $p > 0.05$ ) modelden çıkarılmış ve Çizelge 4.90'da verilen revize edilmiş ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve TFM miktarı için uygulanan Johnson dönüşüm grafiği ise Ek 4.41'de verilmiştir.

**Çizelge 4.90.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu TFM miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	17.702	5.9008	10.46	0.000
P	1	7.331	7.3311	13.00	0.001
t*t					
T*t	1	4.855	4.8546	8.61	0.005
T*P	1	5.517	5.5166	9.78	0.003
t*P					
Kalıntı	41	23.125	0.5640		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	14.882	1.6536	6.42	<b>0.000</b>
Saf hata	32	8.243	0.2576		
Toplam	44	40.828			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.751019	0.43	0.39	0.32

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde TFM miktarı üzerinde sadece uygulama basıncı faktörü önemli olarak bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir (Çizelge 4.90).

#### 4.2.20 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (T, t, P) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin antioksidan aktivitesi (AA) ortalama değerleri Çizelge 4.91' de % cinsinden verilmiştir. Sonuçlara göre AA değeri %61.72-65.51 arasında değişmektedir. En yüksek AA değeri kontrol örneğinde (%65.51), en düşük AA değeri ise YHB 9 prosesinde (%61.72) elde edilmiştir. Ayrıca, proses edilen tüm örneklerin AA değerinde kontrol örneğine kıyasla azalma olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde proses edilen şalgam sularının AA değerlerinin birbirine çok yakın olduğu bu nedenle de duyarlılığın yüksek olduğu ve yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarında proseslerin farklı olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.91.** YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama AA değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç(MPa)	AA (%)
Kontrol	0	0	0	65.51±2.60 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	62.96±0.25 <sup>bcdef</sup>
YHB 2	22	3	200	63.46±0.39 <sup>bcdef</sup>
YHB 3	40	15	350	62.94±0.10 <sup>bcdef</sup>
YHB 4	22	9	350	64.06±0.42 <sup>abcd</sup>
YHB 5	22	15	200	64.55±0.02 <sup>ab</sup>
YHB 6	4	3	350	63.89±0.09 <sup>abcde</sup>
YHB 7	22	3	500	64.43±0.15 <sup>abc</sup>
YHB 8	4	15	350	64.19±0.09 <sup>abcd</sup>
YHB 9	4	9	500	61.73±0.33 <sup>f</sup>
YHB 10	22	9	350	63.58±0.09 <sup>abcdef</sup>
YHB 11	22	15	500	62.26±0.16 <sup>def</sup>
YHB 12	40	9	200	62.15±0.15 <sup>def</sup>
YHB 13	4	9	200	62.50±0.06 <sup>cdef</sup>
YHB14	40	9	500	61.97±0.02 <sup>ef</sup>
YHB 15	22	9	350	64.97±0.03 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benkhken deneme desenine göre, YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının analizinden elde edilen AA sonuçları normal dağılım sergilemesi nedeni ile ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış, elde edilen değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olması nedeniyle önemsiz olduğu belirlenen faktörler hiyerarşik olarak modelden çıkarılarak istatistik analizleri tekrarlanmıştır ve elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.92’de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve AA değeri için yapılan Johnson dönüşüm grafiği Ek 4.42’de verilmiştir.

**Çizelge 4.92.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	$p$
Sabit (Constant)	0.863	0.166	0.000
Lineer			
P	-0.285	0.101	0.008
Square			
T <sup>2</sup>	-1.047	0.149	0.000
t <sup>2</sup>	0.323	0.149	0.037
P <sup>2</sup>	-0.873	0.149	0.000
Interaction			
t*P	-0.660	0.143	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.071</b>
R değeri (%)	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
	0.75	0.72	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu AA değeri üzerinde etki eden faktörler sadece basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p <$

0.05) (Çizelge 4.92). AA üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.071$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu AA değerine ait bazı model çıktılarında  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.75, 0.72 ve 0.68 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.92).

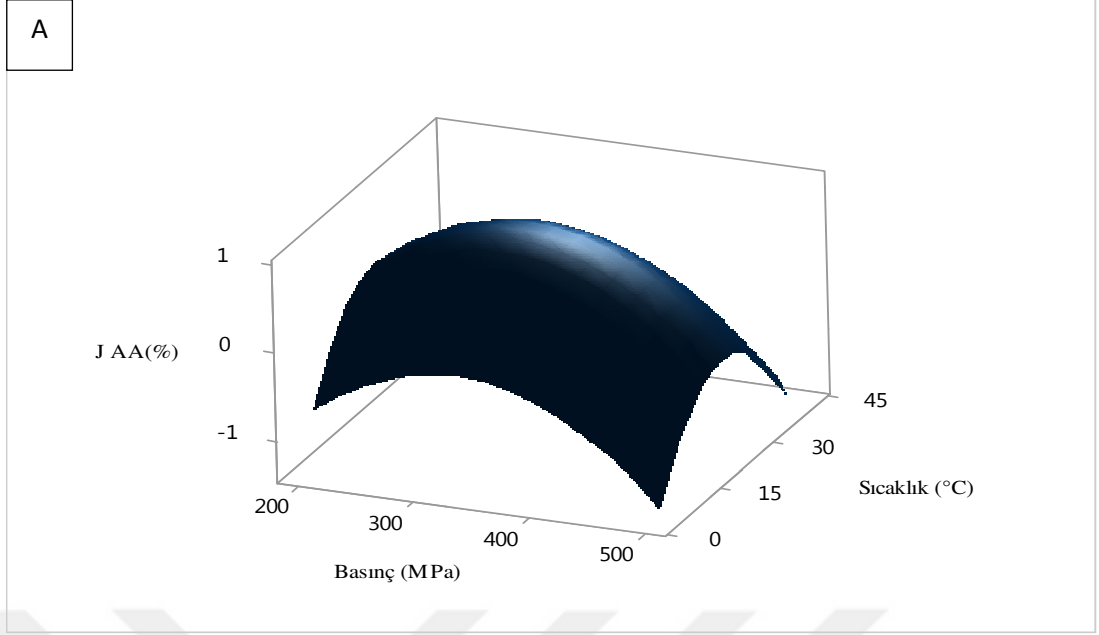
Modellemeyle YHB uygulaması ile acısız şalgam suyunun AA değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin modelleme ile belirlenen katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde AA değerinin tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik kodlu katsayılar cinsinden aşağıda verilmiştir (Denklem 7).

$$AA (\%) = 0.863 - 0.285 * P - 1.047 * T * T + 0.323 * t * t - 0.873 * P * P - 0.660 * t * P$$

(Denklem 7)

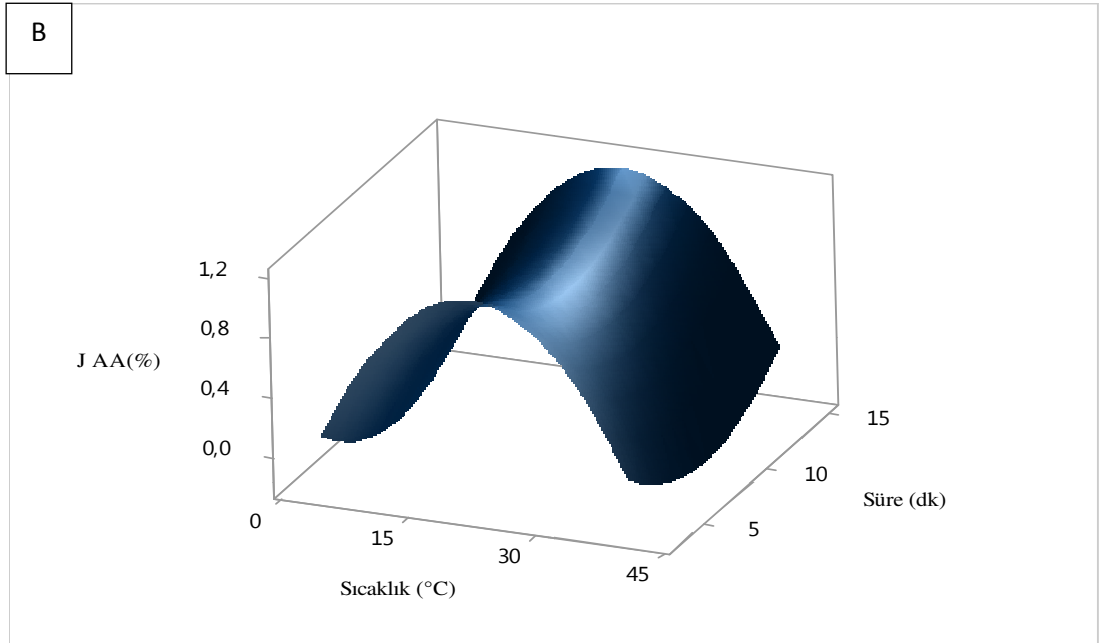
YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu AA değeri üzerine etki eden en etkin faktör basınç (0.285) olarak bulunmuştur. AA üzerine basınç negatif etki göstermektedir. Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) çizilmiş ve Şekil 4.13'te verilmiştir.

Şekil 4.13.A'de acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında sıcaklık ve basıncın AA üzerine etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.13.A' da sabit uygulama süresinde (9 dk); basıncın 200-350 MPa arasındaki artışı ile AA değerinin artacağı 350-500 MPa aralığındaki basınç artışı ile AA değerinin azalacağı, öngörülmektedir. Aynı şekilde uygulama sıcaklığının 4-22°C arasında arttırılması ile AA değerini artacağı, 22-40°C arasındaki sıcaklık artışı ile AA değerinin azalacağı öngörülmektedir.

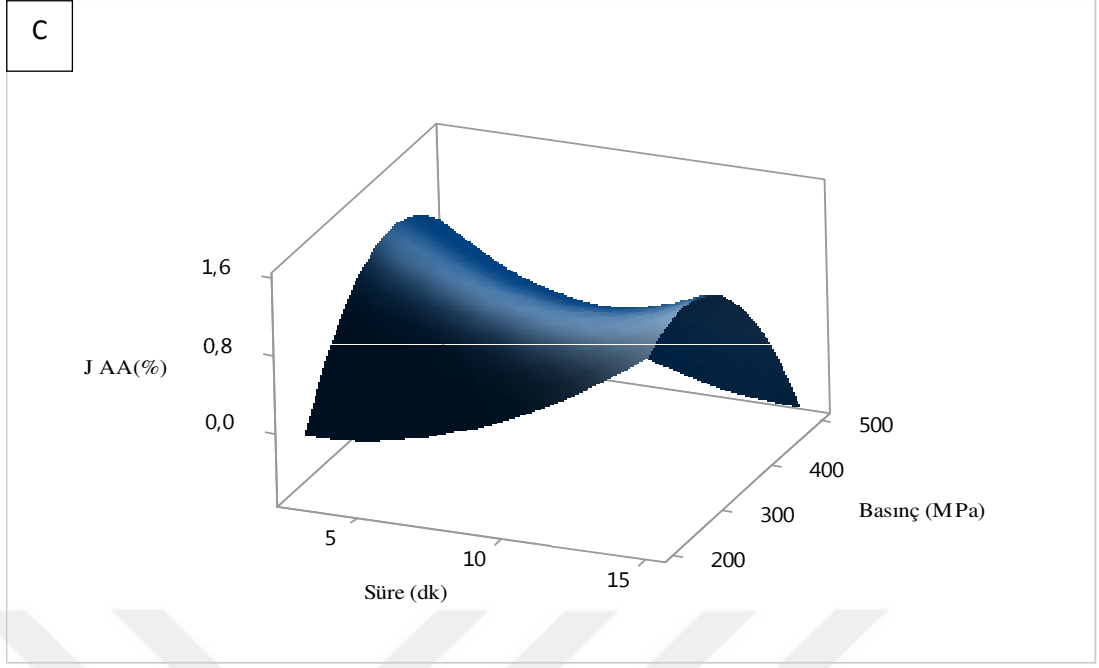


**Şekil 4.13.A.** Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık, süre ve basıncın AA değeri üzerine etkisinin 3D grafiği (A:  $t=9$  dk, B:  $P= 350$  MPa, C:  $T=22$  °C)

Şekil 4.13.B’de sabit uygulama basıncında (350 MPa); uygulama sıcaklığının 4-22 °C arasında artırılması ile AA değerini artacağı, 22-40°C arasındaki sıcaklık artışı ile AA değerinin azalacağı öngörülmektedir. Uygulama süresinin artışı ile de AA değerinin aşamalı olarak artacağı görülmektedir.



**Şekil 4.13.B.** Acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında sıcaklık ve sürenin AA üzerine etkisi



**Şekil 4.13.C.** Acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında basınç ve sürenin AA üzerine etkisinin 3D grafiği.

Şekil 4.13.C’de ise sabit uygulama sıcaklığında (22 °C); t\*P etkileşimi nedeni ile AA değerindeki değişim net olarak görülmektedir. Basıncın 200-350 MPa arasındaki artışı ile AA değerinin artacağı 350-500 MPa aralığındaki basınç artışı ile AA değerinin azalacağı, uygulama süresinin artışı ile de AA değerinin aşamalı olarak artacağı görülmektedir.

Sonuç olarak acısız şalgam suyuna YHB uygulanması sonucu maksimum AA değerinin 22°C -15 dk-350 MPa koşullarında tespit edileceği söylenebilmektedir.

#### **4.2.21 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun uçur asit miktarı üzerine etkisi**

Acısız şalgam suyuna uygulan yüksek hidrostatik basınç proses parametreleri (T, t, P) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin uçur asit (UA) miktarının ortalama değerleri Çizelge 4.93’de g/L asetik asit cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.93.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu ortalama uçar asit miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	UA (g/L asetik asit)
Kontrol	0	0	0	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 3	40	15	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 4	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 5	22	15	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 6	4	3	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 7	22	3	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 9	4	9	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 10	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 11	22	15	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 12	40	9	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 13	4	9	200	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB14	40	9	500	0.24±0.00 <sup>a</sup>
YHB 15	22	9	350	0.24±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelgedeki değerler incelendiğinde YHB ile acısız şalgam suyunun proses edilmesiyle uçar asit miktarının değişmediği görülmektedir. YHB proses parametrelerinin uçar asit miktarı üzerinde bir etkisi olmadığı için modelleme uygulanamamaktadır.

#### 4.2.22 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi

YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş olan acısız şalgam suyu kontrol örneğinin indirgen şeker miktarının (İŞM) ortalama değerleri Çizelge 4.94’de g/L cinsinden verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara göre indirgen şeker miktarı 0.33-0.40 g/L arasında değişmektedir. En yüksek indirgen şeker miktarı sonuçları YHB 1 (0.40 g/L) ve YHB 7 (0.40 g/L) proseslerinde, en düşük değere ise YHB 12 prosesinde (0.33 g/L) elde edilmiştir. Ayrıca örneklerin çoğunluğunun kontrol örneğine yakın değerlerde indirgen şeker miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.



**Çizelge 4.94.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ortalama indirgen şeker miktarı (İŞM)

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınc (MPa)	İŞM (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.38±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 1	40	3	350	0.40±0.02 <sup>a</sup>
YHB 2	22	3	200	0.39±0.02 <sup>abc</sup>
YHB 3	40	15	350	0.38±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 4	22	9	350	0.39±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 5	22	15	200	0.39±0.01 <sup>ab</sup>
YHB 6	4	3	350	0.38±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 7	22	3	500	0.40±0.02 <sup>a</sup>
YHB 8	4	15	350	0.37±0.01 <sup>bc</sup>
YHB 9	4	9	500	0.36±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 10	22	9	350	0.36±0.01 <sup>cd</sup>
YHB 11	22	15	500	0.38±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 12	40	9	200	0.33±0.01 <sup>e</sup>
YHB 13	4	9	200	0.37±0.01 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	0.39±0.01 <sup>abc</sup>
YHB 15	22	9	350	0.34±0.01 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benhken deneme desenine göre, YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının analizinden elde edilen indirgen şeker miktarı değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış, önemiz olduğu belirlenen terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.95’de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.43’te verilmiştir.

**Çizelge 4.95.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden matematiksel modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	0.36429	0.00309	0.000
Lineer			
t	-0.00625	0.00289	0.037
Square			
t <sup>2</sup>	0.02280	0.00423	0.000
Interaction			
T*P	0.01583	0.00409	0.000
t*P	-0.00833	0.00409	0.048
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.069</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.57	0.53	0.48

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.95’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu İŞM üzerinde etki eden faktör sadece uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Modelin çıktılarından R<sup>2</sup>, düzeltilmiş R<sup>2</sup> ve tahmini R<sup>2</sup> sırasıyla 0.57, 0.53 ve 0.48 olarak bulunmuştur. YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.069$

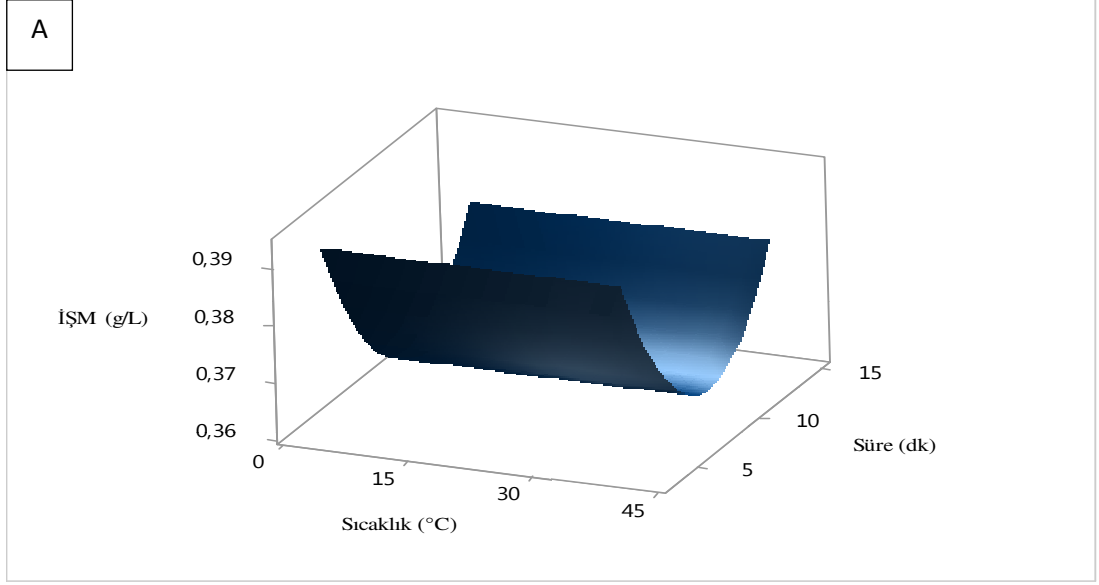
olarak ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur. Bu nedenle, YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyu İŞM için sistem başarılı şekilde modellenmiştir.

Modellemeyle YHB uygulaması ile acısız şalgam suyunun İŞM üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin kodlu katsayıları kullanılarak matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 8).

$$\text{İndirgen şeker (g/L)} = 0.36429 - 0.00625*t + 0.02280*t*t + 0.01583*T*P - 0.00833*t*P \text{ (Denklem 8)}$$

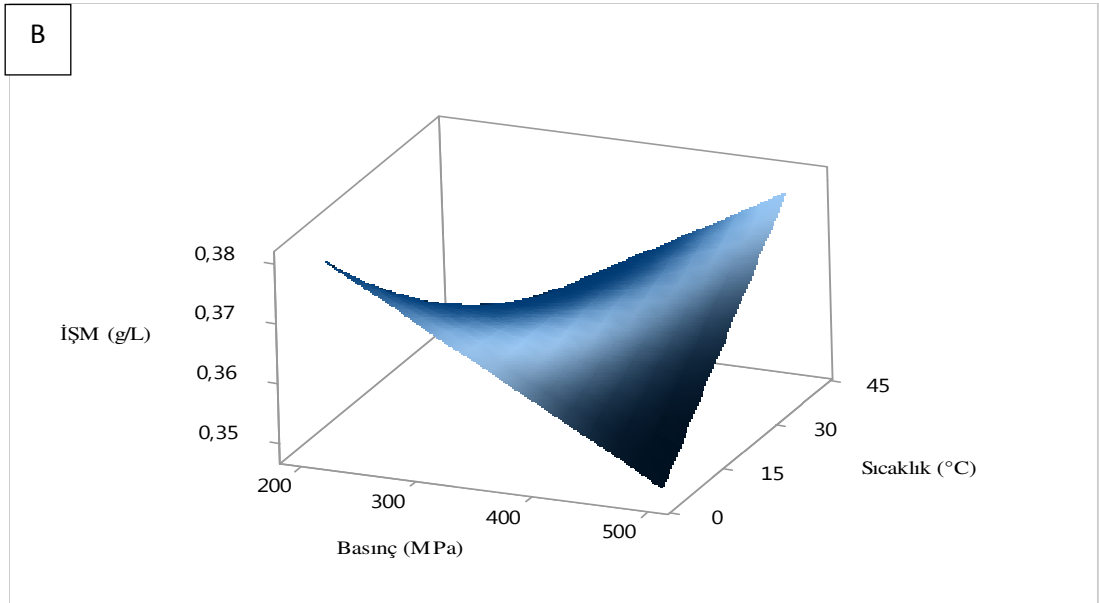
Acısız şalgam suyu İŞM üzerine etki eden en etkin faktör uygulama süresi (0.00625) olarak bulunmuştur. Uygulama süresi İŞM üzerinde negatif etki göstermektedir (Denklem 8). Modelleme kullanılan terimler ile indirgen şeker miktarı arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi için çizilen 3D grafikler Şekil 4.14'de verilmiştir.

Şekil 4.14.A'da acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında sıcaklık ve sürenin İŞM üzerine etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.14.A'da sabit bir basınç değerinde (350 MPa) uygulama sıcaklığının bir etkisi olmaksızın uygulama süresinin 3-9 dakika aralığında artırılmasının indirgen şeker miktarının azalmasına, 9-15 dk aralığındaki uygulamalarda ise uygulama süresinin artması ile indirgen şeker miktarında artış olacağı öngörülmektedir.

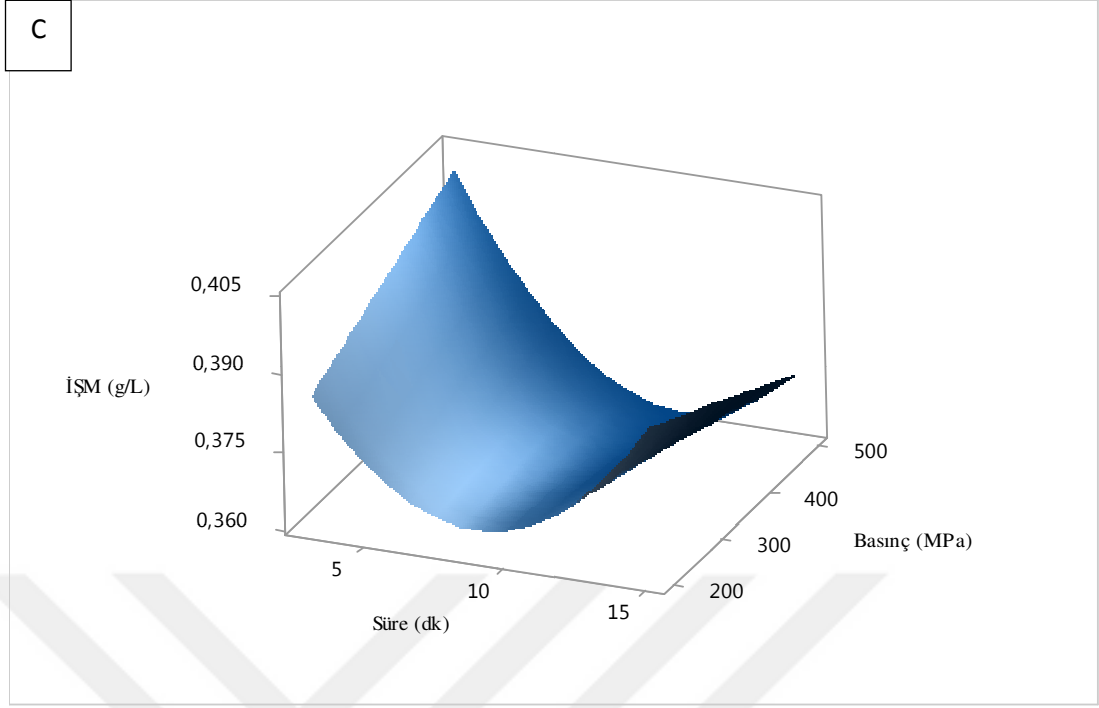


**Şekil 4.14.A.** Acısız şalgam suyuna YHB uygulamasında sıcaklık süre ve basıncın İŞM üzerine etkisinin 3D grafiği (A: P=350MPa B: t=9dk C: T=22 °C)

Şekil.4.14.B’de sabit uygulama süresinde (9 dk), basınç ve sıcaklık ile İŞM arasında ilişkinin 3D grafiği verilmiştir. Uygulama basıncının artmasının İŞM azalacağı, uygulama sıcaklığının artışı ile İŞM artış olacağı görülmektedir. T\*P etkileşiminin net bir şekilde görüldüğü grafikte, en yüksek indirgen şeker miktarının 40 °C sıcaklık 9 dk uygulama süresi ve 500 MPa basınç koşullarındaki proseste elde edileceği görülmektedir.



**Şekil.4.14.B.** Acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında basınç ve sıcaklığın İŞM üzerine etkisi.



**Şekil 4.14.C.** Acısız şalgam suyunda YHB uygulamasında basınç ve sürenin İŞM üzerine etkisi.

Şekil 4.14.C’de ise sabit uygulama sıcaklığında (22°C) basıncın artırılması ile İŞM azalacağı, süresinin 3-9 dakika aralığında artırılmasının indirgen şeker miktarının azalmasına, 9-15 dakika aralığındaki uygulamalarda ise uygulama süresinin artması ile indirgen şeker miktarında artış olacağı öngörülmektedir. Grafiğin detaylı bir şekilde incelemesi yapıldığında t\*P etkileşimi net bir şekilde görülmektedir. Sonuç olarak en yüksek İŞM değerinin 22 °C sıcaklık 3 dk uygulama süresi ve 500MPa basınç koşullarındaki proseste elde edileceği ve bu değer Çizelge 4.92.’de verilen sonuçları ile uyumlu olduğu söylenebilmektedir.

#### **4.2.23 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi**

Acısız şalgam sularının doğal mikroflorasının belirlenebilmesi için yapılan çalışmalarda YHB ile proses edilmiş örneklerin ve hiçbir işlem görmemiş olan şalgam sularının toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) canlı mikroorganizma sayıları Çizelge 4.96’da log kob/mL cinsinden verilmiştir. Canlı TMAB sayıları 2.96-3.90 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMAB sayısı (3.90 log kob/mL) kontrol grubu örneğinde bulunurken; en az TMAB sayısı

(2.96 log kob/mL) ise 11 numaralı yüksek basınç prosesinde bulunmuştur. Kontrol grubuna kıyasla YHB ile proses edilmiş tüm şalgam sularında canlı TMAB sayısında azalma olduğu görülmektedir. Bu durum YHB proseslerinin mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkisi olduğunun göstergesi kabul edilebilmektedir. Ayrıca çizelgede verilen analiz sonuçları incelendiğinde sonuçların birbirlerine çok yakın olduğu bunun da yapılan istatistik analizlerinde aşırı duyarlı sonuçlara neden olduğu anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.96.** YHB proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama TMAB sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMAB (logkob/mL)
Kontrol	0	0	0	3.90±0.09 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	3.25±0.05 <sup>cdef</sup>
YHB 2	22	3	200	3.31±0.03 <sup>bcde</sup>
YHB 3	40	15	350	3.13±0.05 <sup>efg</sup>
YHB 4	22	9	350	3.43±0.09 <sup>bc</sup>
YHB 5	22	15	200	3.33±0.03 <sup>bcde</sup>
YHB 6	4	3	350	3.42±0.01 <sup>bc</sup>
YHB 7	22	3	500	3.36±0.09 <sup>bcd</sup>
YHB 8	4	15	350	3.14±0.06 <sup>efg</sup>
YHB 9	4	9	500	3.15±0.11 <sup>efg</sup>
YHB 10	22	9	350	3.46±0.12 <sup>bc</sup>
YHB 11	22	15	500	2.96±0.05 <sup>g</sup>
YHB 12	40	9	200	3.34±0.06 <sup>bcde</sup>
YHB 13	4	9	200	3.17±0.02 <sup>defg</sup>
YHB14	40	9	500	3.06±0.09 <sup>fg</sup>
YHB 15	22	9	350	3.50±0.05 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benhken deneme desenine göre, YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının analizinden elde edilen sonuçlar normal dağılım sergilemiş ve ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA analiz çıktıları Çizelge 4.97’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.44’te verilmiştir.

**Çizelge 4.97.** YHBile proses edilen acısız şalgam suyunun TMAB sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.4611	0.0241	0.000
Lineer			
t	-0.0975	0.0147	0.000
P	-0.0769	0.0147	0.000
Square			
T <sup>2</sup>	-0.1431	0.0217	0.000
t <sup>2</sup>	-0.0813	0.0217	0.001
P <sup>2</sup>	-0.1415	0.0217	0.000
Interaction			
T*P	-0.0651	0.0208	0.003
t*P	-0.1072	0.0208	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.095</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.84	0.81	0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış TMAB sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi ve basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.97). TMAB sayısı üzerine YHB prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.095$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış TMAB sayısına ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.84, 0.81 ve 0.77 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.97).

Modellemeyle YHB uygulaması ile şalgam suyunun TMAB sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir YHB uygulama parametresinde TMAB sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan kodl katsayılar cinsinden matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 9).

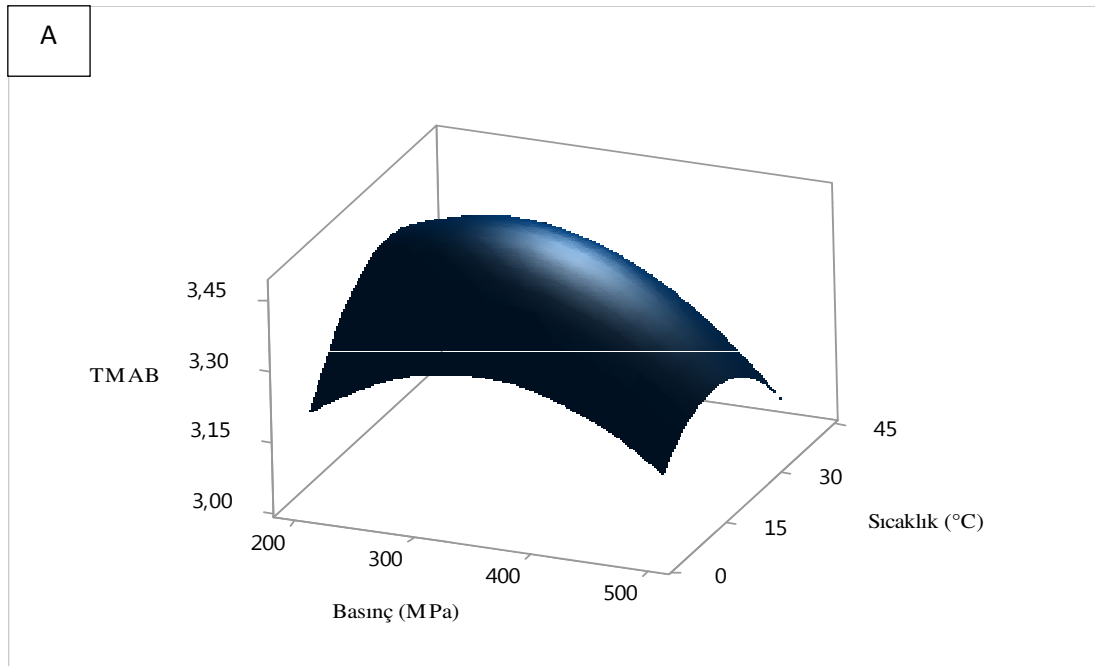
$$\text{TMAB (log kob/mL)} = 3.4611 - 0.0975*t - 0.0769*P - 0.1431*T*T - 0.0813*t*t - 0.1415*P*P - 0.0651*T*P - 0.1072*t*P \quad (\text{Denklem 9})$$

YHB prosesi uygulanmış TMAB sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.0975) ve basınç (0.0769) olarak bulunmuştur (Denklem 9). TMAB sayısı üzerine basınç ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 9). Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak

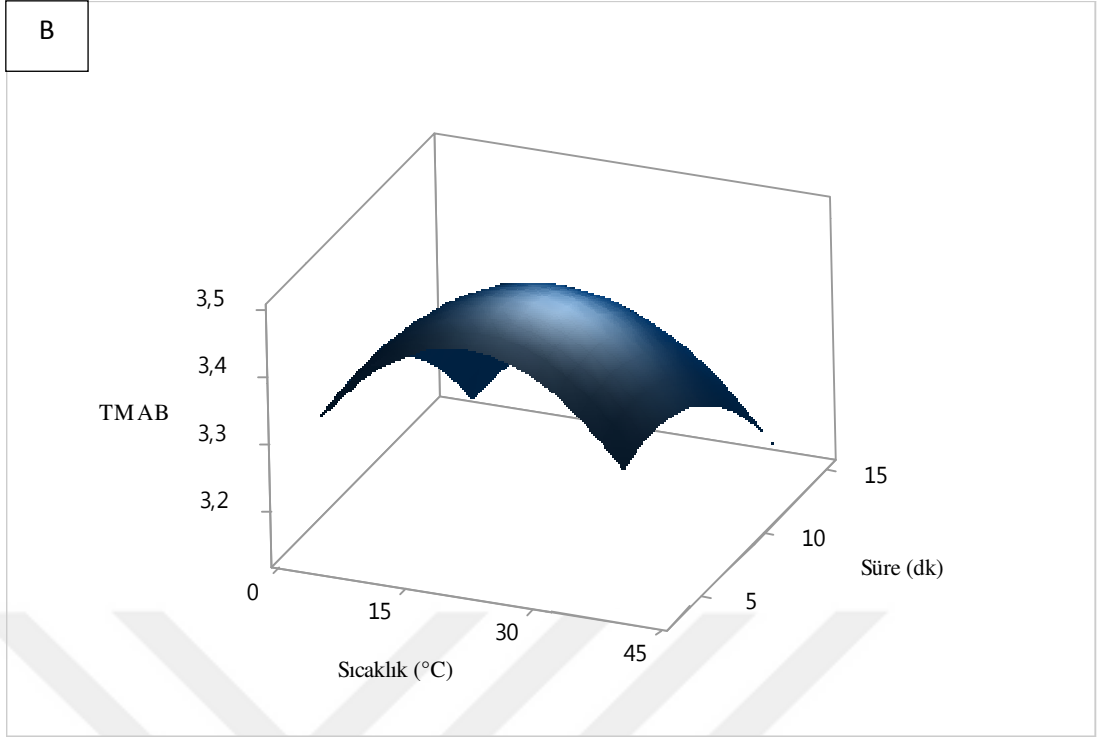
olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.15 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.15.A'da YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve sıcaklık parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.15.A'da sabit uygulama süresinde (9 dk) sıcaklık ve basınç değişiminin TMAB sayısındaki değişime etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre uygulama sıcaklığının 22°C'ye kadar artırılmasıyla TMAB sayısında artış olacağı, 22°C'den 40°C'ye kadar artırılmasıyla ise azalacağı anlaşılmaktadır. Aynı şekilde uygulama basıncının 200 MPa' dan 350 MPa çıkarılmasıyla canlı TMAB sayısının artacağı 350-500 MPa aralığındaki basınçlarda ise kademeli olarak azalacağı anlaşılmıştır.

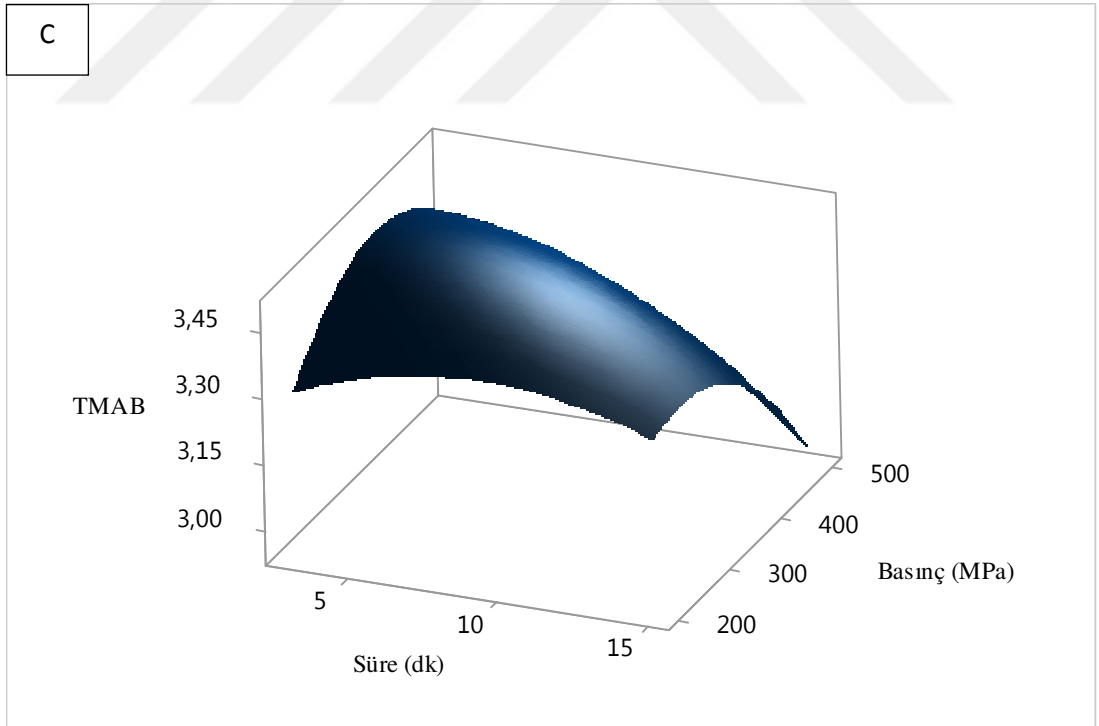
Şekil 4.15.B'de sabit uygulama basıncında; uygulama süresinin 3 dk'dan 9 dk'ya çıkarılmasıyla canlı TMAB sayısının artacağı ancak 9 dk'dan 15 dk'ya çıkarılmasıyla canlı mikroorganizma sayısında azalma yaşanacağı öngörülmektedir. Sabit bir basınç koşulunda uygulama sıcaklığının 22 °C'ye kadar artırılmasıyla TMAB sayısında artış olacağı, 22°C'den 40°C'ye kadar artırılmasıyla ise azalacağı anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.15.A.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç, süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi 3D grafiği (A: t=9 dk, B: P=350 MPa, C: T=22 °C)



**Şekil 4.15.B.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi

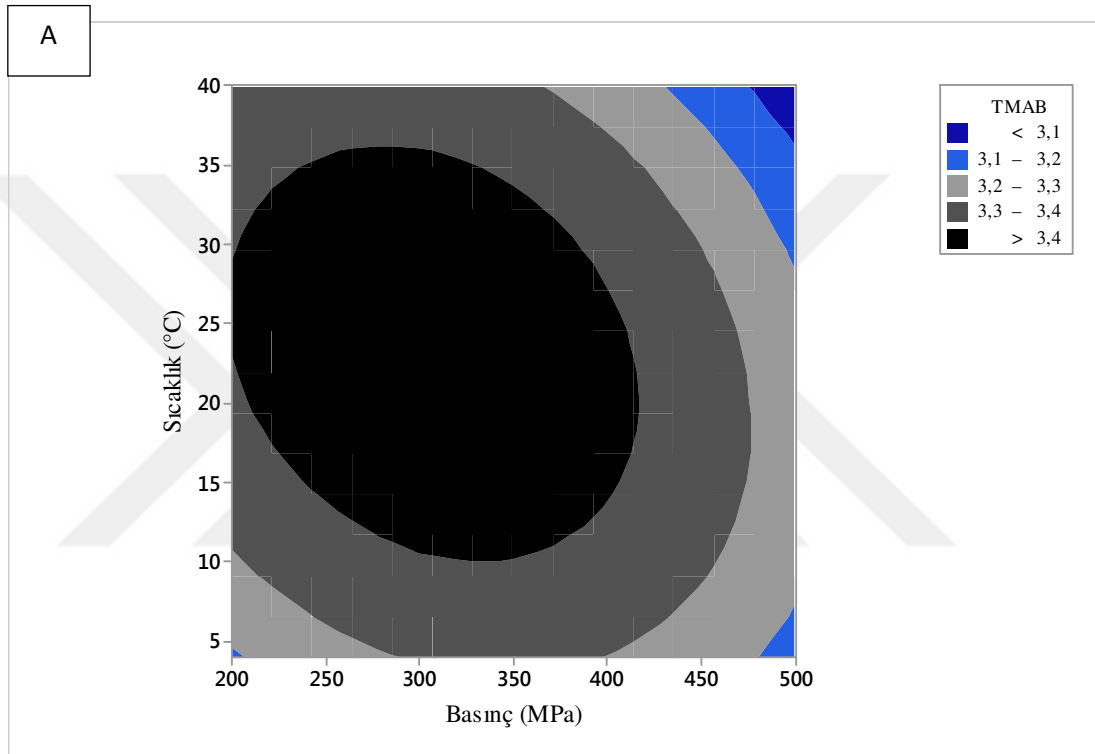


**Şekil 4.15.C.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı TMAB sayısına etkisi

Şekil 4.15.C’de sabit sıcaklık değerinde (22 °C) basınç ve sürenin değişimi ile TMAB sayısının değişiminin verilmiştir. Uygulama süresinin 3 dk’ dan 9 dk’ ya



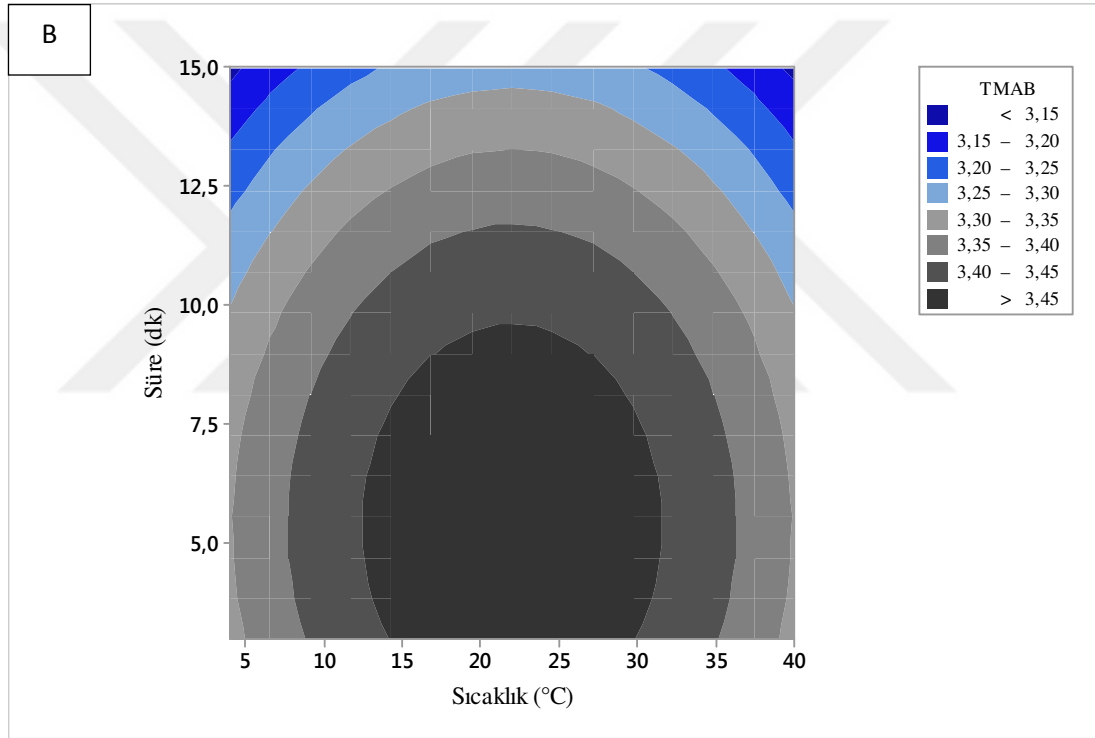
çıkarılmasıyla canlı TMAB sayısının artacağı ancak 9 dk'dan 15 dk'ya çıkarılmasıyla canlı mikroorganizma sayısında azalma yaşanacağı, aynı zamanda uygulama basıncının 200 MPa'dan 350 MPa çıkarılmasıyla canlı TMAB sayısının artacağı 350-500 MPa aralığındaki basınçlarda ise kademeli olarak azalacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak en düşük canlı TMAB sayısının elde edildiği analiz koşullarının 500 MPa basınç 15 dk uygulama süresi ve 40°C sıcaklık olduğu ve bu verilerin Çizelge 4.96'da verilen sonuçlarla uyumlu olduğu belirlenmiştir.



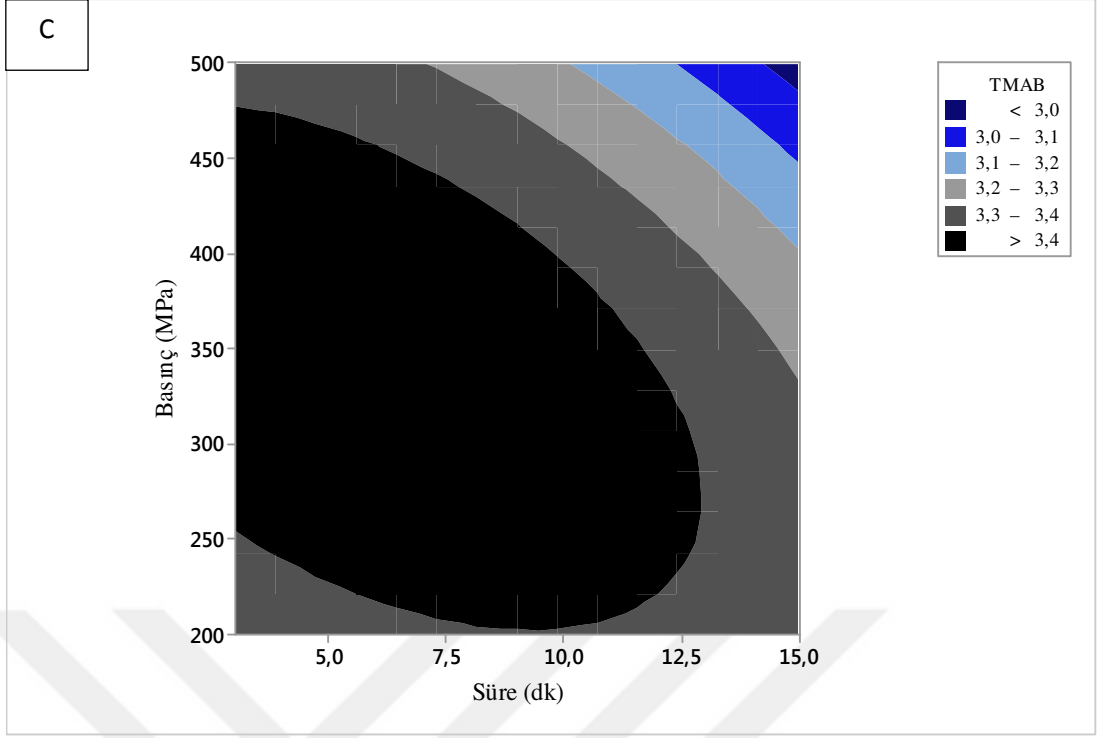
**Şekil 4.16.A.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda canlı TMAB sayısına sıcaklık, süre ve basınç parametrelerinin etkisinin 2D grafiği (A: t=9 dk, B: P=350 MPa, C: T=22 °C).

Şekil 4.16.A'da sabit basınçta uygulama basınç ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Şekil 4.16.A'da sabit uygulama süresinde (22°C) basınç ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında yüksek basınç (500 MPa) ve sıcaklığın (35-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca basınç ve sıcaklık etkisinin canlı TMAB sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Şekil 4.16.B’de sabit basınçta; uygulama süresi ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında uygulama süresinin 12.5-15 dk aralığında ve sıcaklığın (35-40°C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca basınç ve sıcaklık etkisinin canlı TMAB sayısı üzerine önemsiz olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p > 0.05$ ). Şekil 4.16.C’de sabit sıcaklıkta (22°C) basınç ve uygulama süresi değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında yüksek basınç (450-500 MPa) ve uygulama süresinin (13-15 dk) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, basınç ve uygulama süresi etkileşiminin canlı TMAB sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden (eliptik şekil) görülmektedir ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.16.B.** Sabit basınçta uygulama süresi ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği.



**Şekil 4.16.C.** Sabit sıcaklıkta (22°C) basınç ve uygulama süresi değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği.

#### 4.2.24 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna belirlenen YHB prosesleri uygulanmış ve canlı TMK sayısı sonuçları Çizelge 4.98'de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Çizelgede elde edilen sonuçlar incelendiğinde kontrol örneği dışında tüm YHB proseslerinde canlı TMK sayısının 0 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar acısız şalgam suyu için YHB uygulamasının etkinliğinin yüksek olduğunu ve tüm proses parametrelerinde TMK değerleri için istenilen azalmanın sağlanabildiğini göstermektedir.

**Çizelge 4.98.** YHB proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama TMK sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	TMK (logkob/mL)
Kontrol	0	0	0	3.90±0.02 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 2	22	3	200	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 3	40	15	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 4	22	9	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 5	22	15	200	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 6	4	3	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 7	22	3	500	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 8	4	15	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 9	4	9	500	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 10	22	9	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 11	22	15	500	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 12	40	9	200	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 13	4	9	200	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB14	40	9	500	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB 15	22	9	350	0.00±0.00 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Tüm YHB proseslerinde acısız şalgam suyu için TMK sonuçlarının aynı (0 log kob/mL) olması nedeni ile modelleme yapılamamaktadır.

#### **4.2.25 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyundaki *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisi**

*Lactobacillus paracasei* kültürü ilave edilmiş daha sonrasında YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının MRS besiyerinde sayılan canlı mikroorganizma sonuçları Çizelge 4.99.'da log kob/mL cinsinden verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde YHB ile proses edilmiş tüm örneklerde canlı mikroorganizma sayısında azalma olduğu en düşük değerinde YHB 11 prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.99.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	<i>L. paracasei</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	4.41±0.12 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	3.62±0.15 <sup>bc</sup>
YHB 2	22	3	200	3.75±0.16 <sup>b</sup>
YHB 3	40	15	350	3.00±0.05 <sup>fgh</sup>
YHB 4	22	9	350	3.28±0.05 <sup>def</sup>
YHB 5	22	15	200	3.32±0.06 <sup>cdef</sup>
YHB 6	4	3	350	3.44±0.06 <sup>bcde</sup>
YHB 7	22	3	500	3.16±0.15 <sup>efg</sup>
YHB 8	4	15	350	3.14±0.13 <sup>efg</sup>
YHB 9	4	9	500	2.95±0.16 <sup>gh</sup>
YHB 10	22	9	350	3.37±0.10 <sup>cde</sup>
YHB 11	22	15	500	2.59±0.12 <sup>i</sup>
YHB 12	40	9	200	3.51±0.08 <sup>bcd</sup>
YHB 13	4	9	200	3.31±0.08 <sup>cdef</sup>
YHB14	40	9	500	2.78±0.07 <sup>hi</sup>
YHB 15	22	9	350	3.35±0.11 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen analiz sonuçlarına göre acısız şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayılarının normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede önemsiz olarak belirlenen terimler  $p$  değerlerine göre modellemeden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.100'de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.45'te verilmiştir.

**Çizelge 4.100.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	$p$
Sabit (Constant)	3.3143	0.0229	0.000
Lineer			
t	-0.2404	0.0215	0.000
P	-0.3033	0.0215	0.000
Square			
P <sup>2</sup>	-0.1443	0.0314	0.000
Interaction			
T*t	-0.0808	0.0304	0.011
T*P	-0.0933	0.0304	0.004
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.517</b>
R değeri (%)	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
	0.90	0.89	0.87

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

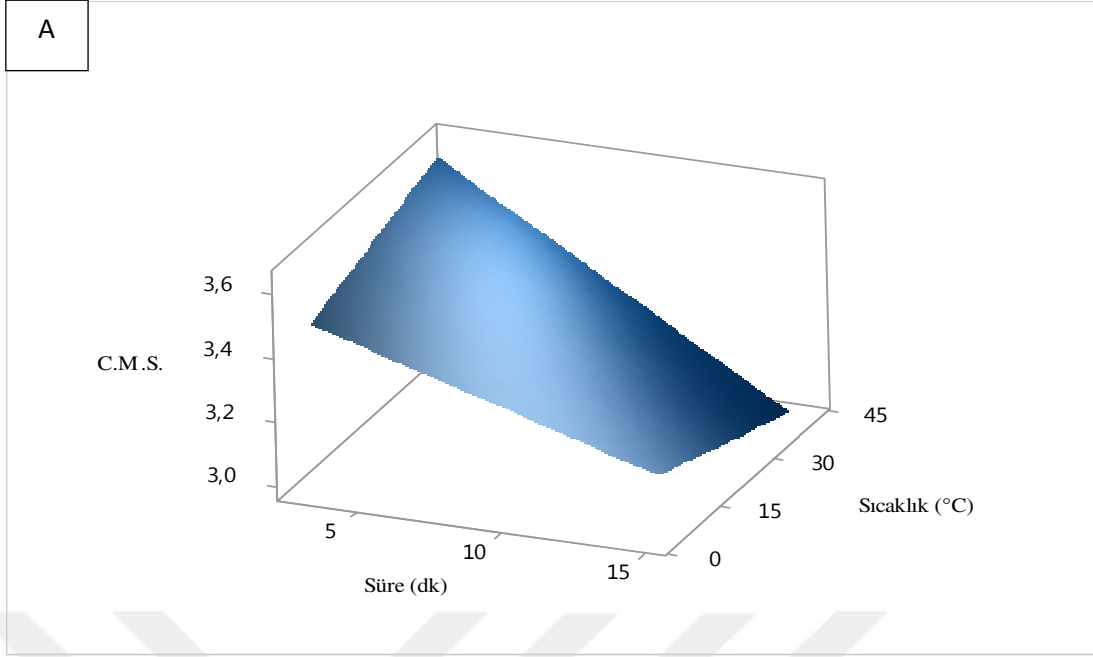
ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi ve

basınç önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.100). Canlı *L. paracasei* sayısı için modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.517$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen YHB prosesi uygulanmış canlı *L. paracasei* sayısına ait bazı model çıktılarında  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.90, 0.89 ve 0.87 olarak bulunmuştur.

Modellemeyle YHB uygulaması ile şalgam suyunun canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin kodlu cinsinden katsayıları kullanılarak matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 10).

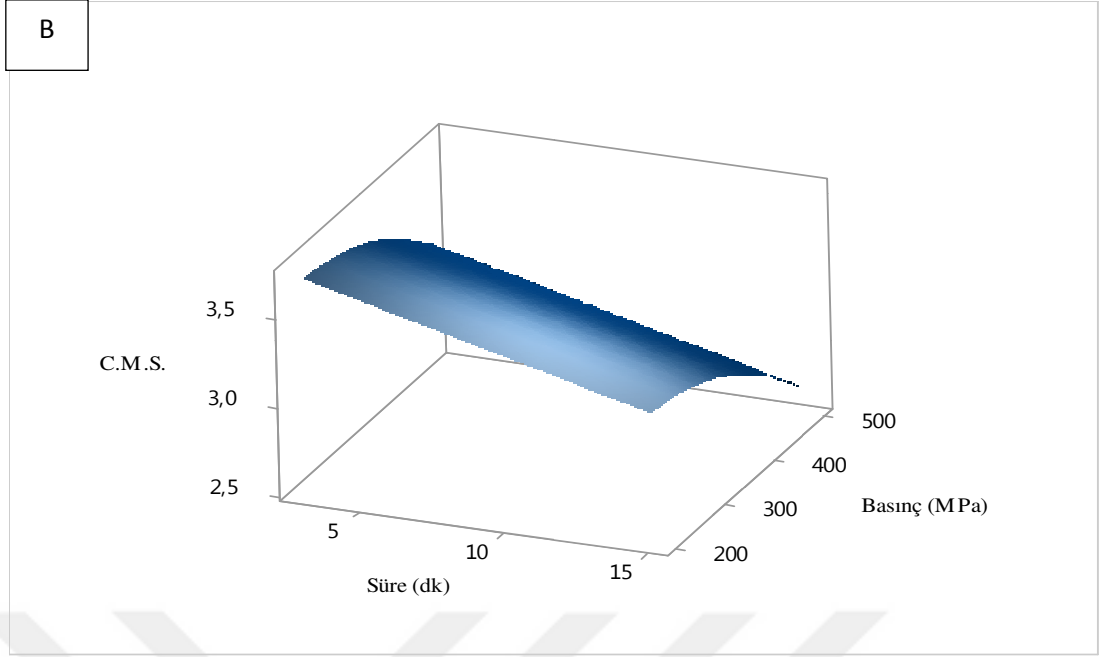
$$\text{Canlı } Lactobacillus \text{ paracasei} \text{ sayısı} = 3.3143 - 0.2404*t - 0.3033*P - 0.1443*P*P - 0.0808*T*t - 0.0933*T*P \quad (\text{Denklem 10})$$

YHB prosesi uygulanmış *L. paracasei* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla basınç (0.3033) ve uygulama süresi (0.2404) olarak bulunmuştur. Canlı *L. paracasei* sayısı üzerine basınç ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 10). Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.17 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.18'de verilmiştir.

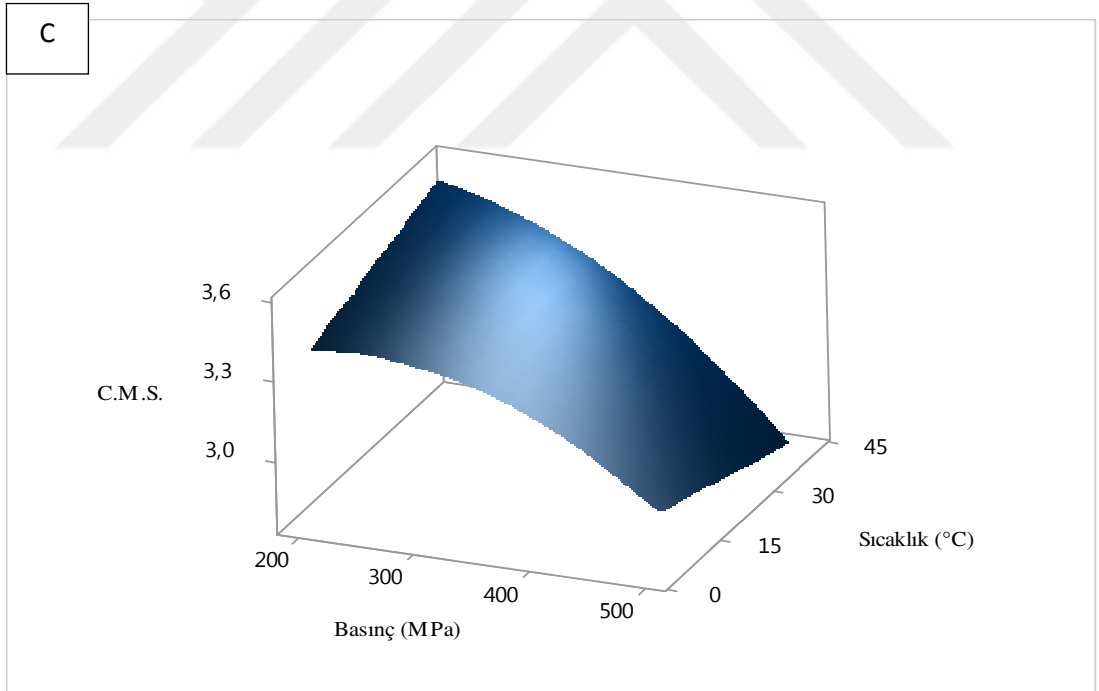


**Şekil 4.17.A.**YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç, süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisi 3D grafiği (A: P=350 MPa, B: T=22 °C, C: t=9 dk)

Şekil 4.17.A'da sabit basınç altında; uygulama süresinin artırılmasıyla canlı *L. paracasei* sayısında lineer azalma olacağı, aynı şekilde uygulama sıcaklığının artmasıyla da canlı m.o sayısında azalma olacağı öngörülmektedir. Şekil 4.17.B'de sabit sıcaklıkta; uygulanan basıncın artırılmasıyla canlı m.o. sayısında bir azalma olacağı ve sürenin arttırılmasıyla canlı m.o sayısında lineer bir azalma olacağı öngörülmektedir.



**Şekil 4.17.B.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisinin 3D grafiği

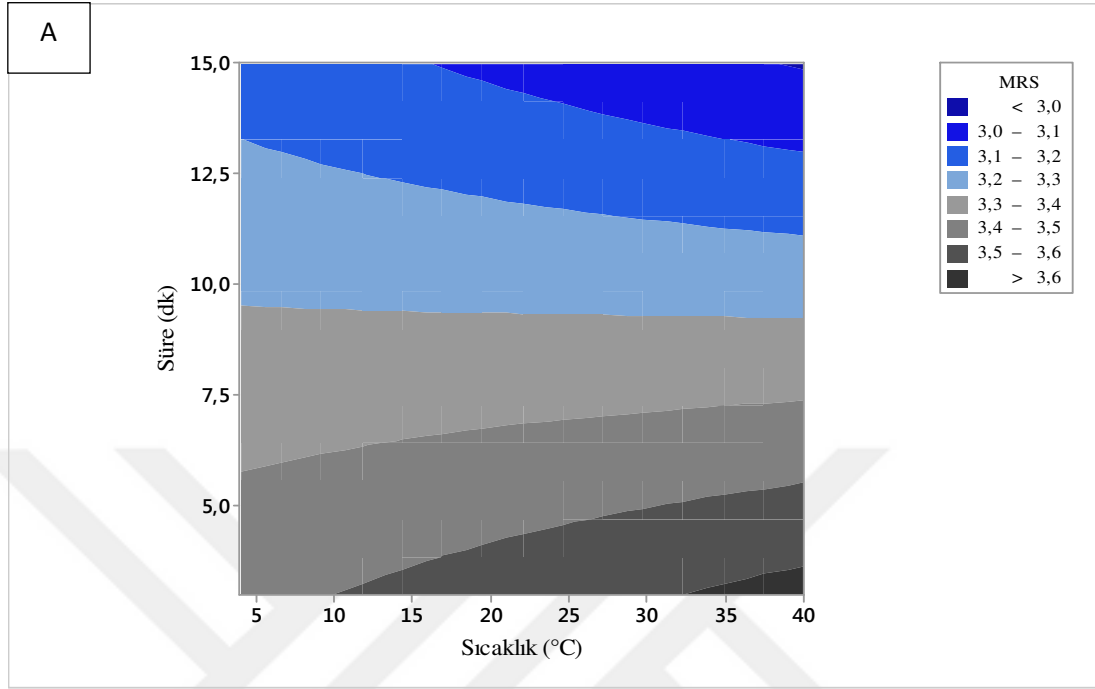


**Şekil 4.17.C.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç ve süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisi.

Şekil 4.17.C'de verilen 3D grafik incelendiğinde sabit uygulama süresinde; sıcaklığın artmasıyla m.o sayısının azalacağı aynı şekilde basıncın artırılmasıyla canlı m.o. sayısının azalacağı anlaşılmıştır. Sonuç olarak en düşük canlı *L. paracasei*

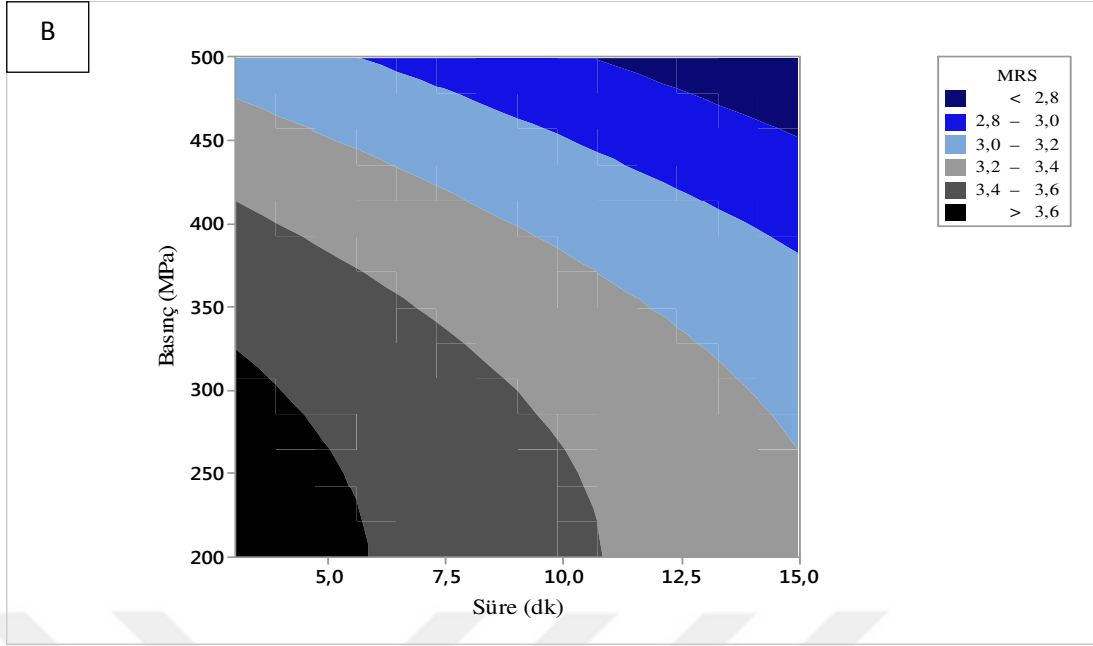


sayısının 40°C sıcaklık 500 MPa basınç ve 15 dk uygulama süresi koşullarındaki YHB prosesi sonucunda elde edileceği söylenebilmektedir.

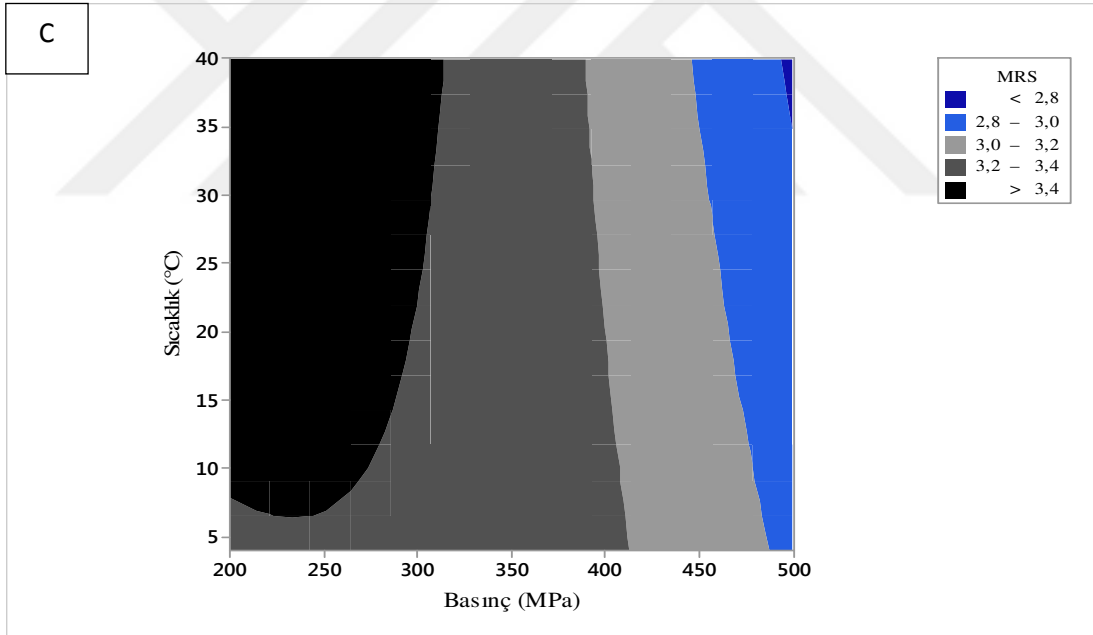


**Şekil 4.18.A.** YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık, basınç, süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisi 2D grafiği (A: P=350 MPa, B: T=22 °C, C: t=9 dk).

Şekil 4.18.A'da YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisinin 2D grafiği verilmiştir. Şekil 4.18.A'da sabit basınç altında; uygulama süresi ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında uygulama süresinin 12,5-15 dk aralığında ve sıcaklığın (35-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca süre ve sıcaklık etkisinin canlı m.o. sayısı üzerine etkisinin önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p > 0.05$ ).



Şekil 4.18.B. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda basınç ve süre parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisi



Şekil 4.18.C. YHB proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suyunda sıcaklık ve basınç parametrelerinin canlı *L. paracasei* sayısına etkisi

Şekil 4.18.B' de sabit uygulama süresinde (22 °C) basınç ve sıcaklık değişimi ile m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında yüksek basınç (450-500 MPa) ve sürenin (12.5-15 dk) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, basınç ve süre etkisinin canlı m.o. sayısı üzerine önemsiz olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Şekil 4.18.C’de sabit uygulama süresinde (9 dk); basınç ve sıcaklık değişimi ile m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında yüksek basınç (500 MPa) ve sıcaklığın (35-40°C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca basınç ve sıcaklık etkisinin canlı m.o. sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

#### 4.2.26 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyundaki *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisi

Proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sonuçları Çizelge 4.101’de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Tüm proseslerde acısız şalgam suyuna inoküle edilmiş olan *L. lactis* subsp. *cremoris* canlı mikroorganizma sayısının azalma olduğu görülmektedir. YHB uygulanmış acısız şalgam suyuna ait tüm proseslerde canlı mikroorganizma sayısı 2.75-4.36 log kob/mL aralığında değişim göstermiştir. En düşük değer (2.75 log kob/mL) YHB 11 prosesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.101).

**Çizelge 4.101.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun ortalama canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Basınç (MPa)	<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	4.36±0.06 <sup>a</sup>
YHB 1	40	3	350	3.50±0.04 <sup>cd</sup>
YHB 2	22	3	200	3.68±0.08 <sup>b</sup>
YHB 3	40	15	350	3.07±0.08 <sup>gh</sup>
YHB 4	22	9	350	3.30±0.03 <sup>ef</sup>
YHB 5	22	15	200	3.25±0.02 <sup>f</sup>
YHB 6	4	3	350	3.45±0.06 <sup>cde</sup>
YHB 7	22	3	500	3.21±0.05 <sup>fg</sup>
YHB 8	4	15	350	3.34±0.04 <sup>def</sup>
YHB 9	4	9	500	2.98±0.06 <sup>h</sup>
YHB 10	22	9	350	3.31±0.03 <sup>ef</sup>
YHB 11	22	15	500	2.75±0.03 <sup>i</sup>
YHB 12	40	9	200	3.50±0.02 <sup>cd</sup>
YHB 13	4	9	200	3.54±0.10 <sup>bc</sup>
YHB14	40	9	500	2.96±0.09 <sup>h</sup>
YHB 15	22	9	350	3.33±0.03 <sup>ef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda sayılan canlı m.o sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan

faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeyen çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.102’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.46’da verilmiştir.

**Çizelge 4.102.** YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	2.60466	0.52093	127.82	0.000
T	1	0.02855	0.02855	7.01	0.012
t	1	0.76523	0.76523	187.76	0.000
P	1	1.62586	1.62586	398.93	0.000
P*P	1	0.10436	0.10436	25.61	0.000
T*t	1	0.08066	0.08066	19.79	0.000
Kalıntı	39	0.15895	0.00408		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	0.06704	0.00958	3.33	<b>0.009</b>
Saf hata	32	0.09190	0.00287		
Toplam	44	2.76361			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0638400	0.94	0.94	0.92

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, YHB prosesi uygulanmış canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etki eden faktörler basınç, sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.102). Canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine YHB prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.009$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.2.27 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi

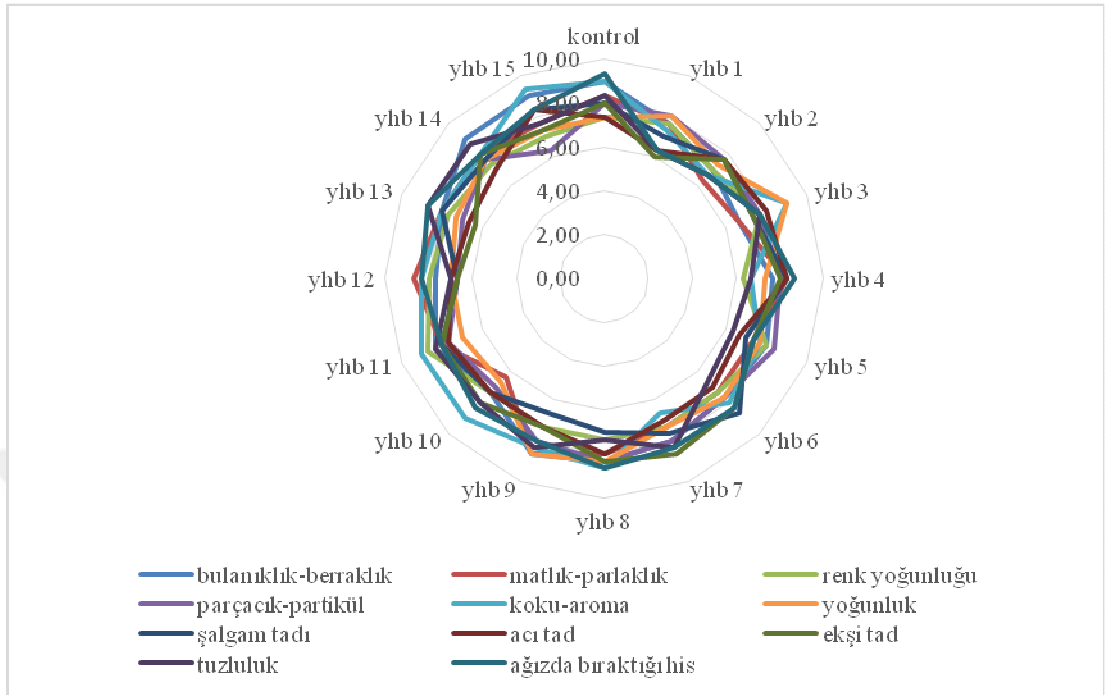
YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suları ve kontrol örneği duyuşal değerlendirme analizleri yapılmış ve elde edilen verilerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı sonuçları Çizelge 4.103’de verilmiştir. Grafikteki sonuçlar incelendiğinde 15 farklı YHB prosesinin değerlendirme kriterlerine göre kontrol örneğine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

**Çizelge 4.103.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularını kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyuusal analiz sonuçları

Proses no	Bulanıklık-berraklık	Matlık-parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-partikül	Koku-aroma	Yoğunluk	Şalgam tadı	Acı tad	Ekşi tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 1	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±0.57 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 2	7.00±0.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>
YHB 3	6.67±1.16 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±2.31 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>
YHB 4	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>
YHB 5	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.57 <sup>a</sup>
YHB 6	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>
YHB 7	8.00±0.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 8	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB 9	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>
YHB 10	7.33±1.16 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>
YHB 11	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>
YHB 12	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.57 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB 13	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB 14	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB 15	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçların daha net anlaşılabilmesi için tüm örneklerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı grafiği çizilmiş Şekil 4.19’da verilmiştir.



**Şekil 4.19.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun duyu analizi sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği

Grafik incelendiğinde duyu analizi sonuçlarının kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği yani YHB ile muamele edilmiş acısız şalgam sularının duyu olarak değerlendirilmesinin olumlu olduğu söylenebilir.

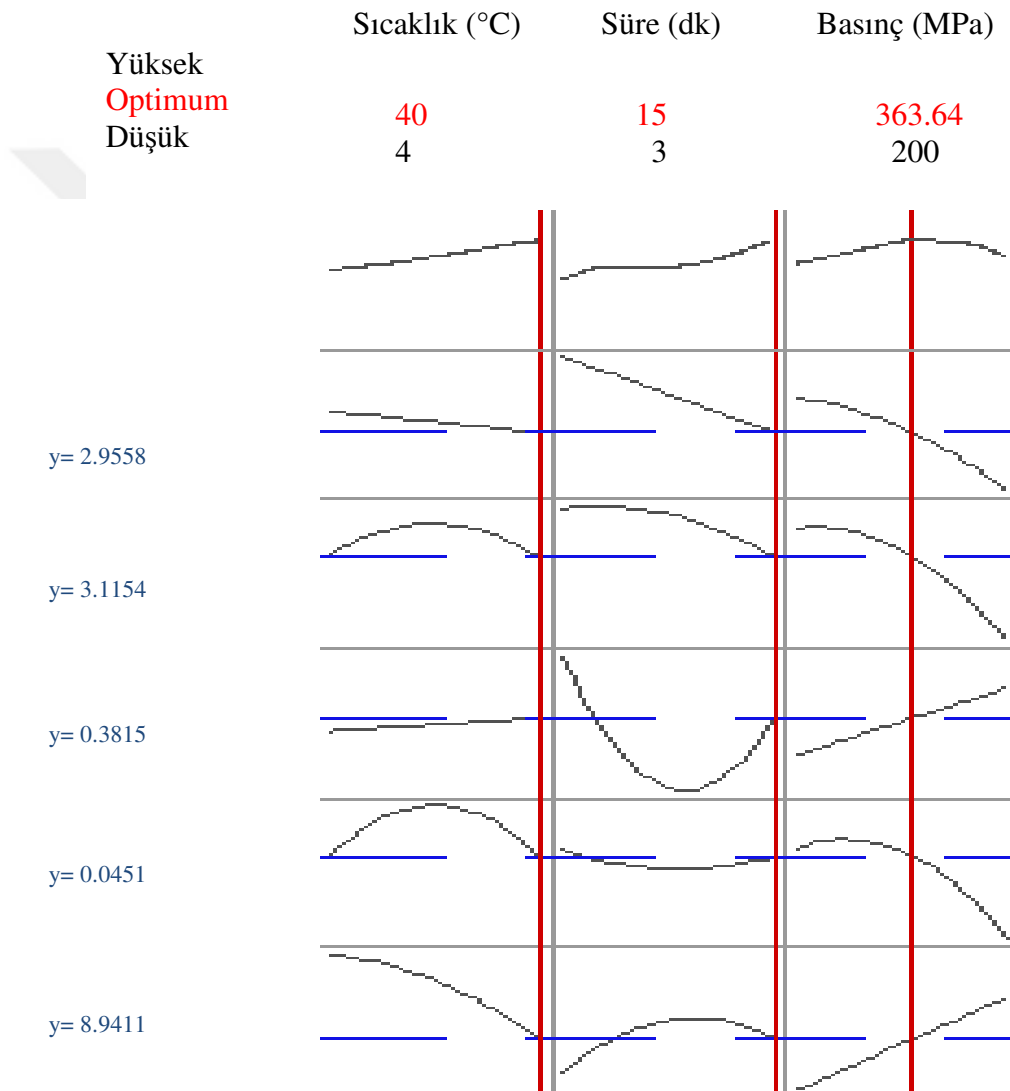
#### **4.2.28 Acısız Şalgam Suyu İçin Yüksek Hidrostatik Basınç Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu**

Analizlerde elde edilen verilerden başarılı bir şekilde modellenebilen acısız şalgam suyu için seçilen farklı proses faktörlerinin uygulanan yüksek hidrostatik basınç prosesi üzerine modellenmesi ve optimizasyonu yapılmıştır.

YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu kondaktivite ve indirgen şeker miktarı parametreleri için bir değer belirtilmiştir. Bu değerler acısız şalgam suyu kontrol örneği ile YHB proseslerine tabi tutulmuş örnekler arasındaki farkın minimum olması amacıyla kontrol örneği değerleri olarak belirlenmiştir. Ancak canlı TMAB sayısı ve canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı için üründe mikrobiyolojik

gelişimi en aza indirerek ürünün raf ömrünün uzatılması hedeflendiği için, optimum noktada hedef değer minimum olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite değeri ise maksimum olarak belirlenmiştir.

Hedef değerlerin tanımlanmasının ardından acısız şalgam suyu için BBD dizaynı ile YHB koşullarının optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.20’de verilmiştir.



**Şekil 4.20.** Acısız şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta değerleri

İstenebilirlik analizine dayalı çoklu cevap optimizasyonu için en iyi çözüm elde edilmiş ve Şekil 4.20’de gösterilmiştir. YHB ile proses edilen acısız şalgam

suyu için optimum koşullar; sıcaklık 40°C’de, 363.64 MPa ve 15 dk boyunca elde edilmiştir (Şekil 4.20). İstenebilirlik değeri (d) 0 ile 1 aralığında değişmekte olup, ne kadar 1.0 değerine yakınsa, yanıt değeri ideal değere o kadar yakın anlamına gelmektedir. YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu için karma istenebilirlik değeri D=0.759 olarak bulunmuştur (Şekil 4.20).

Bu koşullar, model gücünü tahmin etmek amacıyla deneysel olarak da doğrulanmıştır (Çizelge 4.104). Belirlenen optimum koşullarda YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının analiz sonuçları, modellemenin belirlediği tahmini değerler ve varyasyon katsayısı Çizelge 4.104’de verilmiştir. Çizelgede Johnson dönüşümü gerektiren AA teriminin verilen tahmini değerleri, modellemede elde edilen Johnson dönüşüm denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.104.** Acısız şalgam suyu YHB optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları

Bağımlı değişken	DeneySEL sonuç ortalaması	Modelleme tahmini sonuç	CV (%)
Kondaktivite	8.65±0.01	8.94	2.37
Antioksidan aktivite	63.56±0.04	63.38	0.20
İndirgen şeker miktarı	0.39±0.01	0.38	1.47
Canlı TMAB sayısı	3.16±0.02	3.12	0.90
Canlı <i>L. paracasei</i> sayısı	2.94±0.09	2.96	0.41

Optimum koşullarda (sıcaklık 40 °C, süre 15 dk ve 363.64 MPa basınç), kondaktivite, antioksidan aktivite, indirgen şeker, canlı TMAB sayısı, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı, sırasıyla 8.94 mS/cm, 63.38 %, 0.39 g/L, 3.12 log kob/mL, 2.96 log kob/mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.104).

Modellemenin ön gördüğü tahmini sonuçlar ile analiz sonucunda elde edilen sonuçları arasındaki farklar varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanarak verilmiştir. CV değeri deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak da ifade edilmektedir. Matematiksel modellemelerde CV değerinin % 10’ den az olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlarda kondaktivite, antioksidan aktivite, indirgen şeker miktarı, TMAB sayısı ve canlı *L. paracasei* sayısı için CV değerlerinin % 10’den az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.



#### 4.2.29 Acısız şalgam suyu için YHB prosesi optimum nokta analiz sonuçları

Belirlenen optimum noktalarda işlenen acısız şalgam suyu için belirlenen pH değeri, SÇKM değeri ( $^{\circ}$ Brix), kondaktivite değeri (mS/cm), tuz miktarı(ppm), bulanıklık (NTU), TA (g/L),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^{\circ}$ ,  $\Delta E$  değerlerinin sonuçları Çizelge 4.105’de verilmiştir.

**Çizelge 4.105.** Acısız şalgam suyunun YHB optimum koşullarındaki analiz sonuçları

roses	pH	SÇKM ( $^{\circ}$ Brix)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz miktarı (ppm)	Bulanıklık (NTU)	TA(g/L)
Kontrol	3.58±0.00 <sup>b</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	8.68±0.00 <sup>a</sup>	4.90±0.00 <sup>b</sup>	167.90±1.84 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>
YHB acısız	3.61±0.01 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	8.80±0.14 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	147.45±5.73 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>
Proses	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^{\circ}$	$\Delta E$
Kontrol	15.70±0.06 <sup>a</sup>	42.27±0.00 <sup>b</sup>	24.64±0.19 <sup>a</sup>	48.92±0.10 <sup>b</sup>	0.53±0.00 <sup>a</sup>	
YHB acısız	15.52±0.19 <sup>a</sup>	42.68±0.01 <sup>a</sup>	24.81±0.18 <sup>a</sup>	49.37±0.11 <sup>a</sup>	0.53±0.00 <sup>a</sup>	0.49±0.06

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Sonuçlar incelendiğinde pH ve tuz miktar hariç gerçekleştirilen fizikokimyasal analizlerde kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acısız şalgam sularının değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir.

#### 4.3 Ultrasonikasyon Uygulamalarının Acılı Şalgam Suyu Üzerine Etkileri

##### 4.3.1 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu pH üzerine etkisi

Acılı şalgam suyunun Box-Benhken deneme desenine göre belirlenen farklı amplitüd (50-90 A), sıcaklık (4-40°C) ve süre (5-45 dk) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acılı şalgam suyunun pH değerleri Çizelge 4.106’da verilmiştir.

**Çizelge 4.106.** US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama pH değeri

roses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	pH
<b>Kontrol</b>	0	0	0	2.81±0.01 <sup>h</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	2.62±0.01 <sup>l</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	2.67±0.01 <sup>k</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	2.75±0.01 <sup>j</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	2.81±0.01 <sup>h</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	2.79±0.01 <sup>i</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	3.25±0.01 <sup>d</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	3.08±0.01 <sup>g</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	3.46±0.01 <sup>c</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.48±0.01 <sup>bc</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	3.50±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	3.47±0.01 <sup>bc</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	3.16±0.01 <sup>e</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.13±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	3.48±0.00 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.47±0.01 <sup>bc</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde elde edilen sonuçlara tek yönlü ANOVA Tukey karşılaştırma testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiği zaman US 10 prosesinde en yüksek pH değeri, US 1 prosesinde ise en düşük pH değerinin elde edildiği görülmektedir. Ayrıca kontrol grubuna en yakın pH değeri US 4 prosesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.106). Ultrasonikasyon ile proses edilen acılı şalgam sularının pH değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış, elde edilen bulgular Çizelge 4.107’de verilmiştir.

**Çizelge 4.107.** US ile proses edilen acılı şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA sonuçları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	2.50545	0.27838	4.42	0.001
Lineer	3	0.94716	0.31572	5.02	0.005
Sıcaklık (T)	1	0.41134	0.41134	6.54	0.015
Süre (t)	1	0.39475	0.39475	6.27	0.017
Amplitüd(A)	1	0.14107	0.14107	2.24	0.143
Square	3	1.13943	0.37981	6.04	0.002
T*T	1	0.88958	0.88958	14.14	0.001
t*t	1	0.12225	0.12225	1.94	0.172
A*A	1	0.25555	0.25555	4.06	0.052
İkili Etkileşim	3	0.41887	0.13962	2.22	0.103
T*t	1	0.01825	0.01825	0.29	0.594
T*A	1	0.38521	0.38521	6.12	0.018
t*A	1	0.01541	0.01541	0.24	0.624
Kalıntı	35	2.20214	0.06292		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	1.80722	0.60241	48.81	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.39492	0.01234		
Toplam	44	4.70760			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.250835	0.53	0.41	0.21

Elde edilen ilk modelleme sonuçlarında  $p$  değeri 0.05'ten büyük olduğu belirlenen faktörlerin pH değeri üzerinde bir etkisi olmadığına (önemsiz) olduğu karar verilmiş, yüksek hidrostatik basınç proseslerinde olduğu gibi hiyerarşik olarak modellemede çıkarılmıştır ve revize edilmiş ANOVA çıktıları ise Çizelge 4.108'de verilmiştir.

**Çizelge 4.108.** US ile proses edilen acılı şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	1.9780	0.49451	7.25	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.4113	0.41134	6.03	0.019
Süre (t)	1	0.3948	0.39475	5.78	0.021
T*T	1	0.7867	0.78673	11.53	0.002
T*A	1	0.3852	0.38521	5.64	0.022
Kalıntı	40	2.7296	0.06824		
Uyum eksikliği	8	2.3346	0.29183	23.65	0.000
Saf hata	32	0.3949	0.01234		
Toplam	44	4.7076			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.261226	0.42	0.36	0.28

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu pH değeri üzerine etki eden faktörler basınç, sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.108). pH değeri üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri 0.000 olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.2 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunda suda çözünen kuru madde miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan farklı amplitüd (50-90 A), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (5-45 dk) koşullarındaki US proses parametreleri ve bu proseslerden sonra elde edilen ürünle proses edilmemiş acılı şalgam suyunun suda çözünen kuru madde (SÇKM) değeri Çizelge 4.109'da °Briks cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.109.** US ile proses edilen acılı şalgam suyunun ortalama SÇKM değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	SÇKM(°Briks)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	3.00±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	2.17±0.06 <sup>h</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	2.23±0.06 <sup>h</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	4.00±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	4.33±0.12 <sup>d</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	4.20±0.00 <sup>de</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	2.57±0.00 <sup>g</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	3.17±0.06 <sup>f</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	5.90±0.10 <sup>ab</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	5.87±0.06 <sup>abc</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	6.00±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	5.80±0.00 <sup>abc</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	3.07±0.12 <sup>f</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.20±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	5.73±0.12 <sup>bc</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	5.67±0.12 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Tablodaki değerler incelendiğinde US 10 (6.00) prosesinin en yüksek SÇKM değerine, US 1 (2.17) prosesinin en düşük SÇKM değerine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.109). Ultrasonikasyon uygulamasıyla elde edilen şalgam sularının SÇKM değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış, modellemede önemsiz olduğu belirlenen terimler çıkarılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.110’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.47’de verilmiştir.

**Çizelge 4.110.** US ile proses edilen acılı şalgam sularının SÇKM değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	41.367	13.7891	11.59	0.000
Sıcaklık (T)	1	8.284	8.2838	6.96	0.012
A*A	1	25.080	25.0801	21.08	0.000
T*t	1	8.003	8.0033	6.73	0.013
Kalıntı	41	48.781	1.1898		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	41.574	4.6193	20.51	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.207	0.2252		
Toplam	44	90.148			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	1.09077	0.46	0.42	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.110’da verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu SÇKM değeri üzerine etki eden faktör sıcaklık önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Modelin uyum eksikliği değeri  $p = 0.000$  olarak

bulunmuş ve bu değer  $p>0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

### 4.3.3 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan US proses parametreleri, şalgam suyunun proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kondaktivite (iletkenlik) değeri Çizelge 4.111' de mS/cm cinsinden verilmiştir. Değerler incelendiğinde US 8 (31.33 mS/cm) prosesinin en yüksek kondaktivite değerine, kontrol örneğinin en düşük kondaktivite değerine (19.87 mS/cm) sahip olduğu ve US 4 (19.92 mS/cm) prosesinin kontrol grubuna en yakın kondaktivite değerine sahip proses olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.111.** US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu ortalama kondaktivite değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Kondaktivite (mS/cm)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	19.87±0.06 <sup>k</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	21.73±0.06 <sup>g</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	21.50±0.00 <sup>h</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	20.24±0.06 <sup>j</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	19.92±0.04 <sup>k</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	20.03±0.06 <sup>jk</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	21.53±0.06 <sup>gh</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	21.40±0.10 <sup>h</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	31.33±0.06 <sup>a</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	28.53±0.12 <sup>b</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	24.43±0.06 <sup>e</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	28.53±0.12 <sup>b</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	21.07±0.06 <sup>i</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	22.00±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	26.40±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	24.67±0.12 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen kondaktivite sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen kondaktivite değerlerine ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Dönüştürülmüş yeni değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmış ve elde edilen revize edilmiş ANOVA

sonuçları Çizelge 4.112’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.48’de verilmiştir.

**Çizelge 4.112.** US ile proses edilmiş şalgam sularının kondaktivite değerlerinin İkinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	39.388	7.8776	11.38	0.000
Amplitüd(A)	1	4.527	4.5271	6.54	0.015
T*T	1	7.234	7.2335	10.45	0.002
A*A	1	8.207	8.2074	11.86	0.001
T*A	1	16.535	16.5347	23.88	0.000
t*A	1	3.912	3.9123	5.65	0.022
Kalıntı	39	27.000	0.6923		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	19.120	2.7314	11.09	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.880	0.2462		
Toplam	44	66.387			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.832043	0.59	0.54	0.45

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etki eden faktörler sadece amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.112). Acılı şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.4 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyunun farklı sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinde proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acılı şalgam suyunun tuz değeri Çizelge 4.113’te ppt cinsinden verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlara göre en yüksek tuz konsantrasyonunun US 8 (19.53 ppm) prosesinde, en düşük değer ise US 4 (11.40 ppt) prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.113.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun tuz miktarı değişimi

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Tuz miktarı (ppt)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	12.67±0.06 <sup>lgh</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	13.10±0.10 <sup>ef</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	13.90±0.00 <sup>def</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	11.77±0.01 <sup>ghl</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	11.40±0.00 <sup>i</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	11.50±0.00 <sup>hu</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	13.00±0.10 <sup>efg</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	13.57±0.06 <sup>ef</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	19.53±0.46 <sup>a</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	18.00±0.00 <sup>b</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	15.13±0.12 <sup>d</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	17.97±0.06 <sup>b</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	13.40±0.00 <sup>ef</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	14.10±0.00 <sup>de</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	16.50±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	17.10±1.56 <sup>bc</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizler sonucunda elde edilen tuz değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeni ile modellemenin yapılabilmesi için ilk olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Dönüşüm uygulanması ile normal dağılım sergileyen yeni tuz değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve önemsiz bulunmuş faktörler modellemeden çıkarılmış, elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.114'te, tuz değeri dönüşüm grafiği ile tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.49'da verilmiştir.

**Çizelge 4.114.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	35.736	5.1052	12.20	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.975	1.9754	4.72	0.036
Süre (t)	1	2.258	2.2578	5.39	0.026
Amplitüd (A)	1	5.279	5.2790	12.61	0.001
T*T	1	6.339	6.3393	15.15	0.000
A*A	1	6.268	6.2678	14.97	0.000
T*A	1	10.069	10.0689	24.06	0.000
t*A	1	4.389	4.3887	10.49	0.003
Kalıntı	37	15.486	0.4186		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	9.147	1.8294	9.23	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.340	0.1981		
Toplam	44	51.223			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.646957	0.70	0.64	0.57

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyunun tuz miktarı üzerine etki eden faktörler basınç, sıcaklık ve uygulama süresi

önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Tuz miktarı için US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.5 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu bulanıklık üzerine etkisi

Çalışmalar kapsamında ürünün homojen bir şekilde alındığına emin olunarak farklı amplitüd (50-90 A), sıcaklık (4-40 °C) ve süre (5-45 dk) koşullarında ultrasonikasyonla proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acılı şalgam suyunun bulanıklık (NTU) değeri Çizelge 4.115'de verilmiştir. Çizelge 4.115'de verilen sonuçlar incelendiği zaman en yüksek bulanıklık değeri US 7 prosesinde, en düşük bulanıklık değeri ise US 2 prosesinde elde edilmiştir. Sonuçlara göre kontrol grubuna en yakın değer US 5 prosesinde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.115.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama bulanıklık değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	0	0	0	407.33±8.06 <sup>ef</sup>
US 1	22	25	70	177.27±2.07 <sup>k</sup>
US 2	22	45	50	176.33±0.97 <sup>k</sup>
US 3	40	25	90	432.90±1.71 <sup>d</sup>
US 4	22	25	70	414.27±1.00 <sup>e</sup>
US 5	22	45	90	405.90±2.88 <sup>ef</sup>
US 6	40	45	70	322.53±0.15 <sup>g</sup>
US 7	40	5	70	564.63±2.20 <sup>a</sup>
US 8	40	25	50	287.57±2.15 <sup>h</sup>
US 9	4	25	90	222.53±1.20 <sup>j</sup>
US 10	22	5	50	328.97±4.33 <sup>g</sup>
US 11	22	5	90	242.33±3.61 <sup>l</sup>
US 12	4	5	70	450.97±1.62 <sup>c</sup>
US 13	22	25	70	470.90±1.51 <sup>b</sup>
US 14	4	45	70	398.87±4.20 <sup>f</sup>
US 15	4	25	50	324.43±5.02 <sup>g</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Şalgam suyuna uygulanan proseslerin bulanıklık üzerinde etkilerinin belirlenebilmesi için; normal dağılım sergilediği belirlenen bulanıklık değerleri ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış, önemsiz bulunan terimler ( $p > 0.05$ ) modellemeyen çıkarılmış ve elde edilen revize ANOVA sonuçları ise Çizelge 4.116'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları Ek 4.50'de verilmiştir.



**Çizelge 4.116.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının bulanıklık değerleri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	314509	52418	8.72	0.000
Süre (t)	1	30090	30090	5.00	0.031
T*T	1	30484	30484	5.07	0.030
A*A	1	97543	97543	16.22	0.000
T*t	1	27075	27075	4.50	0.040
T*A	1	45843	45843	7.62	0.009
t*A	1	74987	74987	12.47	0.001
Kalıntı	38	228469	6012		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>6</b>	<b>82656</b>	<b>13776</b>	<b>3.02</b>	<b>0.019</b>
Saf hata	32	145813	4557		
Toplam	44	542978			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	77.5393	0.58	0.51	0.46

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen çıktılara göre acılı şalgam suyunun bulanıklık değeri üzerinde sadece uygulama süresi (t) faktörü önemli bulunmuştur. Modellemenin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.019$  olarak belirlenmiştir. Bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile bulanıklık değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.3.6 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan ultrasonikasyon proses parametreleri (A, T ve t) ve prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin toplam asitlik (TA) değeri Çizelge 4.117’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde toplam asitlik bakımında US 11 (0.52) prosesinin en yüksek değere, US 4 ve US 6 (0.45) proseslerinin en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değer ise US 15 (0.47) prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.117.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama TA değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TA (g/L)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.47±0.01 <sup>cdef</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.47±0.02 <sup>def</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.46±0.01 <sup>ef</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.51±0.01 <sup>ab</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.45±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.49±0.02 <sup>abcde</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.45±0.02 <sup>f</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.52±0.01 <sup>ab</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.50±0.00 <sup>abcd</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.50±0.01 <sup>abcd</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.52±0.01 <sup>ab</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.52±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.49±0.01 <sup>abcd</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.48±0.01 <sup>bcdef</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.51±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.47±0.01 <sup>cdef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu örneklerinin toplam asitlik değerlerine modelleme yapılabilmesi amacıyla öncelikli olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Dönüşümü tamamlanan toplam asitlik değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede önemsiz terimlerin çıkarılmasıyla elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.118’de verilmiştir. Dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.51’de verilmiştir.

**Çizelge 4.118.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının toplam asitliği değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	-0.917	0.205	0.000
Lineer			
t	-0.717	0.125	0.000
A	0.419	0.125	0.002
Square			
T <sup>2</sup>	0.479	0.185	0.013
t <sup>2</sup>	0.515	0.185	0.008
A <sup>2</sup>	0.633	0.185	0.001
Interaction			
T*t	-0.806	0.177	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.165</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.70	0.65	0.57

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

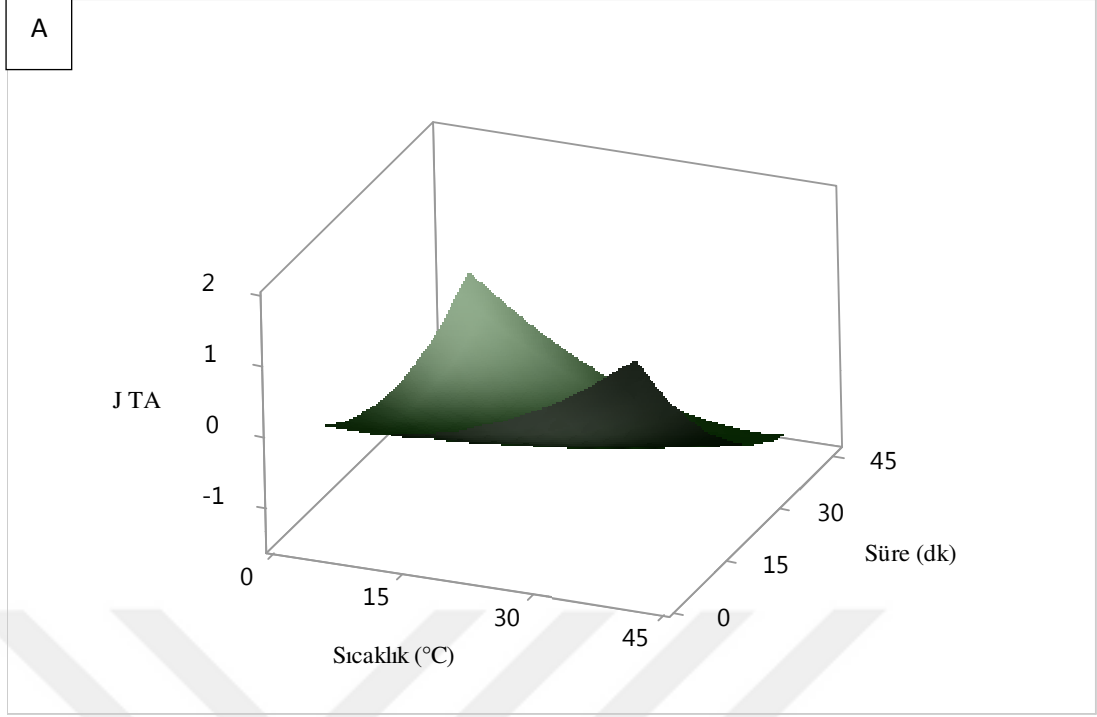
ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyunun TA değeri üzerinde etki eden faktörlerden sadece uygulama süresi ve

amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). TA değeri üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri 0.165 olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ' ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu TA değerine ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.69, 0.64 ve 0.56 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.118).

Modelleme ile US proseslerinin acılı şalgam suyu TA değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra, bu terimlerin modellemede belirlenen katsayıları kullanılarak herhangi bir US proses koşullarında TA sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan kodlu katsayılar cinsinden matematiksel eşitlik aşağıda verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$TA = -0.917 - 0.717*t + 0.419*A + 0.479*T*T + 0.515*t*t + 0.633*A*A - 0.806*T*t \text{ (Denklem 11).}$$

US prosesi uygulanmış şalgam sularını TA değeri üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.717) ve basınç (0.419) olarak bulunmuştur (Denklem 11). TA değeri üzerine amplitüd pozitif, uygulama süresi ise negatif etki göstermektedir (Denklem 11). Verilen denklemin daha net anlaşılmasını sağlamak amacıyla çizilen (3D) yüzey grafikleri Şekil 4.21'de verilmiştir.

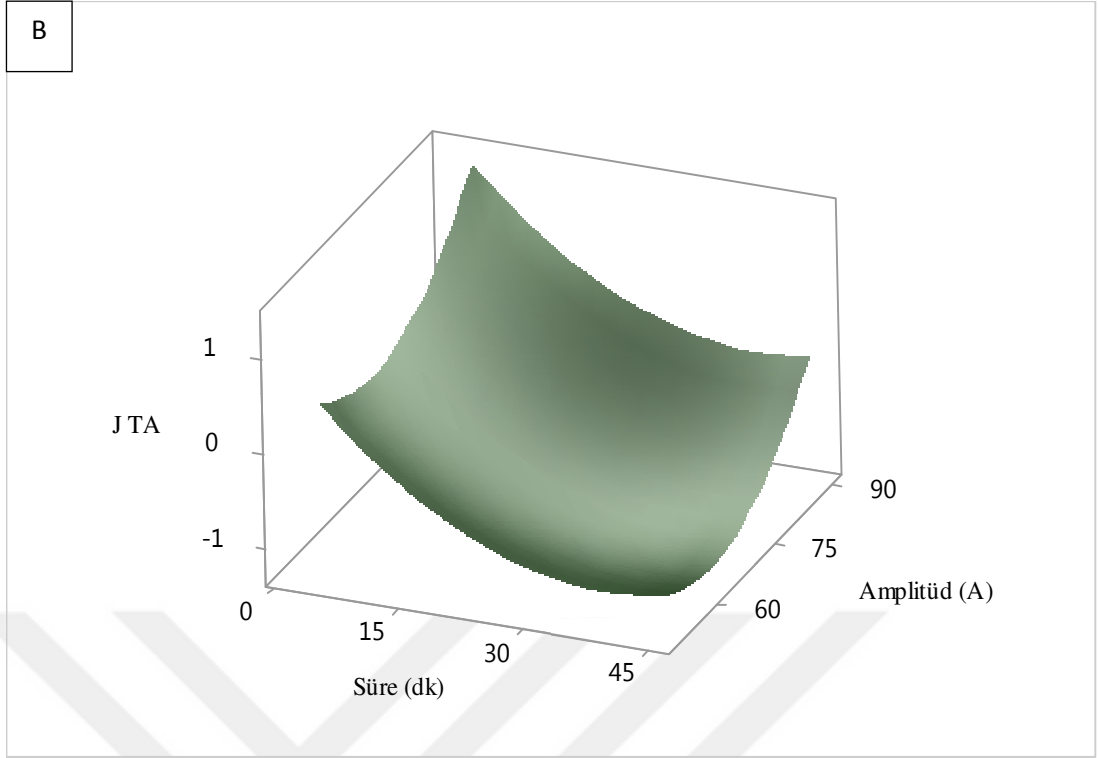


**Şekil 4.21.A.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t= 25 dk)

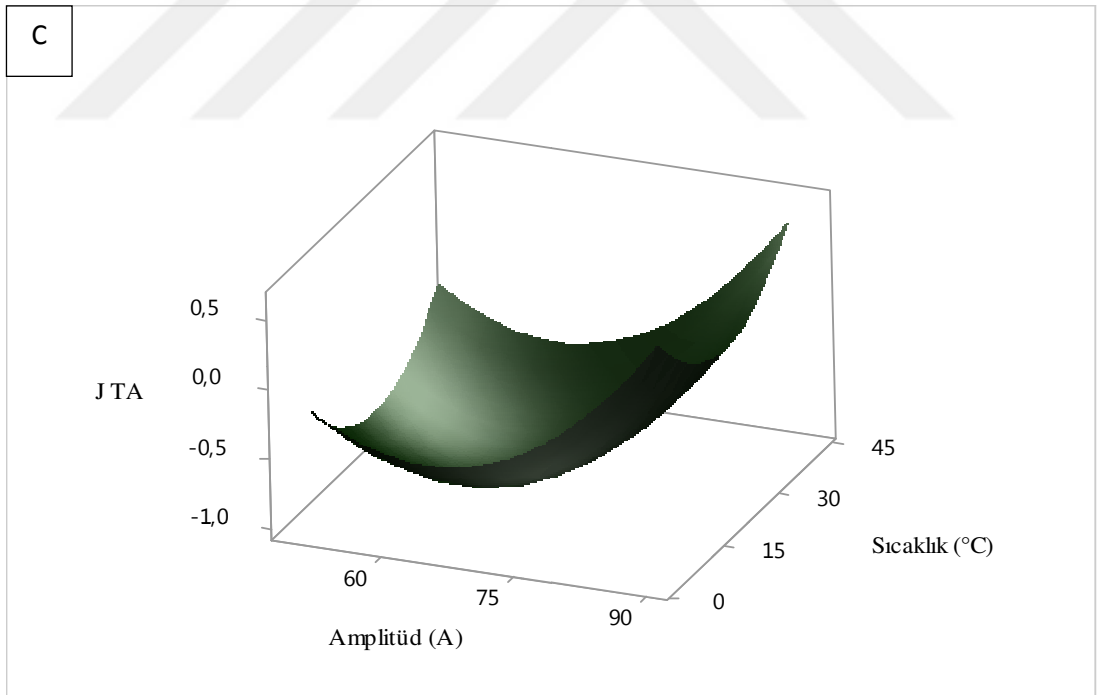
Şekil 4.21.A incelendiğinde sabit amplitüd değerinde sıcaklık ve süre değişiminin TA değeri üzerindeki etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Uygulama sıcaklığının artması ile TA miktarının artacağı, uygulama süresinin artması ile TA miktarının azaldığı görülmektedir.

Şekil 4.21.B incelendiğinde ise sabit uygulama sıcaklığında; uygulama süresinin artması ile TA miktarının azaldığı, amplitüd değerinin artırılması ile TA miktarının arttığı belirlenmiştir.

Şekil 4.21.C'de ise sabit uygulama süresinde; uygulanan amplitüd değerinin 50-70 A arasında artırılması ile TA değerinin azalacağı ancak 70-90 A arasındaki amplitüde artışı ile TA değerinin artacağı görülmektedir. Uygulama sıcaklığının 4-22°C arasındaki artışı ile TA değerinin azalacağı, 22-40 °C arasındaki sıcaklık artışı ile TA değerinin artacağı belirlenmiştir.



Şekil 4.21.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisi.



Şekil 4.21.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değerlerinin toplam asitlik üzerine etkisi.

Sonuç olarak maksimum TA değerinin 40°C sıcaklık 5 dk uygulama süresi ve 90 A amplitüd koşullarında elde edileceği söylenebilmektedir.

### 4.3.7 Yüksek basınç uygulamalarının acılı şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan US proses şartları (A, T, t), prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $L^*$  değerleri Çizelge 4.119'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, US 15 prosesinin en yüksek değere, US 10 prosesinin en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.119.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama  $L^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$L^*$
<b>Kontrol</b>	0	0	0	5.78±0.02 <sup>c</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	4.77±0.02 <sup>f</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	4.14±0.06 <sup>g</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	5.22±0.02 <sup>e</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	5.30±0.04 <sup>e</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	5.26±0.02 <sup>e</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	4.18±0.03 <sup>g</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	4.12±0.04 <sup>g</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	5.23±0.03 <sup>e</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	4.69±0.08 <sup>f</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	3.09±0.04 <sup>1</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	6.08±0.04 <sup>b</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	4.14±0.06 <sup>g</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.95±0.03 <sup>h</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	5.58±0.09 <sup>d</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	6.96±0.07 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizlerde belirlenen  $L^*$  değerlerinin normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra ikinci dereceden matematiksel modele tabii tutulmuştur. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.120'de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.52'de verilmiştir.

**Çizelge 4.120.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $L^*$  değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	7.669	3.83436	5.10	0.010
t*t	1	3.849	3.84932	5.12	0.029
T*A	1	3.819	3.81941	5.08	0.029
Kalıntı	42	31.577	0.75182		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	28.729	2.87286	32.28	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.848	0.08900		
Toplam	44	39.245			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.867077	0.20	0.16	0.08

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde US ile proses edilmiş acılı şalgam sunun  $L^*$  değeri üzerinde US proses faktörlerinden hiç biri önemli olarak belirlenmemiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ) olması nedeniyle de  $L^*$  değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir (Çizelge 4.120).

#### 4.3.8 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $a^*$  değerleri Çizelge 4.121’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $a^*$  değerleri 17.07-31.92 arasında değişmektedir. En düşük  $a^*$  değerinin 10 numaralı US prosesinde, en yüksek değerinin 11 numaralı proseste olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.121.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama  $a^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$a^*$ değeri
<b>Kontrol</b>	0	0	0	29.99±0.27 <sup>c</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	26.88±0.09 <sup>f</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	24.35±0.10 <sup>g</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	29.10±0.18 <sup>de</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	30.68±0.19 <sup>b</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	29.23±0.09 <sup>d</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	24.47±0.05 <sup>g</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	23.58±0.21 <sup>h</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	29.29±0.08 <sup>d</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	27.07±0.58 <sup>f</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	17.07±0.06 <sup>k</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	31.92±0.10 <sup>a</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	21.19±0.11 <sup>h</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	20.66±0.15 <sup>i</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	19.72±0.09 <sup>j</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	28.51±0.16 <sup>e</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada elde edilen  $a^*$  değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeniyle modelleme yapılabilmesi için öncelikli olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Dönüşüm işlemi tamamlanan  $a^*$  değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.122’de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve  $a^*$  değeri için uygulanan dönüşüm grafiği Ek 4.53’de verilmiştir.

**Çizelge 4.122.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $a^*$  değeri ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	32.299	8.0748	10.62	0.000
A	1	11.313	11.3130	14.87	0.000
t*t	1	5.550	5.5502	7.30	0.010
A*A	1	6.099	6.0990	8.02	0.007
t*A	1	8.442	8.4420	11.10	0.002
Kalıntı	40	30.425	0.7606		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	18.876	2.3595	6.54	<b>0.000</b>
Saf hata	32	11.549	0.3609		
Toplam	44	62.724			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.872138	0.51	0.47	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.122 incelendiğinde  $a^*$  değeri için US proses faktörlerinden sadece amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak



bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.3.9 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyunun farklı sıcaklık, süre ve amplitüd koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun  $b^*$  değeri Çizelge 4.123'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $b^*$  değerleri 3.53-9.65 arasında değişmektedir. US 11 en yüksek  $b^*$  değerine, US 10 prosesi en düşük  $b^*$  değerine sahip prosesler olarak belirlenmiştir. Ayrıca US 8 prosesi (8.42) kontrol grubuna en yakın sonuçların elde edildiği proses olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.123.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama  $b^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$b^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	8.73±0.05 <sup>bc</sup>
US 1	22	25	70	6.96±0.10 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	6.37±0.45 <sup>de</sup>
US 3	40	25	90	8.04±0.14 <sup>c</sup>
US 4	22	25	70	9.07±0.19 <sup>ab</sup>
US 5	22	45	90	8.39±0.32 <sup>bc</sup>
US 6	40	45	70	6.61±0.11 <sup>de</sup>
US 7	40	5	70	5.83±0.44 <sup>ef</sup>
US 8	40	25	50	8.42±0.04 <sup>bc</sup>
US 9	4	25	90	7.10±0.24 <sup>d</sup>
US 10	22	5	50	3.53±0.49 <sup>h</sup>
US 11	22	5	90	9.65±0.24 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	5.33±0.39 <sup>fg</sup>
US 13	22	25	70	5.17±0.17 <sup>fg</sup>
US 14	4	45	70	4.96±0.23 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	7.95±0.21 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışma kapsamında elde edilen  $b^*$  değerlerine ikinci dereceden modelleme yapılması için ilk olarak normallik testi uygulanmıştır. Normal dağılım sergilediği belirlenen  $b^*$  değerlerinin modellenmesi yapılmış,  $b^*$  değeri için önemsiz olduğu belirlenen terimler modelden çıkarılmış ve elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.124'de verilmiştir. Modellemedeki tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.54'de verilmiştir.

**Çizelge 4.124.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $b^*$  değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	59.45	14.8633	8.89	0.000
A	1	17.92	17.9228	10.72	0.002
t*t	1	14.00	13.9968	8.37	0.006
A*A	1	12.92	12.9185	7.72	0.008
t*A	1	12.55	12.5461	7.50	0.009
Kalıntı	40	66.90	1.6725		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	41.61	5.2013	6.58	<b>0.000</b>
Saf hata	32	25.29	0.7903		
Toplam	44	126.35			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.29325	0.47	0.42	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu  $b^*$  değeri üzerine etki eden faktörlerden sadece amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).  $b^*$  değeri için US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.10 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, $C^*$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak hesaplanan ortalama  $C^*$  değerleri Çizelge 4.125'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $C^*$  değerleri 14.74-33.35 arasında değişmektedir. En düşük  $C^*$  değeri US 10 (14.74) prosesinde, en yüksek  $C^*$  değeri ise US 11 (33.35) prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.125.** US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama C\* değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Chroma (C*)
Kontrol	0	0	0	31.17±0.26 <sup>bc</sup>
US 1	22	25	70	28.23±0.08 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	25.18±0.09 <sup>e</sup>
US 3	40	25	90	30.19±0.14 <sup>c</sup>
US 4	22	25	70	31.99±0.13 <sup>b</sup>
US 5	22	45	90	30.42±0.03 <sup>c</sup>
US 6	40	45	70	25.35±0.03 <sup>e</sup>
US 7	40	5	70	24.29±0.28 <sup>ef</sup>
US 8	40	25	50	30.48±0.08 <sup>c</sup>
US 9	4	25	90	27.99±0.54 <sup>d</sup>
US 10	22	5	50	14.74±0.71 <sup>h</sup>
US 11	22	5	90	33.35±0.16 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	23.79±0.05 <sup>f</sup>
US 13	22	25	70	21.30±0.12 <sup>g</sup>
US 14	4	45	70	20.34±0.06 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	28.78±1.42 <sup>d</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen C\* değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen sonuçlara ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.126' da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.55'te verilmiştir.

**Çizelge 4.126.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suları C\* değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	29.948	7.4869	10.77	0.000
A	1	11.634	11.6343	16.73	0.000
t*t	1	4.898	4.8981	7.04	0.011
A*A	1	4.374	4.3737	6.29	0.016
t*A	1	8.330	8.3296	11.98	0.001
Kalıntı	40	27.817	0.6954		
Uyum eksikliği	8	17.345	2.1681	6.63	0.000
Saf hata	32	10.472	0.3272		
Toplam	44	57.764			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.833915	0.52	0.47	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.126'da verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, C\* değeri üzerinde US proses faktörlerinden sadece amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) C\* değeri üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği

değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p>0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.11 Ultrasonikkasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu hue ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.127' de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $h^\circ$  değerleri 0.24-0.29 arasında değişmektedir. En düşük  $h^\circ$  değeri US 12 prosesinde, en yüksek değer US 11 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine en yakın sonuçlara da US 11 prosesi sahipken, bu proses hariç tüm US proseslerinde kontrol grubuna kıyasla  $h^\circ$  değerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.127.** US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama  $h^\circ$  değerleri

Proses no	Sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ )	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$h^\circ$
Kontrol	0	0	0	0.29±0.01 <sup>ab</sup>
US 1	22	25	70	0.25±0.00 <sup>defg</sup>
US 2	22	45	50	0.26±0.01 <sup>cdef</sup>
US 3	40	25	90	0.27±0.01 <sup>bcde</sup>
US 4	22	25	70	0.27±0.00 <sup>bcdef</sup>
US 5	22	45	90	0.27±0.01 <sup>bcde</sup>
US 6	40	45	70	0.26±0.00 <sup>cdef</sup>
US 7	40	5	70	0.25±0.01 <sup>defg</sup>
US 8	40	25	50	0.28±0.00 <sup>abc</sup>
US 9	4	25	90	0.26±0.01 <sup>cdefg</sup>
US 10	22	5	50	0.25±0.01 <sup>defg</sup>
US 11	22	5	90	0.29±0.01 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	0.23±0.01 <sup>g</sup>
US 13	22	25	70	0.25±0.01 <sup>fg</sup>
US 14	4	45	70	0.25±0.01 <sup>efg</sup>
US 15	4	25	50	0.27±0.01 <sup>abcd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda normal dağılım sergilediği belirlenen  $h^\circ$  değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmış ve elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.128'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.56'da verilmiştir.

**Çizelge 4.128.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $h^\circ$  değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	0.005966	0.001989	13.47	0.000
T	1	0.001107	0.001107	7.50	0.009
A*A	1	0.003729	0.003729	25.26	0.000
t*A	1	0.001130	0.001130	7.66	0.008
Kalıntı	41	0.006053	0.000148		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	0.003233	0.000359	4.07	<b>0.001</b>
Saf hata	32	0.002821	0.000088		
Toplam	44	0.012020			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0121507	0.50	0.46	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA çıktıları incelendiğinde,  $h^\circ$  değeri üzerinde etkili olan US proses faktörlerinden sadece sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.001$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.128). Bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile  $h^\circ$  değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.3.12 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan US proseslerinden elde edilen ürünlerin kontrol örneğine kıyasla renk değişimi ( $\Delta E$ ) sonuçları Çizelge 4.129'da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $\Delta E$  değerleri 1.17-14.27 arasında değişmektedir. En düşük  $\Delta E$  değerine 8 numaralı proses sahip olurken, en yüksek değere 10 numaralı proses sahip olmuştur.

**Çizelge 4.129.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama  $\Delta E$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$\Delta E$
US 1	22	25	70	3.58±0.01 <sup>f</sup>
US 2	22	45	50	6.57±0.12 <sup>e</sup>
US 3	40	25	90	1.52±0.07 <sup>h</sup>
US 4	22	25	70	1.26±0.08 <sup>h</sup>
US 5	22	45	90	1.24±0.07 <sup>i</sup>
US 6	40	45	70	6.36±0.03 <sup>e</sup>
US 7	40	5	70	7.47±0.33 <sup>d</sup>
US 8	40	25	50	1.16±0.08 <sup>i</sup>
US 9	4	25	90	3.76±0.47 <sup>f</sup>
US 10	22	5	50	14.27±0.03 <sup>a</sup>
US 11	22	5	90	1.93±0.19 <sup>gh</sup>
US 12	4	5	70	8.03±0.11 <sup>d</sup>
US 13	22	25	70	10.42±0.07 <sup>c</sup>
US 14	4	45	70	11.44±0.06 <sup>b</sup>
US 15	4	25	50	2.38±0.61 <sup>g</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen  $\Delta E$  değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen sonuçlara Johnson dönüşümü uygulandıktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.130'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ile dönüşüm grafiği ise Ek 4.57'de verilmiştir.

**Çizelge 4.130.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $\Delta E$  değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	19.486	4.8714	7.07	0.000
T	1	3.639	3.6394	5.28	0.027
A	1	3.142	3.1425	4.56	0.039
t*t	1	8.149	8.1489	11.83	0.001
A*A	1	3.705	3.7049	5.38	0.026
Kalıntı	40	27.546	0.6886		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>8</b>	<b>19.228</b>	<b>2.4035</b>	<b>9.25</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	8.318	0.2599		
Toplam	44	47.031			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.829848	0.41	0.36	0.26

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.130'da verilen ANOVA tablosu incelendiğinde  $\Delta E$  değeri üzerinde US proses parametrelerinden uygulama sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p < 0.05$  olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.3.13 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin hesaplanan ortalama renk yoğunluğu (IC) değerleri Çizelge 4.131'de absorbans (Abs) cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre IC değerleri 3.89-6.01 Abs. arasında değişmektedir. En düşük IC değeri US 15 prosesinde, en yüksek değer kontrol örneğinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.131.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ortalama IC değerleri

roses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	(IC, Abs.)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	6.01±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	5.75±0.02 <sup>c</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	5.84±0.02 <sup>b</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	5.99±0.04 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	5.98±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	5.77±0.02 <sup>c</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	5.83±0.04 <sup>b</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	6.00±0.02 <sup>a</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	4.01±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.94±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	3.92±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	3.92±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	5.67±0.01 <sup>d</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	5.75±0.01 <sup>c</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	3.91±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.89±0.00 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucu elde edilen IC değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Acılı şalgam suyunun IC değerinin tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.58’de verilmiştir. IC üzerinde etkisi olmadığı belirlenen önemsiz terimlerin modelden çıkarılmasından sonra elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları ise aşağıda Çizelge 4.132’de verilmiştir.

**Çizelge 4.132.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının IC değeri ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	23.1406	4.62812	10.83	0.000
T	1	7.3527	7.35269	17.20	0.000
T*T	1	2.1107	2.11068	4.94	0.032
A*A	1	9.5921	9.59207	22.44	0.000
T*t	1	1.8747	1.87467	4.39	0.043
T*A	1	2.7966	2.79657	6.54	0.015
Kalıntı	39	16.6682	0.42739		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	16.5533	2.36476	658.49	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1149	0.00359		
Toplam	44	39.8088			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.653751	0.58	0.53	0.47

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu IC değeri üzerine etki eden faktörlerden sadece sıcaklık önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.132.). IC değeri üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde

modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.14 Ultrasonikason uygulamalarının acılı şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi

Çizelge 4.133'de acılı şalgam sularına uygulanan ultrasonikasyon proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama renk tonu değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.133.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Renk tonu
Kontrol	0	0	0	1.02±0.01 <sup>b</sup>
US 1	22	25	70	0.97±0.00 <sup>e</sup>
US 2	22	45	50	0.94±0.00 <sup>f</sup>
US 3	40	25	90	1.04±0.00 <sup>a</sup>
US 4	22	25	70	0.99±0.00 <sup>cd</sup>
US 5	22	45	90	0.94±0.00 <sup>f</sup>
US 6	40	45	70	0.97±0.01 <sup>e</sup>
US 7	40	5	70	1.00±0.00 <sup>c</sup>
US 8	40	25	50	0.73±0.00 <sup>h</sup>
US 9	4	25	90	0.73±0.00 <sup>h</sup>
US 10	22	5	50	0.73±0.00 <sup>h</sup>
US 11	22	5	90	0.84±0.01 <sup>g</sup>
US 12	4	5	70	0.96±0.00 <sup>e</sup>
US 13	22	25	70	0.98±0.00 <sup>d</sup>
US 14	4	45	70	0.73±0.00 <sup>h</sup>
US 15	4	25	50	0.73±0.00 <sup>h</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre renk tonu değerleri 0.73-1.04 arasında değişmektedir. En düşük IC değerine (0.73) US 15 prosesi, en yüksek değere (1.04) US 3 prosesi sahip olmuştur. Kontrol grubuna en yakın sonuçların US 3 ve US 7 proseslerinde elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca US 3 prosesi hariç tüm proseslerde kontrol örneğine kıyasla renk tonu değeri için azalma olduğu da görülmektedir (Çizelge 4.133).

Analizler sonucunda elde edilen renk tonu değerleri için yapılan ikinci dereceden matematiksel modellemede önemsiz olarak belirlenen terimler hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmış ve elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları



Çizelge 4.134'de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.59'da verilmiştir.

**Çizelge 4.134.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının renk tonu değerlerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	0.465082	0.077514	20.71	0.000
T	1	0.127947	0.127947	34.18	0.000
A	1	0.066623	0.066623	17.80	0.000
T*T	1	0.041373	0.041373	11.05	0.002
A*A	1	0.140843	0.140843	37.62	0.000
T*t	1	0.028301	0.028301	7.56	0.009
T*A	1	0.070022	0.070022	18.70	0.000
Kalıntı	38	0.142257	0.003744		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	0.140812	0.023469	519.55	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.001445	0.000045		
Toplam	44	0.607340			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.0611851	0.77	0.73	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde acılı şalgam suyu renk tonu değeri üzerinde US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı, amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri de  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenle ( $p<0.05$ ), renk tonu değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır (Çizelge 4.134).

#### 4.3.15 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulan US proses parametreleri, prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin sarı renk bileşimi (SRB) ortalama değerleri Çizelge 4.135'de % cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde değerlerin % 35.99-44.69 arasında değiştiği SRB bakımında US 3 (%44.69) prosesinin en yüksek değere, US 14 (%35.99) prosesinin en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değer ise US 3 (%44.69) prosesinde elde edildiği görülmektedir. Ayrıca 3 numaralı proses hariç tüm proseslerde kontrol grubuna kıyasla SRB değerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.135.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu SRB ortalama değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	SRB (%)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	44.47±0.53 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	43.14±0.46 <sup>abc</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	42.16±0.22 <sup>cd</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	44.69±0.48 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	43.53±0.06 <sup>abc</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	42.26±0.25 <sup>bcd</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	42.59±0.73 <sup>bc</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	42.48±0.98 <sup>bc</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	40.53±1.74 <sup>d</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	36.01±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	37.38±0.33 <sup>e</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	36.68±0.06 <sup>e</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	43.29±0.18 <sup>abc</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	43.96±0.09 <sup>ab</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	35.99±0.17 <sup>e</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	37.64±0.10 <sup>e</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.135’de sonuçları verilen sarı renk bileşimi değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış ve önemsiz olarak belirlenen terimler ( $p > 0.05$ ) modellemeden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılmasıyla elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.136’da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.60’da verilmiştir.

**Çizelge 4.136.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının sarı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	247.85	61.964	13.77	0.000
T	1	112.93	112.927	25.10	0.000
A*A	1	68.50	68.503	15.23	0.000
T*t	1	41.23	41.230	9.17	0.004
T*A	1	25.19	25.195	5.60	0.023
Kalıntı	40	179.94	4.499		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	168.37	21.046	58.20	<b>0.000</b>
Saf hata	32	11.57	0.362		
Toplam	44	427.80			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	2.12098	0.58	0.54	0.47

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde SRB değeri zerinde US proses faktörlerinden sadece uygulama sıcaklığının önemli olarak bulunduğu anlaşılmaktadır. Modellemenin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir ve bu değer

$p < 0.05$  olması nedeni ile SRB değeri için başarılı bir modelleme yapılamayacağı anlaşılmaktadır.

#### 4.3.16 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan BBD desenine göre belirlenen ultrasonikasyon proses parametreleri (T, t, A) ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin mavi renk bileşimi (MRB) ortalama değerleri Çizelge 4.137'de % cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.137.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama mavi renk bileşimi değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	MRB (%)
Kontrol	0	0	0	12.39±0.03 <sup>gh</sup>
US 1	22	25	70	11.60±0.10 <sup>i</sup>
US 2	22	45	50	13.40±0.09 <sup>de</sup>
US 3	40	25	90	12.15±0.65 <sup>h</sup>
US 4	22	25	70	12.71±0.02 <sup>fg</sup>
US 5	22	45	90	12.34±0.20 <sup>gh</sup>
US 6	40	45	70	12.16±0.01 <sup>h</sup>
US 7	40	5	70	13.11±0.03 <sup>ef</sup>
US 8	40	25	50	16.25±0.01 <sup>a</sup>
US 9	4	25	90	14.72±0.03 <sup>b</sup>
US 10	22	5	50	14.24±0.01 <sup>bc</sup>
US 11	22	5	90	13.26±0.00 <sup>e</sup>
US 12	4	5	70	11.30±0.02 <sup>i</sup>
US 13	22	25	70	11.27±0.01 <sup>i</sup>
US 14	4	45	70	14.23±0.01 <sup>bc</sup>
US 15	4	25	50	13.87±0.03 <sup>cd</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde MRB değerlerinin % 11.27-16.25 arasında değiştiği, MRB bakımından US 13 prosesinin en düşük değere, US 8 prosesinin en yüksek değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın sonuçların US 5 prosesinde olduğu görülmektedir. Çizelgede verilen sonuçlar incelendiğinde bütün proseslerde sonuçların birbirine yakın değerlerde olduğu bu nedenle de yapılan tek yönlü ANOVA analizinde duyarlılıkların çok yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.137).

MRB değerleri için yapılan ikinci dereceden modellemede önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.138’ de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.61’de verilmiştir.

**Çizelge 4.138.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının mavi renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	72.256	14.4512	54.40	0.000
A	1	10.498	10.4981	39.52	0.000
T*T	1	8.878	8.8778	33.42	0.000
A*A	1	25.129	25.1293	94.60	0.000
T*t	1	11.335	11.3348	42.67	0.000
T*A	1	18.387	18.3865	69.22	0.000
Kalıntı	39	10.360	0.2656		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	5.951	0.8502	6.17	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.409	0.1378		
Toplam	44	82.616			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.515405	0.87	0.86	0.84

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA tablosu incelendiğinde US proses faktörlerinden sadece amplitüd MRB değeri için önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiş (Çizelge 4.138), bu nedenle de başarılı bir modelleme yapılamadığına karar verilmiştir.

#### 4.3.17 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan ultrasonikasyon proses koşulları, proseslerden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kırmızı renk bileşimi (KRB,%) değerleri Çizelge 4.139’da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde bütün proseslerde sonuçların birbirine yakın değerlerde olduğu bu nedenle de yapılan tek yönlü ANOVA analizinde duyarlılıkların çok yüksek olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre KRB değerlerinin %43.14-51.23 arasında değiştiği KRB bakımından US 15 (%51.23) prosesin en yüksek değere, US 3 (%43.14) prosesinin de en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. KRB bakımından kontrol grubuna en yakın değer de US 7 prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.139.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun ortalama KRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	KRB (%)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	43.46±0.03 <sup>lm</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	45.01±0.09 <sup>ij</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	45.39±0.11 <sup>ln</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	43.15±0.30 <sup>m</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	43.77±0.03 <sup>l</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	46.35±0.04 <sup>g</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	44.49±0.06 <sup>k</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	43.50±0.10 <sup>lm</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	48.05±0.03 <sup>d</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	49.01±0.02 <sup>c</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	47.35±0.04 <sup>e</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	46.76±0.37 <sup>f</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	45.76±0.12 <sup>h</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	44.81±0.11 <sup>jk</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	49.58±0.01 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	51.23±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizlerde elde edilen KRB değerlerinin tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni KRB değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden  $p > 0.05$  olan faktörler KRB değerleri için önemsiz olarak belirlenmiş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.140'ta tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve KRB değeri dönüşüm grafiği ise Ek 4.62'de verilmiştir.

**Çizelge 4.140.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kırmızı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	35.453	7.0906	24.25	0.000
T	1	20.990	20.9902	71.79	0.000
A	1	4.214	4.2142	14.41	0.001
T*T	1	1.617	1.6173	5.53	0.024
A*A	1	6.826	6.8263	23.35	0.000
T*A	1	2.239	2.2391	7.66	0.009
Kalıntı	39	11.403	0.2924		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	9.964	1.4234	31.64	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.440	0.0450		
Toplam	44	46.857			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.540737	0.76	0.73	0.67

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen revize ANOVA tablosu incelendiğinde, KRB değeri için US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak bulunmuş, modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Başarılı bir modelleme için uyum eksikliği değeri  $>0.05$  olması gerekmektedir. KRB değeri için bu koşulun sağlanamaması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır (Çizelge 4.140).

#### 4.3.18 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan farklı sıcaklık (4-40°C), süre (5-45dk), amplitüd (50-90 A) koşulları sonrası elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acılı şalgam suyunun toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı Çizelge 4.141’de mg/mL cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acılı şalgam suyunun TMA miktarı 5.46-8.79 mg/mL arasında değişmektedir. En yüksek TMA miktarı US 5 prosesinde, en düşük TMA miktarı US 14 prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.141.** US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama TMA miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMA (mg/mL)
Kontrol	0	0	0	6.31±0.12 <sup>i</sup>
US 1	22	25	70	5.93±0.22 <sup>ij</sup>
US 2	22	45	50	6.06±0.02 <sup>gh</sup>
US 3	40	25	90	8.49±0.01 <sup>b</sup>
US 4	22	25	70	6.26±0.02 <sup>fg</sup>
US 5	22	45	90	8.79±0.01 <sup>a</sup>
US 6	40	45	70	6.01±0.06 <sup>hi</sup>
US 7	40	5	70	7.80±0.02 <sup>d</sup>
US 8	40	25	50	5.96±0.02 <sup>hij</sup>
US 9	4	25	90	5.85±0.03 <sup>ij</sup>
US 10	22	5	50	6.99±0.01 <sup>e</sup>
US 11	22	5	90	5.77±0.03 <sup>j</sup>
US 12	4	5	70	5.51±0.09 <sup>k</sup>
US 13	22	25	70	6.16±0.02 <sup>fgh</sup>
US 14	4	45	70	5.46±0.01 <sup>k</sup>
US 15	4	25	50	8.13±0.02 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenindeki parametrelere göre US ile proses edilen örneklerin TMA miktarı sonuçları ikinci dereceden modele tabi tutulmuş,  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz olarak belirlenmiş ve modellemeden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin

modelden çıkarılmasıyla elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.142.' de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları Ek 4.63'de verilmiştir.

**Çizelge 4.142.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMA miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	44.6137	7.4356	30.82	0.000
T	1	4.0971	4.0971	16.98	0.000
A	1	1.1724	1.1724	4.86	0.034
A*A	1	7.9496	7.9496	32.95	0.000
T*t	1	2.2476	2.2476	9.32	0.004
T*A	1	17.3941	17.3941	72.10	0.000
t*A	1	11.7529	11.7529	48.72	0.000
Kalıntı	38	9.1670	0.2412		
Uyum eksikliği	6	8.8636	1.4773	155.84	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3033	0.0095		
Toplam	44	53.7806			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.491157	0.83	0.80	0.75

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.142'de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu TMA miktarı üzerinde US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir ve bu değer  $p>0.05$ 'ten küçük olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.3.19 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi

Acılı şalgam suyuna uygulanan farklı ultrasonikasyon proses koşulları, bu prosesler sonrası elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acılı şalgam suyunun toplam fenolik madde (TFM) miktarı Çizelge 4.143' de verilmiştir.

**Çizelge 4.143.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu ortalama TFM miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TFM (mg GAE/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	482.20±22.5 <sup>i</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	521.44±0.55 <sup>g</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	421.00±0.00 <sup>j</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	608.23±1.65 <sup>de</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	528.64±1.08 <sup>g</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	736.51±0.95 <sup>a</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	558.83±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	651.00±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	625.65±0.55 <sup>d</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	499.00±0.00 <sup>hu</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	572.75±0.55 <sup>f</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	594.90±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	522.39±8.52 <sup>g</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	514.66±2.50 <sup>gh</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	695.33±5.49 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	515.10±0.00 <sup>gh</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre acılı şalgam suyunun TFM miktarı 421.00-736.51 mg GAE/mL arasında değişmektedir. En yüksek TFM içeriği US 5 prosesinde, en düşük değer ise US 2 prosesinde, kontrol örneğine en yakın değer ise US 9 prosesinde elde edilmiştir (Çizelge 4.143).

Yapılan çalışmalarda elde edilen TFM miktarı değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modellemesi yapılmış ve  $p > 0.05$  olan terimler TFM miktarı için önemsiz olarak belirlenmiştir. Önemsiz terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.144'de, tüm terimleri içeren ilk ANOVA sonuçları ise Ek 4.64'te verilmiştir.

**Çizelge 4.144.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TFM miktarı ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize edilmiş ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	207807	34634.6	17.04	0.000
T	1	16839	16838.8	8.29	0.007
A	1	34672	34671.9	17.06	0.000
T*T	1	11712	11712.2	5.76	0.021
t*t	1	29833	29833.1	14.68	0.000
T*t	1	52708	52708.0	25.94	0.000
t*A	1	64514	64514.4	31.75	0.000
Kalıntı	38	77226	2032.3		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	76704	12783.9	783.67	<b>0.000</b>
Saf hata	32	522	16.3		
Toplam	44	285033			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	45.0805	0.73	0.69	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



TFM miktarı için elde edilen ANOVA tablosu incelendiğinde US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Bu nedenle US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu TFM miktarı için başarılı bir modelleme yapılamamıştır (Çizelge 4.144).

#### 4.3.20 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun antioksidan aktivitesi (AA) üzerine etkisi

Deneme desenindeki parametrelere göre ultrasonikasyon ile proses edilmiş acılı şalgam suyu ve kontrol örneğinin antioksidan aktivitesi (AA) ortalama değerleri Çizelge 4.145’de % cinsinden verilmiştir. Sonuçlara göre AA %63.58-72.21 arasında değişmektedir. En yüksek AA değeri US 9 prosesinde, en düşük AA değeri ise kontrol örneğinde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde proses edilen şalgam sularının AA değerlerinin birbirine çok yakın olduğu bu nedenle de duyarlılığın yüksek olduğu ve yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarında proseslerin farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca US ile proses edilmiş tüm örneklerin AA değerinin kontrol grubuna kıyasla fazla olduğu da belirlenmiştir.

**Çizelge 4.145.** US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama AA değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	AA (%)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	63.58±0.09 <sup>h</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	70.27±0.03 <sup>e</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	70.71±0.00 <sup>d</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	69.21±0.08 <sup>g</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	70.16±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	70.14±0.03 <sup>e</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	71.07±0.05 <sup>c</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	70.98±0.09 <sup>c</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	69.79±0.03 <sup>f</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	72.21±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	70.68±0.03 <sup>d</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	70.95±0.05 <sup>c</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	71.65±0.11 <sup>b</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	70.21±0.08 <sup>e</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	71.68±0.07 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	69.71±0.05 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde elde edilen acılı şalgam suyu AA değerlerine normallik testi yapılmış ve normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden

modelleme yapılmış, AA değeri için etkisi olmadığı belirlenen terimler ( $p > 0.05$ ) hiyerarşik olarak modelden çıkarılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.146'da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.65'te verilmiştir.

**Çizelge 4.146.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	24.8232	3.54618	37.95	0.000
T	1	6.5875	6.58749	70.50	0.000
A	1	0.9899	0.98987	10.59	0.002
T*T	1	1.5177	1.51773	16.24	0.000
t*t	1	6.4055	6.40548	68.56	0.000
A*A	1	1.4061	1.40607	15.05	0.000
T*A	1	7.0823	7.08233	75.80	0.000
t*A	1	0.5365	0.53649	5.74	0.022
Kalıntı	37	3.4571	0.09344		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	3.3450	0.66901	191.03	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1121	0.00350		
Toplam	44	28.2803			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.305672	0.88	0.85	0.80

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ANOVA sonuçları incelendiğinde AA değeri için sıcaklık ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelleme uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.21 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun uçar asit miktarı üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş olan kontrol örneğinin uçar asit (UA) miktarının ortalama değerleri Çizelge 4.147'de g/L asetik asit cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.147.** US proses koşulları ve acılı şalgam suyu ortalama uçar asit miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Uçar asit (g/L asetik asit)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.147’de verilen değerler incelendiğinde US ile acılı şalgam suyunun proses edilmesiyle uçar asit miktarının değişmediği görülmektedir. US proses parametrelerinin uçar asit miktarı üzerinde bir etkisi olmadığı için modelleme yapılamamaktadır.

#### **4.3.22 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun indirgen şeker miktarı (İŞM) üzerine etkisi**

Deneme deseninde belirtilen US proses koşulları ile bu koşullarda proses edilen acılı şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin indirgen şeker miktarı (İŞM) ortalama değerleri g/L cinsinden Çizelge 4.148’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara göre İŞM 0.38-0.64 g/L arasında değişmektedir. En yüksek İŞM sonuçları US 3 ve US 5 proseslerinde (0.64 g/L), en düşük İŞM US 12 (0.38 g/L) prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine en yakın sonuçlar US 9 (0.51 g/L) prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.148.** US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama indirgen şeker miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	İndirgen şeker (g/L)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.51±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.57±0.00 <sup>de</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.58±0.01 <sup>cd</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.64±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.58±0.00 <sup>cd</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.64±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.52±0.00 <sup>f</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.56±0.01 <sup>e</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.59±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.51±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.57±0.00 <sup>de</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.62±0.00 <sup>b</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.38±0.00 <sup>g</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.59±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.61±0.01 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.57±0.00 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenlerine göre proses edilen şalgam sularının İŞM değerlerine normal dönüşüm sergilememesi nedeniyle modellemeden önce ilk olarak Johnson dönüşümü yapılmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olması nedeniyle önemsiz olduğu belirlenen terimler modelden çıkarılmış ve Çizelge 4.149’da verilen revize edilmiş ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve İŞM için uygulanan dönüşüm grafiği Ek 4.66’da verilmiştir.

**Çizelge 4.149.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	33.575	4.7965	12.67	0.000
T	1	2.592	2.5915	6.85	0.013
t	1	4.148	4.1476	10.96	0.002
A	1	3.313	3.3132	8.76	0.005
T*T	1	3.910	3.9098	10.33	0.003
A*A	1	5.286	5.2864	13.97	0.001
T*t	1	10.867	10.8667	28.72	0.000
T*A	1	2.760	2.7599	7.29	0.010
Kalıntı	37	14.002	0.3784		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	12.442	2.4884	51.05	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.560	0.0487		
Toplam	44	47.577			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.615165	0.71	0.65	0.53

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu İŞM değerleri üzerine etki eden faktörler amplitüd, sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.149). İŞM üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p>0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.3.23 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi

Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş olan şalgam sularının canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları Çizelge 4.150'de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Verilen bulgulara göre canlı TMAB sayıları 3.57-5.25 logkob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMAB sayısı kontrol grubu örneğinde bulunurken, en az TMAB sayısı US 3 prosesinde elde edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla US ile proses edilmiş tüm acılı şalgam sularında canlı TMAB sayısında azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.150).

**Çizelge 4.150.** US ile proses edilmiş şalgam suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMAB (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	5.25±0.46 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	3.86±0.04 <sup>cde</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	3.97±0.11 <sup>cde</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	3.57±0.13 <sup>e</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	3.84±0.06 <sup>cde</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	3.85±0.11 <sup>cde</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	3.70±0.10 <sup>de</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	4.42±0.11 <sup>b</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	4.13±0.13 <sup>bed</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.85±0.16 <sup>cde</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	4.21±0.05 <sup>bc</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	4.12±0.03 <sup>bed</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	4.00±0.04 <sup>bcde</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.85±0.01 <sup>cde</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	4.06±0.15 <sup>bed</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.82±0.11 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Benhken deneme desenine göre, US ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen sonuçlar normal dağılım sergilemiş ve ikinci

dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA analiz çıktıları Çizelge 4.151’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.67 ’de verilmiştir.

**Çizelge 4.151.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.8438	0.0208	0.000
Lineer			
t	-0.1464	0.0194	0.000
A	-0.0934	0.0194	0.000
Square			
t <sup>2</sup>	0.1967	0.0285	0.000
Interaction			
T*t	-0.1942	0.0275	0.000
T*A	-0.1487	0.0275	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.556</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.84	0.82	0.78

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerinde etki eden faktörlerden uygulama süresi ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.151). TMAB sayısı üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.556$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Modelleme ile TMAB sayısına ait model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.84, 0.82, ve 0.78 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.151).

Modellemeyle acılı şalgam suyunun TMAB sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin modelleme de belirlenen kodlu katsayıları kullanılarak herhangi bir US uygulama parametresinde TMAB sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 12).

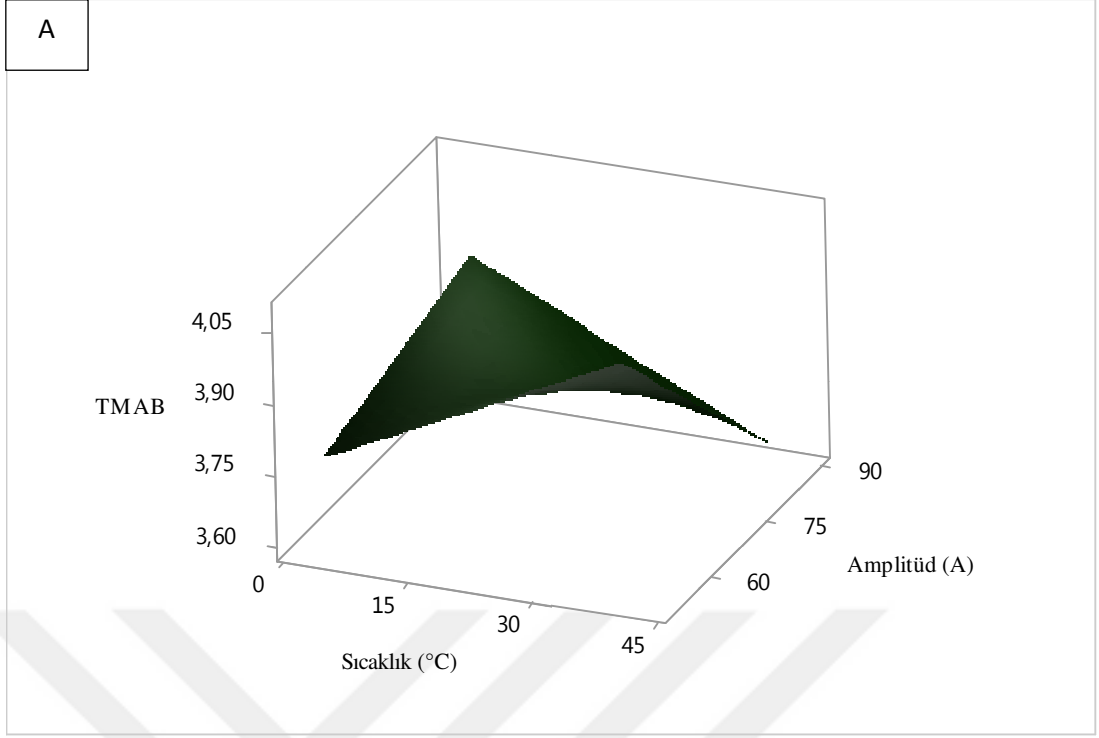
$$\text{TMAB (log kob/mL)} = 3.8438 - 0.1464*t - 0.0934*A + 0.1967*t*t - 0.1942*T*t - 0.1487*T*A$$

US prosesinin TMAB sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.1464) ve amplitüd (0.0934) olarak bulunmuştur (Denklem 12). TMAB sayısı üzerine amplitüd ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 12). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.22 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.23'de verilmiştir.

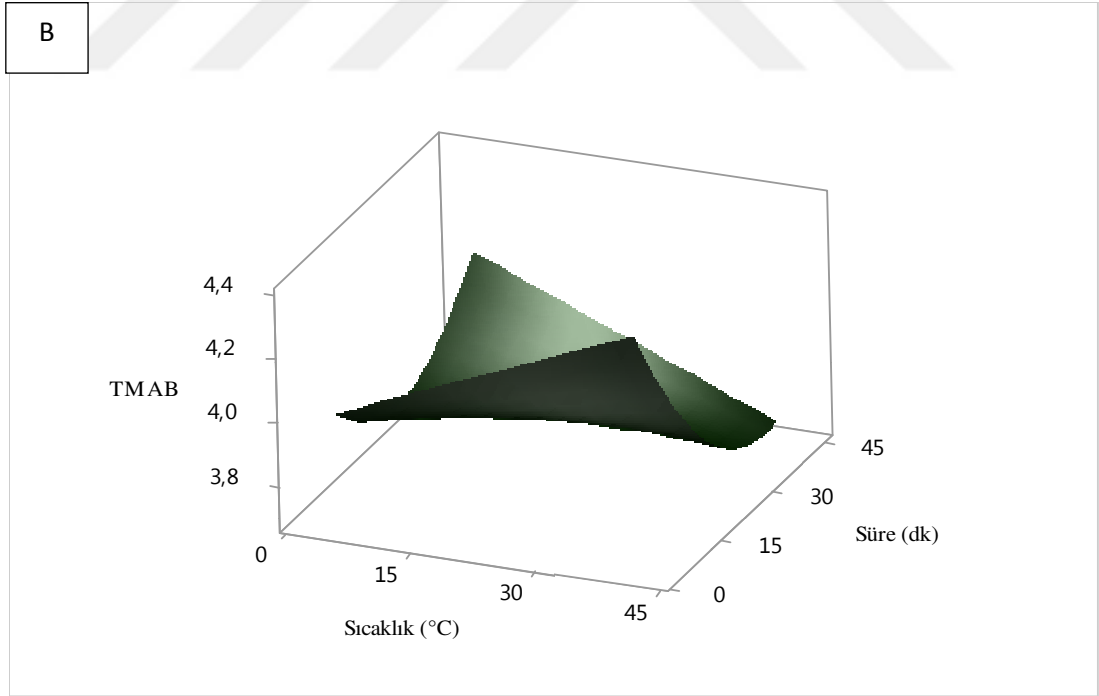
Şekil 4.22.A'da sabit uygulama süresinde (25 dk) sıcaklık ve amplitüd değişiminin TMAB sayısındaki değişime etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Sıcaklığın artması ile TMAB sayısının arttığı, uygulanan amplitüd şiddetinin artması ile canlı TMAB sayısının azaldığı öngörülmektedir. Şekil incelendiğinde T\*A etkileşimi net olarak görülmektedir.

Şekil 4.22.B'de sabit amplitüd değerinde (70 A) sıcaklık ve sürenin değişimi ile TMAB sayısının değişiminin 3D grafiği verilmiştir. Modellemeden de anlaşılacağı gibi T\*t etkileşiminin önemli olmasından dolayı bu 2 parametredeki değişim TMAB sayısında önemli değişimlere neden olmaktadır. Grafikler incelendiğinde uygulama sıcaklığının artması ile TMAB sayısının lineer olarak artacağı, uygulama süresinin artışı ile TMAB sayısının azalacağı öngörülmektedir.

Şekil 4.22.C'de ise sabit uygulama sıcaklığında (22 °C) uygulanan amplitüd şiddetinin artması ile TMAB sayısında lineer bir azalma olacağı, uygulama süresinin artışı ile TMAB sayısında azalma olacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak minimum düzeyde olmasının istediğimiz TMAB sayısının elde edilebileceği proses parametrelerinin 40 °C sıcaklık 45 dk uygulama süresi ve 90 A amplitüd olduğu söylenebilir.

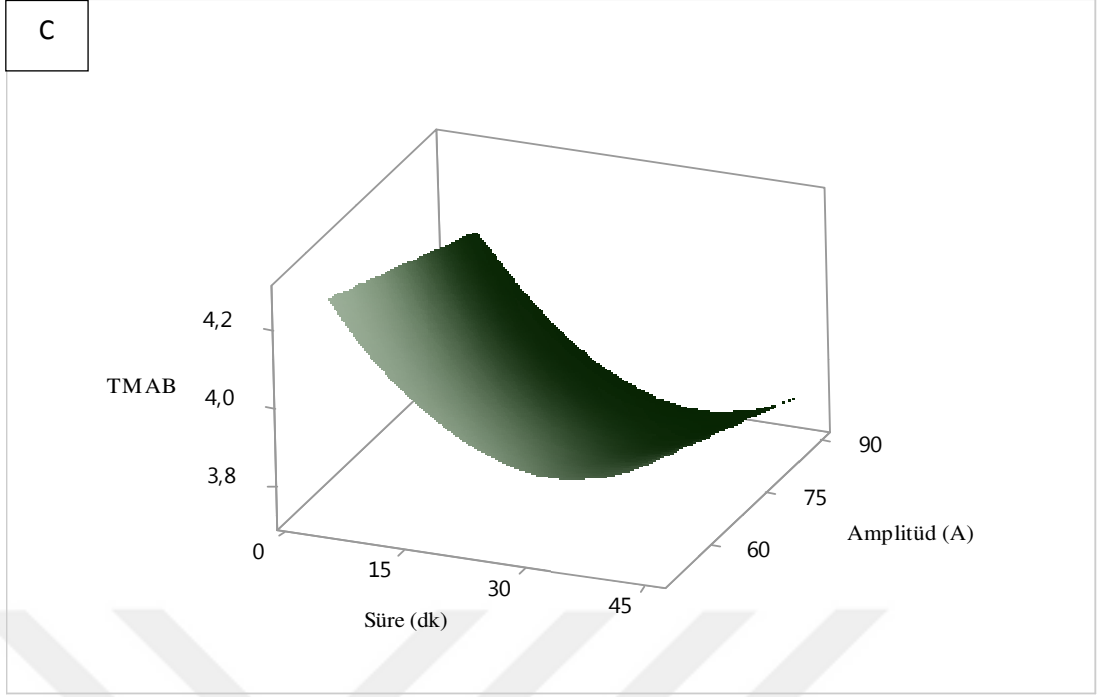


**Şekil 4.22.A.** US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C)

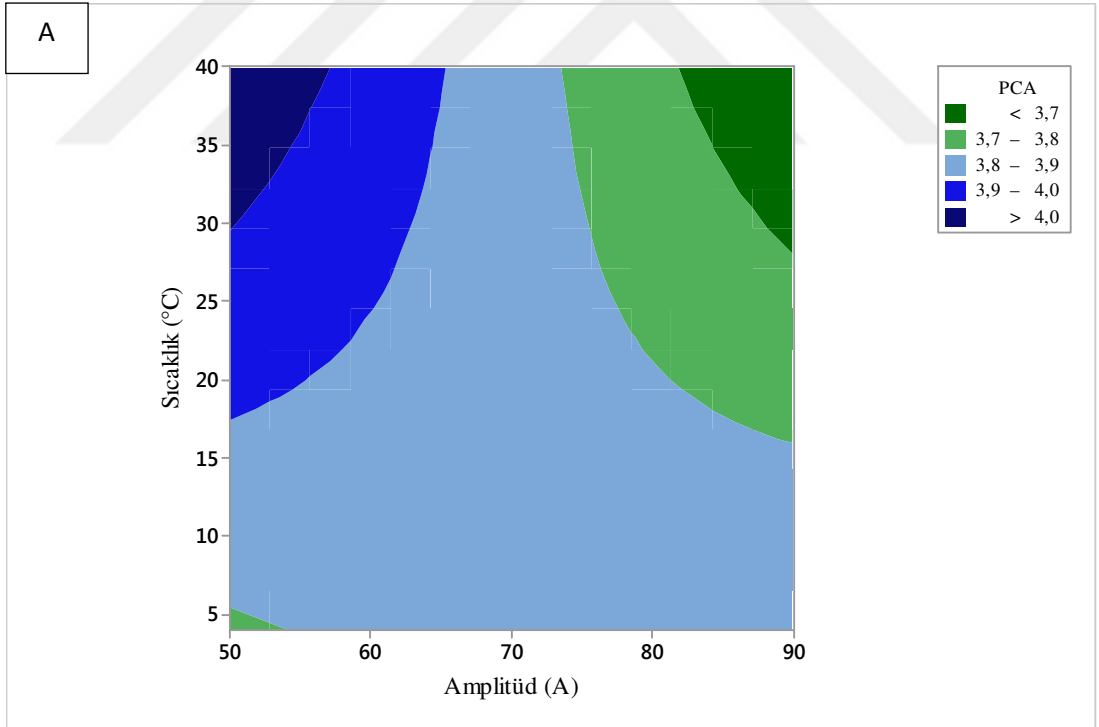


**Şekil 4.22.B.** US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine sıcaklık ve sürenin etkisi





Şekil 4.22.C. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine amplitüd ve sürenin etkisi



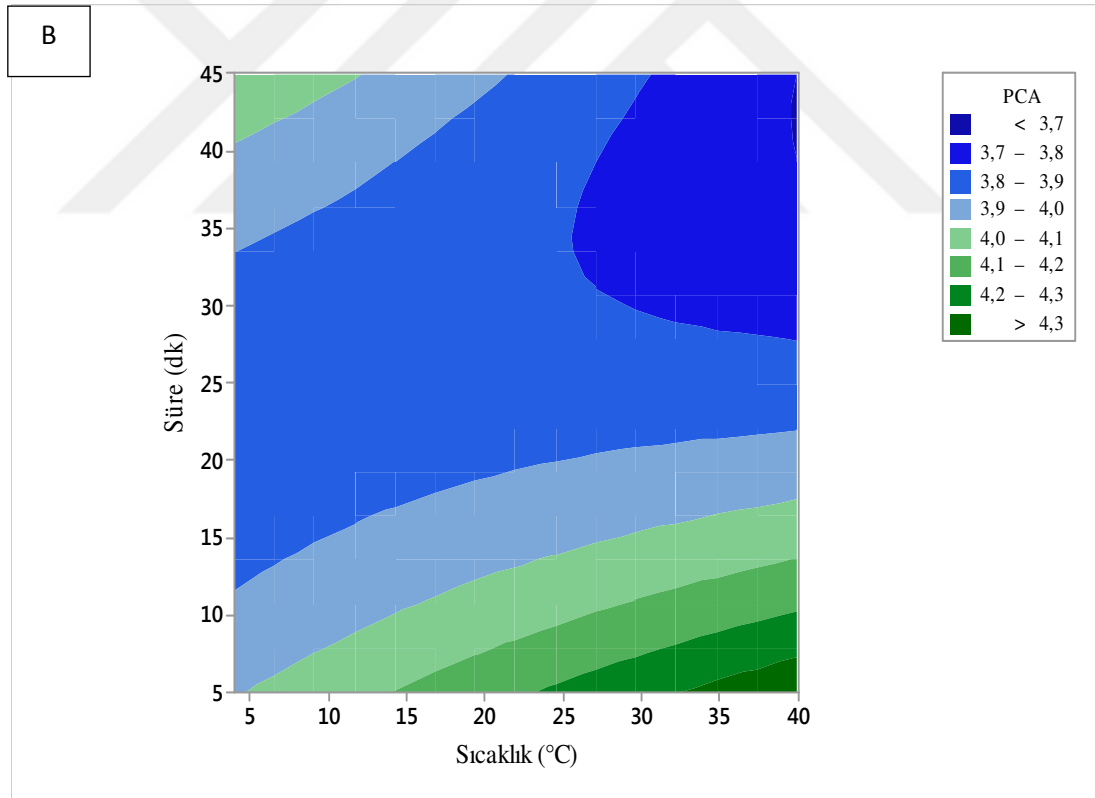
Şekil 4.23.A. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A:t=25 dk, B:A=70 A, C:T=22 °C).

Şekil 4.23.A'da sıcaklık ve süre US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği verilmiştir. Şekil 4.23.A'da sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin

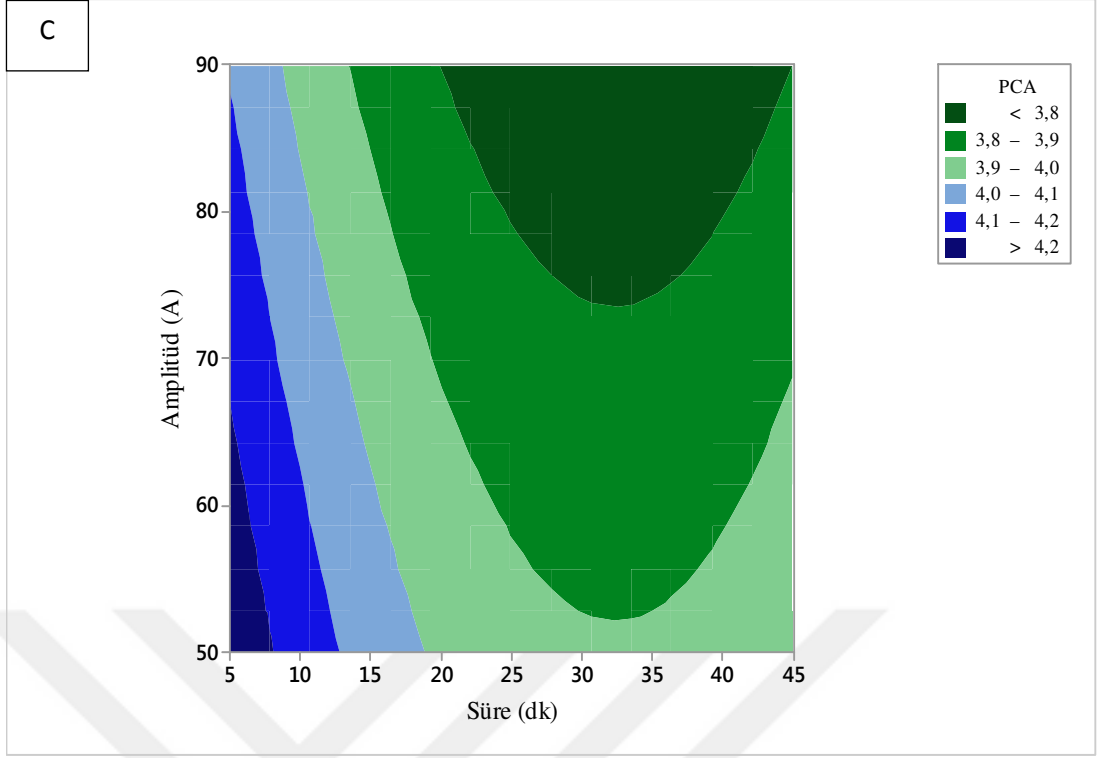
contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında yüksek amplitüd (90 A) ve sıcaklığın (30-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve sıcaklık etkisinin canlı TMAB sayısı üzerine etkileşiminin önemli olduğu contour grafiğinden görölmektedir ( $p < 0.05$ ) (şekil 4.23.A).

şekil 4.23.B'de, süre ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında uygulama süresi (30-45 dk) ve sıcaklığın (25-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir.

şekil 4.23.C'de sabit sıcaklıkta (22 °C) amplitüd ve uygulama süresi değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında amplitüd (75-90 A) ve uygulama süresinin (22-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir.



**şekil 4.23.B.** Sıcaklık ve süre US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.



**Şekil 4.23.C.** Amplitüd ve süre US proses parametrelerinin acılı şalgam suyu TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği.

#### 4.3.24 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi

Ultrasonikasyon proseslerine tabi tutulan acılı şalgam suları ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneğinin PDA besi yerinde sayılan canlı toplam maya küf (TMK) ortalama sayıları Çizelge 4.152’de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Canlı TMK sayıları 3.72-4.92 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMK sayısı kontrol grubu örneğinde bulunurken, en az TMK sayısı ise US 5 prosesinde bulunmuştur. Kontrol grubuna kıyasla US ile proses edilmiş tüm şalgam sularında canlı TMK sayısında azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.152).

**Çizelge 4.152.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı TMK sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMK (logkob/mL)
Kontrol	0	0	0	4.92±0.61 <sup>a</sup>
US 1	22	25	70	3.75±0.03 <sup>c</sup>
US 2	22	45	50	3.89±0.05 <sup>bc</sup>
US 3	40	25	90	3.93±0.11 <sup>bc</sup>
US 4	22	25	70	3.84±0.07 <sup>bc</sup>
US 5	22	45	90	3.72±0.06 <sup>c</sup>
US 6	40	45	70	4.01±0.07 <sup>bc</sup>
US 7	40	5	70	4.37±0.13 <sup>b</sup>
US 8	40	25	50	4.19±0.13 <sup>bc</sup>
US 9	4	25	90	3.88±0.10 <sup>bc</sup>
US 10	22	5	50	4.14±0.09 <sup>bc</sup>
US 11	22	5	90	4.01±0.10 <sup>bc</sup>
US 12	4	5	70	4.02±0.12 <sup>bc</sup>
US 13	22	25	70	3.88±0.07 <sup>bc</sup>
US 14	4	45	70	3.96±0.08 <sup>bc</sup>
US 15	4	25	50	3.82±0.04 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenine göre US ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen sonuçların normal dağılım sergilediğinin belirlenmesinden sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz bulunan terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.153’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.68’de verilmiştir.

**Çizelge 4.153.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMK sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	3.8169	0.0241	0.000
Lineer			
T	0.0996	0.0177	0.000
t	-0.1203	0.0177	0.000
A	-0.0609	0.0177	0.001
Square			
T <sup>2</sup>	0.1409	0.0260	0.000
t <sup>2</sup>	0.1267	0.0260	0.000
Interaction			
T*t	-0.0729	0.0250	0.006
T*A	-0.0803	0.0250	0.003
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.928</b>
R değeri (%)	<i>R</i> <sup>2</sup>	Düzeltilmiş <i>R</i> <sup>2</sup>	Tahmini <i>R</i> <sup>2</sup>
	0.81	0.77	0.71

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

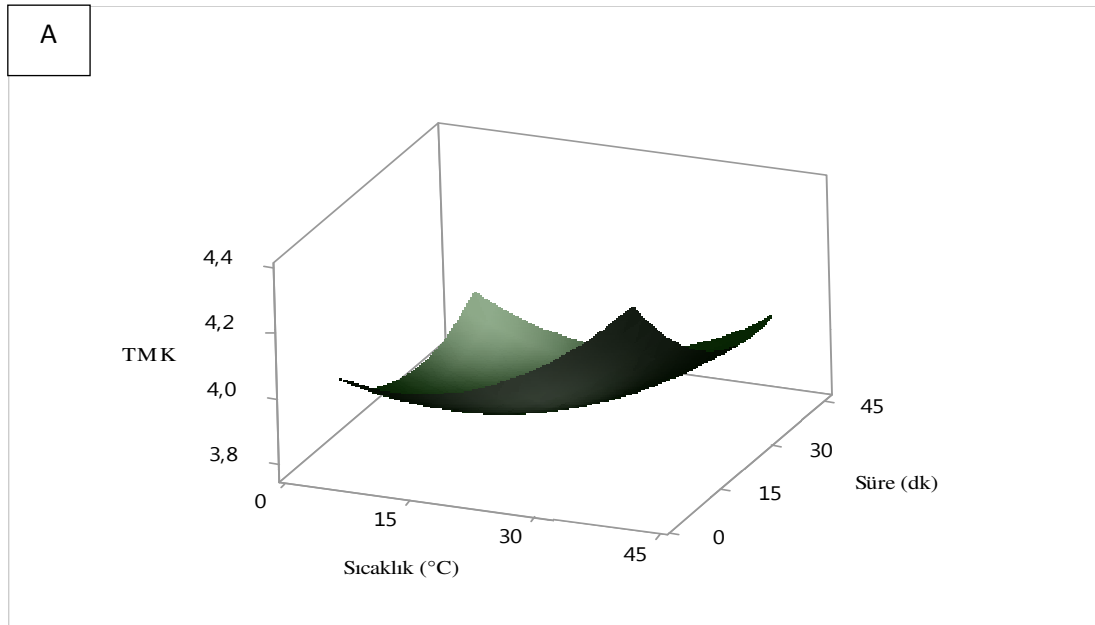
Çizelge 4.153’de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı TMK sayısı üzerinde US proses faktörlerinden sıcaklık, süre ve amplitüd önemli bulunmuştur. Modellemenin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.928$  olarak belirlenmiştir. Bu değer  $p > 0.05$ ’den büyük olduğu için TMK

sayısı için yapılan modelleme başarılı olmuştur. Modellemenin başarısında önemli bir kriter olan  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.81, 0.77, ve 0.71 olarak belirlenmiştir.

Modelleme ile canlı TMK sayısı üzerinde etkili olan faktörler belirlendikten sonra bu terimlerin katsayıları kullanılarak Denklem 13'te verilen eşitlik yazılmıştır. Bu eşitlik kullanılarak herhangi bir US prosesine tabi tutulan acılı şalgam suyunun canlı TMK sayısı hesaplanabilmektedir.

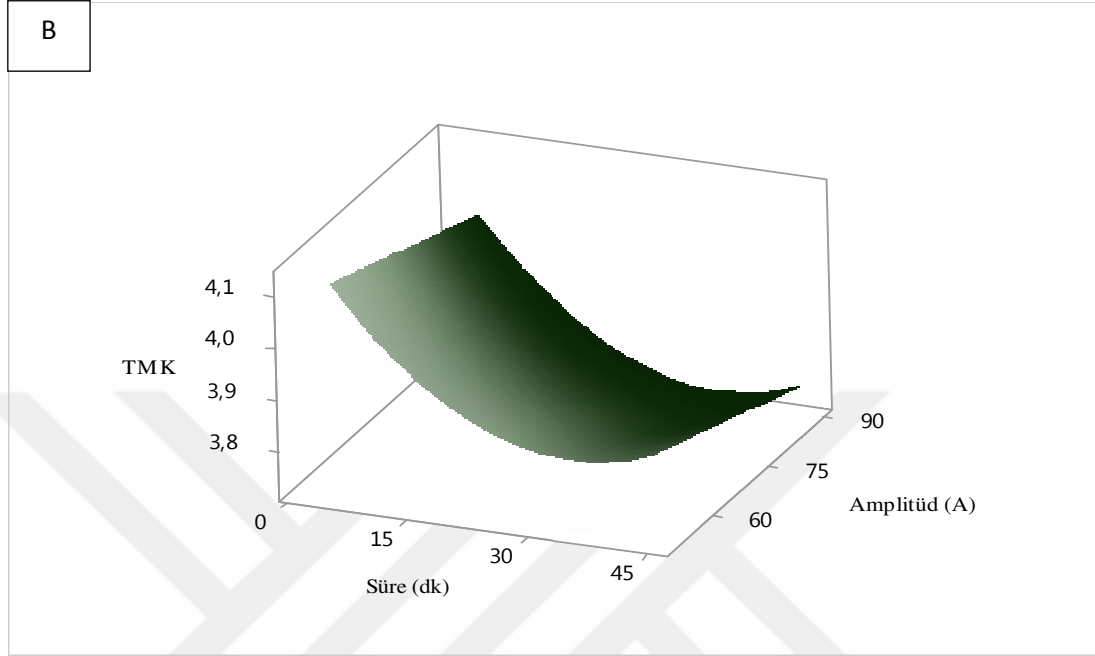
$$\text{TMK (log kob/mL)} = 3.8169 + 0.0996 * T - 0.1203 * t - 0.0609 * A + 0.14099 * T * T + 0.1267 * t * t - 0.0729 * T * t - 0.0803 * T * A \quad (\text{Denklem 13}).$$

US prosesinin TMK sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.01739), sıcaklık (0.00706) ve amplitüd (0.00186) olarak bulunmuştur (Denklem 13). TMK sayısı üzerine amplitüd ve sıcaklık pozitif, uygulama süresi ise negatif etki göstermektedir (Denklem 1). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.24 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.25'te verilmiştir.



**Şekil 4.24.A.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t=25 dk)

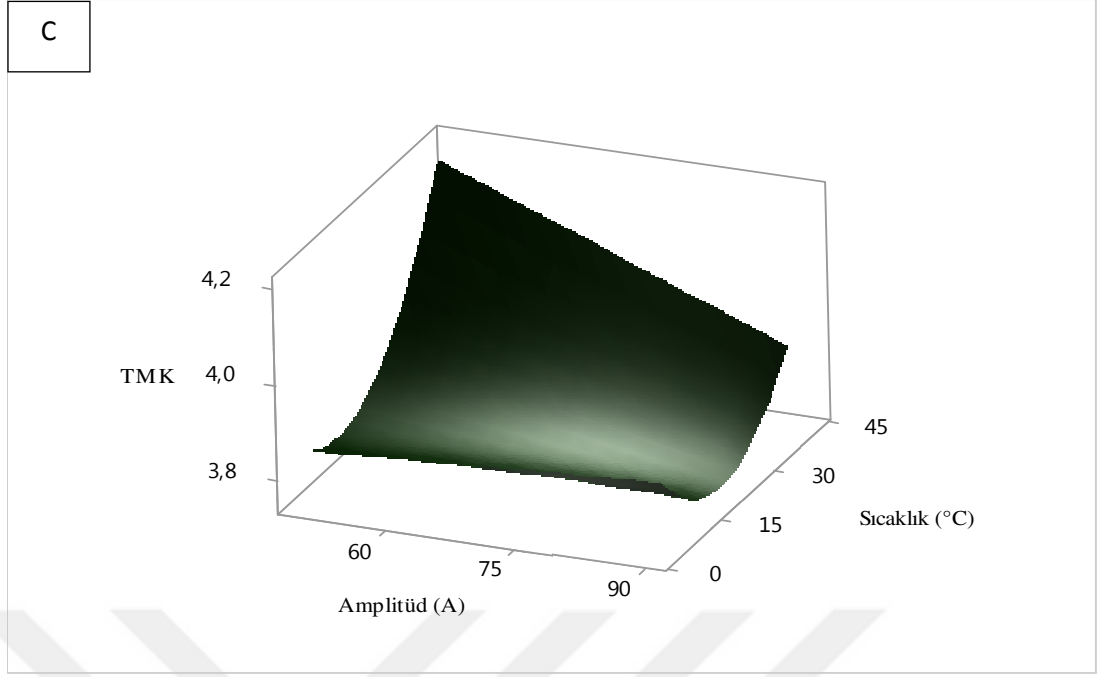
Şekil 4.24.A'da verilen 3D grafik incelendiğinde; sıcaklığın artmasıyla TMK sayısında artış olduğu, uygulama süresinin artması ile TMK sayısında azalma olacağı öngörülmektedir. Ayrıca Şekil 4.24.A'da T\*t etkileşimi de net olarak görülmektedir.



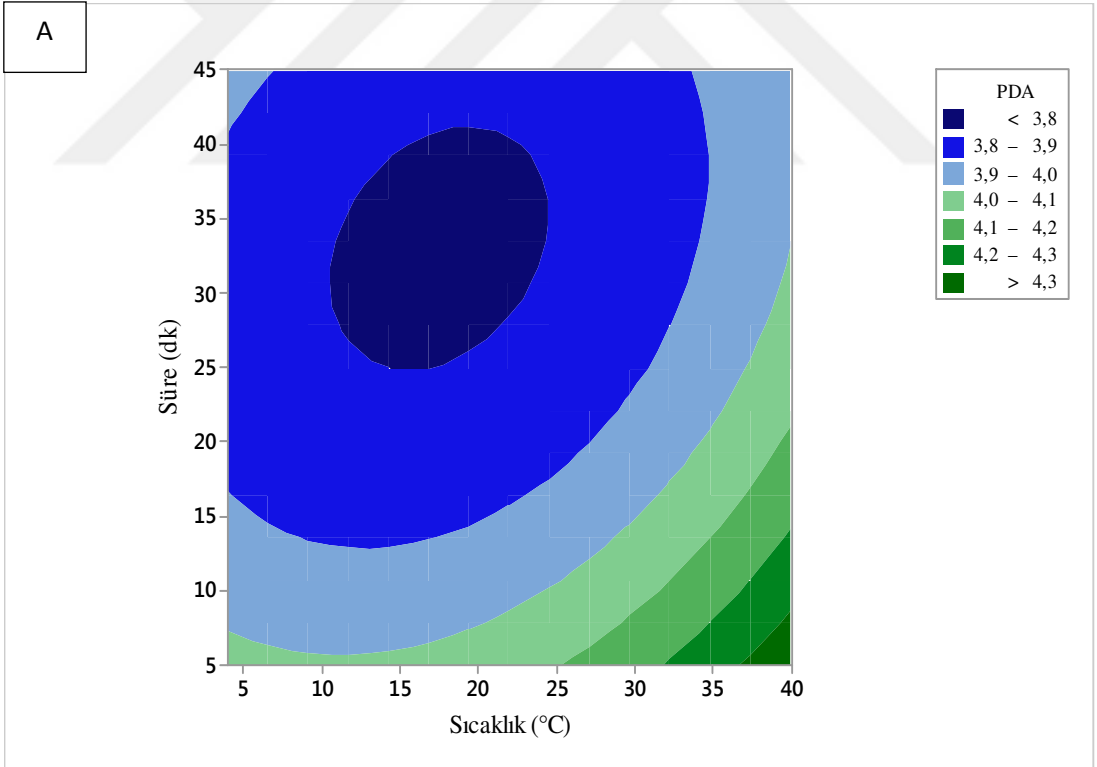
**Şekil 4.24.B.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.24.B'de verilen 3D grafik incelendiğinde; sabit sıcak değerinde (22°C); uygulama süresinin artmasıyla TMK sayısında azalma olduğu, uygulama amplitüd şiddetinin artması ile TMK sayısında azalma olacağı öngörülmektedir.

Şekil 4.24.C incelendiğinde ise T\*A etkileşimi net olarak görülmektedir. Sabit uygulama süresinde uygulama sıcaklığının 4-22°C aralığında arttırılması ile TMK sayısının azalacağı 22-40°C aralığında arttırılması ile canlı TMK sayısında artış olacağı, uygulama amplitüd şiddetinin artması ile TMK sayısında azalma olacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak acılı şalgam suyunda en düşük canlı TMK sayısının 22°C sıcaklık 45 dk uygulama süresi ve 50 A amplitüd koşullarındaki US prosesinde elde edileceği söylenebilmektedir.



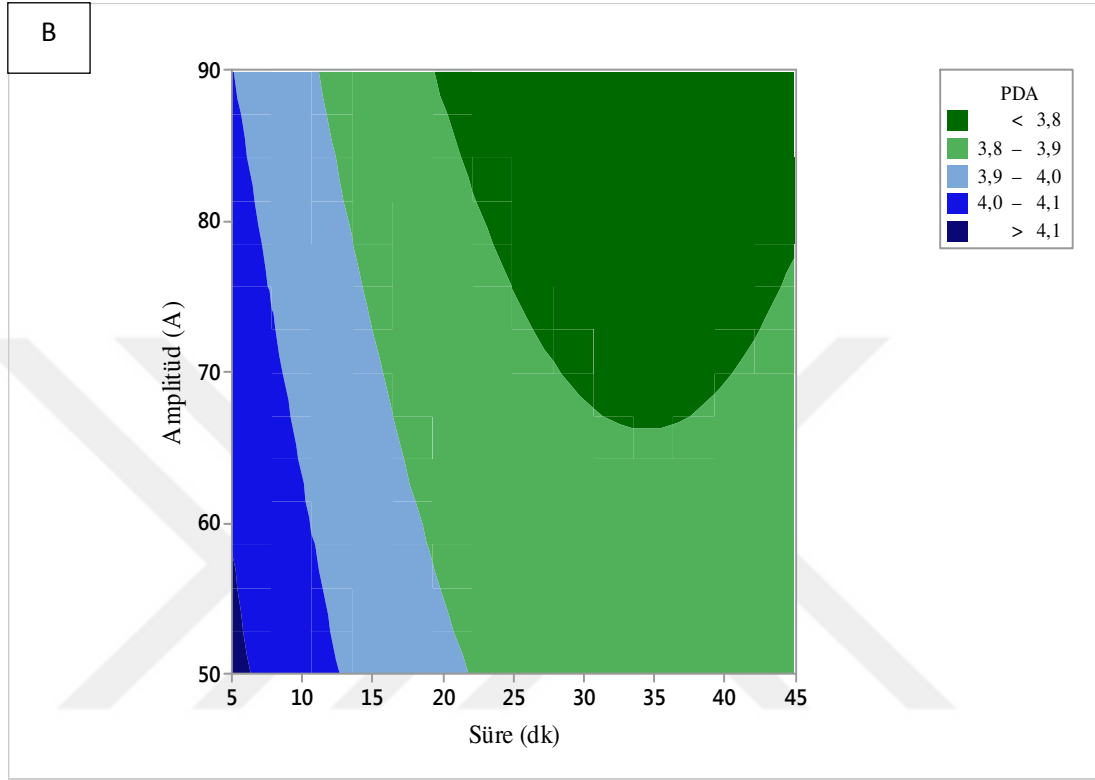
**Şekil 4.24.C.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değişiminin TMK sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.25.A.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t=25 dk)

Şekil 4.25.A'da sabit amplitüd değerinde (70 A) süre ve sıcaklık değişimi ile TMK sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMK sayısının

azalmasında uygulama süresi (25-40 dk) ve sıcaklığın (10-25°C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, süre ve sıcaklık etkisinin canlı TMK sayısı üzerine etkileşiminin önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 4.25.A).

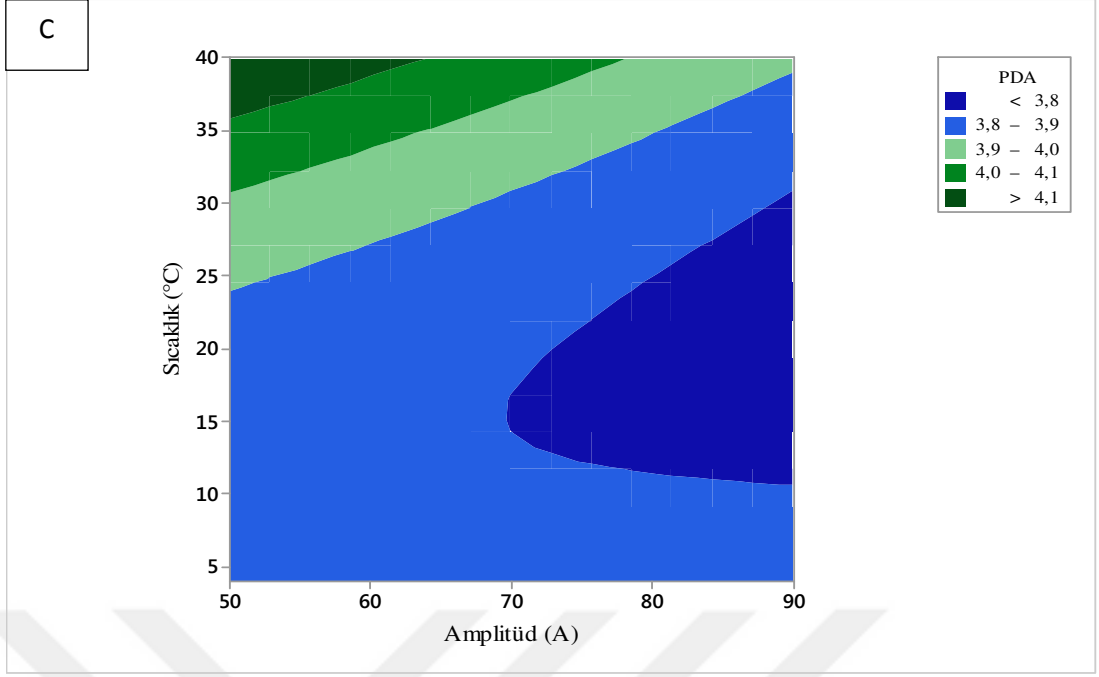


**Şekil 4.25.B.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüdün canlı TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

Şekil 4.25.B’de sabit sıcaklıkta uygulama süresi ve amplitüd değeri değişimi ile canlı TMK sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMK sayısının azalmasında uygulama süresinin 0-5 dk aralığında ve amplitüd (50-60) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve süre etkisinin ( $t \cdot A$ ) canlı TMK sayısı üzerine önemsiz olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p > 0.05$ ).

Şekil 4.25.C’de sabit uygulama süresinde (25 dk); amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı TMK sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMK sayısının azalmasında uygulama sıcaklığı (10-30 °C) ve amplitüd (70-90 A) etkili olduğu gösterilmiştir.





**Şekil 4.25.C.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değerinin TMK sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

#### 4.3.25 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyundaki *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının MRS besi yerinde sayılan canlı *L. paracasei* sayıları Çizelge 4.154'de logkob/mL cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde canlı m.o sayılarının 3.29-4.35 log kob/mL arasında değiştiği, en yüksek değer kontrol örneğinde (4.35 log kob/mL), en düşük değer ise US 9 (3.29 log kob/mL) prosesinde elde edildiği ve kontrol örneğine kıyasla bütün örneklerde canlı m.o. sayısının azaldığı görülmektedir.

**Çizelge 4.154.** US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	<i>L. paracasei</i> (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.35±0.19 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	3.47±0.04 <sup>cdefg</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	3.42±0.01 <sup>defg</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	3.69±0.07 <sup>b</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	3.46±0.01 <sup>cdefg</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	3.38±0.04 <sup>efg</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	3.63±0.06 <sup>bc</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	3.56±0.04 <sup>bcde</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	3.58±0.04 <sup>bcd</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.29±0.01 <sup>g</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	3.53±0.07 <sup>bcde</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	3.52±0.04 <sup>bcdef</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	3.49±0.04 <sup>cdefg</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.47±0.01 <sup>cdefg</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	3.33±0.05 <sup>fg</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.51±0.09 <sup>bcdef</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Canlı *L. paracasei* sayıları elde edilen analiz sonuçlarına ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz olarak belirlenmiş ve modellemeden çıkarılmıştır, elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.155'te verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.69'da verilmiştir.

**Çizelge 4.155.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerinin revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	3.4633	0.0104	0.000
Lineer			
T	0.10562	0.00977	0.000
t	-0.04167	0.00977	0.000
A	-0.02262	0.00977	0.026
Square			
T <sup>2</sup>	0.0459	0.0143	0.003
Interaction			
T*t	0.0575	0.0138	0.000
T*A	0.0821	0.0138	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.285</b>
R değeri (%)	<i>R</i> <sup>2</sup> 0.84	Düzeltilmiş <i>R</i> <sup>2</sup> 0.82	Tahmini <i>R</i> <sup>2</sup> 0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

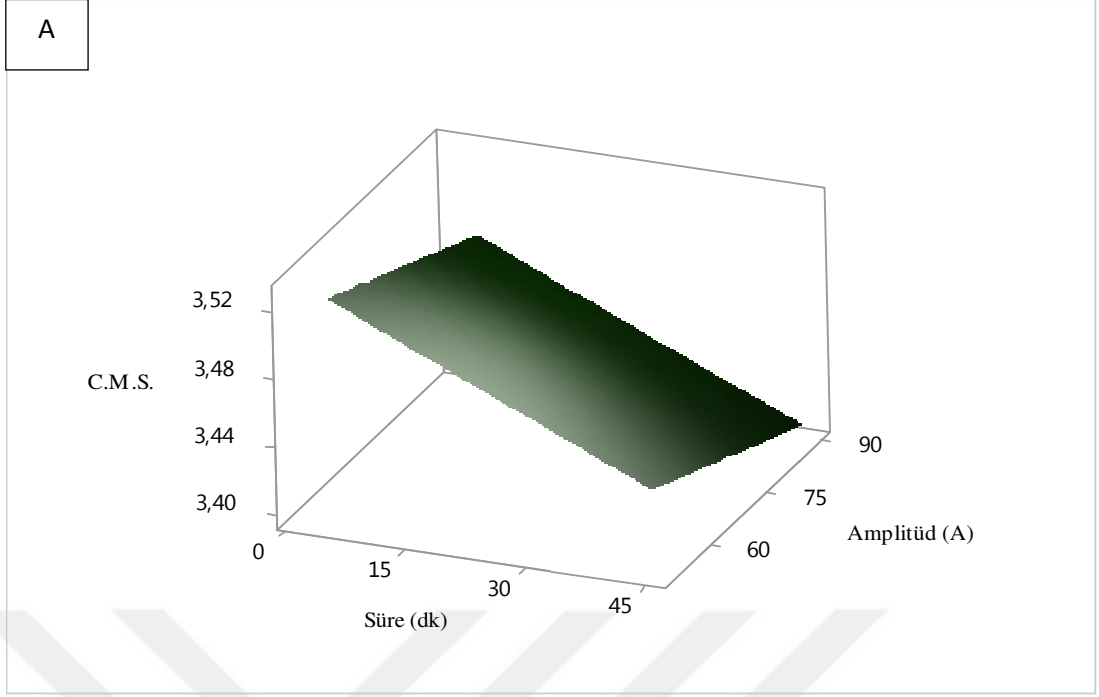
ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acılı şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etki eden faktörler uygulama süresi, sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.155). *L. paracasei* sayısı

üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.285$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen US prosesi uygulanmış canlı *L. paracasei* sayısına ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.84, 0.82 ve 0.76 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.155).

İkinci dereceden matematiksel modelleme ile canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen terimlere karar verilmiş ve bu terimler için modellemede kodlu cinsinden belirlenen katsayılar kullanılarak rastgele koşullarda US ile proses edilen acılı şalgam sularındaki canlı *L. paracasei* sayısının belirlenebilmesi için kullanılacak olan eşitlik hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir (Denklem 14).

$$\text{Canlı } Lactobacillus \text{ paracasei sayısı (log kob/mL)} = 3.4633 + 0.10562*T - 0.04167*t - 0.02262*A + 0.0459*T*T + 0.0575*T*t + 0.0821*T*A \text{ (Denklem 14).}$$

Canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (0.10562), süresi (0.04167) ve amplitüd (0.02262) olarak bulunmuştur (Denklem 14). Uygulama sıcaklığı pozitif, amplitüd ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 14). Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) ve contour (2D) grafikler çizilmiş Şekil 4.26'da 3D grafikler Şekil 4.27'de 2D grafikler verilmiştir.



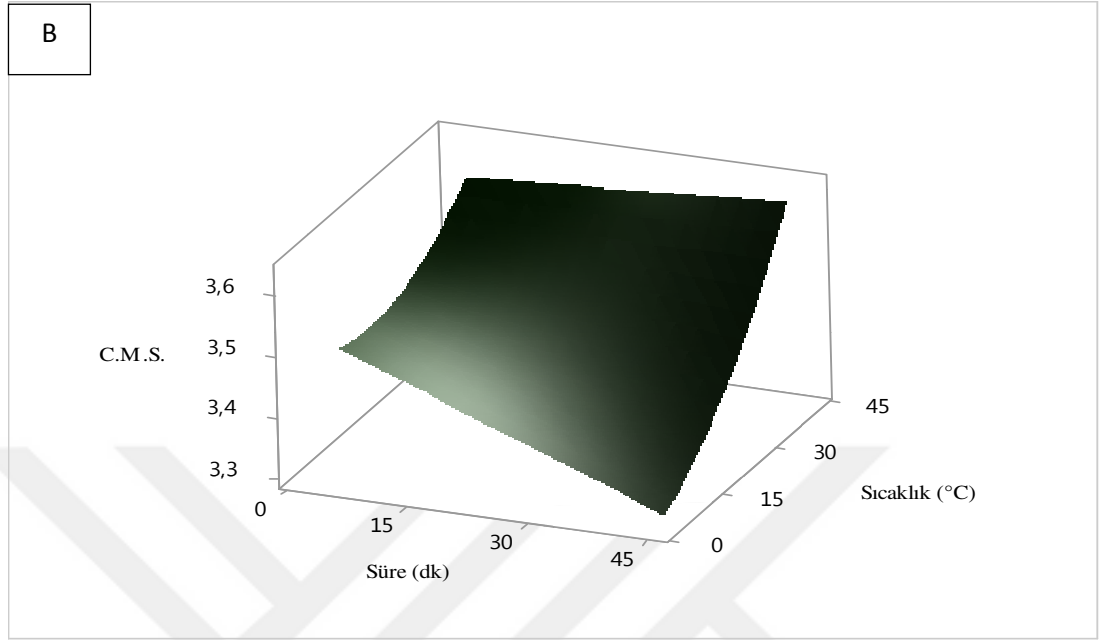
**Şekil 4.26.A.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk)

Şekil 4.26.A'da acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değişiminin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Sabit sıcaklık (22 °C) değerinde, süre ve amplitüd değerinin canlı mikroorganizma sayısına etkisini gösteren 3D grafik verilmiştir. Verilen grafik incelendiğinde ise uygulama süresindeki artış ile canlı mikroorganizma sayısının azalacağı, aynı şekilde uygulanan amplitüd değerinin artışı ile canlı m.o sayısının azalacağı öngörülmektedir.

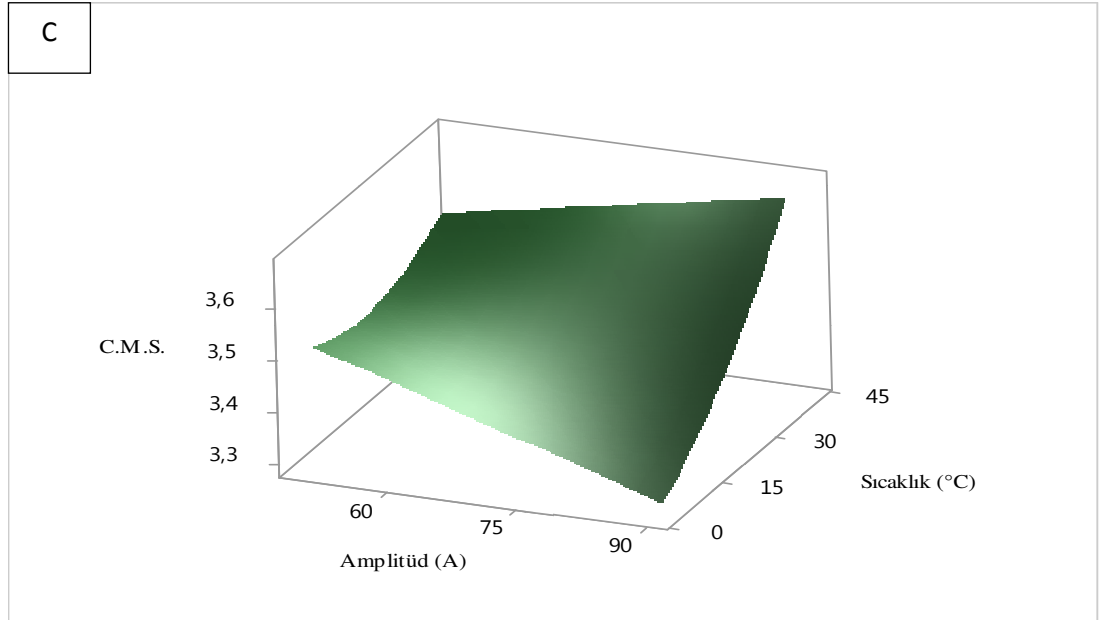
Şekil 4.26.B'de sabit amplitüd değerinde (70 A) uygulama süresinin artması ile canlı mikroorganizma sayısının lineer olarak azaldığı, uygulama sıcaklığının artması ile canlı mikroorganizma sayısının lineer olarak arttığı öngörülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre çizilen grafiklerde canlı m.o. sayıları verilerilmiştir. *L. Paracasei*' nin optimum olarak gelişme sıcaklığı 30-40 °C' dir. B nedenle uygulanan sıcaklığın artışı ile canlı m.o. sayısında artış olmaktadır.

Şekil 4.26.C'de sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd değerinin artması ile canlı m.o. sayısının azaldığı ancak uygulama sıcaklığının artması ile canlı m.o. sayısının arttığı görülmektedir. Sonuç olarak en düşük canlı *L. paracasei* sayısının 4

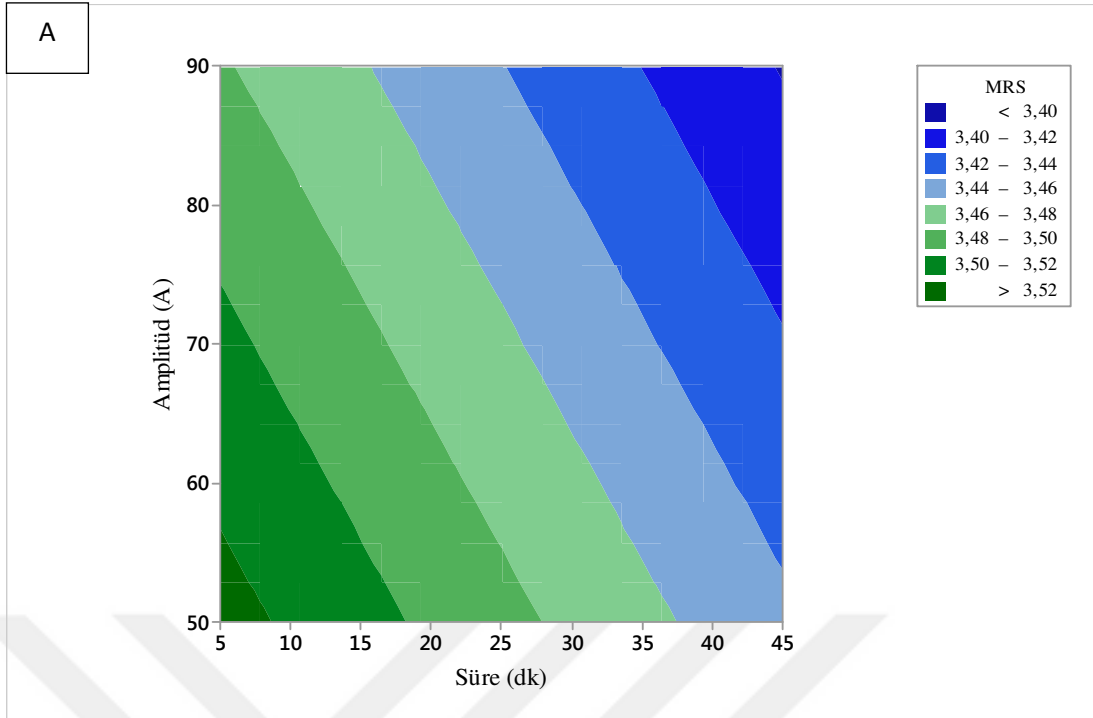
°C sıcaklık 45 dk uygulama süresi 90 A amplitüd koşullarındaki US prosesi ile elde edileceği söylenebilmektedir.



Şekil 4.26.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değişiminin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



Şekil 4.26.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında süre ve amplitüd değişiminin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

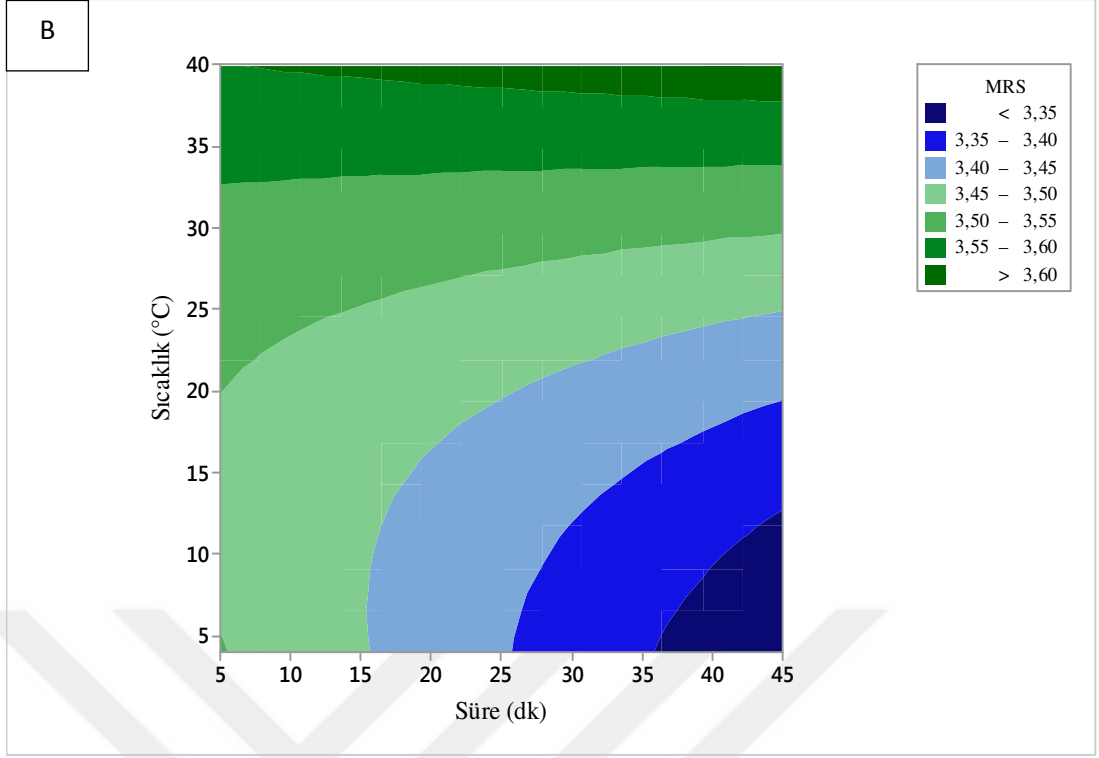


**Şekil 4.27.A.** Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık, süre ve amplitüd değişiminin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk)

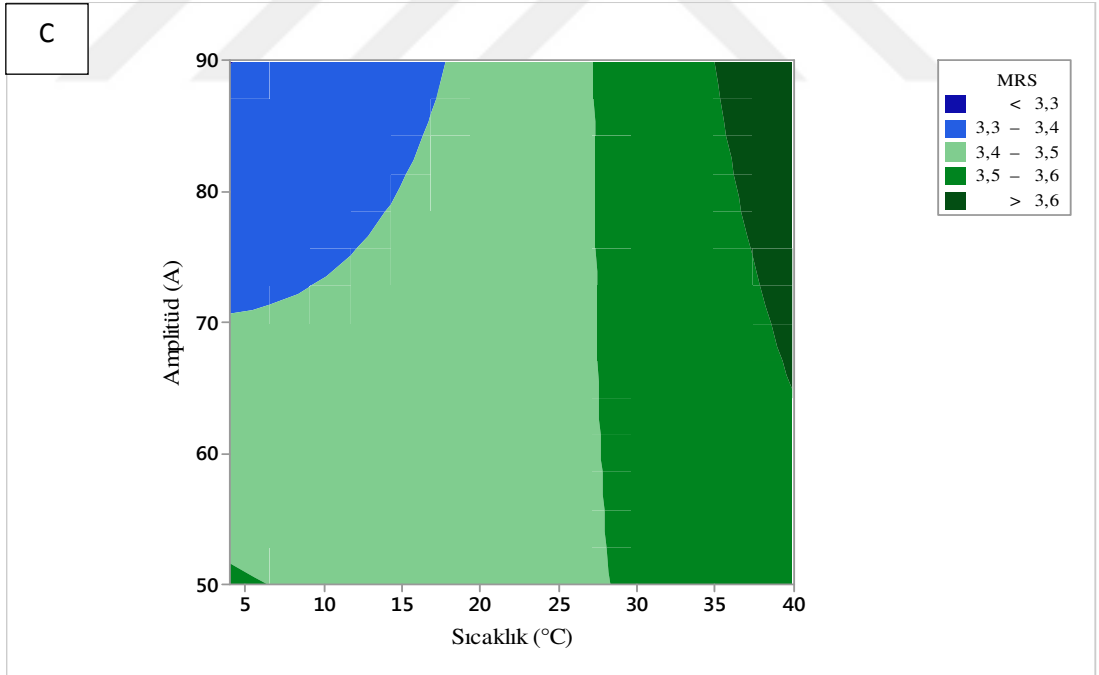
Şekil 4.27.A'da acılı şalgam suyuna US uygulamasında amplitüd ve sürenin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin contour (2D) grafiği verilmiştir. Sabit uygulama sıcaklığında (22 °C) amplitüd ve süre değişimi ile canlı mikroorganizma sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı *L. paracasei* sayısının azalmasında amplitüd (70-90 A) ve sürenin (35-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir.

Şekil 4.27.B'de sabit amplitüd değerinde (70 A) sıcaklık ve süre değişimi ile canlı mikroorganizma sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı *L. paracasei* sayısının azalmasında sıcaklık (5-15 °C) ve sürenin (35-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir.

Şekil 4.27.C'de sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı mikroorganizma sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında amplitüd (70-90 A) ve sürenin (5-15 °C) etkili olduğu gösterilmiştir.



Şekil 4.27.B. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve sürenin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin contour (2D) grafiği



Şekil 4.27.C. Acılı şalgam suyuna US uygulamasında sıcaklık ve amplitüd değerinin canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etkisinin contour (2D) grafiği

Şekil 4.27.C'de sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı

mikroorganizma sayısının azalmasında amplitüd (70-90 A) ve sürenin (5-15 °C) etkili olduğu gösterilmiştir.

#### 4.3.26 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyundaki *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının ve kontrol örneğinin canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sonuçları Çizelge 4.156’da log kob/mL cinsinden verilmiştir. Bulgular incelendiğinde canlı mikroorganizma sayısının 3.38- 4-38 log kob/mL arasında değiştiği, kontrol grubunun en yüksek değere, US 5 prosesinin ise en düşük değere sahip olduğu ayrıca kontrol grubuna kıyasla tüm proseslerde canlı mikroorganizma sayısının azaldığı görülmektedir.

**Çizelge 4.156.** US proses parametreleri ve acılı şalgam suyu ortalama canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	4.38±0.11 <sup>a</sup>
US 1	22	25	70	3.48±0.05 <sup>cdefg</sup>
US 2	22	45	50	3.41±0.04 <sup>fg</sup>
US 3	40	25	90	3.61±0.04 <sup>bc</sup>
US 4	22	25	70	3.47±0.03 <sup>defg</sup>
US 5	22	45	90	3.38±0.02 <sup>g</sup>
US 6	40	45	70	3.58±0.03 <sup>bcd</sup>
US 7	40	5	70	3.67±0.05 <sup>b</sup>
US 8	40	25	50	3.60±0.06 <sup>bcd</sup>
US 9	4	25	90	3.40±0.02 <sup>fg</sup>
US 10	22	5	50	3.52±0.04 <sup>cdef</sup>
US 11	22	5	90	3.51±0.03 <sup>cdefg</sup>
US 12	4	5	70	3.45±0.02 <sup>efg</sup>
US 13	22	25	70	3.41±0.01 <sup>fg</sup>
US 14	4	45	70	3.44±0.03 <sup>fg</sup>
US 15	4	25	50	3.51±0.07 <sup>cdefg</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Behnken deneme desenine göre, US ile proses edilen acılı şalgam sularının analizinden elde edilen canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sonuçları normal dağılım sergilemiş ve ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörleri modelden çıkarılarak elde edilen revize ANOVA analiz çıktıları Çizelge 4.157’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.70’te verilmiştir.



**Çizelge 4.157.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularında canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden modele revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.45186	0.00927	0.000
Lineer			
T	0.08508	0.00868	0.000
t	-0.04212	0.00868	0.000
A	-0.01838	0.00868	0.041
Square			
T <sup>2</sup>	0.0800	0.0127	0.000
Interaction			
T*A	0.0288	0.0123	0.024
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.260</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.81	0.79	0.75

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.157’de verilen ANOVA sonuçları incelendiğinde US ile proses edilmiş acılı şalgam suyunun canlı (*L. lactis* subsp. *cremoris*) sayısı üzerinde US proses faktörlerinin tamamı (sıcaklık, süre, amplitüd) önemli bulunmuştur. Modele ait çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  değerleri sırası ile 0.81, 0.79, ve 0.75 olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.260$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ den büyük olduğu için canlı m.o. sayısı için sistem başarılı şekilde modellenmiştir.

Modelde önemli faktörlerin belirlenmesi ile bu faktörlerin katsayıları kullanılarak acılı şalgam suyuna uygulanacak herhangi bir US prosesin de canlı kalan *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının tahmin edilmesinde kullanılacak olan eşitlik hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir (Denklem 15).

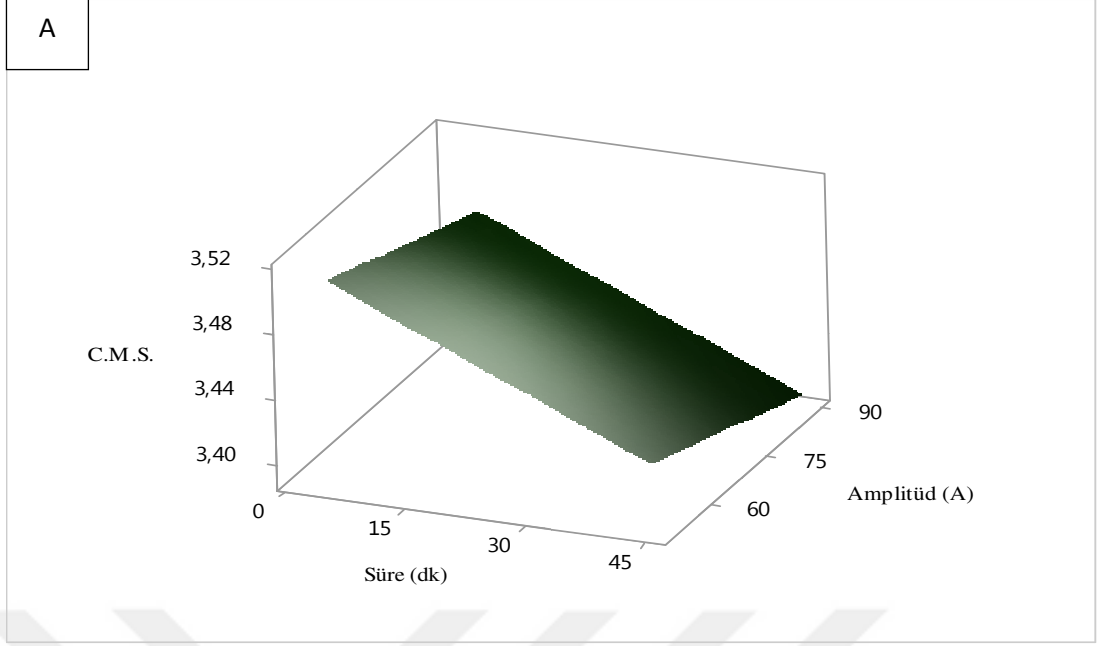
$$\text{Canlı m.o. sayısı} = 3.45186 + 0.08508*T - 0.04212*t - 0.01838*A + 0.0800*T*T + 0.0288*T*A \text{ (Denklem 15).}$$

Canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (0.08508), süresi (0.04212) ve amplitüd (0.018380) olarak bulunmuştur. Canlı m.o.sayısı üzerinde amplitüd, uygulama sıcaklığı ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 15). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.28 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.29’da verilmiştir.

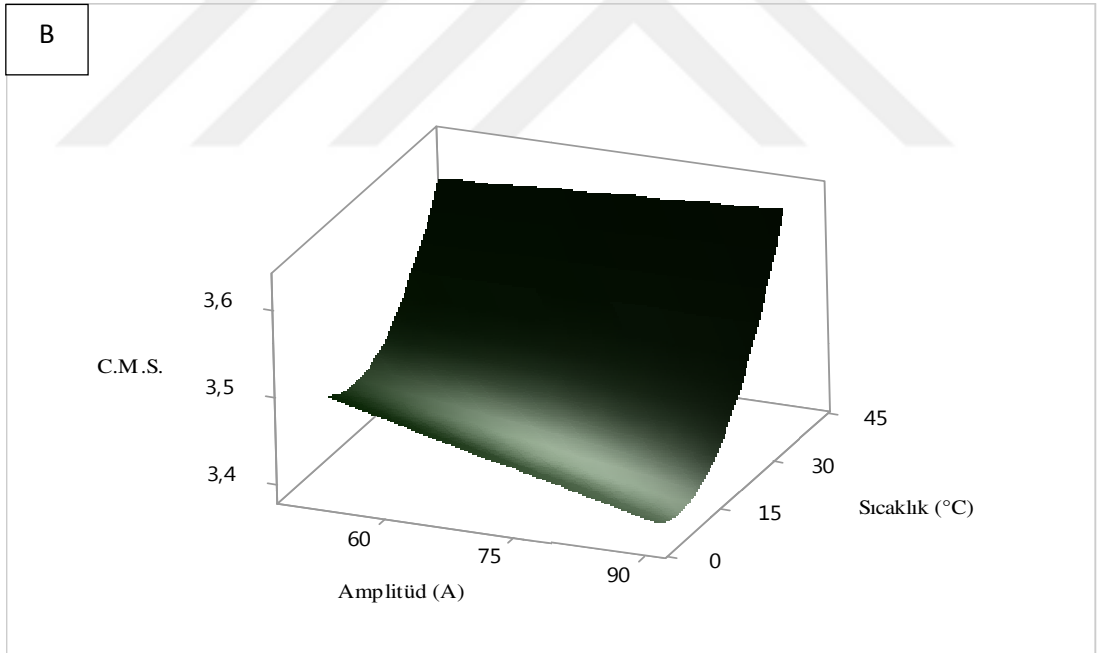
Şekil 4.28.A’da US proses parametrelerinden süre ve amplitüdün acılı şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Verilen 3D grafik incelendiğinde; sabit uygulama sıcaklığında, uygulama süresinin ve amplitüd değerinin artırılması ile canlı m.o sayısının lineer olarak azaldığı görülmektedir.

Şekil 4.28.B’de verilen grafik incelendiğinde sabit uygulama süresinde (25 dk) uygulama sıcaklığının artırılması ile canlı mikroorganizma sayısının da arttığı ancak uygulanan amplitüd değerinin artırılması ile azaldığı öngörülmektedir. Şekil 4.28.C’de verilen 3D grafik incelendiğinde; uygulama süresinin artırılması ile canlı mikroorganizma sayısının lineer olarak azaldığı, uygulama sıcaklığının artırılması ile canlı mikroorganizma sayısının aşamalı olarak arttığı görülmektedir. Sonuç olarak acılı şalgam suyunda en düşük canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının 4°C sıcaklık 45 dk uygulama süresi ve 90 A amplitüd koşullarındaki US prosesi ile elde edileceği söylenebilmektedir.

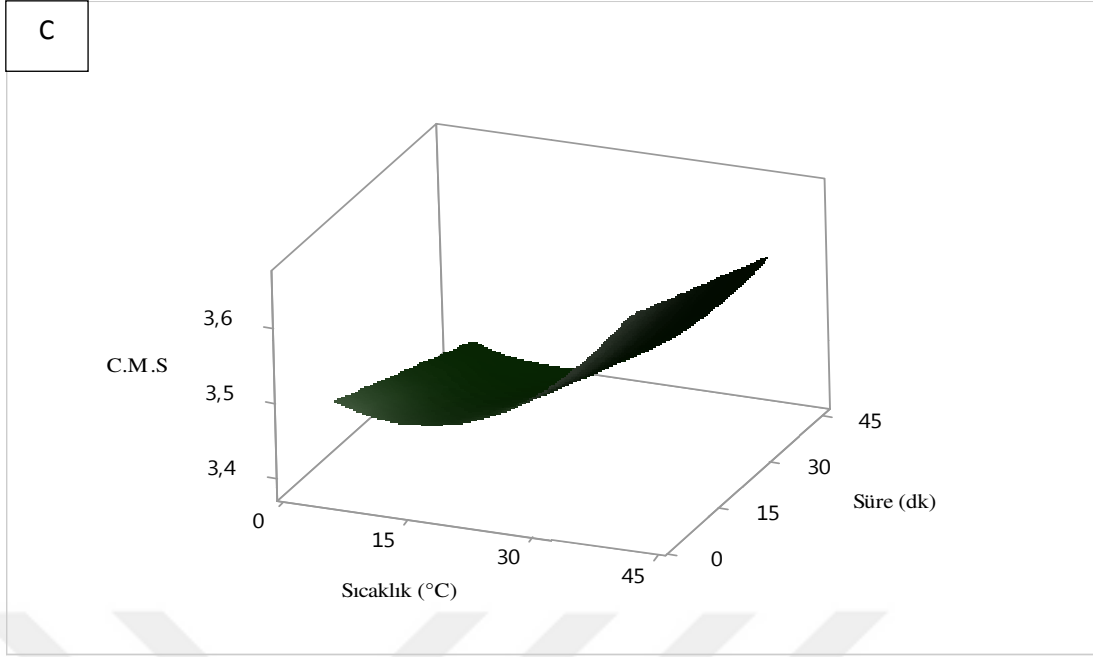
Elde edilen sonuçlara göre çizilen grafiklerde canlı m.o. sayıları verilerilmiştir. canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*’ in optimum olarak gelişme sıcaklığı 30-40 °C’ dir. B nedenle uygulanan sıcaklığın artışı ile canlı m.o. sayısında artış olmaktadır.



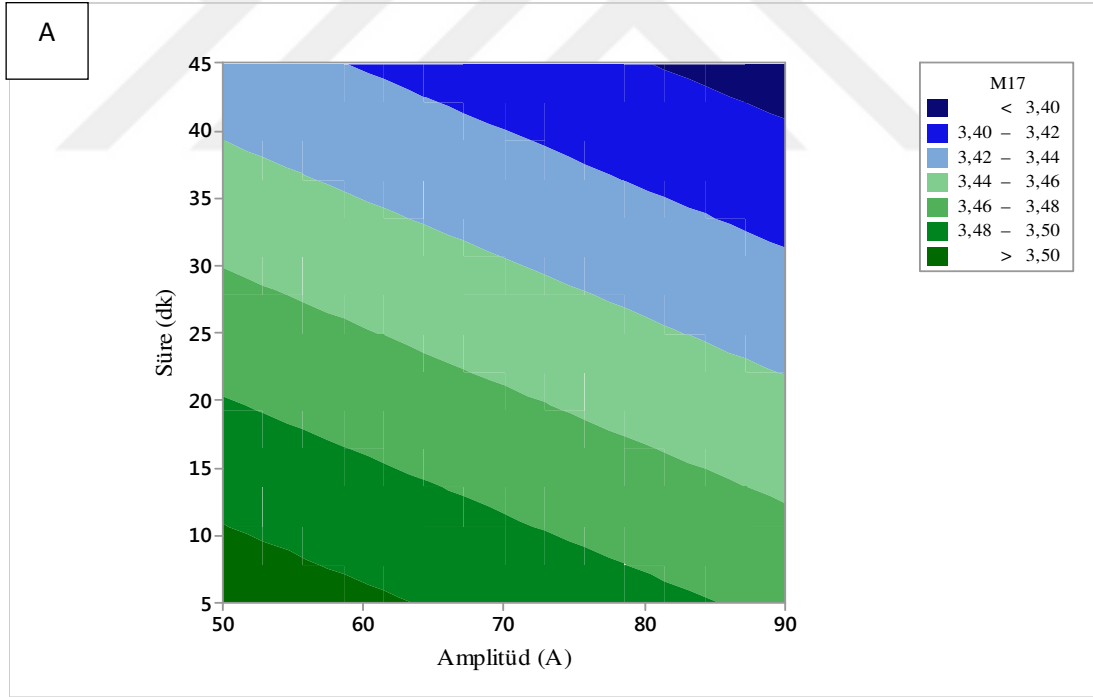
**Şekil 4.28.A.** US proses parametrelerinden sıcaklık, süre ve amplitüdün acılı şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A:T=22 °C, B:t=25 dk, C:A=70 A)



**Şekil 4.28.B.** US proses parametrelerinden sıcaklık ve amplitüdün acılı şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



Şekil 4.28.C. US proses parametrelerinden sıcaklık ve sürenin acılı şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



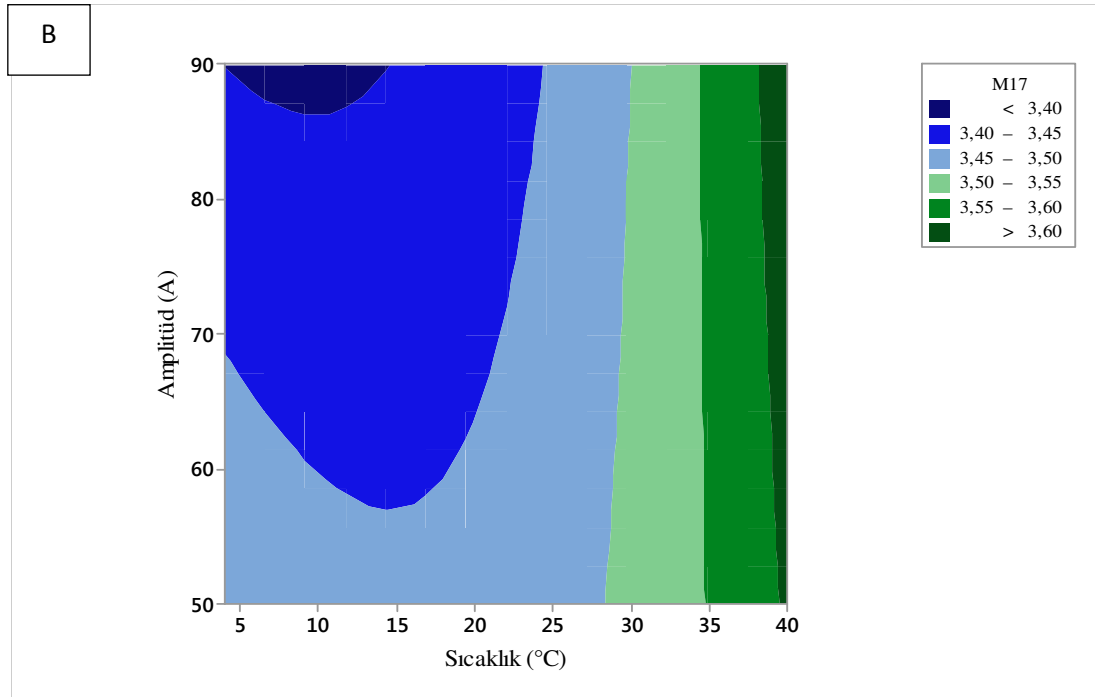
Şekil 4.29.A. US proses parametrelerinin acılı şalgam suyunda canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A)

Şekil 4.29.A'da US proses parametrelerinden süre ve amplitüdün acılı şalgam suyunda canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

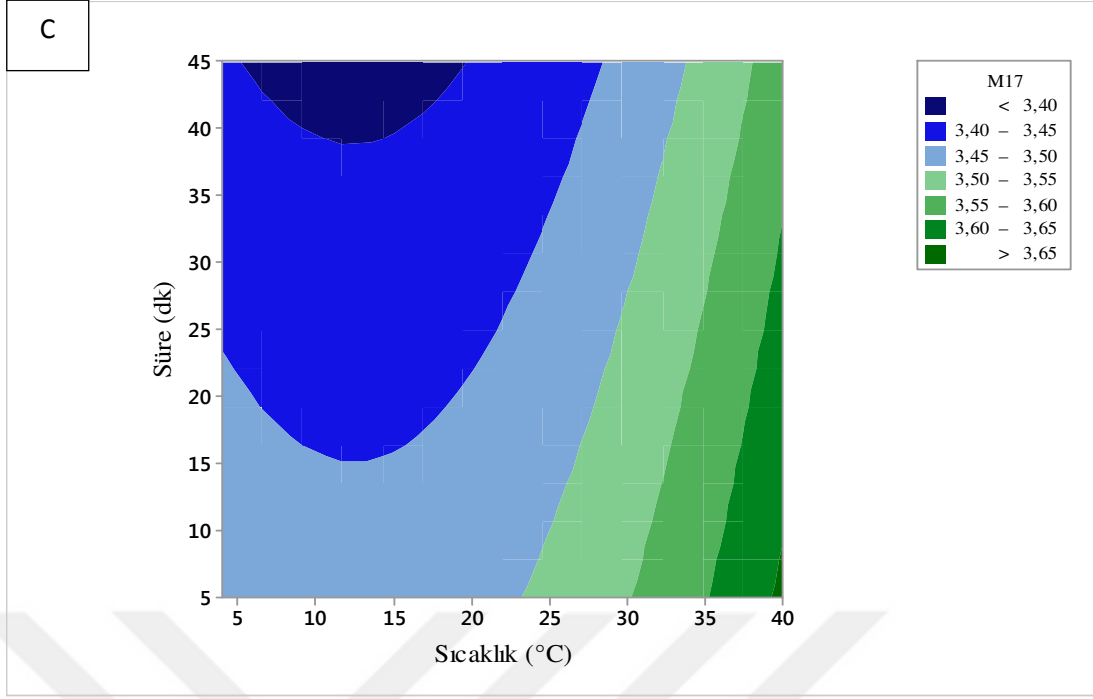
verilmiştir. Sabit uygulama sıcaklığında (22 °C) amplitüd ve süre değişimi ile canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında amplitüd (80-90 A) ve sürenin (40-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve süre etkileşiminin canlı mikroorganizma sayısı üzerine etkileşiminin önemsiz olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p > 0.05$ ).

Şekil 4.29.B’de sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında amplitüd (85-90 A) ve sıcaklığın (5-15 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve sıcaklık etkisinin canlı m.o. sayısı üzerine etkileşiminin önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Şekil 4.29.C’de sabit amplitüd değerinde (70 A) süre ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında süre (40-45 dk) ve sıcaklığın (5-15 °C) etkili olduğu gösterilmiştir.



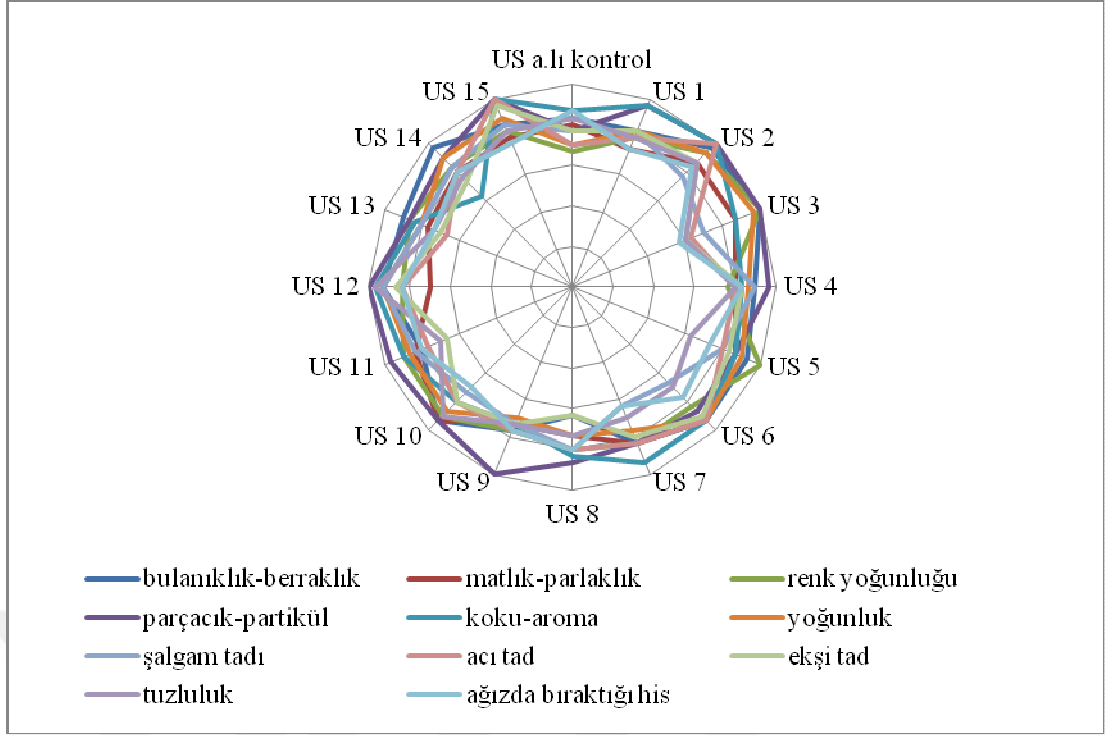
**Şekil 4.29.B.** US proses parametrelerinden sıcaklık ve amplitüdün acılı şalgam suyunda canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği



**Şekil 4.29.C.** US proses parametrelerinden sıcaklık ve sürenin acılı şalgam suyunda canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

#### 4.3.27 Ultrasonikasyon uygulamalarının acılı şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acılı şalgam suları ve kontrol örneği duyuşal değerlendirme analizleri yapılmış ve elde edilen verilerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı sonuçları Çizelge 4.158’de verilmiştir. Grafikteki sonuçlar incelendiğinde 15 farklı US prosesinin değerlendirme kriterlerine göre kontrol örneğine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Sonuçların daha ne anlaşılabilmesi için tüm örneklerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı grafiği çizilmiş ve Şekil 4.30’da verilmiştir.



**Şekil 4.30.** US ile proses edilmiş acılı şalgam suyu duyu analizi sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği

Grafik incelendiğinde 9'lu hedonik skala ile değerlendirilen duyu analizi sonuçlarının kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu nedenle, ultrasonikasyon ile proses edilmiş acılı şalgam sularının duyu olarak değerlendirmesinin olumlu olduğu söylenebilmektedir.

**Çizelge 4.158.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları

Proses no	Bulanıklık-berraklık	Matlık-parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-partikül	Koku- aroma	Yoğunluk	Şalgam tadı	Acı tad	Ekşi tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	6.7±0.6 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	7.0±0.0 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB 1	8.3±1.5 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB 2	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	8.3±1.2 <sup>a</sup>
YHB 3	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	6.3±0.6 <sup>a</sup>	6.0±0.0 <sup>a</sup>	6.0±1.0 <sup>a</sup>	5.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB 4	9.00±1.7 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	7.7±2.1 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.0±2.7 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB 5	9.3±0.6 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	8.7±1.6 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	6.3±2.3 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>
YHB 6	9.3±0.6 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	6.7±2.0 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB 7	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	7.7±2.5 <sup>a</sup>	6.3±1.2 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±3.0 <sup>a</sup>	6.3±0.6 <sup>a</sup>
YHB 8	6.3±0.6 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	8.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±1.2 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	6.3±0.6 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>
YHB 9	7.7±1.5 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	7.3±2.3 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB10	9.3±0.6 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>a</sup>
YHB11	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	8.3±1.2 <sup>a</sup>	7.7±3.2 <sup>a</sup>	6.7±1.2 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>
YHB12	9.3±1.2 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB13	9.0±1.7 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>	6.7±1.2 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB14	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	6.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.7 <sup>a</sup>	7.3±2.5 <sup>a</sup>	7.7±2.1 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>
YHB15	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).



#### 4.3.28 Acılı Şalgam Suyu İçin Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu

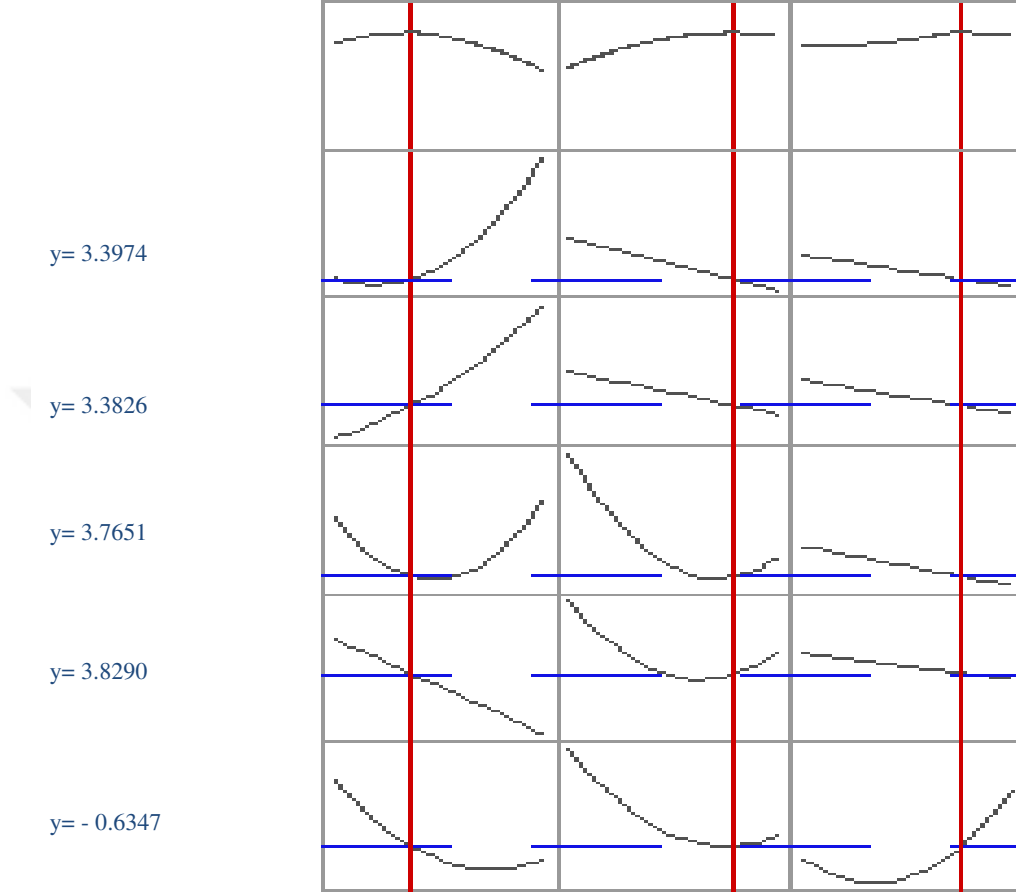
Analizlerde elde edilen verilerden başarılı bir şekilde modellenebilen acılı şalgam suyu için seçilen farklı proses faktörlerinin uygulanan ultrasonikasyon prosesi üzerine modellemesi ve optimizasyonu yapılmıştır.

US ile proses edilen acılı şalgam suyu toplam asitlik miktarı parametresi için bir değer belirtilmiştir. Bu değerler acılı şalgam suyu kontrol örneği ile US proseslerine tabi tutulmuş örnekler arasındaki farkın minimum olması amacıyla kontrol örneği değerleri olarak belirlenmiştir. Ancak canlı TMAB sayısı, canlı TMK, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı ve canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı için üründe mikrobiyolojik gelişimi en aza indirerek ürünün raf ömrünün uzatılması hedeflendiği için, optimum noktada hedef değer minimum olarak belirlenmiştir.

Hedef değerlerin tanımlanmasının ardından acılı şalgam suyu için BBD dizaynı ile US koşullarının optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.31’de verilmiştir.

İstenebilirlik analizine dayalı çoklu cevap optimizasyonu için en iyi çözüm elde edilmiş ve Şekil 4.31’de gösterilmiştir. US ile proses edilen acılı şalgam için optimum koşullar; sıcaklık 17.09°C’de, %79.89 amplitüd ve 36.51 dk boyunca elde edilmiştir (Şekil 4.31). US ile proses edilen acılı şalgam suyu için karma istenebilirlik değeri  $D=0.818$  olarak bulunmuştur (Şekil 4.31).

	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)
Yüksek	17.09	36.52	79.89
Optimum			
Düşük	4	5	50



**Şekil 4.31.** Acılı şalgam suyu için US prosesi optimum nokta değerleri

Bu koşullar, model gücünü tahmin etmek amacıyla deneysel olarak da doğrulanmıştır (Çizelge 4.159). Belirlenen optimum koşullarda US ile proses edilen acılı şalgam sularının analiz sonuçları, modellemenin belirlediği tahmini değerler ve varyasyon katsayısı Çizelge 4.159’da verilmiştir. Çizelgede Johnson dönüşümü gerektiren terimlerin (toplam asitlik) verilen tahmini değerleri, modellemede elde edilen Johnson dönüşüm denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Optimum koşullarda (sıcaklık 17.09 °C, süre 36.51 dk ve %79.89 amplitüd) toplam asitlik, canlı TMAB, canlı TMK, canlı *L. paracasei* sayısı ve canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı sırasıyla 0.476 g/L, 3.83 log kob/mL, 3.77 log kob/mL, 3.38 log kob/mL ve 3.40 log kob/mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.159).

**Çizelge 4.159.** Acılı şalgam suyunun US optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları

Bağımlı değişken	Deneysel sonuç	Modelleme tahmini	CV (%)
	ortalaması	Sonuç	
Toplam asitlik	0.393±0.01	0.476	13.56
TMAB	3.37±0.14	3.83	9.00
TMK	3.22±0.04	3.77	11.02
Canlı <i>L. paracasei</i> sayısı	3.32±0.06	3.38	1.41
Canlı <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	3.40±0.02	3.40	0.06

Modellemenin ön gördüğü tahmini sonuçlar ile analiz sonucunda elde edilen sonuçları arasındaki farklar varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanarak verilmiştir. CV değeri deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak da ifade edilmektedir. Matematiksel modellemelerde CV değerinin %10'dan az olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlarda toplam asitlik için CV değerinin 13.56, TMK sayısı için CV değerinin 11.02 olduğu görülmektedir. Bu nedenle toplam asitlik değeri için ve TMK sayısı için deneysel tekrarlanabilirliğin az olduğu söylenebilmektedir. Ancak TMAB sayısı, canlı *L. paracasei* sayısı, canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı için CV değerlerinin %10'dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

#### 4.3.29 Acılı şalgam suyu için US prosesi optimum nokta analiz sonuçları

Belirlenen optimum noktalarda proses edilen acısız şalgam suyu için belirlenen pH değeri, SÇKM değeri ( $^{\circ}$ Brix), kondaktivite değeri (mS/cm), tuz miktarı (ppm), bulanıklık (NTU), TA (g/L),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^{\circ}$ ,  $\Delta E$  değerleri sonuçları Çizelge 4.160'da verilmiştir.

**Çizelge 4.160.** Acılı şalgam suyunun US optimum koşulları analiz sonuçları

Proses	pH	SÇKM( $^{\circ}$ Brix)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz miktarı (ppm)	Bulanıklık (NTU)	TA(g/L)
Kontrol	3.53±0.01 <sup>a</sup>	8.50±0.42 <sup>a</sup>	13.67±0.01 <sup>a</sup>	7.60±0.00 <sup>a</sup>	285.25±0.21 <sup>a</sup>	0.29±0.00 <sup>a</sup>
US acılı	3.53±0.03 <sup>a</sup>	8.60±0.00 <sup>a</sup>	13.86±0.09 <sup>a</sup>	7.55±0.07 <sup>a</sup>	256.40±17.0 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>
Proses	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^{\circ}$	$\Delta E$
Kontrol	11.63±0.04 <sup>a</sup>	39.56±0.58 <sup>a</sup>	19.03±0.00 <sup>a</sup>	43.90±0.52 <sup>a</sup>	0.45±0.01 <sup>a</sup>	
US acılı	9.07±0.05 <sup>b</sup>	36.36±0.17 <sup>b</sup>	14.51±0.21 <sup>b</sup>	39.15±0.24 <sup>b</sup>	0.38±0.00 <sup>b</sup>	6.11±0.05

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.160'da verilen US ile proses edilen acılı şalgam suyunun optimum sonuçları ve kontrol örneğinin sonuçları incelendiğinde pH, SÇKM, kondaktivite, tuz

miktarı, bulanıklık, TA değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı ancak  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ , ve  $h^o$  değerlerinde kontrol örneğine kıyasla bir azalma olduğu görülmektedir.

#### 4.4 Ultrasonikasyon Uygulamalarının Acısız Şalgam Suyu Bulguları

##### 4.4.1 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu pH üzerine etkisi

Acısız şalgam suyunun, Box-Behnken deneme desenine göre belirlenen farklı amplitüd, sıcaklık ve süre koşullarında US ile proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun pH değerleri belirlenmiştir. Analizlerde elde edilen sonuçlara tek yönlü ANOVA tukey karşılaştırma testi uygulanmış, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.161’de verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiği zaman US 15 prosesinin en yüksek pH değerine, US 2 prosesinin ise en düşük pH değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın pH değerinin US 13 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.161.** US proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama pH değeri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	pH
Kontrol	0	0	0	3.09±0.01 <sup>1</sup>
US 1	22	25	70	3.72±0.01 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	2.64±0.00 <sup>k</sup>
US 3	40	25	90	3.05±0.01 <sup>j</sup>
US 4	22	25	70	3.17±0.01 <sup>g</sup>
US 5	22	45	90	3.14±0.01 <sup>h</sup>
US 6	40	45	70	3.20±0.01 <sup>f</sup>
US 7	40	5	70	3.05±0.01 <sup>j</sup>
US 8	40	25	50	3.33±0.00 <sup>e</sup>
US 9	4	25	90	4.00±0.02 <sup>b</sup>
US 10	22	5	50	3.97±0.01 <sup>bc</sup>
US 11	22	5	90	3.96±0.01 <sup>c</sup>
US 12	4	5	70	3.15±0.02 <sup>gh</sup>
US 13	22	25	70	3.11±0.00 <sup>1</sup>
US 14	4	45	70	4.28±0.01 <sup>a</sup>
US 15	4	25	50	4.29±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Ultrasonikasyon ile proses edilen acısız şalgam sularının pH değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış, önemsiz terimler

modellemeden çıkartılmış ve elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.162' de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.71'de verilmiştir.

**Çizelge 4.162.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun pH değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	4.2903	2.14516	13.05	0.000
T	1	3.5651	3.56510	21.69	0.000
T*t	1	0.7252	0.72521	4.41	0.042
Kalıntı	42	6.9038	0.16438		
<b>Uyum eksikliği</b>	10	6.2190	0.62190	29.06	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.6848	0.02140		
Toplam	44	11.1941			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri	0.405434	0.38	0.35	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA tabloları incelendiğinde acısız şalgam suyu pH değeri üzerinde US proses faktörlerinden sadece uygulama sıcaklığı önemli olarak belirlenmiştir. Modelleme uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olması nedeni ile pH değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.2 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunda suda çözünen kuru madde miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan US proses parametreleri ve bu proseslerden sonra elde edilen ürün ile proses edilmemiş acısız şalgam suyunun suda çözünen kuru madde (SÇKM) değeri Çizelge 4.163'de °Briks cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.163.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu SÇKM değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	SÇKM(°Briks)
Kontrol	0	0	0	3.97±0.06 <sup>c</sup>
US 1	22	25	70	3.60±0.00 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	2.57±0.06 <sup>g</sup>
US 3	40	25	90	4.00±0.00 <sup>c</sup>
US 4	22	25	70	4.03±0.06 <sup>c</sup>
US 5	22	45	90	4.00±0.00 <sup>c</sup>
US 6	40	45	70	3.07±0.06 <sup>f</sup>
US 7	40	5	70	3.40±0.00 <sup>e</sup>
US 8	40	25	50	3.97±0.06 <sup>c</sup>
US 9	4	25	90	4.60±0.00 <sup>b</sup>
US 10	22	5	50	4.87±0.12 <sup>a</sup>
US 11	22	5	90	5.00±0.00 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	3.07±0.06 <sup>f</sup>
US 13	22	25	70	3.40±0.00 <sup>e</sup>
US 14	4	45	70	4.07±0.12 <sup>c</sup>
US 15	4	25	50	4.03±0.06 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen değerler incelendiğinde SÇKM değerinin 2.57-5.00 °Briks arasında değiştiği, US 11 (5.00 °Bx) prosesinin en yüksek SÇKM değerine, US 2 (2.57 °Bx) prosesin ise en düşük SÇKM değerine sahip olduğu görülmektedir. US proseslerine tabi tutulan acısız şalgam sularının SÇKM değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır ve modellemede  $p > 0.05$  olan terimler SÇKM değeri için önemsiz olarak belirlenmiş ve modelden çıkartılmıştır. Elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.164’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.72’de verilmiştir.

**Çizelge 4.164.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SÇKM değerlerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA sonuçları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	11.1308	2.22616	10.51	0.000
t	1	2.6004	2.60042	12.28	0.001
A	1	1.7604	1.76042	8.31	0.006
A*A	1	4.1691	4.16915	19.68	0.000
T*t	1	1.3333	1.33333	6.30	0.016
t*A	1	1.2675	1.26750	5.98	0.019
Kalıntı	39	8.2603	0.21180		
Uyum eksikliği	7	7.5381	1.07687	47.71	0.000
Saf hata	32	0.7222	0.02257		
Toplam	44	19.3911			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.460220	0.57	0.52	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun SÇKM değerleri için US proses faktörlerinden uygulama süresi ve

amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksiliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu nedenle de başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.3 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu kondaktivite değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan US proses koşulları, şalgam suyunun proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kondaktivite (iletkenlik) değeri Çizelge 4.165’de mS/cm cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kondaktivite değerleri 20.17-21.83 mS/cm arasında değişmektedir. US 15 prosesi en düşük kondaktivite değerine, US 6 prosesi ise en yüksek kondaktivite değerine sahip proses olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.165.** Ultrasonikasyon koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama kondaktivite değeri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Kondaktivite (mS/cm)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	20.20±0.10 <sup>g</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	21.33±0.06 <sup>bc</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	20.23±0.06 <sup>g</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	21.17±0.06 <sup>c</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	21.23±0.06 <sup>c</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	20.80±0.10 <sup>d</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	21.83±0.06 <sup>a</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	21.30±0.00 <sup>bc</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	21.23±0.12 <sup>c</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	20.30±0.00 <sup>fg</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	20.83±0.12 <sup>d</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	20.50±0.10 <sup>ef</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	20.70±0.17 <sup>de</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	21.53±0.06 <sup>b</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	20.27±0.06 <sup>fg</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	20.17±0.06 <sup>g</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu örneklerinin kondaktivite değerlerinin normal dağılım sergilemediği belirlendikten sonra bu değerlere Johnson dönüşümüm uygulanmış, dönüşümü yapılmış olan kondaktivite değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz terimler olarak belirlenmiş ve modellemeden çıkarılarak US prosesinde kondaktivite değeri için etkili olan faktörler belirlenmiştir. Modellemede elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.166’da, kondaktivite değeri için

uygulanan dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.73'de verilmiştir.

**Çizelge 4.166.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA sonuçları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	1.017	0.121	0.000
Lineer			
T	1.1698	0.0740	0.000
A	0.2214	0.0740	0.005
Square			
T <sup>2</sup>	-0.252	0.109	0.026
t <sup>2</sup>	-0.242	0.109	0.032
A <sup>2</sup>	-1.197	0.109	0.000
Interaction			
T*t	0.696	0.105	0.000
T*A	-0.288	0.105	0.009
t*A	0.525	0.105	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.131</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.93	0.91	0.88

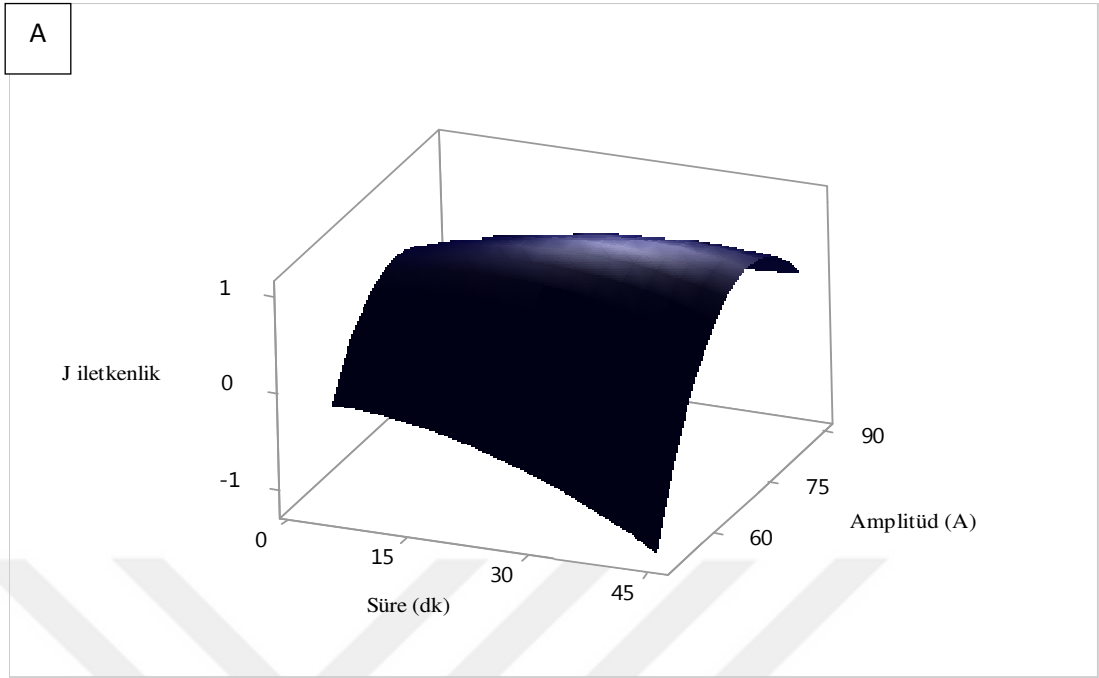
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA sonuçlarına göre US ile proses edilen acısız şalgam sularının kondaktivite değeri için US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur. Modelleme uyum eksikliği değeri  $p=0.131$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Ayrıca modelleme ANOVA çıktılarında  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  değerleri sırası ile 0.93, 0.91 ve 0.88 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.166). Modellemede acısız şalgam suyu kondaktivite değeri üzerinde etkili olan terimler ve bu terimlerin katsayılarının belirlenmesinden sonra herhangi bir US proses koşullarında elde edilecek olan kondaktivite değerinin tahmin edilmesinde kullanılabilecek olan eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kondaktivite (mS/cm)} = 1.017 + 1.1698*T + 0.2214*A - 0.252* T*T - 0.242* t*t - 1.197* A*A + 0.696* T*t - 0.288* T*A + 0.525* t*A \text{ (Denklem 16).}$$

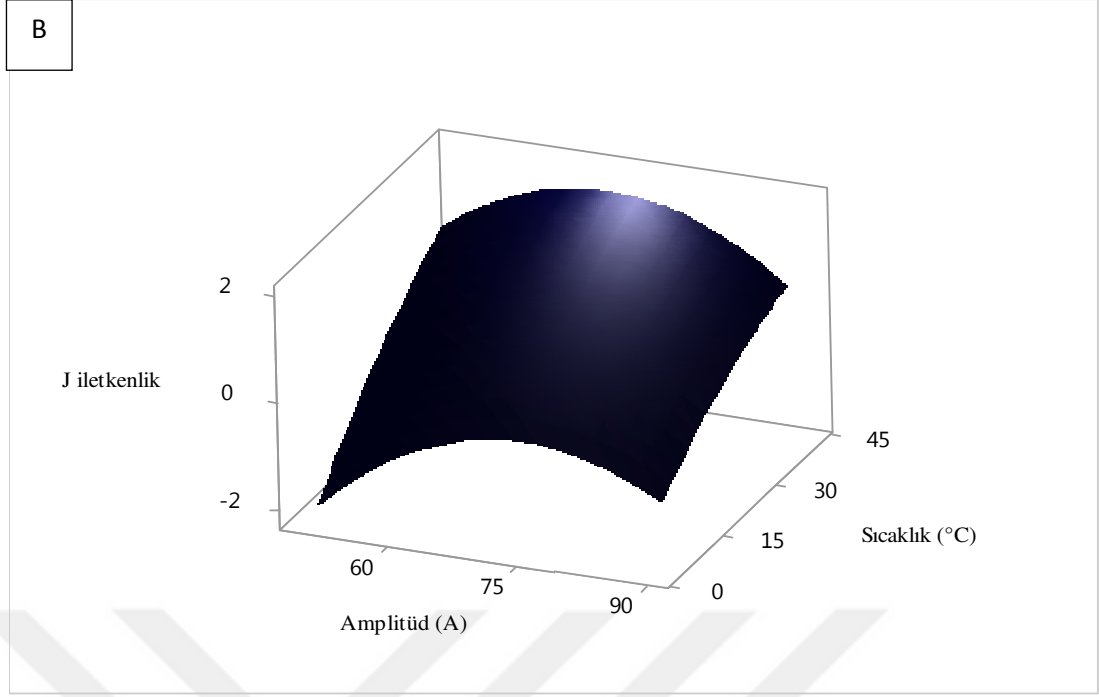
Kondaktivite değeri üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (1.1698) ve amplitüd (0.2214) olarak bulunmuştur. Kondaktivite değeri üzerine amplitüd ve sıcaklık pozitif etki göstermektedir (Denklem 16). Elde edilen bu matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.32'de verilmiştir.



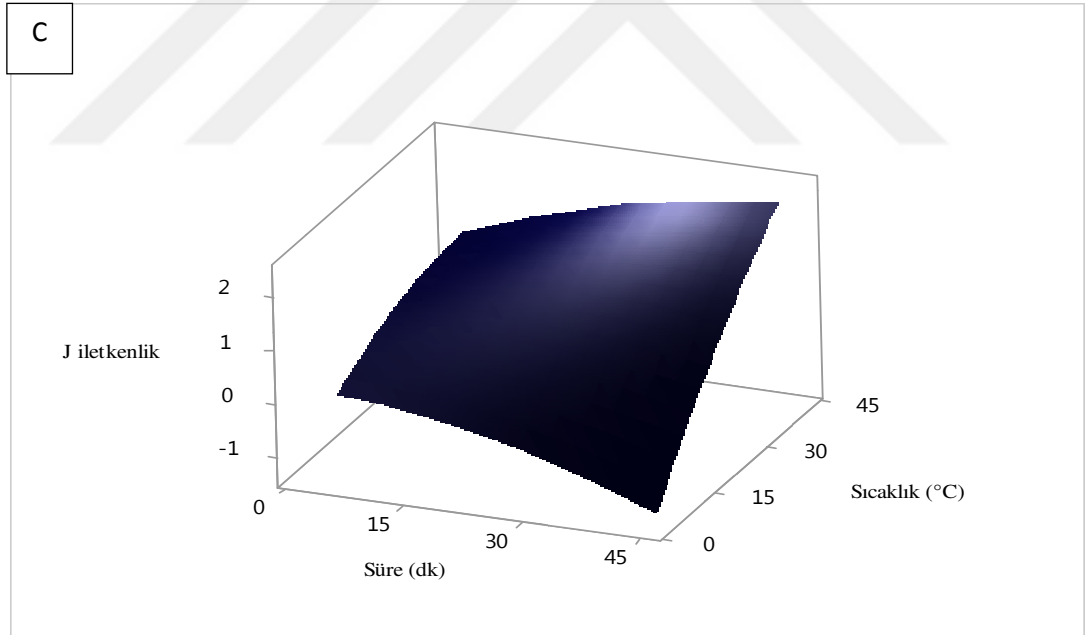


**Şekil 4.32.A.** Acısız şalgam suyunda US uygulama sıcaklık, süre ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: t=9 dk, C: A=70 A)

Şekil 4.32.A'da acısız şalgam suyunda süre ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin yüzey (3D) grafiği verilmiştir. Sabit uygulama sıcaklığında; uygulama süresinin artırılması ile kondaktivite değerinin azalacağı, amplitüd değerinin 50-70 A aralığındaki artışı ile kondaktivite değerinin artacağı ancak 70-90 A aralığındaki artışı ile artacağı öngörülmektedir. Şekil 4.32.B incelendiğinde sabit uygulama süresinde (25 dk) uygulama sıcaklığının artırılması ile kondaktivite değerinin lineer olarak artacağı, amplitüd değerinin 50-70 A aralığındaki artışı ile kondaktivite değerinin azalacağı, 70-90 A aralığındaki artışı ile artacağı öngörülmektedir.



Şekil 4.32.B. Acısız şalgam suyunda sıcaklık ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği



Şekil 4.32.C. Acısız şalgam suyunda süre ve amplitüd parametrelerinin kondaktivite değerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.32.C’de ise sabit amplitüd değerinde; uygulama süresinin artırılması ile kondaktivite değerinin azalacağı tam tersine sıcaklığın artırılması ile kondaktivite değerinin artacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak en yüksek kondaktivite değerinin 40 °C sıcaklık 45 dk uygulama süresi 70 A amplitüd koşullarındaki US prosesi ile

elde edilebileceği ve bu verilerin Çizelge 4.165’de verilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4.4.4 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu tuz miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyunun farklı sıcaklık, süre ve amplitüd değerlerinde US ile proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun tuz değeri Çizelge 4.167’de ppm cinsinden verilmiştir. Tablodaki sonuçlara göre en yüksek tuz konsantrasyonunun US 7 prosesinde, en düşük değer ise US 2 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca US 2 prosesi hariç tüm proseslerde kontrol örneğine kıyasla tuz konsantrasyonunun daha fazla olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.167.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama tuz miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Tuz miktarı (ppm)
Kontrol	0	0	0	12.53±0.06 <sup>f</sup>
US 1	22	25	70	12.93±0.06 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	12.10±0.10 <sup>g</sup>
US 3	40	25	90	13.23±0.06 <sup>b</sup>
US 4	22	25	70	12.87±0.12 <sup>de</sup>
US 5	22	45	90	12.83±0.06 <sup>de</sup>
US 6	40	45	70	13.00±0.00 <sup>cd</sup>
US 7	40	5	70	13.50±0.00 <sup>a</sup>
US 8	40	25	50	13.30±0.00 <sup>ab</sup>
US 9	4	25	90	12.70±0.00 <sup>ef</sup>
US 10	22	5	50	12.87±0.06 <sup>de</sup>
US 11	22	5	90	12.60±0.00 <sup>f</sup>
US 12	4	5	70	13.47±0.06 <sup>a</sup>
US 13	22	25	70	12.93±0.15 <sup>d</sup>
US 14	4	45	70	13.20±0.00 <sup>bc</sup>
US 15	4	25	50	13.17±0.06 <sup>bc</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen tuz miktarı sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.168’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.74’te verilmiştir.

**Çizelge 4.168.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	4.5782	0.91564	36.67	0.000
Süre (t)	1	0.6338	0.63375	25.38	0.000
T*T	1	2.2053	2.20529	88.32	0.000
A*A	1	0.6787	0.67869	27.18	0.000
T*A	1	0.1200	0.12000	4.81	0.034
t*A	1	0.7500	0.75000	30.04	0.000
Kalıntı	39	0.9738	0.02497		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	0.8316	0.11880	26.73	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1422	0.00444		
Toplam	44	5.5520			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.158018	0.82	0.80	0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde tuz miktarı üzerinde US proses faktörlerinden sadece uygulama süresi önemli olarak belirlenmiştir. Modellemede  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$ , tahmini  $R^2$  değerleri yüksek olarak belirlenmesine rağmen modelin uyum eksikliği değerinin  $p=0.000$  olarak belirlenmesi ve bu değer  $p > 0.05$ ' ten küçük olması nedeni ile tuz değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.5 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu bulanıklık üzerine etkisi

Acısız şalgam suyunun Box-Behnken deneme deseninde belirlenen koşullarda US proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun bulanıklık (NTU) değeri Çizelge 4.169' da verilmiştir.

**Çizelge 4.169.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama bulanıklık değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	0	0	0	451.73±1.86 <sup>c</sup>
US 1	22	25	70	197.10±2.12 <sup>j</sup>
US 2	22	45	50	212.80±0.79 <sup>j</sup>
US 3	40	25	90	481.70±2.98 <sup>d</sup>
US 4	22	25	70	339.23±3.87 <sup>h</sup>
US 5	22	45	90	418.70±5.00 <sup>f</sup>
US 6	40	45	70	326.50±4.85 <sup>h</sup>
US 7	40	5	70	558.53±2.03 <sup>b</sup>
US 8	40	25	50	300.40±17.70 <sup>i</sup>
US 9	4	25	90	728.63±1.05 <sup>a</sup>
US 10	22	5	50	307.00±0.69 <sup>i</sup>
US 11	22	5	90	435.00±3.75 <sup>ef</sup>
US 12	4	5	70	526.40±14.03 <sup>c</sup>
US 13	22	25	70	421.63±1.59 <sup>f</sup>
US 14	4	45	70	369.03±4.54 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	427.23±3.61 <sup>f</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde elde edilen sonuçlar incelendiği zaman bulanıklık değerlerinin 197.10-728.63 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek bulanıklık değerinin US 9 prosesinde, en düşük bulanıklık değerinin US 1 prosesinde, kontrol grubuna en yakın değer ise US 11 prosesinde (435.00 NTU) elde edilmiştir. Şalgam suyuna uygulanan prosesler sonucunda elde edilen ürünün normal dağılım sergilediği belirlenen bulanıklık değerine ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış, modellemede  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz olarak belirlenmiş ve modellemeden çıkarılmıştır. Tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları Ek 4.75'te, önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları ise Çizelge 4.170'te verilmiştir.

**Çizelge 4.170.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun bulanıklık değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	593511	148378	30.05	0.000
T	1	55354	55354	11.21	0.002
t	1	93713	93713	18.98	0.000
A	1	250084	250084	50.65	0.000
T*T	1	194361	194361	39.36	0.000
Kalıntı	40	197514	4938		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	118817	14852	6.04	<b>0.000</b>
Saf hata	32	78697	2459		
Toplam	44	791025			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	70.2698	0.75	0.73	0.69

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile acısız şalgam suyunun US ile proses edilmesi ile bulanıklık değeri üzerinde proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı süresi ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu nedenle bulanıklık değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.6 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam asitliği üzerine etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen acısız şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin toplam asitlik (TA) değeri Çizelge 4.171'de g/L cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde toplam asitlik bakımında US 7 prosesinin en yüksek değere, US 2 prosesinin ise en düşük değere sahip olduğu,

kontrol grubuna en yakın değerinde US 4 ve US 5 proseslerinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.171.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama toplam asitlik (TA) değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TA (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.50±0.01 <sup>defg</sup>
US 1	22	25	70	0.49±0.01 <sup>efg</sup>
US 2	22	45	50	0.47±0.01 <sup>g</sup>
US 3	40	25	90	0.53±0.01 <sup>bc</sup>
US 4	22	25	70	0.50±0.01 <sup>def</sup>
US 5	22	45	90	0.50±0.00 <sup>def</sup>
US 6	40	45	70	0.51±0.01 <sup>bcddef</sup>
US 7	40	5	70	0.57±0.01 <sup>a</sup>
US 8	40	25	50	0.51±0.01 <sup>bcddef</sup>
US 9	4	25	90	0.51±0.01 <sup>bcddef</sup>
US 10	22	5	50	0.52±0.01 <sup>bcd</sup>
US 11	22	5	90	0.54±0.01 <sup>b</sup>
US 12	4	5	70	0.52±0.01 <sup>bcd</sup>
US 13	22	25	70	0.50±0.01 <sup>cdef</sup>
US 14	4	45	70	0.48±0.00 <sup>fg</sup>
US 15	4	25	50	0.48±0.01 <sup>fg</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Normal dağılım sergilediği belirlenen US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu örneklerinin TA değerlerine ikinci dereceden matematiksel modellemesi uygulanmıştır. Modellemede önemsiz terimlerin çıkarılmasıyla elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.172’de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.76’da verilmiştir.

**Çizelge 4.172.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ile hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	0.49593	0.00276	0.000
Lineer			
T	0.01612	0.00203	0.000
t	-0.02380	0.00203	0.000
A	0.01148	0.00203	0.000
Square			
T <sup>2</sup>	0.01269	0.00298	0.000
t <sup>2</sup>	0.01106	0.00298	0.001
Interaction			
T*t	-0.00707	0.00287	0.018
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.641</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.88	0.86	0.83

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu TA değeri sayısı üzerinde etki eden faktörler uygulama süresi, sıcaklık ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.172). TA değeri üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.641$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen US prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu TA değerine ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.88, 0.86 ve 0.83 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.172).

Modellemeyle US prosesinin acısız şalgam suyu TA üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin modellemede belirlenen katsayıları kullanılarak herhangi bir US parametresinde TA değerinin tahmin edilmesini sağlayacak olan kodlu cinsinden katsayılar kullanılarak elde edilen matematiksel eşitlik aşağıda verilmiştir (Denklem 17).

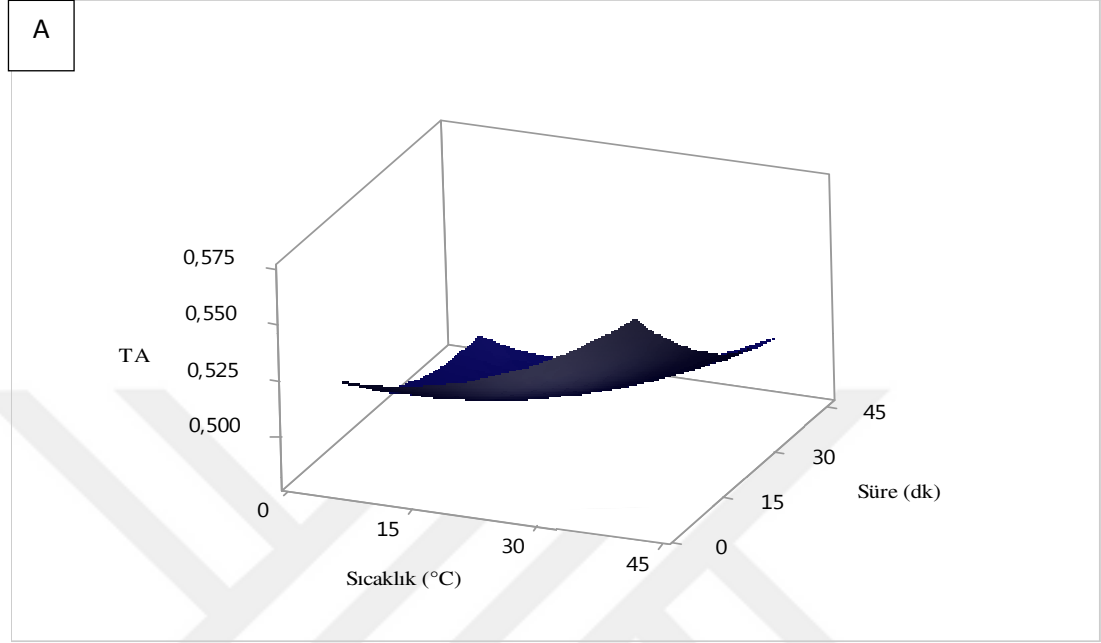
$$TA = 0.49593 + 0.01612*T - 0.02380*t + 0.01148*A + 0.0129* T*T + 0.01106* t*t - 0.000707* T*t \quad (\text{Denklem 17})$$

TA üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.02380), amplitüd (0.01148) ve sıcaklık (0.01612) olarak bulunmuştur. TA değeri için uygulama süresi negatif, sıcaklık ve amplitüd ise pozitif etki göstermektedir (Denklem 17). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlamak amacıyla çizilen yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.33'de verilmiştir.

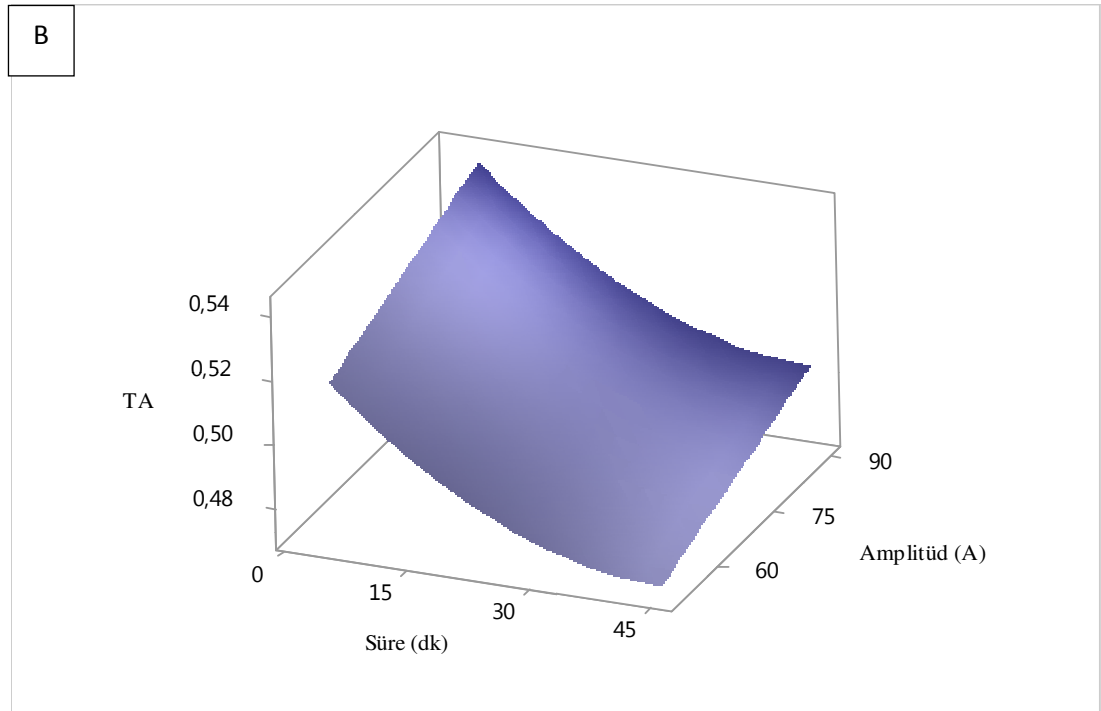
Şekil 4.33.A incelendiğinde sabit amplitüd değerinde (70 A) uygulama sıcaklığının artması ile TA miktarının aşamalı olarak artacağı, uygulama süresinin artması ile TA miktarının azalacağı görülmektedir.

Şekil 4.33.B incelendiğinde ise uygulama süresinin artması ile TA miktarının azaldığı, amplitüd değerinin artırılması ile TA miktarının arttığı görülmektedir.

Şekil 4.33.C' de ise sabit uygulama süresinde (25 dk) uygulanan amplitüd değerinin artırılması ile TA değerinin lineer olarak artacağı ancak uygulama sıcaklığının artışı ile TA değerinin aşamalı olarak artacağı belirlenmiştir.

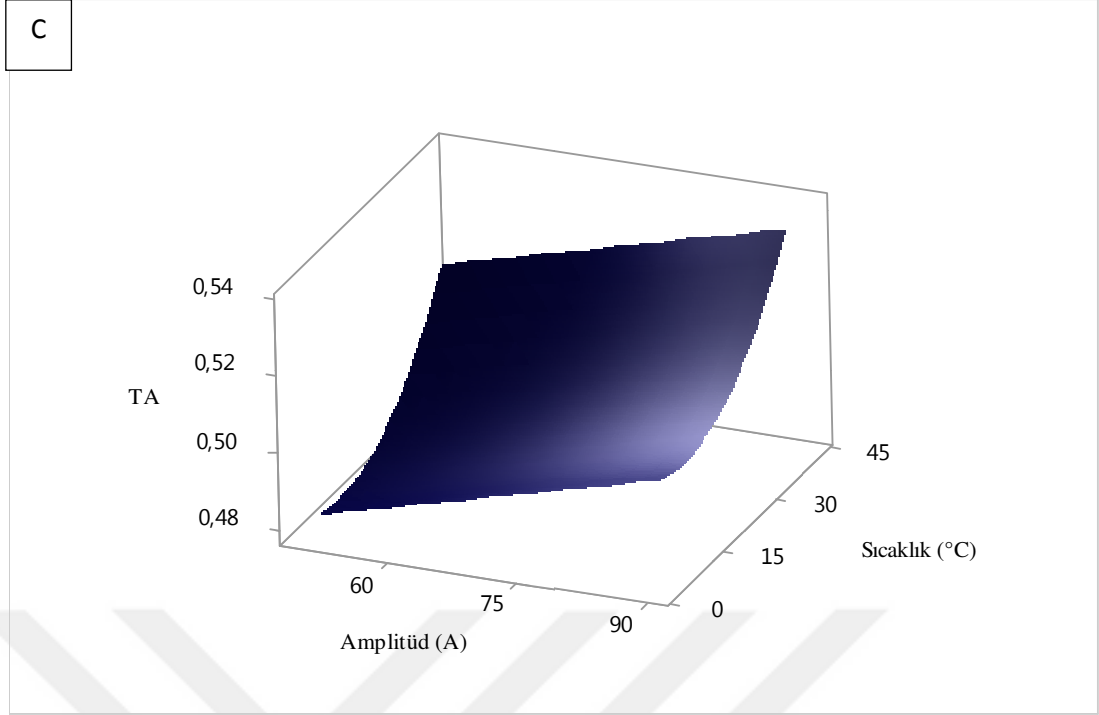


Şekil 4.33.A. US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği (A: A=70 A, B: T=22 °C, C: t= 25 dk)



Şekil 4.33.B. Süre ve amplitüd US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği





**Şekil 4.33.C.** Sıcaklık ve amplitüd US proses parametreleri ile acısız şalgam suyu toplam asitlik ilişkisinin 3D grafiği

Sonuç olarak maksimum TA değerinin 40 °C sıcaklık 5 dk proses süresi ve 90 A amplitüd koşullarında, minimum TA değerinin ise 4 °C sıcaklık 45 dk proses süresi ve 50 A amplitüd koşullarındaki proseslerde elde edileceği söylenebilmektedir.

#### **4.4.7 Yüksek basınç uygulamalarının acısız şalgam suyu $L^*$ değeri üzerine etkisi**

Acısız şalgam suyuna uygulanan US proses şartları (A, T, t), prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $L^*$  değerleri Çizelge 4.173'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde,  $L^*$  değerinin kontrol örneğinde (4.95) en yüksek değere, US 11 prosesinde (2.13) en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.173.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama  $L^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$L^*$
Kontrol	0	0	0	4.95±0.01 <sup>a</sup>
US 1	22	25	70	4.03±0.03 <sup>b</sup>
US 2	22	45	50	4.22±0.07 <sup>b</sup>
US 3	40	25	90	2.74±0.03 <sup>h</sup>
US 4	22	25	70	3.81±0.01 <sup>c</sup>
US 5	22	45	90	3.03±0.02 <sup>fg</sup>
US 6	40	45	70	4.18±0.02 <sup>b</sup>
US 7	40	5	70	3.28±0.02 <sup>e</sup>
US 8	40	25	50	3.17±0.03 <sup>ef</sup>
US 9	4	25	90	3.56±0.04 <sup>d</sup>
US 10	22	5	50	2.97±0.11 <sup>fg</sup>
US 11	22	5	90	2.13±0.02 <sup>1</sup>
US 12	4	5	70	4.12±0.07 <sup>b</sup>
US 13	22	25	70	3.66±0.05 <sup>cd</sup>
US 14	4	45	70	2.99±0.24 <sup>fg</sup>
US 15	4	25	50	2.88±0.02 <sup>gh</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Analizlerde belirlenen  $L^*$  değerlerinin normal dağılım sergilemediği belirlendikten sonra Johnson dönüşümü uygulanmıştır. Dönüştürülmüş  $L^*$  değerleri ikinci dereceden matematiksel modele tabii tutulmuştur. Yapılan modellemede  $p > 0.05$  olan terimler  $L^*$  değeri için önemsiz bulunmuş ve modelden çıkarmış, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.174’de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği Ek 4.77’de verilmiştir.

**Çizelge 4.174.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $L^*$  değeri ikinci dereceden matematiksel modelle ile belirlenen terimlerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	29.302	7.32561	17.14	0.000
t	1	5.606	5.60625	13.11	0.001
A	1	4.811	4.81094	11.25	0.002
A*A	1	9.800	9.79988	22.92	0.000
T*t	1	9.085	9.08538	21.25	0.000
Kalıntı	40	17.099	0.42748		
Uyum eksikliği	8	15.311	1.91390	34.25	0.000
Saf hata	32	1.788	0.05588		
Toplam	44	46.402			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.653821	0.63	0.60	0.52

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Elde edilen ANOVA sonuçlarına göre acısız şalgam suyu  $L^*$  değeri üzerinde US proses faktörlerinden süre ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin

uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değerin  $p > 0.05$ 'ten küçük olması nedeniyle başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.8 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu $a^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $a^*$  değerleri Çizelge 4.175'de verilmiştir. Elde edilen bulgularda  $a^*$  değerlerinin 12.75-23.70 arasında değiştiği, en düşük  $a^*$  değerinin US 11 prosesinde, en yüksek değerinin US 6 prosesinde olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.175.** US ile proses edilmiş şalgam suyunun ortalama  $a^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$a^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	23.40±0.10 <sup>ab</sup>
US 1	22	25	70	20.98±0.09 <sup>c</sup>
US 2	22	45	50	23.09±0.03 <sup>b</sup>
US 3	40	25	90	16.19±0.03 <sup>i</sup>
US 4	22	25	70	19.78±0.15 <sup>e</sup>
US 5	22	45	90	18.41±0.18 <sup>f</sup>
US 6	40	45	70	23.70±0.12 <sup>a</sup>
US 7	40	5	70	18.80±0.18 <sup>f</sup>
US 8	40	25	50	17.91±0.12 <sup>g</sup>
US 9	4	25	90	19.52±0.10 <sup>e</sup>
US 10	22	5	50	16.35±0.19 <sup>i</sup>
US 11	22	5	90	12.75±0.04 <sup>j</sup>
US 12	4	5	70	23.33±0.21 <sup>ab</sup>
US 13	22	25	70	20.42±0.04 <sup>d</sup>
US 14	4	45	70	17.87±0.22 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	16.92±0.07 <sup>h</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmada elde edilen  $a^*$  değerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen değerlere ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Yapılan modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri en büyük olandan başlanılarak hiyerarşik olarak modelden çıkarılmıştır. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.78'de,  $a^*$  değeri üzerinde etkisi olmadığı belirlenen terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.176'da verilmiştir.

**Çizelge 4.176.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $a^*$  değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	272.407	54.481	20.27	0.000
t	1	52.629	52.629	19.58	0.000
A	1	20.572	20.572	7.65	0.009
A*A	1	104.595	104.595	38.91	0.000
T*t	1	80.549	80.549	29.96	0.000
T*A	1	14.062	14.062	5.23	0.028
Kalıntı	39	104.839	2.688		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	102.140	14.591	172.99	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.699	0.084		
Toplam	44	377.246			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	1.63957	0.72	0.69	0.62

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde acısız şalgam suyu  $a^*$  değeri üzerinde US proses faktörlerinden sıcaklık ve amplitüd önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Modellemede uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin  $p > 0.05$  olmaması nedeni ile  $a^*$  değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.9 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu $b^*$ değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun  $b^*$  değeri Çizelge 4.177' de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar incelendiğinde  $b^*$  değerlerinin 2.97-6.54 arasında değiştiği, US 11 prosesinin en düşük  $b^*$  değerine, US 2 prosesinin en yüksek  $b^*$  değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubuna en yakın sonuçlar ise US 13 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.177.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama  $b^*$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$b^*$ değeri
Kontrol	0	0	0	5.66±0.06 <sup>bc</sup>
US 1	22	25	70	6.47±0.11 <sup>a</sup>
US 2	22	45	50	6.54±0.08 <sup>a</sup>
US 3	40	25	90	3.87±0.28 <sup>g</sup>
US 4	22	25	70	4.54±0.06 <sup>ef</sup>
US 5	22	45	90	4.29±0.09 <sup>efg</sup>
US 6	40	45	70	6.18±0.24 <sup>ab</sup>
US 7	40	5	70	4.67±0.18 <sup>de</sup>
US 8	40	25	50	4.00±0.37 <sup>fg</sup>
US 9	4	25	90	4.70±0.14 <sup>de</sup>
US 10	22	5	50	3.99±0.23 <sup>fg</sup>
US 11	22	5	90	2.97±0.02 <sup>h</sup>
US 12	4	5	70	5.23±0.08 <sup>cd</sup>
US 13	22	25	70	5.80±0.19 <sup>b</sup>
US 14	4	45	70	3.75±0.27 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	3.76±0.15 <sup>g</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışma kapsamında elde edilen  $b^*$  değerlerinin normal dağılım sergilememesi nedeniyle ilk olarak Johnson dönüşümüne tabii tutulmuştur. Dönüşüm işlemi sonrası elde edilen verilere ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış ve önemsiz terimlerin ( $p > 0.05$ ) modelden çıkarılması ile Çizelge 4.178’de verilen revize edilmiş ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Modellemedeki tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve yapılan dönüşüm grafiği Ek 4.79’da verilmiştir.

**Çizelge 4.178.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $b^*$  değeri ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	18.000	6.0000	10.90	0.000
t	1	4.321	4.3209	7.85	0.008
A*A	1	9.011	9.0106	16.37	0.000
T*t	1	4.669	4.6687	8.48	0.006
Kalıntı	41	22.574	0.5506		
<b>Uyum eksikliği</b>	9	18.520	2.0578	16.25	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.054	0.1267		
Toplam	44	40.574			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.742012	0.44	0.40	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA sonuçları incelendiğinde  $b^*$  değeri için US proses faktörlerinden sadece uygulama süresi önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ten küçük olduğu için başarılı bir modelleme yapılamamıştır (Çizelge 4.178).

#### 4.4.10 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (chroma, C\*) değeri üzerine etkisi

Deneme desenine göre US proseslerine tabii tutulan acısız şalgam suyunun ve kontrol ortalama C\* değerleri Çizelge 4.179' da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre C\* değerleri 13.09-24.54 arasında değişmektedir. En yüksek C\* değeri US 6 prosesinde, en düşük C\* değeri US 11 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca 6 numaralı US prosesi hariç tüm örneklerin C\* değerinin kontrol örneğine kıyasla daha az olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.179.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama C\* değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Chroma (C*)
Kontrol	0	0	0	24.06±0.10 <sup>b</sup>
US 1	22	25	70	21.83±0.03 <sup>c</sup>
US 2	22	45	50	23.81±0.02 <sup>b</sup>
US 3	40	25	90	16.65±0.06 <sup>h</sup>
US 4	22	25	70	20.04±0.25 <sup>e</sup>
US 5	22	45	90	19.18±0.05 <sup>f</sup>
US 6	40	45	70	24.54±0.11 <sup>a</sup>
US 7	40	5	70	19.17±0.06 <sup>f</sup>
US 8	40	25	50	17.49±0.06 <sup>g</sup>
US 9	4	25	90	19.70±0.06 <sup>e</sup>
US 10	22	5	50	16.83±0.15 <sup>h</sup>
US 11	22	5	90	13.09±0.03 <sup>i</sup>
US 12	4	5	70	24.00±0.12 <sup>b</sup>
US 13	22	25	70	21.04±0.04 <sup>d</sup>
US 14	4	45	70	17.51±0.34 <sup>g</sup>
US 15	4	25	50	17.33±0.04 <sup>g</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan tek yönlü ANOVA sonrasında C\* değerleri için normallik testi uygulanmış ve normal dağılım sergilediği belirlenen değerler için ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz terimlerin ( $p > 0.05$ ) çıkarılmasında sonra bulunan revize edilmiş ANOVA sonuçları da Çizelge 4.180'de verilmiştir. Tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.80'de verilmiştir.

**Çizelge 4.180.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının C\* değeri için ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	287.655	71.914	20.92	0.000
t	1	53.673	53.673	15.61	0.000
A	1	17.543	17.543	5.10	0.029
A*A	1	111.097	111.097	32.32	0.000
T*t	1	105.342	105.342	30.65	0.000
Kalıntı	40	137.496	3.437		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>8</b>	<b>132.165</b>	<b>16.521</b>	<b>99.17</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.331	0.167		
Toplam	44	425.151			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	1.85402	0.68	0.64	0.57

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modellemede elde edilen ANOVA tablosu incelendiğinde US proses faktörlerinden süre ve amplitüd acısız şalgam suyu C\* değeri üzerinde önemli bulunmuştur. Modellemenin uyum eksikliği değeri de  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir (Çizelge 4.180).

#### 4.4.11 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu hue ( $h^\circ$ ) değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin ortalama  $h^\circ$  değerleri Çizelge 4.181'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $h^\circ$  değerleri 0.22-0.26 arasında değişmektedir. En düşük  $h^\circ$  değeri US 15 prosesinde, en yüksek değer US 4 prosesinde elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine en yakın sonuçlar da US 2 ve US 13 proseslerinde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.181.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama  $h^\circ$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$h^\circ$
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.26±0.03 <sup>ab</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.25±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.25±0.00 <sup>ab</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.23±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.26±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.24±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.26±0.01 <sup>a</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.24±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.23±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.24±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.24±0.02 <sup>abc</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.23±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.24±0.01 <sup>abc</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.26±0.01 <sup>ab</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.22±0.01 <sup>bc</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.22±0.01 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmalarda elde edilen  $h^\circ$  değerlerinin normallik testi yapıldıktan sonra, ikinci dereceden modellemeye geçilmiş ve önemsiz terimlerin modelden çıkarılması Çizelge 4.182’de verilen revize edilmiş ANOVA çıktıları elde edilmiştir. Modellemenin tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.81’de verilmiştir.

**Çizelge 4.182.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $h^\circ$  değeri ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	0.005347	0.001337	11.87	0.000
T	1	0.000718	0.000718	6.37	0.016
T*T	1	0.001521	0.001521	13.50	0.001
A*A	1	0.002338	0.002338	20.76	0.000
T*t	1	0.001022	0.001022	9.07	0.004
Kalıntı	40	0.004505	0.000113		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	0.001778	0.000222	2.61	<b>0.026</b>
Saf hata	32	0.002727	0.000085		
Toplam	44	0.009853			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.0106130	0.54	0.50	0.43

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

US prosesine tabi tutulan acısız şalgam suyunun  $h^\circ$  değeri üzerinde proses faktörlerinden sadece sıcaklık önemli olarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Modellemenin uyum eksikliği değeri  $p=0.026$  olarak belirlenmiş (Çizelge 4.182) ve bu değer  $p > 0.05$  olmaması nedeni ile  $h^\circ$  değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.12 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) değeri üzerine etkisi

Ultrasonikasyon proseslerine tabii tutulan acısız şalgam suyunun kontrol örneğine kıyasla renk değişimi ( $\Delta E$ ) sonuçları Çizelge 4.183’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre  $\Delta E$  değerlerinin 3.15-16.88 arasında değiştiği, en düşük  $\Delta E$  değeri US 1 prosesinde, en yüksek  $\Delta E$  değeri ise US 11 prosesinde belirlenmiştir.



**Çizelge 4.183.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama  $\Delta E$  değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	$\Delta E$
US 1	22	25	70	3.15±0.07 <sup>l</sup>
US 2	22	45	50	3.98±0.05 <sup>k</sup>
US 3	40	25	90	4.56±0.04 <sup>j</sup>
US 4	22	25	70	4.66±0.03 <sup>ij</sup>
US 5	22	45	90	4.88±0.03 <sup>l</sup>
US 6	40	45	70	5.88±0.02 <sup>h</sup>
US 7	40	5	70	10.53±0.22 <sup>d</sup>
US 8	40	25	50	11.59±0.08 <sup>c</sup>
US 9	4	25	90	9.79±0.06 <sup>e</sup>
US 10	22	5	50	13.05±0.15 <sup>b</sup>
US 11	22	5	90	16.88±0.03 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	8.02±0.15 <sup>f</sup>
US 13	22	25	70	6.27±0.07 <sup>g</sup>
US 14	4	45	70	4.63±0.01 <sup>ij</sup>
US 15	4	25	50	4.62±0.01 <sup>ij</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmalar kapsamında elde edilen  $\Delta E$  değerlerini tek yönlü ANOVA analizi yapıldıktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ve  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz olarak belirlenerek modellemeden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.184’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.82’de verilmiştir.

**Çizelge 4.184.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $\Delta E$  değerinin ikinci dereceden modele göre belirlenen parametrelerinin revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	569.62	113.925	41.25	0.000
T	1	11.29	11.289	4.09	0.050
t	1	317.67	317.671	115.02	0.000
t*t	1	58.67	58.671	21.24	0.000
A*A	1	79.29	79.294	28.71	0.000
T*A	1	111.79	111.785	40.47	0.000
Kalıntı	39	107.71	2.762		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	92.88	13.269	28.62	<b>0.000</b>
Saf hata	32	14.83	0.464		
Toplam	44	677.34			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.66189	0.84	0.82	0.80

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.184’de verilen ANOVA sonuçları incelendiğinde  $\Delta E$  değeri için US proses faktörlerinde sıcaklık ve süre önemli olarak belirlenmiştir. Ayrıca modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuştur ve bu değer  $p > 0.05$ ’ten küçük olması nedeni ile başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.13 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk yoğunluğu (IC) değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan proses parametreleri ile bu proseslerden elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin hesaplanan ortalama renk yoğunluğu (IC) değerleri Çizelge 4.185’de absorbans (Abs) cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre IC değerleri 5.62-6.52 Abs arasında değişmektedir. Çizelgede verilen sonuçlar incelendiğinde en düşük IC değerini US 2 prosesinde, en yüksek değerin ise US 10 prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.185.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama IC değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	(IC, Abs)
Kontrol	0	0	0	5.98±0.01 <sup>c</sup>
US 1	22	25	70	5.82±0.03 <sup>d</sup>
US 2	22	45	50	5.62±0.01 <sup>e</sup>
US 3	40	25	90	6.06±0.01 <sup>c</sup>
US 4	22	25	70	5.98±0.03 <sup>c</sup>
US 5	22	45	90	6.07±0.02 <sup>c</sup>
US 6	40	45	70	5.81±0.01 <sup>d</sup>
US 7	40	5	70	6.04±0.01 <sup>c</sup>
US 8	40	25	50	6.09±0.02 <sup>c</sup>
US 9	4	25	90	6.37±0.16 <sup>b</sup>
US 10	22	5	50	6.52±0.03 <sup>a</sup>
US 11	22	5	90	6.37±0.02 <sup>b</sup>
US 12	4	5	70	5.72±0.00 <sup>de</sup>
US 13	22	25	70	5.81±0.02 <sup>d</sup>
US 14	4	45	70	6.32±0.04 <sup>b</sup>
US 15	4	25	50	6.43±0.09 <sup>ab</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda belirlenen IC değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normallik uygulanmış ve değerlerin ANOVA modelinin temel şartı olan normal dağılım sergilemediği belirlenmiştir. Bu nedenle, ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanan değerlere daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmış ve  $p > 0.05$  olan terimler önemsiz olarak belirlenerek modelden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.186’da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları da Ek 4.83’te verilmiştir.

**Çizelge 4.186.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının IC değeri için ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	20.801	4.16013	10.21	0.000
T	1	2.041	2.04094	5.01	0.031
t	1	3.769	3.76876	9.25	0.004
A*A	1	5.645	5.64464	13.85	0.001
T*t	1	4.058	4.05821	9.96	0.003
t*A	1	5.288	5.28812	12.98	0.001
Kalıntı	39	15.891	0.40747		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	13.701	1.95722	28.59	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.191	0.06846		
Toplam	44	36.692			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri (%)	0.638331	0.57	0.51	0.37

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu IC değeri üzerine etki eden faktörler sıcaklık ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.186). IC değeri üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'den küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.14 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu renk tonu değeri üzerine etkisi

Çizelge 4.187'de şalgam sularına uygulanan ultrasonikasyon proses parametreleri, bu proseslere tabi tutulan acısız şalgam sularının ve kontrol örneğinin ortalama renk tonu değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.187.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama renk tonu değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Renk tonu
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.99±0.00 <sup>gh</sup>
US 1	22	25	70	0.97±0.01 <sup>hij</sup>
US 2	22	45	50	0.92±0.00 <sup>i</sup>
US 3	40	25	90	1.00±0.00 <sup>gh</sup>
US 4	22	25	70	1.00±0.00 <sup>gh</sup>
US 5	22	45	90	1.01±0.00 <sup>fg</sup>
US 6	40	45	70	0.95±0.00 <sup>kl</sup>
US 7	40	5	70	0.98±0.01 <sup>gh</sup>
US 8	40	25	50	1.03±0.01 <sup>ef</sup>
US 9	4	25	90	1.05±0.03 <sup>de</sup>
US 10	22	5	50	1.08±0.01 <sup>cd</sup>
US 11	22	5	90	1.11±0.00 <sup>b</sup>
US 12	4	5	70	0.95±0.00 <sup>jk</sup>
US 13	22	25	70	0.96±0.01 <sup>ijk</sup>
US 14	4	45	70	1.10±0.01 <sup>bc</sup>
US 15	4	25	50	1.13±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen bulgulara göre renk tonu değerleri 0.92-1.13 arasında değişmektedir. En düşük renk tonu değeri US 2 prosesinde, en yüksek değer US 15 prosesinde elde edilmiştir. Kontrol grubuna en yakın sonuçların US 3, US 4 ve US 7 proseslerinde görüldüğü belirlenmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen renk tonu değerlerinin normal dağılım sergilemediği belirlenmiş Johnson dönüşümü yapıldıktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Renk tonu değeri için önemsiz olduğuna karar verilen terimler  $p$  değerlerine göre hiyerarşik olarak modellemeyi çıkarılmış ve Çizelge 4.188’de verilen revize edilmiş ANOVA sonuçları elde edilmiştir. Tüm terimlerin bulunduğu ilk ANOVA sonuçları ve Johnson dönüşüm grafiği Ek 4.84’te verilmiştir.

**Çizelge 4.188.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının renk tonu değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktısı

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	26.911	5.38211	8.61	0.000
T	1	5.827	5.82728	9.32	0.004
t	1	3.965	3.96473	6.34	0.016
A*A	1	6.290	6.28988	10.06	0.003
T*t	1	7.955	7.95513	12.72	0.001
t*A	1	2.874	2.87350	4.60	0.038
Kalıntı	39	24.382	0.62517		
<b>Uyum eksikliği</b>	7	23.002	3.28597	76.20	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.380	0.04312		
Toplam	44	51.292			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri (%)	0.790678	0.52	0.46	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile acısız şalgam suyu renk tonu değerleri üzerinde US proses faktörlerinde sıcaklık ve süre önemli olarak belirlenmiştir. Modellemenin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$  olmaması nedeniyle sistemde başarılı bir modelleme yapılamamıştır

#### 4.4.15 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu sarı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan US proses parametreleri, prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve kontrol örneğinin sarı renk bileşimi (SRB) ortalama değerleri Çizelge 4.189’da % cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde değerlerin

%42.00-46.68 arasında değiştiği SRB bakımında US 15 prosesinin en yüksek değere, US 2 prosesinin en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değerin US 1 prosesinde olduğu görölmektedir.

**Çizelge 4.189.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu ortalama SRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	SRB (%)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	43.42±0.02 <sup>ef</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	43.51±0.12 <sup>ef</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	42.00±0.25 <sup>i</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	43.00±0.13 <sup>fg</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	43.81±0.25 <sup>e</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	43.38±0.04 <sup>efg</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	42.29±0.06 <sup>hu</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	42.85±0.18 <sup>gh</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	43.89±0.13 <sup>de</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	44.74±0.07 <sup>c</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	44.40±0.26 <sup>cd</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	45.99±0.10 <sup>b</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	42.96±0.08 <sup>fg</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	42.83±0.45 <sup>gh</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	45.68±0.20 <sup>b</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	46.68±0.12 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Normal dağılım sergilemediği belirlenen SRB değerlerine Johnson dönüşümü yapılmış, daha sonra ikinci dereceden matematiksel modellemeye tabi tutulmuştur. Çizelge 4.190'da sarı renk bileşimi değerleri için önemi olmadığı belirlenen terimlerin hiyerarşik olarak modelden çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları, Ek 4.85'te ise SRB değeri için dönüşüm grafiği ve tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 4.190.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının sarı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	22.931	5.7328	9.71	0.000
T	1	11.543	11.5426	19.55	0.000
T	1	3.422	3.4216	5.80	0.021
A*A	1	3.214	3.2139	5.44	0.025
T*t	1	4.753	4.7530	8.05	0.007
Kalıntı	40	23.615	0.5904		
<b>Uyum eksikliği</b>	8	20.676	2.5846	28.14	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.939	0.0918		
Toplam	44	46.546			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> Değerleri (%)	0.768360	0.49	0.44	0.35

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile SRB üzerinde US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve süresi önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değerin  $p > 0.05$  olmaması neden ile SRB değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.16 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu mavi renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan ultrasonikasyon proses parametreleri ile prosesler sonucunda elde edilen ürünlerin ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin mavi renk bileşimi (MRB) ortalama değerleri Çizelge 4.191’de % cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.191.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama MRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	MRB (%)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	12.88±0.02 <sup>de</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	12.68±0.05 <sup>ef</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	12.21±0.01 <sup>i</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	13.92±0.10 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	12.91±0.06 <sup>d</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	13.50±0.05 <sup>bc</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	13.02±0.01 <sup>d</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	13.64±0.14 <sup>b</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	13.37±0.05 <sup>c</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	12.24±0.06 <sup>hi</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	12.23±0.07 <sup>i</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	12.50±0.02 <sup>fg</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	11.98±0.03 <sup>j</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	12.89±0.09 <sup>de</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	12.43±0.10 <sup>gh</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	12.16±0.07 <sup>ij</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Sonuçlar incelendiğinde MRB değerlerinin %11.98-13.92 arasında değiştiği, MRB bakımından US 12 prosesinin en düşük değere, US 3 prosesinin en yüksek değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın sonuçların US 13 prosesinde olduğu görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen MRB değerlerinin tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen sonuçlara ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden

çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.192’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise E 4.86’da verilmiştir.

**Çizelge 4.192.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının mavi renk bileşimi değerinin ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	35.7500	5.1071	141.45	0.000
T	1	23.1097	23.1097	640.07	0.000
t	1	1.4564	1.4564	40.34	0.000
A	1	4.0117	4.0117	111.11	0.000
t*t	1	1.6232	1.6232	44.96	0.000
T*t	1	4.0855	4.0855	113.16	0.000
T*A	1	0.3664	0.3664	10.15	0.003
t*A	1	1.0972	1.0972	30.39	0.000
Kalıntı	37	1.3359	0.0361		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	0.5415	0.1083	4.36	<b>0.004</b>
Saf hata	32	0.7943	0.0248		
Toplam	44	37.0859			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.190012	0.96	0.96	0.94

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Çizelge 4.192’de verilen ANOVA tabosu incelendiğinde MRB değeri üzerine US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı, süresi ve amplitüd önemli olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.004$  olarak belirlenmiştir. Ancak modellemenin başarılı olabilmesi için bu değer  $p > 0.05$  olması gerekmektedir. Bu nedenle, MRB değeri için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.17 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu kırmızı renk bileşimi değeri üzerine etkisi

Şalgam suyuna uygulanan ultrasonikasyon proses koşulları, proseslerden sonra elde edilen acısız şalgam suyunun ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunun kırmızı renk bileşimi (KRB,%) değerleri Çizelge 4.193’de verilmiştir.

**Çizelge 4.193.** US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama KRB değerleri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	KRB (%)
Kontrol	0	0	0	43.71±0.02 <sup>bc</sup>
US 1	22	25	70	44.47±0.20 <sup>ab</sup>
US 2	22	45	50	43.44±0.06 <sup>cd</sup>
US 3	40	25	90	43.01±0.18 <sup>cd</sup>
US 4	22	25	70	43.32±0.02 <sup>cd</sup>
US 5	22	45	90	43.18±0.01 <sup>cd</sup>
US 6	40	45	70	44.70±0.05 <sup>a</sup>
US 7	40	5	70	43.51±0.05 <sup>cd</sup>
US 8	40	25	50	42.94±0.18 <sup>cd</sup>
US 9	4	25	90	42.76±0.59 <sup>d</sup>
US 10	22	5	50	43.76±0.07 <sup>bc</sup>
US 11	22	5	90	42.71±0.96 <sup>d</sup>
US 12	4	5	70	45.00±0.07 <sup>a</sup>
US 13	22	25	70	44.47±0.02 <sup>ab</sup>
US 14	4	45	70	41.67±0.10 <sup>e</sup>
US 15	4	25	50	41.16±0.15 <sup>e</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.193’de verilen sonuçlar incelendiğinde bütün proseslerde sonuçların birbirine yakın değerlerde olduğu, bu nedenle de yapılan tek yönlü ANOVA analizinde duyarlılıkların çok yüksek olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre KRB değerlerinin %41.16-45.00 arasında değiştiği, KRB bakımından US 12 prosesinin en yüksek değere, US 15 prosesinin en düşük değere sahip olduğu, kontrol grubuna en yakın değer US 10 prosesinde elde edildiği görülmektedir. Çalışmalar sırasında elde edilen KRB değerlerinin tek yönlü ANOVA istatistik analizlerinin yapılmasından sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan terimler KRB değeri için önemsiz bulunarak modellemeden çıkarılmış ve elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.194’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise E 4.87’de verilmiştir.

**Çizelge 4.194.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kırmızı renk bileşimi değerinin ikinci dereceden matematiksel modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	38.830	6.4717	20.59	0.000
T	1	4.765	4.7646	15.16	0.000
T	1	1.499	1.4990	4.77	0.035
T*T	1	4.063	4.0634	12.93	0.001
A*A	1	12.330	12.3299	39.22	0.000
T*t	1	15.342	15.3419	48.80	0.000
T*A	1	1.764	1.7637	5.61	0.023
Kalıntı	38	11.946	0.3144		
Uyum eksikliği	6	6.440	1.0734	6.24	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.506	0.1721		
Toplam	44	50.776			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.560685	0.76	0.73	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



Elde edilen ANOVA sonuçları incelendiğinde US ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun KRB değeri üzerinde US proses faktörlerinden uygulama sıcaklığı ve süresi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ ' ten küçük olması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir (Çizelge 4.194).

#### 4.4.18 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan US proses koşulları, prosesler sonrası elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acısız şalgam suyunun ortalama toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı Çizelge 4.195'de mg/mL cinsinden verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acısız şalgam suyunun TMA miktarı 6.04-10.48 mg/mL arasında değişmektedir. En yüksek TMA miktarı US 10 prosesinde, en düşük TMA miktarının US 2 prosesinde, kontrol grubuna en yakın sonuçların ise US 7 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.195.** Ultrasonikasyon proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama TMA miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMA (mg/mL)
Kontrol	0	0	0	8.73±0.04 <sub>cd</sub>
US 1	22	25	70	6.76±0.00 <sub>i</sub>
US 2	22	45	50	6.04±0.22 <sub>k</sub>
US 3	40	25	90	8.71±0.03 <sub>d</sub>
US 4	22	25	70	7.08±0.00 <sub>h</sub>
US 5	22	45	90	8.91±0.11 <sub>c</sub>
US 6	40	45	70	6.77±0.06 <sub>i</sub>
US 7	40	5	70	8.74±0.01 <sub>cd</sub>
US 8	40	25	50	8.49±0.01 <sub>e</sub>
US 9	4	25	90	8.63±0.00 <sub>de</sub>
US 10	22	5	50	10.48±0.02 <sub>a</sub>
US 11	22	5	90	9.88±0.01 <sub>b</sub>
US 12	4	5	70	7.52±0.03 <sub>f</sub>
US 13	22	25	70	6.61±0.01 <sub>j</sub>
US 14	4	45	70	7.29±0.00 <sub>g</sub>
US 15	4	25	50	6.39±0.03 <sub>j</sub>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenindeki parametrelere göre US ile proses edilen örneklerin TMA miktarı sonuçlarının normal dağılım sergilememesi nedeni ile ilk olarak Johnson dönüşümü yapılmıştır. Dönüşümü tamamlanan değerler ikinci dereceden matematiksel modele tabi tutulmuş, önemsiz terimlerin modelden çıkarılmasıyla elde

edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.196’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği Ek 4.88’de verilmiştir.

**Çizelge 4.196.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMA miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	8	40.997	5.1246	29.75	0.000
T	1	1.532	1.5318	8.89	0.005
t	1	14.212	14.2124	82.51	0.000
A	1	6.095	6.0946	35.38	0.000
t*t	1	2.508	2.5080	14.56	0.001
A*A	1	5.906	5.9060	34.29	0.000
T*t	1	1.062	1.0617	6.16	0.018
T*A	1	1.910	1.9096	11.09	0.002
t*A	1	8.282	8.2824	48.08	0.000
Kalıntı	36	6.201	0.1722		
<b>Uyum eksikliği</b>	4	4.452	1.1129	20.36	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.749	0.0547		
Toplam	44	47.198			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.415028	0.87	0.84	0.78

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış TMA miktarı üzerine etki eden faktörler sıcaklık, amplitüd ve uygulama süresi önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.196). TMA miktarı üzerine US prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ’ten küçük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.19 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyu toplam fenolik madde (TFM) miktarı üzerine etkisi

Acısız şalgam suyuna uygulanan ultrasonikasyon proses koşulları, bu prosesler sonrası elde edilen ürünün ve hiçbir işlem görmemiş olan acısız şalgam suyunun toplam fenolik madde (TFM) miktarı Çizelge 4.197’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre acısız şalgam suyunun TFM miktarı 495.15-799.22 mgGAE/mL arasında değişmektedir. En yüksek TFM miktarı US 11 proses koşullarında, en düşük TFM miktarı ise kontrol örneğinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.197.** Ultrasonikasyon proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama TFM miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TFM (mg GAE/mL)
Kontrol	0	0	0	495.15±0.00 <sup>j</sup>
US 1	22	25	70	571.81±1.11 <sup>i</sup>
US 2	22	45	50	572.75±0.55 <sup>i</sup>
US 3	40	25	90	608.23±1.65 <sup>g</sup>
US 4	22	25	70	613.06±2.56 <sup>g</sup>
US 5	22	45	90	653.84±1.90 <sup>e</sup>
US 6	40	45	70	607.30±0.00 <sup>g</sup>
US 7	40	5	70	690.58±0.55 <sup>d</sup>
US 8	40	25	50	631.98±3.29 <sup>f</sup>
US 9	4	25	90	729.22±0.55 <sup>c</sup>
US 10	22	5	50	777.38±1.66 <sup>b</sup>
US 11	22	5	90	799.22±0.87 <sup>a</sup>
US 12	4	5	70	593.34±0.55 <sup>h</sup>
US 13	22	25	70	574.50±5.74 <sup>i</sup>
US 14	4	45	70	634.80±0.00 <sup>f</sup>
US 15	4	25	50	591.76±1.45 <sup>h</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

TFM miktarı sonuçlarına Johnson dönüşümünün uygulanmasının ardından yapılan modellemede önemsiz terimlerin ( $p > 0.05$ ) çıkarılması ile elde edilen revize edilmiş ANOVA çıktıları Çizelge 4.198’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ve dönüşüm grafiği ise Ek 4.89’da verilmiştir.

**Çizelge 4.198.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TFM miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	37.272	5.3245	12.79	0.000
t	1	9.161	9.1606	22.00	0.000
A	1	5.060	5.0605	12.15	0.001
t*t	1	7.121	7.1211	17.10	0.000
A*A	1	8.473	8.4731	20.35	0.000
T*t	1	2.526	2.5260	6.07	0.019
T*A	1	3.573	3.5728	8.58	0.006
t*A	1	2.393	2.3928	5.75	0.022
Kalıntı	37	15.408	0.4164		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	9.860	1.9720	11.37	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.548	0.1734		
Toplam	44	52.680			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.645324	0.71	0.65	0.58

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

TFM miktarı için uygulanan modellemede elde edilen ANOVA tablosu incelendiğinde US ile proses edilen örneklerin TFM miktarı üzerinde proses faktörlerinden uygulama süresi ve amplitüd önemli bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiş (Çizelge 4.198) ve bu nedenle başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.20 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun antioksidan aktivitesi (AA) üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu ve kontrol örneğinin antioksidan aktivitesi (AA) ortalama değerleri Çizelge 4.199’da % cinsinden verilmiştir. Sonuçlara göre AA % 66.08-69.13 arasında değişmektedir. En yüksek AA değeri US 15 prosesinde, en düşük AA değeri ise US 7 prosesinde elde edilmiş, kontrol grubuna en yakın sonuçlar ise US 6 prosesinde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.199.** Ultrasonikasyon ile proses edilen acısız şalgam suyu ortalama AA değeri

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	AA (%)
Kontrol	0	0	0	68.25±0.25 <sup>de</sup>
US 1	22	25	70	66.95±0.07 <sup>h</sup>
US 2	22	45	50	68.46±0.02 <sup>cd</sup>
US 3	40	25	90	68.90±0.11 <sup>ab</sup>
US 4	22	25	70	66.92±0.03 <sup>h</sup>
US 5	22	45	90	68.00±0.04 <sup>ef</sup>
US 6	40	45	70	68.17±0.04 <sup>de</sup>
US 7	40	5	70	66.08±0.24 <sup>j</sup>
US 8	40	25	50	67.39±0.02 <sup>g</sup>
US 9	4	25	90	66.40±0.11 <sup>ij</sup>
US 10	22	5	50	67.70±0.11 <sup>fg</sup>
US 11	22	5	90	66.70±0.02 <sup>hi</sup>
US 12	4	5	70	68.66±0.02 <sup>bc</sup>
US 13	22	25	70	67.58±0.07 <sup>g</sup>
US 14	4	45	70	67.95±0.02 <sup>ef</sup>
US 15	4	25	50	69.13±0.07 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda AA değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olan faktörler önemsiz bulunmuş ve  $p$  değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır, elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge 4.200’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.90’da verilmiştir.

**Çizelge 4.200.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	30.5940	4.3706	29.95	0.000
T	1	0.9344	0.9344	6.40	0.016
t	1	4.4622	4.4622	30.58	0.000
A	1	2.6926	2.6926	18.45	0.000
T*T	1	1.6960	1.6960	11.62	0.002
A*A	1	1.6785	1.6785	11.50	0.002
T*t	1	5.8862	5.8862	40.34	0.000
T*A	1	13.4690	13.4690	92.31	0.000
Kalıntı	37	5.3988	0.1459		
<b>Uyum eksikliği</b>	5	4.3527	0.8705	26.63	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.0461	0.0327		
Toplam	44	35.9927			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.381985	0.85	0.82	0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile acısız şalgam suyu AA değeri üzerinde US proses faktörlerinin tamamı (sıcaklık, süre ve amplitüd) önemli bulunmuştur. Modelin uyum eksikliği değeri ise  $p=0.000$  olarak belirlenmiş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten küçük olması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.21 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun uçar asit miktarı üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş olan kontrol örneğinin uçar asit (UA) miktarının ortalama değerleri Çizelge 4.201' de g/L asetik asit cinsinden verilmiştir.

**Çizelge 4.201.** Ultrasonikasyon proses koşulları ve acısız şalgam suyu ortalama uçar asit miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	Uçar asit (g/L asetik asit)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.24± 0.00 <sup>a</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.24±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelgedeki değerler incelendiğinde, US proseslerinin acısız şalgam suyu uçur asit miktarı üzerinde bir etkisi olmadığı görülmektedir. Bu nedenle uçur asit miktarı için modelleme yapılamamaktadır.

#### 4.4.22 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun indirgen şeker miktarı üzerine etkisi

US ile proses edilen acısız şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş kontrol örneğinin indirgen şeker miktarı (İŞM) ortalama değerleri Çizelge 4.202'de g/L cinsinden verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara göre indirgen şeker miktarı 0.38-0.54 g/L arasında değişmektedir. En yüksek indirgen şeker miktarı sonuçları US 5 (0.54 g/L) prosesinde, en düşük değer ise US 11 (0.38 g/L) prosesinde elde edilmiştir.

**Çizelge 4.202.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun ortalama indirgen şeker miktarı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	İŞM (g/L)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	0.52±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	0.51±0.01 <sup>c</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	0.51±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	0.53±0.01 <sup>b</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	0.45±0.01 <sup>f</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	0.54±0.00 <sup>a</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	0.44±0.00 <sup>g</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	0.51±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	0.47±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	0.49±0.00 <sup>d</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	0.40±0.00 <sup>h</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	0.38±0.00 <sup>i</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	0.47±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	0.50±0.00 <sup>c</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	0.46±0.00 <sup>e</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	0.47±0.00 <sup>e</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Deneme desenlerine göre proses edilen acısız şalgam sularının indirgen şeker miktarı değerlerinin normal dağılım sergilemesi nedeni ile ilk olarak Johnson dönüşümü yapılmış daha sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede  $p > 0.05$  olması nedeniyle önemsiz olduğu belirlenen terimler modelden çıkarılmış elde edilen revize edilmiş ANOVA sonuçları Çizelge

4.203' de, tüm terimleri içeren istatistik çıktıları ve İŞM için uygulanan dönüşüm grafiği Ek 4.91'da verilmiştir.

**Çizelge 4.203.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının indirgen şeker miktarının ikinci dereceden modele göre hesaplanan revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1	7.645	7.6445	8.29	0.006
t	1	7.645	7.6445	8.29	0.006
Kalıntı	43	39.674	0.9227		
<b>Uyum eksikliği</b>	11	35.802	3.2547	26.90	<b>0.000</b>
Saf hata	32	3.872	0.1210		
Toplam	44	47.319			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.960553	0.16	0.14	0.06

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

Modelleme ile indirgen şeker miktarı üzerinde US proses faktörlerinden sadece uygulama süresinin önemli olduğu belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.000$  olarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu nedenle, acısız şalgam suyunun İŞM için başarılı bir modelleme yapılamamıştır.

#### 4.4.23 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı üzerine etkisi

Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam sularının ve hiçbir işlem görmemiş olan şalgam sularının PCA besi yerinde sayılan canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları Çizelge 4.204.' de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Verilen bulgulara göre canlı TMAB sayıları 3.60-4.53 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMAB sayısı US 7 prosesinde bulunurken, en az TMAB sayısı ise US 5 prosesinde elde edilmiştir. Kontrol grubuna en yakın sonuçlar ise US 14 prosesinde elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 4.204.** Ultrasonikasyon ile proses edilmiş acısız şalgam suyunun canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMAB (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.11±0.06 <sup>bcd</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	3.93±0.03 <sup>cdef</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	4.04±0.07 <sup>bcde</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	3.67±0.09 <sup>gh</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	3.89±0.05 <sup>defg</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	3.60±0.06 <sup>h</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	3.70±0.10 <sup>fgh</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	4.53±0.04 <sup>a</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	4.13±0.13 <sup>bc</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.86±0.08 <sup>efg</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	4.21±0.05 <sup>b</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	4.08±0.06 <sup>bcde</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	4.00±0.04 <sup>bcde</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.89±0.05 <sup>defg</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	4.12±0.16 <sup>bcd</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.84±0.07 <sup>efg</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Box-Behnken deneme desenine göre, US ile proses edilen acısız şalgam sularının analizinden elde edilen canlı TMAB sonuçları normal dağılım sergilemiş ve ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörleri modelden çıkarılarak elde edilen revize ANOVA analiz çıktıları Çizelge 4.205.' de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları da Ek 4.92' de verilmiştir.

**Çizelge 4.205.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	<i>p</i>
Sabit (Constant)	3.9285	0.0223	0.000
Lineer			
t	-0.1699	0.0164	0.000
A	-0.1270	0.0164	0.000
Square			
t <sup>2</sup>	0.1418	0.0241	0.000
A <sup>2</sup>	-0.0717	0.0241	0.005
Interaction			
T*t	-0.2353	0.0232	0.000
T*A	-0.1208	0.0232	0.000
t*A	-0.0785	0.0232	0.002
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.267</b>
R değeri (%)	<i>R</i> <sup>2</sup>	Düzeltilmiş <i>R</i> <sup>2</sup>	Tahmini <i>R</i> <sup>2</sup>
	0.91	0.89	0.86

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu TMAB sayısı üzerinde etki eden faktörler uygulama süresi ve amplitüd önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.205). TMAB sayısı üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.267$

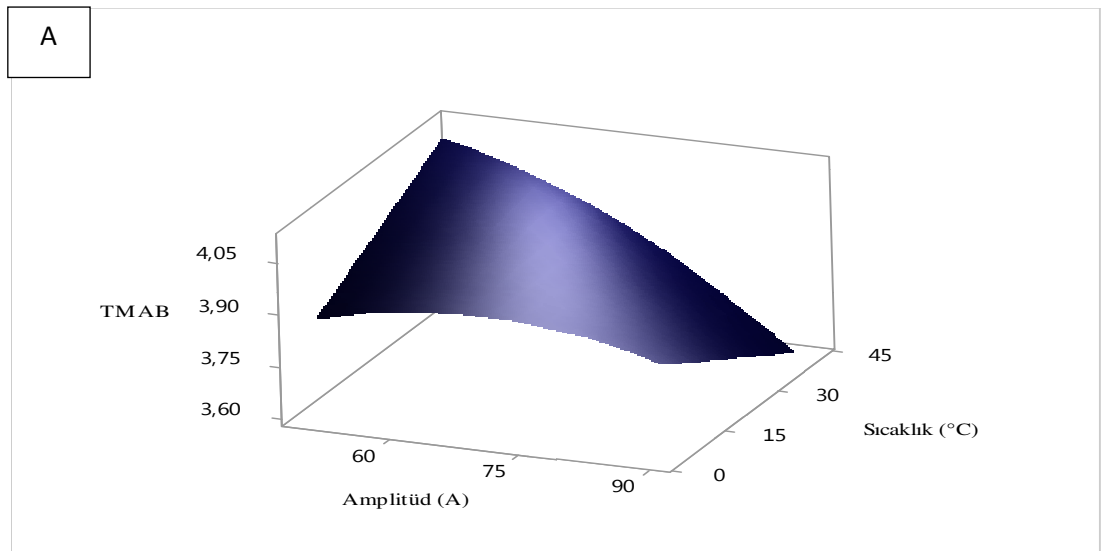


olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Yanıt yüzey tasarımı ile modellenen US prosesi uygulanmış TMAB sayısına ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.91, 0.89 ve 0.86 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.205).

Modellemeyle US uygulaması ile acısız şalgam suyunun TMAB sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin kodlu katsayıları kullanılarak herhangi bir US uygulama parametresinde TMAB sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 18).

$$\text{TMAB (log kob/mL)} = 3.9285 - 0.1699*t - 0.1270*A + 0.1418*t*t - 0.0717*A*A - 0.2353*T*t - 0.1208*T*A - 0.0785*t*A \quad (\text{Denklem 18})$$

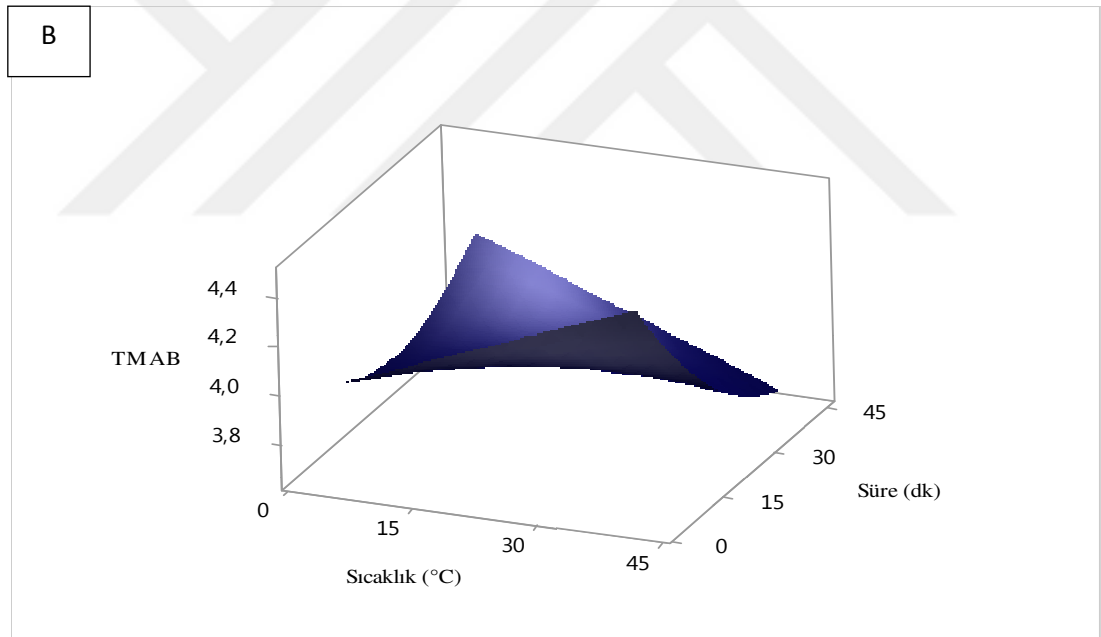
US prosesi uygulanmış şalgam suyunun TMAB sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama süresi (0.1699) ve amplitüd (0.1270) olarak bulunmuştur (Denklem 18). TMAB sayısı üzerine amplitüd ve uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 18). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.34 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.35'de verilmiştir.



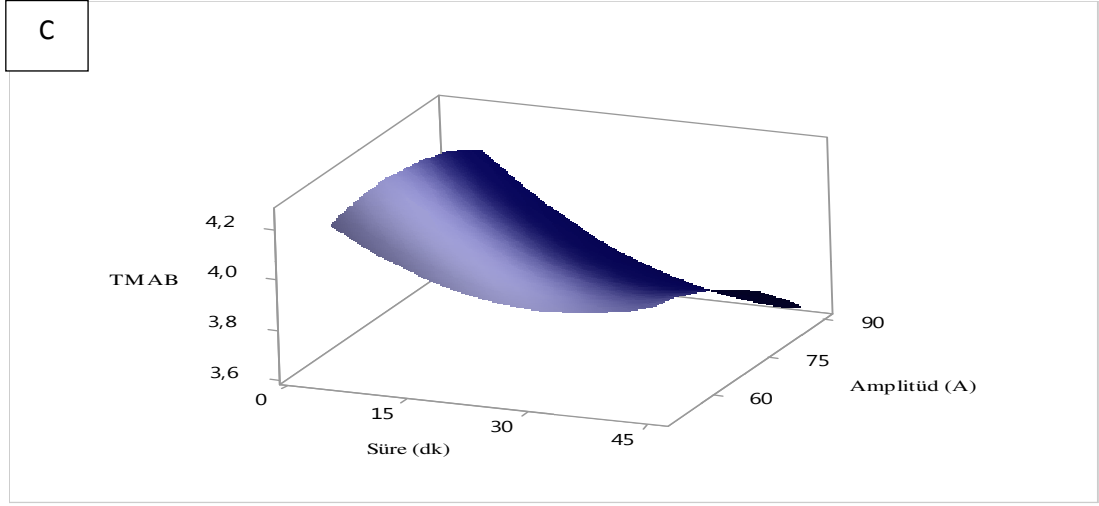
**Şekil 4.34.A.** US prosesi parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: t=25 dk, B: A=70 A, C: T=22 °C)

Şekil 4.34.A'da sabit uygulama süresinde (25 dk) sıcaklık ve amplitüd değişiminin TMAB sayısındaki değişime etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde sabit uygulama süresinde sıcaklığın artması ile TMAB sayısının lineer olarak azaldığı, uygulanan amplitüd şiddetinin 50-70 A arasında artırılması ile aşamalı olarak arttığı, 70-90 A arasında artırılması ile canlı TMAB sayısının azaldığı öngörülmektedir.

Şekil 4.34.B'de ise sabit amplitüd değerinde (70 A) sıcaklık ve sürenin değişimi ile TMAB sayısının değişiminin 3D grafiği verilmiştir. Grafikler incelendiğinde uygulama sıcaklığının artması ile TMAB sayısının lineer olarak artacağı, uygulama süresinin artışı ile TMAB sayısının azalacağı öngörülmektedir. TMAB sayısı için optimum gelişme sıcaklığının 35-37 °C olması nedeni ile sıcaklığın artması ile canlı m.o. sayısı artmaktadır.

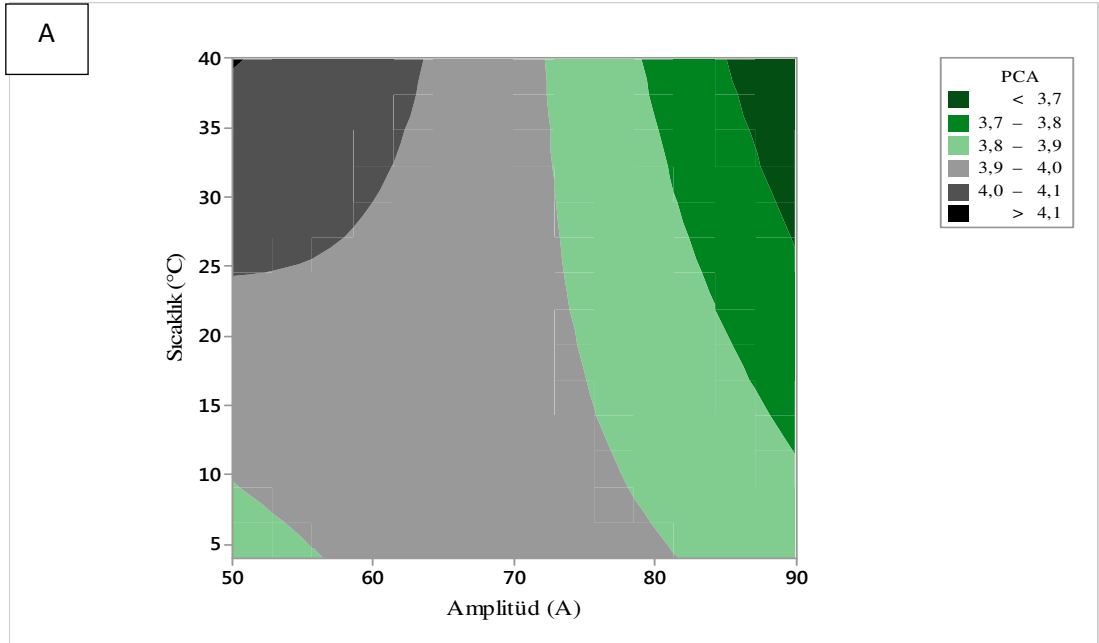


**Şekil 4.34.B.** Sıcaklık ve süre US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



**Şekil 4.34.C.** Süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

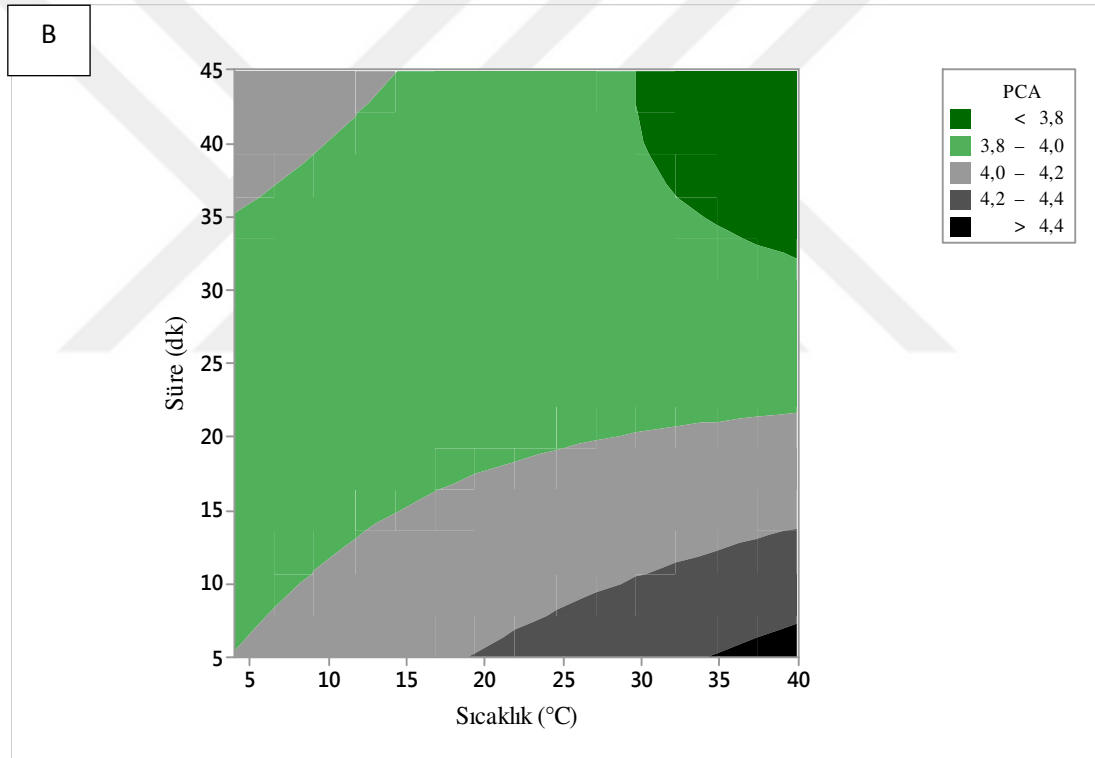
Şekil 4.34.C’de ise sabit uygulama sıcaklığında ( $22^{\circ}\text{C}$ ) uygulanan amplitüd şiddetinin 50-70 A arasında artırılması ile TMAB sayısında artış olacağı, 70-90 A arasında artırılması ile TMAB sayısında azalma olacağı, aynı şekilde uygulama süresinin artışı ile TMAB sayısında azalma olacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak minimum düzeyde olmasının istediğimiz TMAB sayısının elde edilebileceği proses koşullarının  $40^{\circ}\text{C}$  sıcaklık 45 dk proses süresi ve 90 A amplitüd olduğu söylenebilir.



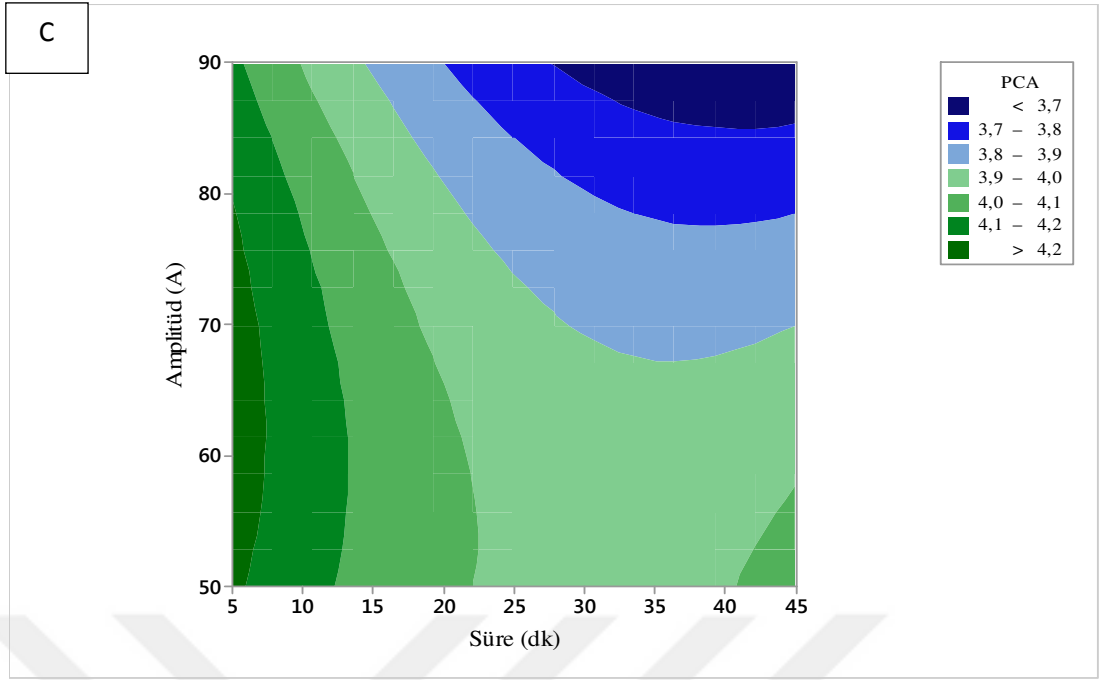
**Şekil 4.35.A.** US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A:  $t=25$  dk, B:  $A=70$  A, C:  $T=22^{\circ}\text{C}$ )

Şekil 4.35.A'da sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında amplitüd (85-90 A) ve sıcaklığın (25-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, amplitüd ve sıcaklık etkileşiminin canlı TMAB sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

Şekil 4.35.B' de ise sabit amplitüd değerinde (70 A) süre ve sıcaklık değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında süre (30-45 dk) ve sıcaklığın (25-40 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca süre ve sıcaklık etkileşiminin canlı TMAB sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.35.B.** Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği



**Şekil 4.35.C.** Süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı TMAB sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

Şekil 4.35.C'de ise sabit uygulama sıcaklığında (22 °C; süre ve amplitüd değişimi ile TMAB sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı TMAB sayısının azalmasında süre (30-45 dk) ve amplitüd (85-90 A) etkili olduğu gösterilmiştir.

#### 4.4.24 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun toplam maya küf (TMK) sayısı üzerine etkisi

BBD deseninde belirlenen ultrasonikasyon proseslerine tabi tutulan acısız şalgam suları ve proses edilmemiş acısız şalgam suyunda sayılan canlı toplam maya küf (TMK) ortalama sayıları Çizelge 4.206'da logkob/mL cinsinden verilmiştir. Canlı TMK sayıları 3.59-4.34 log kob/mL arasında değişmektedir. Sonuçlara göre en yüksek TMK sayısının US 7 prosesinde, en az TMK sayısının ise US 5 prosesinde elde edildiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.206.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı toplam maya küf (TMK) sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	TMK(log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.11±0.12 <sup>bcd</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	3.77±0.05 <sup>fg</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	3.95±0.05 <sup>def</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	3.96±0.04 <sup>def</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	3.84±0.07 <sup>ef</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	3.59±0.03 <sup>g</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	4.01±0.07 <sup>de</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	4.34±0.05 <sup>a</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	4.25±0.05 <sup>abc</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.85±0.04 <sup>ef</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	4.29±0.05 <sup>ab</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	4.01±0.10 <sup>de</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	4.09±0.06 <sup>cd</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.88±0.07 <sup>ef</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	4.00±0.04 <sup>de</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	4.01±0.06 <sup>de</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

US ile proses edilen acısız şalgam sularının analizinden elde edilen TMK sonuçlarına normallik testi yapıldıktan sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olduğu belirlenen faktörlerin ( $p > 0.05$ ) modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA çıktıları Çizelge 4.207’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları Ek 4.93’de verilmiştir.

**Çizelge 4.207.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı TMK sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Kaynak	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	1.57934	0.263223	49.50	0.000
T	1	0.14168	0.141681	26.64	0.000
t	1	0.52836	0.528363	99.35	0.000
A	1	0.45293	0.452925	85.17	0.000
T*T	1	0.30282	0.302822	56.94	0.000
t*t	1	0.13508	0.135080	25.40	0.000
T*t	1	0.04526	0.045264	8.51	0.006
Kalıntı	38	0.20209	0.005318		
<b>Uyum eksikliği</b>	6	0.08227	0.013711	3.66	<b>0.007</b>
Saf hata	32	0.11983	0.003745		
Toplam	44	1.78143			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.0729258	0.89	0.87	0.84

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde US proses faktörlerinden sıcaklık, süre ve amplitüd terimleri acısız şalgam suyu canlı TMK sayısı değeri için önemli

bulunmuştur. Ancak, modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.007$  olarak belirlenmiş ve bu değerin  $p > 0.05$  olmaması nedeni ile sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

#### 4.4.25 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyundaki *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının MRS besi yerinde sayılan canlı *L. paracasei* sayıları Çizelge 4.208’de log kob/mL cinsinden verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde canlı m.o sayılarının 3.40-4.07 log kob/mL arasında değiştiği, en yüksek değer kontrol örneğinde, en düşük değerin ise US 9 prosesinde elde edildiği, kontrol örneğine kıyasla bütün örneklerde canlı m.o. sayısının azaldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.208.** US proses parametreleri ve acısız şalgam suyundaki canlı *Lactobacillus paracasei* sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	<i>L. paracasei</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	4.07±0.18 <sup>a</sup>
US 1	22	25	70	3.50±0.04 <sup>cde</sup>
US 2	22	45	50	3.42±0.01 <sup>de</sup>
US 3	40	25	90	3.73±0.02 <sup>b</sup>
US 4	22	25	70	3.49±0.04 <sup>cde</sup>
US 5	22	45	90	3.42±0.03 <sup>de</sup>
US 6	40	45	70	3.62±0.04 <sup>bc</sup>
US 7	40	5	70	3.63±0.03 <sup>bc</sup>
US 8	40	25	50	3.56±0.02 <sup>cd</sup>
US 9	4	25	90	3.40±0.02 <sup>e</sup>
US 10	22	5	50	3.57±0.04 <sup>cd</sup>
US 11	22	5	90	3.55±0.03 <sup>cde</sup>
US 12	4	5	70	3.54±0.04 <sup>cde</sup>
US 13	22	25	70	3.50±0.02 <sup>cde</sup>
US 14	4	45	70	3.42±0.03 <sup>de</sup>
US 15	4	25	50	3.53±0.03 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Elde edilen analiz sonuçlarının normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmıştır. Modellemede önemsiz bulunan terimler ( $p > 0.05$ )  $p$  değeri büyük olan terimden başlanılarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Önemsiz terimlerin çıkarılması ile elde edilen ANOVA çıktıları Çizelge 4.209’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise Ek 4.94’de verilmiştir.

**Çizelge 4.209.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.49486	0.00684	0.000
Lineer			
T	0.08242	0.00640	0.000
t	-0.05204	0.00640	0.000
Square			
T <sup>2</sup>	0.05848	0.00936	0.000
Interaction			
T*t	0.02775	0.00905	0.004
T*A	0.07658	0.00905	0.000
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.111</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.90	0.89	0.86

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde, US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etki eden faktörler sadece uygulama süresi ve sıcaklığı önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.209). Canlı m.o. sayısı üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.111$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ 'ten büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. *L. paracasei* sayısına ait bazı model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.90, 0.89, ve 0.86 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.209).

Modelleme ile US prosesinin canlı *L. paracasei* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra, modellemede belirlenen kodlu terim katsayıları kullanılarak farklı US proses koşullarındaki acısız şalgam suyunun canlı *L. paracasei* sayısının tahmin edilmesinde kullanılabilecek olan eşitlik aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Denklem 19).

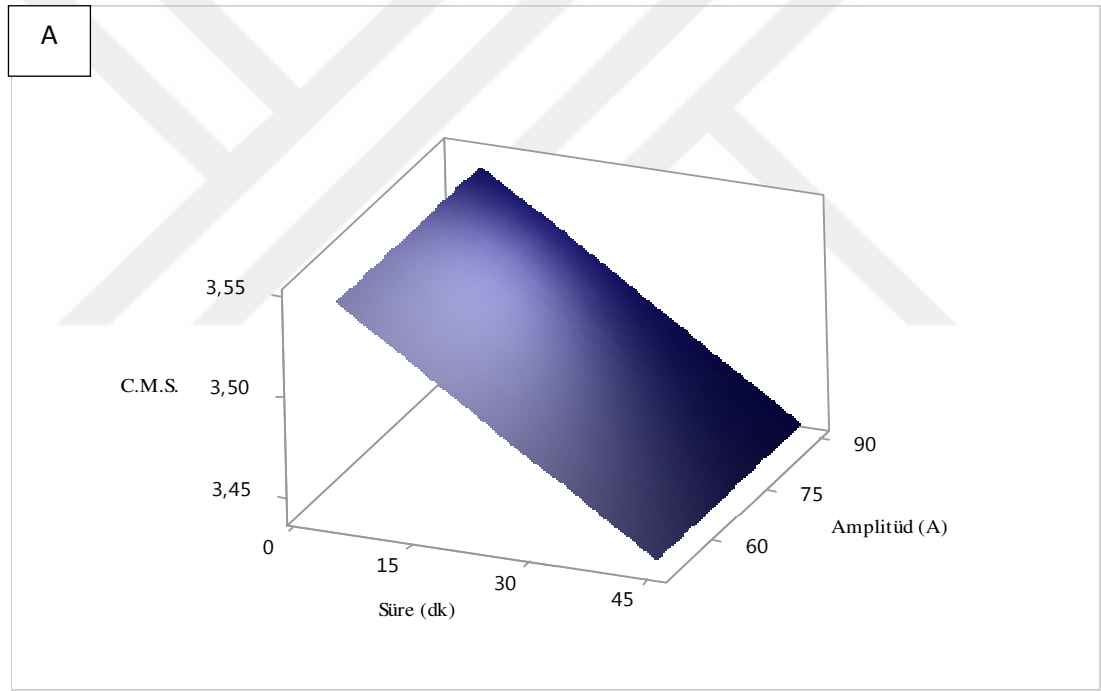
$$\text{Canlı } Lactobacillus \text{ paracasei sayısı (log kob/mL)} = 3.49486 + 0.08242 * T - 0.05204 * t + 0.05848 * T * T + 0.02775 * T * t + 0.07658 * T * A \text{ (Denklem 19)}$$

Canlı *L. paracasei* sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (0.08242) ve uygulama süresi (0.05204) olarak bulunmuştur. Uygulama sıcaklığı pozitif etki gösterirken, uygulama süresi negatif etki göstermektedir (Denklem 19). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net

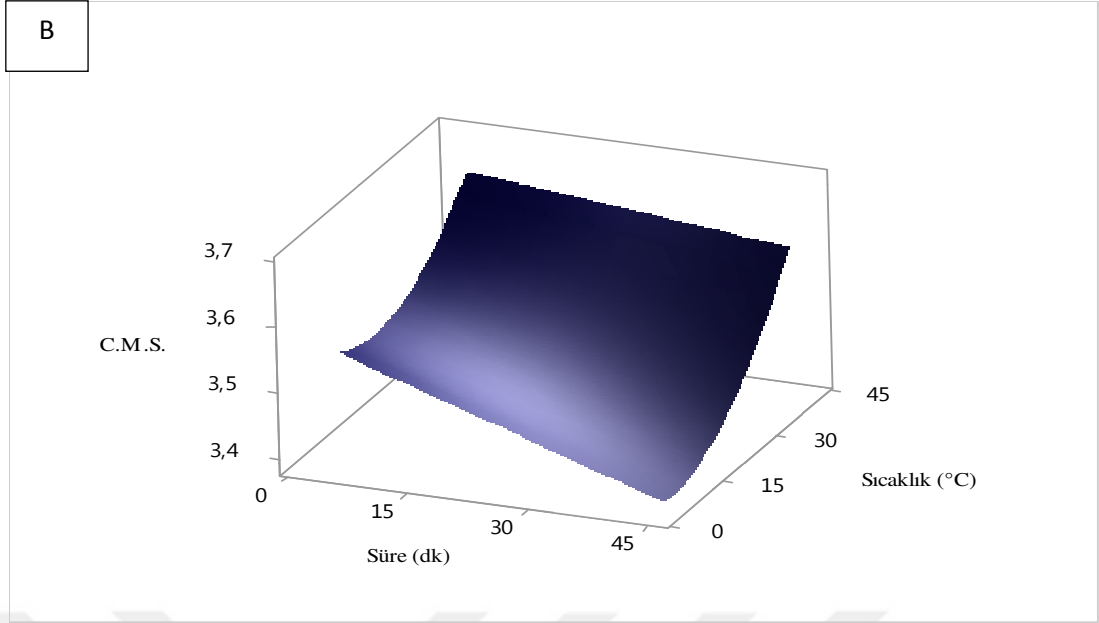


anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.36 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.37’de verilmiştir.

Şekil 4.36.A’da sabit sıcaklık değerinde, süre ve amplitüd değerinin canlı m.o. sayısına etkisini gösteren 3D grafik verilmiştir. Verilen grafik incelendiğinde amplitüd değerinin etkisi olmaksızın uygulama süresindeki artış ile canlı mikroorganizma sayısının azalacağı öngörülmektedir. Şekil 4.36.B’de verilen grafik incelendiğinde ise sabit amplitüd değerinde uygulama süresinin artması ile canlı mikroorganizma sayısının azaldığı, uygulama sıcaklığının artması ile canlı mikroorganizma sayısının arttığı öngörülmektedir. Bunun nedeni *L paracasei* için optimum gelişme sıcaklığının 30-40°C olmasıdır.

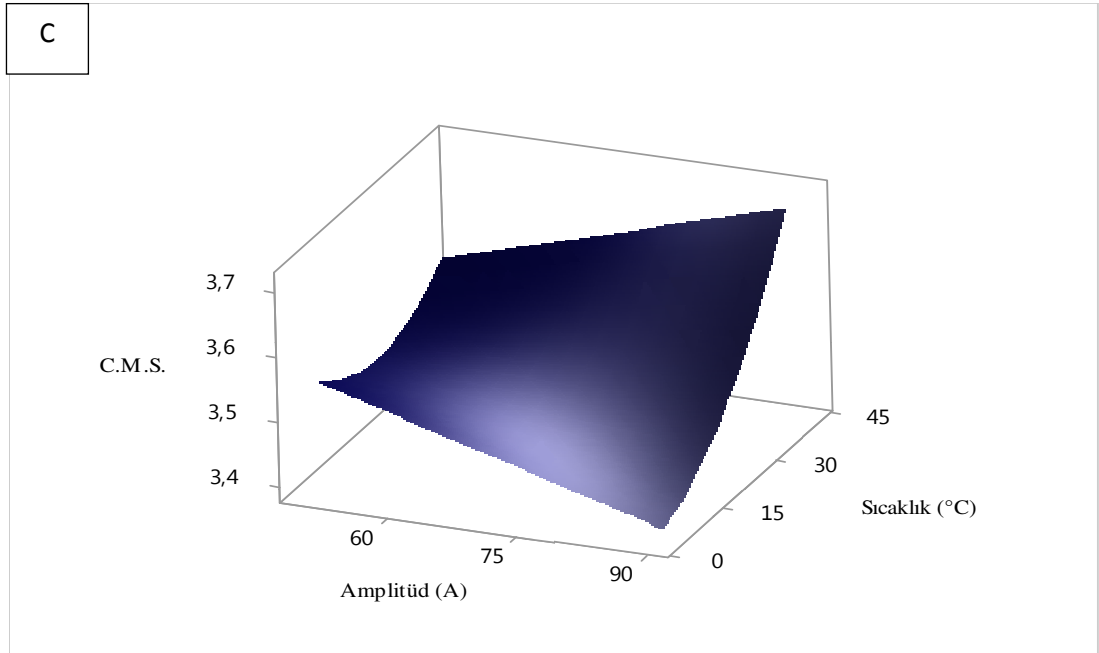


**Şekil 4.36.A.** US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk)



**Şekil 4.36.B.** Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.36.C’de sabit uygulama süresinde sıcaklık amplitüd değişiminin canlı m.o. sayısına etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Amplitüd değerinin artması ile canlı m.o. sayısının azaldığı, ancak uygulama sıcaklığının artması ile canlı m.o. sayısının arttığı görülmektedir.

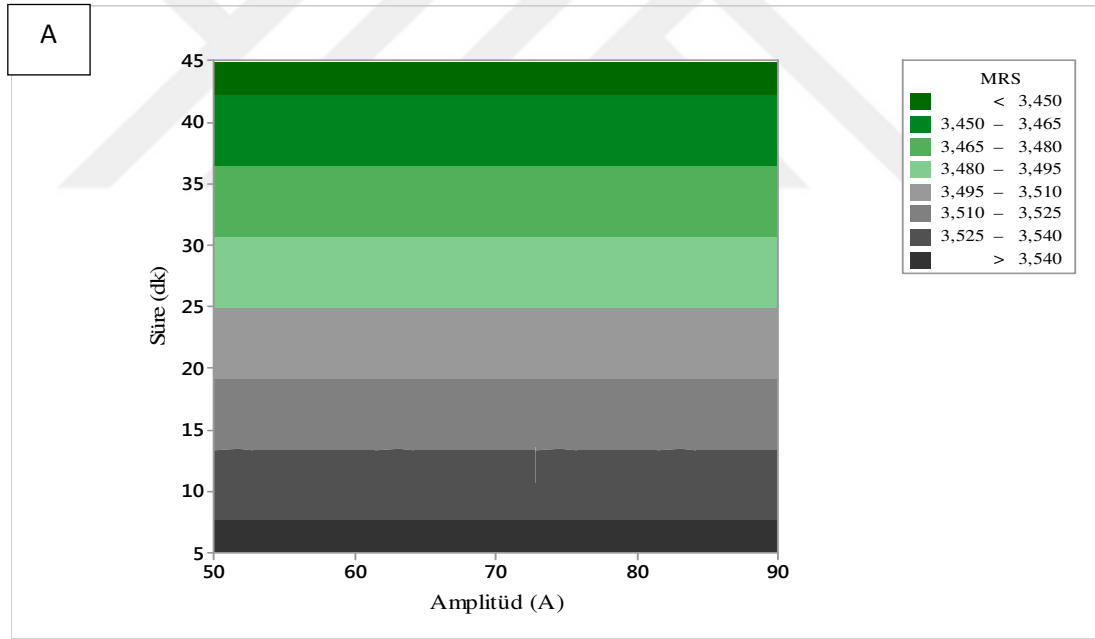


**Şekil 4.36.C.** Sıcaklık ve amplitüde US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

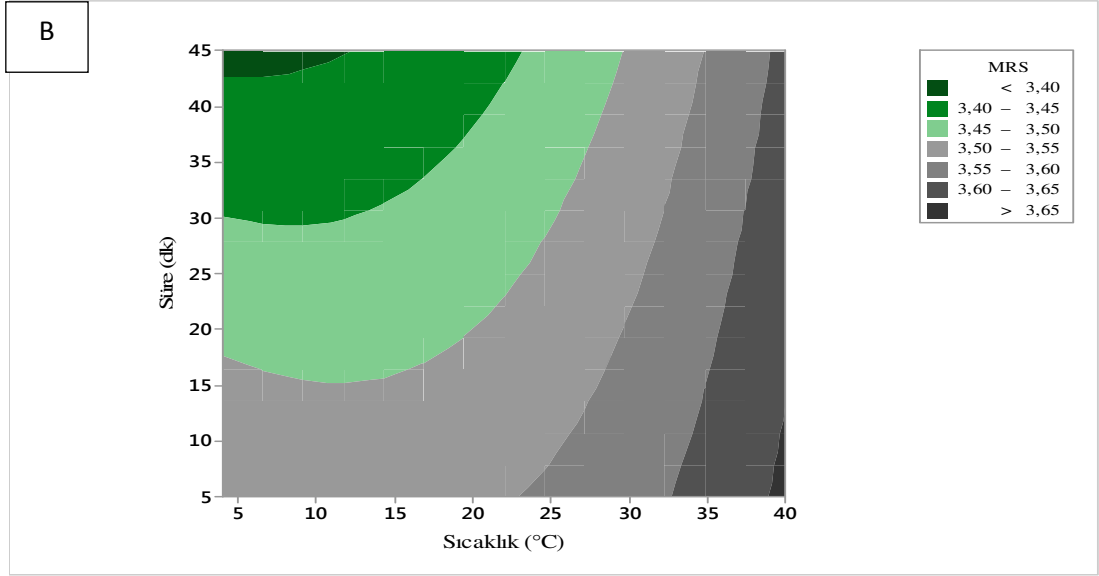
Sonuç olarak acısız şalgam suyunda minimum canlı *L. paracasei* sayısının 4 °C sıcaklık 45 dk proses süresi ve 90 A amplitüd koşullarındaki US prosesi sonucunda elde edileceği öngörülmektedir.

Şekil 4.37.A'da sabit sıcaklık değerinde süre ve amplitüd değerinin canlı m.o. sayısına etkisini göstermek için çizilen contour (2D) grafik verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında amplitüd değerinin etkisi olmaksızın ve sürenin (43-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir.

Şekil 4.37.B'de sabit amplitüd değerinde (70 A) süre ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında süre (43-45 dk) ve sıcaklığın (4-12 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, süre ve sıcaklık etkileşiminin canlı m.o. sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir.

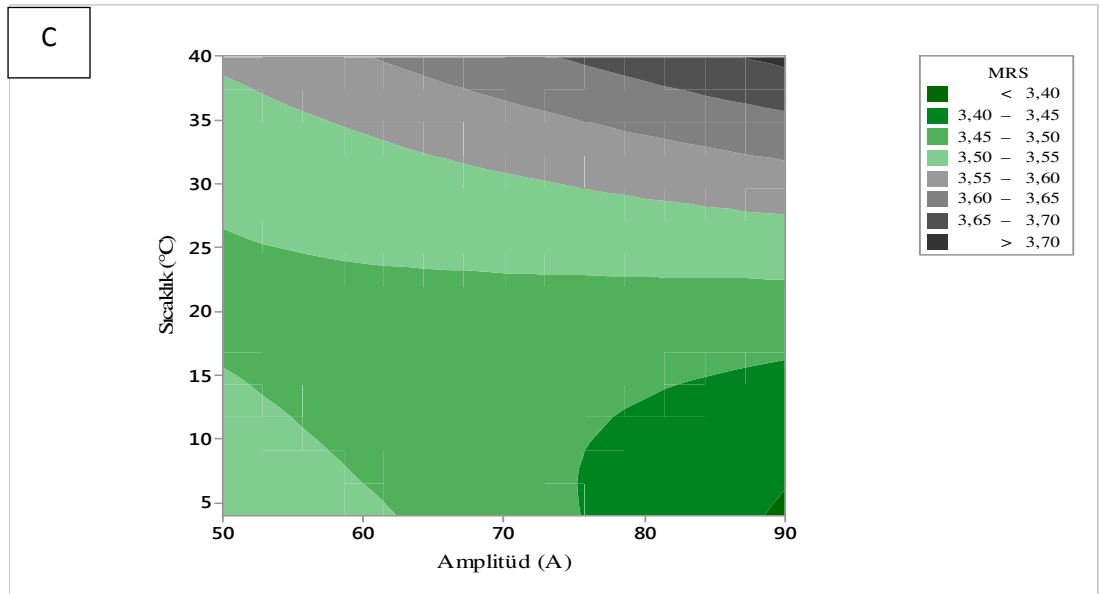


Şekil 4.37.A. US prosesi parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: A=70 A, C: t=25 dk)



**Şekil 4.37.B.** Sabit amplitüd değerinde süre ve sıcaklık US değerlerinin canlı m.o. sayısına etkisini gösteren contour (2D) grafiği

Şekil 4.37.C’de ise sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı mikroorganizma sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında amplitüd (90 A) ve sıcaklığın (4 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve sıcaklık etkileşiminin canlı m.o. sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir.



**Şekil 4.37.C.** Sabit sıcaklık değerinde süre ve amplitüd US değerlerinin canlı m.o. sayısına etkisini gösteren contour (2D) grafiği

#### 4.4.26 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyundaki *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisi

US deneme desenine göre proses edilen acısız şalgam sularının ve kontrol örneğinin M17 besi yerinde sayılan canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sonuçları Çizelge 4.210' da log kob/mL cinsinden verilmiştir. Bulgular incelendiğinde canlı m.o sayısının 3.40-4.08 log kob/mL arasında değiştiği, kontrol grubunun en yüksek değere, US 9 prosesinin ise en düşük değere sahip olduğu, ayrıca kontrol grubuna kıyasla tüm proseslerde canlı m.o. sayısında önemli bir azalama olduğu görülmektedir (Çizelge 4.210).

**Çizelge 4.210.** US proses parametreleri ve acısız şalgam suyu ortalama canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayıları

Proses no	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Amplitüd (A)	<i>L.lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (log kob/mL)
<b>Kontrol</b>	0	0	0	4.08±0.08 <sup>a</sup>
<b>US 1</b>	22	25	70	3.48±0.05 <sup>def</sup>
<b>US 2</b>	22	45	50	3.44±0.03 <sup>ef</sup>
<b>US 3</b>	40	25	90	3.68±0.03 <sup>b</sup>
<b>US 4</b>	22	25	70	3.48±0.02 <sup>def</sup>
<b>US 5</b>	22	45	90	3.54±0.04 <sup>cde</sup>
<b>US 6</b>	40	45	70	3.58±0.03 <sup>bcd</sup>
<b>US 7</b>	40	5	70	3.70±0.07 <sup>b</sup>
<b>US 8</b>	40	25	50	3.60±0.05 <sup>bc</sup>
<b>US 9</b>	4	25	90	3.40±0.03 <sup>f</sup>
<b>US 10</b>	22	5	50	3.55±0.03 <sup>cde</sup>
<b>US 11</b>	22	5	90	3.54±0.03 <sup>cde</sup>
<b>US 12</b>	4	5	70	3.46±0.03 <sup>ef</sup>
<b>US 13</b>	22	25	70	3.47±0.05 <sup>def</sup>
<b>US 14</b>	4	45	70	3.54±0.02 <sup>cde</sup>
<b>US 15</b>	4	25	50	3.53±0.03 <sup>cde</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistik açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistik açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Yapılan analizler sonucunda elde edilen canlı m.o sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizlerinin yapılmasından sonra normal dağılım sergilediği belirlenen canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı için ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede önemsiz olan ( $p > 0.05$ ) terimler hiyerarşik olarak modellemeden çıkartılmıştır. Önemsiz terimlerin modelden çıkarılması ile elde edilen revize ANOVA sonuçları Çizelge 4.211'de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ise Ek 4.95'te verilmiştir.

**Çizelge 4.211.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularında canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	Coef	SE Coef	p
Sabit (Constant)	3.4835	0.0102	0.000
Lineer			
T	0.08046	0.00752	0.000
t	-0.01983	0.00752	0.012
Square			
T <sup>2</sup>	0.0634	0.0110	0.000
t <sup>2</sup>	0.0275	0.0110	0.017
Interaction			
T*t	-0.0490	0.0106	0.000
T*A	0.0514	0.0106	0.000
t*A	0.0285	0.0106	0.011
<b>Uyum eksikliği (Lack-of-fit)</b>			<b>0.061</b>
R değeri (%)	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
	0.85	0.82	0.78

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

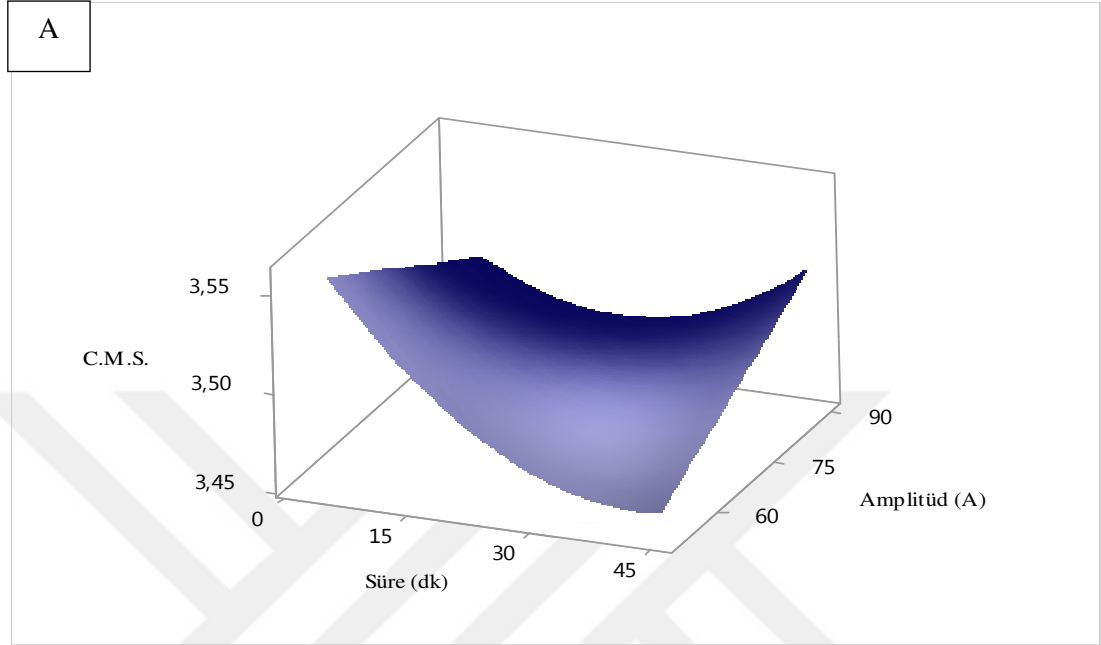
Çizelge 4.211.' de verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, US prosesi uygulanmış acısız şalgam suyu canlı *L.lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerinde etki eden proses faktörleri sadece uygulama süresi ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine US prosesinin yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri  $p=0.061$  olarak bulunmuş ve bu değer  $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Model çıktılarından  $R^2$ , düzeltilmiş  $R^2$  ve tahmini  $R^2$  sırasıyla 0.85, 0.82, ve 0.78 olarak bulunmuştur.

Modellemeyle US prosesinin acısız şalgam suyunun canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin kodlu katsayıları kullanılarak herhangi bir US uygulama parametresinde canlı m.o. sayısının tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik bulunmuş ve aşağıda verilmiştir (Denklem 20).

$$L. lactis \text{ subsp. } cremoris \text{ sayısı} = 3.4835 + 0.08046 * T - 0.01983 * t + 0.0634 * T * T + 0.0275 * t * t - 0.0490 * T * t + 0.0514 * T * A + 0.0285 * t * A \quad (\text{Denklem 20})$$

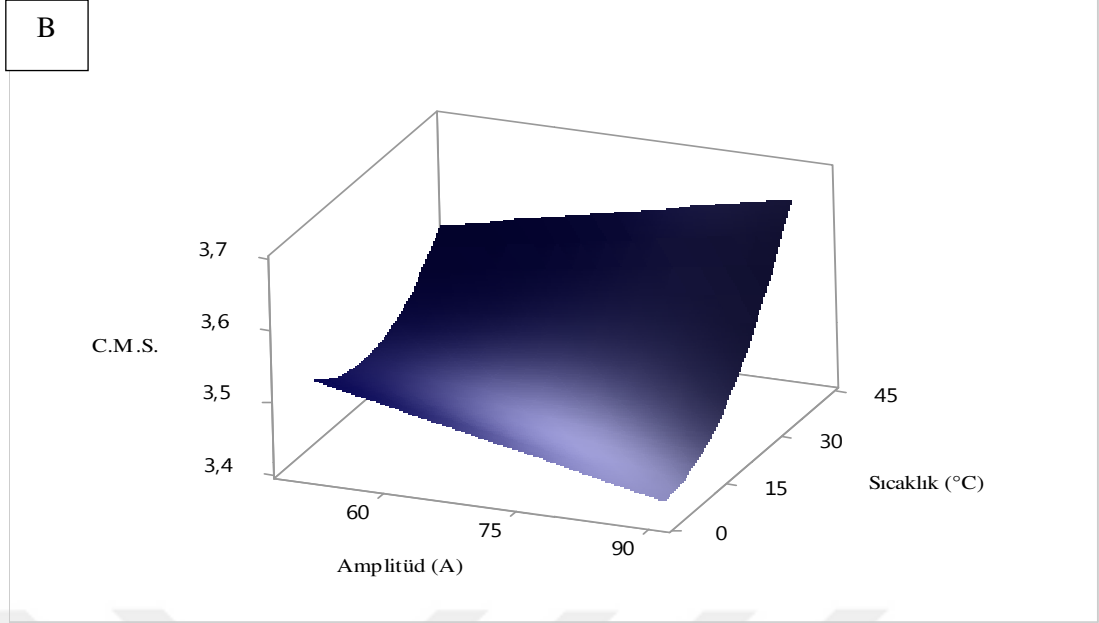
Canlı mikroorganizma sayısı üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla uygulama sıcaklığı (0.08046) ve uygulama süresi (0.01983) olarak belirlenmiştir. *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine sıcaklık pozitif, uygulama süresi ise negatif etki

göstermektedir (Denklemler 20). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) Şekil 4.38 ve contour (2D) grafikleri de Şekil 4.39'da verilmiştir.

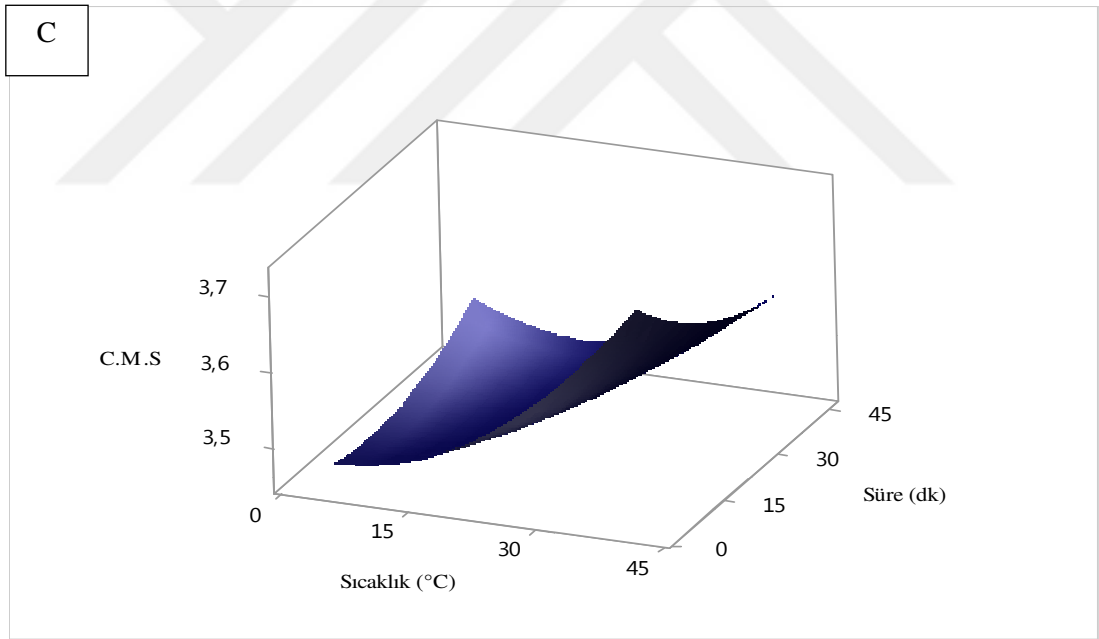


**Şekil 4.38.A.** US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A)

Şekil 4.38.A'da süre ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Verilen 3D grafik incelendiğinde sabit uygulama sıcaklığında, uygulama süresinin artırılması ile canlı m.o sayısının azaldığı, amplitüd değerinin artırılması ile canlı m.o sayısının artacağı görülmektedir. Bu durum uygulama süresi ve amplitüd etkileşiminin ( $t \cdot A$ ) önemli olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.38.B.** Sıcaklık ve amplitüd US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği



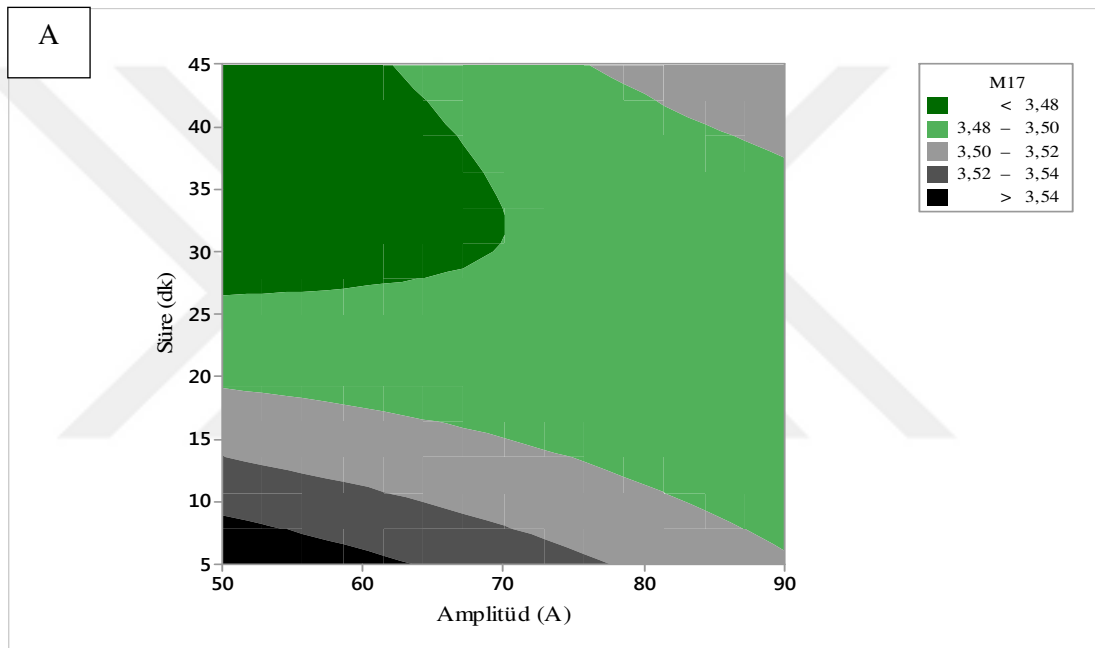
**Şekil 4.38.C.** Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.38.B’de sabit uygulama süresinde, sıcaklık ve amplitüd değişiminin canlı mikroorganizma sayısına etkisinin 3D grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde uygulama sıcaklığının artırılması ile canlı mikroorganizma sayısının da arttığı ancak uygulanan amplitüd değerinin artırılması ile azaldığı öngörülmektedir. Şekil



4.38.C’de verilen 3D grafik incelendiğinde ise uygulama süresinin artırılması ile canlı mikroorganizma sayısının azaldığı, uygulama sıcaklığının artırılması ile canlı m.o. sayısının arttığı görülmektedir. Verilen grafikler incelendiğinde minimum canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının elde edileceği proses parametrelerinin 4°C sıcaklık 5 dk proses süresi ve 90 A amplitüd olduğu söylenebilir.

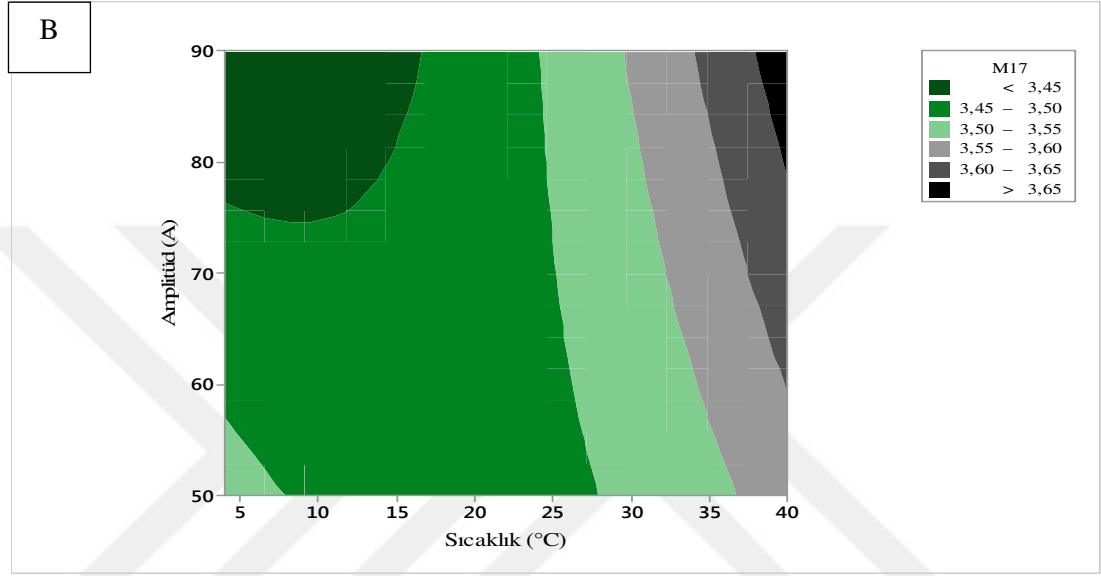
*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* için de optimum gelişme sıcaklığının 30-40 °C olması nedeni ile uygulama sıcaklığının artması ile sayılan canlı m.o. sayısında artış olmuştur.



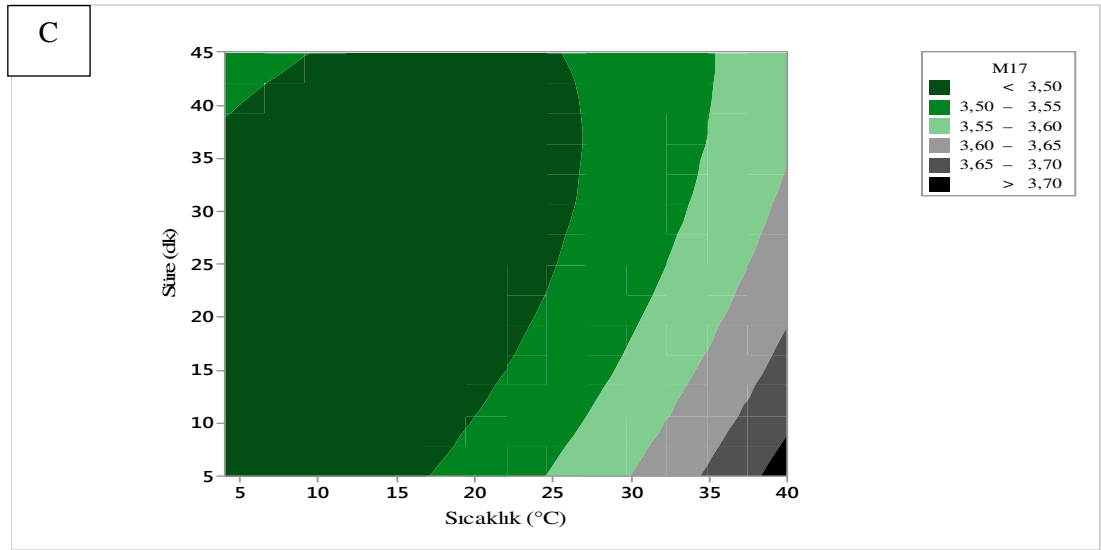
**Şekil 4.39.A.** US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği (A: T=22 °C, B: t=25 dk, C: A=70 A)

Şekil 4.39.A’de sabit uygulama sıcaklığında (22 °C) amplitüd ve sürenin değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı m.o. sayısının azalmasında amplitüd (50-70 A) ve süre (27-45 dk) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, amplitüd ve süre etkileşiminin canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir. Şekil 4.39.B’de sabit uygulama süresinde (25 dk) amplitüd ve sıcaklık değişimi ile canlı mikroorganizma sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında amplitüd (75-90 A) ve sıcaklık (4-15 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca amplitüd ve sıcaklık etkileşiminin canlı *L. lactis*

subsp. *cremoris* sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden görülmektedir. Şekil 4.39.C’de sabit amplitüd değerinde (70 A) süre ve sıcaklık değişimi ile canlı m.o. sayısının değişiminin contour (2D) grafiği verilmiştir. Canlı mikroorganizma sayısının azalmasında süre (5-45 dk) ve sıcaklık (4-25 °C) etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca süre ve sıcaklık etkileşiminin canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine önemli olduğu contour grafiğinden (eliptik şekil) görülmektedir.



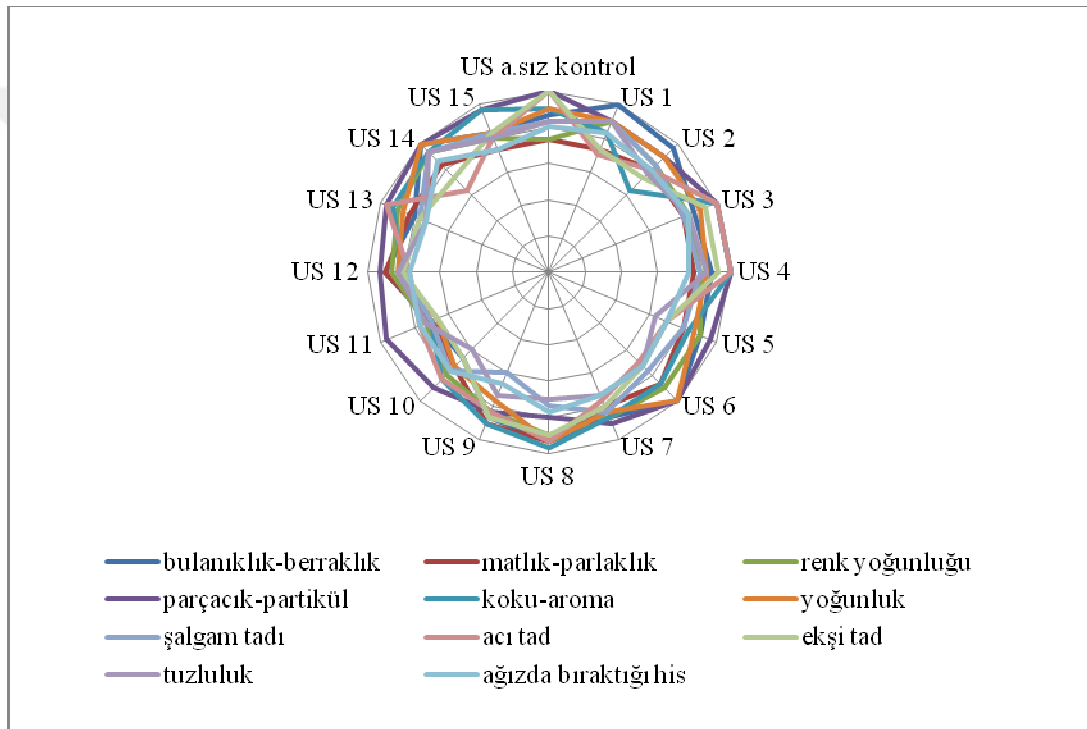
**Şekil 4.39.B.** Amplitüd ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği



**Şekil 4.39.C.** Süre ve sıcaklık US proses parametrelerinin acısız şalgam suyu canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı üzerine etkisinin 2D grafiği

#### 4.4.27 Ultrasonikasyon uygulamalarının acısız şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkisi

US ile proses edilmiş acısız şalgam suları ve kontrol örneğine duyuşal değerlendirme analizleri yapılmış ve elde edilen verilerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı sonuçları Çizelge 4.212’de verilmiştir. Grafikteki sonuçlar incelendiğinde 15 farklı US prosesinin değerlendirme kriterlerine göre kontrol örneğine yakın sonuçlar verdiği ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Sonuçların daha net anlaşılabilmesi için tüm örneklerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı grafiğı çizilmiş ve Şekil 4.40’da verilmiştir.



Şekil 4.40. US ile proses edilmiş acısız şalgam suyu duyuşal analiz sonuçlarının karşılaştırmalı grafiğı

Grafik incelendiğinde 9’lu hedonik skala ile değerlendirilen duyuşal analiz sonuçlarının kontrol örneğine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu nedenle US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının duyuşal olarak değerlendirmesinin olumlu olduğu söylenebilmektedir.

**Çizelge 4.212.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kontrol örneği ile karşılaştırmalı duyu analizi sonuçları

Proses no	Bulanıklık- berraklık	Matlık- parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık- partikül	Koku- aroma	Yoğunluk	Şalgam tadı	Acı tad	Ekşi tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	8.7±1.5 <sup>a</sup>	7.3±2.3 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>
YHB 1	10.0±0.0 <sup>a</sup>	7.3±2.5 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	7.3±2.3 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB 2	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	6.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.7 <sup>a</sup>	7.3±2.5 <sup>a</sup>	7.7±2.1 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>
YHB 3	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>
YHB 4	9.00±1.0 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>
YHB 5	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	6.3±1.2 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>
YHB 6	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	7.7±2.3 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	7.3±2.3 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	7.3±2.5 <sup>a</sup>
YHB 7	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±0.0 <sup>a</sup>	8.7±2.3 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	8.3±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.2 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	7.3±2.1 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>
YHB 8	9.3±0.6 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	7.3±2.1 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±2.7 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB 9	8.7±1.5 <sup>a</sup>	9.0±1.7 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	7.7±2.5 <sup>a</sup>	6.0±1.0 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	7.3±2.5 <sup>a</sup>	6.7±1.5 <sup>a</sup>
YHB 10	6.7±1.2 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.3±1.2 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	6.7±1.2 <sup>a</sup>	6.0±2.0 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>
YHB 11	7.0±1.0 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	6.7±1.2 <sup>a</sup>	7.0±1.0 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	6.7±0.6 <sup>a</sup>	7.3±0.6 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB 12	9.0±0.0 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	8.7±1.5 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>	8.0±1.0 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	7.7±0.6 <sup>a</sup>
YHB13	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	9.0±1.0 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>	7.7±1.2 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	7.7±1.5 <sup>a</sup>	7.3±3.1 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>
YHB 14	10.0±0.0 <sup>a</sup>	8.3±2.9 <sup>a</sup>	9.3±1.2 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	10.0±0.0 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	6.3±3.2 <sup>a</sup>	7.3±2.3 <sup>a</sup>	9.3±0.6 <sup>a</sup>	8.7±1.2 <sup>a</sup>
YHB 15	8.3±1.5 <sup>a</sup>	7.3±1.2 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	9.7±0.6 <sup>a</sup>	8.3±1.5 <sup>a</sup>	8.3±0.6 <sup>a</sup>	8.0±2.0 <sup>a</sup>	8.3±2.1 <sup>a</sup>	8.0±1.7 <sup>a</sup>	7.3±1.5 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

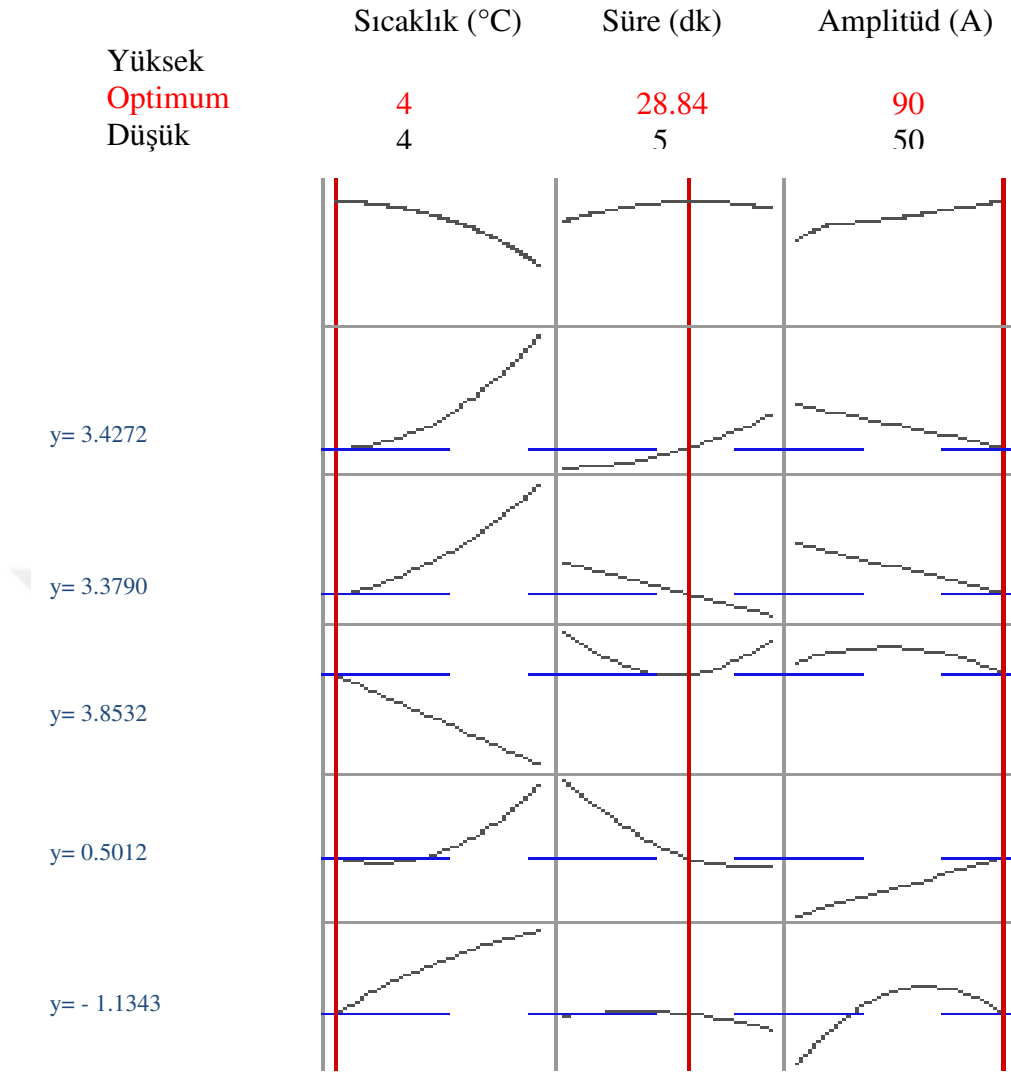
#### 4.4.28 Acısız Şalgam Suyu İçin Ultrasonikasyon Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu

Analizlerde elde edilen verilerden başarılı bir şekilde modellenebilen acısız şalgam suyu için seçilen farklı proses faktörlerinin uygulanan ultrasonikasyon prosesi üzerine modellemesi ve optimizasyonu yapılmıştır.

US ile proses edilen acısız şalgam suyu kondaktivite ve toplam asitlik parametreleri için bir değer belirtilmiştir. Bu değerler acısız şalgam suyu kontrol örneği ile US proseslerine tabi tutulmuş örnekler arasındaki farkın minimum olması amacıyla kontrol örneği değerleri olarak belirlenmiştir. Ancak canlı TMAB, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı ve canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı için üründe mikrobiyolojik gelişimi en aza indirerek ürünün raf ömrünün uzatılması hedeflendiği için, optimum noktada hedef değer minimum olarak belirlenmiştir.

Hedef değerlerin tanımlanmasının ardından acısız şalgam suyu için BBD dizaynı ile US koşullarının optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.41’de verilmiştir.

İstenebilirlik analizine dayalı çoklu cevap optimizasyonu için en iyi çözüm elde edilmiş ve Şekil 4.41’ de gösterilmiştir. US ile proses edilen acısız şalgam için optimum koşullar; sıcaklık 4 °C’de, 90% amplitüd ve 28.84 dk boyunca elde edilmiştir (Şekil 4.41). İstenebilirlik değeri (d) 0 ile 1 aralığında değişmekte olup, ne kadar 1.0 değerine yakınsa, yanıt değeri ideal değere o kadar yakın anlamına gelmektedir. US ile proses edilen acısız şalgam için karma istenebilirlik değeri  $D=0.873$  olarak bulunmuştur (Şekil 4.41).



**Şekil 4.41.** Acısız şalgam suyu için US prosesi optimum nokta değerleri

Bu koşullar, model gücünü tahmin etmek amacıyla deneysel olarak da doğrulanmıştır (Çizelge 4.213). Belirlenen optimum koşullarda US ile proses edilen acısız şalgam sularının analiz sonuçları, modellemenin belirlediği tahmini değerler ve varyasyon katsayısı Çizelge 4.213’de verilmiştir. Çizelgede Johnson dönüşümü gerektiren terimlerin (kondaktivite) verilen tahmini değerleri, modellemede elde edilen Johnson dönüşüm denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.213.** Acısız şalgam suyunun US optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları

Bağımlı değişken	Deneyisel sonuç ortalaması	Modelleme tahmini Sonuç	CV (%)
Kondaktivite	16.23±0.12	20.2	15.43
Toplam asitlik	0.439±0.01	0.495	8.40
TMAB	3.06±0.04	3.85	16.33
Canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı	3.15±0.04	3.38	4.91
Canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	3.27±0.01	3.43	3.37

Optimum koşullarda (sıcaklık 4°C, süre 28.85 dk ve %90 amplitüd), kondaktivite, toplam asitlik, canlı TMAB, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı, canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı sırasıyla 20.2 mS/cm, 0.495 g/L, 3.85 log kob/mL, 3.38 log kob/ mL ve 3.43 log kob/mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.213).

Modellemenin ön gördüğü tahmini sonuçlar ile analiz sonucunda elde edilen sonuçları arasındaki farklar varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanarak verilmiştir. CV değeri deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak da ifade edilmektedir. Matematiksel modellemelerde CV değerinin % 10' dan az olması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlarda kondaktivite için CV değerinin 15.43, TMAB sayısı için CV değerinin 16.33 olduğu görülmektedir. Bu nedenle kondaktivite değeri için ve TMAB sayısı için deneysel tekrarlanabilirliğin az olduğu söylenebilmektedir. Ancak toplam asitlik, canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı, canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısı için CV değerlerinin % 10'dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

#### 4.4.29 Acısız şalgam suyu için US prosesi optimum nokta analiz sonuçları

Belirlenen optimum noktalarda proses edilen acısız şalgam suyu için belirlenen pH değeri, SÇKM değeri (°Brix), kondaktivite değeri (mS/cm), tuz miktarı (ppm), bulanıklık (NTU), TA (g/L),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$ ,  $\Delta E$  değerleri sonuçları Çizelge 4.214'de verilmiştir.

**Çizelge 4.214.** Acısız şalgam suyunun US optimum koşullarındaki analiz sonuçları

Proses	pH	SÇKM (°Brix)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz miktarı(ppt)	Bulanıklık (NTU)	TA(g/L)
Kontrol	3.63±0.00 <sup>a</sup>	8.2±0.14 <sup>a</sup>	8.68±0.01 <sup>a</sup>	8.5±0.00 <sup>a</sup>	161.9±3.4 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>
US acısız	3.64±0.01 <sup>a</sup>	8.2±0.00 <sup>a</sup>	8.69±0.01 <sup>a</sup>	5.1±0.00 <sup>b</sup>	191.6±19.7 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>

Proses	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i> <sup>o</sup>	ΔE
Kontrol	16.83±0.20 <sup>a</sup>	44.07±0.03 <sup>a</sup>	27.16±0.01 <sup>a</sup>	51.77±0.03 <sup>a</sup>	0.55±0.00 <sup>a</sup>	
US acısız	16.65±0.26 <sup>a</sup>	42.31±0.13 <sup>b</sup>	24.82±0.25 <sup>b</sup>	49.05±0.24 <sup>b</sup>	0.53±0.00 <sup>b</sup>	2.93±0.29

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

#### 4.5 Raf Ömrü Çalışmaları

Yapılan çalışma sonuçlarına göre belirlenen optimum nokta değerlerinde US ve YHB prosesleri uygulanan acılı ve acısız şalgam örnekleri ve hiçbir işlem görmemiş olan kontrol örnekleri azot gazı altında amber renkli şişelere dolun yapılmıştır. Örnekler 4 ve 22 °C'de 90 gün süre ile depolanmıştır. Örnekler 0, 15, 30, 45, 60, 75, ve 90 günlerde pH, suda çözünen kuru madde, kondaktivite, tuz miktarı, toplam asitlik, bulanıklık, renk (*L*\*, *a*\*, *b*\*, *C*\*, *h*<sup>o</sup>, ΔE), renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi (SRB, MRB, KRB), TMAB, TMK, fenolik madde içeriği (gallik asit, p- kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, ve mirisetin), organik asit içeriği (laktik asit, ve asetik asit) ve duyu analizleri yapılmıştır.

Raf ömrü çalışmalarında YHB ile proses edilen ve 4 °C'de depolanan acılı şalgam suları ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.215'de, YHB ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acılı şalgam suları ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.21' de, YHB ile proses edilen ve 4 °C'de depolanan acısız şalgam suları ve proses edilmemiş acısız şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.217'de ve YHB ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acısız şalgam suları ve proses edilmemiş acısız şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.218'de verilmiştir.

US ile proses edilen ve 4°C' de depolanan acılı şalgam suları ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.219'da, US ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acılı şalgam suları ve proses edilmemiş acılı şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.220'de, US ile proses edilen ve 4 °C'de depolanan acısız şalgam suları ve proses edilmemiş acısız şalgam



suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.221’de ve US ile proses edilen ve 22 °C’ de depolanan acısız şalgam suları ve proses edilmemiş acısız şalgam suyu kontrol örneğinin analiz sonuçları Çizelge 4.222’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Çizelge 4.215.** 4°C'de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppt)	TA (g/L)	Bulamıklık (NTU)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	8.75±0.07 <sup>b</sup>	12.79±0.01 <sup>a</sup>	7.45±0.07 <sup>bc</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	332.0±50.1 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.60±0.01 <sup>d</sup>	8.90±0.14 <sup>b</sup>	12.58±0.02 <sup>ab</sup>	7.20±0.14 <sup>c</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	445.7±129.5 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	12.53±0.35 <sup>ab</sup>	7.45±0.07 <sup>bc</sup>	0.29±0.00 <sup>a</sup>	262.4±11.53 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	4.21±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	12.61±0.01 <sup>ab</sup>	7.40±0.00 <sup>c</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	337.6±53.5 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	4.20±0.03 <sup>a</sup>	9.70±0.14 <sup>a</sup>	12.64±0.00 <sup>ab</sup>	7.70±0.00 <sup>b</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	267.1±16.7 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	4.01±0.04 <sup>b</sup>	9.85±0.07 <sup>a</sup>	12.58±0.03 <sup>ab</sup>	8.15±0.07 <sup>a</sup>	0.29±0.03 <sup>a</sup>	254.0±47.6 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	4.05±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	12.22±0.01 <sup>b</sup>	8.40±0.00 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	729.6±118.4 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	0. gün	3.72±0.01 <sup>e</sup>	8.85±0.07 <sup>de</sup>	12.68±0.00 <sup>ab</sup>	7.40±0.00 <sup>b</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	248.2±31.00 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	3.60±0.00 <sup>f</sup>	8.60±0.00 <sup>e</sup>	12.54±0.09 <sup>bc</sup>	7.15±0.07 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	201.4±59.00 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	3.70±0.00 <sup>e</sup>	9.15±0.07 <sup>c</sup>	12.74±0.01 <sup>a</sup>	7.40±0.00 <sup>b</sup>	0.28±0.00 <sup>b</sup>	265.20±8.77 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	4.22±0.01 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>cd</sup>	12.64±0.00 <sup>ab</sup>	7.40±0.00 <sup>b</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	199.55±10.96 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	4.18±0.00 <sup>b</sup>	9.50±0.14 <sup>b</sup>	12.62±0.02 <sup>ab</sup>	7.65±0.07 <sup>b</sup>	0.31±0.01 <sup>ab</sup>	214.40±11.88 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	4.00±0.01 <sup>d</sup>	9.70±0.00 <sup>b</sup>	12.54±0.09 <sup>bc</sup>	7.50±0.70 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>ab</sup>	288.60±103.2 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	4.06±0.01 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	12.42±0.00 <sup>c</sup>	8.75±0.07 <sup>a</sup>	0.37±0.03 <sup>a</sup>	407.30± 7.21 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i> <sup>o</sup>	ΔE
Acılı K. 4 °C	0. gün	11.57±3.34 <sup>a</sup>	38.12±4.92 <sup>a</sup>	18.63±6.02 <sup>a</sup>	42.49±7.05 <sup>a</sup>	0.45±0.08 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	15. gün	9.60±1.17 <sup>a</sup>	34.20±0.35 <sup>ab</sup>	12.99±1.22 <sup>a</sup>	36.59±0.77 <sup>ab</sup>	0.36±0.03 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	30. gün	12.07±1.37 <sup>a</sup>	39.39±1.33 <sup>a</sup>	19.59±2.34 <sup>a</sup>	44.00±2.23 <sup>a</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	45.gün	9.11±0.13 <sup>a</sup>	34.61±0.13 <sup>ab</sup>	13.62±0.10 <sup>a</sup>	37.19±0.08 <sup>ab</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	60. gün	9.01±0.06 <sup>a</sup>	35.42±0.10 <sup>ab</sup>	14.41±0.21 <sup>a</sup>	38.24±0.01 <sup>ab</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	75. gün	9.31±0.43 <sup>a</sup>	36.91±0.33 <sup>a</sup>	15.48±0.50 <sup>a</sup>	40.03±0.49 <sup>ab</sup>	0.40±0.01 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	90. gün	7.83±0.50 <sup>a</sup>	28.87±0.83 <sup>b</sup>	10.16±1.62 <sup>a</sup>	30.61±1.32 <sup>b</sup>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	
YHB Acılı 4 °C	0. gün	12.32±2.13 <sup>ab</sup>	40.05±3.42 <sup>a</sup>	20.02±4.26 <sup>ab</sup>	44.80±4.96 <sup>a</sup>	0.46±0.05 <sup>ab</sup>	4.22±3.35 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	11.57± 0.29 <sup>abc</sup>	34.26±0.30 <sup>a</sup>	14.34±0.26 <sup>ab</sup>	37.13±0.38 <sup>a</sup>	0.40±0.00 <sup>abc</sup>	2.41±0.08 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	9.41±0.04 <sup>bc</sup>	36.22±0.09 <sup>a</sup>	14.59±0.20 <sup>ab</sup>	39.05±0.01 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>abc</sup>	6.49±0.13 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	11.64±0.38 <sup>abc</sup>	38.12±0.17 <sup>a</sup>	17.88±0.11 <sup>ab</sup>	42.10±0.11 <sup>a</sup>	0.44±0.00 <sup>abc</sup>	6.08±0.13 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	13.22±0.33 <sup>a</sup>	39.70±0.28 <sup>a</sup>	20.42±0.51 <sup>a</sup>	44.64±0.48 <sup>a</sup>	0.48±0.01 <sup>a</sup>	8.50±0.66 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	8.98±0.93 <sup>bc</sup>	35.07±1.37 <sup>a</sup>	13.63±1.97 <sup>ab</sup>	37.63±1.98 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>bc</sup>	2.72±2.37 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	8.63±0.09 <sup>c</sup>	33.98±1.74 <sup>a</sup>	12.91±0.72 <sup>b</sup>	36.35±1.88 <sup>a</sup>	0.36±0.00 <sup>c</sup>	5.87±1.87 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.37±0.02 <sup>ab</sup>	0.64±0.00 <sup>ab</sup>	35.77±0.15 <sup>a</sup>	8.51±0.09 <sup>a</sup>	55.72±0.06 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.38±0.04 <sup>ab</sup>	0.64±0.00 <sup>ab</sup>	35.63±0.11 <sup>ab</sup>	8.57±0.64 <sup>a</sup>	55.80±0.53 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.39±0.02 <sup>ab</sup>	0.64±0.01 <sup>ab</sup>	35.46±0.12 <sup>abc</sup>	8.93±0.26 <sup>a</sup>	55.60±0.38 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45. gün	3.38±0.01 <sup>ab</sup>	0.64±0.00 <sup>ab</sup>	35.81±0.07 <sup>a</sup>	8.54±0.12 <sup>a</sup>	55.65±0.19 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	3.42±0.00 <sup>a</sup>	0.65±0.00 <sup>a</sup>	35.79±0.11 <sup>a</sup>	8.76±0.01 <sup>a</sup>	55.46±0.10 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3.37±0.02 <sup>ab</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.12±0.15 <sup>c</sup>	9.01±0.08 <sup>a</sup>	55.87±0.06 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3.34±0.01 <sup>b</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.22±0.04 <sup>bc</sup>	8.87±0.10 <sup>a</sup>	55.91±0.06 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	0. gün	3.39±0.00 <sup>a</sup>	0.65±0.00 <sup>a</sup>	35.81±0.03 <sup>a</sup>	8.79±0.03 <sup>ab</sup>	55.40±0.06 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	3.35±0.00 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>b</sup>	35.67±0.03 <sup>ab</sup>	8.20±0.08 <sup>b</sup>	56.13±0.05 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	3.36±0.01 <sup>a</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.45±0.02 <sup>bc</sup>	8.46±0.01 <sup>ab</sup>	56.09±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	3.36±0.00 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>b</sup>	35.63±0.02 <sup>ab</sup>	8.34±0.01 <sup>ab</sup>	56.04±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	3.36±0.01 <sup>a</sup>	0.64±0.01 <sup>b</sup>	35.67±0.15 <sup>ab</sup>	8.27±0.01 <sup>b</sup>	56.06±0.16 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	3.37±0.01 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>b</sup>	35.20±0.04 <sup>c</sup>	9.43±0.20 <sup>a</sup>	55.37±0.16 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	3.35±0.04 <sup>a</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.16±0.14 <sup>c</sup>	9.22±0.73 <sup>ab</sup>	55.62±0.59 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.25±0.07 <sup>b</sup>	3.24±0.06 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.26±0.06 <sup>b</sup>	3.24±0.08 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.28±0.02 <sup>b</sup>	3.20±0.00 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	45. gün	3.32±0.07 <sup>ab</sup>	3.26±0.03 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	3.36±0.09 <sup>ab</sup>	3.28±0.06 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3.36±0.06 <sup>ab</sup>	3.30±0.03 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3.54±0.09 <sup>a</sup>	3.55±0.12 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	0. gün	3.14±0.17 <sup>a</sup>	3.09±0.08 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	3.04±0.00 <sup>a</sup>	3.12±0.16 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	3.01±0.07 <sup>a</sup>	3.02±0.03 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	3.01±0.09 <sup>a</sup>	3.05±0.05 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	3.05±0.07 <sup>a</sup>	3.12±0.08 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	3.07±0.04 <sup>a</sup>	3.09±0.03 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	3.30±0.03 <sup>a</sup>	3.45±0.10 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acılı K. 4 °C	0.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.33±2.31 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	5.33±3.21 <sup>a</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	15.gün	8.67±2.31 <sup>a</sup>	9.00±1.73 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>a</sup>	7.00±3.00 <sup>a</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60.gün	8.33±1.16 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	75.gün	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	0.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.33±2.89 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>a</sup>	6.67±1.53 <sup>bc</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	15.gün	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>abc</sup>	8.67±1.16 <sup>abc</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>abc</sup>	8.50±2.12 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	30.gün	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±3.06 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>abc</sup>	8.67±2.31 <sup>a</sup>	7.33±2.31 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	45.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>abc</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	60.gün	6.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>c</sup>	6.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>c</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	75.gün	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>bc</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	6.33±0.58 <sup>c</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	90.gün	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>abc</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Acılı K. 4 °C	0. gün	69.80±11.3 <sup>ab</sup>	4.86±0.83 <sup>a</sup>	18.80±6.54 <sup>abc</sup>	0.90±0.50 <sup>a</sup>	6.72±3.44 <sup>a</sup>	0.58±0.14 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	82.64±5.06 <sup>a</sup>	4.15±0.42 <sup>a</sup>	31.04±2.41 <sup>ab</sup>	0.35±0.06 <sup>ab</sup>	4.20±0.37 <sup>a</sup>	0.56±0.02 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	88.12±6.82 <sup>a</sup>	4.56±0.03 <sup>a</sup>	31.27±5.11 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>ab</sup>	4.60±0.07 <sup>a</sup>	0.60±0.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	79.22±9.74 <sup>a</sup>	4.07±0.40 <sup>a</sup>	11.40±2.22 <sup>bc</sup>	0.62±0.06 <sup>ab</sup>	4.30±0.48 <sup>a</sup>	0.59±0.03 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	34.40±48.7 <sup>ab</sup>	2.29±3.24 <sup>a</sup>	6.88±9.73 <sup>c</sup>	0.18±0.25 <sup>ab</sup>	2.39±3.37 <sup>a</sup>	0.26±0.37 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	73.24±7.52 <sup>ab</sup>	4.58±0.45 <sup>a</sup>	12.27±0.86 <sup>abc</sup>	0.50±0.07 <sup>ab</sup>	4.66±0.45 <sup>a</sup>	0.53±0.03 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>
YHB Acılı 4 °C	0. gün	90.00±53.80 <sup>a</sup>	4.01±1.59 <sup>a</sup>	18.70±4.36 <sup>b</sup>	0.23±0.07 <sup>cd</sup>	3.14±0.64 <sup>a</sup>	0.57±0.11 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	90.79±1.51 <sup>a</sup>	4.40±0.05 <sup>a</sup>	33.27±1.33 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>bc</sup>	4.57±0.11 <sup>a</sup>	0.58±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	94.70±10.19 <sup>a</sup>	4.59±0.28 <sup>a</sup>	35.61±2.27 <sup>a</sup>	0.41±0.07 <sup>b</sup>	4.59±0.22 <sup>a</sup>	0.61±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	78.80±19.50 <sup>a</sup>	4.37±0.38 <sup>a</sup>	12.14±3.98 <sup>b</sup>	0.64±0.01 <sup>a</sup>	4.68±0.50 <sup>a</sup>	0.62±0.03 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	71.72±6.78 <sup>a</sup>	4.29±0.27 <sup>a</sup>	14.28±0.22 <sup>b</sup>	0.52±0.06 <sup>ab</sup>	4.37±0.36 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	101.60±22.8 <sup>a</sup>	4.71±0.68 <sup>a</sup>	14.94±2.00 <sup>b</sup>	0.21±0.03 <sup>d</sup>	5.25±1.03 <sup>a</sup>	0.51±0.03 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	77.90±14.20 <sup>a</sup>	4.84±0.46 <sup>a</sup>	17.53±0.20 <sup>b</sup>	0.66±0.06 <sup>a</sup>	5.12±0.47 <sup>a</sup>	0.51±0.04 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acılı K. 4 °C	0. gün	2362.0±387.0 <sup>a</sup>	99.80±19.90 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	2334.7±16.7 <sup>a</sup>	144.02±1.85 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3050.0±11.9 <sup>a</sup>	153.29±3.72 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	2899.0±185.0 <sup>a</sup>	138.23±12.07 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	2876.0±181.0 <sup>a</sup>	134.23±1.87 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	2794.8±3.6 <sup>a</sup>	128.09±1.10 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	0000.0±00.0 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>c</sup>
YHB Acılı 4 °C	0. gün	2549.0±999.0 <sup>a</sup>	120.90±58.8 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	15. gün	2856.1±97.9 <sup>a</sup>	145.78±0.54 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	30. gün	2997.9±83.8 <sup>a</sup>	147.21±2.41 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	45. gün	2772.5±95.5 <sup>a</sup>	133.49±3.59 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	60. gün	2333.0±421.0 <sup>a</sup>	67.94±5.73 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	75. gün	2698.0±420.0 <sup>a</sup>	125.00±24.9 <sup>a</sup>
YHB Acılı 4 °C	90. gün	2858.0±187.0 <sup>a</sup>	140.53±8.10 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.215’de verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde kontrol örneğinin pH 3.60-4.21, SÇKM 8.75-10.00 °Briks, kondaktivite 12.22-12-79 mS/cm, tuz 7.20-8.40 ppm, toplam asitlik 0.29-0.32 g/L, bulanıklık 254.0-729.6 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 7.83-12.07, 28.87-39.39, 10.16-19.59 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 30.61-44.00,  $h^\circ$  değerinin 0.34-0.46 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, KRB değerleri sırası ile 3.34-3.42 Abs, 0.63-0.65, 35.12-35.81 %, 8.51-9.01 %, 55.46-55.91 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısının 3.25-3.54 log kob/mL arasında TMK sayısının ise 3.24-3.55 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneğin gallik asit miktarı 0.00-88.12 ppm, p- kumarik asit miktarı 0.00-4.86 ppt, klorojenik asit miktarı 0.00-31.27 ppt, vanilik asit miktarı 0.00-0.90 ppt, kafeik asit miktarı 0.00-6.72 ppt, ve mirisetin miktarının 0.00-0.60 ppt arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asit miktarı 0.00-3050.0 ppm, ve asetik asit miktarının 0.00-144.02 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu örneğinin pH 3.60-4.22, SÇKM 8.80-10.00 °Briks, kondaktivite 12.42-12-74 mS/cm, tuz 7.15-8.75 ppm, toplam asitlik 0.29-0.37 g/L, bulanıklık 199.6-407.3 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 8.63-13.22, 33.98-40.05, 12.91-20.42 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 36.35-44.80,  $h^\circ$  değerinin 0.36-0.48, kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) 2.41-8.50 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, KRB değerleri sırası ile 3.35-3.39 Abs, 0.63-0.65, 35.16-35.81 %, 8.20-9.43 %, 55.37-56.13 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısının 3.01-3.30 log kob/mL arasında TMK sayısının ise 3.02-3.45 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca YHB ile proses edilen örneklerde ise bulanıklık değerlerinde genel olarak azalma olduğu belirlenmiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit 71.72-101.60 ppm, p- kumarik asit 4.01-4.84 ppm, klorojenik asit 12.14-35.61 ppm, vanilik asit 0.21-0.66 ppm, kafeik asit 3.14-5.25 ppm, ve mirisetin miktarının ise 0.51-0.62 ppm arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asit miktarının 2333.0-2997.9 ppm asetik asit miktarının ise 67.94-147.21 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde önemli kriterlerden biri olan TMAB sayısının proses edilen örneklerde raf ömrü boyunca önemli ölçüde değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB sayısında artış olduğu, TMK sayısı için de kontrol grubundaki artışın proses edilmiş acılı şalgam suyuna kıyasla daha fazla olduğu ancak bu değerlerin çalışmalar sırasında elde edilen değerlere kıyasla daha az olduğu görülmektedir.

Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyu analizlerinde ise YHB ile proses edilen örnek ile kontrol örneği arasında duyu olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.216.** 22°C'de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulanklık (NTU)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	8.85±0.21 <sup>bc</sup>	12.82±0.03 <sup>ab</sup>	7.50±0.00 <sup>c</sup>	0.28±0.02 <sup>a</sup>	270.0±28.6 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.59±0.01 <sup>d</sup>	8.60±0.00 <sup>c</sup>	12.60±0.01 <sup>c</sup>	7.20±0.14 <sup>d</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	414.7±134.1 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	8.90±0.14 <sup>bc</sup>	12.82±0.08 <sup>ab</sup>	7.45±0.07 <sup>cd</sup>	0.29±0.00 <sup>a</sup>	303.4±23.5 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	4.22±0.01 <sup>a</sup>	9.10±0.14 <sup>b</sup>	12.68±0.01 <sup>bc</sup>	7.50±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.00 <sup>a</sup>	388.5±17.9 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	4.23±0.01 <sup>a</sup>	9.60±0.00 <sup>a</sup>	12.68±0.01 <sup>bc</sup>	7.70±0.00 <sup>c</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	270.1±23.2 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	4.04±0.01 <sup>b</sup>	9.65±0.07 <sup>a</sup>	12.78±0.07 <sup>ab</sup>	8.05±0.07 <sup>b</sup>	0.27±0.02 <sup>a</sup>	279.4±57.2 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	4.01±0.01 <sup>b</sup>	9.95±0.07 <sup>a</sup>	12.86±0.01 <sup>a</sup>	8.45±0.07 <sup>a</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	276.6±34.9 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	3.71±0.01 <sup>d</sup>	8.90±0.00 <sup>c</sup>	12.69±0.01 <sup>bc</sup>	7.30±0.00 <sup>e</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	215.0±15.6 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	3.56±0.01 <sup>e</sup>	8.80±0.28 <sup>c</sup>	12.61±0.03 <sup>c</sup>	7.20±0.00 <sup>e</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	246.5±46.1 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	3.71±0.00 <sup>d</sup>	9.00±0.00 <sup>bc</sup>	12.82±0.00 <sup>a</sup>	7.50±0.00 <sup>d</sup>	0.31±0.00 <sup>b</sup>	293.4±19.7 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	4.21±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>bc</sup>	12.68±0.02 <sup>c</sup>	7.45±0.07 <sup>d</sup>	0.31±0.01 <sup>b</sup>	317.9±39.2 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	4.20±0.01 <sup>a</sup>	9.30±0.42 <sup>abc</sup>	12.67±0.02 <sup>c</sup>	7.70±0.00 <sup>c</sup>	0.32±0.00 <sup>b</sup>	252.4±15.7 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	4.04±0.02 <sup>b</sup>	9.75±0.07 <sup>ab</sup>	12.78±0.04 <sup>ab</sup>	8.10±0.00 <sup>b</sup>	0.28±0.02 <sup>b</sup>	256.1±9.62 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	3.98±0.00 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	12.81±0.04 <sup>a</sup>	8.35±0.07 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	364.4±52.9 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$I^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^o$	$\Delta E$
Acılı K. 22 °C	0. gün	12.28±1.92 <sup>a</sup>	38.78±1.47 <sup>a</sup>	19.31±2.76 <sup>a</sup>	43.34±2.54 <sup>a</sup>	0.46±0.04 <sup>a</sup>	
Acılı K. 22 °C	15. gün	9.10±0.16 <sup>b</sup>	33.85±0.16 <sup>bc</sup>	12.74±0.38 <sup>b</sup>	36.17±0.28 <sup>b</sup>	0.36±0.01 <sup>bc</sup>	
Acılı K. 22 °C	30. gün	6.98±0.05 <sup>b</sup>	32.15±0.05 <sup>c</sup>	10.59±0.23 <sup>b</sup>	33.84±0.03 <sup>bc</sup>	0.32±0.01 <sup>c</sup>	
Acılı K. 22 °C	45.gün	7.64±0.05 <sup>b</sup>	28.90±0.28 <sup>d</sup>	9.81±0.18 <sup>b</sup>	30.52±0.33 <sup>c</sup>	0.33±0.00 <sup>bc</sup>	
Acılı K. 22 °C	60. gün	8.82±0.13 <sup>b</sup>	34.73±0.38 <sup>b</sup>	13.45±0.04 <sup>b</sup>	37.24±0.37 <sup>b</sup>	0.37±0.00 <sup>bc</sup>	
Acılı K. 22 °C	75. gün	8.51±0.13 <sup>b</sup>	34.52±0.11 <sup>b</sup>	13.51±0.02 <sup>b</sup>	37.07±0.10 <sup>b</sup>	0.37±0.00 <sup>bc</sup>	
Acılı K. 22 °C	90. gün	9.39±0.16 <sup>ab</sup>	31.76±0.11 <sup>c</sup>	12.91±0.01 <sup>b</sup>	34.28±0.10 <sup>bc</sup>	0.39±0.00 <sup>b</sup>	
YHB Acılı 22 °C	0. gün	9.95±0.03 <sup>a</sup>	37.54±0.01 <sup>a</sup>	16.30±0.23 <sup>a</sup>	40.92±0.08 <sup>a</sup>	0.41±0.01 <sup>a</sup>	4.00±0.15 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	9.75±0.48 <sup>a</sup>	33.98±0.57 <sup>b</sup>	13.18±0.05 <sup>c</sup>	36.45±0.55 <sup>bc</sup>	0.37±0.00 <sup>b</sup>	0.94±0.23 <sup>c</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	8.20±0.04 <sup>b</sup>	34.18±0.11 <sup>b</sup>	12.82±0.01 <sup>cd</sup>	36.50±0.09 <sup>bc</sup>	0.36±0.00 <sup>bc</sup>	3.26±0.04 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	10.06±0.05 <sup>a</sup>	34.11±0.19 <sup>b</sup>	14.50±0.25 <sup>b</sup>	37.06±0.27 <sup>b</sup>	0.40±0.00 <sup>a</sup>	7.41±0.27 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	7.40±0.42 <sup>bc</sup>	32.99±0.40 <sup>bc</sup>	11.72±0.44 <sup>d</sup>	35.01±0.53 <sup>cd</sup>	0.34±0.01 <sup>c</sup>	2.83±0.73 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	7.10±0.16 <sup>c</sup>	31.79±0.76 <sup>cd</sup>	10.39±0.45 <sup>e</sup>	33.45±0.87 <sup>de</sup>	0.32±0.01 <sup>d</sup>	4.38±0.85 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	6.89±0.07 <sup>c</sup>	30.22±0.13 <sup>d</sup>	9.69±0.39 <sup>e</sup>	31.74±0.24 <sup>e</sup>	0.31±0.01 <sup>d</sup>	4.36±0.37 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).



UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.38±0.01 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>a</sup>	35.87±0.02 <sup>a</sup>	8.44±0.18 <sup>bc</sup>	55.69±0.17 <sup>d</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.36±0.00 <sup>a</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.34±0.02 <sup>d</sup>	8.64±0.01 <sup>ab</sup>	56.03±0.00 <sup>c</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.35±0.00 <sup>a</sup>	0.63±0.01 <sup>b</sup>	35.27±0.01 <sup>d</sup>	8.64±0.02 <sup>ab</sup>	56.09±0.03 <sup>c</sup>
Acılı K. 22 °C	45. gün	3.33±0.00 <sup>b</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.46±0.01 <sup>c</sup>	8.25±0.03 <sup>c</sup>	56.28±0.02 <sup>bc</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	3.30±0.00 <sup>c</sup>	0.63±0.00 <sup>b</sup>	35.56±0.00 <sup>bc</sup>	7.85±0.05 <sup>d</sup>	56.60±0.05 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	3.27±0.01 <sup>d</sup>	0.60±0.00 <sup>c</sup>	34.28±0.03 <sup>e</sup>	8.93±0.08 <sup>a</sup>	56.79±0.11 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	3.27±0.01 <sup>d</sup>	0.63±0.00 <sup>d</sup>	35.67±0.04 <sup>b</sup>	7.55±0.11 <sup>d</sup>	56.78±0.07 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	3.36±0.02 <sup>a</sup>	0.64±0.01 <sup>a</sup>	35.67±0.15 <sup>a</sup>	8.49±0.11 <sup>b</sup>	55.84±0.26 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	3.37±0.02 <sup>a</sup>	0.63±0.00 <sup>ab</sup>	35.34±0.06 <sup>bc</sup>	8.85±0.27 <sup>b</sup>	55.81±0.22 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	3.37±0.00 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>ab</sup>	35.43±0.02 <sup>ab</sup>	8.77±0.02 <sup>b</sup>	55.80±0.04 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	3.34±0.01 <sup>ab</sup>	0.63±0.00 <sup>abc</sup>	35.30±0.00 <sup>bc</sup>	8.72±0.07 <sup>b</sup>	55.98±0.06 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	3.31±0.00 <sup>bc</sup>	0.63±0.01 <sup>bc</sup>	35.23±0.02 <sup>bc</sup>	8.46±0.00 <sup>b</sup>	56.30±0.02 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	3.29±0.01 <sup>c</sup>	0.61±0.00 <sup>d</sup>	34.15±0.02 <sup>d</sup>	9.46±0.16 <sup>a</sup>	56.39±0.14 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	3.30±0.00 <sup>c</sup>	0.62±0.00 <sup>c</sup>	35.17±0.02 <sup>c</sup>	9.43±0.08 <sup>b</sup>	56.39±0.06 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.31±0.05 <sup>b</sup>	3.25±0.04 <sup>b</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.29±0.04 <sup>b</sup>	3.31±0.08 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.25±0.06 <sup>b</sup>	3.32±0.00 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	45. gün	3.26±0.07 <sup>b</sup>	3.22±0.10 <sup>b</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	3.30±0.03 <sup>b</sup>	3.21±0.19 <sup>b</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	3.42±0.01 <sup>b</sup>	3.59±0.27 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	3.72±0.04 <sup>a</sup>	3.87±0.19 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	3.06±0.13 <sup>a</sup>	3.12±0.11 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	3.13±0.10 <sup>a</sup>	3.14±0.20 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	3.17±0.19 <sup>a</sup>	3.17±0.19 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	3.22±0.18 <sup>a</sup>	3.10±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	3.24±0.22 <sup>a</sup>	3.17±0.08 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	3.23±0.13 <sup>a</sup>	3.16±0.03 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	3.16±0.02 <sup>a</sup>	3.16±0.06 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acılı K. 22°C	0. gün	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±2.31 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>	7.00±2.65 <sup>a</sup>	7.50±1.32 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	15.gün	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.00±2.65 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	6.00±2.65 <sup>a</sup>	6.67±2.89 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	30.gün	5.33±0.58 <sup>cd</sup>	5.33±0.58 <sup>bc</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>cd</sup>	7.00±2.65 <sup>ab</sup>	7.00±2.65 <sup>ab</sup>	4.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	6.67±2.89 <sup>a</sup>	6.33±3.21 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	45.gün	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.33±1.16 <sup>bcd</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.00±0.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	60.gün	3.67±0.58 <sup>d</sup>	4.00±1.00 <sup>c</sup>	4.00±1.00 <sup>b</sup>	4.00±1.00 <sup>d</sup>	3.33±0.58 <sup>b</sup>	4.00±1.00 <sup>b</sup>	4.00±0.00 <sup>a</sup>	4.67±0.58 <sup>a</sup>	3.67±0.58 <sup>b</sup>	4.33±0.58 <sup>a</sup>	4.67±0.58 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	75.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>ab</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	5.33±1.53 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 22°C	90.gün	6.00±1.00 <sup>bcd</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.00±0.00 <sup>abc</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>ab</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>abc</sup>	7.00±2.65 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	15.gün	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>ab</sup>	7.00±2.65 <sup>a</sup>	7.33±2.31 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±3.21 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	30.gün	4.67±0.58 <sup>b</sup>	4.33±0.58 <sup>b</sup>	7.00±1.73 <sup>ab</sup>	4.00±0.00 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>	4.67±0.58 <sup>c</sup>	6.33±2.52 <sup>a</sup>	4.33±0.58 <sup>b</sup>
YHB Acılı 22 °C	45.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	7.67±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	60.gün	4.67±1.16 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>bc</sup>	5.00±1.00 <sup>bc</sup>	5.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±0.58 <sup>a</sup>	5.33±1.16 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>bc</sup>	5.67±1.16 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	75.gün	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.67±1.16 <sup>ab</sup>	7.33±1.16 <sup>abc</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>abc</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>
YHB Acılı 22 °C	90.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Acılı K. 22 °C	0. gün	81.9±15.7 <sup>a</sup>	4.08±0.29 <sup>a</sup>	27.44±7.55 <sup>ab</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>	3.71±0.59 <sup>a</sup>	0.57±0.02 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	68.66±2.83 <sup>a</sup>	3.97±0.07 <sup>a</sup>	32.02±1.20 <sup>a</sup>	0.49±0.01 <sup>a</sup>	4.08±0.01 <sup>a</sup>	0.55±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	76.71±3.55 <sup>a</sup>	4.21±0.08 <sup>a</sup>	17.83±0.59 <sup>ab</sup>	0.57±0.02 <sup>a</sup>	4.43±0.14 <sup>a</sup>	0.62±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	56.69±6.41 <sup>a</sup>	4.27±0.08 <sup>a</sup>	13.62±0.15 <sup>b</sup>	0.26±0.01 <sup>a</sup>	4.64±0.08 <sup>a</sup>	0.53±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	57.09±7.29 <sup>a</sup>	3.66±0.22 <sup>a</sup>	19.02±6.38 <sup>ab</sup>	0.57±0.36 <sup>a</sup>	5.59±0.12 <sup>a</sup>	0.50±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K.22 °C	75. gün	84.72±11.91 <sup>a</sup>	6.18±0.04 <sup>a</sup>	24.01±1.56 <sup>ab</sup>	0.36±0.00 <sup>a</sup>	8.47±0.00 <sup>a</sup>	0.61±0.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	61.38±3.22 <sup>a</sup>	5.27±2.07 <sup>a</sup>	23.63±3.25 <sup>ab</sup>	0.80±0.44 <sup>a</sup>	4.64±5.35 <sup>a</sup>	0.61±0.10 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	94.31±12.26 <sup>a</sup>	4.52±0.48 <sup>a</sup>	31.43±1.64 <sup>a</sup>	0.43±0.07 <sup>a</sup>	4.72±0.51 <sup>a</sup>	0.59±0.03 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	83.80±22.80 <sup>a</sup>	4.23±0.94 <sup>a</sup>	34.64±8.21 <sup>a</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>	4.48±1.05 <sup>a</sup>	0.54±0.05 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	71.90±14.70 <sup>a</sup>	4.43±0.17 <sup>a</sup>	17.22±5.14 <sup>a</sup>	0.66±0.01 <sup>a</sup>	4.97±0.08 <sup>a</sup>	0.54±0.14 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	62.04±6.54 <sup>a</sup>	4.19±0.23 <sup>a</sup>	16.69±0.12 <sup>a</sup>	0.72±0.05 <sup>a</sup>	5.09±0.22 <sup>a</sup>	0.42±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	66.66±1.06 <sup>a</sup>	4.99±0.19 <sup>a</sup>	24.24±2.81 <sup>a</sup>	0.68±0.33 <sup>a</sup>	6.29±0.18 <sup>a</sup>	0.49±0.04 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	132.40±91.20 <sup>a</sup>	7.81±3.26 <sup>a</sup>	35.50±20.50 <sup>a</sup>	1.31±0.90 <sup>a</sup>	13.13±8.74 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	40.90±7.00 <sup>a</sup>	3.86±0.66 <sup>a</sup>	26.55±4.56 <sup>a</sup>	0.84±0.09 <sup>a</sup>	1.74±0.39 <sup>a</sup>	0.47±0.05 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acılı K. 22 °C	0. gün	2655.0±441.0 <sup>a</sup>	117.70±22.60 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	2556.1±81.8 <sup>a</sup>	124.63±5.18 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	2631.9±103.9 <sup>a</sup>	114.06±0.22 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	2248.4±114.1 <sup>a</sup>	86.13±4.62 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	2457.5±58.2 <sup>a</sup>	95.50±26.50 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	2943.1±32.2 <sup>a</sup>	117.39±0.13 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	2424.4±16.4 <sup>a</sup>	100.20±25.40 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	0. gün	2815.0±431.0 <sup>a</sup>	148.60±46.50 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	15. gün	2628.0±621.0 <sup>a</sup>	119.50±29.90 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	30. gün	2784.0±165.0 <sup>a</sup>	129.10±2.44 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	45. gün	2846.0±287.0 <sup>a</sup>	138.09±13.68 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	60. gün	2863.4±57.0 <sup>a</sup>	86.02±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	75. gün	3007.3±20.4 <sup>a</sup>	118.60±21.9 <sup>a</sup>
YHB Acılı 22 °C	90. gün	2444.0±418.0 <sup>a</sup>	119.80±19.9 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 4.216'da verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde acılı şalgam suyu kontrol örneğinin pH 3.71-4.23, SÇKM 8.60-9.95 °Briks, kondaktivite 12.60-12.86 mS/cm, tuz 7.20-8.45 ppm, toplam asitlik 0.28-0.31 g/L, bulanıklığın 270-414.7 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 6.98-12.28, 28.90-38.78, ve 9.81-19.31 arasında değiştiği ve raf ömrü süresinde azalma gösterdiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 34.28-43.34,  $h^\circ$  değerinin 0.32-0.46 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, KRB değerleri sırası ile 3.27-3.38 Abs, 0.63-0.64, 34.28-35.87 %, 7.55-8.93 %, ve 55.69-56.79 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.25-3.72 log kob/mL arasında, TMK sayısı ise 3.21-3.87 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit miktarı 56.69-84.72 ppm, p- kumarik asit miktarı 3.66-6.18 ppm, klorojenik asit miktarı 13.62-32.02 ppm, vanilik asit miktarı 0.26-0.80 ppm, kafeik asit miktarı 3.71-8.47 ppm, ve mirisetin miktarının 0.50-0.662 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Organik asit tayininde ise laktik asit miktarının 2248.4-2943.1 ppm asetik asit miktarında 86.13-124.63 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen acılı şalgam suyu örneğinin pH 3.71-4.21, SÇKM 8.80-10.00 °Briks, kondaktivite 12.61-12.81 mS/cm, tuz 7.20-8.35 ppm, toplam asitlik 0.28-0.38 g/L, ve bulanıklığın 215.0-364.4 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 6.89-10.66, 30.22-37.54, ve 16.30-9.69 arasında değiştiği ve raf ömrü süresinde azalma gösterdiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 31.74-40.92,  $h^\circ$  değerinin 0.31-0.41, kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) 0.94-4.34 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.29-3.37 Abs, 0.61-0.64, 34.15-35.67 %, 8.46-9.46 %, ve 55.80-56.39 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısının 3.06-3.24 log kob/mL arasında TMK sayısının ise 3.10-3.17 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca YHB ile proses edilen örneklerde ise bulanıklık değerlerinde genel olarak azalma olduğu belirlenmiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit 40.90-132.40 ppm p- kumarik asit 3.86-7.81 ppmt, klorojenik asit 17.22-35.50 ppm vanilik asit 0.43-1.31 ppmt, kafeik asit 1.74-13.13 ppm, ve mirisetin miktarının 0.42-0.59 ppm

arasında değiştiği, organik asit tayininde laktik asit miktarının 2444.0-3007.3 ppt ve asetik asit miktarının da 86.02-148.60 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde önemli kriterlerden biri olan TMAB sayısının proses edilen örneklerde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB sayısında artış olduğu, TMK sayısı için de kontrol grubundaki artışın proses edilmiş acılı şalgam suyuna kıyasla daha fazla olduğu ancak bu değerlerin çalışmalar sırasında elde edilen değerlere kıyasla daha az olduğu görölmektedir.

Gerçekleştiren duyuşal analizlerde ise YHB ile proses edilen örnekler panelistler tarafından daha çok beğenilirken, kontrol örneğinde bulanıklığın görsel olarak arttığı ve tadında değişme olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.217.** 4°C'de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulanklık (NTU)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.68±0.01 <sup>c</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	17.00±0.04 <sup>ab</sup>	10.10±0.09 <sup>cd</sup>	0.37±0.00 <sup>a</sup>	352.9±48.7 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.55±0.01 <sup>d</sup>	9.00±0.00 <sup>e</sup>	16.59±0.0 <sup>cd</sup>	9.80±0.00 <sup>e</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	397.5±98.4 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.66±0.01 <sup>c</sup>	9.40±0.00 <sup>cd</sup>	17.02±0.03 <sup>a</sup>	10.20±0.00 <sup>cd</sup>	0.29±0.00 <sup>b</sup>	266.2±29.6 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45. gün	4.16±0.01 <sup>a</sup>	9.30±0.14 <sup>de</sup>	16.78±0.00 <sup>bc</sup>	10.00±0.00 <sup>de</sup>	0.31±0.00 <sup>b</sup>	361.4±51.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	4.15±0.01 <sup>a</sup>	9.70±0.14 <sup>bc</sup>	16.67±0.03 <sup>cd</sup>	10.40±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	283.6±7.71 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3.97±0.00 <sup>b</sup>	10.10±0.14 <sup>a</sup>	16.68±0.12 <sup>cd</sup>	10.85±0.21 <sup>b</sup>	0.38±0.02 <sup>a</sup>	277.9±30.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	4.01±0.01 <sup>b</sup>	10.05±0.01 <sup>ab</sup>	16.55±0.04 <sup>d</sup>	11.85±0.07 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	459.1±90.2 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	3.71±0.01 <sup>c</sup>	9.10±0.00 <sup>cd</sup>	16.78±0.12 <sup>ab</sup>	9.95±0.07 <sup>cd</sup>	0.36±0.00 <sup>c</sup>	322.7±12.1 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	3.54±0.01 <sup>d</sup>	9.00±0.00 <sup>d</sup>	16.53±0.21 <sup>b</sup>	9.70±0.28 <sup>d</sup>	0.37±0.00 <sup>bc</sup>	360.3±91.1 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	3.68±0.03 <sup>c</sup>	9.30±0.14 <sup>cd</sup>	17.25±0.02 <sup>a</sup>	10.30±0.00 <sup>bcd</sup>	0.38±0.00 <sup>abc</sup>	262.2±18.5 <sup>b</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	4.17±0.00 <sup>a</sup>	9.40±0.00 <sup>bc</sup>	16.91±0.06 <sup>ab</sup>	10.10±0.00 <sup>bcd</sup>	0.39±0.01 <sup>abc</sup>	308.0±1.3 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	4.12±0.01 <sup>a</sup>	9.70±0.14 <sup>b</sup>	16.80±0.02 <sup>ab</sup>	10.45±0.07 <sup>bc</sup>	0.43±0.03 <sup>a</sup>	335.1±55.8 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	3.98±0.01 <sup>b</sup>	10.15±0.07 <sup>a</sup>	16.62±0.20 <sup>b</sup>	10.75±0.35 <sup>b</sup>	0.38±0.02 <sup>abc</sup>	343.3±4.6 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	4.02±0.00 <sup>b</sup>	10.10±0.00 <sup>a</sup>	16.46±0.04 <sup>b</sup>	11.65±0.07 <sup>a</sup>	0.41±0.00 <sup>ab</sup>	463.8±22.3 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$I^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^o$	$\Delta E$
Acısız K. 4 °C	0. gün	9.58±2.81 <sup>a</sup>	36.86±3.55 <sup>ab</sup>	15.45±4.61 <sup>a</sup>	40.02±5.05 <sup>a</sup>	0.39±0.07 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	15. gün	8.26±1.00 <sup>a</sup>	31.24±0.04 <sup>b</sup>	10.40±0.79 <sup>a</sup>	32.93±0.21 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	30. gün	7.43±0.06 <sup>a</sup>	33.51±0.11 <sup>ab</sup>	11.23±0.11 <sup>a</sup>	35.34±0.07 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	45. gün	9.72±0.04 <sup>a</sup>	37.06±0.08 <sup>a</sup>	15.36±0.01 <sup>a</sup>	40.12±0.08 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	60. gün	7.61±0.03 <sup>a</sup>	34.18±0.25 <sup>ab</sup>	12.63±0.53 <sup>a</sup>	36.44±0.05 <sup>a</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	75. gün	7.03±0.23 <sup>a</sup>	32.88±0.71 <sup>ab</sup>	11.35±0.62 <sup>a</sup>	35.73±0.88 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	90. gün	8.84±0.28 <sup>a</sup>	31.46±1.00 <sup>ab</sup>	10.53±0.33 <sup>a</sup>	33.17±1.06 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	
YHB Acısız 4 °C	0 gün	8.22±0.73 <sup>ab</sup>	33.24±0.68 <sup>a</sup>	12.32±0.39 <sup>ab</sup>	35.45±0.77 <sup>a</sup>	0.36±0.00 <sup>a</sup>	4.99±0.94 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	7.99±1.47 <sup>ab</sup>	30.39±0.39 <sup>a</sup>	9.82±0.68 <sup>b</sup>	31.94±0.16 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	1.58±0.28 <sup>c</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	10.40±0.03 <sup>a</sup>	33.21±0.05 <sup>a</sup>	12.97±1.37 <sup>a</sup>	35.66±0.55 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>a</sup>	3.56±0.64 <sup>bc</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	7.74±0.46 <sup>b</sup>	32.63±0.53 <sup>a</sup>	11.00±0.40 <sup>ab</sup>	34.43±0.63 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	6.53±0.76 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	6.81±0.27 <sup>b</sup>	31.50±0.85 <sup>a</sup>	12.05±0.28 <sup>ab</sup>	33.73±0.89 <sup>a</sup>	0.37±0.00 <sup>a</sup>	2.86±0.77 <sup>bc</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	6.45±0.27 <sup>b</sup>	32.01±0.34 <sup>a</sup>	10.28±0.36 <sup>ab</sup>	33.62±0.43 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	2.25±0.38 <sup>c</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	7.69±0.31 <sup>b</sup>	30.96±3.76 <sup>a</sup>	10.30±0.88 <sup>ab</sup>	32.63±3.85 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	2.99±0.58 <sup>bc</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.53±0.00 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	36.11±0.08 <sup>a</sup>	10.64±0.19 <sup>a</sup>	53.25±0.11 <sup>b</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.49±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	36.20±0.02 <sup>a</sup>	9.80±0.11 <sup>b</sup>	54.00±0.09 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.49±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.01 <sup>b</sup>	36.25±0.01 <sup>a</sup>	9.81±0.05 <sup>b</sup>	53.92±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45. gün	3.49±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	36.23±0.02 <sup>a</sup>	9.85±0.02 <sup>b</sup>	53.92±0.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	3.48±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	36.21±0.06 <sup>a</sup>	9.85±0.08 <sup>b</sup>	53.94±0.13 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3.47±0.01 <sup>bc</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.69±0.08 <sup>b</sup>	10.67±0.30 <sup>a</sup>	53.64±0.22 <sup>ab</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	3.46±0.00 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.86±0.03 <sup>b</sup>	10.25±0.09 <sup>ab</sup>	53.89±0.06 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	3.53±0.00 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	36.12±0.10 <sup>ab</sup>	10.56±0.09 <sup>a</sup>	53.32±0.01 <sup>b</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	3.51±0.00 <sup>ab</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	36.06±0.02 <sup>ab</sup>	10.22±0.09 <sup>a</sup>	53.72±0.07 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	3.50±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	36.20±0.08 <sup>a</sup>	10.10±0.11 <sup>a</sup>	53.69±0.03 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	3.47±0.00 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>bc</sup>	36.04±0.06 <sup>ab</sup>	10.13±0.01 <sup>a</sup>	53.82±0.05 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	3.47±0.00 <sup>c</sup>	0.67±0.01 <sup>bc</sup>	36.05±0.05 <sup>ab</sup>	10.09±0.00 <sup>a</sup>	53.87±0.05 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	3.46±0.01 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.82±0.02 <sup>b</sup>	10.32±0.13 <sup>a</sup>	53.86±0.12 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	3.46±0.01 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.86±0.14 <sup>b</sup>	10.20±0.28 <sup>a</sup>	53.94±0.14 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.27±0.05 <sup>a</sup>	3.35±0.13 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.27±0.02 <sup>a</sup>	3.35±0.10 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.27±0.01 <sup>a</sup>	3.32±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45. gün	3.31±0.02 <sup>a</sup>	3.22±0.15 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	3.34±0.06 <sup>a</sup>	3.34±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3.38±0.07 <sup>a</sup>	3.30±0.10 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	3.40±0.08 <sup>a</sup>	3.48±0.13 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	3.12±0.12 <sup>a</sup>	3.18±0.18 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	3.13±0.11 <sup>a</sup>	3.17±0.21 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	3.17±0.13 <sup>a</sup>	3.19±0.13 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	3.19±0.13 <sup>a</sup>	3.16±0.06 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	3.17±0.11 <sup>a</sup>	3.20±0.08 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	3.21±0.10 <sup>a</sup>	3.11±0.09 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	3.24±0.12 <sup>a</sup>	3.25±0.07 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulaklılık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acısız K. 4°C	0. gün	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>abc</sup>	6.67±3.21 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>cd</sup>
Acısız K. 4°C	15.gün	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.00±1.73 <sup>ab</sup>	8.00±2.00 <sup>ab</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.73 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ac</sup>
Acısız K. 4°C	30.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>ab</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
Acısız K. 4°C	45.gün	6.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	5.33±1.53 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>c</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>d</sup>
Acısız K. 4°C	60.gün	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>ab</sup>	8.33±1.53 <sup>abc</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>
Acısız K. 4°C	75.gün	7.67±2.08 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>bcd</sup>
Acısız K. 4°C	90.gün	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>abc</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.58 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	15.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>ab</sup>	8.67±1.16 <sup>ab</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	30.gün	9.33±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.73 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	45.gün	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60.gün	7.00±0.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±1.16 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	75.gün	8.00±2.00 <sup>a</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	90.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.33±1.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin asit (ppm)
Acısız K. 4 °C	0. gün	110.3±61.5 <sup>a</sup>	5.12±1.23 <sup>a</sup>	28.30±21.7 <sup>a</sup>	0.50±0.14 <sup>a</sup>	4.76±0.04 <sup>a</sup>	0.70±0.11 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	124.7±42.4 <sup>a</sup>	5.89±0.13 <sup>a</sup>	53.51±5.83 <sup>a</sup>	0.38±0.08 <sup>a</sup>	3.82±0.73 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	123.4±14.6 <sup>a</sup>	5.50±0.48 <sup>a</sup>	47.21±3.66 <sup>a</sup>	0.43±0.06 <sup>a</sup>	3.90±0.45 <sup>a</sup>	0.73±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	93.6±4.10 <sup>a</sup>	5.33±0.17 <sup>a</sup>	18.59±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.01 <sup>a</sup>	4.26±0.04 <sup>a</sup>	0.62±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	119.6±59.2 <sup>a</sup>	5.15±1.51 <sup>a</sup>	21.98±8.51 <sup>a</sup>	0.45±0.16 <sup>a</sup>	3.74±1.25 <sup>a</sup>	0.64±0.08 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	161.8±26.4 <sup>a</sup>	6.62±0.08 <sup>a</sup>	25.69±4.73 <sup>a</sup>	0.65±0.04 <sup>a</sup>	5.13±0.64 <sup>a</sup>	0.70±0.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	90.12±2.32 <sup>a</sup>	5.20±0.15 <sup>a</sup>	30.38±1.50 <sup>a</sup>	0.41±0.00 <sup>a</sup>	1.09±0.07 <sup>b</sup>	0.67±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	101.5±61.8 <sup>a</sup>	5.53±0.24 <sup>a</sup>	32.50±17.20 <sup>a</sup>	0.44±0.06 <sup>a</sup>	2.89±2.67 <sup>a</sup>	0.61±0.15 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	156.6±18.0 <sup>a</sup>	5.86±0.15 <sup>a</sup>	51.50±2.67 <sup>a</sup>	0.49±0.03 <sup>a</sup>	4.61±0.30 <sup>a</sup>	2.18±2.05 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	116.4±28.7 <sup>a</sup>	5.46±0.28 <sup>a</sup>	37.22±8.13 <sup>a</sup>	0.49±0.00 <sup>a</sup>	3.51±0.36 <sup>a</sup>	0.72±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	137.5±5.2 <sup>a</sup>	5.56±0.17 <sup>a</sup>	21.95±1.15 <sup>a</sup>	0.64±0.05 <sup>a</sup>	4.11±0.91 <sup>a</sup>	0.68±0.02 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	132.0±37.1 <sup>a</sup>	7.10±1.69 <sup>a</sup>	24.26±0.50 <sup>a</sup>	0.57±0.02 <sup>a</sup>	4.36±0.16 <sup>a</sup>	0.77±0.09 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	136.8±5.6 <sup>a</sup>	5.89±0.84 <sup>a</sup>	22.06±5.00 <sup>a</sup>	0.58±0.12 <sup>a</sup>	4.67±0.34 <sup>a</sup>	0.66±0.06 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	90.8±12.6 <sup>a</sup>	4.98±0.28 <sup>a</sup>	28.46±0.20 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	1.15±0.07 <sup>a</sup>	0.66±0.01 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).



UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3416.0±648.0 <sup>a</sup>	162.2±40.7 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3461.0±690.0 <sup>a</sup>	174.4±33.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3718.0±306.0 <sup>a</sup>	180.0±17.9 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	3698.0±337.0 <sup>a</sup>	186.0±17.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	2938.7±49.2 <sup>a</sup>	147.5±4.2 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3951.5±26.8 <sup>a</sup>	193.5±0.7 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	3558.5±24.4 <sup>a</sup>	182.0±0.6 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	0. gün	3222.0±1111.0 <sup>a</sup>	152.1±65.1 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	15. gün	3949.9±33.0 <sup>a</sup>	201.3±9.1 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	30. gün	3818.9±94.0 <sup>a</sup>	182.4±0.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	45. gün	3662.0±728.0 <sup>a</sup>	183.4±39.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	60. gün	3684.2±58.8 <sup>a</sup>	175.3±1.3 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	75. gün	3575.0±583.0 <sup>a</sup>	170.3±37.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 4 °C	90. gün	3546.3±26.5 <sup>a</sup>	180.1±1.0 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.217' de verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde kontrol örneğinin pH 3.55-4.16, SÇKM 9.0-10.10 °Briks, kondaktivite 16.55-17.02 mS/cm, tuz 9.80-11.85 ppm, toplam asitlik 0.29-0.38 g/L, bulanıklık 266.2-459.1 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 7.03-9.58, 31.24-36.86, ve 10.40-15.45 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 32.93-40.12,  $h^\circ$  değerinin ise 0.32-0.39 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.46-3.53 Abs, 0.67-0.68, 35.69-36.25 %, 9.80-10.67 %, ve 53.25-54.00 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.27-3.40 log kob/mL arasında değişirken TMK sayısı ise 3.22-3.48 log kob/mL arasında değişim göstermiştir. Raf ömrü çalışmalarında yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit miktarının 90.12-161.8 ppm, p- kumarik asit miktarının 5.12-6.62 ppt, klorojenik miktarının 18.59-53.51 ppm, vanilik asit miktarının 0.38-0.65 ppm, kafeik asit miktarının 1.09-5.13 ppm, ve mirisetin miktarının ise 0.62-0.76 ppm arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asit ve asetik asit miktarlarının ise sırası ile 2938.7-3951.5 ppm ve 147.5-193.5 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu örneğinin pH 3.54-4.15, SÇKM 9.00-10.15 °Briks, kondaktivite 16.46-17.25 mS/cm, tuz 9.70-11.65 ppm, toplam asitlik 0.36-0.41 g/L, ve bulanıklığın 262.2-463.8 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırası ile 6.45-10.40, 30.39-33.24, ve 9.82-12.97 arasında belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 31.94-35.60,  $h^\circ$  değerinin 0.31-0.37, ve kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) 1.58-6.53 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.46-3.53 Abs, 0.67-0.68, 35.82-36.20 %, 10.09-10.56 %, ve 53.32-53.94 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.12-3.24 log kob/mL arasında, TMK sayısı ise 3.17-3.25 log kob/mL arasında değişim göstermiştir. Fenolik madde analizlerinde gallik asit, p- kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, ve mirisetin miktarlarının sırası ile .8-156.6 ppm, 4.8-7.10 ppm, 21.95-51.50 ppm, 0.42-0.64 ppm, 1.15-4.67 ppm, ve 0.61-2.18 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Organik asit tayininde ise laktik asit miktarının 3222.0-3949.9 ppm ve asetik asit miktarının ise 152.1-201.3 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubunun ve YHB ile proses

edilen örneklerin IC ve renk tonu değerlerinde raf ömrü boyunca azalma olduğu belirlenmiştir

Ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde önemli kriterlerden biri olan TMAB ve TMK sayısının proses edilen örneklerde ve kontrol grubunda raf ömrü boyunca değişim göstermediği görülmektedir.

Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyu analizlerinde ise YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu örneği ile kontrol örneği arasında duyu olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.218.** 22 °C' de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve YHB ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulamıklık (NTU)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.69±0.01 <sup>c</sup>	9.15±0.07 <sup>c</sup>	16.89±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	294.4±33.5 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.58±0.03 <sup>d</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	16.82±0.11 <sup>b</sup>	9.85±0.07 <sup>f</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	326.0±306.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.66±0.01 <sup>cd</sup>	9.10±0.14 <sup>c</sup>	17.12±0.00 <sup>a</sup>	10.20±0.00 <sup>d</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	425.6±34.2 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	4.18±0.01 <sup>a</sup>	9.60±0.00 <sup>b</sup>	16.83±0.04 <sup>b</sup>	10.20±0.00 <sup>d</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>	523.1±63.4 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	4.15±0.01 <sup>a</sup>	9.90±0.14 <sup>ab</sup>	16.91±0.01 <sup>b</sup>	10.50±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	294.5±22.5 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3.97±0.02 <sup>b</sup>	10.10±0.00 <sup>a</sup>	16.98±0.04 <sup>ab</sup>	11.00±0.00 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	514.6±45.2 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3.99±0.06 <sup>b</sup>	10.10±0.00 <sup>a</sup>	17.13±0.04 <sup>a</sup>	10.75±0.07 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	604.0±188.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	0. gün	3.69±0.00 <sup>d</sup>	9.10±0.14 <sup>cd</sup>	16.98±0.03 <sup>a</sup>	10.05±0.07 <sup>c</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	467.0±151.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	3.55±0.00 <sup>f</sup>	9.00±0.00 <sup>d</sup>	16.67±0.38 <sup>ab</sup>	9.60±0.14 <sup>d</sup>	0.37±0.00 <sup>a</sup>	627.0±325.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	3.66±0.00 <sup>e</sup>	9.40±0.00 <sup>bc</sup>	17.13±0.01 <sup>a</sup>	10.20±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	489.2±96.9 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	4.17±0.00 <sup>a</sup>	9.50±0.14 <sup>b</sup>	16.34±0.05 <sup>b</sup>	9.80±0.00 <sup>d</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	614.2±48.4 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	4.13±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	17.09±0.03 <sup>a</sup>	10.70±0.00 <sup>b</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	497.5±27.2 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	4.00±0.01 <sup>c</sup>	10.10±0.14 <sup>a</sup>	17.00±0.00 <sup>a</sup>	11.00±0.00 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	552.7±131.5 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	4.00±0.01 <sup>c</sup>	10.10±0.00 <sup>a</sup>	17.11±0.02 <sup>a</sup>	10.70±0.00 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	505.8±65.5 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^*$	$\Delta E$
Acısız K. 22 °C	0. gün	10.01±2.57 <sup>a</sup>	36.58±5.02 <sup>a</sup>	15.89±5.20 <sup>a</sup>	39.93±6.67 <sup>a</sup>	0.40±0.07 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	15. gün	6.76±0.51 <sup>ab</sup>	28.95±0.64 <sup>abc</sup>	8.48±0.12 <sup>ab</sup>	30.16±0.65 <sup>abc</sup>	0.29±0.00 <sup>b</sup>	
Acısız K. 22 °C	30. gün	7.66±0.13 <sup>ab</sup>	32.93±0.05 <sup>ab</sup>	11.15±0.04 <sup>ab</sup>	34.76±0.06 <sup>ab</sup>	0.33±0.00 <sup>ab</sup>	
Acısız K. 22 °C	45. gün	4.63±0.04 <sup>b</sup>	24.53±0.65 <sup>c</sup>	6.22±0.22 <sup>b</sup>	25.31±0.68 <sup>bc</sup>	0.25±0.00 <sup>b</sup>	
Acısız K. 22 °C	60. gün	5.21±0.06 <sup>b</sup>	27.99±0.10 <sup>bc</sup>	7.89±0.30 <sup>b</sup>	29.08±0.01 <sup>bc</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>	
Acısız K. 22 °C	75. gün	4.31±0.28 <sup>b</sup>	23.23±0.26 <sup>c</sup>	6.27±0.29 <sup>b</sup>	24.06±0.33 <sup>c</sup>	0.26±0.01 <sup>b</sup>	
Acısız K. 22 °C	90. gün	4.93±0.59 <sup>b</sup>	26.21±0.37 <sup>bc</sup>	7.22±0.63 <sup>b</sup>	27.19±0.52 <sup>bc</sup>	0.27±0.02 <sup>b</sup>	
YHB Acısız 22 °C	0. gün	7.91±0.35 <sup>a</sup>	33.76±0.00 <sup>a</sup>	11.68±0.50 <sup>a</sup>	35.73±0.16 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	5.49±0.51 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	6.95±0.10 <sup>a</sup>	29.36±0.76 <sup>ab</sup>	8.54±0.47 <sup>a</sup>	30.58±0.86 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	0.69±0.53 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	4.49±0.06 <sup>a</sup>	25.14±0.05 <sup>ab</sup>	6.42±0.62 <sup>a</sup>	25.94±0.02 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	9.65±0.07 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	5.55±0.64 <sup>a</sup>	25.12±0.19 <sup>ab</sup>	6.30±0.11 <sup>a</sup>	25.89±0.16 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	1.11±0.63 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	4.17±0.25 <sup>a</sup>	21.16±1.20 <sup>b</sup>	5.63±0.62 <sup>a</sup>	21.89±1.32 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>a</sup>	7.27±1.35 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	6.75±0.18 <sup>a</sup>	25.19±2.45 <sup>ab</sup>	6.71±0.39 <sup>a</sup>	26.06±2.47 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>a</sup>	3.45±1.58 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	7.64±3.10 <sup>a</sup>	29.65±7.21 <sup>ab</sup>	10.38±6.04 <sup>a</sup>	31.50±8.77 <sup>a</sup>	0.32±0.11 <sup>a</sup>	7.20±7.27 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.53±0.02 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	36.07±0.17 <sup>a</sup>	10.60±0.49 <sup>a</sup>	53.33±0.32 <sup>b</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.52±0.01 <sup>a</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.88±0.06 <sup>ab</sup>	10.53±0.10 <sup>a</sup>	53.60±0.05 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.50±0.01 <sup>ab</sup>	0.67±0.01 <sup>ab</sup>	35.85±0.03 <sup>ab</sup>	10.48±0.11 <sup>a</sup>	53.68±0.08 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	3.49±0.00 <sup>abc</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.86±0.00 <sup>ab</sup>	10.26±0.02 <sup>a</sup>	53.89±0.02 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3.46±0.00 <sup>abc</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.92±0.03 <sup>ab</sup>	10.14±0.09 <sup>a</sup>	53.94±0.07 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3.45±0.03 <sup>bc</sup>	0.65±0.00 <sup>c</sup>	35.19±0.15 <sup>c</sup>	10.78±0.56 <sup>a</sup>	54.03±0.41 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3.42±0.03 <sup>c</sup>	0.66±0.01 <sup>c</sup>	35.69±0.02 <sup>b</sup>	9.80±0.41 <sup>a</sup>	54.51±0.43 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	0. gün	3.53±0.02 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	35.96±0.21 <sup>a</sup>	10.83±0.55 <sup>a</sup>	53.21±0.34 <sup>b</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	3.49±0.00 <sup>ab</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	36.05±0.08 <sup>a</sup>	10.02±0.16 <sup>a</sup>	53.93±0.07 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	3.49±0.00 <sup>ab</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	36.01±0.02 <sup>a</sup>	10.09±0.01 <sup>a</sup>	53.90±0.01 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	3.47±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	36.02±0.07 <sup>a</sup>	9.93±0.09 <sup>a</sup>	54.05±0.02 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	3.46±0.00 <sup>b</sup>	0.66±0.01 <sup>b</sup>	35.92±0.19 <sup>a</sup>	9.93±0.06 <sup>a</sup>	54.15±0.13 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	3.45±0.03 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>c</sup>	35.24±0.09 <sup>b</sup>	10.71±0.54 <sup>a</sup>	54.05±0.45 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	3.43±0.02 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>c</sup>	35.17±0.12 <sup>cb</sup>	10.59±0.02 <sup>a</sup>	54.25±0.13 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.31±0.12 <sup>ab</sup>	3.37±0.17 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.27±0.05 <sup>b</sup>	3.32±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.31±0.08 <sup>ab</sup>	3.28±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	3.27±0.01 <sup>b</sup>	3.36±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3.25±0.03 <sup>b</sup>	3.39±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3.31±0.01 <sup>ab</sup>	3.37±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3.55±0.07 <sup>a</sup>	3.68±0.26 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	0. gün	3.13±0.11 <sup>a</sup>	3.16±0.06 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	3.16±0.17 <sup>a</sup>	3.17±0.11 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	3.15±0.07 <sup>a</sup>	3.09±0.07 <sup>b</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	3.24±0.11 <sup>a</sup>	3.14±0.01 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	3.23±0.07 <sup>a</sup>	3.22±0.08 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	3.23±0.04 <sup>a</sup>	3.31±0.12 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	3.42±0.04 <sup>a</sup>	3.44±0.05 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acısız K. 22°C	0. gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	6.33±3.79 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>abc</sup>
Acısız K. 22°C	15.gün	9.00±1.73 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±2.65 <sup>ab</sup>	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	7.67±2.08 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	30.gün	4.67±1.16 <sup>b</sup>	4.67±1.16 <sup>b</sup>	5.00±0.00 <sup>ab</sup>	4.33±0.58 <sup>b</sup>	6.00±2.00 <sup>ab</sup>	6.67±2.31 <sup>ab</sup>	5.00±1.73 <sup>abc</sup>	6.67±2.52 <sup>ab</sup>	4.67±1.16 <sup>b</sup>	5.33±2.31 <sup>a</sup>	5.67±1.53 <sup>bc</sup>
Acısız K. 22°C	45.gün	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±1.16 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>abc</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22°C	60.gün	5.33±2.08 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	4.33±1.53 <sup>b</sup>	4.33±1.53 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.73 <sup>abc</sup>	5.33±0.58 <sup>ab</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	5.67±0.58 <sup>a</sup>	5.33±1.16 <sup>bc</sup>
Acısız K. 22°C	75.gün	5.00±0.00 <sup>b</sup>	5.00±0.00 <sup>b</sup>	6.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.00±2.65 <sup>ab</sup>	6.33±1.53 <sup>ab</sup>	5.67±0.58 <sup>ab</sup>	4.00±0.00 <sup>c</sup>	5.67±0.58 <sup>ab</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>bc</sup>
Acısız K. 22°C	90.gün	4.00±1.00 <sup>b</sup>	4.67±1.53 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	4.67±0.58 <sup>b</sup>	5.00±0.00 <sup>b</sup>	5.67±0.58 <sup>ab</sup>	4.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	4.67±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	4.67±0.58 <sup>c</sup>
YHB Acısız 22 °C	0 gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.33±2.31 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	15.gün	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>abc</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	7.67±2.52 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	30.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>	8.00±2.65 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	45.gün	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>abc</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	60.gün	5.33±1.53 <sup>b</sup>	6.00±1.73 <sup>b</sup>	5.67±2.08 <sup>b</sup>	4.67±1.16 <sup>c</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±2.65 <sup>a</sup>	6.33±1.16 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	75.gün	6.00±1.00 <sup>b</sup>	6.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.00±1.73 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	5.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±1.16 <sup>a</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.00±2.00 <sup>b</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	90.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin asit (ppm)
Acısız K. 22 °C	0. gün	128.8±1.5 <sup>a</sup>	5.13±0.00 <sup>ab</sup>	24.07±2.67 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>c</sup>	3.47±0.54 <sup>a</sup>	0.69±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	105.0±29.7 <sup>a</sup>	5.01±0.80 <sup>ab</sup>	33.98±7.69 <sup>a</sup>	0.58±0.12 <sup>bc</sup>	4.23±0.63 <sup>a</sup>	0.64±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	94.9±17.3 <sup>a</sup>	5.51±0.13 <sup>ab</sup>	19.67±3.89 <sup>a</sup>	0.60±0.03 <sup>bc</sup>	4.78±0.50 <sup>a</sup>	0.64±0.11 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45.gün	59.9±2.9 <sup>a</sup>	4.48±0.25 <sup>b</sup>	16.63±3.52 <sup>a</sup>	0.66±0.04 <sup>abc</sup>	4.58±0.11 <sup>a</sup>	0.45±0.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	101.8±17.4 <sup>a</sup>	5.98±0.40 <sup>a</sup>	30.10±5.71 <sup>a</sup>	0.87±0.10 <sup>ab</sup>	5.49±0.19 <sup>a</sup>	0.52±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	113.8±23.2 <sup>a</sup>	6.34±0.17 <sup>a</sup>	29.49±2.17 <sup>a</sup>	1.08±0.02 <sup>a</sup>	8.52±3.92 <sup>a</sup>	0.49±0.01 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	97.0±49.8 <sup>a</sup>	6.28±0.15 <sup>a</sup>	28.49±13.09 <sup>a</sup>	0.79±0.28 <sup>abc</sup>	6.60±1.82 <sup>a</sup>	0.53±0.17 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	0. gün	153.9±11.4 <sup>a</sup>	5.65±0.29 <sup>ab</sup>	44.57±1.78 <sup>a</sup>	0.45±0.03 <sup>a</sup>	3.06±0.62 <sup>a</sup>	0.71±0.01 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	148.1±9.3 <sup>a</sup>	5.82±0.26 <sup>ab</sup>	49.32±2.47 <sup>a</sup>	0.63±0.04 <sup>a</sup>	5.00±0.10 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>ab</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	90.7±18.3 <sup>bc</sup>	5.58±0.15 <sup>ab</sup>	19.88±1.36 <sup>c</sup>	0.85±0.09 <sup>a</sup>	4.95±0.82 <sup>a</sup>	0.61±0.10 <sup>abc</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	74.8±10.8 <sup>c</sup>	5.17±0.26 <sup>b</sup>	20.44±2.05 <sup>c</sup>	0.74±0.00 <sup>a</sup>	5.30±0.31 <sup>a</sup>	0.47±0.00 <sup>c</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	84.1±4.8 <sup>bc</sup>	5.54±0.48 <sup>ab</sup>	25.04±3.14 <sup>c</sup>	0.84±0.12 <sup>a</sup>	5.31±0.57 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>c</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	127.8±14.8 <sup>ab</sup>	6.56±0.04 <sup>a</sup>	34.81±2.33 <sup>b</sup>	0.91±0.28 <sup>a</sup>	9.16±4.15 <sup>a</sup>	0.52±0.01 <sup>bc</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	73.0±7.8 <sup>c</sup>	4.74±0.35 <sup>b</sup>	24.36±3.20 <sup>c</sup>	0.59±0.26 <sup>a</sup>	7.22±2.86 <sup>a</sup>	0.47±0.05 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3361.3±75.6 <sup>a</sup>	165.5±6.2 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3439.0±519.0 <sup>a</sup>	170.0±22.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3793.0±208.0 <sup>a</sup>	181.0±14.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45.gün	2918.5±78.0 <sup>a</sup>	145.3±4.3 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3639.7±46.0 <sup>a</sup>	159.5±17.3 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3830.8±95.9 <sup>a</sup>	144.2±53.2 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3251.0±438.0 <sup>a</sup>	120.6±36.1 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	0. gün	3812.8±82.6 <sup>a</sup>	189.7±10.3 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	15. gün	3915.1±1.6 <sup>a</sup>	184.8±10.1 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	30. gün	3853.4±28.7 <sup>a</sup>	187.0±5.0 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	45. gün	3659.0±372.0 <sup>a</sup>	202.2±49.9 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	60. gün	3210.0±268.0 <sup>a</sup>	151.7±15.1 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	75. gün	3875.3±126.4 <sup>a</sup>	170.0±20.7 <sup>a</sup>
YHB Acısız 22 °C	90. gün	3344.0±334.0 <sup>a</sup>	107.4±62.4 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 4.218'de verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde kontrol örneğinin ölçülen özelliklerinden pH 3.58-4.18, SÇKM 9.00-10.10 °Briks, kondaktivite 16.82-17.13 mS/cm, tuz 9.85-11.00 ppm, toplam asitlik 0.36-0.39 g/L, ve bulanıklık 294.4-604.0 NTU'nun arasında belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 4.31-10.01, 24.53-36.58, ve 6.27-15.89 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 24.06-39.93 ve  $h^\circ$  değerinin 0.26-0.40 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin ise sırası ile 3.42-3.53 Abs, 0.65-0.68, 35.19-36.07 %, 9.80-10.78 %, ve 53.33-54.51 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.25-3.55 log kob/mL arasında değişirken TMK sayısı ise 3.28-3.68 log kob/mL arasında değişmiştir. Fenolik maddelerden gallik asit miktarının 59.9-128.8 ppm, p- kumarik asit miktarının 4.48-6.34 ppm, klorojenik asit miktarının 16.63-37.98 ppm, vanilik asit miktarının 0.33-1.08 ppm, kafeik asit miktarının 3.47-8.52 ppm, ve mirisetin miktarının ise 0.45-0.69 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Organik asit tayininde ise laktik asit miktarı 2918.5-3830.8 ppm arasında değişim gösterirken asetik asit miktarının ise 120.6-181.0 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen acısız şalgam suyu örneğinin pH 3.55-4.17, SÇKM 9.00-10.10 °Briks, kondaktivite 16.67-17.13 mS/cm, tuz 9.60-11.00 pmm, toplam asitlik 0.35-0.38 g/L, ve bulanıklık değerlerinin 467.0-627.0 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 4.17-7.91, 21.16-33.76, ve 5.63-11.68 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 21.89-35.73,  $h^\circ$  değerinin 0.25-0.33, kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının da ( $\Delta E$ ) 0.69-7.27 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.43-3.53 Abs, 0.65-0.68, 35.17-36.05 %, 9.93-10.83 %, ve 53.21-54.25 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.13-3.42 log kob/mL arasında TMK sayısı ise 3.09-3.44 logkob/mL arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca YHB ile proses edilen örneklerde ve kontrol grubu örneğinde renk yoğunluğu ve renk tonu değerlerinde raf ömrü süresinde azalma olduğu KRB değerlerinde ise artış olduğu belirlenmiştir. Raf ömrü boyunca gallik asit, p- kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, ve mirisetin miktarlarının sırası ile 73.0-153.9 ppm, 4.74-6.56 ppm, 19.88-49.32 ppm 0.45-0.91 ppmt, 3.06-9.16 ppm, ve 0.47-0.71 arasında değiştiği, organik asit



taininde ise laktik asitin 32100.0-3915.1 ppm asetik asit miktarının da 107.4-202.2 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ürünlerin raf ömrünün belirlenmesinde önemli kriterlerden biri olan TMAB sayısının proses edilen örneklerde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB sayısında artış olduğu, TMK sayısı için de kontrol grubundaki artışın proses edilmiş acılı şalgam suyuna kıyasla daha fazla olduğu ancak bu değerlerin çalışmalar sırasında elde edilen değerlere kıyasla daha az olduğu görölmektedir. Gerçekleştiren duyuşal analizlerde ise YHB ile proses edilen örnekler panelistler tarafından daha çok beğenilirken, 22 °C'de muhafaza edilen kontrol örneğinde 30. günden itibaren bulanıklığın görsel olarak arttığı ve tadında değişme olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.219.** 4°C'de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppt)	TA (g/L)	Bulanklık (NTU)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.70±0.00 <sup>d</sup>	9.20±0.00 <sup>b</sup>	16.77±0.04 <sup>ab</sup>	10.50±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.02 <sup>ab</sup>	306.3±6.79 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.65±0.01 <sup>f</sup>	9.30±0.14 <sup>b</sup>	16.71±0.01 <sup>b</sup>	9.50±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	345.6±2.12 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.68±0.01 <sup>e</sup>	9.10±0.14 <sup>b</sup>	16.82±0.00 <sup>a</sup>	10.10±0.00 <sup>d</sup>	0.37±0.01 <sup>ab</sup>	268.3±13.10 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	4.19±0.01 <sup>a</sup>	9.40±0.00 <sup>b</sup>	16.60±0.01 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>d</sup>	0.35±0.00 <sup>b</sup>	323.4±25.00 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	4.14±0.00 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.50±0.00 <sup>d</sup>	10.40±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.01 <sup>ab</sup>	314.9±4.17 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3.99±0.01 <sup>c</sup>	10.35±0.07 <sup>a</sup>	16.62±0.01 <sup>c</sup>	10.85±0.07 <sup>b</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	289.6±43.80 <sup>b</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3.99±0.00 <sup>c</sup>	10.10±0.14 <sup>a</sup>	16.01±0.03 <sup>e</sup>	11.10±0.14 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	518.4±96.00 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	3.71±0.01 <sup>d</sup>	9.25±0.07 <sup>c</sup>	16.76±0.02 <sup>a</sup>	10.50±0.00 <sup>b</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	345.1±31.7 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	3.65±0.01 <sup>f</sup>	9.35±0.07 <sup>bc</sup>	16.72±0.01 <sup>a</sup>	9.50±0.00 <sup>d</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	354.8±57.1 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	3.68±0.00 <sup>e</sup>	9.55±0.07 <sup>b</sup>	16.82±0.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	266.9±30.1 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	4.18±0.00 <sup>a</sup>	9.40±0.00 <sup>bc</sup>	16.73±0.01 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	0.35±0.01 <sup>a</sup>	339.4±56.5 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	4.13±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.64±0.01 <sup>a</sup>	10.50±0.00 <sup>b</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	306.8±12.3 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	4.00±0.01 <sup>c</sup>	10.15±0.01 <sup>a</sup>	16.60±0.04 <sup>ab</sup>	10.80±0.00 <sup>b</sup>	0.41±0.04 <sup>a</sup>	352.1±68.5 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	4.02±0.01 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.37±0.17 <sup>b</sup>	11.95±0.21 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	429.1±95.4 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	<i>I</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i> <sup>o</sup>	ΔE
Acılı K. 4 °C	0. gün	7.67±0.04 <sup>ab</sup>	33.51±0.45 <sup>a</sup>	12.07±11.68 <sup>a</sup>	35.62±0.66 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>a</sup>	
Acılı K. 4 °C	15. gün	7.41±0.42 <sup>abc</sup>	33.22±1.20 <sup>a</sup>	10.86±1.41 <sup>a</sup>	34.95±1.58 <sup>a</sup>	0.32±0.03 <sup>ab</sup>	
Acılı K. 4 °C	30. gün	6.88±0.00 <sup>cd</sup>	33.32±0.18 <sup>a</sup>	10.94±0.06 <sup>a</sup>	35.07±0.19 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>ab</sup>	
Acılı K. 4 °C	45.gün	6.96±0.06 <sup>bc</sup>	33.75±0.32 <sup>a</sup>	10.71±0.03 <sup>a</sup>	35.40±0.30 <sup>a</sup>	0.31±0.00 <sup>ab</sup>	
Acılı K. 4 °C	60. gün	6.16±0.03 <sup>d</sup>	31.75±0.35 <sup>a</sup>	10.03±0.11 <sup>a</sup>	33.30±0.37 <sup>a</sup>	0.31±0.00 <sup>ab</sup>	
Acılı K. 4 °C	75. gün	7.29±0.26 <sup>bc</sup>	34.09±0.21 <sup>a</sup>	11.52±0.11 <sup>a</sup>	35.98±0.24 <sup>a</sup>	0.33±0.00 <sup>ab</sup>	
Acılı K. 4 °C	90. gün	8.09±0.12 <sup>a</sup>	32.09±0.83 <sup>a</sup>	9.82±0.50 <sup>a</sup>	33.56±0.94 <sup>a</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	
US Acılı 4 °C	0. gün	6.87±0.20 <sup>a</sup>	32.74±0.13 <sup>a</sup>	11.25±0.15 <sup>a</sup>	34.62±0.17 <sup>a</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	1.52±0.47 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	6.98±0.17 <sup>a</sup>	33.43±0.47 <sup>a</sup>	10.76±0.36 <sup>a</sup>	35.11±0.56 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.65±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	6.85±0.01 <sup>a</sup>	33.64±0.02 <sup>a</sup>	11.28±0.09 <sup>a</sup>	35.48±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	0.46±0.05 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	7.18±0.09 <sup>a</sup>	34.69±0.53 <sup>a</sup>	11.59±0.28 <sup>a</sup>	36.57±0.59 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	1.32±0.55 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	7.44±0.02 <sup>a</sup>	33.70±0.28 <sup>a</sup>	11.95±0.15 <sup>a</sup>	35.75±0.21 <sup>a</sup>	0.34±0.01 <sup>a</sup>	3.02±0.07 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	6.69±1.15 <sup>a</sup>	32.20±1.50 <sup>a</sup>	10.25±1.39 <sup>a</sup>	33.80±1.85 <sup>a</sup>	0.31±0.03 <sup>a</sup>	2.44±2.17 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	7.69±1.03 <sup>a</sup>	32.78±3.63 <sup>a</sup>	10.64±1.97 <sup>a</sup>	34.47±4.06 <sup>a</sup>	0.31±0.02 <sup>a</sup>	3.11±1.20 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs.)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.64±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	35.17±0.06 <sup>d</sup>	12.89±0.21 <sup>a</sup>	51.95±0.15 <sup>d</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.56±0.01 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>bc</sup>	35.38±0.09 <sup>cd</sup>	11.70±0.04 <sup>b</sup>	52.92±0.05 <sup>bc</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.56±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.54±0.00 <sup>bc</sup>	11.61±0.03 <sup>b</sup>	52.85±0.03 <sup>c</sup>
Acılı K. 4 °C	45. gün	3.54±0.00 <sup>bc</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.54±0.05 <sup>bc</sup>	11.59±0.04 <sup>b</sup>	52.88±0.01 <sup>c</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	3.51±0.00 <sup>cd</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.74±0.02 <sup>ab</sup>	11.20±0.07 <sup>b</sup>	53.06±0.05 <sup>bc</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3.46±0.01 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.84±0.07 <sup>a</sup>	10.34±0.11 <sup>c</sup>	53.82±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3.49±0.02 <sup>de</sup>	0.67±0.00 <sup>c</sup>	35.50±0.08 <sup>c</sup>	11.15±0.32 <sup>b</sup>	53.35±0.24 <sup>b</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	3.63±0.00 <sup>a</sup>	0.67±0.01 <sup>a</sup>	35.21±0.01 <sup>c</sup>	12.78±0.04 <sup>a</sup>	52.02±0.05 <sup>c</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	3.53±0.02 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	35.79±0.10 <sup>ab</sup>	10.79±0.29 <sup>bc</sup>	53.42±0.20 <sup>b</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	3.53±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	35.72±0.04 <sup>ab</sup>	10.94±0.01 <sup>b</sup>	53.34±0.05 <sup>b</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	3.52±0.00 <sup>b</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	35.57±0.09 <sup>b</sup>	11.18±0.11 <sup>b</sup>	53.25±0.02 <sup>b</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	3.51±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	35.61±0.01 <sup>b</sup>	11.00±0.04 <sup>b</sup>	53.39±0.02 <sup>b</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	3.47±0.02 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	35.77±0.16 <sup>ab</sup>	10.56±0.38 <sup>bc</sup>	53.67±0.22 <sup>ab</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	3.46±0.00 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>a</sup>	35.98±0.02 <sup>a</sup>	10.08±0.09 <sup>c</sup>	53.95±0.07 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3.48±0.25 <sup>a</sup>	3.29±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3.35±0.05 <sup>a</sup>	3.37±0.07 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3.40±0.09 <sup>a</sup>	3.33±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45. gün	3.38±0.07 <sup>a</sup>	3.40±0.09 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	3.36±0.03 <sup>a</sup>	3.33±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3.37±0.06 <sup>a</sup>	3.34±0.02 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3.42±0.10 <sup>a</sup>	3.39±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	3.15±0.11 <sup>a</sup>	3.17±0.15 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	3.19±0.15 <sup>a</sup>	3.20±0.17 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	3.23±0.14 <sup>a</sup>	3.19±0.12 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	3.21±0.10 <sup>a</sup>	3.17±0.05 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	3.20±0.05 <sup>a</sup>	3.17±0.01 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	3.19±0.05 <sup>a</sup>	3.14±0.04 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	3.19±0.02 <sup>a</sup>	3.25±0.10 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulamıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acılı K. 4 °C	0. gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>ab</sup>	6.33±2.08 <sup>abc</sup>	5.00±1.00 <sup>cd</sup>	5.67±2.89 <sup>bc</sup>	6.67±2.08 <sup>abc</sup>
Acılı K. 4 °C	15.gün	6.33±1.53 <sup>a</sup>	4.00±1.00 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>d</sup>	4.67±0.58 <sup>b</sup>	4.00±0.00 <sup>c</sup>	3.67±0.58 <sup>d</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.00±1.00 <sup>c</sup>	3.67±0.58 <sup>d</sup>	3.67±1.16 <sup>c</sup>	4.00±2.00 <sup>c</sup>
Acılı K. 4 °C	30.gün	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>abc</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>	7.00±1.00 <sup>abc</sup>	6.67±1.16 <sup>bc</sup>	6.33±0.58 <sup>abc</sup>	6.00±0.00 <sup>abc</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	5.67±1.16 <sup>a</sup>	5.33±1.53 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>bcd</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	4.67±0.58 <sup>c</sup>	5.67±0.58 <sup>cd</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.33±1.16 <sup>abc</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>abc</sup>	6.33±0.58 <sup>abc</sup>
Acılı K. 4 °C	60.gün	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.00±0.00 <sup>ab</sup>
Acılı K. 4 °C	75.gün	6.00±2.65 <sup>a</sup>	6.33±2.89 <sup>abc</sup>	5.00±2.00 <sup>cd</sup>	5.67±2.52 <sup>ab</sup>	5.33±1.53 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>bc</sup>	5.33±0.58 <sup>bc</sup>	5.00±0.00 <sup>bc</sup>	5.67±1.16 <sup>cd</sup>	5.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±1.16 <sup>bc</sup>
Acılı K. 4 °C	90.gün	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	5.67±2.89 <sup>a</sup>	6.00±1.73 <sup>d</sup>	7.00±2.65 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>
US Acılı 4 °C	15.gün	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.33±1.16 <sup>c</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>	7.00±1.00 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>cd</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>c</sup>
US Acılı 4 °C	30.gün	8.00±0.00 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>	8.33±1.16 <sup>ab</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>abc</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>
US Acılı 4 °C	45.gün	8.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>c</sup>	6.67±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>bcd</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>
US Acılı 4 °C	60.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	10.00±0.0 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>ab</sup>
US Acılı 4 °C	75.gün	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>bc</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>b</sup>	6.67±1.16 <sup>bc</sup>	7.00±0.00 <sup>b</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>abcd</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>bc</sup>
US Acılı 4 °C	90.gün	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>abc</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin asit (ppm)
Acılı K. 4 °C	0. gün	94.0±109.0 <sup>a</sup>	6.11±0.16 <sup>a</sup>	28.1±16.8 <sup>a</sup>	0.15±0.21 <sup>b</sup>	2.77±3.91 <sup>a</sup>	0.37±0.52 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	135.4±1.6 <sup>a</sup>	5.29±0.05 <sup>a</sup>	41.60±5.26 <sup>a</sup>	0.38±0.06 <sup>b</sup>	4.71±0.35 <sup>a</sup>	0.68±0.03 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	125.3±5.4 <sup>a</sup>	5.22±0.42 <sup>a</sup>	36.78±1.03 <sup>a</sup>	0.36±0.04 <sup>b</sup>	4.54±0.41 <sup>a</sup>	0.67±0.03 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45.gün	147.5±13.3 <sup>a</sup>	5.90±0.35 <sup>a</sup>	17.88±1.11 <sup>a</sup>	0.83±0.07 <sup>a</sup>	5.59±0.24 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	80.5±26.9 <sup>a</sup>	4.92±1.80 <sup>a</sup>	13.98±6.23 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>b</sup>	4.28±1.57 <sup>a</sup>	0.54±0.07 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	153.0±33.7 <sup>a</sup>	6.32±0.39 <sup>a</sup>	20.88±1.99 <sup>a</sup>	0.48±0.04 <sup>ab</sup>	5.71±0.53 <sup>a</sup>	0.62±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	126.6±18.2 <sup>a</sup>	5.34±0.01 <sup>a</sup>	16.97±2.85 <sup>a</sup>	0.44±0.02 <sup>b</sup>	3.27±2.33 <sup>a</sup>	0.57±0.01 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	127.9±60.6 <sup>a</sup>	6.07±0.76 <sup>a</sup>	31.30±17.00 <sup>ab</sup>	1.40±1.02 <sup>a</sup>	5.45±0.17 <sup>a</sup>	0.63±0.16 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	157.7±1.03 <sup>a</sup>	5.60±0.54 <sup>a</sup>	44.64±1.08 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>	5.36±0.23 <sup>a</sup>	0.70±0.01 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	130.2±1.46 <sup>a</sup>	5.38±0.16 <sup>a</sup>	39.23±3.52 <sup>ab</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	4.57±0.13 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	84.3±8.25 <sup>a</sup>	4.99±0.14 <sup>a</sup>	13.40±1.28 <sup>b</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>	4.74±0.04 <sup>a</sup>	0.67±0.01 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	102.8±49.0 <sup>a</sup>	5.20±0.76 <sup>a</sup>	14.54±1.71 <sup>b</sup>	0.52±0.199 <sup>a</sup>	4.68±0.81 <sup>a</sup>	0.62±0.09 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	128.3±0.5 <sup>a</sup>	5.68±0.57 <sup>a</sup>	18.89±1.06 <sup>ab</sup>	0.47±0.01 <sup>a</sup>	4.96±0.43 <sup>a</sup>	0.59±0.05 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	171.9±12.9 <sup>a</sup>	6.45±0.01 <sup>a</sup>	19.60±1.40 <sup>ab</sup>	0.52±0.00 <sup>a</sup>	4.18±2.70 <sup>a</sup>	0.62±0.02 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acılı K. 4 °C	0. gün	3402.0±682.0 <sup>a</sup>	150.0±52.8 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	15. gün	3859.0±179.0 <sup>a</sup>	200.7±10.6 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	30. gün	3664.0±390.0 <sup>a</sup>	182.6±23.2 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	45. gün	3820±348.0 <sup>a</sup>	194.9±17.3 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	60. gün	3303.0±988.0 <sup>a</sup>	172.4±332.0 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	75. gün	3679.0±346.0 <sup>a</sup>	134.5±78.3 <sup>a</sup>
Acılı K. 4 °C	90. gün	3118.0±20.8 <sup>a</sup>	161.0±0.2 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	0. gün	3591.0±592.0 <sup>a</sup>	172.9±50.0 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	15. gün	3936.1±5.0 <sup>a</sup>	209.5±2.5 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	30. gün	3796.0±234.0 <sup>a</sup>	193.0±6.9 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	45. gün	3661.0±562.0 <sup>a</sup>	184.4±31.7 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	60. gün	3513.0±678.0 <sup>a</sup>	171.3±38.9 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	75. gün	3593.0±670.0 <sup>a</sup>	176.9±30.2 <sup>a</sup>
US Acılı 4 °C	90. gün	3629.0±191.0 <sup>a</sup>	188.7±10.4 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.219'da verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde kontrol örneğinin pH 3.65-4.19, SÇKM 9.10-10.35 °Briks, kondaktivite 16.01-16.62 mS/cm, tuz 9.50-11.10 ppm, toplam asitlik 0.35-0.39 g/L, bulanıklık değerlerinin 268.3-518.4 NTU değişimi gözlenmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırası ile 6.16-8.09, 31.75-34.09, ve 9.82-12.07 arasında değişirken,  $C^*$  değeri 33.30-35.98 ve  $h^\circ$  değeri 0.31-0.35 arasında değişim göstermiştir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.46-3.64 Abs, 0.67-0.68, 35.17-35.84 %, 10.34-12.89 %, ve 51.95-53.82 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.35-3.48 log kob/mL arasında TMK sayısı ise 3.29-3.40 log kob/mL arasında değişim göstermiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit miktarının 80.5-153.0 ppm, p-kumarik asit miktarının 4.92-6.32 ppm, klorojenik asit miktarının 13.98-41.60 ppm, vanilik asit miktarının 0.15-0.83 ppm, kafeik asit miktarının 2.77-5.71 ppm, ve mirisetin miktarının 0.37-0.76 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Laktik asit miktarı 3118.0-3859.0 ppm arasında değişirken asetik asit miktarı da 134.5-200.7 ppm arasında değişmektedir.

US ile proses edilen acılı şalgam suyu örneklerinde ise pH 3.65-4.18, SÇKM 9.25-10.15 °Briks, kondaktivite 16.37-16.82 mS/cm, tuz 9.50-11.95 ppm, toplam asitlik 0.35-0.41 g/L, ve bulanıklık 266.9-429.1 NTU arasında değişmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırası ile 6.69-7.69, 32.20-34.69, ve 10.25-11.95 arasında değişirken  $C^*$  değeri 33.80-36.57, ve  $h^\circ$  değeri 0.31-0.35, kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) 0.46-3.11 arasında değişim göstermiştir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerleri sırası ile 3.46-3.63 Abs, 0.67-0.68, 35.21-35.98 %, 10.08-12.78 %, ve 52.02-53.95 % arasında değişim göstermiştir. TMAB sayısı 3.15-3.23 log kob/mL arasında, TMK sayısı ise 3.14-3.25 log kob/mL arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Raf ömrü sırasında gallik asit miktarı 84.3-171.9 ppm p-kumarik asit miktarı 4.99-6.45 ppm, klorojenik miktarı 13.40-44.64 ppm vanilik miktarı 0.19-1.40 ppm, kafeik asit miktarı 4.18-5.45 ppt, ve mirisetin miktarı 0.59-0.70 ppm arasında değişmektedir. Ürünün laktik asit miktarının 3513.0-3936.1 ppm, asetik asit miktarının ise 171.3-2009.5 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının depolanması sırasında klorojenik miktarının değişim gösterdiği ve vanilik asit miktarının kontrol örneğine kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir.

TMAB sayısının ve TMK sayının proses edilen örneklerde ve proses edilememiş kontrol örneğinde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB yükünün ve TMK yükünün daha fazla olduğu görülmektedir.

Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyuşal analizlerde ise US ile proses edilen örnek ile kontrol örneği arasında duyuşal olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.220.** 22°C'de depolanan acılı şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acılı şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulanıklık (NTU)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.72±0.00 <sup>c</sup>	9.15±0.07 <sup>b</sup>	16.73±0.01 <sup>c</sup>	10.50±0.00 <sup>b</sup>	0.36±0.00 <sup>a</sup>	360.2±28.4 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.65±0.01 <sup>d</sup>	9.40±0.00 <sup>b</sup>	16.73±0.04 <sup>c</sup>	9.60±0.00 <sup>d</sup>	0.42±0.05 <sup>a</sup>	377.9±15.9 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.69±0.01 <sup>c</sup>	9.30±0.14 <sup>b</sup>	16.85±0.01 <sup>abc</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	0.38±0.02 <sup>a</sup>	346.8±41.2 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	4.18±0.00 <sup>a</sup>	9.40±0.00 <sup>b</sup>	16.79±0.01 <sup>bc</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	0.37±0.00 <sup>a</sup>	355.3±18.6 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	4.18±0.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.94±0.01 <sup>a</sup>	10.60±0.00 <sup>ab</sup>	0.40±0.00 <sup>a</sup>	320.8±29.6 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	4.00±0.00 <sup>b</sup>	10.05±0.07 <sup>a</sup>	16.84±0.04 <sup>abc</sup>	10.90±0.00 <sup>a</sup>	0.39±0.03 <sup>a</sup>	366.1±71.1 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	4.01±0.02 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.88±0.05 <sup>ab</sup>	10.75±0.21 <sup>ab</sup>	0.42±0.02 <sup>a</sup>	507.0±247.0 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	3.72±0.02 <sup>c</sup>	9.10±0.14 <sup>c</sup>	16.70±0.04 <sup>bc</sup>	10.00±0.00 <sup>d</sup>	0.38±0.01 <sup>ab</sup>	320.6±48.9 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	3.64±0.01 <sup>d</sup>	9.45±0.01 <sup>b</sup>	16.71±0.09 <sup>bc</sup>	9.50±0.00 <sup>e</sup>	0.37±0.01 <sup>ab</sup>	329.5±29.8 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	3.67±0.00 <sup>d</sup>	9.35±0.01 <sup>bc</sup>	16.87±0.01 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>d</sup>	0.38±0.01 <sup>ab</sup>	396.6±9.4 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	4.18±0.00 <sup>a</sup>	9.40±0.00 <sup>b</sup>	16.73±0.00 <sup>abc</sup>	10.00±0.00 <sup>d</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	316.4±22.0 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	4.17±0.01 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.62±0.01 <sup>c</sup>	10.20±0.00 <sup>c</sup>	0.40±0.01 <sup>a</sup>	290.8±9.5 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	4.01±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.84±0.00 <sup>ab</sup>	10.85±0.07 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>ab</sup>	322.2±31.4 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	3.99±0.00 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	16.84±0.01 <sup>ab</sup>	10.70±0.00 <sup>b</sup>	0.37±0.02 <sup>ab</sup>	363.9± 3.7 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^o$	$\Delta E$
US Acılı K. 22 °C	0. gün	7.71±0.93 <sup>a</sup>	34.10±1.02 <sup>ab</sup>	12.24±1.08 <sup>a</sup>	36.23±1.32 <sup>ab</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	15. gün	8.16±1.02 <sup>a</sup>	34.71±1.64 <sup>a</sup>	12.48±1.44 <sup>a</sup>	36.89±2.03 <sup>ab</sup>	0.35±0.02 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	30. gün	6.17±0.02 <sup>a</sup>	31.97±0.10 <sup>ab</sup>	9.87±0.05 <sup>a</sup>	33.46±0.08 <sup>ab</sup>	0.30±0.00 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	45.gün	9.54±0.77 <sup>a</sup>	35.72±2.43 <sup>a</sup>	14.95±1.58 <sup>a</sup>	38.72±2.86 <sup>a</sup>	0.40±0.01 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	60. gün	6.38±0.04 <sup>a</sup>	26.37±0.90 <sup>ab</sup>	8.09±1.27 <sup>a</sup>	27.59±1.23 <sup>ab</sup>	0.30±0.03 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	75. gün	7.59±2.31 <sup>a</sup>	30.09±0.21 <sup>ab</sup>	12.03±4.61 <sup>a</sup>	32.54±1.89 <sup>ab</sup>	0.38±0.13 <sup>a</sup>	
US Acılı K. 22 °C	90. gün	5.58±1.10 <sup>a</sup>	24.89±5.3 <sup>b</sup>	6.52±2.52 <sup>a</sup>	25.74±6.08 <sup>b</sup>	0.25±0.04 <sup>a</sup>	
US Acılı 22 °C	0. gün	7.41±0.76 <sup>a</sup>	33.47±1.78 <sup>a</sup>	11.90±0.56 <sup>a</sup>	35.53±2.20 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>a</sup>	1.77±1.06 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	6.77± 0.64 <sup>a</sup>	32.35±1.29 <sup>a</sup>	9.88±1.37 <sup>a</sup>	33.83±1.663 <sup>a</sup>	0.30±0.03 <sup>a</sup>	3.78±1.98 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	6.26±0.04 <sup>a</sup>	31.85±0.06 <sup>a</sup>	9.92±0.06 <sup>a</sup>	33.35±0.04 <sup>a</sup>	0.30±0.00 <sup>a</sup>	0.18±0.04 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	7.29±0.30 <sup>a</sup>	31.07±0.72 <sup>a</sup>	10.25±0.37 <sup>a</sup>	32.72±0.80 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	6.99±0.82 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	7.26±0.10 <sup>a</sup>	32.72±0.91 <sup>a</sup>	11.27±0.71 <sup>a</sup>	34.60±1.10 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	7.16±1.11 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	7.54±1.55 <sup>a</sup>	34.61±2.48 <sup>a</sup>	12.42±2.60 <sup>a</sup>	36.79±3.21 <sup>a</sup>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	5.04±2.42 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	7.20±0.46 <sup>a</sup>	29.15±3.14 <sup>a</sup>	8.30±0.91 <sup>a</sup>	30.31±3.27 <sup>a</sup>	0.28±0.00 <sup>a</sup>	4.93±3.19 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).



UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs.)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.65±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	35.06±0.10 <sup>d</sup>	13.16±0.22 <sup>a</sup>	51.78±0.12 <sup>b</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.49±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.95±0.02 <sup>ab</sup>	10.18±0.01 <sup>b</sup>	53.88±0.01 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.50±0.00 <sup>b</sup>	0.68±0.01 <sup>a</sup>	36.21±0.06 <sup>a</sup>	10.16±0.06 <sup>b</sup>	53.63±0.00 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45. gün	3.48±0.00 <sup>b</sup>	0.687±0.00 <sup>ab</sup>	36.15±0.07 <sup>a</sup>	10.12±0.11 <sup>b</sup>	53.73±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	3.48±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.93±0.06 <sup>ab</sup>	10.32±0.03 <sup>b</sup>	53.75±0.09 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	3.49±0.02 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>ab</sup>	35.64±0.17 <sup>bc</sup>	10.91±0.45 <sup>b</sup>	53.45±0.28 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	3.48±0.04 <sup>b</sup>	0.66±0.01 <sup>b</sup>	35.32±0.13 <sup>cd</sup>	11.01±0.44 <sup>b</sup>	53.67±0.57 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	3.66±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.00 <sup>a</sup>	34.97±0.04 <sup>d</sup>	13.38±0.21 <sup>a</sup>	51.65±0.17 <sup>c</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	3.50±0.00 <sup>bc</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.84±0.04 <sup>ab</sup>	10.44±0.09 <sup>c</sup>	53.72±0.05 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	3.49±0.00 <sup>bc</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.85±0.03 <sup>ab</sup>	10.32±0.05 <sup>c</sup>	53.84±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	3.48±0.00 <sup>c</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.87±0.08 <sup>a</sup>	10.27±0.04 <sup>c</sup>	53.86±0.04 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	3.50±0.02 <sup>bc</sup>	0.67±0.01 <sup>b</sup>	35.73±0.09 <sup>ab</sup>	10.79±0.28 <sup>bc</sup>	53.48±0.19 <sup>ab</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	3.49±0.00 <sup>bc</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.64±0.05 <sup>b</sup>	10.77±0.24 <sup>c</sup>	53.59±0.19 <sup>ab</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	3.51±0.00 <sup>b</sup>	0.67±0.00 <sup>b</sup>	35.36±0.00 <sup>c</sup>	11.44±0.06 <sup>b</sup>	53.21±0.06 <sup>b</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3.33±0.03 <sup>a</sup>	3.20±0.12 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3.39±0.10 <sup>a</sup>	3.23±0.12 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3.37±0.05 <sup>a</sup>	3.26±0.09 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45. gün	3.35±0.01 <sup>a</sup>	3.20±0.22 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	3.33±0.04 <sup>a</sup>	3.31±0.07 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	3.41±0.05 <sup>a</sup>	3.38±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	3.53±0.12 <sup>a</sup>	3.53±0.08 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	3.19±0.30 <sup>a</sup>	3.20±0.14 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	3.25±0.28 <sup>a</sup>	3.31±0.24 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	3.24±0.18 <sup>a</sup>	3.34±0.28 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	3.20±0.14 <sup>a</sup>	3.30±0.19 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	3.23±0.14 <sup>a</sup>	3.26±0.11 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	3.22±0.08 <sup>a</sup>	3.30±0.17 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	3.37±0.11 <sup>a</sup>	3.34±0.06 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acılı K. 22 °C	0. gün	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>ab</sup>	7.67±2.52 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	5.67±3.51 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.1 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	15.gün	6.67±0.58 <sup>abc</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>bc</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>abc</sup>	3.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	30.gün	9.33±0.58 <sup>a</sup>	6.00±3.46 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>ab</sup>	7.67±2.31 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	5.33±0.58 <sup>bc</sup>	5.33±1.16 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	5.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.33±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±0.58 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	5.67±0.58 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	60.gün	4.33±1.16 <sup>c</sup>	5.33±1.16 <sup>a</sup>	4.67±1.53 <sup>c</sup>	4.67±0.58 <sup>b</sup>	4.67±0.58 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	5.00±1.00 <sup>a</sup>	5.33±0.58 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>
Acılı K. 22 °C	75.gün	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>abc</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.33±1.16 <sup>bc</sup>	6.33±1.53 <sup>abc</sup>	6.00±1.00 <sup>abc</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	5.67±1.16 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>
Acılı K. 22 °C	90.gün	7.33±2.08 <sup>abc</sup>	7.33±2.08 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>abc</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.00±1.73 <sup>abc</sup>	7.00±1.73 <sup>abc</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>ab</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±1.53 <sup>abc</sup>	9.33±1.16 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	6.67±2.52 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15.gün	5.67±1.53 <sup>b</sup>	5.67±2.31 <sup>b</sup>	8.33±0.58 <sup>abc</sup>	5.33±0.58 <sup>c</sup>	7.00±1.00 <sup>b</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	5.67±1.53 <sup>b</sup>	5.67±2.08 <sup>b</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30.gün	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45.gün	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>c</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>	6.67±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	6.33±1.16 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60.gün	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>	8.33±1.16 <sup>abc</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.67±1.16 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75.gün	7.00±3.00 <sup>ab</sup>	6.33±2.08 <sup>ab</sup>	7.33±1.16 <sup>bc</sup>	7.33±2.52 <sup>abc</sup>	7.00±1.00 <sup>b</sup>	6.67±1.16 <sup>b</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90.gün	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±1.16 <sup>abc</sup>	8.67±1.16 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin asit (ppm)
Acılı K. 22 °C	0. gün	147.4±14.7 <sup>a</sup>	5.73±0.61 <sup>a</sup>	43.62±6.46 <sup>a</sup>	0.39±0.06 <sup>b</sup>	4.40±2.05 <sup>ab</sup>	0.68±0.05 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	116.8±12.4 <sup>ab</sup>	5.49±0.44 <sup>a</sup>	35.39±3.35 <sup>ab</sup>	0.38±0.04 <sup>b</sup>	5.21±0.38 <sup>ab</sup>	0.68±0.04 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	131.3±18.8 <sup>ab</sup>	5.90±0.18 <sup>a</sup>	31.52±4.16 <sup>abc</sup>	0.50±0.15 <sup>ab</sup>	3.43±1.31 <sup>ab</sup>	0.66±0.02 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	130.8±2.7 <sup>ab</sup>	5.49±0.01 <sup>a</sup>	19.81±2.39 <sup>c</sup>	0.75±0.04 <sup>a</sup>	5.24±0.54 <sup>ab</sup>	0.62±0.06 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	121.7±23.5 <sup>ab</sup>	6.18±0.50 <sup>a</sup>	26.37±1.84 <sup>bc</sup>	0.77±0.10 <sup>a</sup>	6.44±0.57 <sup>a</sup>	0.65±0.07 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	133. ±4.1 <sup>ab</sup>	6.34±0.22 <sup>a</sup>	21.10±0.54 <sup>bc</sup>	0.74±0.04 <sup>a</sup>	6.27±0.47 <sup>a</sup>	0.62±0.02 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	85.4±3.6 <sup>b</sup>	5.56±0.04 <sup>a</sup>	28.76±4.57 <sup>abc</sup>	0.78±0.03 <sup>a</sup>	1.82±0.68 <sup>b</sup>	0.65±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	163.2±1.3 <sup>a</sup>	5.88±0.02 <sup>a</sup>	48.32±2.17 <sup>a</sup>	0.40±0.02 <sup>a</sup>	3.58±0.04 <sup>bc</sup>	0.70±0.00 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	141.1±125.8 <sup>a</sup>	4.42±2.30 <sup>a</sup>	21.27±3.23 <sup>bc</sup>	0.72±0.77 <sup>a</sup>	1.34±1.34 <sup>c</sup>	0.64±0.19 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	166.7±98.4 <sup>a</sup>	5.41±0.01 <sup>a</sup>	14.04±6.21 <sup>c</sup>	0.82±0.30 <sup>a</sup>	5.66±0.50 <sup>ab</sup>	0.63±0.15 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	75.3±6.5 <sup>a</sup>	4.75±0.31 <sup>a</sup>	20.77±2.63 <sup>bc</sup>	0.20±0.06 <sup>a</sup>	4.69±0.38 <sup>b</sup>	0.49±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	57.3±7.2 <sup>a</sup>	3.64±1.20 <sup>a</sup>	18.54±0.63 <sup>bc</sup>	0.35±0.24 <sup>a</sup>	3.36±1.52 <sup>bc</sup>	0.50±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	177.6±7.1 <sup>a</sup>	6.42±0.08 <sup>a</sup>	24.06±0.70 <sup>bc</sup>	0.69±0.12 <sup>a</sup>	8.34±0.16 <sup>a</sup>	0.61±0.02 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	81.8±0.6 <sup>a</sup>	5.19±0.42 <sup>a</sup>	27.33±0.14 <sup>b</sup>	0.96±0.18 <sup>a</sup>	1.27±0.05 <sup>c</sup>	0.61±0.05 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acılı K. 22 °C	0. gün	3621.0±426.0 <sup>a</sup>	177.0±24.3 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	15. gün	3379.0±482.0 <sup>a</sup>	182.0±24.5 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	30. gün	3991.7±31.3 <sup>a</sup>	198.9±0.3 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	45.gün	3832.9±138.1 <sup>a</sup>	195.6±8.4 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	60. gün	3737.0±181.0 <sup>a</sup>	168.9±10.3 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	75. gün	3927.2±113.3 <sup>a</sup>	193.7±2.78 <sup>a</sup>
Acılı K. 22 °C	90. gün	3822.7±136.2 <sup>a</sup>	160.7±45.6 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	0. gün	4100.0±207.0 <sup>a</sup>	237.6±64.4 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	15. gün	4297.0±409.0 <sup>a</sup>	131.6±104.0 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	30. gün	3737.0±441.0 <sup>a</sup>	181.2±18.5 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	45. gün	3372.0±241.0 <sup>a</sup>	160.7±12.1 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	60. gün	3583.0±554.0 <sup>a</sup>	164.4±36.1 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	75. gün	3897.0±187.0 <sup>a</sup>	192.6±6.9 <sup>a</sup>
US Acılı 22 °C	90. gün	3644.0±163.0 <sup>a</sup>	184.6±7.4 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.220'e verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde 22 °C' de depolanan kontrol örneklerini pH 3.65-4.18, SÇKM 9.15-10.05 °Briks, kondaktivite 16.73-16.94 mS/cm, tuz 9.60-10.90 ppmt, toplam asitlik 0.36-0.42 g/L, ve bulanıklık değerleri 320.8-507.0 NTU arasında ölçülmüştür.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ise sırası ile 5.58-9.54, 24.89-35.72, ve 6.52-14.95 olarak tespit edilmiş olup  $C^*$  değeri 25.74-38.72,  $h^\circ$  değeri 0.25-0.40 ise arasında değişim göstermiştir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerleri sırası ile 3.48-3.65 Abs, 0.66-0.68, 35.06-36.21 %, 10.12-13.16 %, ve 51.78-53.88 % arasında değişmiştir. TMAB sayısı 3.33-3.53 log kob/mL arasında, TMK sayısı ise 3.20-3.53 log kob/mL arasında değişmiştir. Gallik asit, p- kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, ve mirisetin miktarlarının sırası ile 85.4-147.4 ppm, 5.49-6.34 ppm, 19.81-43.62 ppm, 0.38-078 ppm, 1.82-66.44 ppm, ve 0.62-0.68 ppm arasında değiştiği, laktik asit miktarının 3379.0-3991.7 ppm, ve asetik asit miktarının da 160.7-198.8 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

US ile proses edilen acılı şalgam suyu örneğinin pH 3.64-4.18, SÇKM 9.10-10.00 °Briks, kondaktivite 16.62-16.84 mS/cm, tuz 9.50-10.85 ppm, toplam asitlik 0.35-0.40 g/L, ve bulanıklığı 290.8-396.6 NTU arasında değişmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 6.26-7.54, 29.15-34.61, ve 8.30-12.42 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 30.31-34.60,  $h^\circ$  değerinin 0.28-0.34, ve kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) ise 0.18-7.16 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerleri ise sırası ile 3.48-3.66 Abs, 0.67-0.68, 34.97-35.87 %, 10.27-13.38 %, ve 51.65-53.86 % arasında değişim göstermiştir. TMAB sayısının 3.19-3.37 log kob/mL arasında, TMK sayısının ise 3.20-3.34 logkob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit 57.3-177.6 ppm, p- kumarik asit 3.64-6.42 ppm, klorojenik asit 14.04-48.32 ppm, vanilik asit 0.20-0.96 ppm, kafeik asit 1.27-8.34 ppm, ve mirisetin miktarının 0.50-0.70 ppt arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asitin 3372.0-4297.0 ppm ve asetik asitin 131.6-237.6 ppm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

TMAB sayısının ve TMK sayının proses edilen örneklerde ve proses edilememiş kontrol örneğinde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB yükünün ve TMK yükünün daha fazla olduğu görülmektedir.

Panelistler tarafından gerçekleştirilen duyuşal analizlerde ise US ile proses edilen örnek ile kontrol örneği arasında duyuşal olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.221.** 4°C'de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulanıklık (NTU)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>e</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	14.05±0.06 <sup>ab</sup>	8.90±0.00 <sup>b</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	279.5±3.7 <sup>c</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.68±0.01 <sup>g</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	13.99±0.01 <sup>abc</sup>	7.90±0.00 <sup>d</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	371.2±7.4 <sup>ab</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.69±0.00 <sup>f</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	14.16±0.00 <sup>a</sup>	8.30±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.00 <sup>a</sup>	250.0±3.7 <sup>c</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	4.19±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	14.03±0.03 <sup>ab</sup>	8.30±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	398.1±3.3 <sup>bc</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	4.14±0.00 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	13.70±0.01 <sup>d</sup>	8.30±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	289.8±11.7 <sup>c</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	4.01±0.00 <sup>d</sup>	9.95±0.07 <sup>a</sup>	13.89±0.02 <sup>bcd</sup>	8.90±0.00 <sup>b</sup>	0.33±0.04 <sup>a</sup>	280.8±11.7 <sup>c</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	4.04±0.01 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	13.77±0.13 <sup>cd</sup>	9.75±0.07 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	490.9±50.2 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>e</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	14.11±0.17 <sup>a</sup>	8.90±0.14 <sup>b</sup>	0.29±0.00 <sup>a</sup>	378.1±28.3 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	3.67±0.01 <sup>f</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	14.01±0.01 <sup>ab</sup>	7.90±0.00 <sup>d</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	366.4±7.0 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	3.69±0.01 <sup>f</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	14.11±0.04 <sup>a</sup>	8.35±0.07 <sup>c</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	329.9±12.9 <sup>b</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	4.20±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>c</sup>	13.99±0.01 <sup>ab</sup>	8.30±0.00 <sup>c</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	329.6±36.7 <sup>b</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	4.17±0.01 <sup>b</sup>	9.85±0.07 <sup>b</sup>	13.75±0.01 <sup>b</sup>	8.40±0.00 <sup>c</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	331.6±32.2 <sup>b</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	4.01±0.00 <sup>d</sup>	9.90±0.00 <sup>ab</sup>	13.92±0.01 <sup>ab</sup>	8.90±0.00 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	363.9±13.9 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	4.04±0.01 <sup>c</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	13.79±0.09 <sup>b</sup>	9.55±0.07 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	442.9± 17.1 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^o$	$\Delta E$
Acısız K. 4 °C	0. gün	10.19±0.62 <sup>ab</sup>	36.97±1.42 <sup>ab</sup>	16.25±1.73 <sup>a</sup>	40.39±2.00 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	15. gün	12.94±1.64 <sup>a</sup>	40.19±2.58 <sup>a</sup>	19.56±3.32 <sup>a</sup>	44.71±3.77 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	30. gün	9.29±0.00 <sup>b</sup>	36.74±0.11 <sup>ab</sup>	15.11±0.04 <sup>a</sup>	39.72±0.11 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	45.gün	9.60±0.04 <sup>b</sup>	36.74±0.05 <sup>ab</sup>	14.97±0.05 <sup>a</sup>	39.67±0.03 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	60. gün	11.46±0.23 <sup>ab</sup>	38.32±1.87 <sup>ab</sup>	17.92±1.68 <sup>a</sup>	42.31±2.40 <sup>a</sup>	0.44±0.02 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	75. gün	10.53±1.15 <sup>ab</sup>	32.36±1.51 <sup>ab</sup>	17.25±2.35 <sup>a</sup>	42.08±2.34 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>a</sup>	
Acısız K. 4 °C	90. gün	9.39±0.35 <sup>b</sup>	32.90±2.63 <sup>b</sup>	11.60±3.48 <sup>a</sup>	34.93±3.63 <sup>a</sup>	0.34±0.07 <sup>a</sup>	
US Acısız 4 °C	0. gün	10.51±0.29 <sup>a</sup>	35.23±2.39 <sup>a</sup>	14.91±0.04 <sup>a</sup>	38.26±2.99 <sup>a</sup>	0.40±0.03 <sup>a</sup>	2.48±2.75 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	10.38± 1.42 <sup>a</sup>	36.48±2.42 <sup>a</sup>	15.54±2.85 <sup>a</sup>	39.67±3.34 <sup>a</sup>	0.40±0.04 <sup>a</sup>	6.05±3.98 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	9.32±0.04 <sup>a</sup>	36.11±0.07 <sup>a</sup>	14.59±0.16 <sup>a</sup>	38.95±0.12 <sup>a</sup>	0.38±0.00 <sup>a</sup>	0.81±1.16 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	9.83±0.04 <sup>a</sup>	35.06±0.08 <sup>a</sup>	14.60±0.02 <sup>a</sup>	37.97±0.08 <sup>a</sup>	0.40±0.00 <sup>a</sup>	1.74±0.08 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	10.32±0.46 <sup>a</sup>	36.79±0.31 <sup>a</sup>	15.08±1.21 <sup>a</sup>	39.77±0.75 <sup>a</sup>	0.39±0.03 <sup>a</sup>	3.43±1.29 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	8.54±0.38 <sup>a</sup>	34.68±0.78 <sup>a</sup>	12.92±0.29 <sup>a</sup>	37.01±0.83 <sup>a</sup>	0.36±0.00 <sup>a</sup>	6.03±0.81 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	10.02±0.95	32.69±0.26 <sup>a</sup>	12.12±0.52 <sup>a</sup>	34.87±0.06 <sup>a</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	0.89±1.03 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.50±0.00 <sup>a</sup>	0.66±0.01 <sup>a</sup>	35.49±0.26 <sup>c</sup>	10.66±0.30 <sup>a</sup>	53.85±0.03 <sup>b</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.41±0.05 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>ab</sup>	35.91±0.23 <sup>abc</sup>	8.88±0.94 <sup>bc</sup>	55.21±0.71 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.38±0.00 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>ab</sup>	36.19±0.00 <sup>ab</sup>	8.15±0.01 <sup>bc</sup>	55.67±0.01 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45. gün	3.36±0.00 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>ab</sup>	36.25±0.00 <sup>a</sup>	8.01±0.03 <sup>bc</sup>	55.73±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	3.34±0.00 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>ab</sup>	36.30±0.04 <sup>a</sup>	7.82±0.10 <sup>c</sup>	55.89±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3.37±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.85±0.05 <sup>abc</sup>	8.87±0.22 <sup>bc</sup>	55.28±0.17 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	3.40±0.00 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.65±0.12 <sup>bc</sup>	9.39±0.10 <sup>ab</sup>	54.96±0.03 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	3.45±0.00 <sup>a</sup>	0.66±0.00 <sup>a</sup>	35.98±0.03 <sup>a</sup>	9.43±0.05 <sup>a</sup>	54.59±0.02 <sup>d</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	3.39±0.01 <sup>bc</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.97±0.02 <sup>a</sup>	8.52±0.09 <sup>c</sup>	55.51±0.07 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	3.37±0.00 <sup>cd</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	36.03±0.01 <sup>a</sup>	8.36±0.04 <sup>c</sup>	55.61±0.05 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	3.36±0.00 <sup>d</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	36.04±0.02 <sup>a</sup>	8.22±0.01 <sup>c</sup>	55.74±0.03 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	3.35±0.01 <sup>d</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	36.05±0.06 <sup>a</sup>	8.17±0.19 <sup>c</sup>	55.78±0.13 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	3.37±0.00 <sup>cd</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.74±0.01 <sup>b</sup>	8.96±0.04 <sup>b</sup>	55.30±0.05 <sup>bc</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	3.40±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.49±0.01 <sup>c</sup>	9.54±0.14 <sup>a</sup>	54.87±0.15 <sup>c</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3.38±0.12 <sup>a</sup>	3.44±0.17 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	3.41±0.17 <sup>a</sup>	3.32±0.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3.42±0.14 <sup>a</sup>	3.48±0.21 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45. gün	3.38±0.05 <sup>a</sup>	3.45±0.14 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	3.36±0.01 <sup>a</sup>	3.46±0.14 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3.44±0.09 <sup>a</sup>	3.50±0.16 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	3.01±0.78 <sup>a</sup>	3.49±0.04 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	3.18±0.14 <sup>a</sup>	3.13±0.07 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	3.28±0.24 <sup>a</sup>	3.21±0.28 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	3.23±0.16 <sup>a</sup>	3.21±0.14 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	3.33±0.27 <sup>a</sup>	3.16±0.06 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	3.35±0.28 <sup>a</sup>	3.22±0.08 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	3.29±0.17 <sup>a</sup>	3.24±0.12 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	3.31±0.13 <sup>a</sup>	3.25±0.07 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acısız K. 4 °C	0. gün	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	5.33±0.58 <sup>c</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	5.67±1.53 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15.gün	8.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.00±0.00 <sup>c</sup>	4.00±1.00 <sup>b</sup>	4.00±1.00 <sup>b</sup>	3.00±1.00 <sup>b</sup>	4.00±1.00 <sup>b</sup>	4.67±2.52 <sup>a</sup>	3.67±1.53 <sup>b</sup>	5.00±2.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30.gün	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	6.00±2.00 <sup>ab</sup>	7.67±2.31 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>ab</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>abc</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60.gün	6.67±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±1.53 <sup>bc</sup>	6.67±1.53 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.00±1.73 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.00±2.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90.gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.16 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	8.67±0.58 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>ab</sup>	5.67±3.51 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>abc</sup>
US Acısız 4 °C	15.gün	5.33±0.58 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	5.33±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>bc</sup>
US Acısız 4 °C	30.gün	6.67±1.16 <sup>ab</sup>	7.00±1.73 <sup>ab</sup>	6.67±1.16 <sup>ab</sup>	8.33±1.16 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>ab</sup>	8.00±0.00 <sup>ab</sup>	6.00±0.00 <sup>a</sup>	6.67±2.08 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>b</sup>	6.00±0.00 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>c</sup>
US Acısız 4 °C	45.gün	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±1.16 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>
US Acısız 4 °C	60.gün	7.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>
US Acısız 4 °C	75.gün	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>ab</sup>
US Acısız 4 °C	90.gün	8.67±1.53 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin (ppm)
Acısız K. 4 °C	0. gün	106.7±11.8 <sup>a</sup>	5.02±0.12 <sup>a</sup>	32.48±2.03 <sup>ab</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	3.88±0.04 <sup>a</sup>	0.70±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	88.6±18.0 <sup>a</sup>	4.38±0.55 <sup>a</sup>	34.44±4.47 <sup>a</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>	3.15±0.32 <sup>a</sup>	0.65±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	89.3±7.2 <sup>a</sup>	4.35±0.49 <sup>a</sup>	34.37±5.43 <sup>a</sup>	0.32±0.10 <sup>a</sup>	3.01±0.43 <sup>a</sup>	0.64±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	89.66±24.6 <sup>a</sup>	4.65±0.41 <sup>a</sup>	14.24±1.14 <sup>c</sup>	0.34±0.05 <sup>a</sup>	3.62±0.49 <sup>a</sup>	0.59±0.04 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	17.3±12.1 <sup>a</sup>	4.23±0.02 <sup>a</sup>	15.08±1.28 <sup>c</sup>	0.39±0.05 <sup>a</sup>	3.09±0.07 <sup>a</sup>	0.56±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	130.4±34.7 <sup>a</sup>	5.22±0.64 <sup>a</sup>	19.08±0.54 <sup>c</sup>	0.34±0.06 <sup>a</sup>	2.63±0.52 <sup>a</sup>	0.63±0.04 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	74.0±22.4 <sup>a</sup>	4.92±1.13 <sup>a</sup>	20.82±4.19 <sup>bc</sup>	0.38±0.11 <sup>a</sup>	3.67±0.76 <sup>a</sup>	0.56±0.07 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	113.3±18.5 <sup>a</sup>	4.90±0.15 <sup>a</sup>	37.76±5.47 <sup>a</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>	3.52±0.04 <sup>a</sup>	0.70±0.02 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	109.7±4.1 <sup>ab</sup>	4.84±0.17 <sup>a</sup>	38.37±3.51 <sup>a</sup>	0.37±0.00 <sup>a</sup>	3.48±0.05 <sup>a</sup>	0.69±0.01 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	110.1±3.5 <sup>ab</sup>	4.78±0.09 <sup>a</sup>	38.18±3.38 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	3.21±0.08 <sup>a</sup>	0.69±0.01 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	88.8±9.8 <sup>ab</sup>	4.71±0.16 <sup>a</sup>	14.79±0.42 <sup>b</sup>	0.46±0.12 <sup>a</sup>	3.78±0.11 <sup>a</sup>	0.60±0.01 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	50.4±23.5 <sup>b</sup>	5.51±0.14 <sup>a</sup>	21.31±6.71 <sup>b</sup>	0.74±0.42 <sup>a</sup>	4.74±1.67 <sup>a</sup>	0.49±0.16 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	96.4±22.5 <sup>ab</sup>	4.93±0.53 <sup>a</sup>	16.58±2.49 <sup>b</sup>	0.47±0.08 <sup>a</sup>	3.48±0.39 <sup>a</sup>	0.60±0.04 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	64.9±13.6 <sup>ab</sup>	5.09±0.88 <sup>a</sup>	25.11±1.67 <sup>ab</sup>	0.37±0.05 <sup>a</sup>	3.87±1.09 <sup>a</sup>	0.62±0.03 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).



UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acısız K. 4 °C	0. gün	3294.1±121.7 <sup>a</sup>	157.9±9.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	15. gün	2629.4±57.8 <sup>a</sup>	125.3±0.6 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	30. gün	3010.0±571.0 <sup>a</sup>	163.2±52.7 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	45.gün	2746.6±126.7 <sup>a</sup>	134.8±6.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	60. gün	2735.5±92.1 <sup>a</sup>	120.6±28.6 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	75. gün	3032.0±417.0 <sup>a</sup>	148.2±23.4 <sup>a</sup>
Acısız K. 4 °C	90. gün	2798.0±631.0 <sup>a</sup>	141.6±35.4 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	0. gün	3454.0±221.0 <sup>a</sup>	170.4±9.7 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	15. gün	3253.3±116.4 <sup>a</sup>	162.9±6.5 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	30. gün	3296.8±5.1 <sup>a</sup>	160.1±0.8 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	45. gün	3093.0±207.0 <sup>a</sup>	153.6±11.4 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	60. gün	3041.0±432.0 <sup>a</sup>	134.8±49.7 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	75. gün	2848.0±316.0 <sup>a</sup>	132.6±19.5 <sup>a</sup>
US Acısız 4 °C	90. gün	2834.7±94.6 <sup>a</sup>	143.6±5.8 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.221’de verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde 4 °C’de depolanan kontrol örneklerinde sırasıyla pH 3.68-4.19, SÇKM 9.00-10.00 °Briks, kondaktivite 13.70-14.16 mS/cm, tuz 7.90-9.75 ppm, toplam asitlik 0.30-0.32 g/L, ve bulanıklıktaki 250.0-490.9 NTU değişimler tespit edilmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 9.39-12.94, 32.36-40.19, ve 11.60-19.56 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 34.93-44.71,  $h^\circ$  değerinin ise 0.34-0.45 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.34-3.50 Abs, 0.65-0.66, 35.49-36.30 %, 7.82-10.66 %, ve 53.85-55.89 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısının 3.01-3.44 log kob/mL arasında, TMK sayısının ise 3.32-3.50 logkob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Gallik asit miktarının 17.3-106.7 ppm, p- kumarik asit miktarının 4.23-5.22 ppm, klorojenik asit miktarının 14.24-34.44 ppm, vanilik asit miktarının 0.29-0.39 ppm, kafeik asit miktarının 2.63-3.88 ppm, ve mirisetin miktarın ise 0.56-0.70 ppm arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asit miktarının 2629.4-3294.1 ppm ve asetik asit miktarının da 120.6-163.2 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

US ile proses edilen acısız şalgam suyu örneğinin pH 3.67-4.17, SÇKM 9.00-10.00 °Briks, kondaktivite 13.75-14.11 mS/cm, tuz 7.90-9.55 ppm, toplam asitlik 0.29-0.33 g/L, ve bulanıklık 329.6-442.9 NTU değerlerindeki değişim takip edilmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin sırası ile 8.54-10.51, 32.69-36.79, ve 12.12-15.54 arasında değiştiği belirlenmiştir.  $C^*$  değerinin 34.87-39.77,  $h^\circ$  değerinin 0.36-0.40, ve kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) 0.81-6.05 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.35-3.45 Abs, 0.65-0.66, 35.49-36.05 %, 8.17-9.54 %, ve 54.59-55.78 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.18-3.35 logkob/mL arasında değişim gösterirken TMK sayısı ise 3.13-3.25 logkob/mL arasında değişim göstermiştir. TMAB sayısının ve TMK sayının proses edilen örneklerde ve proses edilememiş kontrol örneğinde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB yükünün ve TMK yükünün daha fazla olduğu görülmektedir. US ile proses edilen örneklerde ise fenolik madde tayininde gallik asit, p- kumarik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, ve mirisetin miktarlarının 50.4-113.3 ppm 4.71-5.51 pptm, 14.79-38.37 ppm 0.30-0.74 ppmt, 3.21-4.74 ppm, ve 0.49-0.70 ppt arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asit miktarının 2834.7-3454.0

ppm, asetik asit miktarının ise 32.6-170.4 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde raf ömrü süresince acısız şalgam suyunun laktik asit miktarında azalma olduğu söylenebilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Panelistler tarafından gerçekleştiren duyusal analizlerde ise US ile proses edilen örnek ile kontrol rneği arasında duyusal olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.222.** 22°C'de depolanan acısız şalgam suyu kontrol örneği ve US ile proses edilen acısız şalgam suyunun raf ömrü analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	pH	SÇKM(°Briks)	Kondaktivite (mS/cm)	Tuz (ppm)	TA (g/L)	Bulanıklık (NTU)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	8.95±0.07 <sup>e</sup>	14.01±0.02 <sup>a</sup>	8.70±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.04 <sup>a</sup>	280.8±3.4 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.68±0.01 <sup>c</sup>	9.15±0.07 <sup>d</sup>	14.06±0.11 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>f</sup>	0.31±0.03 <sup>a</sup>	315.4±8.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.69±0.01 <sup>c</sup>	9.40±0.00 <sup>c</sup>	14.16±0.01 <sup>a</sup>	8.30±0.00 <sup>e</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	410.1±70.3 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	4.20±0.01 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>e</sup>	14.07±0.02 <sup>a</sup>	8.30±0.00 <sup>e</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	309.3±52.8 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	4.17±0.01 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	14.01±0.02 <sup>a</sup>	8.60±0.00 <sup>d</sup>	0.31±0.01 <sup>a</sup>	321.4±15.6 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	4.03±0.00 <sup>b</sup>	9.80±0.00 <sup>b</sup>	14.07±0.01 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	290.5±3.5 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	4.03±0.03 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	14.13±0.02 <sup>a</sup>	8.90±0.00 <sup>b</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	338.6±73.9 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	3.71±0.00 <sup>c</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	13.97±0.01 <sup>c</sup>	8.60±0.00 <sup>c</sup>	0.31±0.01 <sup>ab</sup>	392.2±25.2 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	3.67±0.00 <sup>d</sup>	9.20±0.14 <sup>b</sup>	14.03±0.06 <sup>bc</sup>	7.90±0.00 <sup>e</sup>	0.31±0.01 <sup>ab</sup>	542.5±62.7 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	3.69±0.00 <sup>cd</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	14.16±0.01 <sup>ab</sup>	8.30±0.00 <sup>d</sup>	0.31±0.00 <sup>b</sup>	379.6±21.1 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	4.19±0.01 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	14.06±0.03 <sup>bc</sup>	8.30±0.00 <sup>d</sup>	0.33±0.02 <sup>ab</sup>	324.6±34.0 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	4.17±0.00 <sup>a</sup>	9.85±0.07 <sup>a</sup>	14.19±0.01 <sup>ab</sup>	8.80±0.00 <sup>bc</sup>	0.35±0.00 <sup>a</sup>	345.6±68.0 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	4.03±0.00 <sup>b</sup>	9.75±0.07 <sup>a</sup>	14.09±0.01 <sup>bc</sup>	9.00±0.00 <sup>ab</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	429.9±71.6 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	4.04±0.01 <sup>b</sup>	10.00±0.00 <sup>a</sup>	14.29±0.10 <sup>a</sup>	9.10±0.14 <sup>a</sup>	0.33±0.00 <sup>ab</sup>	487.0±143.0 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^o$	$\Delta E$
Acısız K. 22 °C	0. gün	9.85±1.10 <sup>a</sup>	36.39±1.65 <sup>a</sup>	15.66±1.59 <sup>a</sup>	39.62±2.15 <sup>a</sup>	0.41±0.02 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	15. gün	9.84±0.01 <sup>a</sup>	36.50±0.22 <sup>a</sup>	15.13±0.23 <sup>a</sup>	39.51±0.29 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	30. gün	8.66±0.04 <sup>a</sup>	34.98±0.06 <sup>ab</sup>	13.50±0.67 <sup>a</sup>	37.49±0.18 <sup>ab</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	45. gün	9.21±0.17 <sup>a</sup>	34.03±0.06 <sup>ab</sup>	13.25±0.33 <sup>a</sup>	36.51±0.18 <sup>ab</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	60. gün	10.40±0.35 <sup>a</sup>	36.76±1.58 <sup>a</sup>	15.79±0.79 <sup>a</sup>	40.01±1.77 <sup>a</sup>	0.41±0.00 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	75. gün	9.50±0.62 <sup>a</sup>	36.15±0.57 <sup>a</sup>	15.00±0.11 <sup>a</sup>	39.14±0.48 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	
Acısız K. 22 °C	90. gün	10.44±3.05 <sup>a</sup>	27.34±5.07 <sup>b</sup>	9.69±3.60 <sup>a</sup>	29.03±5.98 <sup>b</sup>	0.33±0.06 <sup>a</sup>	
US Acısız 22 °C	0. gün	9.97± 1.93 <sup>a</sup>	35.92±2.37 <sup>a</sup>	15.59±3.11 <sup>a</sup>	39.18±3.41 <sup>a</sup>	0.41±0.05 <sup>a</sup>	3.11±0.36 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	8.51± 1.34 <sup>a</sup>	33.80±1.70 <sup>a</sup>	12.36±0.33 <sup>a</sup>	36.01±2.39 <sup>a</sup>	0.35±0.05 <sup>a</sup>	4.11±3.11 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	7.60±0.08 <sup>a</sup>	33.56±2.21 <sup>a</sup>	11.10±0.28 <sup>a</sup>	35.51±0.11 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	2.60±0.12 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	9.88±1.20 <sup>a</sup>	36.84±2.11 <sup>a</sup>	16.02±2.06 <sup>a</sup>	40.18±2.76 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>a</sup>	4.05±3.08 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	9.22±0.30 <sup>a</sup>	35.84±0.40 <sup>a</sup>	16.07±0.17 <sup>a</sup>	39.28±0.29 <sup>a</sup>	0.42±0.01 <sup>a</sup>	1.53±0.51 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	9.86±2.31 <sup>a</sup>	37.25±2.72 <sup>a</sup>	16.31±3.89 <sup>a</sup>	40.70±4.04 <sup>a</sup>	0.41±0.06 <sup>a</sup>	3.76±2.37 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	9.73±0.62 <sup>a</sup>	35.03±1.22 <sup>a</sup>	14.07±0.98 <sup>a</sup>	37.74±1.50 <sup>a</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	8.90±1.49 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	IC (Abs)	Renk Tonu	SRB (%)	MRB (%)	KRB (%)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.46±0.01 <sup>a</sup>	0.66±0.00 <sup>a</sup>	35.77±0.11 <sup>a</sup>	9.91±0.10 <sup>a</sup>	54.33±0.02 <sup>b</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.41±0.01 <sup>b</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.80±0.03 <sup>a</sup>	9.06±0.07 <sup>b</sup>	55.14±0.04 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.40±0.01 <sup>bc</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.73±0.03 <sup>a</sup>	9.04±0.05 <sup>b</sup>	55.23±0.02 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	3.38±0.01 <sup>bcd</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.77±0.01 <sup>a</sup>	8.91±0.04 <sup>b</sup>	55.32±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3.38±0.00 <sup>cd</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.80±0.01 <sup>a</sup>	8.86±0.08 <sup>b</sup>	55.35±0.07 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3.45±0.01 <sup>a</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.07±0.23 <sup>b</sup>	10.66±0.43 <sup>a</sup>	54.27±0.20 <sup>b</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3.46±0.01 <sup>d</sup>	0.65±0.00 <sup>b</sup>	35.77±0.18 <sup>a</sup>	8.77±0.27 <sup>b</sup>	55.46±0.09 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	3.43±0.00 <sup>ab</sup>	0.66±0.00 <sup>a</sup>	36.08±0.05 <sup>a</sup>	9.15±0.03 <sup>bc</sup>	54.77±0.08 <sup>c</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	3.45±0.02 <sup>ab</sup>	0.65±0.00 <sup>ab</sup>	35.53±0.19 <sup>ab</sup>	9.96±0.45 <sup>ab</sup>	54.51±0.26 <sup>cd</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	3.41±0.02 <sup>bc</sup>	0.64±0.01 <sup>abc</sup>	35.45±0.26 <sup>ab</sup>	9.48±0.02 <sup>bc</sup>	55.08±0.24 <sup>bc</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	3.38±0.00 <sup>cd</sup>	0.63±0.00 <sup>c</sup>	35.15±0.08 <sup>b</sup>	9.47±0.00 <sup>bc</sup>	55.39±0.08 <sup>ab</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	3.37±0.00 <sup>cd</sup>	0.63±0.00 <sup>c</sup>	35.14±0.04 <sup>b</sup>	9.32±0.07 <sup>bc</sup>	55.54±0.04 <sup>ab</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	3.46±0.01 <sup>a</sup>	0.65±0.00 <sup>a</sup>	35.31±0.10 <sup>ab</sup>	10.56±0.21 <sup>a</sup>	54.14±0.12 <sup>d</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	3.34±0.00 <sup>d</sup>	0.64±0.01 <sup>bc</sup>	35.43±0.42 <sup>ab</sup>	8.76±0.39 <sup>c</sup>	55.81±0.04 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	TMAB (log kob/mL)	TMK (log kob/mL)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3.40±0.13 <sup>a</sup>	3.41±0.16 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3.38±0.08 <sup>a</sup>	3.45±0.17 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	3.45±0.16 <sup>a</sup>	3.42±0.11 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	3.37±0.02 <sup>a</sup>	3.52±0.01 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3.40±0.03 <sup>a</sup>	3.54±0.23 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3.47±0.10 <sup>a</sup>	3.42±0.06 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3.55±0.12 <sup>a</sup>	3.51±0.05 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	3.19±0.22 <sup>a</sup>	3.16±0.16 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	3.27±0.31 <sup>a</sup>	3.17±0.19 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	3.27±0.27 <sup>a</sup>	3.24±0.22 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	3.26±0.22 <sup>a</sup>	3.18±0.10 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	3.22±0.14 <sup>a</sup>	3.27±0.21 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	3.22±0.08 <sup>a</sup>	3.23±0.13 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	3.34±0.27 <sup>a</sup>	3.26±0.17 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Acısız K. 22°C	0. gün	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>a</sup>	5.67±3.51 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	15.gün	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	7.67±2.08 <sup>abc</sup>	6.33±1.16 <sup>abcd</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	4.67±2.52 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	5.67±3.21 <sup>a</sup>	8.00±1.73 <sup>a</sup>	4.67±2.52 <sup>a</sup>	4.67±1.53 <sup>a</sup>	5.00±1.73 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	30.gün	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>ab</sup>	7.33±2.08 <sup>ab</sup>	7.33±1.16 <sup>ab</sup>	7.33±1.16 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.16 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.00±0.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	45.gün	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	5.67±0.58 <sup>bcd</sup>	6.00±1.00 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	5.67±1.53 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>abc</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	60.gün	6.00±1.00 <sup>c</sup>	7.33±0.58 <sup>abc</sup>	5.00±1.00 <sup>cd</sup>	6.00±1.00 <sup>bc</sup>	6.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	75.gün	10.00±0.00 <sup>a</sup>	8.33±1.16 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.67±1.53 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>ab</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.67±1.16 <sup>bc</sup>	4.33±1.16 <sup>a</sup>	4.33±1.16 <sup>a</sup>	4.33±1.16 <sup>a</sup>
Acısız K. 22°C	90.gün	3.67±0.58 <sup>d</sup>	5.00±1.00 <sup>c</sup>	4.67±1.53 <sup>d</sup>	3.33±0.58 <sup>c</sup>	4.33±0.58 <sup>b</sup>	5.00±1.00 <sup>b</sup>	4.67±0.58 <sup>a</sup>	4.33±0.58 <sup>c</sup>	4.67±0.58 <sup>a</sup>	5.00±1.00 <sup>a</sup>	4.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±1.53 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>ab</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.73 <sup>a</sup>	6.33±2.31 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15.gün	6.67±2.31 <sup>a</sup>	5.67±1.53 <sup>b</sup>	7.67±0.58 <sup>ab</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	5.33±1.16 <sup>b</sup>	5.00±2.00 <sup>c</sup>	5.00±1.73 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>a</sup>	5.67±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30.gün	8.67±1.16 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>a</sup>	9.33±0.58 <sup>a</sup>	9.67±0.58 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>ab</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>	8.00±2.00 <sup>a</sup>	7.67±2.08 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45.gün	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>b</sup>	7.33±1.16 <sup>abc</sup>	7.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60.gün	7.00±2.00 <sup>a</sup>	7.33±1.53 <sup>ab</sup>	6.33±0.58 <sup>b</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.00±1.00 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>bc</sup>	6.33±0.58 <sup>ab</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	6.33±0.58 <sup>a</sup>	6.67±0.58 <sup>a</sup>	7.33±0.58 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75.gün	8.00±2.00 <sup>a</sup>	9.00±1.00 <sup>ab</sup>	9.33±1.16 <sup>a</sup>	8.33±2.08 <sup>a</sup>	7.33±1.16 <sup>ab</sup>	6.00±1.00 <sup>bc</sup>	6.00±1.73 <sup>ab</sup>	6.67±1.53 <sup>a</sup>	6.00±1.00 <sup>a</sup>	6.33±1.53 <sup>a</sup>	7.00±2.00 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90.gün	8.00±1.00 <sup>a</sup>	7.67±1.53 <sup>ab</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	9.00±0.00 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	7.67±0.58 <sup>abc</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.67±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>	8.33±0.58 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Gallik asit (ppm)	p- Kumarik asit (ppm)	Klorojenik asit (ppm)	Vanilik asit (ppm)	Kafeik asit (ppm)	Mirisetin asit (ppm)
Acısız K. 22 °C	0. gün	124.2±29.8 <sup>a</sup>	5.16±0.29 <sup>a</sup>	39.28±1.34 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	3.04±0.19 <sup>a</sup>	0.70±0.04 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	112.9±8.0 <sup>a</sup>	4.88±0.02 <sup>a</sup>	35.18±3.16 <sup>ab</sup>	0.32±0.03 <sup>a</sup>	3.75±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	85.8±15.6 <sup>a</sup>	4.91±0.08 <sup>a</sup>	17.91±2.05 <sup>de</sup>	0.44±0.13 <sup>a</sup>	4.11±0.14 <sup>a</sup>	0.71±0.03 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	45.gün	65.2±15.5 <sup>a</sup>	3.92±0.93 <sup>a</sup>	11.95±2.01 <sup>c</sup>	0.36±0.07 <sup>a</sup>	3.45±0.75 <sup>a</sup>	0.52±0.04 <sup>bc</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	77.8±20.9 <sup>a</sup>	5.31±0.06 <sup>a</sup>	27.61±1.54 <sup>bc</sup>	0.67±0.08 <sup>a</sup>	4.74±0.50 <sup>a</sup>	0.54±0.03 <sup>bc</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	110.7±37.0 <sup>a</sup>	4.92±0.04 <sup>a</sup>	19.88±3.90 <sup>cde</sup>	0.66±0.18 <sup>a</sup>	5.02±1.59 <sup>a</sup>	0.60±0.02 <sup>ab</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	46.5±7.9 <sup>a</sup>	4.65±0.24 <sup>a</sup>	23.22±0.54 <sup>cd</sup>	0.47±0.18 <sup>a</sup>	2.87±2.49 <sup>a</sup>	0.43±0.06 <sup>c</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	125.6±10.2 <sup>a</sup>	5.07±0.38 <sup>a</sup>	41.31±2.24 <sup>a</sup>	0.35±0.08 <sup>a</sup>	3.36±0.18 <sup>a</sup>	0.70±0.03 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	90.6±13.0 <sup>abc</sup>	4.16±0.42 <sup>a</sup>	36.82±3.57 <sup>ab</sup>	0.29±0.01 <sup>a</sup>	3.03±0.53 <sup>a</sup>	0.63±0.03 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	70.1±16.9 <sup>c</sup>	4.50±0.58 <sup>a</sup>	14.11±3.77 <sup>c</sup>	0.32±0.06 <sup>a</sup>	3.02±0.07 <sup>a</sup>	0.68±0.01 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	75.7±2.0 <sup>bc</sup>	5.25±0.76 <sup>a</sup>	14.25±3.99 <sup>c</sup>	0.36±0.04 <sup>a</sup>	3.95±0.62 <sup>a</sup>	0.64±0.02 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	89.1±7.1 <sup>abc</sup>	5.94±0.76 <sup>a</sup>	21.73±0.23 <sup>bc</sup>	0.46±0.11 <sup>a</sup>	3.87±0.60 <sup>a</sup>	0.63±0.05 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	116.8±14.4 <sup>ab</sup>	5.14±0.44 <sup>a</sup>	11.45±9.31 <sup>c</sup>	0.47±0.14 <sup>a</sup>	4.33±0.62 <sup>a</sup>	0.63±0.02 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	70.5±7.2 <sup>c</sup>	4.83±0.62 <sup>a</sup>	21.58±1.84 <sup>bc</sup>	0.68±0.24 <sup>a</sup>	3.47±3.31 <sup>a</sup>	0.64±0.00 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Laktik asit (ppm)	Asetik asit (ppm)
Acısız K. 22 °C	0. gün	3269.7±84.6 <sup>a</sup>	162.7±3.1 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	15. gün	3199.5±75.2 <sup>a</sup>	152.8±7.0 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	30. gün	2180.8±23.7 <sup>b</sup>	78.2±23.0 <sup>b</sup>
Acısız K. 22 °C	45. gün	2954.0±56.6 <sup>a</sup>	157.9±20.3 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	60. gün	3005.4±1.6 <sup>a</sup>	149.0±7.6 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	75. gün	3046.0±278.0 <sup>a</sup>	140.5±14.5 <sup>a</sup>
Acısız K. 22 °C	90. gün	3111.0±256.0 <sup>a</sup>	151.2±18.2 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	0. gün	3151.0±262.0 <sup>a</sup>	157.6±12.77 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	15. gün	2672.0±316.0 <sup>a</sup>	128.5±13.92 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	30. gün	2638.0±450.0 <sup>a</sup>	91.2±16.4 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	45. gün	2884.0±382.0 <sup>a</sup>	94.3±64.7 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	60. gün	3235.7±10.5 <sup>a</sup>	158.4±0.8 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	75. gün	3046.0±327.0 <sup>a</sup>	143.0±28.3 <sup>a</sup>
US Acısız 22 °C	90. gün	3128.5±90.5 <sup>a</sup>	124.6±43.2 <sup>a</sup>

Analiz edilen her bir parametreye ait ortalamalardan aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p > 0.05$ ), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan kontrol grubundan farklıdır ( $p < 0.05$ ).

Çizelge 4.222’de verilen sonuçlar incelendiğinde, raf ömrü süresinde 22 °C’ de depolanan kontrol örneğinin pH 3.68-4.20, SÇKM 8.95-10.00 °Briks, iletkenlik değeri 14.01-14.16 mS/cm, tuz 8.00-9.00 ppt, toplam asitlik 0.31-0.33 g/L, ve bulanıklık 280.8-410.1 NTU değerlerindeki değişim takip edilmiş olup  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırası ile 8.66-10.44, 27.34-36.76, ve 9.69-15.79 arasında değişim göstermiştir.  $C^*$  değeri 29.03-40.01,  $h^\circ$  değeri ise 0.33-0.41 arasında değişim göstermektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerleri sırası ile 3.38-3.46 Abs, 0.65-0.66, 35.07-35.80 %, 8.77-10.66 %, ve 54.27-55.46 % arasında değişmiştir. TMAB sayısı 3.37-3.55 log kob/mL arasında değişirken TMK sayısı 3.41-3.54 log kob/mL arasında değişmiştir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit 46.5-124.2 ppm, p- kumarik asit 3.92-5.31 ppm, klorojenik asit 11.95-39.28 ppm, vanilik asit 0.32-0.67 ppm, kafeik asit 2.87-5.02 ppm, ve mirisetinin 0.43-0.71 ppm arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asitin 2180.8-3269.7 ppm, asetik asitin ise 78.2-162.7 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.

US ile proses edilen acısız şalgam suyu örneklerinin pH 3.67-4.19, SÇKM 9.00-10.00 °Briks, iletkenlik 13.97-14.29 mS/cm, tuz 8.30-9.10 ppm, toplam asitlik 0.31-0.35 g/L, ve bulanıklığı 324.6-542.5 NTU arasında değişim göstermiştir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırası ile 8.51-9.97, 33.56-37.25, ve 11.10-16.31 arasında değişirken  $C^*$  değerinin 35.51-40.70,  $h^\circ$  değerinin 0.33-0.42, ve kontrol grubuna kıyasla toplam renk farkının ( $\Delta E$ ) ise 1.53-8.90 arasında değiştiği görülmektedir. Renk yoğunluğu, renk tonu, SRB, MRB, ve KRB değerlerinin sırası ile 3.34-3.45 Abs, 0.63-0.66, 35.14-36.08 %, 8.76-10.56 %, ve 54.14-55.81 % arasında değiştiği belirlenmiştir. TMAB sayısı 3.19-3.34 log kob/mL arasında, TMK sayısı ise 3.16-3.27 logkob/mL arasında değişim göstermiştir. TMAB sayısına ve TMK sayısına yapılan tek yönlü ANOVA sonuçlarına göre US ile proses edilen örneklerde ve proses edilememiş acısız şalgam suyu kontrol örneğinde raf ömrü boyunca değişim göstermediği, ancak kontrol grubunda TMAB yükünün ve TMK yükünün daha fazla olduğu görülmektedir. Yapılan fenolik madde analizlerinde gallik asit 70.1-125.6 ppm, p- kumarik asit 4.16-5.94 ppm, klorojenik asit 11.45-41.31 ppm, vanilik asit 0.29-0.68 ppm, kafeik asit 3.02-4.33 ppm, ve mirisetinin miktarlarının 0.63-0.70 ppm arasında değiştiği, organik asit tayininde ise laktik asitin 2638.0-3235.7 ppm, asetik asitin ise 91.2-158.4 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir.



Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kontrol grubu ile proses edilen örnekler arasındaki sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen duyusal analizlerde ise US ile proses edilen örneklerin panelistler tarafından daha çok beğenildiği, 22 °C’de muhafaza edilen kontrol örneğinde 30. günde bulanıklığın görsel olarak arttığı ve tadında değişme olduğu belirlenmiştir



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yüksek hidrostatik basınç (YHB) ve ultrasonikasyon (US) teknolojileri ülkemizde kullanımı henüz yaygınlaşmamış olan ancak avantajları nedeni ile tüm dünyada popüler olan ısıtma işleme alternatif yenilikçi proses teknolojileridir. Bu çalışma kapsamında gıda endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşan bu yöntemlerin laktik asit fermantasyonu ile üretilen ve ülkemize tüketimi giderek yaygınlaşan geleneksel ürünlerimizden şalgam suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bu kapsamda ön çalışmalar sırasında belirlenen parametrelere göre belirlenen Box-Behnken Deneme desenine göre acılı ve acısız şalgam suları YHB ve US ile proses edilerek gerekli analizler gerçekleştirilmiş ve acılı ve acısız şalgam suları için bu yöntemlerin optimum uygulama koşulları belirlenmiştir. Araştırmanın raf ömrü çalışmaları kapsamında, belirlenen optimum koşullarda YHB ve US ile proses edilmiş acılı ve acısız şalgam suları ile hiçbir işlem görmemiş olan şalgam suları 90 gün süre ile 4 °C ve 22 °C’ de muhafaza edilmiştir. Bu süre içerisinde 15 günlük periyotlar halinde gerekli fizikokimyasal, duyu ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

YHB ile proses edilen ve 4 °C’ de depolanan acılı şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.06, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 12.42 mS/cm, tuz miktarı 8.75 ppm, toplam asitlik 0.37 g/L, renk yoğunluğu 3.35 Abs, renk tonu 0.63, TMAB 3.30 log kob/mL, ve TMK 3.45 logkob/mL olarak belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen ve 22 °C’ de depolanan acılı şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 3.98, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 12.81 mS/cm, tuz miktarı 8.35 ppm, toplam asitlik 0.38 g/L, renk yoğunluğu 3.30 Abs, renk tonu 0.62, TMAB 3.16 log kob/mL, ve TMK 3.16 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen ve 4 °C' de depolanan acısız şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.02, suda çözünen kuru madde miktarı 10.10 °Briks, kondaktivite 16.46 mS/cm, tuz miktarı 11.65 ppm, toplam asitlik 0.41 g/L, renk yoğunluğu 3.46 Abs, renk tonu 0.67, TMAB 3.24 log kob/mL, ve TMK 3.25 logkob/mL olarak belirlenmiştir.

YHB ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acısız şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.00, suda çözünen kuru madde miktarı 10.10 °Briks, kondaktivite 17.11 mS/cm, tuz miktarı 10.70 ppm, toplam asitlik 0.35 g/L, renk yoğunluğu 3.43 Abs, renk tonu 0.65, TMAB 3.42 logkob/mL, ve TMK 3.44 logkob/mL olarak belirlenmiştir.

US ile proses edilen ve 4 °C' de depolanan acılı şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.02, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 16.37 mS/cm, tuz miktarı 11.95 ppm, toplam asitlik 0.38 g/L, renk yoğunluğu 3.46 Abs, renk tonu 0.67, TMAB 3.19 logkob/mL, TMK 3.25 logkob/mL olarak belirlenmiştir.

US ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acılı şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 3.99, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 16.84 mS/cm, tuz miktarı 10.70 ppt, toplam asitlik 0.37 g/L, renk yoğunluğu 3.51 Abs, renk tonu 0.67, TMAB 3.37 log kob/mL, ve TMK 3.34 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

US ile proses edilen ve 4 °C' de depolanan acısız şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.04, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 13.79 mS/cm, tuz miktarı 9.55 ppm, toplam asitlik 0.33 g/L, renk yoğunluğu 3.40 Abs., renk tonu 0.65, TMAB 3.31 logkob/mL, TMK 3.25 logkob/mL olarak belirlenmiştir.

US ile proses edilen ve 22 °C' de depolanan acısız şalgam sularının 90 günün sonunda pH değeri 4.04, suda çözünen kuru madde miktarı 10.00 °Briks, kondaktivite 14.29 mS/cm, tuz miktarı 9.10 ppm, toplam asitlik 0.33 g/L, renk yoğunluğu 3.34 Abs., renk tonu 0.64, TMAB 3.34 log kob/mL, ve TMK 3.26 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

Laktik asit fermantasyonu ile üretilen şalgam suyu için TSE 2003 standartlarına göre pH değeri 3.3-3.8 arasında, uçur asit miktarı 0.7-1.2 g/L olarak belirlenmiştir.

Çalışmalar sırasında verilen sonuçlar incelendiğinde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Hunter renk sisteminde belirtildiği gibi  $a^*$  değeri pozitif olduğunda renk kırmızı, negatif olduğunda yeşil olarak tanımlanmaktadır. Çizelgelerde verilen değerler incelendiğinde görüldüğü üzere tüm örneklerde  $a^*$  değeri kırmızı bölgede bulunmaktadır.  $b^*$  değerinin pozitif olması sarı rengin, negatif olması ise mavi rengin bulunduğunu ifade eder. Yapılan bu çalışmada tüm şalgam örneklerinde  $b^*$  değerinin pozitif değerde olması kırmızılığın içinde sarı rengin de bulunduğunu göstermektedir.

YHB ve US teknolojilerinin acılı ve acısız şalgam suyunun pH ve SÇKM değerleri üzerinde bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Çalışmalar kapsamında elde edilen raf ömrü çalışmaları sürecinde pH değerinin 3.98-4.04, SÇKM değerinin 10.00-10.10 arasında değiştiği, yapılan çalışmalarda 90 gün süre sonunda tüm örneklerdeki pH değerinin TSE standardının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ancak bu değerler ile raf ömrü çalışmalarının yapıldığı diğer günlerde elde edilen değerler arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle bu durumun ürünün bozulduğunun bir göstergesi olmadığı söylenebilmektedir.

Çankaya ve Tangüler (2018) tarafından şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen havuç fermantasyonu sırasında mikrobiyal değişim üzerine sıcaklığın etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda yüksek sıcaklıklarda maksimum LAB ve TM sayılarına daha hızlı ulaşıldığı yani mikrobiyel gelişim hızlandığı belirlenmiştir. Çalışmalarda elde ettiğimiz mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde sıcaklığın önemli olduğu ve uygulama sıcaklığının artması ile mikrobiyal yükte artış olduğu söylenebilmektedir.

Utuş (2008) tarafından farklı havuç boyutu denemeleri ile gerçekleştirilen çalışmalarda, bazı denemelerde fermantasyonun üçüncü ve bazılarında ise beşinci gününden sonra, Güneş (2008) tarafından yapılan çalışmalarda ise havuç fermantasyonunun beşinci ve altıncı günlerinden sonra denemelerinde Koliform

bakterilere fermantasyon ortamında rastlanmadığı belirlenmiştir. Gerçekleştirilen denemede elde edilen KB sonuçlarının literatürde bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Raf ömrü çalışmalarının 90. gününde en düşük TMAB sayısı 3.16 log kob/mL, en yüksek TMAB sayısı ise 3.42 log kob/mL olarak belirlenmiştir. TSE 2003' e göre şalgam suyunda TMAB sayısı  $1 \times 10^4$ - $1 \times 10^5$  arasında olmalıdır. Bu nedenle tüm örneklerde TMAB sayısının standartlarda belirtilen değerlerden daha az olduğu belirlenmiştir. Raf ömrü çalışmalarında ürünlerin TA değerlerinin 0.33-0.41 g/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların şalgam suyu üzerine yapılan diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği ve TSE tarafından belirlenen standartlara uygun olduğu görülmektedir.

Ancak tüm çalışmalar boyunca elde edilen uçur asit miktarlarının proseslere bağlı olmaksızın hiç değişmediği ve TSE tarafından belirlenen değerden ve yapılan diğer çalışmalardan az olduğu belirlenmiştir. Bu durumun proseslerden önce ürünün dondurularak muhafaza edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Raf ömrü çalışmaları süresinde panelisteler tarafından yapılan duyu analizi değerlendirilmelerinde en çok tercih edilen örneklerin 4 °C' de depolanan örnekler olduğu belirlenmiştir. Tangüler (2010) tarafından yapılan çalışmalarda duyu analizi sonuçlarında panelisteler tarafından 4 °C' de depolanan örneklerin daha fazla tercih edildiği belirtilmiştir. Raf ömrü çalışmaları sırasında gerçekleştirilen duyu analizlerinin bu sonuçlar ile benzerlik gösterdiği söylenebilmektedir. Ayrıca 90 günlük sürenin sonunda US ve YHB ile proses edilen hiçbir örnekte bozulma olmadığı değerlendirilirken 22 °C' de depolanan YHB proseslerinin acılı şalgam suyu kontrol grubunda, YHB proseslerinin acısız şalgam suyu kontrol grubunda ve US proseslerinin acısız şalgam suyu kontrol grubunda bozulmalar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca raf ömrü çalışmalarında yapılan fizikokimyasal analiz sonuçları arasında önemli farklılıklar olmadığı belirlenmesine rağmen gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizlerde kontrol grubu örneklerindeki gelişmelerin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Yöntemlerin başarı durumları kıyaslandığında ise fizikokimyasal analiz sonuçları arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmesine rağmen mikrobiyolojik analizler sonucunda inaktivasyon etkinliği sonuçları incelendiğinde acılı ve acısız şalgam suyu için YHB yönteminin daha başarılı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında YHB ve US yöntemleri ile acılı ve acısız şalgam sularının başarılı şekilde pastörize edilebileceği ve mikrobiyolojik gelişmede önemli ölçüde azalma sağlanması nedeni ile koruyucu madde kullanımına gerek kalmaksızın ürünün raf ömrünün arttırılabileceği belirlenmiştir. Bu teknolojilerin büyük ölçekli üretim tesislerinde denenmesi ve bu sayede şalgam suyunun dünya pazarında önünün açılması önerilmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında kullandığımız bu yöntemlerin kombine edilerek şalgam suyunda denenmesinin şalgam suyu ve yenilikçi proses teknolojileri üzerine yapılan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öte yandan elde edilen veriler ışığında ısıtma işlemi alternatif teknolojilerin ülkemizde üretilen diğer geleneksel gıdalarda kullanımının test edilmesi ve yapılan çalışmalar ile kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- AÇU M, YERLİKAYA O ve KINIK Ö (2014) “Gıdalarda Isıl Olmayan Yeni Teknikler ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri”, Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, Journal of Food and Feed Science Technology, 14: 26-35.
- AĞÇAM E, AKYILDIZ A and EVRENDİLEK 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.
- ANONİM (1986) TS 4890 Meyve ve Sebze Mamülleri-Çözünür Katı Madde Miktarı Tayini Refraktometrik Metot, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- ANONİM (2018a) <http://www.fivecreeks.org/monitor/sal.shtml> (06.12.2018)
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Ed: HEKRİCH K, Vol: 1 and Vol:2, 15th edn, Arlington, Virginia 22201 USA.
- AĞÇAM E (2017) Hidrostatik Basınç, Ultrasonikasyon, Enzimasyon ve Isıtma Yöntemlerinin Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Geri Kazanımı ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- AKDEMİR EVRENDİLEK G, ÇAĞRI MEHMETOĞLU A, COŞANSU S ve ERKMEN O (2010) Gıda Mikrobiyolojisi, 1. Baskı. Efil Yayınevi, Ankara.
- AKHAN C (2012) Preservation and Shelf Life Extension of Anchovy (*Engraulis Encrasicolus*) and Haddock (*Gadus Merlangus Euxinus*) by High Hydrostatic Pressure, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- ARICI M (2006) “Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi”, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1): 41-49
- AVCI S, KUNDUHOĞLU B, ÖZHAN N, ERGİNKAYA Z ve ÇOKSÖYLER N (2008) “Şalgam Suyundaki Yabancı Mayaların Sıcaklık ve Sonikasyon ile İnaktivasyonu”, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- BAŞLAR M (2011) Ultrases, Fotosonikasyon ve Vurgulu Elektriksel Alan İşlemlerinin Elma Suyunun Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- BAYRAKTAROĞLU G ve OBUZ E (2006) “Ultrasound Yönteminin İlkeleri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı”, 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.
- CAMERON M, MCMASTER LD ve BRİTZ TJ (2009) “Impact of Ultrasound on Dairy Spoilage Microbes and Milk Components”, Dairy Science Technology, 89: 83-98.
- CANBAŞ A ve DERYAOĞLU A (1993) “Şalgam Suyunun Üretim Tekniği ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma”, Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 17:119-129.
- CANBAŞ A (1995) “Ekmek Mayacılığı”, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:22: 44 s
- CANBAŞ A ve FENERCİOĞLU H (1984) “Şalgam Suyu Üzerine Bir Araştırma”, Gıda, 9(5):279-286.

- CEMEROĞLU B (1992) Meve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Yayıncılık, Ankara.
- CEMEROĞLU B, YEMENİCİOĞLU A, ÖZKAN M ve KARADENİZ F (2004) Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 1. Cilt (No:35), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- ÇAKIR P (2011) Ülkemizde Üretilen Şalgam Sularının Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- ÇANKAYA A. ve TANGÜLER H (2018) “Şalgam Suyu Üretiminde Gerçekleştirilen Havuç Fermantasyonu Sırasında Mikrobiyal Değişim Üzerine Sıcaklığın Etkisi”, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (6): 749-755.
- ÇON AH ve GÖKALP HY (2000) “Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri”, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 30: 180-190.
- DAMAR İ (2010) Vişne Suyunun Antosiyanin Profili ve Antioksidan Kapasitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ankara.
- DEMİR N, BAHÇECİ KS ve ACAR J (2006) “The Effects of Different Initial Lactobacillus Plantarum Concentrations on Some Properties of Fermented Carrot Juice”, Journal of Food Processing and Preservation, 30: 352-363.
- ERTEN H, TANGÜLER H ve CANBAŞ A (2008) “A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage: Shalgam (Salgam)”, Food Reviews International, 24: 352-359.
- FARKAS DF ve HOOVER DG (2000) “High Pressure Processing. in: Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies”, Journal Food Science Special Supplement, 47-64.
- FULEKİ T ve FRANCİS FJ, (1968) “Quantitative Methods for Anthocyanins. 2. Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice” Journal of Food Science, 33:78-82.
- GARCÍA-RISCO MR, OLANO A, RAMOS M ve LÓPEZ- FANDIÑO R (2000) “Micellar Changes Induced by High Pressure. Influence in the Proteolytic Activity and Organoleptic Properties of Milk” Journal of Dairy Science 83 (10): 2184-2189.
- GENİŞ SY (2016) Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sporlu Bakteri Yüklü ve Fizikokimyasal Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çanakkale.
- GÜLEÇ HA (2006) “Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları”, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- GÜNEŞ G (2008) Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (Daucus Carota) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- GÜVEN N (2018) Siyah Havuç Suyu Konsantresi ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Tuzu Azaltılmış Şalgam Suyu Üretim İmkanlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- HALKMAN AK (2005) Mikrobiyolojisi Uygulamaları (Eds. A. K. Halkman). Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- HARRİS LJ (1998) The Microbiology of Vegetable Fermentations. Microbiology of Fermented Foods, Ed: BJB Wood, Blackie Academic and Professional, London.



- HEINZ V, ALVAREZ I, ANGERSBACH A ve KNORR D (2001) "Preservation of Liquid Foods by High Intensity Pulsed Electric Fields-Basic Concepts for Process Design", *Trend in Food Science Technology* 12 (3-4):103-111.
- ILGAZ NN (2014) The Effects of High Hydrostatic Pressure (Hhp) Treatment on Shelf Life and Quality Parameters of Conventionally Produced Boza, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
- MİŞOĞLU D (2004) Şalgam Suyu Üretiminde Enzim Uygulamasının Verim ve Kaliteye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- MOON JH and TERAQ J (1998) "Antioxidant Activity of Caffeic Acid and Dihydrocaffeic Acid Inlard and Human Low-Density Lipoprotein", *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46: 5062-5065.
- O'DONNELL CP, TİWARİ BK, BOURKE P ve CULLEN PJ (2010) "Effect of Ultrasonic Processing on Food Enzymes of Industrial Importance", *Trends in Food Science and Technology*, 21: 358-367.
- OHLSSON T ve BENGSSON N (2002) *Minimal Processing Technologies in The Food Industry*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- ÖZTAN T (2006) Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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 Food Protect*, 61: 432-436.
- PİYASENA P, MOHAREB E ve MCKELLAR RC (2003) "Inactivation of Microbes Using Ultrasound" A Review, *International Journal of Food Microbiology*, 87(3):207- 216.
- RODRIGUEZ-SEVILLA MD, VILLANUEVA-SUÁREZ MJ ve REDONDOCUENCA A (1999) "Effects of Processing Conditions on Soluble Sugars Content of Carrot, Beetroot and Turnip", *Food Chemistry*, 66: 81-85.
- SAĞDIÇ O, EKİCİ L ve YETİM H, (2008) "Gıdaların Muhafazasında Yeni Mikrobiyal İnaktivasyon Metotları", Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- SAYIN L ve TAMER CE (2014) "Yüksek Hidrostatik Basınç ve Ultrasonun Gıda Koruma Yöntemi Olarak Kullanımı", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), s: 83-94.
- STURM K, KORON D and STAMPAR F (2003) The Composition of Fruit of Different Strawberry Varieties Depending on Maturity Stage, *Food Chemistry*, 83: 417-422
- ŞANAL İS ve ÇALIMLI A (2000) "Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi ve Gıda Endüstrisinde Uygulamaları", *Gıda* 2000, 25 (3), 193-201.
- TSE TS 11149 (2003) Şalgam Suyu Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TANGÜLER H (2010) Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- TÜLEK Y ve FİLİZAY G (2006) "Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yüksek Hidrostatik Basınç Sistemleri", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 225-231.

- TÜRKEN T (2014) Ultrasonikasyonun Vişne Suyunun Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisinin Yüzey Cevap Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bolu.
- UTUŞ D (2008) Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (Daucus Carota) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana.
- ÜÇOK EF ve TOSUN H (2012) “Şalgam Suyu Üretimi ve Fonksiyonel Özellikleri”, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, ISSN 1305-1385, 8.1: 17 – 26.
- VERCET A, BURGOS J, CRELIER S ve LOPEZ-BUESA P (2001) “Inactivation of Protease and Lipase by Ultrasound”, Innovative Food Science Technology, 2: 139-150.
- WROLSTAD RE (1976) Color and Pigment Analyses in Fruit Products, Station Bulletin 624, Agric. Exp. Stn., Oregon State University, Corvallis.
- YILMAZ M (2014) Ultrasonikasyonun Elma Suyunda Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklere Etkisinin Yüzey Cevap Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bolu.
- YÜKSEL F (2013) “Gıda Teknolojisinde Ultrases Uygulamaları”, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(2): 29-38.



# **EKLER**

### EK 3.1 Şalgam suyu duyusal analiz anket formu

Size sunulan şalgam örneklerini tek tek tadarak 10' lu skalada uygun bulduğunuz puanlamaya göre yerleştiriniz. Bir sonraki örneği tatmadan önce size sunulan sudan içmeniz tavsiye edilmektedir. Teşekkürler.

#### Ön sorular:

Şalgam suyu tüketir misiniz? Evet (....) Hayır(....)  
Cevabınız evet ise ne sıklıkta tüketirsiniz?  
Her gün(....) Haftada 2-3 kez(....) Ada 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 kırmızı değil Tipik kırmızı

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

Şalgam tadı

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10  
Tipik değil (yavan, bozuk tat vs.) Tipik şalgam tadı

Acı tat varlığı

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10  
Acı Tam tadında

Ekşi tat varlığı

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10  
Ekşi Tam tadında

Tuzluluk

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10  
Tuzlu değil-çok tuzlu Tam tadında

Ağızda bıraktığı his

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10  
Tipik değil ipik şalgam tadı

Yorumlarınız.....

**Ek 4.1.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının SÇKM miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	4.45911	0.49546	27.57	0.000
Lineer	3	1.10000	0.36667	20.41	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.32667	0.32667	18.18	0.000
Süre (t)	1	0.10667	0.10667	5.94	0.020
Basınç (P)	1	0.66667	0.66667	37.10	0.000
Square	3	3.31911	1.10637	61.57	0.000
T*T	1	2.89368	2.89368	161.04	0.000
t*t	1	0.49368	0.49368	27.47	0.000
P*P	1	0.23111	0.23111	12.86	0.001
İkili Etkileşim	3	0.04000	0.01333	0.74	0.534
T*t	1	0.01333	0.01333	0.74	0.395
T*P	1	0.01333	0.01333	0.74	0.395
t*P	1	0.01333	0.01333	0.74	0.395
Kalıntı	35	0.62889	0.01797		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.32667	0.10889	11.53	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.30222	0.00944		
Toplam	44	5.08800			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.134046	0.88	0.85	0.79

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.2.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kondaktivite miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	9.5668	1.06298	11.07	0.000
Lineer	3	3.7825	1.26083	13.13	0.000
Sıcaklık (T)	1	3.2856	3.28560	34.21	0.000
Süre (t)	1	0.1998	0.19984	2.08	0.158
Basınç (P)	1	0.2970	0.29704	3.09	0.087
Square	3	5.4214	1.80713	18.81	0.000
T*T	1	5.2589	5.25887	54.75	0.000
t*t	1	0.0649	0.06487	0.68	0.417
P*P	1	0.0446	0.04463	0.46	0.500
İkili Etkileşim	3	0.3629	0.12098	1.26	0.303
T*t	1	0.2465	0.24653	2.57	0.118
T*P	1	0.0833	0.08333	0.87	0.358
t*P	1	0.0331	0.03307	0.34	0.561
Kalıntı	35	3.3620	0.09606		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	3.1459	1.04863	155.29	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.2161	0.00675		
Toplam	44	12.9288			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.309929	0.74.	0.67	0.55

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.3.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	5.20328	0.57814	17.61	0.000
Lineer	3	1.38583	0.46194	14.07	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.00042	1.00042	30.47	0.000
Süre (t)	1	0.18375	0.18375	5.60	0.024
Basınç (P)	1	0.20167	0.20167	6.14	0.018
Square	3	3.68328	1.22776	37.39	0.000
T*T	1	3.60942	3.60942	109.93	0.000
t*t	1	0.01558	0.01558	0.47	0.495
P*P	1	0.01558	0.01558	0.47	0.495
İkili Etkileşim	3	0.13417	0.04472	1.36	0.270
T*t	1	0.02083	0.02083	0.63	0.431
T*P	1	0.03000	0.03000	0.91	0.346
t*P	1	0.08333	0.08333	2.54	0.120
Kalıntı	35	1.14917	0.03283		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.84250	0.28083	29.30	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.30667	0.00958		
Toplam	44	6.35244			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.181200	0.82	0.77	0.70

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.4.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının bulanıklık miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	109432	12159.1	11.18	0.000
Lineer	3	40407	13468.9	12.38	0.000
Sıcaklık (T)	1	17291	17291.4	15.90	0.000
Süre (t)	1	22909	22909.3	21.06	0.000
Basınç (P)	1	206	205.9	0.19	0.666
Square	3	50553	16851.0	15.49	0.000
T*T	1	48936	48935.8	44.99	0.000
t*t	1	489	488.6	0.45	0.507
P*P	1	30	29.9	0.03	0.869
İkili Etkileşim	3	18472	6157.4	5.66	0.003
T*t	1	12500	12500.1	11.49	0.002
T*P	1	485	485.1	0.45	0.509
t*P	1	5487	5487.0	5.04	0.031
Kalıntı	35	38070	1087.7		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	36833	12277.8	317.82	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1236	38.6		
Toplam	44	147501			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	32.9803	0.74	0.68	0.55

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.5.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TA miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.016656	0.001851	3.58	0.003
Lineer	3	0.002558	0.000853	1.65	0.196
Sıcaklık (T)	1	0.001350	0.001350	2.61	0.115
Süre (t)	1	0.000504	0.000504	0.98	0.330
Basınç (P)	1	0.000704	0.000704	1.36	0.251
Square	3	0.009181	0.003060	5.92	0.002
T*T	1	0.006679	0.006679	12.92	0.001
t*t	1	0.001856	0.001856	3.59	0.066
P*P	1	0.000018	0.000018	0.03	0.853
İkili Etkileşim	3	0.004917	0.001639	3.17	0.036
T*t	1	0.003675	0.003675	7.11	0.012
T*P	1	0.000408	0.000408	0.79	0.380
t*P	1	0.000833	0.000833	1.61	0.213
Kalıntı	35	0.018093	0.000517		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.013775	0.004592	34.03	<b>0.000</b>
Saf hata	3	0.013775	0.004592	34.03	0.000
Toplam	44	0.034749			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0227365	0.48	0.35	0.10

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

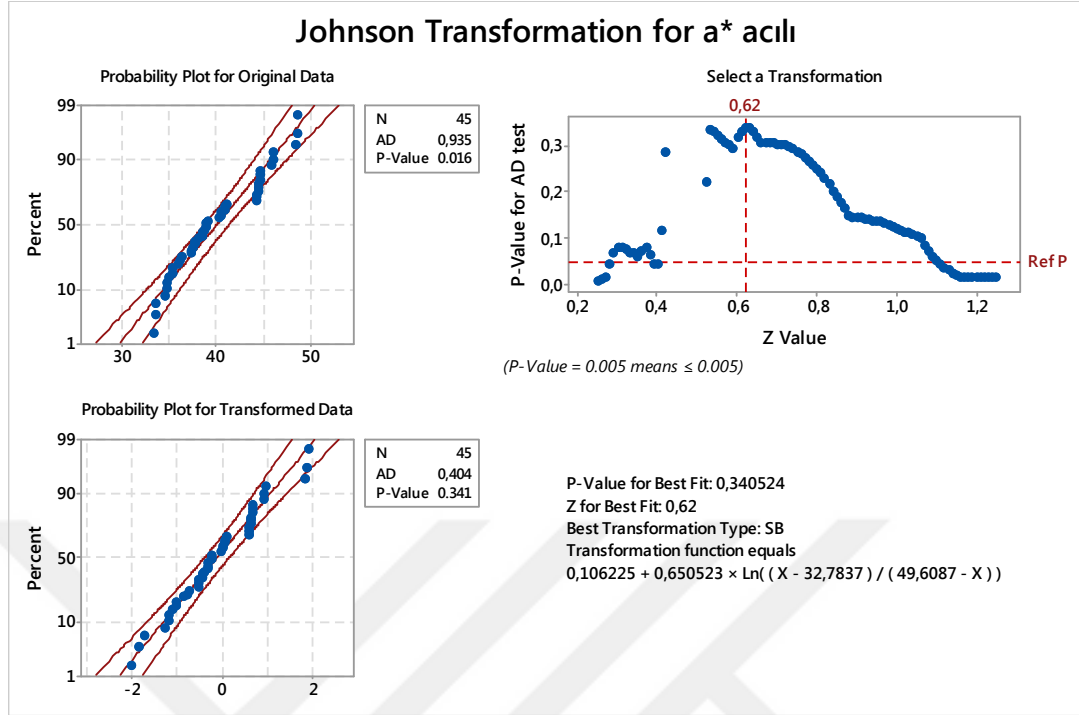
**Ek 4.6.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $L^*$  değeri ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	27.2510	3.0279	4.86	0.000
Lineer	3	2.2781	0.7594	1.22	0.318
Sıcaklık (T)	1	1.2909	1.2909	2.07	0.159
Süre (t)	1	0.4416	0.4416	0.71	0.406
Basınç (P)	1	0.5457	0.5457	0.88	0.356
Square	3	15.9682	5.3227	8.54	0.000
T*T	1	0.8959	0.8959	1.44	0.239
t*t	1	14.2350	14.2350	22.83	0.000
P*P	1	2.1637	2.1637	3.47	0.071
İkili Etkileşim	3	9.0047	3.0016	4.81	0.007
T*t	1	2.3579	2.3579	3.78	0.060
T*P	1	1.2130	1.2130	1.95	0.172
t*P	1	5.4338	5.4338	8.72	0.006
Kalıntı	35	21.8193	0.6234		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	15.4489	5.1496	25.87	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.3704	0.1991		
Toplam	44	49.0703			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.789562	0.56	0.44	0.28

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.7.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $a^*$  değeri dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	20.4696	2.2744	4.54	0.001
Linear	3	1.3045	0.4348	0.87	0.467
Sıcaklık (T)	1	0.9930	0.9930	1.98	0.168
Süre (t)	1	0.2668	0.2668	0.53	0.471
Basınç (P)	1	0.0447	0.0447	0.09	0.767
Square	3	13.2586	4.4195	8.82	0.000
T*T	1	1.1060	1.1060	2.21	0.146
t*t	1	10.7056	10.7056	21.36	0.000
P*P	1	2.8324	2.8324	5.65	0.023
İkili Etkileşim	3	5.9066	1.9689	3.93	0.016
T*t	1	1.0051	1.0051	2.01	0.166
T*P	1	1.1294	1.1294	2.25	0.142
t*P	1	3.7720	3.7720	7.52	0.010
Kalıntı	35	17.5455	0.5013		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	10.8229	3.6076	17.17	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.7226	0.2101		
Toplam	44	38.0151			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.708025	0.54	0.42	0.27

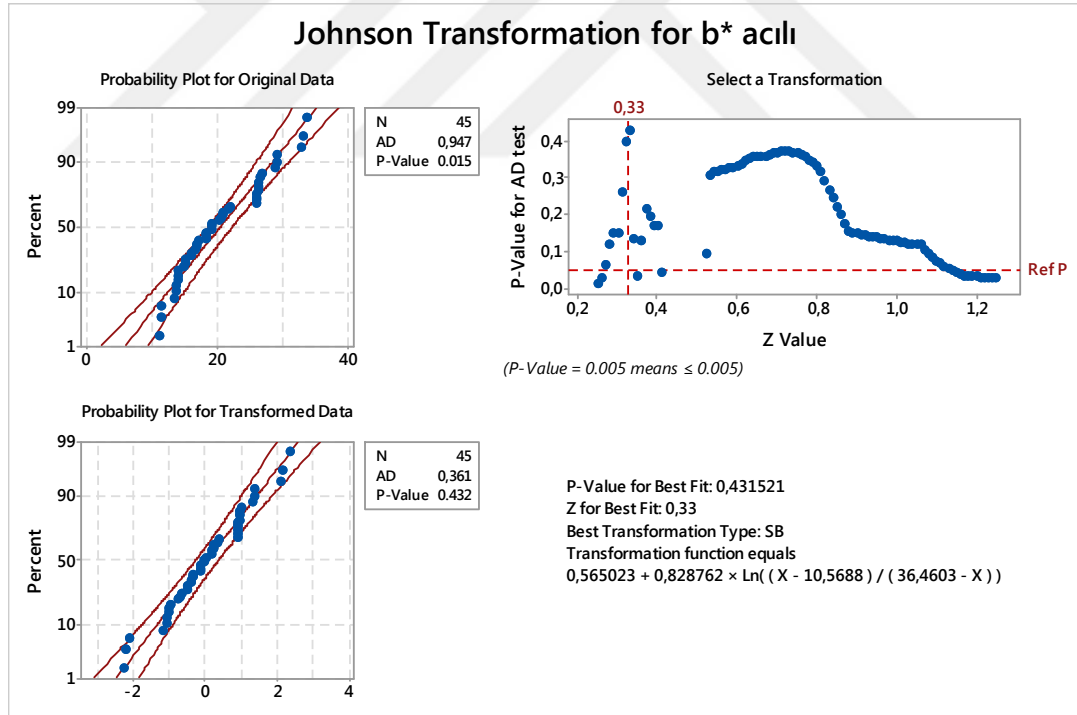
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.8.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $b^*$  değeri dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	29.4051	3.2672	5.14	0.000
Linear	3	1.7601	0.5867	0.92	0.440
Sıcaklık (T)	1	1.0321	1.0321	1.62	0.211
Süre (t)	1	0.4143	0.4143	0.65	0.425
Basınç (P)	1	0.3138	0.3138	0.49	0.487
Square	3	18.7144	6.2381	9.82	0.000
T*T	1	1.2942	1.2942	2.04	0.162
t*t	1	15.7585	15.7585	24.80	0.000
P*P	1	3.4580	3.4580	5.44	0.026
İkili Etkileşim	3	8.9306	2.9769	4.68	0.007
T*t	1	1.7696	1.7696	2.78	0.104
T*P	1	1.3862	1.3862	2.18	0.149
t*P	1	5.7749	5.7749	9.09	0.005
Kalıntı	35	22.2442	0.6355		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	14.6546	4.8849	20.60	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.5897	0.2372		
Toplam	44	51.6494			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.797214	0.57	0.46	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

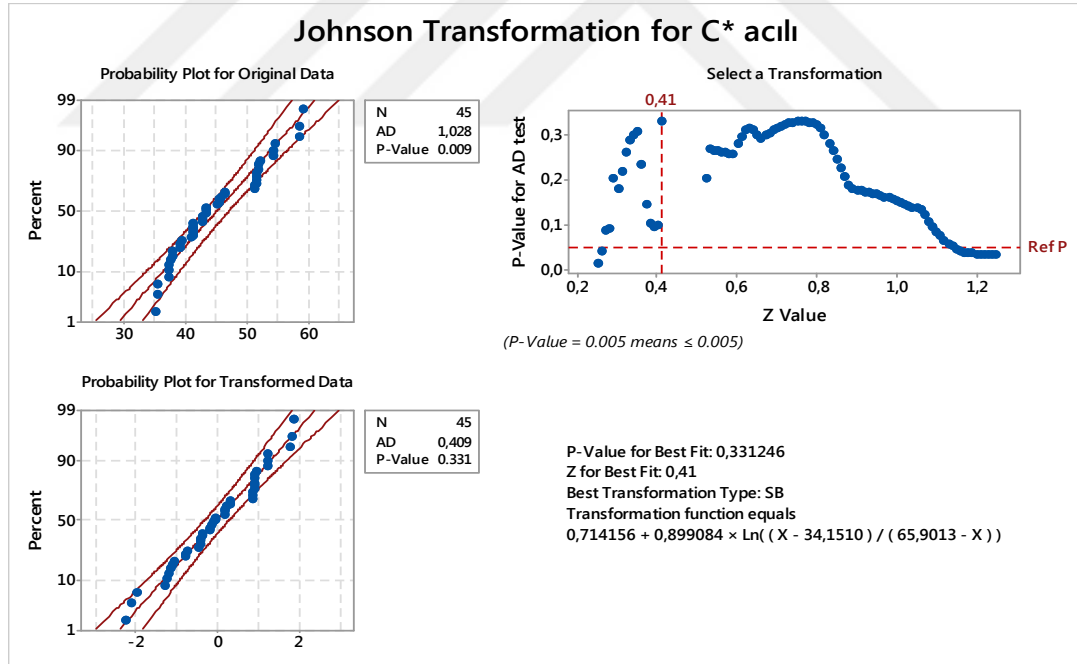


**Ek 4.9.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $C^*$  değeri dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	26.1094	2.9010	4.87	0.000
Lineer	3	1.9295	0.6432	1.08	0.370
Sıcaklık (T)	1	1.3711	1.3711	2.30	0.138
Süre (t)	1	0.4181	0.4181	0.70	0.408
Basınç (P)	1	0.1404	0.1404	0.24	0.630
Square	3	15.4765	5.1588	8.66	0.000
T*T	1	0.8682	0.8682	1.46	0.235
t*t	1	13.1491	13.1491	22.07	0.000
P*P	1	2.8761	2.8761	4.83	0.035
İkili Etkileşim	3	8.7033	2.9011	4.87	0.006
T*t	1	1.6725	1.6725	2.81	0.103
T*P	1	1.6712	1.6712	2.81	0.103
t*P	1	5.3597	5.3597	9.00	0.005
Kalıntı	35	20.8502	0.5957		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	15.0437	5.0146	27.64	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.8066	0.1815		
Toplam	44	46.9596			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.771829	0.56	0.44	0.27

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



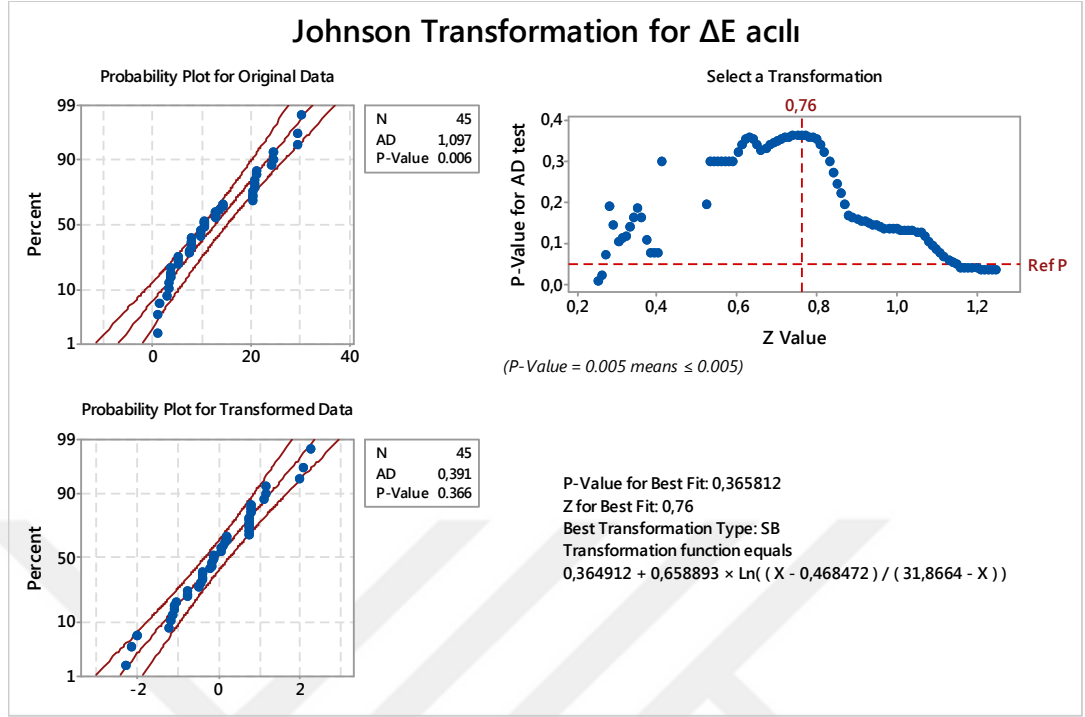
**Ek 4.10.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $h^\circ$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.148153	0.016461	4.93	0.000
Lineer	3	0.005675	0.001892	0.57	0.641
Sıcaklık (T)	1	0.005121	0.005121	1.53	0.224
Süre (t)	1	0.000094	0.000094	0.03	0.868
Basınç (P)	1	0.000459	0.000459	0.14	0.713
Square	3	0.096954	0.032318	9.68	0.000
T*T	1	0.008659	0.008659	2.59	0.116
t*t	1	0.086512	0.086512	25.91	0.000
P*P	1	0.010220	0.010220	3.06	0.089
İkili Etkileşim	3	0.045524	0.015175	4.55	0.009
T*t	1	0.012963	0.012963	3.88	0.057
T*P	1	0.008897	0.008897	2.67	0.112
t*P	1	0.023664	0.023664	7.09	0.012
Kalıntı	35	0.116841	0.003338		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.082451	0.027484	25.57	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.034390	0.001075		
Toplam	44	0.264994			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0577781	0.56	0.45	0.28

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.11.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $\Delta E$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

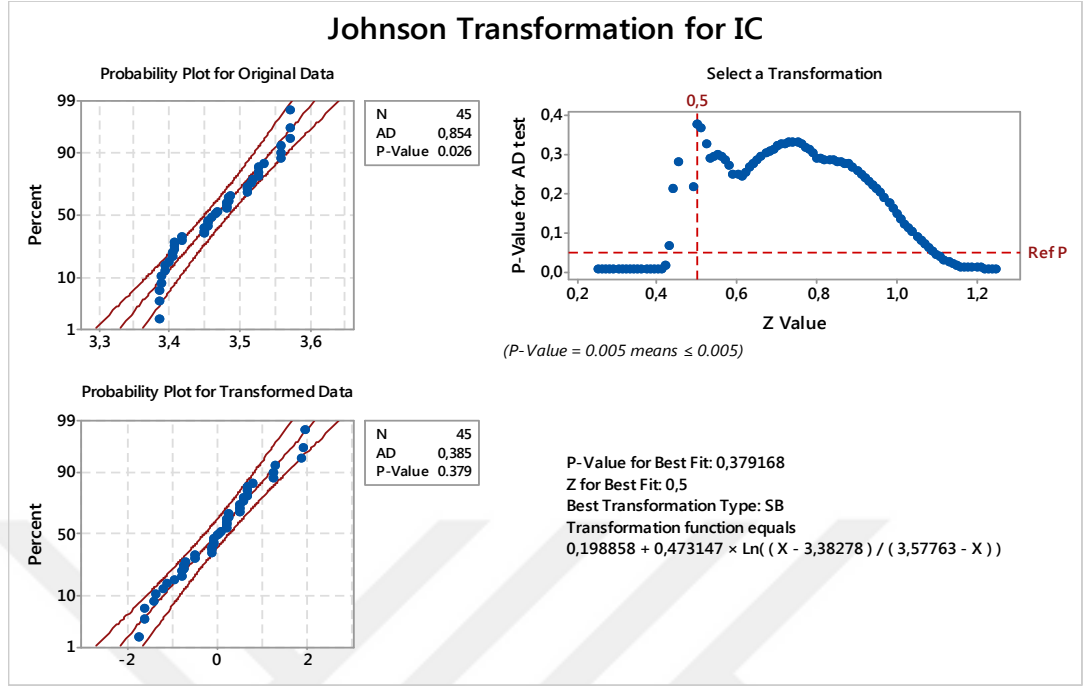


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	26.3486	2.9276	4.94	0.000
Lineer	3	1.8693	0.6231	1.05	0.382
Sıcaklık (T)	1	1.1760	1.1760	1.99	0.168
Süre (t)	1	0.4664	0.4664	0.79	0.381
Basınç (P)	1	0.2268	0.2268	0.38	0.540
Square	3	16.7219	5.5740	9.41	0.000
T*T	1	1.3459	1.3459	2.27	0.141
t*t	1	13.5820	13.5820	22.94	0.000
P*P	1	3.5197	3.5197	5.95	0.020
İkili Etkileşim	3	7.7574	2.5858	4.37	0.010
T*t	1	1.5288	1.5288	2.58	0.117
T*P	1	1.3399	1.3399	2.26	0.141
t*P	1	4.8887	4.8887	8.26	0.007
Kalıntı	35	20.7213	0.5920		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	13.0523	4.3508	18.15	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.6690	0.2397		
Toplam	44	47.0698			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.769439	0.56	0.47	0.30

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.12.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının renk yoğunluğu (IC) değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	36.1533	4.0170	60.00	0.000
Lineer	3	13.1891	4.3964	65.66	0.000
Sıcaklık (T)	1	5.2696	5.2696	78.70	0.000
Süre (t)	1	0.4127	0.4127	6.16	0.018
Basınç (P)	1	7.5068	7.5068	112.12	0.000
Square	3	22.2030	7.4010	110.54	0.000
T*T	1	20.1562	20.1562	301.04	0.000
t*t	1	0.3932	0.3932	5.87	0.021
P*P	1	3.0984	3.0984	46.28	0.000
İkili Etkileşim	3	0.7612	0.2537	3.79	0.019
T*t	1	0.2940	0.2940	4.39	0.043
T*P	1	0.3791	0.3791	5.66	0.023
t*P	1	0.0881	0.0881	1.32	0.259
Kalıntı	35	2.3434	0.0670		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.1008	0.0336	0.48	<b>0.699</b>
Saf hata	32	2.2427	0.0701		
Toplam	44	38.4967			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.258757	0.94	0.92	0.92

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

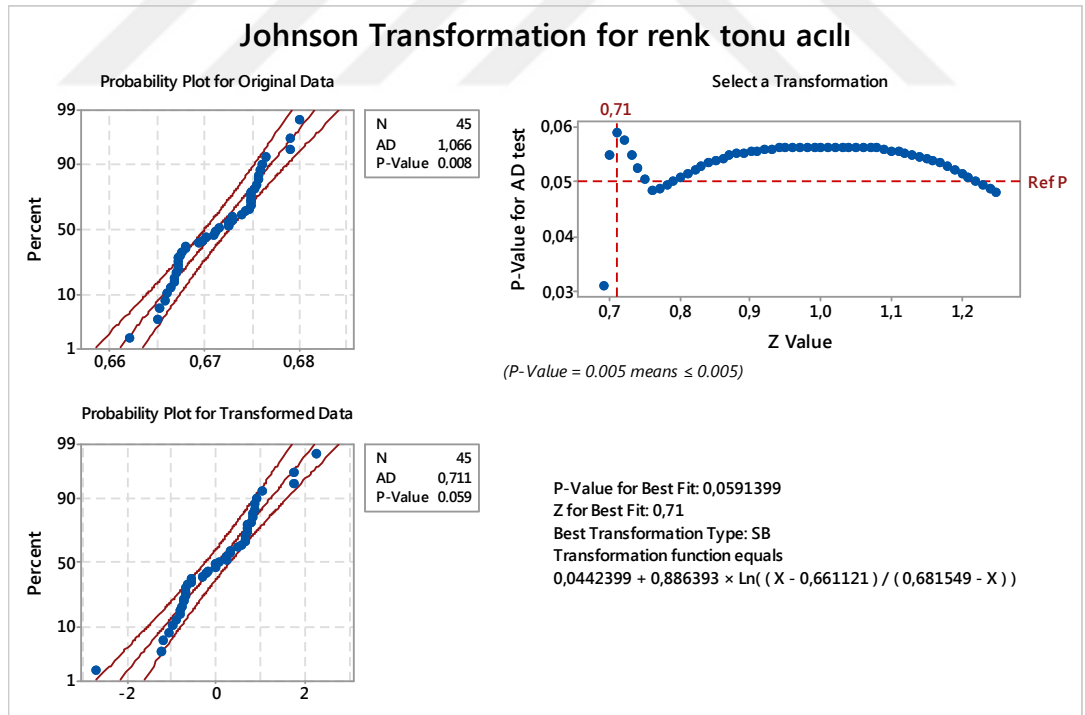


**Ek 4.13.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının renk tonu değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	32.9506	3.6612	20.54	0.000
Linear	3	4.2360	1.4120	7.92	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.8982	1.8982	10.65	0.002
Süre (t)	1	0.8618	0.8618	4.83	0.035
Basınç (P)	1	1.4759	1.4759	8.28	0.007
Square	3	24.3671	8.1224	45.56	0.000
T*T	1	22.8838	22.8838	128.35	0.000
t*t	1	0.0026	0.0026	0.01	0.904
P*P	1	0.6788	0.6788	3.81	0.059
İkili Etkileşim	3	4.3475	1.4492	8.13	0.000
T*t	1	4.0632	4.0632	22.79	0.000
T*P	1	0.1670	0.1670	0.94	0.340
t*P	1	0.1173	0.1173	0.66	0.423
Kalıntı	35	6.2400	0.1783		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.4451	0.1484	0.82	<b>0.493</b>
Saf hata	32	5.7949	0.1811		
Toplam	44	39.1906			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.422240	0.84	0.80	0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

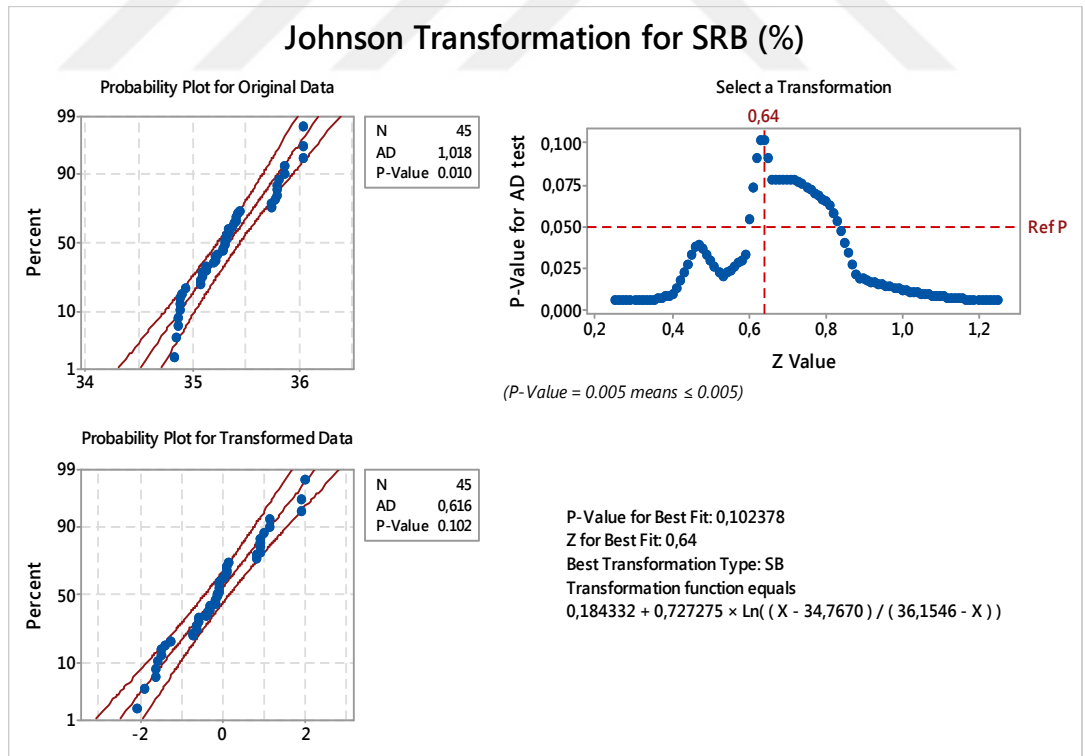


**Ek 4.14.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının SRB değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

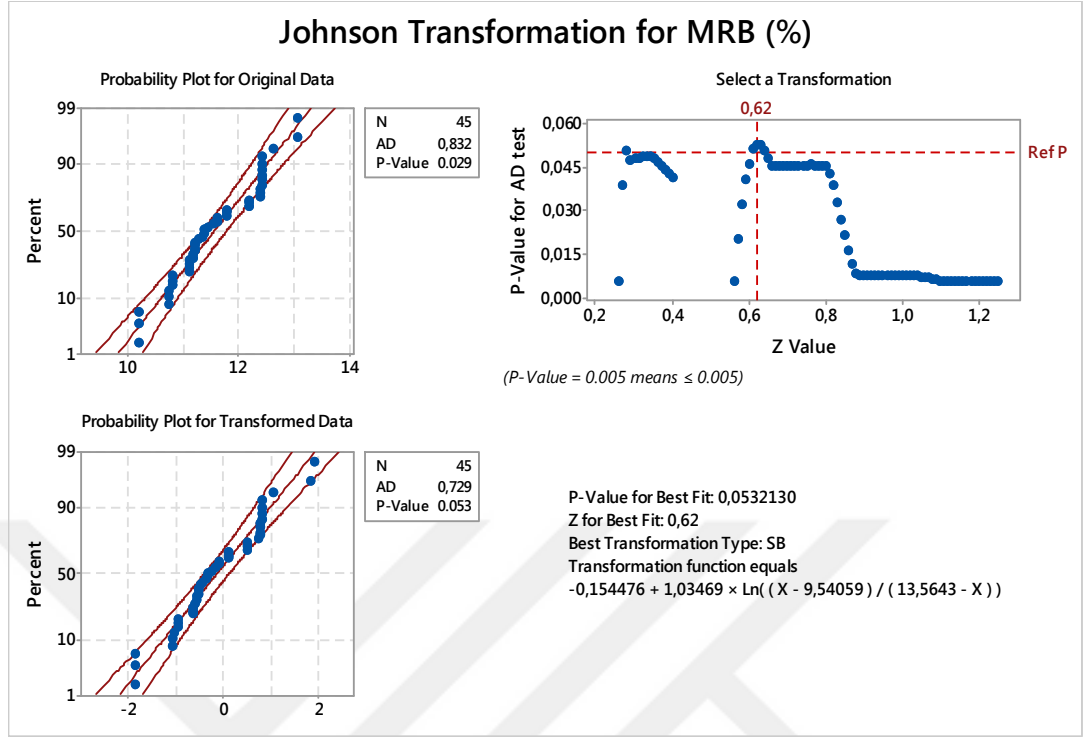
Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	43.8895	4.8766	106.59	0.000
Lineer	3	35.1386	11.7129	256.02	0.000
Sıcaklık (T)	1	24.4593	24.4593	534.62	0.000
Süre (t)	1	0.0065	0.0065	0.14	0.709
Basınç (P)	1	10.6729	10.6729	233.28	0.000
Square	3	8.2350	2.7450	60.00	0.000
T*T	1	4.4151	4.4151	96.50	0.000
t*t	1	1.8420	1.8420	40.26	0.000
P*P	1	1.3563	1.3563	29.65	0.000
İkili Etkileşim	3	0.5158	0.1719	3.76	0.019
T*t	1	0.0933	0.0933	2.04	0.162
T*P	1	0.4221	0.4221	9.23	0.004
t*P	1	0.0005	0.0005	0.01	0.918
Kalıntı	35	1.6013	0.0458		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	1.0399	0.3466	19.76	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.5614	0.0175		
Toplam	44	45.4907			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.213894	0.97	0.96	0.94

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.15.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının MRB değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	23.9377	2.65975	8.98	0.000
Lineer	3	11.0803	3.69343	12.47	0.000
Sıcaklık (T)	1	6.7500	6.75002	22.79	0.000
Süre (t)	1	0.0002	0.00015	0.00	0.982
Basınç (P)	1	4.3301	4.33012	14.62	0.001
Square	3	9.2362	3.07872	10.39	0.000
T*T	1	5.0599	5.05991	17.08	0.000
t*t	1	1.4827	1.48271	5.01	0.032
P*P	1	2.4305	2.43055	8.21	0.007
İkili Etkileşim	3	3.6213	1.20708	4.07	0.014
T*t	1	1.1085	1.10848	3.74	0.061
T*P	1	2.4898	2.48981	8.41	0.006
t*P	1	0.0230	0.02297	0.08	0.782
Kalıntı	35	10.3679	0.29622		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	8.7674	2.92246	58.43	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.6005	0.05001		
Toplam	44	34.3056			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.544265	0.70	0.62	0.48

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

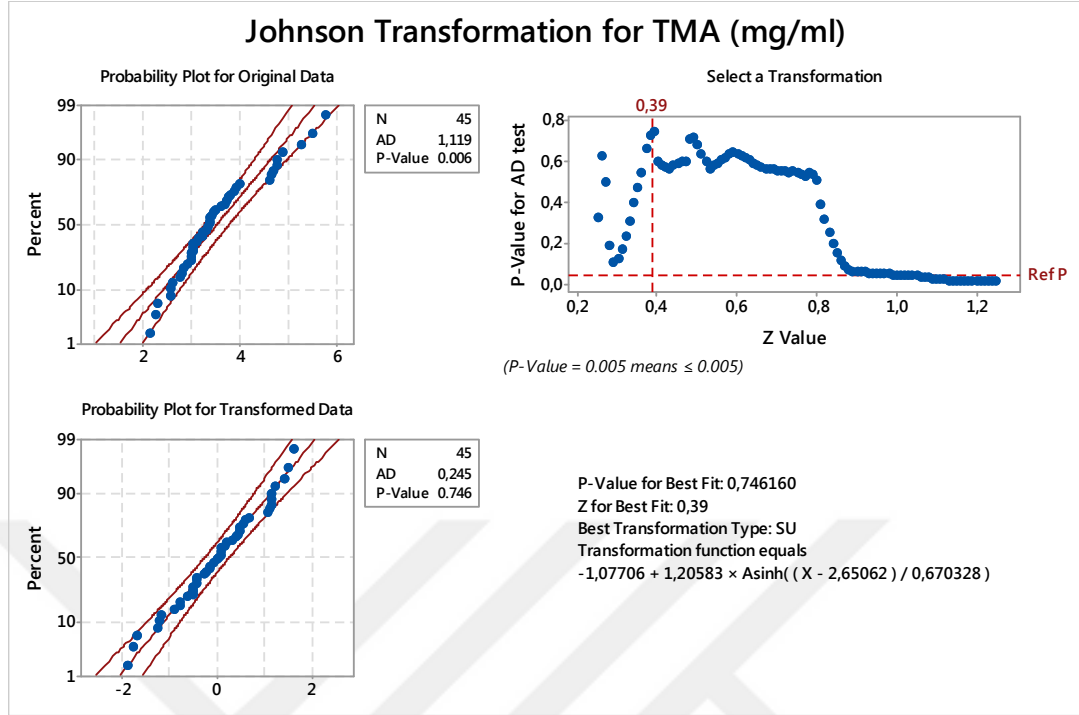
**Ek 4.16.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının KRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	13.5329	1.50365	40.61	0.000
Lineer	3	6.7284	2.24278	60.57	0.000
Sıcaklık (T)	1	4.9266	4.92662	133.05	0.000
Süre (t)	1	0.0011	0.00110	0.03	0.864
Basınç (P)	1	1.8006	1.80063	48.63	0.000
Square	3	5.1308	1.71028	46.19	0.000
T*T	1	4.4028	4.40278	118.90	0.000
t*t	1	0.0907	0.09069	2.45	0.127
P*P	1	0.7065	0.70650	19.08	0.000
İkili Etkileşim	3	1.6737	0.55790	15.07	0.000
T*t	1	0.4804	0.48037	12.97	0.001
T*P	1	1.1916	1.19157	32.18	0.000
t*P	1	0.0018	0.00175	0.05	0.829
Kalıntı	35	1.2960	0.03703		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	1.2716	0.42385	554.59	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.0245	0.00076		
Toplam	44	14.8289			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.192429	0.91	0.89	0.85

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.17.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMA miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

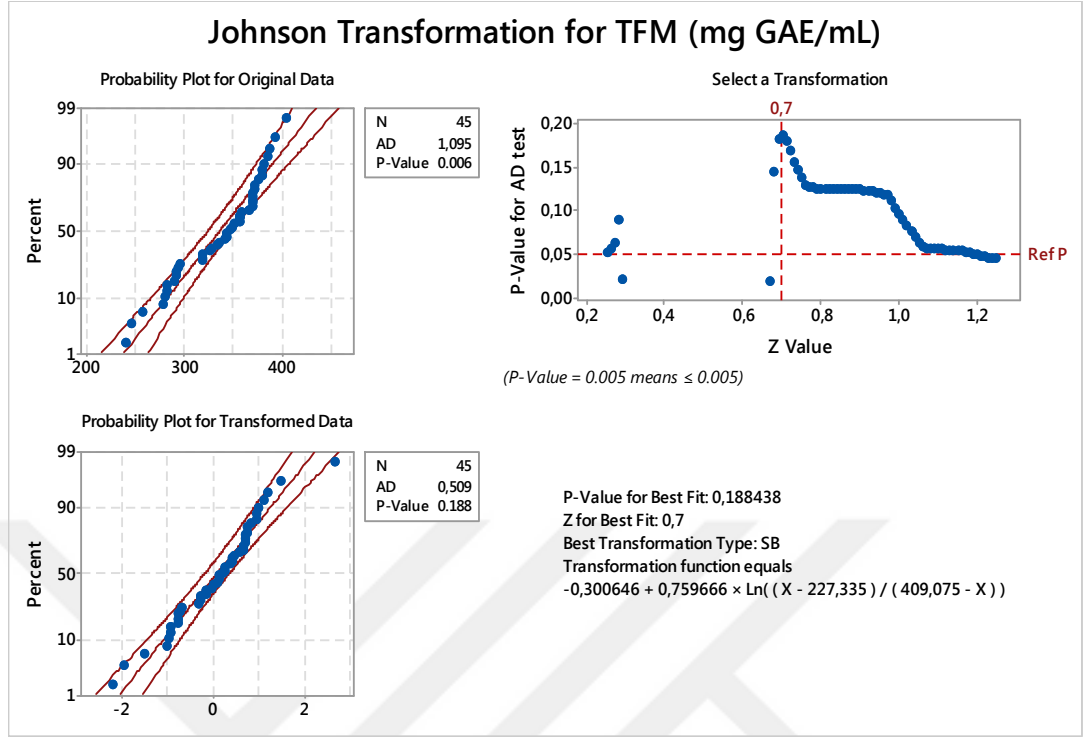


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	27.1295	3.0144	13.90	0.000
Lineer	3	2.8117	0.9372	4.32	0.011
Sıcaklık (T)	1	0.4433	0.4433	2.04	0.162
Süre (t)	1	1.7192	1.7192	7.93	0.008
Basınç (P)	1	0.6492	0.6492	2.99	0.092
Square	3	1.2751	0.4250	1.96	0.138
T*T	1	0.4242	0.4242	1.96	0.171
t*t	1	0.5664	0.5664	2.61	0.115
P*P	1	0.2419	0.2419	1.12	0.298
İkili Etkileşim	3	23.0427	7.6809	35.41	0.000
T*t	1	2.4601	2.4601	11.34	0.002
T*P	1	2.2463	2.2463	10.36	0.003
t*P	1	18.3362	18.3362	84.53	0.000
Kalıntı	35	7.5919	0.2169		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	7.2662	2.4221	237.95	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3257	0.0102		
Toplam	44	34.7214			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.465737	0.78	0.73	0.61

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.18.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TFM miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	16.1833	1.79814	3.01	0.009
Lineer	3	7.0734	2.35780	3.94	0.016
Sıcaklık (T)	1	5.4000	5.40005	9.03	0.005
Süre (t)	1	0.2543	0.25427	0.43	0.519
Basınç (P)	1	1.4191	1.41909	2.37	0.132
Square	3	3.7558	1.25193	2.09	0.119
T*T	1	0.7941	0.79407	1.33	0.257
t*t	1	0.0339	0.03386	0.06	0.813
P*P	1	3.0393	3.03926	5.08	0.031
İkili Etkileşim	3	5.3541	1.78469	2.98	0.044
T*t	1	4.8778	4.87777	8.16	0.007
T*P	1	0.3733	0.37333	0.62	0.435
t*P	1	0.1030	0.10295	0.17	0.681
Kalıntı	35	20.9269	0.59791		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	17.9656	5.98854	64.71	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.9613	0.09254		
Toplam	44	37.1102			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.773248	0.44	0.29	0.07

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.19.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	34.6580	3.8509	22.53	0.000
Lineer	3	27.8608	9.2869	54.34	0.000
Sıcaklık (T)	1	15.0289	15.0289	87.94	0.000
Süre (t)	1	6.0610	6.0610	35.46	0.000
Basınç (P)	1	6.7709	6.7709	39.62	0.000
Square	3	3.2701	1.0900	6.38	0.001
T*T	1	2.9664	2.9664	17.36	0.000
t*t	1	0.0206	0.0206	0.12	0.730
P*P	1	0.4641	0.4641	2.72	0.108
İkili Etkileşim	3	3.5271	1.1757	6.88	0.001
T*t	1	3.5252	3.5252	20.63	0.000
T*P	1	0.0016	0.0016	0.01	0.924
t*P	1	0.0003	0.0003	0.00	0.966
Kalıntı	35	5.9816	0.1709		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	4.2333	1.4111	25.83	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.7483	0.0546		
Toplam	44	40.6396			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.413404	0.85	0.82	0.75

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.20.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının İŞM değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.015133	0.001681	10.71	0.000
Lineer	3	0.001679	0.000560	3.57	0.024
Sıcaklık (T)	1	0.000020	0.000020	0.13	0.725
Süre (t)	1	0.000273	0.000273	1.74	0.196
Basınç (P)	1	0.001387	0.001387	8.84	0.005
Square	3	0.001543	0.000514	3.28	0.032
T*T	1	0.001049	0.001049	6.69	0.014
t*t	1	0.000334	0.000334	2.13	0.154
P*P	1	0.000045	0.000045	0.29	0.597
İkili Etkileşim	3	0.011911	0.003970	25.30	0.000
T*t	1	0.011466	0.011466	73.05	0.000
T*P	1	0.000437	0.000437	2.79	0.104
t*P	1	0.000008	0.000008	0.05	0.819
Kalıntı	35	0.005493	0.000157		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.003028	0.001009	13.10	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.002465	0.000077		
Toplam	44	0.020627			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0125279	0.73	0.67	0.55

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.21.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.503392	0.055932	9.65	0.000
Lineer	3	0.075065	0.025022	4.32	0.011
Sıcaklık (T)	1	0.009527	0.009527	1.64	0.208
Süre (t)	1	0.004146	0.004146	0.72	0.403
Basınç (P)	1	0.061392	0.061392	10.59	0.003
Square	3	0.182774	0.060925	10.51	0.000
T*T	1	0.000007	0.000007	0.00	0.973
t*t	1	0.176070	0.176070	30.38	0.000
P*P	1	0.011235	0.011235	1.94	0.173
İkili Etkileşim	3	0.245553	0.081851	14.12	0.000
T*t	1	0.240431	0.240431	41.48	0.000
T*P	1	0.000643	0.000643	0.11	0.741
t*P	1	0.004478	0.004478	0.77	0.385
Kalıntı	35	0.202875	0.005796		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.114651	0.038217	13.86	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.088224	0.002757		
Toplam	44	0.706267			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0761343	0.71	0.64	0.52

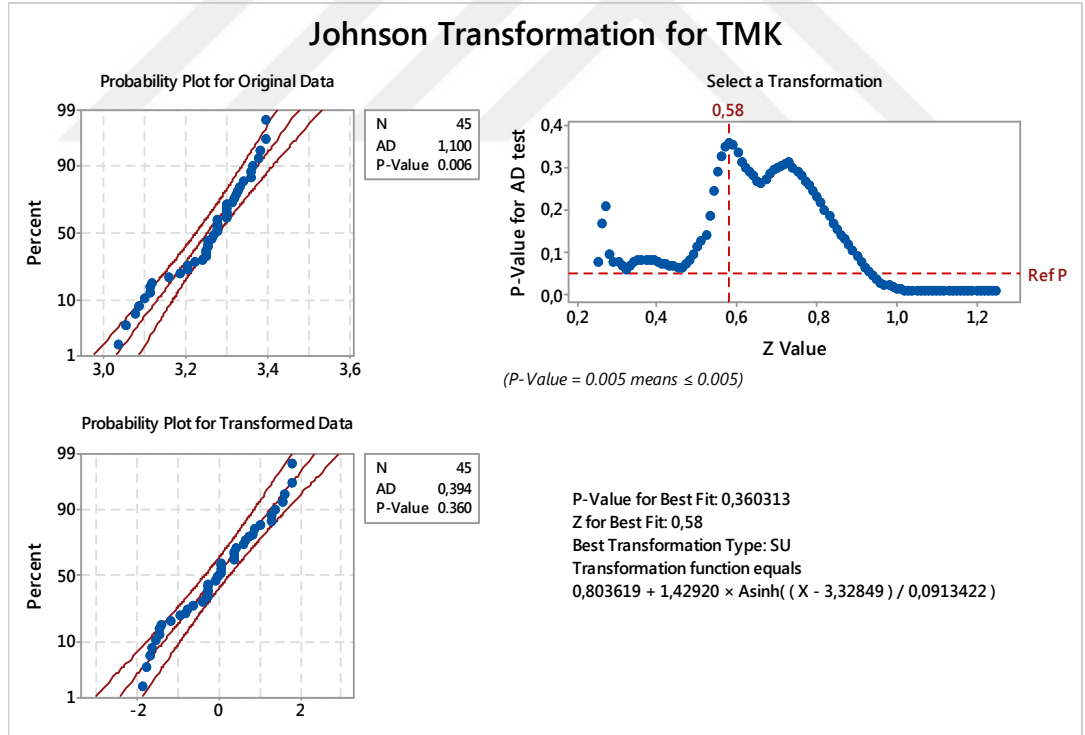
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.22.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMK sayısının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	36.3741	4.0416	13.68	0.000
Lineer	3	7.6447	2.5482	8.62	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.1509	0.1509	0.51	0.480
Süre (t)	1	6.5451	6.5451	22.15	0.000
Basınç (P)	1	0.9487	0.9487	3.21	0.082
Square	3	21.8526	7.2842	24.65	0.000
T*T	1	0.2492	0.2492	0.84	0.365
t*t	1	20.8904	20.8904	70.71	0.000
P*P	1	0.0362	0.0362	0.12	0.728
İkili Etkileşim	3	6.8768	2.2923	7.76	0.000
T*t	1	5.7573	5.7573	19.49	0.000
T*P	1	0.7302	0.7302	2.47	0.125
t*P	1	0.3893	0.3893	1.32	0.259
Kalıntı	35	10.3410	0.2955		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	1.3898	0.4633	1.66	<b>0.196</b>
Saf hata	32	8.9512	0.2797		
Toplam	44	46.7151			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.543559	0.78	0.72	0.66

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.23.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı *L. paracasei* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	7.10764	0.78974	22.41	0.000
Lineer	9	7.10764	0.78974	22.41	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.09147	0.09147	2.60	0.116
Süre (t)	1	2.50771	2.50771	71.16	0.000
Basınç (P)	1	4.38046	4.38046	124.29	0.000
Square	3	0.09259	0.03086	0.88	0.463
T*T	1	0.00010	0.00010	0.00	0.958
t*t	1	0.02810	0.02810	0.80	0.378
P*P	1	0.05773	0.05773	1.64	0.209
İkili Etkileşim	3	0.03542	0.01181	0.33	0.800
T*t	1	0.02850	0.02850	0.81	0.375
T*P	1	0.00624	0.00624	0.18	0.676
t*P	1	0.00068	0.00068	0.02	0.890
Kalıntı	35	1.23349	0.03524		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.12185	0.04062	1.17	<b>0.337</b>
Saf hata	32	1.11164	0.03474		
Toplam	44	8.34113			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.187730	0.85	0.81	0.75

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.24.** YHB ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	4.00575	0.44508	29.80	0.000
Lineer	3	3.72636	1.24212	83.17	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00992	0.00992	0.66	0.420
Süre (t)	1	1.32806	1.32806	88.93	0.000
Basınç (P)	1	2.38837	2.38837	159.93	0.000
Square	3	0.20840	0.06947	4.65	0.008
T*T	1	0.00116	0.00116	0.08	0.782
t*t	1	0.00323	0.00323	0.22	0.645
P*P	1	0.19624	0.19624	13.14	0.001
İkili Etkileşim	3	0.07099	0.02366	1.58	0.211
T*t	1	0.03262	0.03262	2.18	0.148
T*P	1	0.01615	0.01615	1.08	0.306
t*P	1	0.02223	0.02223	1.49	0.231
Kalıntı	35	0.52269	0.01493		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.06952	0.02317	1.64	<b>0.200</b>
Saf hata	32	0.45317	0.01416		
Toplam	44	4.52845			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.122205	0.89	0.86	0.81

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.25.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.000277	0.000031	1.67	0.135
Lineer	3	0.000058	0.000019	1.05	0.382
Sıcaklık (T)	1	0.000004	0.000004	0.23	0.638
Süre (t)	1	0.000038	0.000038	2.03	0.163
Basınç (P)	1	0.000017	0.000017	0.90	0.349
Square	3	0.000004	0.000004	0.19	0.902
T*T	1	0.000000	0.000000	0.01	0.915
t*t	1	0.000000	0.000000	0.01	0.915
P*P	1	0.000010	0.000010	0.57	0.457
İkili Etkileşim	3	0.000208	0.000069	3.76	0.019
T*t	1	0.000075	0.000075	4.06	0.052
T*P	1	0.000133	0.000133	7.21	0.011
t*P	1	0.000000	0.000000	0.00	1.000
Kalıntı	35	0.000647	0.000018		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.000158	0.000053	3.45	<b>0.028</b>
Saf hata	32	0.000489	0.000015		
Toplam	44	0.000924			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.043002	0.30	0.12	0.00

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.26.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SÇKM miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.14800	0.127556	24.80	0.000
Lineer	3	0.12667	0.042222	8.21	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00667	0.006667	1.30	0.263
Süre (t)	1	0.06000	0.060000	11.67	0.002
Basınç (P)	1	0.06000	0.060000	11.67	0.002
Square	3	0.68800	0.229333	44.59	0.000
T*T	1	0.44308	0.443077	86.15	0.000
t*t	1	0.11077	0.110769	21.54	0.000
P*P	1	0.11077	0.110769	21.54	0.000
İkili Etkileşim	3	0.33333	0.111111	21.60	0.000
T*t	1	0.21333	0.213333	41.48	0.000
T*P	1	0.00000	0.000000	0.00	1.000
t*P	1	0.12000	0.120000	23.33	0.000
Kalıntı	35	0.18000	0.005143		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.12667	0.042222	25.33	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.05333	0.001667		
Toplam	44	1.32800			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0717137	0.87	0.83	0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.27.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.016641	0.001849	26.53	0.000
Lineer	3	0.013283	0.004428	63.54	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.000600	0.000600	8.61	0.006
Süre (t)	1	0.006017	0.006017	86.34	0.000
Basınç (P)	1	0.006667	0.006667	95.67	0.000
Square	3	0.002124	0.000708	10.16	0.000
T*T	1	0.000414	0.000414	5.94	0.020
t*t	1	0.001809	0.001809	25.95	0.000
P*P	1	0.000085	0.000085	1.23	0.276
İkili Etkileşim	3	0.001233	0.000411	5.90	0.002
T*t	1	0.001200	0.001200	17.22	0.000
T*P	1	0.000033	0.000033	0.48	0.494
t*P	1	0.000000	0.000000	0.00	1.000
Kalıntı	35	0.002439	0.000070		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.000283	0.000094	1.40	<b>0.260</b>
Saf hata	32	0.002156	0.000067		
Toplam	44	0.019080			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0083476	0.87	0.84	0.82

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.28.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının bulanıklık değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	106190	11798.9	10.85	0.000
Lineer	3	40407	13468.9	12.39	0.000
Sıcaklık (T)	1	17291	17291.4	15.90	0.000
Süre (t)	1	22909	22909.3	21.07	0.000
Basınç (P)	1	206	205.9	0.19	0.666
Square	3	47311	15770.3	14.50	0.000
T*T	1	44673	44672.7	41.08	0.000
t*t	1	1021	1021.4	0.94	0.339
P*P	1	19	19.3	0.02	0.895
İkili Etkileşim	3	18472	6157.4	5.66	0.003
T*t	1	12500	12500.1	11.49	0.002
T*P	1	485	485.1	0.45	0.509
t*P	1	5487	5487.0	5.05	0.031
Kalıntı	35	38063	1087.5		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	36833	12277.8	319.63	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1229	38.4		
Toplam	44	144252			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	32.9773	0.74	0.67	0.54

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

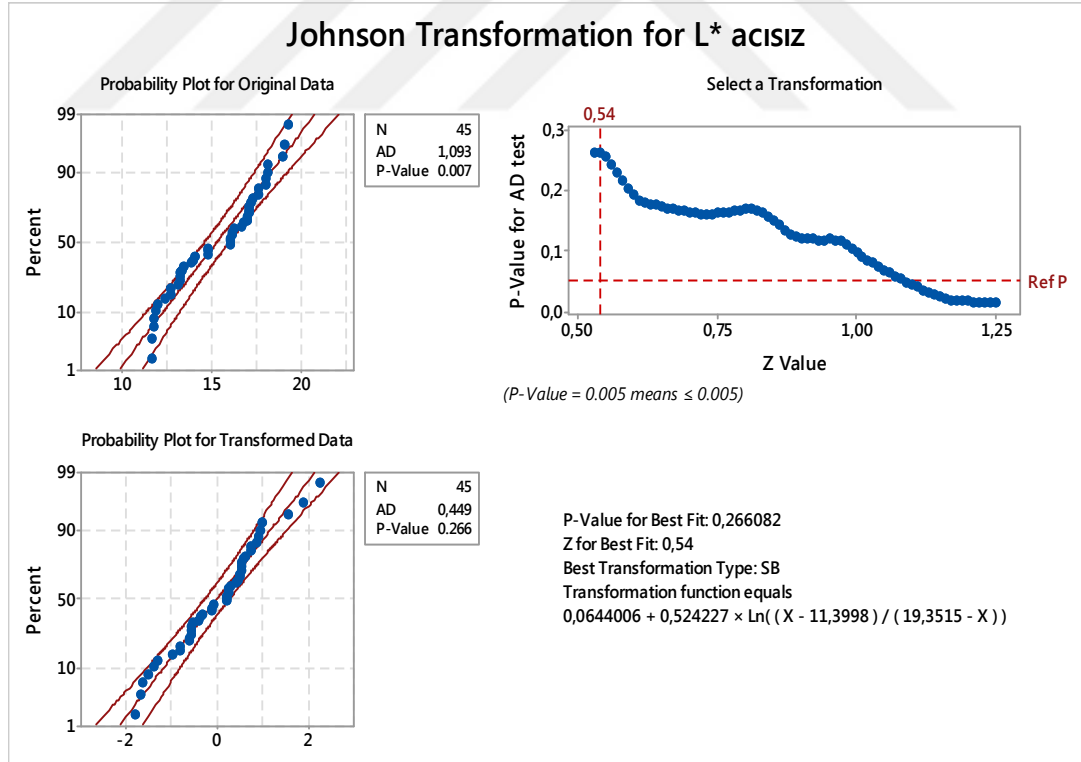


**Ek 4.29.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $L^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	21.6944	2.41049	5.42	0.000
Lineer	3	10.2309	3.41029	7.66	0.000
Sıcaklık (T)	1	7.2646	7.26460	16.33	0.000
Süre (t)	1	2.4773	2.47726	5.57	0.024
Basınç (P)	1	0.4890	0.48902	1.10	0.302
Square	3	6.8613	2.28709	5.14	0.005
T*T	1	0.2337	0.23372	0.53	0.473
t*t	1	6.7417	6.74168	15.15	0.000
P*P	1	0.0006	0.00060	0.00	0.971
İkili Etkileşim	3	4.6022	1.53408	3.45	0.027
T*t	1	2.4757	2.47567	5.56	0.024
T*P	1	1.0839	1.08393	2.44	0.128
t*P	1	1.0426	1.04263	2.34	0.135
Kalıntı	35	15.5735	0.44496		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	5.5133	1.83777	5.85	<b>0.003</b>
Saf hata	32	10.0602	0.31438		
Toplam	44	37.2679			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.667052	0.58	0.48	0.39

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.30.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $a^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	325.713	36.190	14.01	0.000
Lineer	3	88.266	29.422	11.39	0.000
Sıcaklık (T)	1	63.050	63.050	24.41	0.000
Süre (t)	1	17.768	17.768	6.88	0.013
Basınç (P)	1	7.448	7.448	2.88	0.098
Square	3	185.017	61.672	23.88	0.000
T*T	1	28.155	28.155	10.90	0.002
t*t	1	158.982	158.982	61.55	0.000
P*P	1	15.471	15.471	5.99	0.020
İkili Etkileşim	3	52.430	17.477	6.77	0.001
T*t	1	27.603	27.603	10.69	0.002
T*P	1	10.416	10.416	4.03	0.052
t*P	1	14.410	14.410	5.58	0.024
Kalıntı	35	90.401	2.583		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	62.148	20.716	23.46	<b>0.000</b>
Saf hata	32	28.254	0.883		
Toplam	44	416.114			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.60714	0.78	0.73	0.65

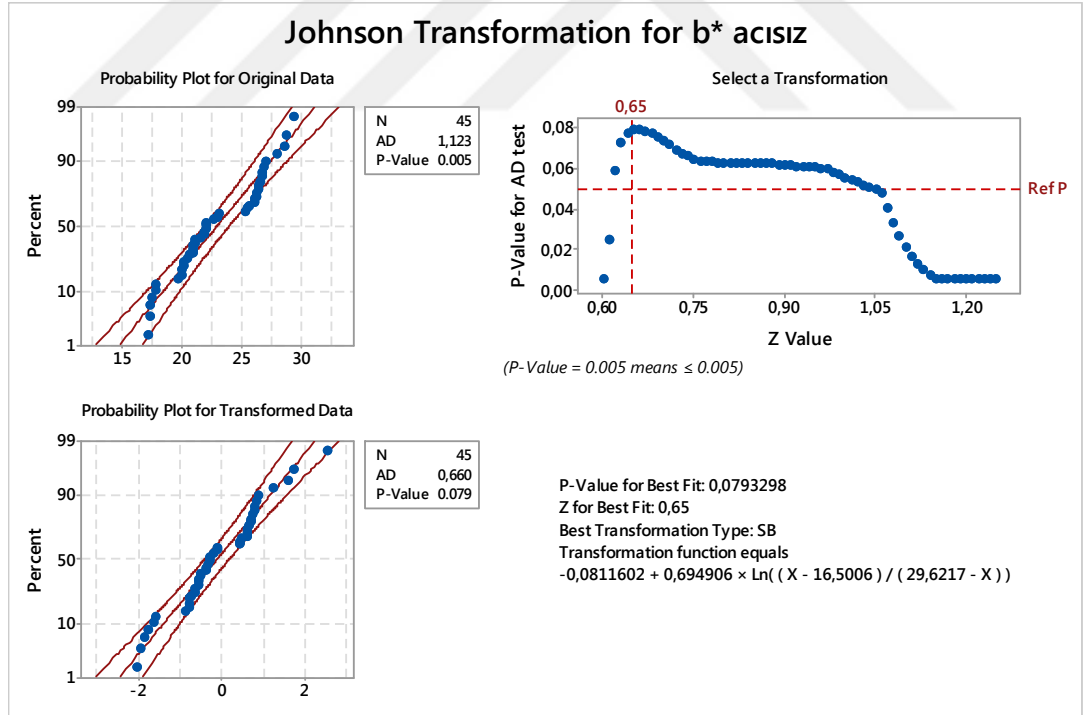
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.31.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $b^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	32.4367	3.6041	10.05	0.000
Lineer	3	15.6577	5.2192	14.55	0.000
Sıcaklık (T)	1	12.3329	12.3329	34.38	0.000
Süre (t)	1	2.1363	2.1363	5.96	0.020
Basınç (P)	1	1.1885	1.1885	3.31	0.077
Square	3	6.1563	2.0521	5.72	0.003
T*T	1	3.2550	3.2550	9.07	0.005
t*t	1	0.4410	0.4410	1.23	0.275
P*P	1	2.4779	2.4779	6.91	0.013
İkili Etkileşim	3	10.6227	3.5409	9.87	0.000
T*t	1	7.2764	7.2764	20.28	0.000
T*P	1	1.4626	1.4626	4.08	0.051
t*P	1	1.8836	1.8836	5.25	0.028
Kalıntı	35	12.5551	0.3587		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	11.3781	3.7927	103.11	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.1770	0.0368		
Toplam	44	44.9918			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.598930	0.72	0.65	0.51

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

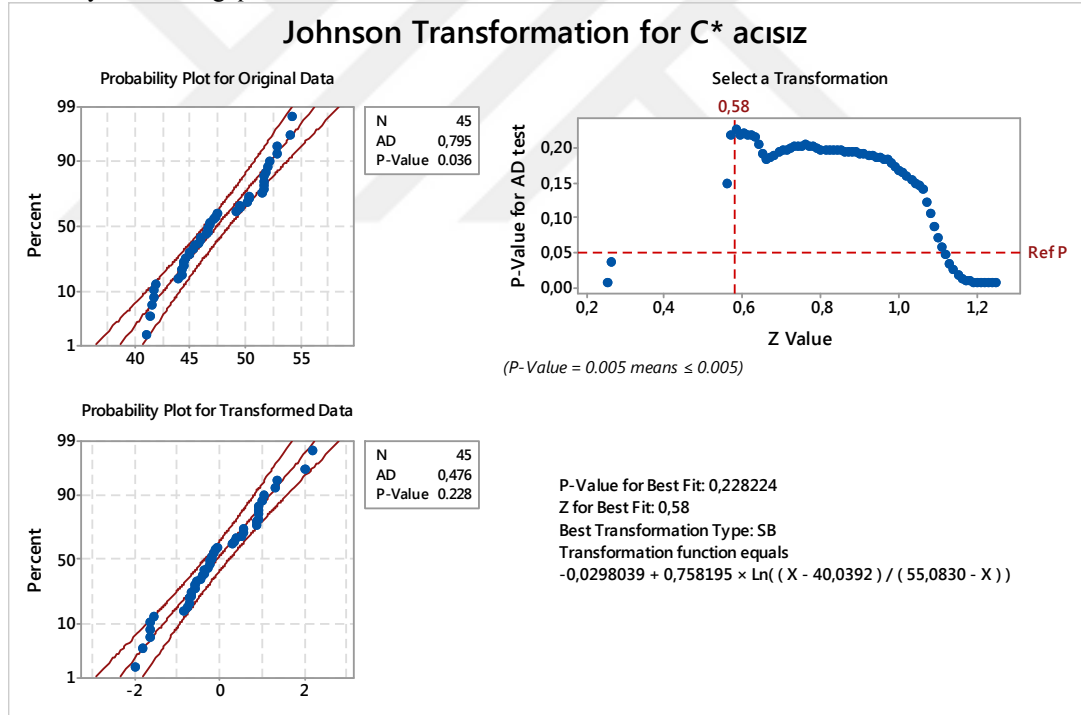


**Ek 4.32.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $C^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	31.6549	3.5172	10.65	0.000
Lineer	3	13.7965	4.5988	13.93	0.000
Sıcaklık (T)	1	10.8902	10.8902	32.99	0.000
Süre (t)	1	1.9509	1.9509	5.91	0.020
Basınç (P)	1	0.9555	0.9555	2.89	0.098
Square	3	7.2439	2.4146	7.31	0.001
T*T	1	3.2814	3.2814	9.94	0.003
t*t	1	0.7303	0.7303	2.21	0.146
P*P	1	3.1749	3.1749	9.62	0.004
İkili Etkileşim	3	10.6145	3.5382	10.72	0.000
T*t	1	6.6862	6.6862	20.25	0.000
T*P	1	1.8649	1.8649	5.65	0.023
t*P	1	2.0633	2.0633	6.25	0.017
Kalıntı	35	11.5537	0.3301		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>3</b>	<b>10.2989</b>	<b>3.4330</b>	<b>87.55</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.2548	0.0392		
Toplam	44	43.2086			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.574548	0.73	0.66	0.53

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.33.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $h^\circ$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.073856	0.008206	11.13	0.000
Lineer	3	0.026935	0.008978	12.17	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.020304	0.020304	27.53	0.000
Süre (t)	1	0.004703	0.004703	6.38	0.016
Basınç (P)	1	0.001927	0.001927	2.61	0.115
Square	3	0.035588	0.011863	16.08	0.000
T*T	1	0.005360	0.005360	7.27	0.011
t*t	1	0.029960	0.029960	40.62	0.000
P*P	1	0.003879	0.003879	5.26	0.028
İkili Etkileşim	3	0.011334	0.003778	5.12	0.005
T*t	1	0.005729	0.005729	7.77	0.009
T*P	1	0.002956	0.002956	4.01	0.053
t*P	1	0.002648	0.002648	3.59	0.066
Kalıntı	35	0.025817	0.000738		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.017240	0.005747	21.44	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.008577	0.000268		
Toplam	44	0.099673			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0271593	0.74	0.67	0.58

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.34.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $\Delta E$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	896.27	99.585	10.04	0.000
Lineer	3	250.96	83.653	8.44	0.000
Sıcaklık (T)	1	186.15	186.150	18.77	0.000
Süre (t)	1	50.48	50.480	5.09	0.030
Basınç (P)	1	14.33	14.330	1.45	0.237
Square	3	520.04	173.346	17.48	0.000
T*T	1	98.83	98.828	9.97	0.003
t*t	1	429.93	429.927	43.36	0.000
P*P	1	44.12	44.123	4.45	0.042
İkili Etkileşim	3	125.27	41.757	4.21	0.012
T*t	1	81.47	81.474	8.22	0.007
T*P	1	25.16	25.162	2.54	0.120
t*P	1	18.63	18.635	1.88	0.179
Kalıntı	35	347.02	9.915		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	262.96	87.654	33.37	<b>0.000</b>
Saf hata	32	84.06	2.627		
Toplam	44	1243.29			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	3.14880	0.72	0.65	0.54

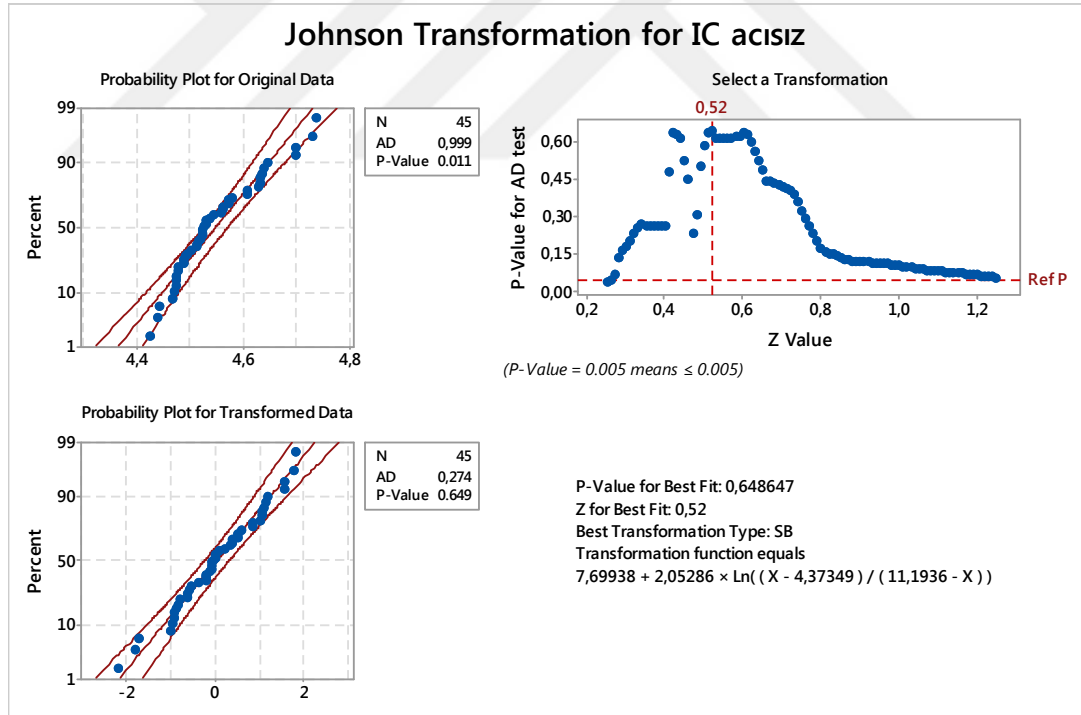
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.35.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının IC değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

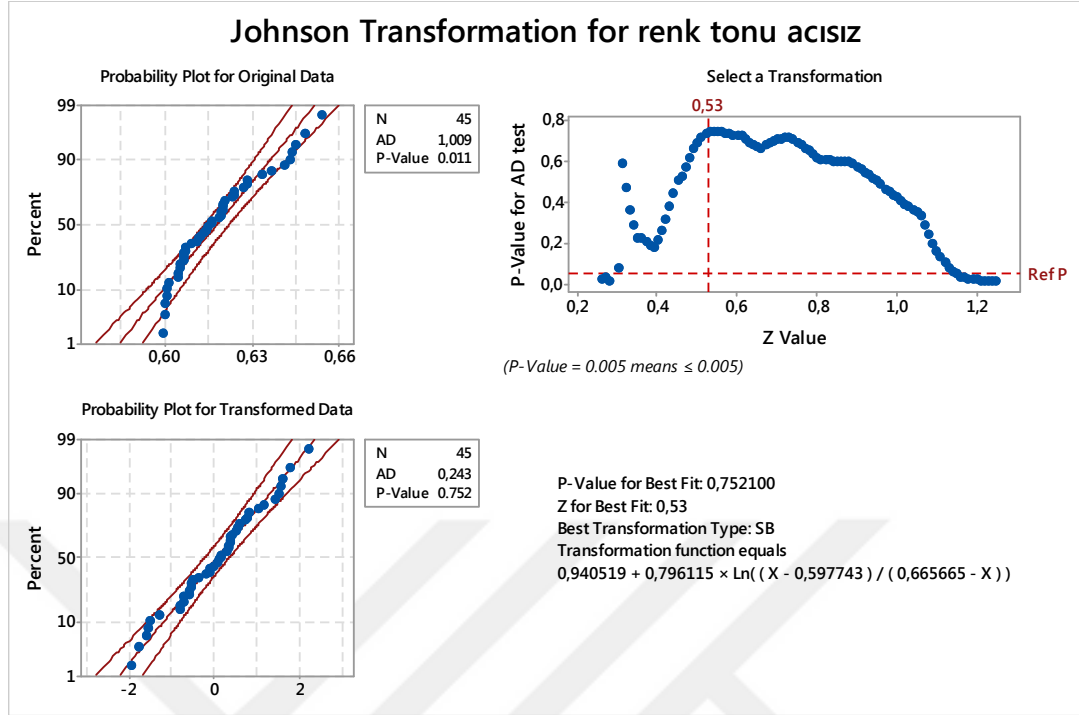
Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	24.2632	2.69591	6.12	0.000
Lineer	3	8.6322	2.87741	6.54	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.6744	0.67440	1.53	0.224
Süre (t)	1	7.9102	7.91018	17.97	0.000
Basınç (P)	1	0.0477	0.04766	0.11	0.744
Square	3	11.2848	3.76161	8.55	0.000
T*T	1	3.9903	3.99033	9.06	0.005
t*t	1	4.4505	4.45053	10.11	0.003
P*P	1	2.0948	2.09478	4.76	0.036
İkili Etkileşim	3	4.3461	1.44871	3.29	0.032
T*t	1	3.6061	3.60611	8.19	0.007
T*P	1	0.6813	0.68130	1.55	0.222
t*P	1	0.0587	0.05872	0.13	0.717
Kalıntı	35	15.4069	0.44020		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	11.1805	3.72685	28.22	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.2264	0.13207		
Toplam	44	39.6701			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.663474	0.61	0.51	0.34

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.36.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının renk tonu değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.006420	0.000713	9.08	0.000
Linear	3	0.003081	0.001027	13.07	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.001066	0.001066	13.57	0.001
Süre (t)	1	0.001859	0.001859	23.67	0.000
Basınç (P)	1	0.000156	0.000156	1.99	0.168
Square	3	0.002162	0.000721	9.18	0.000
T*T	1	0.001383	0.001383	17.60	0.000
t*t	1	0.000512	0.000512	6.52	0.015
P*P	1	0.000149	0.000149	1.89	0.178
İkili Etkileşim	3	0.001177	0.000392	5.00	0.005
T*t	1	0.000471	0.000471	6.00	0.019
T*P	1	0.000700	0.000700	8.92	0.005
t*P	1	0.000006	0.000006	0.07	0.787
Kalıntı	35	0.002749	0.000079		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.001739	0.000580	18.35	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.001011	0.000032		
Toplam	44	0.009170			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.008629	0.70	0.62	0.50

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

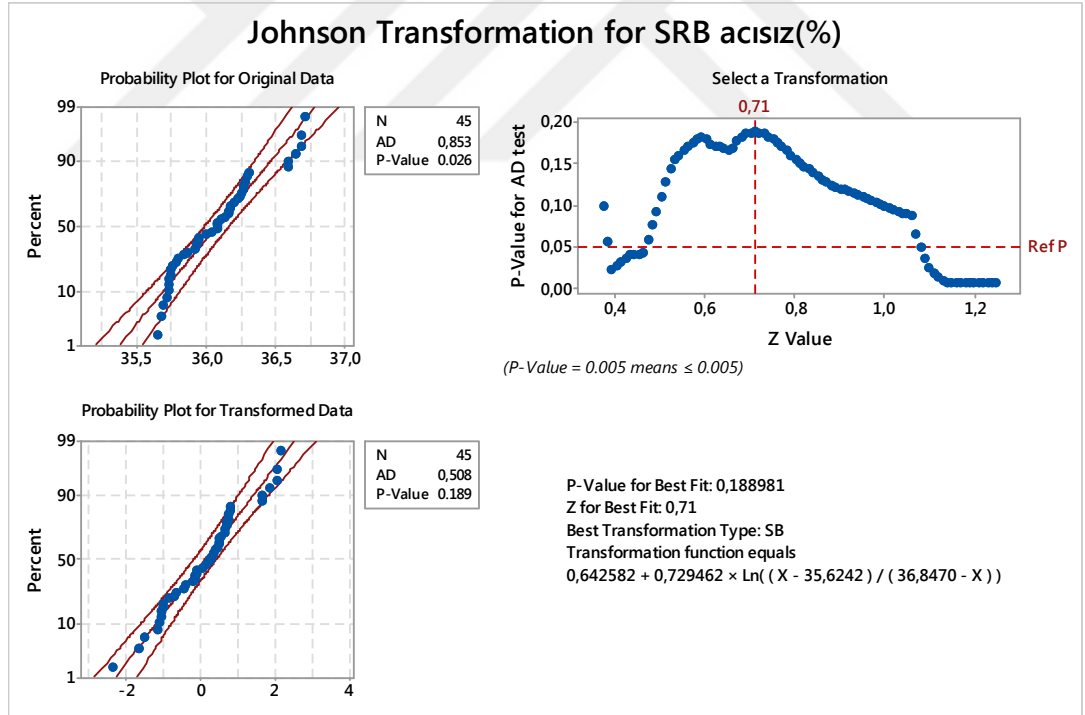


**Ek 4.37.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SRB değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	30.9189	3.4354	7.59	0.000
Lineer	3	17.7164	5.9055	13.05	0.000
Sıcaklık (T)	1	2.5043	2.5043	5.53	0.024
Süre (t)	1	11.8216	11.8216	26.12	0.000
Basınç (P)	1	3.3906	3.3906	7.49	0.010
Square	3	8.7428	2.9143	6.44	0.001
T*T	1	2.8248	2.8248	6.24	0.017
t*t	1	5.2239	5.2239	11.54	0.002
P*P	1	0.0335	0.0335	0.07	0.787
İkili Etkileşim	3	4.4596	1.4865	3.28	0.032
T*t	1	1.5939	1.5939	3.52	0.069
T*P	1	2.8241	2.8241	6.24	0.017
t*P	1	0.0417	0.0417	0.09	0.763
Kalıntı	35	15.8390	0.4525		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	11.3780	3.7927	27.21	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.4611	0.1394		
Toplam	44	46.7579			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.672714	0.66	0.57	0.41

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

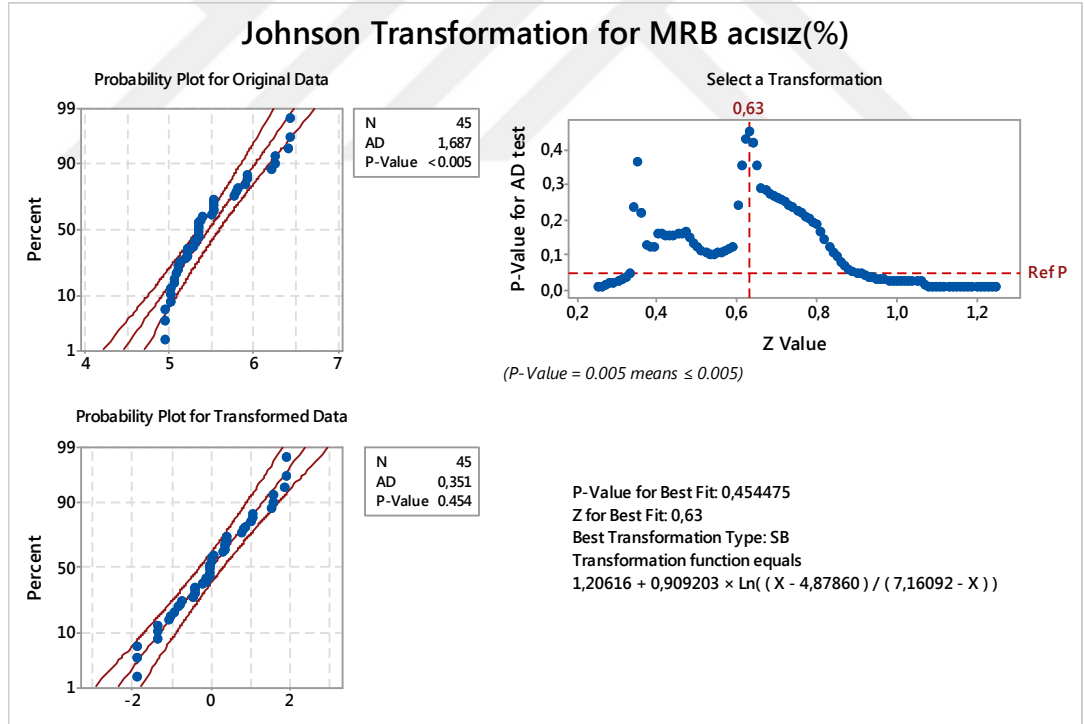


**Ek 4.38.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının MRB değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	25.2120	2.8013	4.74	0.000
Lineer	3	11.8738	3.9579	6.69	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.9101	0.9101	1.54	0.223
Süre (t)	1	10.9481	10.9481	18.51	0.000
Basınç (P)	1	0.0156	0.0156	0.03	0.872
Square	3	7.0187	2.3396	3.96	0.016
T*T	1	3.2922	3.2922	5.57	0.024
t*t	1	2.6373	2.6373	4.46	0.042
P*P	1	0.6124	0.6124	1.04	0.316
İkili Etkileşim	3	6.3194	2.1065	3.56	0.024
T*t	1	1.4203	1.4203	2.40	0.130
T*P	1	3.6971	3.6971	6.25	0.017
t*P	1	1.2021	1.2021	2.03	0.163
Kalıntı	35	20.7034	0.5915		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>3</b>	<b>18.4933</b>	<b>6.1644</b>	<b>89.26</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.2101	0.0691		
Toplam	44	45.9154			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.769106	0.55	0.43	0.22

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

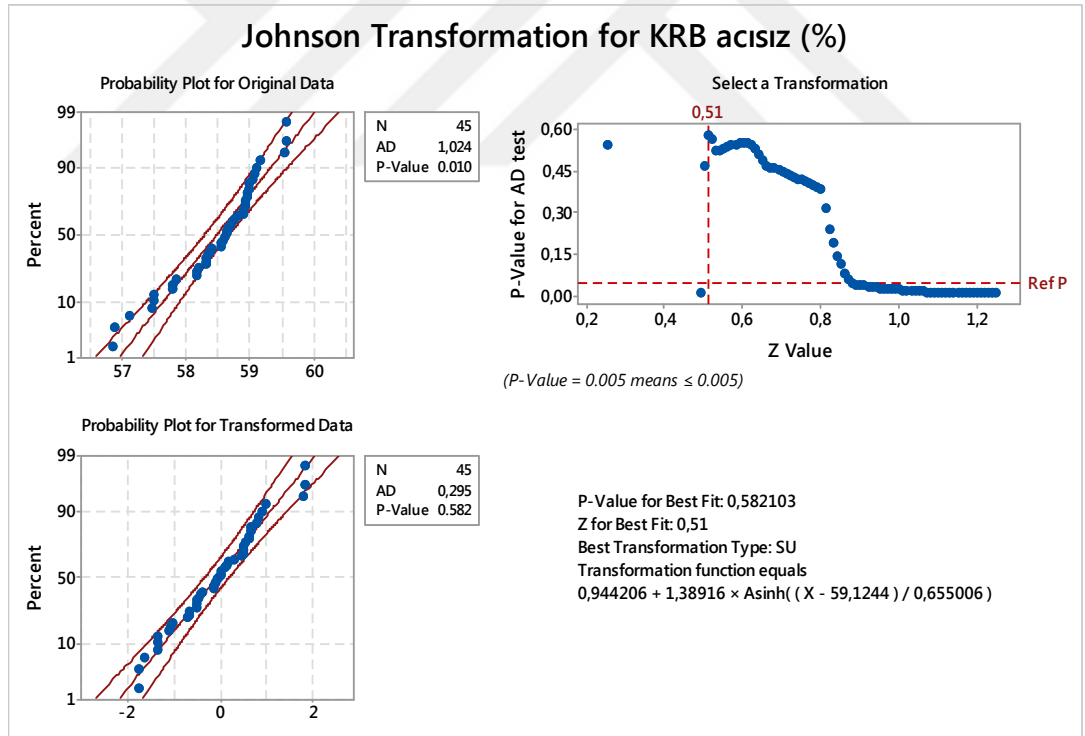


**Ek 4.39.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının KRB değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

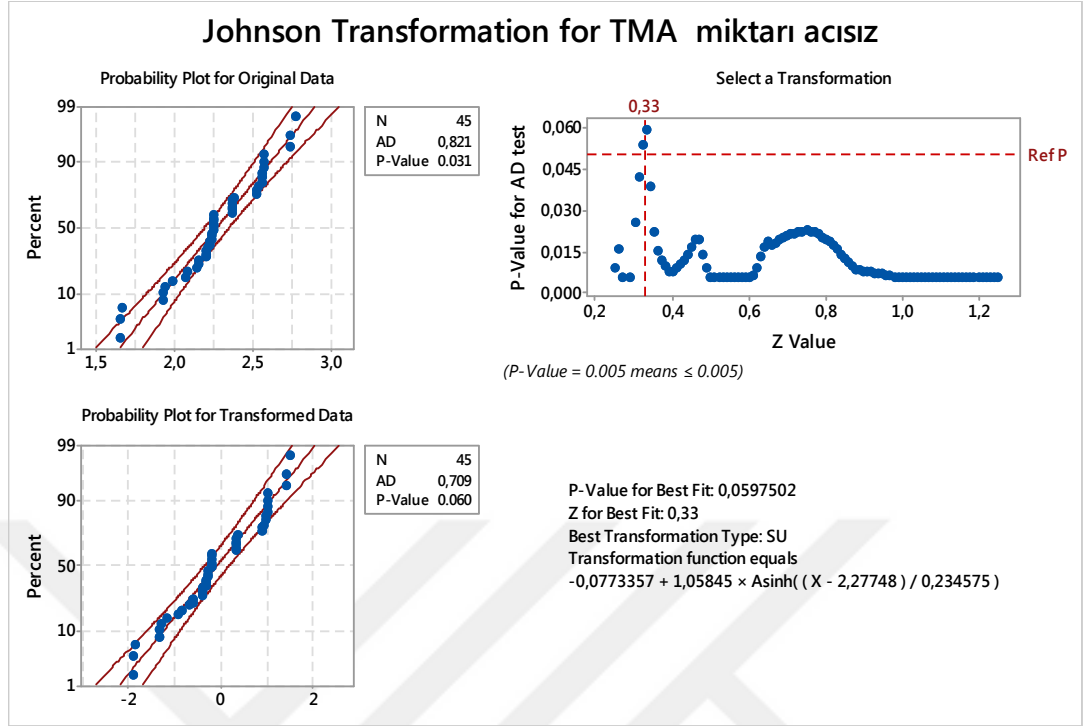
Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	21.8132	2.42369	5.86	0.000
Lineer	3	12.9693	4.32309	10.46	0.000
Sıcaklık (T)	1	3.8086	3.80857	9.21	0.005
Süre (t)	1	9.1541	9.15410	22.15	0.000
Basınç (P)	1	0.0066	0.00659	0.02	0.900
Square	3	5.2245	1.74151	4.21	0.012
T*T	1	3.3943	3.39428	8.21	0.007
t*t	1	1.3787	1.37873	3.34	0.076
P*P	1	0.1178	0.11783	0.29	0.597
İkili Etkileşim	3	3.6195	1.20649	2.92	0.048
T*t	1	0.2754	0.27538	0.67	0.420
T*P	1	2.4438	2.44384	5.91	0.020
t*P	1	0.9002	0.90023	2.18	0.149
Kalıntı	35	14.4659	0.41331		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	10.9030	3.63433	32.64	<b>0.000</b>
Saf hata	32	3.5629	0.11134		
Toplam	44	36.2792			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.642893	0.60	0.50	0.34

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.40.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMA miktarının dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

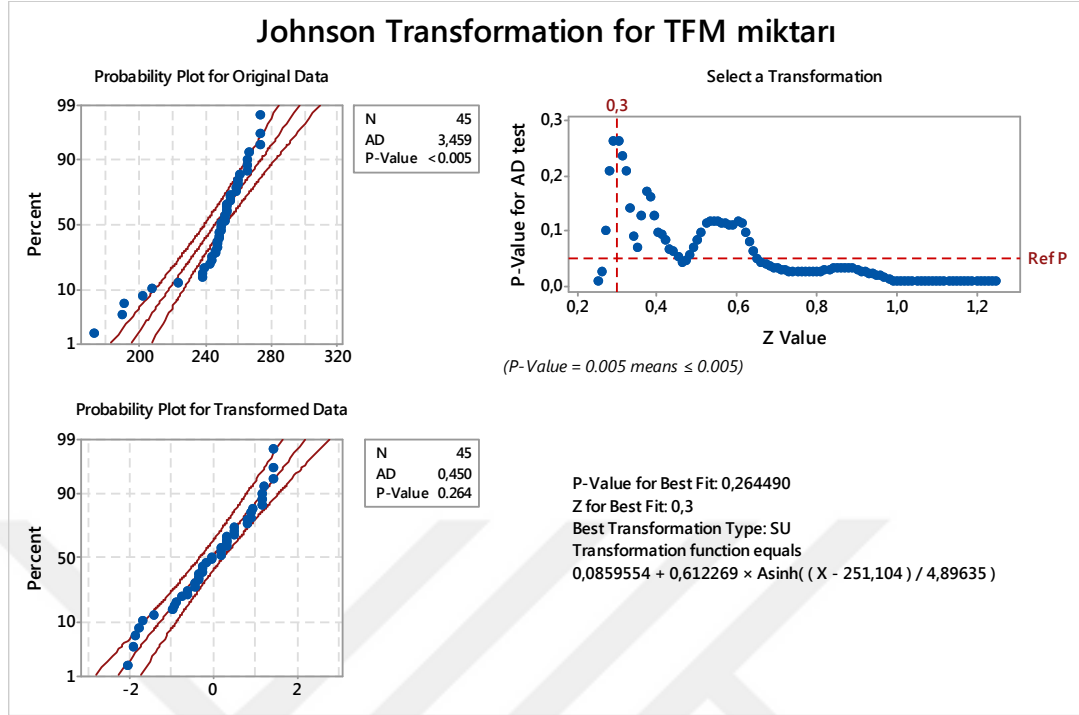


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	35.5777	3.9531	146.74	0.000
Lineer	3	32.0040	10.6680	396.01	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.6552	0.6552	24.32	0.000
Süre (t)	1	30.0082	30.0082	1113.93	0.000
Basınç (P)	1	1.3406	1.3406	49.76	0.000
Square	3	1.2180	0.4060	15.07	0.000
T*T	1	0.0632	0.0632	2.35	0.134
t*t	1	0.1721	0.1721	6.39	0.016
P*P	1	0.9774	0.9774	36.28	0.000
İkili Etkileşim	3	2.3557	0.7852	29.15	0.000
T*t	1	0.5623	0.5623	20.87	0.000
T*P	1	0.1101	0.1101	4.09	0.051
t*P	1	1.6834	1.6834	62.49	0.000
Kalıntı	35	0.9429	0.0269		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.8146	0.2715	67.76	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1282	0.0040		
Toplam	44	36.5205			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.164131	0.97	0.97	0.96

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.41.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TFM miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

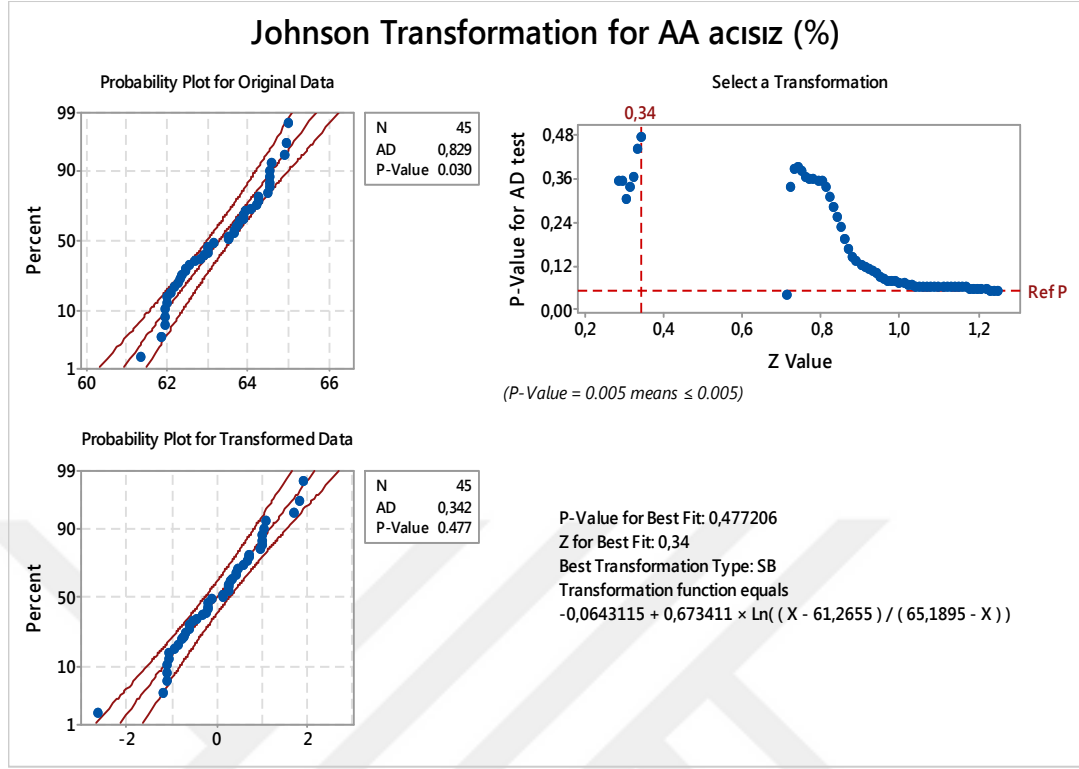


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	22.9776	2.55307	5.01	0.000
Linear	3	8.2570	2.75232	5.40	0.004
Sıcaklık (T)	1	0.0934	0.09343	0.18	0.671
Süre (t)	1	0.8324	0.83244	1.63	0.210
Basınç (P)	1	7.3311	7.33110	14.37	0.001
Square	3	2.4420	0.81399	1.60	0.208
T*T	1	0.2793	0.27931	0.55	0.464
t*t	1	2.0178	2.01782	3.96	0.055
P*P	1	0.0344	0.03436	0.07	0.797
İkili Etkileşim	3	12.2787	4.09289	8.03	0.000
T*t	1	4.8546	4.85461	9.52	0.004
T*P	1	5.5166	5.51661	10.82	0.002
t*P	1	1.9075	1.90747	3.74	0.061
Kalıntı	35	17.8499	0.51000		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	9.6071	3.20237	12.43	<b>0.000</b>
Saf hata	32	8.2428	0.25759		
Toplam	44	40.8275			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.714141	0.56	0.45	0.27

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.42.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının AA değeri dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	30.0819	3.3424	14.19	0.000
Lineer	3	2.7247	0.9082	3.86	0.017
Sıcaklık (T)	1	0.6698	0.6698	2.84	0.101
Süre (t)	1	0.0997	0.0997	0.42	0.520
Basınç (P)	1	1.9553	1.9553	8.30	0.007
Square	3	21.5099	7.1700	30.45	0.000
T*T	1	12.1469	12.1469	51.58	0.000
t*t	1	1.1541	1.1541	4.90	0.033
P*P	1	8.4381	8.4381	35.83	0.000
İkili Etkileşim	3	5.8473	1.9491	8.28	0.000
T*t	1	0.0549	0.0549	0.23	0.632
T*P	1	0.5590	0.5590	2.37	0.132
t*P	1	5.2333	5.2333	22.22	0.000
Kalıntı	35	8.2417	0.2355		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	1.6596	0.5532	2.69	<b>0.063</b>
Saf hata	32	6.5821	0.2057		
Toplam	44	38.3236			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.485260	0.79	0.73	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.43.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının İŞM için ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.011784	0.001309	6.69	0.000
Lineer	3	0.001708	0.000569	2.91	0.048
Sıcaklık (T)	1	0.000067	0.000067	0.34	0.563
Süre (t)	1	0.000937	0.000937	4.79	0.035
Basınç (P)	1	0.000704	0.000704	3.60	0.066
Square	3	0.006026	0.002009	10.27	0.000
T*T	1	0.000103	0.000103	0.53	0.472
t*t	1	0.005747	0.005747	29.38	0.000
P*P	1	0.000085	0.000085	0.44	0.513
İkili Etkileşim	3	0.004050	0.001350	6.90	0.001
T*t	1	0.000208	0.000208	1.06	0.309
T*P	1	0.003008	0.003008	15.38	0.000
t*P	1	0.000833	0.000833	4.26	0.047
Kalıntı	35	0.006847	0.000196		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.001558	0.000519	3.14	<b>0.039</b>
Saf hata	32	0.005289	0.000165		
Toplam	44	0.018631			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0139870	0.63	0.54	0.44

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.44.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.03906	0.115451	23.62	0.000
Lineer	3	0.37385	0.124616	25.50	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00381	0.003806	0.78	0.384
Süre (t)	1	0.22800	0.227996	46.65	0.000
Basınç (P)	1	0.14205	0.142047	29.07	0.000
Square	3	0.45825	0.152751	31.26	0.000
T*T	1	0.22679	0.226792	46.41	0.000
t*t	1	0.07323	0.073229	14.98	0.000
P*P	1	0.22186	0.221859	45.40	0.000
İkili Etkileşim	3	0.20696	0.068987	14.12	0.000
T*t	1	0.01814	0.018136	3.71	0.062
T*P	1	0.05090	0.050898	10.41	0.003
t*P	1	0.13793	0.137926	28.22	0.000
Kalıntı	35	0.17105	0.004887		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.02525	0.008418	1.85	<b>0.158</b>
Saf hata	32	0.14579	0.004556		
Toplam	44	1.21011			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0699075	0.86	0.82	0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.45.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	4.06118	0.45124	41.40	0.000
Lineer	3	3.59731	1.19910	110.01	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00184	0.00184	0.17	0.684
Süre (t)	1	1.38720	1.38720	127.27	0.000
Basınç (P)	1	2.20827	2.20827	202.59	0.000
Square	3	0.26623	0.08874	8.14	0.000
T*T	1	0.02878	0.02878	2.64	0.113
t*t	1	0.00273	0.00273	0.25	0.620
P*P	1	0.23873	0.23873	21.90	0.000
İkili Etkileşim	3	0.19764	0.06588	6.04	0.002
T*t	1	0.07841	0.07841	7.19	0.011
T*P	1	0.10453	0.10453	9.59	0.004
t*P	1	0.01470	0.01470	1.35	0.253
Kalıntı	35	0.38150	0.01090		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.02148	0.00716	0.64	<b>0.597</b>
Saf hata	32	0.36002	0.01125		
Toplam	44	4.44268			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.104403	0.91	0.89	0.85

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.46.** YHB ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	2.61168	0.29019	66.85	0.000
Lineer	3	2.41964	0.80655	185.80	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.02855	0.02855	6.58	0.015
Süre (t)	1	0.76523	0.76523	176.28	0.000
Basınç (P)	1	1.62586	1.62586	374.55	0.000
Square	3	0.11053	0.03684	8.49	0.000
T*T	1	0.00617	0.00617	1.42	0.241
t*t	1	0.00002	0.00002	0.01	0.942
P*P	1	0.09942	0.09942	22.90	0.000
İkili Etkileşim	3	0.08150	0.02717	6.26	0.002
T*t	1	0.08066	0.08066	18.58	0.000
T*P	1	0.00008	0.00008	0.02	0.895
t*P	1	0.00077	0.00077	0.18	0.677
Kalıntı	35	0.15193	0.00434		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.06003	0.02001	6.97	<b>0.001</b>
Saf hata	32	0.09190	0.00287		
Toplam	44	2.76361			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0658853	0.95	0.93	0.90

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

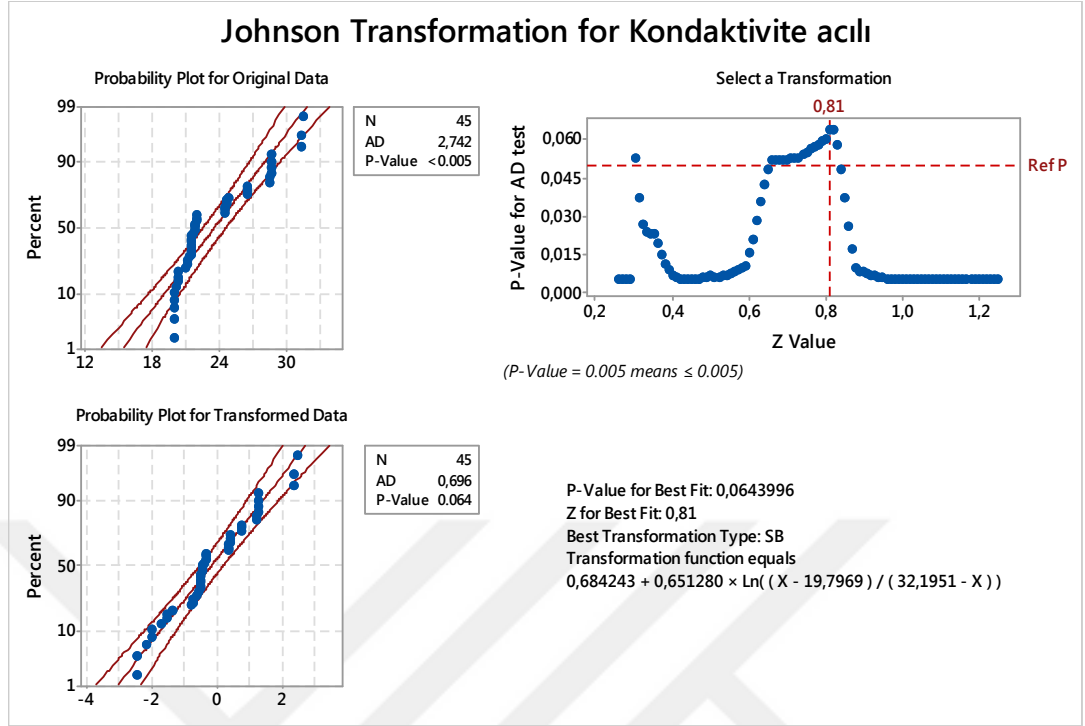
**Ek 4.47.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının SÇKM değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	56.9438	6.3271	6.67	0.000
Lineer	3	12.3692	4.1231	4.35	0.011
Sıcaklık (T)	1	8.2838	8.2838	8.73	0.006
Süre (t)	1	4.0838	4.0838	4.30	0.045
Amlitüd (A)	1	0.0017	0.0017	0.00	0.967
Square	3	29.7430	9.9143	10.45	0.000
T*T	1	3.9877	3.9877	4.20	0.048
t*t	1	0.4431	0.4431	0.47	0.499
A*A	1	25.7608	25.7608	27.15	0.000
İkili Etkileşim	3	14.8317	4.9439	5.21	0.004
T*t	1	8.0033	8.0033	8.44	0.006
T*A	1	3.3075	3.3075	3.49	0.070
t*A	1	3.5208	3.5208	3.71	0.062
Kalıntı	35	33.2042	0.9487		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	25.9975	8.6658	38.48	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.2067	0.2252		
Toplam	44	90.1480			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.974007	0.63	0.54	0.39

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.48.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının kondaktivite değerinin dönüşüm grafiği ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

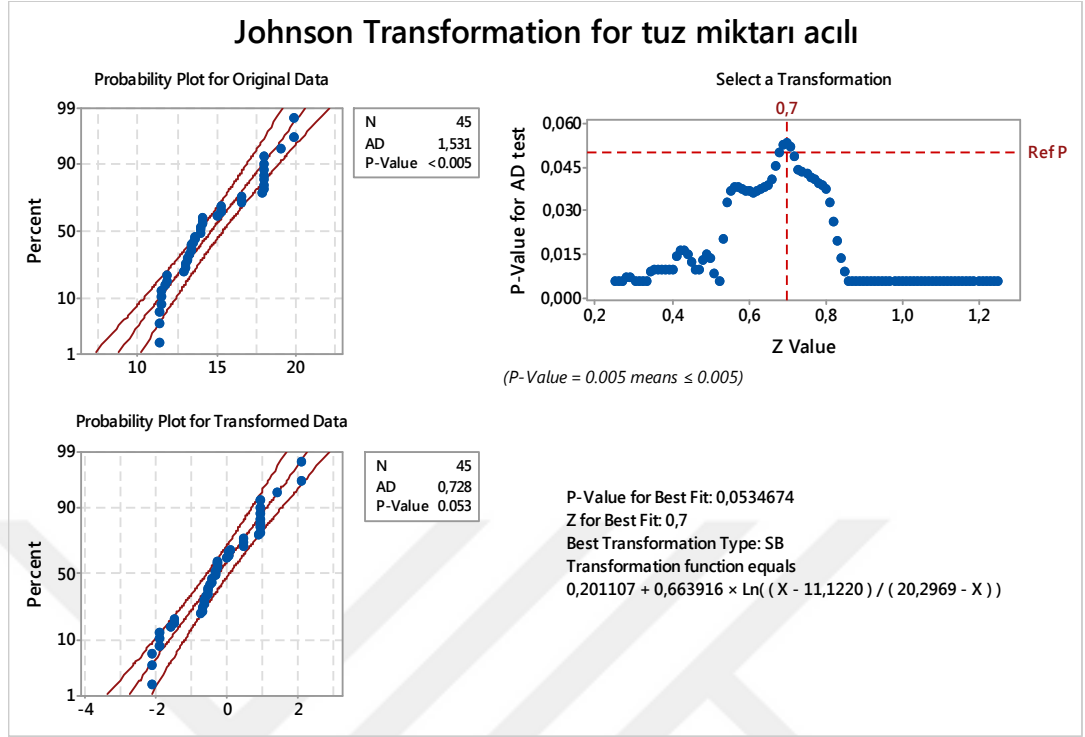


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	44.4725	4.9414	7.89	0.000
Lineer	3	8.0440	2.6813	4.28	0.011
Sıcaklık (T)	1	1.2731	1.2731	2.03	0.163
Süre (t)	1	2.2437	2.2437	3.58	0.067
Amlitüd (A)	1	4.5271	4.5271	7.23	0.011
Square	3	14.4297	4.8099	7.68	0.000
T*T	1	7.1387	7.1387	11.40	0.002
t*t	1	0.0160	0.0160	0.03	0.874
A*A	1	8.1034	8.1034	12.94	0.001
İkili Etkileşim	3	21.9989	7.3330	11.71	0.000
T*t	1	1.5519	1.5519	2.48	0.124
T*A	1	16.5347	16.5347	26.41	0.000
t*A	1	3.9123	3.9123	6.25	0.017
Kalıntı	35	21.9148	0.6261		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	14.0351	4.6784	19.00	<b>0.000</b>
Saf hata	32	7.8797	0.2462		
Toplam	44	66.3873			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.791288	0.67	0.59	0.47

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.49.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının tuz miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	36.8418	4.0935	9.96	0.000
Lineer	3	9.5122	3.1707	7.72	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.9754	1.9754	4.81	0.035
Süre (t)	1	2.2578	2.2578	5.49	0.025
Amlitüd (A)	1	5.2790	5.2790	12.85	0.001
Square	3	11.7996	3.9332	9.57	0.000
T*T	1	6.2320	6.2320	15.17	0.000
t*t	1	0.0329	0.0329	0.08	0.779
A*A	1	6.1613	6.1613	14.99	0.000
İkili Etkileşim	3	15.5301	5.1767	12.60	0.000
T*t	1	1.0725	1.0725	2.61	0.115
T*A	1	10.0689	10.0689	24.51	0.000
t*A	1	4.3887	4.3887	10.68	0.002
Kalıntı	35	14.3811	0.4109		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	8.0415	2.6805	13.53	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.3396	0.1981		
Toplam	44	51.2229			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.641006	0.72	0.65	0.56

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

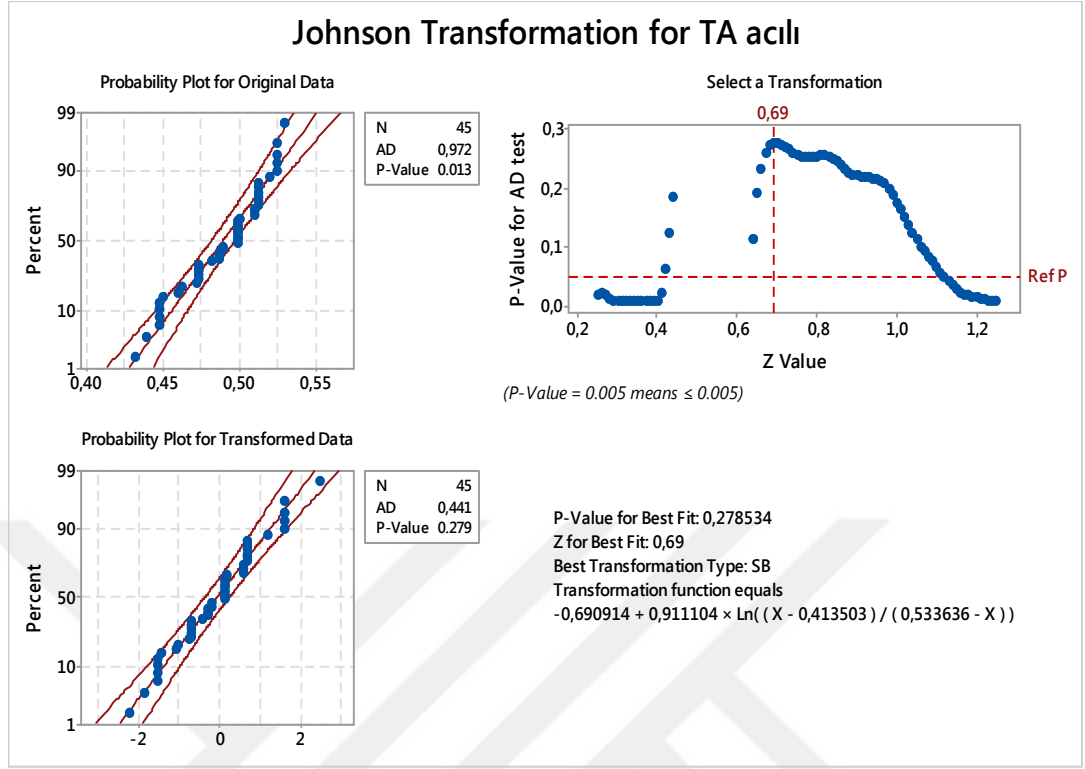
**Ek 4.50.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının bulanıklık değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	351585	39065	7.14	0.000
Lineer	3	59784	19928	3.64	0.022
Sıcaklık (T)	1	16669	16669	3.05	0.090
Süre (t)	1	30090	30090	5.50	0.025
Amlitüd (A)	1	13025	13025	2.38	0.132
Square	3	143896	47965	8.77	0.000
T*T	1	32649	32649	5.97	0.020
t*t	1	7382	7382	1.35	0.253
A*A	1	92894	92894	16.99	0.000
İkili Etkileşim	3	147905	49302	9.02	0.000
T*t	1	27075	27075	4.95	0.033
T*A	1	45843	45843	8.38	0.006
t*A	1	74987	74987	13.71	0.001
Kalıntı	35	191393	5468		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	45580	15193	3.33	<b>0.032</b>
Saf hata	32	145813	4557		
Toplam	44	542978			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	73.9485	0.65	0.56	0.51

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.51.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TA miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	33.8209	3.7579	9.74	0.000
Lineer	3	16.7941	5.5980	14.50	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.2198	0.2198	0.57	0.456
Süre (t)	1	12.3543	12.3543	32.01	0.000
Amlitüd (A)	1	4.2200	4.2200	10.93	0.002
Square	3	8.6225	2.8742	7.45	0.001
T*T	1	2.5437	2.5437	6.59	0.015
t*t	1	2.9363	2.9363	7.61	0.009
A*A	1	4.4332	4.4332	11.49	0.002
İkili Etkileşim	3	8.4043	2.8014	7.26	0.001
T*t	1	7.7939	7.7939	20.19	0.000
T*A	1	0.0160	0.0160	0.04	0.840
t*A	1	0.5943	0.5943	1.54	0.223
Kalıntı	35	13.5085	0.3860		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	2.5611	0.8537	2.50	<b>0.078</b>
Saf hata	32	10.9474	0.3421		
Toplam	44	47.3294			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.621255	0.72	0.64	0.52

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.52.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $L^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

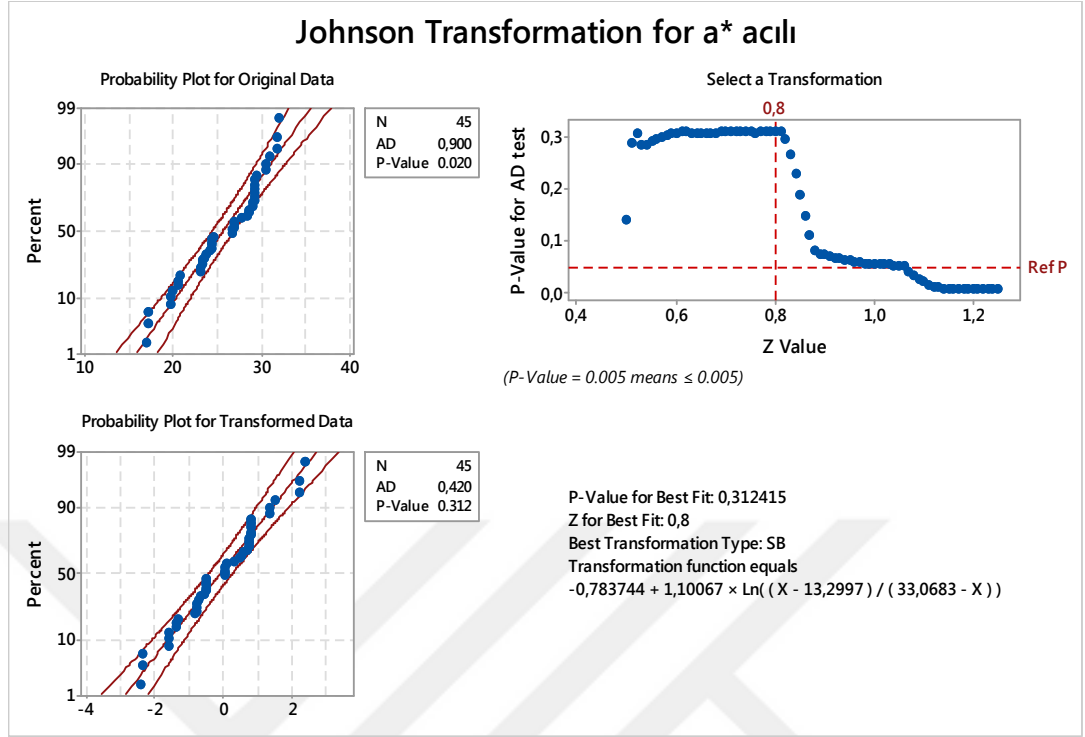
Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	20.485	2.27613	4.25	0.001
Lineer	3	4.918	1.63948	3.06	0.041
Sıcaklık (T)	1	2.581	2.58070	4.81	0.035
Süre (t)	1	1.114	1.11370	2.08	0.158
Amlitüd (A)	1	1.224	1.22402	2.28	0.140
Square	3	7.710	2.57004	4.79	0.007
T*T	1	1.420	1.42010	2.65	0.113
t*t	1	3.056	3.05631	5.70	0.022
A*A	1	2.720	2.72022	5.07	0.031
İkili Etkileşim	3	7.857	2.61887	4.89	0.006
T*t	1	1.415	1.41453	2.64	0.113
T*A	1	3.819	3.81941	7.13	0.011
t*A	1	2.623	2.62267	4.89	0.034
Kalıntı	35	18.760	0.53600		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	15.912	5.30406	59.60	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.848	0.08900		
Toplam	44	39.245			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.732123	0.52	0.40	0.19

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.53.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $a^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	35.2324	3.9147	4.98	0.000
Lineer	3	12.9127	4.3042	5.48	0.003
Sıcaklık (T)	1	1.5758	1.5758	2.01	0.165
Süre (t)	1	0.0239	0.0239	0.03	0.863
Amlitüd (A)	1	11.3130	11.3130	14.40	0.001
Square	3	13.0314	4.3438	5.53	0.003
T*T	1	0.4871	0.4871	0.62	0.436
t*t	1	5.7724	5.7724	7.35	0.010
A*A	1	5.8014	5.8014	7.39	0.010
İkili Etkileşim	3	9.2883	3.0961	3.94	0.016
T*t	1	0.7589	0.7589	0.97	0.332
T*A	1	0.0874	0.0874	0.11	0.741
t*A	1	8.4420	8.4420	10.75	0.002
Kalıntı	35	27.4919	0.7855		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	15.9430	5.3143	14.73	<b>0.000</b>
Saf hata	32	11.5489	0.3609		
Toplam	44	62.7243			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.886275	0.56	0.45	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.54.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $b^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	67.484	7.4982	4.46	0.001
Lineer	3	24.134	8.0446	4.78	0.007
Sıcaklık (T)	1	4.726	4.7259	2.81	0.103
Süre (t)	1	1.485	1.4850	0.88	0.354
Amlitüd (A)	1	17.923	17.9228	10.66	0.002
Square	3	29.657	9.8855	5.88	0.002
T*T	1	0.672	0.6725	0.40	0.531
t*t	1	14.389	14.3886	8.55	0.006
A*A	1	12.394	12.3939	7.37	0.010
İkili Etkileşim	3	13.693	4.5644	2.71	0.060
T*t	1	0.986	0.9861	0.59	0.449
T*A	1	0.161	0.1610	0.10	0.759
t*A	1	12.546	12.5461	7.46	0.010
Kalıntı	35	58.869	1.6820		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	33.580	11.1933	14.16	<b>0.000</b>
Saf hata	32	25.289	0.7903		
Toplam	44	126.353			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.29691	0.53	0.41	0.27

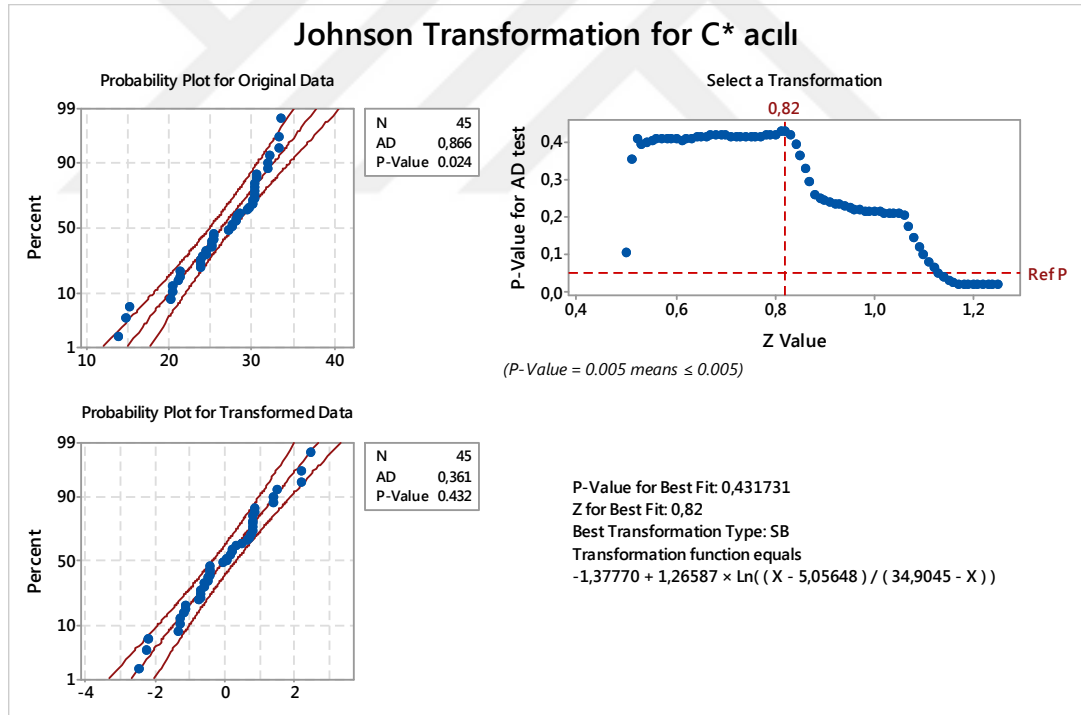
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.55.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $C^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	32.7272	3.6364	5.08	0.000
Lineer	3	13.2327	4.4109	6.17	0.002
Sıcaklık (T)	1	1.5980	1.5980	2.23	0.144
Süre (t)	1	0.0004	0.0004	0.00	0.981
Amlitüd (A)	1	11.6343	11.6343	16.26	0.000
Square	3	10.6726	3.5575	4.97	0.006
T*T	1	0.6886	0.6886	0.96	0.333
t*t	1	5.1549	5.1549	0.011	7.21
A*A	1	4.0857	4.0857	5.71	0.022
İkili Etkileşim	3	8.8219	2.9406	4.11	0.013
T*t	1	0.4815	0.4815	0.67	0.418
T*A	1	0.0109	0.0109	0.02	0.903
t*A	1	8.3296	8.3296	11.64	0.002
Kalıntı	35	25.0372	0.7153		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	14.5655	4.8552	14.84	<b>0.000</b>
Saf hata	32	10.4717	0.3272		
Toplam	44	57.7644			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.845782	0.57	0.46	0.32

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır



**Ek 4.56.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $h^{\circ}$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.006546	0.000727	4.65	0.000
Lineer	3	0.001481	0.000494	3.16	0.037
Sıcaklık (T)	1	0.001107	0.001107	7.08	0.012
Süre (t)	1	0.000120	0.000120	0.76	0.388
Amlitüd (A)	1	0.000254	0.000254	1.62	0.211
Square	3	0.003921	0.001307	8.36	0.000
T*T	1	0.000086	0.000086	0.55	0.462
t*t	1	0.000121	0.000121	0.77	0.385
A*A	1	0.003514	0.003514	22.47	0.000
İkili Etkileşim	3	0.001144	0.000381	2.44	0.081
T*t	1	0.000003	0.000003	0.02	0.890
T*A	1	0.000010	0.000010	0.07	0.799
t*A	1	0.001130	0.001130	7.23	0.011
Kalıntı	35	0.005474	0.000156		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.002653	0.000884	10.03	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.002821	0.000088		
Toplam	44	0.012020			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0125059	0.55	0.43	0.24

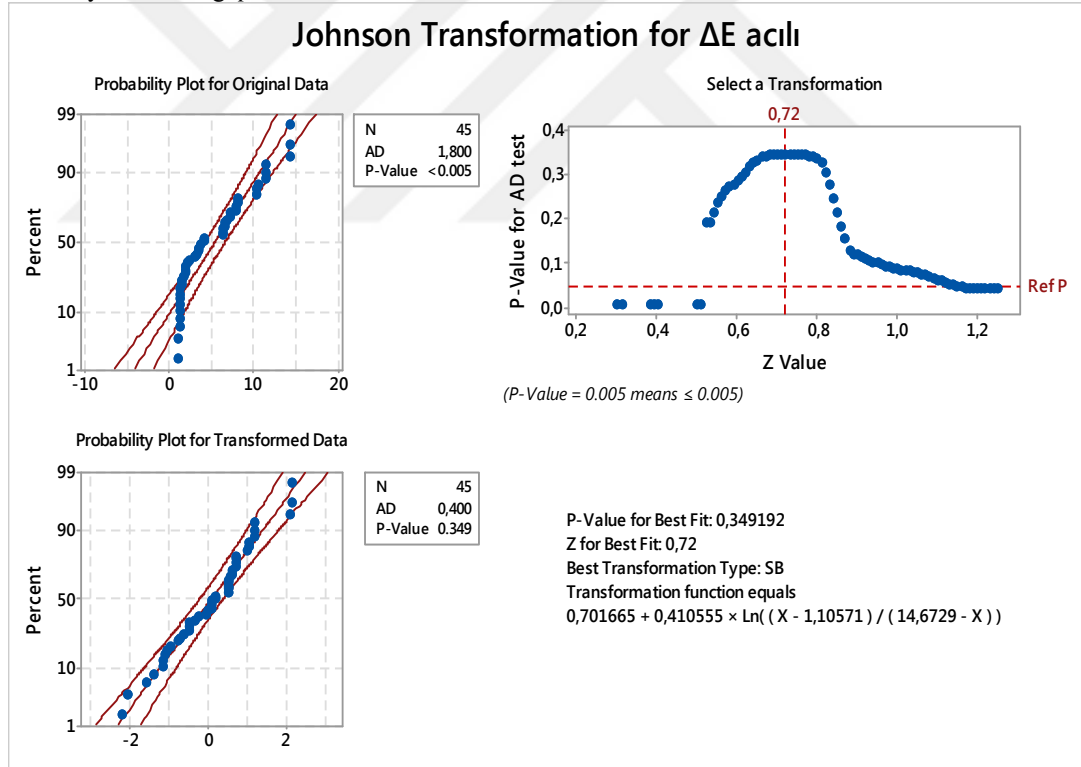
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır

**Ek 4.57.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının  $\Delta E$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	22.2462	2.47180	3.49	0.004
Lineer	3	8.4176	2.80587	3.96	0.016
Sıcaklık (T)	1	3.6394	3.63944	5.14	0.030
Süre (t)	1	1.6357	1.63571	2.31	0.138
Amlitüd (A)	1	3.1425	3.14248	4.44	0.042
Square	3	12.7499	4.24998	6.00	0.002
T*T	1	0.0463	0.04634	0.07	0.800
t*t	1	8.0067	8.00672	11.31	0.002
A*A	1	3.7468	3.74681	5.29	0.028
İkili Etkileşim	3	1.0787	0.35956	0.51	0.680
T*t	1	0.2692	0.26918	0.38	0.542
T*A	1	0.3597	0.35966	0.51	0.481
t*A	1	0.4499	0.44985	0.64	0.431
Kalıntı	35	24.7852	0.70815		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	16.4673	5.48908	21.12	<b>0.000</b>
Saf hata	32	8.3179	0.25993		
Toplam	44	47.0314			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.841515	0.47	0.34	0.14

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır



**Ek 4.58.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının IC değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	25.8466	2.87185	7.20	0.000
Lineer	3	10.0404	3.34679	8.39	0.000
Sıcaklık (T)	1	7.3527	7.35269	18.43	0.000
Süre (t)	1	1.2710	1.27098	3.19	0.083
Amlitüd (A)	1	1.4167	1.41669	3.55	0.068
Square	3	11.1308	3.71027	9.30	0.000
T*T	1	2.1248	2.12477	5.33	0.027
t*t	1	0.0141	0.01414	0.04	0.852
A*A	1	9.5919	9.59188	24.04	0.000
İkili Etkileşim	3	4.6754	1.55847	3.91	0.017
T*t	1	1.8747	1.87467	4.70	0.037
T*A	1	2.7966	2.79657	7.01	0.012
t*A	1	0.0042	0.00418	0.01	0.919
Kalıntı	35	13.9622	0.39892		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	13.8473	4.61577	1285.31	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1149	0.00359		
Toplam	44	39.8088			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.631602	0.65	0.56	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır

**Ek 4.59.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının renk tonu değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.475455	0.052828	14.02	0.000
Lineer	3	0.195077	0.065026	17.26	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.127947	0.127947	33.95	0.000
Süre (t)	1	0.000508	0.000508	0.13	0.716
Amlitüd (A)	1	0.066623	0.066623	17.68	0.000
Square	3	0.172731	0.057577	15.28	0.000
T*T	1	0.041857	0.041857	11.11	0.002
t*t	1	0.000541	0.000541	0.14	0.707
A*A	1	0.141352	0.141352	37.51	0.000
İkili Etkileşim	3	0.107647	0.035882	9.52	0.000
T*t	1	0.028301	0.028301	7.51	0.010
T*A	1	0.070022	0.070022	18.58	0.000
t*A	1	0.009324	0.009324	2.47	0.125
Kalıntı	35	0.131884	0.003768		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.130439	0.043480	962.56	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.001445	0.000045		
Toplam	44	0.607340			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0613851	0.78	0.73	0.62

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır

**Ek 4.60.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının SRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	284,498	31,611	7,72	0,000
Lineer	3	118,090	39,363	9,61	0,000
Sıcaklık (T)	1	112,927	112,927	27,58	0,000
Süre (t)	1	3,767	3,767	0,92	0,344
Amlitüd (A)	1	1,396	1,396	0,34	0,563
Square	3	99,508	33,169	8,10	0,000
T*T	1	15,365	15,365	3,75	0,061
t*t	1	18,016	18,016	4,40	0,043
A*A	1	77,691	77,691	18,98	0,000
İkili Etkileşim	3	66,900	22,300	5,45	0,004
T*t	1	41,230	41,230	10,07	0,003
T*A	1	25,195	25,195	6,15	0,018
t*A	1	0,476	0,476	0,12	0,735
Kalıntı	35	143,299	4,094		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	131,727	43,909	121,42	<b>0,000</b>
Saf hata	32	11,572	0,362		
Toplam	44	427,797			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	2.02343	0.67	0.58	0.41

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır



**Ek 4.61.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının MRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	72.3789	8.0421	27.49	0.000
Lineer	3	10.5919	3.5306	12.07	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0755	0.0755	0.26	0.615
Süre (t)	1	0.0183	0.0183	0.06	0.804
Amlitüd (A)	1	10.4981	10.4981	35.89	0.000
Square	3	32.0621	10.6874	36.54	0.000
T*T	1	8.7527	8.7527	29.92	0.000
t*t	1	0.0253	0.0253	0.09	0.770
A*A	1	24.8583	24.8583	84.99	0.000
İkili Etkileşim	3	29.7249	9.9083	33.87	0.000
T*t	1	11.3348	11.3348	38.75	0.000
T*A	1	18.3865	18.3865	62.86	0.000
t*A	1	0.0036	0.0036	0.01	0.912
Kalıntı	35	10.2374	0.2925		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	5.8286	1.9429	14.10	<b>0.000</b>
Saf hata	32	4.4088	0.1378		
Toplam	44	82.6163			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.540829	0.88	0.84	0.80

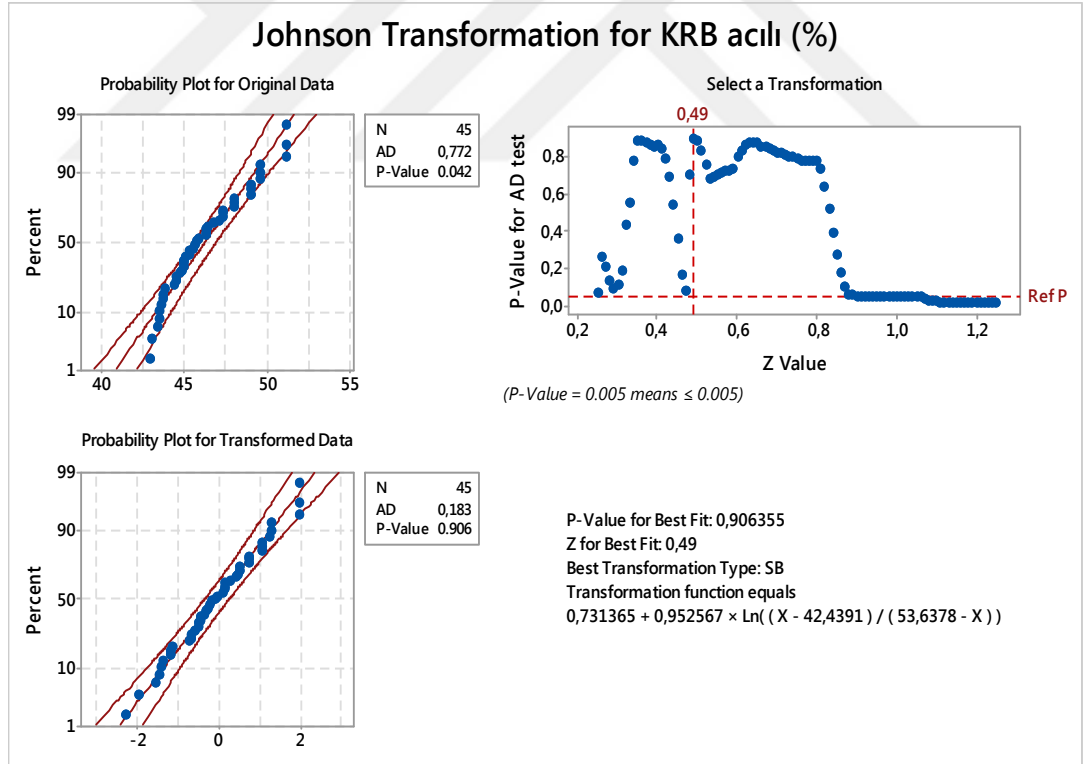
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır

**Ek 4.62.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının KRB değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	36.6355	4.0706	13.94	0.000
Lineer	3	25.7367	8.5789	29.38	0.000
Sıcaklık (T)	1	20.9902	20.9902	71.88	0.000
Süre (t)	1	0.5324	0.5324	1.82	0.186
Amlitüd (A)	1	4.2142	4.2142	14.43	0.001
Square	3	8.0909	2.6970	9.24	0.000
T*T	1	1.6638	1.6638	5.70	0.023
t*t	1	0.0811	0.0811	0.28	0.602
A*A	1	6.9005	6.9005	23.63	0.000
İkili Etkileşim	3	2.8078	0.9359	3.20	0.035
T*t	1	0.3048	0.3048	1.04	0.314
T*A	1	2.2391	2.2391	7.67	0.009
t*A	1	0.2640	0.2640	0.90	0.348
Kalıntı	35	10.2213	0.2920		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	8.7816	2.9272	65.07	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.4396	0.0450		
Toplam	44	46.8567			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.540404	0.78	0.73	0.62

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır



**Ek 4.63.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMA miktarı ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	44.9219	4.9913	19.72	0.000
Lineer	3	5.2939	1.7646	6.97	0.001
Sıcaklık (T)	1	4.0971	4.0971	16.19	0.000
Süre (t)	1	0.0244	0.0244	0.10	0.758
Amlitüd (A)	1	1.1724	1.1724	4.63	0.038
Square	3	8.2334	2.7445	10.84	0.000
T*T	1	0.2193	0.2193	0.87	0.358
t*t	1	0.0471	0.0471	0.19	0.669
A*A	1	7.9632	7.9632	31.46	0.000
İkili Etkileşim	3	31.3946	10.4649	41.35	0.000
T*t	1	2.2476	2.2476	8.88	0.005
T*A	1	17.3941	17.3941	68.72	0.000
t*A	1	11.7529	11.7529	46.43	0.000
Kalıntı	35	8.8587	0.2531		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	8.5554	2.8518	300.84	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.3033	0.0095		
Toplam	44	53.7806			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.503098	0.84	0.79	0.71

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.64.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TFM miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	210289	23365.4	10.94	0.000
Lineer	3	53382	17794.0	8.33	0.000
Sıcaklık (T)	1	16839	16838.8	7.88	0.008
Süre (t)	1	1871	1871.2	0.88	0.356
Amlitüd (A)	1	34672	34671.9	16.24	0.000
Square	3	39683	13227.7	6.19	0.002
T*T	1	12056	12056.1	5.65	0.023
t*t	1	30314	30313.8	14.19	0.001
A*A	1	609	608.8	0.29	0.597
İkili Etkileşim	3	117224	39074.6	18.30	0.000
T*t	1	52708	52708.0	24.68	0.000
T*A	1	1	1.2	0.00	0.981
t*A	1	64514	64514.4	30.21	0.000
Kalıntı	35	74744	2135.6		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	74222	24740.8	1516.64	<b>0.000</b>
Saf hata	32	522	16.3		
Toplam	44	285033			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	46.2121	0.74	0.67	0.53

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

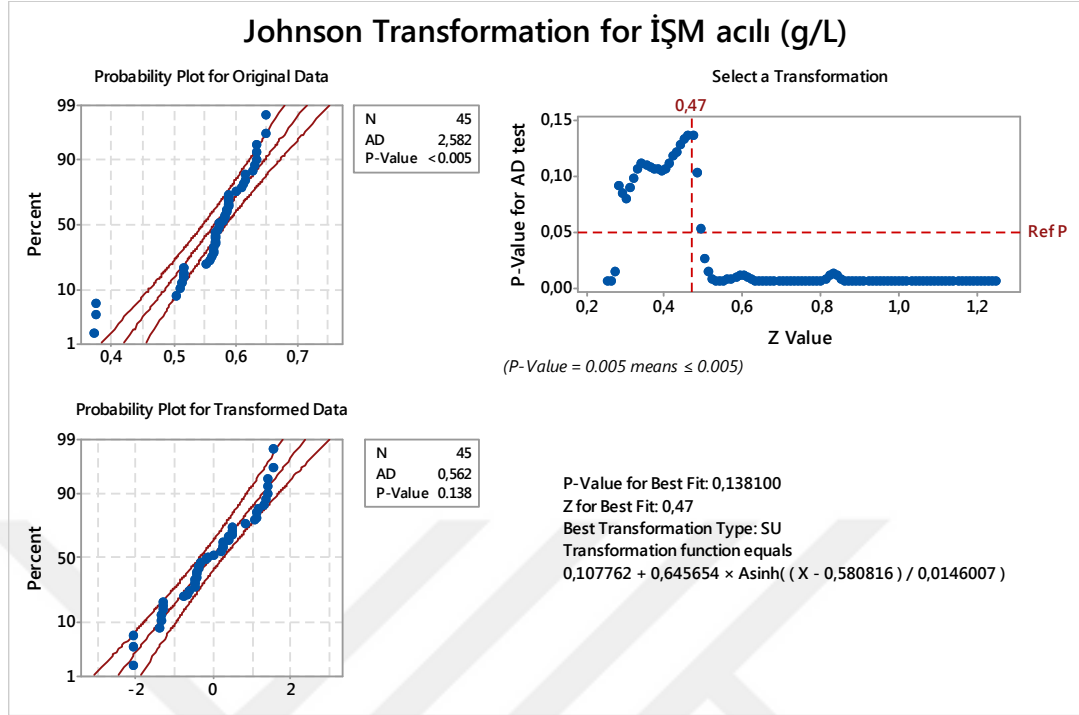
**Ek 4.65.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	24.9891	2.77656	29.53	0.000
Lineer	3	7.7403	2.58010	27.44	0.000
Sıcaklık (T)	1	6.5875	6.58749	70.05	0.000
Süre (t)	1	0.1630	0.16295	1.73	0.197
Amlitüd (A)	1	0.9899	0.98987	10.53	0.003
Square	3	9.6271	3.20902	34.13	0.000
T*T	1	1.5177	1.51773	16.14	0.000
t*t	1	6.4055	6.40548	68.12	0.000
A*A	1	1.4061	1.40607	14.95	0.000
İkili Etkileşim	3	7.6217	2.54056	27.02	0.000
T*t	1	0.0029	0.00287	0.03	0.862
T*A	1	7.0823	7.08233	75.31	0.000
t*A	1	0.5365	0.53649	5.71	0.022
Kalıntı	35	3.2913	0.09404		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	3.1792	1.05974	302.59	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.1121	0.00350		
Toplam	44	28.2803			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.306654	0.88	0.85	0.79

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.66.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının İŞM dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	33.7031	3.7448	9.45	0.000
Lineer	3	10.0524	3.3508	8.45	0.000
Sıcaklık (T)	1	2.5915	2.5915	6.54	0.015
Süre (t)	1	4.1476	4.1476	10.46	0.003
Amlitüd (A)	1	3.3132	3.3132	8.36	0.007
Square	3	9.9992	3.3331	8.41	0.000
T*T	1	3.9846	3.9846	10.05	0.003
t*t	1	0.1030	0.1030	0.26	0.613
A*A	1	5.1425	5.1425	12.97	0.001
İkili Etkileşim	3	13.6516	4.5505	11.48	0.000
T*t	1	10.8667	10.8667	27.41	0.000
T*A	1	2.7599	2.7599	6.96	0.012
t*A	1	0.0250	0.0250	0.06	0.803
Kalıntı	35	13.8739	0.3964		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	12.3140	4.1047	84.20	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.5599	0.0487		
Toplam	44	47.5770			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.62960	0.71	0.63	0.49

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.67.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMAB sayısı ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.88063	0.208959	21.01	0.000
Lineer	3	0.72759	0.242529	24.39	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00380	0.003802	0.38	0.540
Süre (t)	1	0.51444	0.514442	51.72	0.000
Amlitüd (A)	1	0.20934	0.209343	21.05	0.000
Square	3	0.43471	0.144905	14.57	0.000
T*T	1	0.00004	0.000038	0.00	0.951
t*t	1	0.42548	0.425476	42.78	0.000
A*A	1	0.00143	0.001433	0.14	0.707
İkili Etkileşim	3	0.71833	0.239442	24.07	0.000
T*t	1	0.45252	0.452517	45.50	0.000
T*A	1	0.26525	0.265245	26.67	0.000
t*A	1	0.00056	0.000565	0.06	0.813
Kalıntı	35	0.34810	0.009946		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.04954	0.016513	1.77	<b>0.173</b>
Saf hata	32	0.29857	0.009330		
Toplam	44	2.22873			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0997288	0.84	0.80	0.73

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.68.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının TMK sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.19144	0.132383	16.79	0.000
Lineer	3	0.67422	0.224742	28.51	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.23800	0.238004	30.19	0.000
Süre (t)	1	0.34728	0.347282	44.05	0.000
Amlitüd (A)	1	0.08894	0.088938	11.28	0.002
Square	3	0.37441	0.124803	15.83	0.000
T*T	1	0.21797	0.217970	27.65	0.000
t*t	1	0.17593	0.175935	22.32	0.000
A*A	1	0.00080	0.000795	0.10	0.753
İkili Etkileşim	3	0.14281	0.047604	6.04	0.002
T*t	1	0.06380	0.063802	8.09	0.007
T*A	1	0.07728	0.077281	9.80	0.004
t*A	1	0.00173	0.001728	0.22	0.643
Kalıntı	35	0.27593	0.007884		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.00860	0.002867	0.34	<b>0.794</b>
Saf hata	32	0.26732	0.008354		
Toplam	44	1.46737			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.08878996	0.81	0.76	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.69.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.467861	0.051985	21.40	0.000
Lineer	3	0.321711	0.107237	44.14	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.267759	0.267759	110.21	0.000
Süre (t)	1	0.041667	0.041667	17.15	0.000
Amlitüd (A)	1	0.012285	0.012285	5.06	0.031
Square	3	0.024948	0.008316	3.42	0.028
T*T	1	0.023234	0.023234	9.56	0.004
t*t	1	0.000760	0.000760	0.31	0.579
A*A	1	0.000463	0.000463	0.19	0.665
İkili Etkileşim	3	0.121202	0.040401	16.63	0.000
T*t	1	0.039675	0.039675	16.33	0.000
T*A	1	0.080852	0.080852	33.28	0.000
t*A	1	0.000675	0.000675	0.28	0.601
Kalıntı	35	0.085037	0.002430		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.015062	0.005021	2.30	<b>0.096</b>
Saf hata	32	0.069975	0.002187		
Toplam	44	0.552899			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0492914	0.85	0.81	0.73

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.70.** US ile proses edilmiş acılı şalgam sularının canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.311131	0.034570	18.51	0.000
Lineer	3	0.224432	0.074811	40.06	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.173740	0.173740	93.05	0.000
Süre (t)	1	0.042588	0.042588	22.81	0.000
Amlitüd (A)	1	0.008103	0.008103	4.34	0.045
Square	3	0.071829	0.023943	12.82	0.000
T*T	1	0.070508	0.070508	37.76	0.000
t*t	1	0.000021	0.000021	0.01	0.917
A*A	1	0.000174	0.000174	0.09	0.762
İkili Etkileşim	3	0.014870	0.004957	2.65	0.064
T*t	1	0.004563	0.004563	2.44	0.127
T*A	1	0.009976	0.009976	5.34	0.027
t*A	1	0.000331	0.000331	0.18	0.676
Kalıntı	35	0.065353	0.001867		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.010973	0.003658	2.15	<b>0.113</b>
Saf hata	32	0.054380	0.001699		
Toplam	44	0.376484			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0432115	0.83	0.78	0.71

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.71.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının pH değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	5.4479	0.60532	3.69	0.002
Lineer	3	3.8537	1.28457	7.82	0.000
Sıcaklık (T)	1	3.5651	3.56510	21.71	0.000
Süre (t)	1	0.2860	0.28602	1.74	0.195
Amlitüd (A)	1	0.0026	0.00260	0.02	0.900
Square	3	0.6737	0.22457	1.37	0.269
T*T	1	0.2915	0.29150	1.78	0.191
t*t	1	0.0628	0.06277	0.38	0.540
A*A	1	0.3160	0.31595	1.92	0.174
İkili Etkileşim	3	0.9204	0.30681	1.87	0.153
T*t	1	0.7252	0.72521	4.42	0.043
T*A	1	0.0001	0.00013	0.00	0.977
t*A	1	0.1951	0.19507	1.19	0.283
Kalıntı	35	5.7463	0.16418		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	5.0614	1.68715	78.84	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.6848	0.02140		
Toplam	44	11.1941			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.40519	0.49	0.36	0.12

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

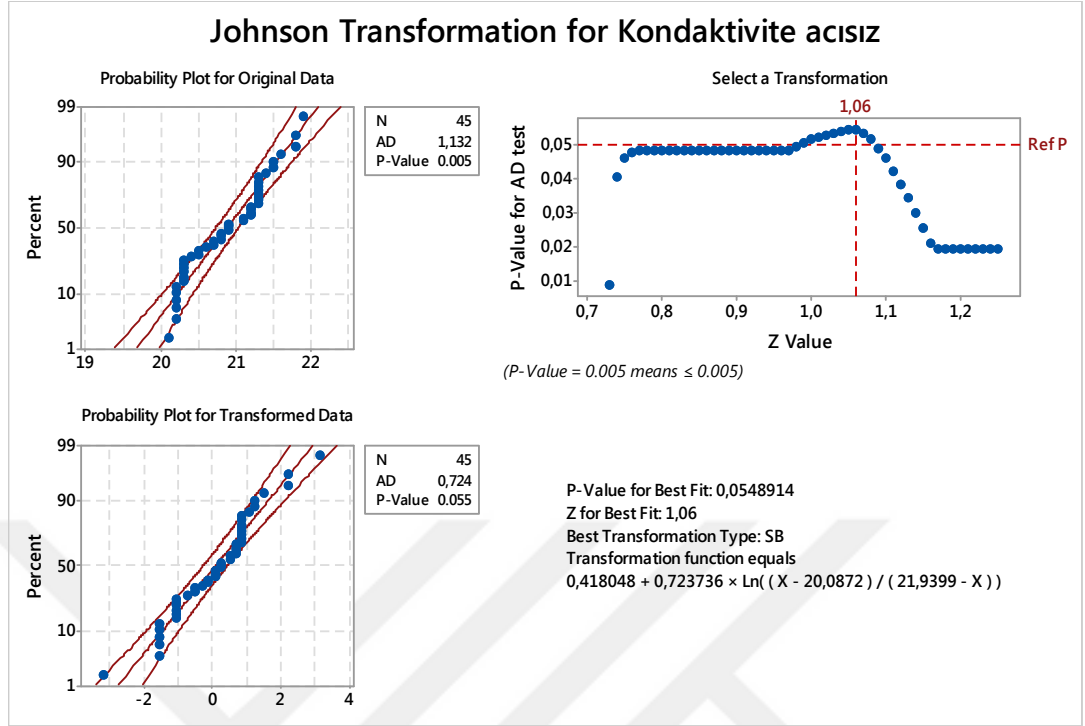
**Ek 4.72.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SÇKM değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	12.4181	1.37978	6.93	0.000
Lineer	3	5.0275	1.67583	8.41	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.6667	0.66667	3.35	0.076
Süre (t)	1	2.6004	2.60042	13.05	0.001
Amlitüd (A)	1	1.7604	1.76042	8.84	0.005
Square	3	4.5764	1.52546	7.66	0.000
T*T	1	0.1544	0.15438	0.77	0.385
t*t	1	0.2826	0.28259	1.42	0.242
A*A	1	3.8595	3.85951	19.37	0.000
İkili Etkileşim	3	2.8142	0.93806	4.71	0.007
T*t	1	1.3333	1.33333	6.69	0.014
T*A	1	0.2133	0.21333	1.07	0.308
t*A	1	1.2675	1.26750	6.36	0.016
Kalıntı	35	6.9731	0.19923		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	6.2508	2.08361	92.32	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.7222	0.02257		
Toplam	44	19.3911			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.446352	0.64	0.55	0.38

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.73.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının kondaktivite değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	60.5785	6.7309	50.49	0.000
Lineer	3	34.0818	11.3606	85.21	0.000
Sıcaklık (T)	1	32.8451	32.8451	246.36	0.000
Süre (t)	1	0.0600	0.0600	0.45	0.507
Amlitüd (A)	1	1.1767	1.1767	8.83	0.005
Square	3	16.3820	5.4607	40.96	0.000
T*T	1	0.7043	0.7043	5.28	0.028
t*t	1	0.6501	0.6501	4.88	0.034
A*A	1	15.8810	15.8810	119.12	0.000
İkili Etkileşim	3	10.1148	3.3716	25.29	0.000
T*t	1	5.8132	5.8132	43.60	0.000
T*A	1	0.9973	0.9973	7.48	0.010
t*A	1	3.3042	3.3042	24.78	0.000
Kalıntı	35	4.6662	0.1333		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.8557	0.2852	2.40	<b>0.087</b>
Saf hata	32	3.8105	0.1191		
Toplam	44	65.2447			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.365130	0.93	0.91	0.88

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.74.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının tuz miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	4.75394	0.52822	23.17	0.000
Lineer	3	0.72917	0.24306	10.66	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.09375	0.09375	4.11	0.050
Süre (t)	1	0.63375	0.63375	27.79	0.000
Amlitüd (A)	1	0.00167	0.00167	0.07	0.788
Square	3	3.11394	1.03798	45.52	0.000
T*T	1	2.14720	2.14720	94.17	0.000
t*t	1	0.03951	0.03951	1.73	0.197
A*A	1	0.70002	0.70002	30.70	0.000
İkili Etkileşim	3	0.91083	0.30361	13.32	0.000
T*t	1	0.04083	0.04083	1.79	0.189
T*A	1	0.12000	0.12000	5.26	0.028
t*A	1	0.75000	0.75000	32.89	0.000
Kalıntı	35	0.79806	0.02280		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.65583	0.21861	49.19	<b>0.000</b>
Saf hata	32	0.14222	0.00444		
Toplam	44	5.55200			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.151002	0.86	0.82	0.75

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.75.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının bulanıklık miktarının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	625329	69481	14.68	0.000
Lineer	3	399150	133050	28.10	0.000
Sıcaklık (T)	1	55354	55354	11.69	0.002
Süre (t)	1	93713	93713	19.79	0.000
Amlitüd (A)	1	250084	250084	52.83	0.000
Square	3	206635	68878	14.55	0.000
T*T	1	197272	197272	41.67	0.000
t*t	1	649	649	0.14	0.713
A*A	1	11138	11138	2.35	0.134
İkili Etkileşim	3	19545	6515	1.38	0.266
T*t	1	4181	4181	0.88	0.354
T*A	1	10812	10812	2.28	0.140
t*A	1	4551	4551	0.96	0.334
Kalıntı	35	165695	4734		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	86999	29000	11.79	<b>0.000</b>
Saf hata	32	78697	2459		
Toplam	44	791025			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	68.8052	0.79	0.74	0.68

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.76.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.026812	0.002979	29.90	0.000
Lineer	3	0.022993	0.007664	76.92	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.006234	0.006234	62.57	0.000
Süre (t)	1	0.013595	0.013595	136.44	0.000
Amlitüd (A)	1	0.003165	0.003165	31.76	0.000
Square	3	0.002953	0.000984	9.88	0.000
T*T	1	0.001773	0.001773	17.79	0.000
t*t	1	0.001344	0.001344	13.49	0.001
A*A	1	0.000003	0.000003	0.03	0.856
İkili Etkileşim	3	0.000866	0.000289	2.90	0.049
T*t	1	0.000599	0.000599	6.01	0.019
T*A	1	0.000027	0.000027	0.27	0.606
t*A	1	0.000239	0.000239	2.40	0.130
Kalıntı	35	0.003487	0.000100		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.000174	0.000058	0.56	<b>0.645</b>
Saf hata	32	0.003313	0.000104		
Toplam	44	0.030299			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0099819	0.89	0.86	0.81

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

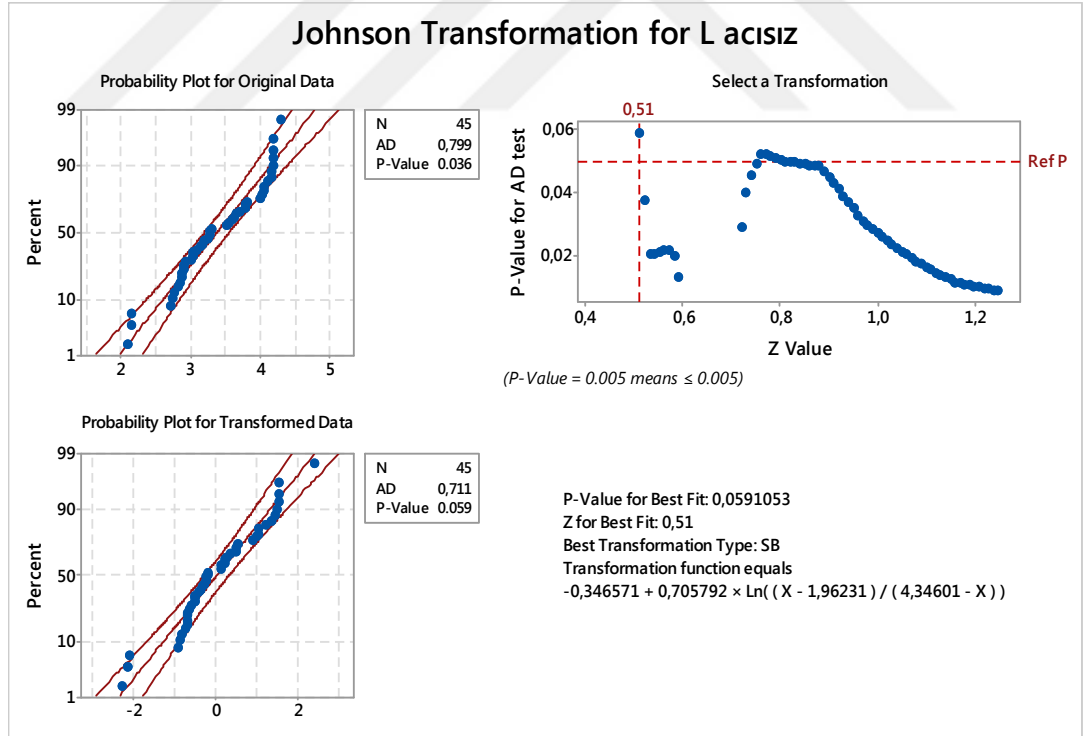


**Ek 4.77.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $L^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	31.1189	3.45765	7.92	0.000
Lineer	3	10.4219	3.47395	7.96	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0047	0.00466	0.01	0.918
Süre (t)	1	5.6062	5.60625	12.84	0.001
Amlitüd (A)	1	4.8109	4.81094	11.02	0.002
Square	3	9.8786	3.29287	7.54	0.001
T*T	1	0.0778	0.07781	0.18	0.676
t*t	1	0.0027	0.00268	0.01	0.938
A*A	1	9.8398	9.83983	22.53	0.000
İkili Etkileşim	3	10.8184	3.60614	8.26	0.000
T*t	1	9.0854	9.08538	20.81	0.000
T*A	1	1.3830	1.38303	3.17	0.084
t*A	1	0.3500	0.35001	0.80	0.377
Kalıntı	35	15.2828	0.4366		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	13.4948	4.49825	80.50	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.7881	0.05588		
Toplam	44	46.4017			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.660797	0.67	0.59	0.42

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.78.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $\alpha^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	275.110	30.568	10.47	0.000
Lineer	3	73.596	24.532	8.41	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.395	0.395	0.14	0.715
Süre (t)	1	52.629	52.629	18.03	0.000
Amlitüd (A)	1	20.572	20.572	7.05	0.012
Square	3	106.033	35.344	12.11	0.000
T*T	1	0.731	0.731	0.25	0.620
t*t	1	0.818	0.818	0.28	0.600
A*A	1	100.905	100.905	34.58	0.000
İkili Etkileşim	3	95.480	31.827	10.91	0.000
T*t	1	80.549	80.549	27.60	0.000
T*A	1	14.062	14.062	4.82	0.035
t*A	1	0.869	0.869	0.30	0.589
Kalıntı	35	102.136	2.918		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	99.437	33.146	392.97	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.699	0.084		
Toplam	44	377.246			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.70827	0.73	0.66	0.52

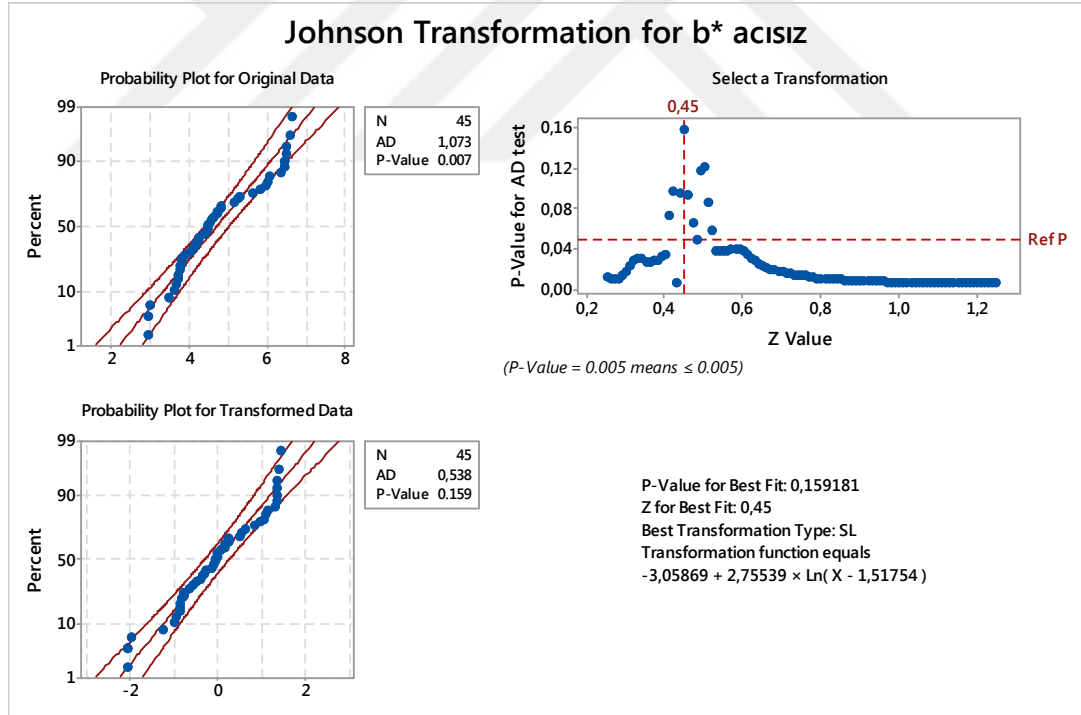
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.79.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $b^*$  değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	30.7209	3.4134	5.72	0.000
Lineer	3	8.5686	2.8562	4.79	0.007
Sıcaklık (T)	1	0.6273	0.6273	1.05	0.312
Süre (t)	1	5.6843	5.6843	9.52	0.004
Amlitüd (A)	1	2.2571	2.2571	3.78	0.060
Square	3	13.4308	4.4769	7.50	0.001
T*T	1	2.8296	2.8296	4.74	0.036
t*t	1	0.2184	0.2184	0.37	0.549
A*A	1	11.3836	11.3836	19.07	0.000
İkili Etkileşim	3	8.7215	2.9072	4.87	0.006
T*t	1	6.7051	6.7051	11.23	0.002
T*A	1	0.8694	0.8694	1.46	0.236
t*A	1	1.1470	1.1470	1.92	0.174
Kalıntı	35	20.8897	0.5968		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	14.0810	4.6937	22.06	<b>0.000</b>
Saf hata	32	6.8087	0.2128		
Toplam	44	51.6107			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.772560	0.60	0.49	0.34

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.80.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $C^*$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	297.920	33.102	9.11	0.000
Lineer	3	71.401	23.800	6.55	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.185	0.185	0.05	0.823
Süre (t)	1	53.673	53.673	14.76	0.000
Amlitüd (A)	1	17.543	17.543	4.83	0.035
Square	3	112.819	37.606	10.35	0.000
T*T	1	0.028	0.028	0.01	0.931
t*t	1	1.651	1.651	0.45	0.505
A*A	1	108.209	108.209	29.77	0.000
İkili Etkileşim	3	113.700	37.900	10.43	0.000
T*t	1	105.342	105.342	28.98	0.000
T*A	1	7.771	7.771	2.14	0.153
t*A	1	0.587	0.587	0.16	0.690
Kalıntı	35	127.231	3.635		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	121.900	40.633	243.91	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.331	0.167		
Toplam	44	425.151			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.990661	0.70	0.62	0.47

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.81.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $h^\circ$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.005863	0.000651	5.72	0.000
Lineer	3	0.000946	0.000315	2.77	0.056
Sıcaklık (T)	1	0.000718	0.000718	6.29	0.017
Süre (t)	1	0.000205	0.000205	1.80	0.189
Amlitüd (A)	1	0.000024	0.000024	0.21	0.652
Square	3	0.003609	0.001203	10.55	0.000
T*T	1	0.001518	0.001518	13.32	0.001
t*t	1	0.000001	0.000001	0.01	0.928
A*A	1	0.002332	0.002332	20.46	0.000
İkili Etkileşim	3	0.001308	0.000436	3.83	0.018
T*t	1	0.001022	0.001022	8.96	0.005
T*A	1	0.000274	0.000274	2.40	0.130
t*A	1	0.000013	0.000013	0.12	0.737
Kalıntı	35	0.003989	0.000114		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.001262	0.000421	4.94	<b>0.006</b>
Saf hata	32	0.002727	0.000085		
Toplam	44	0.009853			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0106764	0.60	0.49	0.33

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.82.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının  $\Delta E$  değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	581.067	64.563	23.47	0.000
Lineer	3	332.039	110.680	40.24	0.000
Sıcaklık (T)	1	11.289	11.289	4.10	0.050
Süre (t)	1	317.671	317.671	115.49	0.000
Amlitüd (A)	1	3.079	3.079	1.12	0.297
Square	3	129.608	43.203	15.71	0.000
T*T	1	0.729	0.729	0.27	0.610
t*t	1	59.331	59.331	21.57	0.000
A*A	1	79.996	79.996	29.08	0.000
İkili Etkileşim	3	119.420	39.807	14.47	0.000
T*t	1	1.201	1.201	0.44	0.513
T*A	1	111.785	111.785	40.64	0.000
t*A	1	6.434	6.434	2.34	0.135
Kalıntı	35	96.270	2.751		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	81.437	27.146	58.56	<b>0.000</b>
Saf hata	32	14.833	0.464		
Toplam	44	677.337			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	1.65849	0.86	0.82	0.76

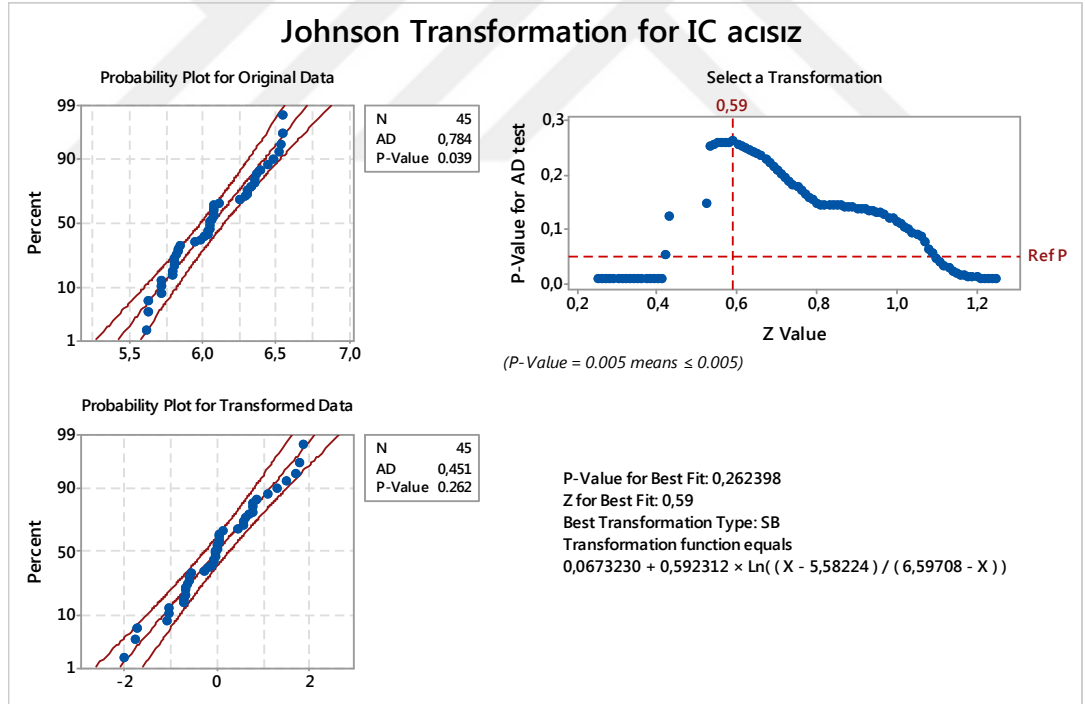
\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.83.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının IC değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	22.2264	2.46960	5.98	0.000
Lineer	3	6.0963	2.03210	4.92	0.006
Sıcaklık (T)	1	2.0409	2.04094	4.94	0.033
Süre (t)	1	3.7688	3.76876	9.12	0.005
Amlitüd (A)	1	0.2866	0.28662	0.69	0.411
Square	3	6.7807	2.26024	5.47	0.003
T*T	1	0.9988	0.99875	2.42	0.129
t*t	1	0.0856	0.08561	0.21	0.652
A*A	1	5.8237	5.82373	14.09	0.001
İkili Etkileşim	3	9.3494	3.11647	7.54	0.001
T*t	1	4.0582	4.05821	9.82	0.003
T*A	1	0.0031	0.00308	0.01	0.932
t*A	1	5.2881	5.28812	12.79	0.001
Kalıntı	35	14.4655	0.41330		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	12.2748	4.09160	59.77	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.1906	0.06846		
Toplam	44	36.6919			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.642883	0.60	0.50	0.31

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

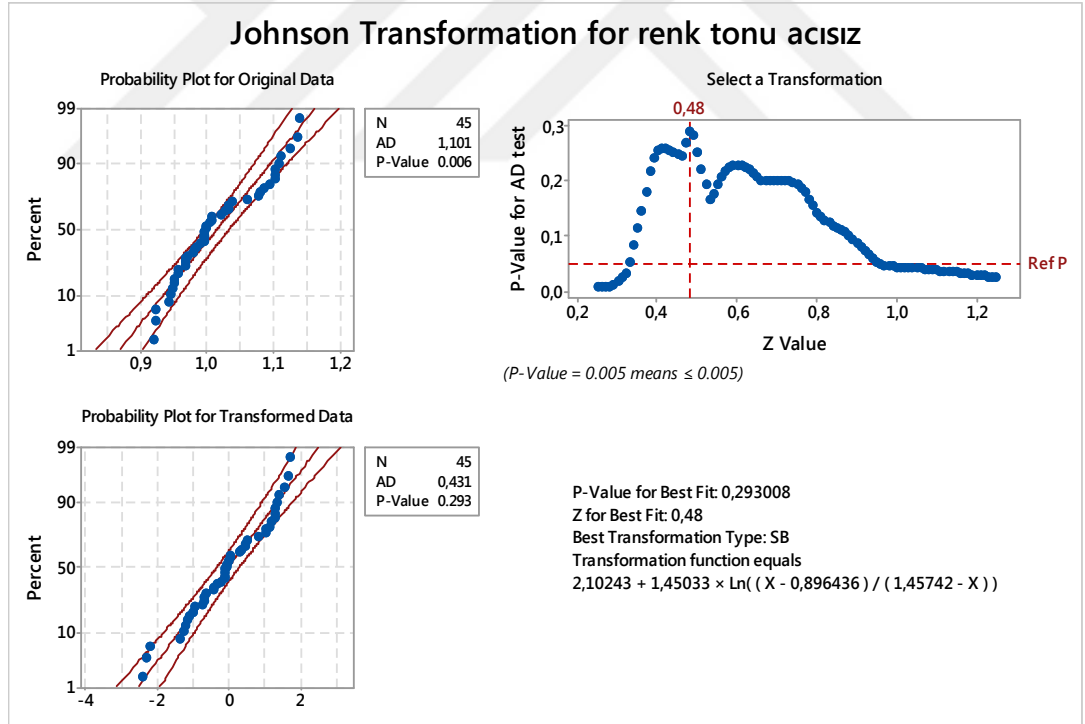


**Ek 4.84.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının renk tonu değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	30.1112	3.34569	5.53	0.000
Lineer	3	10.3824	3.46079	5.72	0.003
Sıcaklık (T)	1	5.8273	5.82728	9.63	0.004
Süre (t)	1	3.9647	3.96473	6.55	0.015
Amlitüd (A)	1	0.5904	0.59036	0.98	0.330
Square	3	8.7101	2.90338	4.80	0.007
T*T	1	1.6760	1.67596	2.77	0.105
t*t	1	0.5785	0.57849	0.96	0.335
A*A	1	6.4125	6.41249	10.60	0.003
İkili Etkileşim	3	11.0187	3.67290	6.07	0.002
T*t	1	7.9551	7.95513	13.15	0.001
T*A	1	0.1901	0.19007	0.31	0.579
t*A	1	2.8735	2.87350	4.75	0.036
Kalıntı	35	21.1810	0.60517		
<b>Uyum eksikliği</b>	<b>3</b>	<b>19.8011</b>	<b>6.60037</b>	<b>153.06</b>	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.3799	0.04312		
Toplam	44	51.2922			

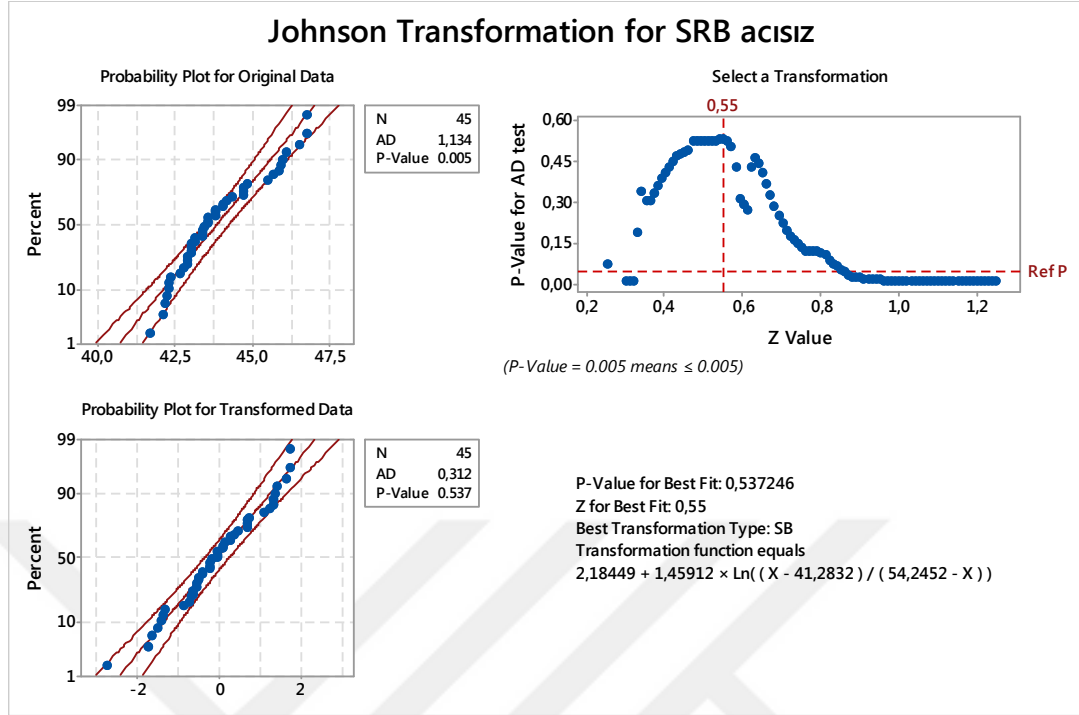
Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.777928	0.59	0.48	0.28

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.





**Ek 4.85.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının SRB değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları

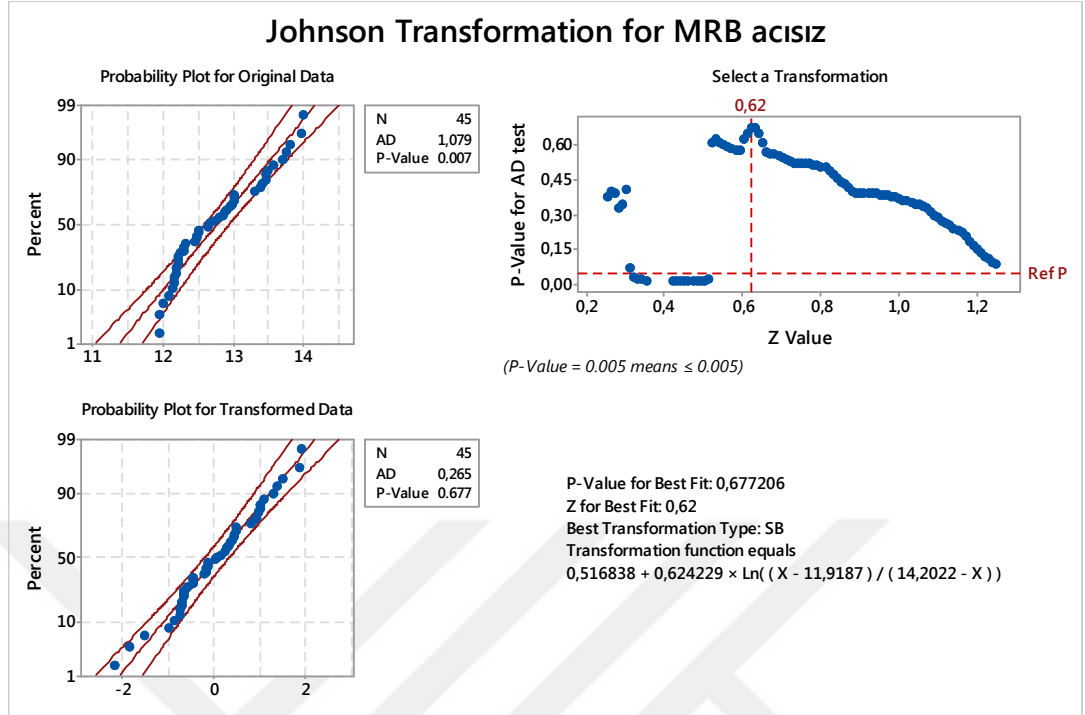


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	26.2140	2.9127	5.01	0.000
Linear	3	15.3029	5.1010	8.78	0.000
Sıcaklık (T)	1	11.5426	11.5426	19.87	0.000
Süre (t)	1	3.4216	3.4216	5.89	0.021
Amlitüd (A)	1	0.3387	0.3387	0.58	0.450
Square	3	5.4272	1.8091	3.11	0.039
T*T	1	0.6226	0.6226	1.07	0.308
t*t	1	1.4323	1.4323	2.47	0.125
A*A	1	3.0756	3.0756	5.29	0.027
İkili Etkileşim	3	5.4839	1.8280	3.15	0.037
T*t	1	4.7530	4.7530	8.18	0.007
T*A	1	0.0458	0.0458	0.08	0.781
t*A	1	0.6851	0.6851	1.18	0.285
Kalıntı	35	20.3323	0.5809		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	17.3937	5.7979	63.14	<b>0.000</b>
Saf hata	32	2.9386	0.0918		
Toplam	44	46.5463			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.762183	0.56	0.45	0.25

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.86.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının MRB değerinin dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çiktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	35.7584	3.9732	104.76	0.000
Linear	3	28.5778	9.5259	251.16	0.000
Sıcaklık (T)	1	23.1097	23.1097	609.31	0.000
Süre (t)	1	1.4564	1.4564	38.40	0.000
Amlitüd (A)	1	4.0117	4.0117	105.77	0.000
Square	3	1.6316	0.5439	14.34	0.000
T*T	1	0.0074	0.0074	0.19	0.662
t*t	1	1.5829	1.5829	41.73	0.000
A*A	1	0.0015	0.0015	0.04	0.844
İkili Etkileşim	3	5.5490	1.8497	48.77	0.000
T*t	1	4.0855	4.0855	107.72	0.000
T*A	1	0.3664	0.3664	9.66	0.004
t*A	1	1.0972	1.0972	28.93	0.000
Kalıntı	35	1.3275	0.0379		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.5331	0.1777	7.16	<b>0.001</b>
Saf hata	32	0.7943	0.0248		
Toplam	44	37.0859			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.194750	0.96	0.96	0.94

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

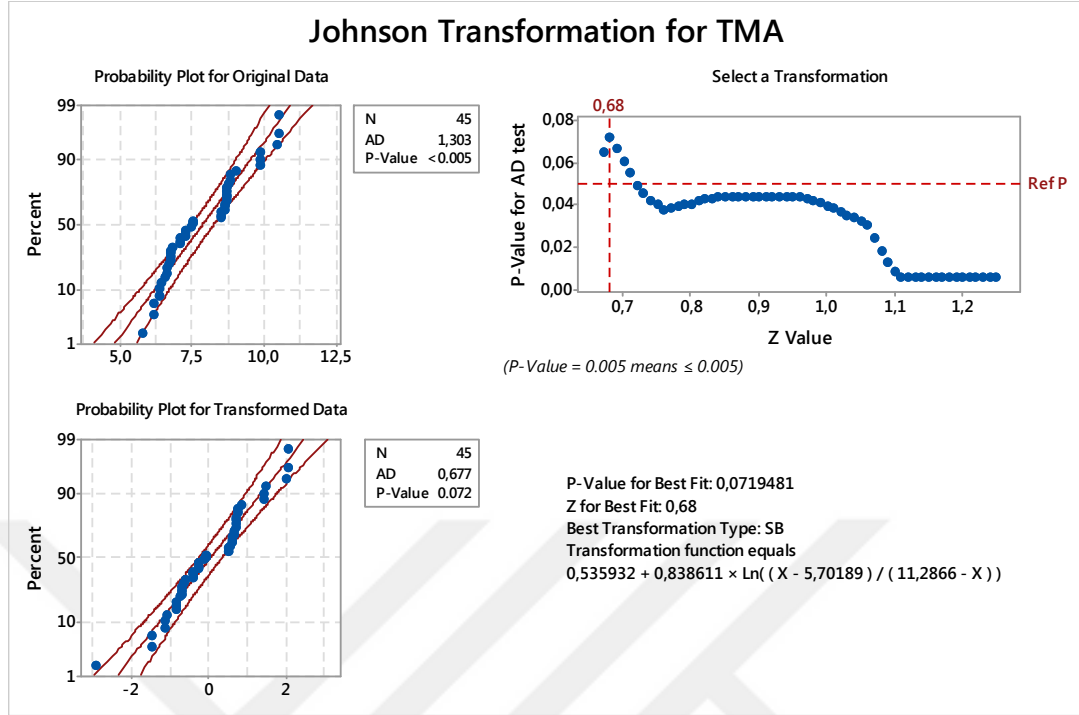
**Ek 4.87.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının KRB değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	39.8747	4.4305	14.22	0.000
Lineer	3	6.3095	2.1032	6.75	0.001
Sıcaklık (T)	1	4.7646	4.7646	15.30	0.000
Süre (t)	1	1.4990	1.4990	4.81	0.035
Amlitüd (A)	1	0.0459	0.0459	0.15	0.704
Square	3	15.9903	5.3301	17.11	0.000
T*T	1	3.8175	3.8175	12.26	0.001
t*t	1	0.5293	0.5293	1.70	0.201
A*A	1	11.8682	11.8682	38.10	0.000
İkili Etkileşim	3	17.5749	5.8583	18.81	0.000
T*t	1	15.3419	15.3419	49.26	0.000
T*A	1	1.7637	1.7637	5.66	0.023
t*A	1	0.4693	0.4693	1.51	0.228
Kalıntı	35	10.9015	0.3115		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	5.3958	1.7986	10.45	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.5057	0.1721		
Toplam	44	50.7762			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.558096	0.79	0.73	0.65

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.88.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMA miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

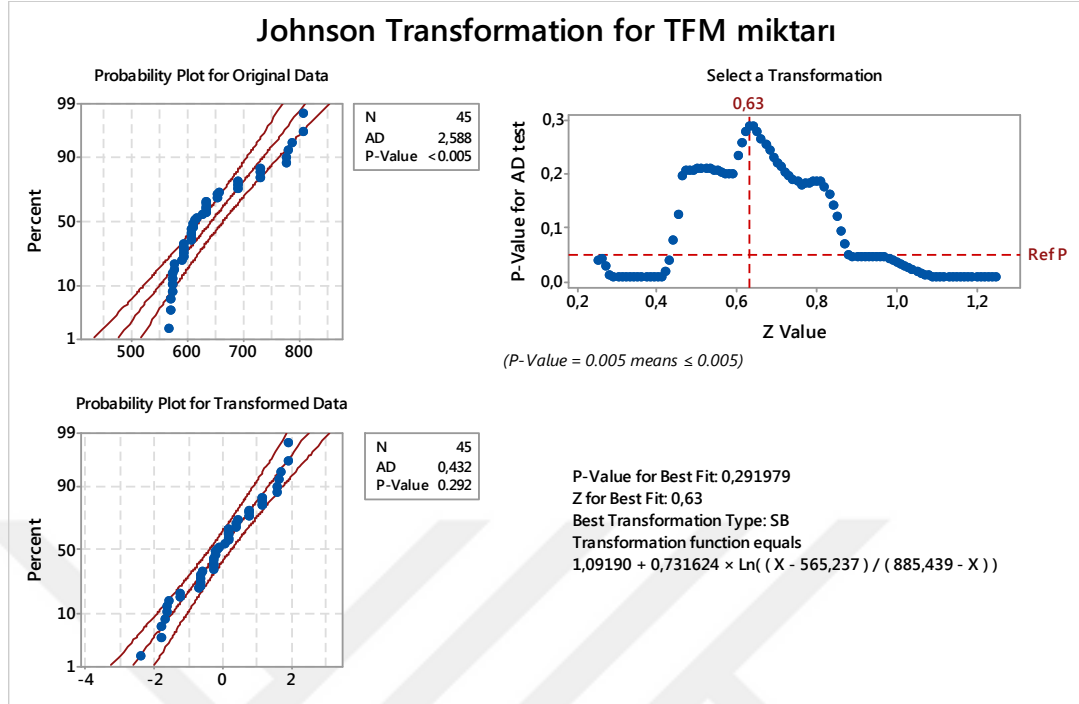


Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	41.0719	4.5635	26.07	0.000
Linear	3	21.8388	7.2796	41.59	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.5318	1.5318	8.75	0.006
Süre (t)	1	14.2124	14.2124	81.20	0.000
Amlitüd (A)	1	6.0946	6.0946	34.82	0.000
Square	3	7.9795	2.6598	15.20	0.000
T*T	1	0.0750	0.0750	0.43	0.517
t*t	1	2.5601	2.5601	14.63	0.001
A*A	1	5.9736	5.9736	34.13	0.000
İkili Etkileşim	3	11.2536	3.7512	21.43	0.000
T*t	1	1.0617	1.0617	6.07	0.019
T*A	1	1.9096	1.9096	10.91	0.002
t*A	1	8.2824	8.2824	47.32	0.000
Kalıntı	35	6.1260	0.1750		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	4.3766	1.4589	26.69	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.7494	0.0547		
Toplam	44	47.1979			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.418363	0.87	0.84	0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.89.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TFM miktarının dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	38.7663	4.30737	10.84	0.000
Linear	3	14.2616	4.75387	11.96	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0405	0.04053	0.10	0.751
Süre (t)	1	9.1606	9.16061	23.04	0.000
Amlitüd (A)	1	5.0605	5.06046	12.73	0.001
Square	3	16.0130	5.33767	13.43	0.000
T*T	1	1.4542	1.45421	3.66	0.064
t*t	1	7.5812	7.58120	19.07	0.000
A*A	1	8.9700	8.96997	22.56	0.000
İkili Etkileşim	3	8.4917	2.83056	7.12	0.001
T*t	1	2.5260	2.52600	6.35	0.016
T*A	1	3.5728	3.57284	8.99	0.005
t*A	1	2.3928	2.39283	6.02	0.019
Kalıntı	35	13.9136	0.39753		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	8.3654	2.78845	16.08	<b>0.000</b>
Saf hata	32	5.5483	0.17338		
Toplam	44	52.6799			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.6300502	0.74	0.67	0.58

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

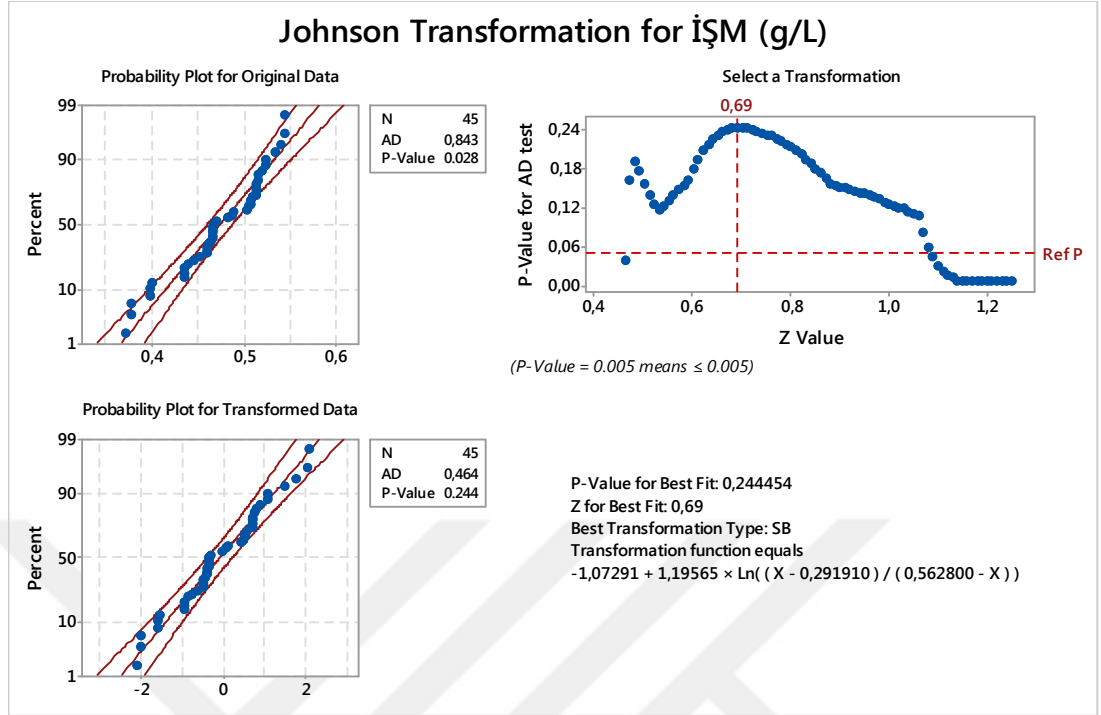
**Ek 4.90.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının AA değerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	31.1101	3.4567	24.78	0.000
Lineer	3	8.0892	2.6964	19.33	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.9344	0.9344	6.70	0.014
Süre (t)	1	4.4622	4.4622	31.99	0.000
Amlitüd (A)	1	2.6926	2.6926	19.30	0.000
Square	3	3.4417	1.1472	8.22	0.000
T*T	1	1.7957	1.7957	12.87	0.001
t*t	1	0.2922	0.2922	2.09	0.157
A*A	1	1.7777	1.7777	12.74	0.001
İkili Etkileşim	3	19.5792	6.5264	46.78	0.000
T*t	1	5.8862	5.8862	42.19	0.000
T*A	1	13.4690	13.4690	96.55	0.000
t*A	1	0.2240	0.2240	1.61	0.213
Kalıntı	35	4.8826	0.1395		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	3.8365	1.2788	39.12	<b>0.000</b>
Saf hata	32	1.0461	0.0327		
Toplam	44	35.9927			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.373500	0.86	0.83	0.77

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.91.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının İŞM dönüşüm grafiği ve ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	18.4170	2.04633	2.48	0.026
Lineer	3	11.8035	3.93451	4.76	0.007
Sıcaklık (T)	1	1.2744	1.27438	1.54	0.222
Süre (t)	1	7.6445	7.64455	9.26	0.004
Amlitüd (A)	1	2.8846	2.88460	3.49	0.070
Square	3	1.6332	0.54439	0.66	0.583
T*T	1	0.0037	0.00373	0.00	0.947
t*t	1	1.6154	1.61543	1.96	0.171
A*A	1	0.0010	0.00103	0.00	0.972
İkili Etkileşim	3	4.9803	1.66009	2.01	0.130
T*t	1	1.7996	1.79957	2.18	0.149
T*A	1	0.9495	0.94946	1.15	0.291
t*A	1	2.2312	2.23123	2.70	0.109
Kalıntı	35	28.9021	0.82577		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	25.0297	8.34325	68.95	<b>0.000</b>
Saf hata	32	3.8723	0.12101		
Toplam	44	47.3190			

Model	Standart sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahmini R <sup>2</sup>
R <sup>2</sup> değerleri(%)	0.908720	0.39	0.23	0.00

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.92.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMAB sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	2.32575	0.258416	44.19	0.000
Lineer	3	1.09723	0.365743	62.55	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.01763	0.017634	3.02	0.091
Süre (t)	1	0.69260	0.692601	118.45	0.000
Amlitüd (A)	1	0.38700	0.386995	66.18	0.000
Square	3	0.31551	0.105171	17.99	0.000
T*T	1	0.01653	0.016535	2.83	0.102
t*t	1	0.23207	0.232071	39.69	0.000
A*A	1	0.05234	0.052342	8.95	0.005
İkili Etkileşim	3	0.91301	0.304335	52.05	0.000
T*t	1	0.66413	0.664126	113.58	0.000
T*A	1	0.17500	0.175003	29.93	0.000
t*A	1	0.07388	0.073876	12.63	0.001
Kalıntı	35	0.20466	0.005847		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.00757	0.002522	0.41	<b>0.747</b>
Saf hata	32	0.19709	0.006159		
Toplam	44	2.53040			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0764679	0.92	0.90	0.86

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.



**Ek 4.93.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının TMK sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.60275	0.178083	34.88	0.000
Lineer	3	1.12297	0.374323	73.32	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.14168	0.141681	27.75	0.000
Süre (t)	1	0.52836	0.528363	103.49	0.000
Amlitüd (A)	1	0.45293	0.452925	88.72	0.000
Square	3	0.41569	0.138562	27.14	0.000
T*T	1	0.30677	0.306770	60.09	0.000
t*t	1	0.13812	0.138123	27.05	0.000
A*A	1	0.00458	0.004580	0.90	0.350
İkili Etkileşim	3	0.06409	0.021363	4.18	0.012
T*t	1	0.04526	0.045264	8.87	0.005
T*A	1	0.01353	0.013534	2.65	0.112
t*A	1	0.00529	0.005292	1.04	0.316
Kalıntı	35	0.17868	0.005105		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.05886	0.019620	5.24	<b>0.005</b>
Saf hata	32	0.11983	0.003745		
Toplam	44	1.78143			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0714513	0.90	0.87	0.83

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.94.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactobacillus paracasei* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.346554	0.038506	35.77	0.000
Lineer	3	0.228084	0.076028	70.62	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.163020	0.163020	151.42	0.000
Süre (t)	1	0.065000	0.065000	60.38	0.000
Amlitüd (A)	1	0.000063	0.000063	0.06	0.810
Square	3	0.038753	0.012918	12.00	0.000
T*T	1	0.037085	0.037085	34.45	0.000
t*t	1	0.000406	0.000406	0.38	0.543
A*A	1	0.000072	0.000072	0.07	0.797
İkili Etkileşim	3	0.079717	0.026572	24.68	0.000
T*t	1	0.009241	0.009241	8.58	0.006
T*A	1	0.070380	0.070380	65.37	0.000
t*A	1	0.000096	0.000096	0.09	0.767
Kalıntı	35	0.037680	0.001077		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.010420	0.003473	4.08	<b>0.015</b>
Saf hata	32	0.027260	0.000852		
Toplam	44	0.384234			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0328113	0.90	0.88	0.83

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

**Ek 4.95.** US ile proses edilmiş acısız şalgam sularının canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayısının ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.287238	0.031915	22.86	0.000
Lineer	3	0.165016	0.055005	39.40	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.155365	0.155365	111.30	0.000
Süre (t)	1	0.009441	0.009441	6.76	0.014
Amlitüd (A)	1	0.000210	0.000210	0.15	0.700
Square	3	0.051940	0.017313	12.40	0.000
T*T	1	0.045694	0.045694	32.73	0.000
t*t	1	0.008878	0.008878	6.36	0.016
A*A	1	0.001197	0.001197	0.86	0.361
İkili Etkileşim	3	0.070283	0.023428	16.78	0.000
T*t	1	0.028812	0.028812	20.64	0.000
T*A	1	0.031724	0.031724	22.73	0.000
t*A	1	0.009747	0.009747	6.98	0.012
Kalıntı	35	0.048857	0.001396		
<b>Uyum eksikliği</b>	3	0.012216	0.004072	3.56	<b>0.025</b>
Saf hata	32	0.036642	0.001145		
Toplam	44	0.336096			

Model	Standart sapma	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Tahmini $R^2$
$R^2$ değerleri(%)	0.0373620	0.86	0.82	0.76

\*Uyum eksikliği  $p > 0.05$  olmalıdır.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : CEREN ATEŞ

**Doğum Yeri ve Tarihi** : Üsküdar/19.07.1990

**Lisans Üniversite** : BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
(2015)

**Elektronik posta** : ceren90ates@hotmail.com

**İletişim Adresi** : Yenibağlar Mah. Aygen Sok. Çağdaş Sitesi 5  
Blok Daire 10 Tepebaşı/ESKİŞEHİR

**Telefon** : +90 539 817 46 21

### ULUSLARARASI KONGRELERDE SUNUMLAR:

- Ateş C., Evrendilek GA. 2018. An Old Culture; Nogay Tea Poster Sunumu. 1. International Foods and Medicine Congress 24-27 Mayıs, Ankara, Türkiye.
- Ateş C., Evrendilek GA. 2018. Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumu ve Biyojen Aminlerin Gıda Güvenliği ve Tüketici Sağlığı Açısından Önemi Poster Sunumu. 6. Uluslararası Gıda Güvenliği Kongresi 3-4 Mayıs, İstanbul, Türkiye.
- Ateş C., Evrendilek GA. 2018. Gıda Kalitesi ve Emniyeti Yönünden Yenilikçi Proses Teknolojilerinin Önemi Poster Sunumu. 6. Uluslararası Gıda Güvenliği Kongresi 3-4 Mayıs, İstanbul, Türkiye.
- Ateş C., Evrendilek GA., Uzuner S. 2018. Processing of Turnip Juice by High Hydrostatic Pressure With Respect to Quality Parameters and Microbial Inactivation. Sözlü sunum International Conference on Raw Materials to processed Foods 11-13 Nisan, Antalya, Türkiye.
- Ateş C., Evrendilek GA. 2017. Yenilikçi Proses Teknolojilerinin Şalgam Suyunun Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Sözlü Sunum. İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi 26-28 Ekim, Sivas, Türkiye
- Ateş C., Evrendilek GA. 2017. Atımlı Elektrik Akımının Kanatlılarda Kullanımı ve Etin Oksidasyonu, Renk, Doku, Duyusal Özelliklerine Etkisi. Poster Sunumu. 4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi 26-30 Nisan, Antalya, Türkiye.

## **ULUSAL KONGRELERDE SUNUMLAR:**

- Ateş C., Evrendilek GA. 2017.Gıda Kalitesi ve Emniyeti Yönünden Geleneksel İçeceklerimizden Şalgama Yenilikçi Proses Teknolojilerinin Uygulanması. Poster Sunumu. 10. Gıda Mühendisliği Kongresi 9-11 Kasım, Antalya, Türkiye

