

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



**FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONU VE
RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASINDA ULTRAVİYOLE
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖNÜL ULU

BOLU, AĞUSTOS - 2019

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



FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONU VE
RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASINDA ULTRAVİYOLE
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖNÜL ULU

BOLU, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

GÖNÜL ULU tarafından hazırlanan "FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONU VE RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASINDA ULTRAVİOLE TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI" adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 19.08.2019 tarihinde savunularak **Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

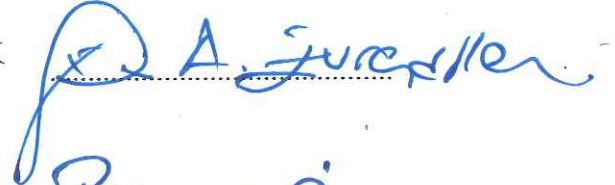

Jüri Üyeleri

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

Üye
Prof. Dr. Hamdi Barboros ÖZER
Ankara Üniversitesi

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

İmza


.....



.....

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü ✓

AÍLEME,



ETİK BEYAN

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

1. Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 2. Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 3. Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 4. Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 5. Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gönül ULU



ÖZET

**FERMENTE ŞALGAM İÇECEĞİNİN PASTÖRİZASYONU VE RAF
ÖMRÜNÜN UZATILMASINDA ULTRAVİYOLE TEKNOLOJİSİNİN
KULLANIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GÖNÜL ULU
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)**

BOLU, AĞUSTOS - 2019

Bu çalışmada, geleneksel içeceklerimizden şalgam suyunun ultraviyole (UV) yöntemi ile prosesinin şalgam suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi test edilmiştir. Bunun için UV prosesleri lamba sayısı (1-11 lamba), sıcaklık (4-30 °C), devir (1-5 devir) faktörleri, bağımsız parametreler olarak belirlenmiş ve Box-Behnken dizaynı ile belirlenen koşullara göre şalgam suları UV ile işlenmiştir. UV ile işlenen şalgam suyu için optimum koşullar 4 °C, 5 lamba ve 4 devir olarak belirlenmiştir. Optimum koşullarda etkili olduğu belirlenen °Briks ve toplam monomerik antosiyanin miktarı (TMA) değerleri sırasıyla 3.2 ve 13.58 mg/mL olarak bulunmuştur. Belirlenen optimum noktalarda şalgam suyu proses edilmiş ve program çıktıları ile karşılaştırılarak yöntemin validasyonu yapılmıştır. Optimum modelin validasyonu sonucu, modelin öngördüğü tahmini değerler ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar °Briks ve TMA için CV değerlerinin % 10'dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Optimum noktada proses edilen şalgam suları 77 gün süre ile 4-22 °C'de depolanmış ve 0, 7, 14, 21, 28, 35, 49, 63, ve 77. günlerde örneklerin duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde 22 °C de depolanan kontrol örnekleri 35. günün sonunda bozulurken, 22 °C de depolanan proses uygulanmış ürünler de 63. güne kadar bozulma görülmemiştir. Bunun yanında 4 °C de depolanan ürünler incelendiğinde 63.gün sonunda kontrol örneklerinde oluşan mikrobiyal yük artarken proses uygulanmış ürünlerde 77. günün sonunda hala bir bozulma belirtisi oluşmamıştır. Bu durum UV uygulamasının ürünlerin raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Ultraviyole, Raf Ömrü, Şalgam, Optimizasyon, Box Behnken dizaynı

ABSTRACT

USE OF ULTRAVIOLET TECHNOLOGY FOR THE PASTEURIZATION AND SHELF-LIFE EXTENTION OF FERMENTED SALGHAM DRINK

M. Sc THESIS

GÖNÜL ULU

**BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLSÜN AKDEMİR EVRENDİLEK)

BOLU, AUGUST 2019

Processing of traditional fermented shalgam juice by ultraviolet (UV) with respect to quality attributes, microbial inactivation and shelf-life was studied. Explanatory variables for UV were number of lamps (1-11 lamp), temperature (4-30 °C), cycle (1-5 cycle) according to by Box-Behnken design. Five lamps, 4°C temperature and 4 cycle were the optimum conditions for UV processed shalgam juice. °Brix and total monomeric anthocyanin content (TMAC) under the optimum processing conditions were 3.2 and 13.58 mg/mL, respectively. Shalgam juice was processed at determined optimum parameters and validation of the method was compared with the optimum parametera. As a result of the validation, the predicted values and the coefficient of variation were estimated. The results showed that the CV values for °Brix and TMAC were less than 10 %, and the experimental reproducibility of the modeling was high. Shalgam juices processed under optimum conditions were stored at both 4 and 22 °C for 77 days, and sensory, physicochemical and microbiological analyses were performed on 0, 7, 14, 21, 28, 35, 49, 63, 77 and 77th days of the storage. When the results were examined, the control samples stored at 22 °C deteriorated at the end of the 35th day, whereas the processed products stored at 22 °C did not deteriorate until the 63th day. In addition, when the products stored at 4 °C were examined, while the microbial load in the control samples increased at the end of the 63th day, the processed products showed no signs of deterioration at the end of the 77th day. This showed that ultraviolet is effective processing in extending the shelf life of the product.

KEYWORDS: Ultraviolet, Shelf life, Shalgam, Optimization, Box-Behnken design

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
TEŞEKKÜR.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Şalgam Suyu.....	4
2.1.1 Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri.....	5
2.1.1.1 Geleneksel Yöntemle Şalgam Suyu Üretimi.....	5
2.1.1.2 Hızlı Yöntem ile Şalgam Suyu Üretimi	6
2.1.2 Şalgam Suyunun Özellikleri	6
2.1.2.1 Genel Özellikleri	6
2.1.2.2 Kimyasal Özellikleri	8
2.2 Ultraviyole Işık (UV) Teknolojisi	10
2.2.1 UV Uygulamalarında Mikrobiyal İnaktivasyon Verimliliğini Etkileyen Faktörler.....	17
2.2.2 Ultraviyole Işık Uygulama Dozları ve Öldürücülük (Letalite)	20
2.2.3 Ultraviyole Hormesis	21
2.2.4 Gıdalarda Ultraviyole Işık Uygulamasının Olumsuz Etkileri	21
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1 Materyal.....	23
3.2 Metod.....	23
3.2.1 Şalgam Suyuna UV Uygulamaları	23
3.2.1 Şalgam Suyuna Uygulanan Analizler	25
3.2.1.1 pH Tayini	25
3.2.1.2 Suda Çözünen Kuru Madde Analizi	26
3.2.1.3 Kondaktivite (İletkenlik) Analizi	26
3.2.1.4 Tuz Miktarı Analizi.....	26
3.2.1.5 Bulanıklık Analizi	26
3.2.1.6 Toplam Asit Tayini	26
3.2.1.7 Renk Analizi.....	27
3.2.1.8 Renk Bileşimi Tayini	28
3.2.1.9 Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı Analizi	28
3.2.1.10 Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi	29
3.2.1.11 Antioksidan Aktivite Tayini.....	31
3.2.1.12 İndirgen Şeker Analizi	32
3.2.1.13 Uçar Asit Miktarı Tayini.....	33
3.2.1.14 Mikrobiyel İnaktivasyon Analizleri	34

3.2.1.15 Duyusal Analiz.....	35
3.2.1.16 Raf Ömrü Çalışmaları	35
3.2.1.17 Veri Analizi.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	38
4.1 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Bulguları.....	38
4.1.1 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu pH Üzerine Etkisi.....	38
4.1.2 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Kondaktivite Üzerine Etkisi	41
4.1.3 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Tuz Miktarı Üzerine Etkisi .	43
4.1.4 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Bulanıklık Üzerine Etkisi....	45
4.1.5 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Suda Çözünen Kuru Madde Üzerine Etkisi	48
4.1.6 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Asitliği Üzerine Etkisi	54
4.1.7 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu L^* Değeri Üzerine Etkisi.....	57
4.1.8 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu a^* Değeri Üzerine etkisi	59
4.1.9 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu b^* Değeri Üzerine Etkisi.....	61
4.1.10 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Renk Yoğunluğu (Chroma, C^*) Üzerine Etkisi.....	64
4.1.11 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu hue (h°) Değeri Üzerine Etkisi	66
4.1.12 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Renk Farkı (ΔE) Üzerine Etkisi.....	69
4.1.13 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Renk Yoğunluğu (IC) Değeri Üzerine Etkisi.....	71
4.1.14 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Renk Tonu Değeri Üzerine Etkisi.....	74
4.1.15 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Sarı Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi.....	76
4.1.16 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Kırmızı Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi.....	78
4.1.17 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Mavi Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi.....	81
4.1.18 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı Üzerine Etkisi.....	83
4.1.19 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Antioksidan Kapasitesi Üzerine Etkisi.....	86
4.1.20 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) Değeri Üzerine Etkisi	88
4.1.21 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkisi.....	95
4.1.22 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Uçar Asit Sayısı Üzerine Etkisi	97
4.1.23 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Maya Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkisi.....	99
4.1.24 UV Uygulamalarının Şalgam Suyunun Canlı Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkisi.....	101
4.1.25 UV Uygulamalarının Şalgam Suyundaki Canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayısı Üzerine Etkisi.....	104
4.1.26 UV Uygulamalarının Şalgam Suyundaki Canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> Sayısı Üzerine Etkisi.....	107
4.1.27 UV Uygulamalarının Şalgam Suyunun Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi.....	110
4.1.28 Şalgam Suyu İçin UV Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu	112

4.1.29	Şalgam Suyu İçin UV Prosesi Optimum Nokta Analiz Sonuçları	115
4.2	Raf Ömrü Çalışmaları	116
4.2.1	UV Uygulamasının Şalgam Suyunun Raf Ömrü Üzerine Etkileri	116
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	134
6.	KAYNAKLAR	137
7.	EKLER	143
EK A	AÇIKLAMA	143
Ek A.1	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının pH Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	143
Ek A.2	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Kondaktivite Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	144
Ek A.3	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Tuz Miktarının İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	145
Ek A.4	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Bulanıklık Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	146
Ek A.5	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının °Briks Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	147
Ek A.6	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TA Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	148
Ek A.7	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>L</i> Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	149
Ek A.8	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>a*</i> Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	150
Ek A.9	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>b*</i> Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	151
Ek A.10	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>C*</i> Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	152
Ek A.11	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>hue</i> Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	153
Ek A.12	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>ΔE</i> Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	154
Ek A.13	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>IC</i> Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	155
Ek A.14	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Renk Tonu Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	157
Ek A.15	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının SRB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	158
Ek A.16	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının KRB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	159
Ek A.17	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının MRB Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	160
Ek A.18	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TFM Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	162
Ek A.19	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TAA Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	163
Ek A.20	UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMA Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	164

Ek A.21 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının İndirgen Şeker Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	165
Ek A.22 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMK Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	166
Ek A.23 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMAB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	168
Ek A.24 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>Lactobacillus paracasei</i> Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	169
Ek A.25 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremo</i> Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları	171
8. ÖZGEÇMİŞ	173



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Elektromanyetik spektrum.....	10
Şekil 2. 2. Ultraviyole ışığın elektromanyetik spektrumdaki alt bölümleri	11
Şekil 2. 3. Ultraviyole C Lamba	13
Şekil 2. 4. İnce film dairesel reaktörün şematik gösterimi	15
Şekil 2. 5. Laminar Taylor–Couette UV reaktörün şematik gösterimi	15
Şekil 2. 6. Ultraviyole ışığın antimikrobiyal etkinliği	16
Şekil 2. 7. UV ışık etkisiyle DNA yapısının bozulması	17
Şekil 3. 1. Şalgam suyunun cihaza dolumu	24
Şekil 3. 2. Kompresör bağlantısı.....	25
Şekil 3. 4. Gallik asit kalibrasyon eğrisi	31
Şekil 3. 5. Glikoz kalibrasyon eğrisi.....	33
Şekil 4. 1. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve devir sayısının °Briks değerine etkisinin 3D grafiği.....	51
Şekil 4. 2. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lamba ve devir sayısının °Briks değerine etkisinin 3D grafiği.....	52
Şekil 4. 3. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lambasayısı ve sıcaklık derecesinin °Briks değerine etkisinin 3D grafiği.....	52
Şekil 4. 4. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve devir parametrelerinin °Briks değerine etkisi.....	53
Şekil 4. 5. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve devir parametrelerinin °Briks değerine etkisi.....	53
Şekil 4. 6. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve sıcaklık parametrelerinin °Briks değerine etkisi.....	54
Şekil 4. 7. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve devir sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği.....	92
Şekil 4. 8. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lamba ve devir sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği.....	92
Şekil 4. 9. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve lamba sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği.....	93
Şekil 4. 10. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve devir parametrelerinin TMA değerine etkisi.....	94
Şekil 4. 11. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve devir parametrelerinin TMA değerine etkisi.....	94
Şekil 4. 12. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve lamba parametrelerinin TMA değerine etkisi.....	95
Şekil 4. 13. UV uygulamasının şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkileri.....	112
Şekil 4. 14. Şalgam suyu için UV koşullarının optimizasyon değerleri	114

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 2. UV-C ışığa karşı en dirençli ve en zayıf mikroorganizma türlerinin minimal inhibisyon dozları.....	19
Çizelge 3. 1. Box Behnken deneme deseni.....	36
Çizelge 4. 1. UV uygulamaları ve ortalama pH değerleri.....	38
Çizelge 4. 2. UV ile proses edilmiş şalgam sularının pH değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları.....	40
Çizelge 4. 3. UV uygulamaları ve ortalama kondaktivite değerleri	41
Çizelge 4. 4. UV ile proses edilen şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	42
Çizelge 4. 5. UV uygulamaları ve ortalama tuz miktarları	43
Çizelge 4. 6. UV ile proses edilen şalgam sularının tuz miktarlarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	44
Çizelge 4. 7. UV uygulamaları ve ortalama bulanıklık değerleri	46
Çizelge 4. 8. UV ile proses edilen şalgam sularının bulanıklık değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	47
Çizelge 4. 9. UV uygulamaları ve ortalama SÇKM (°Briks) değerleri	48
Çizelge 4. 10. UV ile proses edilen şalgam suyunun SÇKM değerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayıları.....	49
Çizelge 4. 11. UV uygulamaları ve ortalama TA değerleri	54
Çizelge 4. 12. UV ile proses edilen şalgam sularının TA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	55
Çizelge 4. 13. UV uygulamaları ve ortalama L^* değerleri	57
Çizelge 4. 14. UV ile proses edilen şalgam sularının L^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	58
Çizelge 4. 15. UV uygulamaları ve ortalama a^* değerleri	59
Çizelge 4. 16. UV ile proses edilen şalgam sularının a^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	61
Çizelge 4. 17. UV uygulamaları ve ortalama b^* değeri.....	62
Çizelge 4. 18. UV ile proses edilen şalgam sularının b^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	63
Çizelge 4. 19. UV uygulamaları ve ortalama C^* değerleri.....	64
Çizelge 4. 20. UV ile proses edilen şalgam sularının C^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	65
Çizelge 4. 21. UV uygulamaları ve ortalama h° değerleri.....	67
Çizelge 4. 22. UV ile proses edilen şalgam sularının h° değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	68
Çizelge 4. 23. UV uygulamaları ve ortalama ΔE değerleri.....	69
Çizelge 4. 24. UV ile proses edilen şalgam sularının ΔE değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	70
Çizelge 4. 25. UV uygulamaları ve ortalama IC değerleri	72
Çizelge 4. 26. UV ile proses edilen şalgam sularının IC değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	73

Çizelge 4. 27. UV uygulamaları ve ortalama renk tonu değerleri	74
Çizelge 4. 28. UV ile proses edilen şalgam sularının renk tonu değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	75
Çizelge 4. 29. UV uygulamaları ve ortalama SRB değerleri	76
Çizelge 4. 30. UV ile proses edilen şalgam sularının SRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	77
Çizelge 4. 31. UV uygulamaları ve ortalama KRB değerleri	79
Çizelge 4. 32. UV ile proses edilen şalgam sularının KRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	80
Çizelge 4. 33. UV uygulamaları ve ortalama MRB değerleri.....	81
Çizelge 4. 34. UV ile proses edilen şalgam sularının MRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	82
Çizelge 4. 35. UV uygulamaları ve ortalama TFM değerleri	83
Çizelge 4. 36. UV ile proses edilen şalgam sularının TFM değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	85
Çizelge 4. 37. UV uygulamaları ve ortalama antioksidan aktivitesi değerleri .	86
Çizelge 4. 38. UV ile proses edilen şalgam sularının TAA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	88
Çizelge 4. 39. UV uygulamaları ve ortalama TMA değerleri.....	89
Çizelge 4. 40. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMA değerlerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayıları.....	90
Çizelge 4. 41. UV uygulamaları ve ortalama indirgen şeker değerleri.....	95
Çizelge 4. 42. UV ile proses edilen şalgam sularının indirgen şeker değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları.....	96
Çizelge 4. 43. UV uygulamaları ve ortalama uçur asit miktarları	98
Çizelge 4. 44. UV uygulamaları ve ortalama TMK sayıları	99
Çizelge 4. 45. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMK sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	100
Çizelge 4. 46. UV uygulamaları ve ortalama TMAB sayıları	102
Çizelge 4. 47. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMAB sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	103
Çizelge 4. 48. UV uygulamaları ve ortalama canlı <i>Lactobacillus paracasei</i> sayıları.....	105
Çizelge 4. 49. UV ile proses edilen şalgam suyunun <i>Lactobacillus paracasei</i> sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	106
Çizelge 4. 50. UV uygulamaları ve ortalama canlı <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayıları.....	107
Çizelge 4. 51. UV ile proses edilen şalgam suyunun <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları.....	109
Çizelge 4. 52. UV uygulamasının şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkileri.....	111
Çizelge 4. 53. UV parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri.....	113

Çizelge 4. 54. Şalgam suyunun UV optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları.....	115
Çizelge 4. 55. Şalgam suyu için UV prosesi optimum koşullarındaki analiz sonuçları.....	116
Çizelge 4. 56. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun pH değeri üzerine etkileri.....	118
Çizelge 4. 57. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun °Briks değeri üzerine etkileri.....	118
Çizelge 4. 58. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun L^* değeri üzerine etkileri.....	119
Çizelge 4. 59. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun a^* değeri üzerine etkileri.....	119
Çizelge 4. 60. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun b^* değeri üzerine etkileri.....	121
Çizelge 4. 61. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun C^* değeri üzerine etkileri.....	121
Çizelge 4. 62. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun h^o değeri üzerine etkileri.....	122
Çizelge 4. 63. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun ΔE değeri üzerine etkileri.....	122
Çizelge 4. 64. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun IC değeri üzerine etkileri.....	124
Çizelge 4. 65. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun renk tonu değeri üzerine etkileri.....	124
Çizelge 4. 66. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun SRB değeri üzerine etkileri.....	125
Çizelge 4. 67. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun KRB değeri üzerine etkileri.....	125
Çizelge 4. 68. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun MRB değeri üzerine etkileri.....	127
Çizelge 4. 69. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TFM değeri üzerine etkileri.....	127
Çizelge 4. 70. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TAA değeri üzerine etkileri.....	129
Çizelge 4. 71. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMA değeri üzerine etkileri.....	129
Çizelge 4. 72. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMK değeri üzerine etkileri.....	130
Çizelge 4. 73. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMAB değeri üzerine etkileri.....	130
Çizelge 4. 74. 4 °C'de depolanan şalgam suyu kontrol örneği ve UV ile proses edilen şalgam suyunun raf ömrü duyusal analiz sonuçları.....	132
Çizelge 4. 75. 22 °C'de depolanan şalgam suyu kontrol örneği ve UV ile proses edilen şalgam suyunun raf ömrü duyusal analiz sonuçları.....	133

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

° C	: Santigrat derece
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
Abs	: Absorbans
BBD	:Box-Behnken Dizaynı
Cm	: Santimetre
D	:Optimizasyonda dahil edilen tüm değişkenlerin genel istenebilirlik değeri
d	: Optimizasyondaki değişkenlerin istenebilirlik değeri
dak	: Dakika
g	: Gram
IC	: Renk yoğunluğu (Abs.)
ICP-MS	: Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi
İŞM	:İndirgen şeker miktarı (g/L)
K	: Kelvin
kHz	: Kilohertz
KRB	: Kırmızı renk bileşimi (%)
L	: Litre
LAB	: Laktik asit bakterisi
m.o.	:Mikroorganizma
m	: Metre
M	:Molarite
mEq	:Mili eşdeğer
mg	: Miligram
MHz	: Megahertz
mL	: Mililitre
MRB	:Mavi renk bileşimi (%)
N	: Normalite
nm	:Nanometre
ppt	: Binde bir

SÇKM	: Suda çözünen kuru madde (°Briks)
SRB	: Sarı renk bileşimi (%)
T	:Sıcaklık
t	: Süre
TAA	: Toplam Antioksidan aktivite (%)
TA	:Toplam asitlik (g/L)
TAC	: Toplam antioksidan kapasitesi
TFM	: Toplam fenolik madde (mg GAE/mL)
TMA	:Toplam monomerik antosiyanin (mg/mL)
TMAB	:Toplam mezofilik aerobik bakteri (log kob/mL)
TMK	:Toplam maya küf (log kob/mL)
TRF	:Toplam renk farkı (ΔE)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
US FDA	: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
UV	: Ultraviyole
V	:Titrasyonda kullanılan çözelti sarfiyatı
W	:Watt

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecimde sabırla ve ilgiyle yanımda olan, yardımlarını ve edindiği tecrübeleri benden esirgemeyen yüksek lisans Danışman Hocam Sn. Prof. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK'e

Tecrübesini ve sahip olduğu bilgi ve donanımını kullanarak bana yardımcı olan Sn. Dr. Öğr. Üyesi Sibel UZUNER'e,

Tezimin değerlendirilmesini gerçekleştiren, değerli katkılarını sunan tez jüri üyem Sn.Prof. Dr. H. Barbaros ÖZER'e

Hayatım boyunca aldığım her kararın destekçisi olan, çıktığım her yolda başaracağıma olan inançlarıyla bana güven veren, zor zamanlarımda güç olan, yaşadığım tüm sıkıntılı ve stresli anlarda sığındığım maddi, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli annem Necla ULU'ya, değerli babam Muharrem ULU'ya kardeşlerim Gizem ULU'ya, Fevzi ULU'ya ve Ezgi TUNCER'e,

Dualarıyla her zaman yanımda olan yüksek lisans sürecimde ve hayatım boyunca beni merak eden, uzaktan da olsa koruyup kollayan, varlıklarını ve değerlerini her zaman hissettiğim kıymetli dedem Feyzi ULU'ya ve kıymetli babaannem Satiye ULU'ya,

Yüksek lisans sürecinde karşılaştığım zorluklara direnmeme yardımcı olan, pes etmemem için beni her zaman teşvik eden, çıkmaz durumlarda bana çıkar bir yol bulan, başarmamda ki en büyük yardımcım olan nişanlım Ömer SELİM'e,

Yüksek lisans sürecimi her zaman takip eden, moral ve motivasyon için çeşitli yollar sunan canım halam Asuman ULU'ya,

Dünyaya tezi bitirme sürecimde gelerek enerjimi yükselten, umudumu güçlendiren melek yeğenim Necla ULU'ya,

Yüksek lisans boyunca, yaptığım uygulamaların başından sonuna, edindiği bilgilerle bana yardımcı olan, sabırla, aradığım cevapları bulmama yardım eden elindeki bütün bilgileri benimle paylaşan arkadaşım Ceren ATEŞ'e,

Numune tedariginde bana destek olan Ayşegül ÖZAYDIN başta olmak üzere Altinkoza Organik Şalgam firması yetkililerine,

Çalışmalarım sırasında her türlü desteği veren, patronum Selami KONYALIOĞLU'na ve çalışma arkadaşlarım Muhammed SUCU'ya, Beyza GÜNDOĞDU KAYA'ya ve Erhan ESER'e,

Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen laboratuvar çalışma arkadaşlarım Bahar ATMACA'ya, Nurullah BULUT'a, Gamze YAMAN'a ve Hakan TANRIVERDİ'ye,

Tez projeme sağladıkları katkılarından dolayı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne,

Tezimin, Kromatografi ve Spektroskopi analizlerini gerçekleştiren Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (YENİGİDAM) çalışanlarına,

Canım kızım Gofret'e

Teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

İnsan yaşamının dengeli bir şekilde sürdürülmesini sağlayan gıda maddeleri, kökenleri ve işlenme biçimleri değişik ürünlerden oluşmakta ve bunlar arasında insanların gıdaları saklama bilincine eriştikleri devirlerden bu yana fermantasyon denilen biyolojik olaydan yararlanarak ürettikleri fermente ürünler önemli bir yer almaktadır (Türker, 1975; Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Laktik asidin muhafaza edici özelliğinin olduğu, bu özelliğinden dolayı da uzun zaman meyve ve sebzelerin muhafaza edilmelerinde ve dayanıklı hale getirilmelerinde laktik asit fermantasyonundan yararlanıldığı bilinmektedir (Türker, 1974). Taze meyve ve sebzelerin uzun süre muhafaza edilememesi, insanoğlunu bazı uygulamalar geliştirmeye zorlamış ve böylece geliştirilen teknikler arasında mikroorganizmaların faaliyetlerinden faydalanılarak yeni ve dayanıklı gıda maddelerinin üretimi yer almıştır. Hammadde de bulunan şeker ve benzeri bileşiklerin laktik asit bakterileri ve mayalar vasıtasıyla alkol, asit vb. maddelere dönüştürülmesi ile elde edilen bu ürünler fermantasyon ürünleri olarak adlandırılmaktadır (Erdoğan vd., 1990).

Laktik asit fermantasyon ürünü olan şalgam suyu, kırmızı renkli, bulanık, ekşi lezzetli bir içecektir(Erten vd., 2008). Şalgam suyu üretimi başta Adana olmak üzere Mersin, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde ve bu illere bağlı ilçelerde yaygın olarak yapılmaktadır. Ayrıca son yıllarda İstanbul, Ankara ve İzmir gibi illerde de üretimi gerçekleştirilmektedir (Deryaoğlu, 1990).

Gıda endüstrisinde gıda güvenliği ve muhafazasının sağlanması amacıyla farklı teknolojik uygulamalar kullanılmaktadır. Etkili ve düşük maliyetli olması sebebiyle sıklıkla kullanılan pastörizasyon, sterilizasyon, ısı enerjisiyle kurutma gibi ısı yöntemlerinin gıda kalitesi üzerinde olumsuz etkileri bulunabilmektedir. Özellikle ısıya duyarlı bileşenler içeren gıda maddelerinde bu işlemler istenmeyen bileşiklerin ortaya çıkmasına ve besin değeri yüksek bileşenlerin yok olmasına yol açmaktadır. Isıl yöntemlerin ürün üzerindeki negatif etkileri üreticilerin bu yöntemleri kullanmaktan kaçınmalarına yol açmaktadır. Bunun sonucunda gıda

güvenliğini ve insan sağlığını etkileyen zehirlenme ve salgın gibi durumlar ortaya çıkmaktadır (Gabriel, 2015).

Günümüzde tüketicilerin tercihi, katkı maddeleri içermeyen, taze tadını muhafaza eden, mikrobiyal açıdan güvenli, raf ömrü uzun, yüksek kalitede gıdalardır. Geleneksel gıda koruma yöntemleri yüksek ısı uygulamaları, tuzlama, asitlendirme, kurutma, kimyasal koruyucu kullanımı iken, tüketici taleplerine cevap verecek şekilde ürünlerin daha besleyici, daha doğal ve daha kolay işlenebilir özellikler kazanması için yeni yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Gao vd., 2007). Yüksek kalitede gıda ürünlerine karşı artan tüketici taleplerinden dolayı gıda işlemede geliştirilen, ısıl olmayan yeni teknolojilerin arasında yüksek hidrostatik basınç (HHP), vurgulu elektrik alan (PEF), ultraviyole ışınlama (UV), ultrasonikasyon ve ozon gibi uygulamalar yer almaktadır. Bu yeni gıda muhafaza teknikleri, geleneksel işleme metotlarına göre genellikle daha düşük sıcaklık derecelerinde uygulandıklarından gıda kalite kayıpları en az düzeyde gerçekleşmektedir (Valero vd., 2007).

UV uygulaması, zararlı mikroorganizmaları inaktive etmek amacıyla uygulanan bir dezenfeksiyon metodudur (Koca vd.,2018). UV ışınlarının kullanımı hava, su ve yüzey dezenfeksiyonunda iyi tanımlanmış olmasına rağmen, sıvı gıdalara uygulanmasındaki kullanımı hala sınırlıdır. Su ile karşılaştırıldığında, sıvı gıdaların çeşitli optik ve fiziksel özellikleri ve farklı kimyasal kompozisyonları UV ışının geçirgenliğini, doz aktarımını ve sonuç olarak mikrobiyal inaktivasyonu etkilemektedir. Bununla birlikte, fiziksel bir muhafaza metodu olarak UV ışınlama üzerine yapılan araştırmalar, bu teknolojinin çeşitli sıvı gıdaların ve bileşenlerinin pastörizasyonu için geçerli bir alternatif olarak oldukça ümit verici olduğunu göstermektedir (Koutchma, 2009).

Bu nedenlerle çalışma kapsamında;

- ✓ Şalgam suyunda ısıl işlem sonucunda oluşan kalite ve duyu özelliklerinin ve besin kayıplarının engellenmesi amacıyla ısıl işleme alternatif olan teknolojilerden UV uygulanması,

- ✓ UV ile proses edilen ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılarak ürünün kalite kriterlerindeki varsa değişimlerin değerlendirilmesi,
- ✓ Şalgam suyu için proses parametrelerinin optimum koşulların belirlenmesi,
- ✓ Elde edilen veriler ışığında UV proseslerinin şalgam suyunun raf ömrü üzerine etkisinin belirlenmesi,



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Şalgam Suyu

Son yıllarda insan yaşamının dengeli bir şekilde sürdürülmesini sağlayan günlük gıdalar, kökenleri ve işlenme biçimleri değişik, çeşitli ürünlerden oluşur. Bu ürünler arasında fermantasyona dayalı olanların önemli bir yeri vardır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve Tangüler, 2010).

Geleneksel fermente ürünler dünya genelinde hayatımızın önemli bir kısmını oluşturur. İnsanlar gıdaları saklama bilincine eriştikleri zamanlardan beri fermantasyondan yararlanmışlardır. Günümüzde de fermantasyon ürünlerine tüm toplumlarda rastlamak mümkündür. Çeşitli peynirler, yoğurt, turşu, boza, alkollü içkiler, kefir, tarhana gibi fermantasyon ürünleri bulunmaktadır. Öte yandan, üretimi yöresel olarak sürdürülen pek çok fermantasyon ürünü olduğu bilinmektedir. Bunlardan biri de Adana ve çevresine özgü bir içecek olan şalgam suyudur. Geleneksel laktik asit fermente içeceği olan şalgam suyu ticari bir şekilde üretilmektedir. Şalgam suyu üretimi üzerine istatistiksel veriler elde edilememesine rağmen şalgam üretimi ve tüketimine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Erten vd., 2008).

TS 11149 şalgam suyu standardında “Şalgam suyu, bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, mor havuç (*Daucus carota*), şalgam (*Brassica rapa*) ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istenildiğinde ısıl işlem ile dayanıklı hale getirilen bir ürün” olarak tanımlanmıştır (TSE,2003).

Genel olarak şalgam suyu üretiminde fermantasyon, sebzelerde bulunan doğal mikroflora kullanılarak spontan olarak veya starter kültür ilave edilerek kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Demir vd., 2006). Şalgam suyu üretiminde kara

havuç, bulgur unu, ekmek mayası, tuz, su ve şalgam kullanılır. *Curciferæ* familyasından *Brassica* cinsine ait bir bitki olan algamın bilimsel adı *Brassica rapa*'dır. Adı algam suyu olmakla birlikte, her zaman bulunmaması ve özellikle maliyet üzerindeki etkisi nedeniyle, şalgam suyu üretiminde çoğu kez şalgam kullanılmadığı bildirilmiştir. *Apiaceæ* familyasından iki yıllık bir bitki olan havucun bilimsel adı *Daucus carota L.*'dir ve binlerce yıldan beri yetiştirilmektedir. Bulgur unu, bulgura işlenmek üzere kaynatılmış kurutulmuş buğdayın dış kabukları ayrıldıktan sonra, kırma haline getirilmesi sırasında oluşan ve elek altında kalan kısmı olup kırma haline getirilen tanenin %2-3'lük kısmını oluşturur. Ekmek mayası, genellikle melas gibi şekerli hammaddelerden elde edilen *Saccharomyces cerevisiae* türü üst fermantasyon tipi kültür mayasıdır. Ekmek mayası sıvı, preslenmiş veya kuru maya olarak elde edilir. Ancak, algam suyu üretiminde maya olarak genellikle ekşi hamur kullanılır. Tuz olarak aksi belirtilmedikçe sodyum klorür kullanılır. algam suyu üretiminde kullanılan tuz genellikle kaya tuzudur. algam suyu üretiminde uygulanmakta olan geleneksel yöntem ve doğrudan (tek aşamalı fermantasyon) algam suyu üretim yöntemleri aşağıda açıklanmıştır (Canbaş vd.,1984).

2.1.1 algam Suyu Üretim Yöntemleri

2.1.1.1 Geleneksel Yöntemle algam Suyu Üretimi

Hamur fermantasyonu aşamasında bulgur unu (% 3), tuz (% 0.2) ve maya (% 0.2) karışımı, üzerlerine su ilave edilip yoğrularak hamur hazırlanır. Hamur/su karışımı oda koşullarında 3-5 gün süreyle fermantasyona bırakılır. Bu süre sonunda elde edilen ekstrakt, II. fermantasyonu gerçekleştirmek için fermantasyon tankına aktarılır ve içerisine % 15-20 oranında 2 cm boyutlarında doğranmış mor havuç, % 1 oranında tuz ve doğranmış şalgam ilave edilerek oda koşullarında fermantasyon gerçekleştirilir. Fermantasyon sıcaklığının 30 °C ile 35 °C'ler arasında olması tercih edilmektedir. algam suyu fermantasyonu üzerine fermantasyon sıcaklığı, mikroflora, hammaddelerin bileşimi ve ortamdaki tuz miktarı etki etmektedir. algam suyu üretiminde saf kültür kullanılmamaktadır, ancak bazı işletmeler % 15'e

kadar bir önceki üretimden elde edilen şalgam suyunu fermantasyonda kullanmaktadırlar. Spontan olarak yürütülen fermantasyonda etkili olan mikroorganizmalar laktik asit bakterileri olup, mayalar da ortamda bulunabilirler. Fermantasyon sırasında, fenolik bileşikler ve antosiyaninler süre ve artan asitliğe bağlı olarak çözünerek şalgam suyuna geçerler ve ürünün kendine has kırmızı rengini verirler. Şalgam suyunun hoşça giden karakteristik ekşi tadını bu fermantasyon sonucu oluşan laktik asit vermektedir. Fermantasyon takibi, toplam asitlik tayini kontrol edilerek yapılır. Fermantasyon sonunda şalgam suyu filtre edilerek şişelenir. Özellikle son yıllarda bazı işletmeler şişeleme öncesinde yüksek sıcaklık ve kısa süreli pastörizasyon işlemi uygulamaktadırlar (Ertan vd., 2008; Ertan vd., 2014).

2.1.1.2 Hızlı Yöntem ile Şalgam Suyu Üretimi

Hızlı yöntem ile şalgam suyu üretiminde geleneksel yöntemdeki iki fermantasyon, tek aşamada gerçekleştirilmektedir. Hızlı yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon tankına % 20 oranında doğranmış mor havuç, % 3 oranında bulgur unu, % 1 tuz, % 1 doğranmış şalgam ve % 0.2 ekmek mayası ve su ilave edilerek fermantasyon tek aşamada ve oda sıcaklığında gerçekleştirilir.

2.1.2 Şalgam Suyunun Özellikleri

2.1.2.1 Genel Özellikleri

Şalgam, 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 özelliklerinden dolayı fonksiyonel gıda sayılmaktadır (Erginkaya, 2004).

Laktik asit, şalgam suyuna ekşi tat vermesi yanında sindirimi kolaylaştırıcı, ferahlatıcı, sindirim sisteminin pH'sını düzenleyici ve vücudun bazı minerallerden daha fazla yararlanmasını sağlayıcı özellikler de kazandırmaktadır. Laktik asit

fermantasyonu ile üretilen ürünlerde patojen mikroorganizmaların gelişimi engellendiği için, söz konusu gıdalar sağlık açısından güvenilir ürünler olarak kabul edilmektedir (Öztürk, 2009; Miişoğlu,2004; Özhan, 2000).

Şalgam suyu fermente bir içecek olmasının yanında, yapımında kullanılan kara havucun bileşiminden dolayı, yararlı bir içecektir. Havuçta bulunan β -karotenin kalp ve damar hastalıkları, katarakt ve bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkisi yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Velioğlu, 2000).

Şalgam suyunun kırmızı rengini kara havuçtan gelen antosiyanin pigmentleri oluşturmaktadır. Antosiyaninler hem kalite hem de sağlık açısından önemli bileşiklerdendir (Canbaş, 1985). Kara havuç antosiyanin pigmentleri açısından oldukça zengindir. Taze kara havuçta antosiyanin içeriğinin 1750 mg/kg'a kadar olabileceği rapor edilmiştir (Kırca, 2005). Şalgam suyuna ilave edilen kara havuç miktarı arttıkça toplam asitlik, kuru madde, kül, toplam fenol, toplam antosiyanin, renk yoğunluğu ve renk indisinin arttığını bildirmiştir (Güneş, 2008).

Kendine özgü lezzeti, sindirim ve bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri ile şalgam suyu tüketimi yöresel olmaktan çıkmış, sıkça tüketilen fermente bir içecek haline gelmiştir (İyiçınar, 2007). Çoğu fermente üründe olduğu gibi; iştah açıcı özelliği ve içerdiği laktik asitten dolayı sindirimi kolaylaştırdığı, B grubu vitaminlerce zengin olmasından dolayı sinirleri yatıştırdığı, mide ve karaciğer fonksiyonlarını olumlu yönde etkilediği, kalsiyum, potasyum ve demir içerdiği, kemik ve dişleri kuvvetlendirdiği bildirilmektedir (Özler, 1996).

İnsanların tüketimi amacıyla yetiştirilen şalgam çeşitleri A, B, C vitaminleri ile kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor, kükürt ve iyot gibi mineraller bakımından zengindir. Kök ve yaprakları çok zengin besleyici özelliği nedeniyle yemeklik olarak kullanıldığı gibi, halk arasında çeşitli hastalıklara karşı ilaç olarak da kullanılan şalgam, sindirim organlarını içerdiği antiseptik maddeler ile temizler ve bağırsaklara yumuşaklık verir (Özler, 1995).

Şalgam sularında nitrat miktarını 4.44-348.53 mg/L olarak tespit etmiştir. Gıda maddelerinde bulunan nitrat miktarının bitki türüne, gübreleme şekline ve miktarına, hasat zamanına göre değiştiği, uzun süre güneşlenmenin nitrat miktarı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu, sabah erken hasat edilen ürünlerin, öğleden

sonra hasat edilenlere göre daha fazla nitrat içerdiği tespit edilmiştir. Özellikle süt çocukları için tehlikeli olan nitratın, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi nitrite indirgenerek ortaya çıkmakta, daha ileri aşamada ise karsinojen nitrozaminler olarak bilinen amin ve amidlere indirgenmesi söz konusu olmakta ve olaya nitrat zehirlenmesi denildiği halde, toksik etki açığa çıkan nitritten kaynaklanmaktadır (Özler, 1996).

Kara havuca rengini içindeki antosiyanin maddesi ve az miktarda bulunan β -karoten vermektedir. Vücut bu pigmenti A vitamini dönüştürür. A vitamini; cilt ve göz hastalıkları için faydalı olmasının yanında kalp hastalıklarını da önler. β karotenin ise kanser üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir. Kara havucun içinde bulunan antosiyanin adı verilen mor pigmentler antioksidan etkilidir. Havuç suyunun mide bağırsak rahatsızlıklarına iyi geldiği bildirilmiştir (Oraman, 1968).

2.1.2.2 Kimyasal Özellikleri

Şalgam suyu standardına göre şalgam suyunun pH değeri 3.3-3.8, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden en az 6 g/L, suda çözünür kuru madde en az % 2.5, tuz oranı ise en çok % 2 olmalıdır. Şalgam suyunun suda çözünen madde miktarını karbonhidratlar, tuz, organik asitler ve mineraller oluşturmaktadır. Bu nedenle, kuru madde oranı, üretimde kullanılan mor havuç miktarı, starter kültür ve bulgur unu miktarına bağlı olarak değişebilmektedir (Ekinci vd., 2016).

Şalgam sularında iz miktarlarda sakkaroz, glikoz ve fruktoz şekerleri bulunmaktadır. Havucun yapısında bulunan bu şekerler fermantasyon aşamasında azalma göstermektedir. Şalgam sularında yapılan çalışmalarda bu şekerlerin toplam miktarının 0.25-0.59 g/L arasında değiştiği ve ortalama 0.37 g/L olduğu bildirilmiştir. Belirlenen şekerler içerisinde genel olarak glikoz baskın olan şeker olarak saptanmış ve bunu fruktoz ve sakkaroz izlemiştir (Kelebek, 2015).

Şalgam sularının pH ve asitlik değerleri, fermantasyon süresince üretilen laktik asit ile ilişkilidir ve bu iki kriter son ürünün organoleptik kalitesi açısından önemlidir. Laktik asit şalgam suyunda bulunan baskın organik asittir. Şalgam suyunda baskın organik asidin laktik asit olduğunu ve laktik asit miktarının,

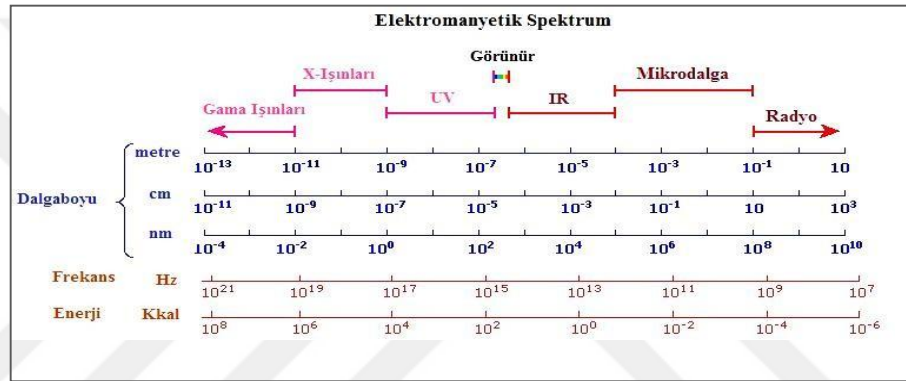
çalışmada tanımlanan diğer organik asitlere göre en az 6 kat daha yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir (Ekinci vd., 2016).

Farklı şalgam sularının ele alındığı bir çalışmada, organik asitlerden malik, laktik ve asetik asit tespit edilmiştir. Organik asitlerin toplam miktarının 5.66-11.94 g/L arasında değiştiği ve ortalama 8.59 olduğu bildirilmiştir (Kelebek, 2015).

Fermantasyon sırasında etkili olan mikroorganizmalar laktik asit bakterileridir. Laktik asit bakterileri; laktik asit, etanol ve çeşitli organik bileşikleri üreterek ve hammadde bileşimindeki maddeleri çözündürerek şalgam suyunun tipik tadını ve aromasını kazandırır (Karaoğlan, 2017). Bitkisel ürünlerin fermantasyonu, laktik asit ve asetik asit üreten *Leuconostoc mesenteroides* tarafından başlatılır. Asitliğin artması ile beraber bu mikroorganizmanın aktivitesi azalmaktadır ve fermantasyon *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus* ve *L. plantarum* tarafından devam ettirilmektedir. Asitlikteki artış *L. plantarum* hariç diğer mikroorganizmaların aktivitesinde azalmaya sebebiyet verir (Üçok, 2014). Laktik asit ve pH değerleri üretim yöntemine göre değişebilmektedir ve dolayısıyla son ürünün duyuşal özellikleri de bu özelliklere bağlı olduğu için üretim yöntemine bağlıdır. Yapılan bir çalışmada şalgam üretiminde farklı maya ve farklı starter kültür kullanımının ürünün kimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkisi incelenmiş ve starter kültür olarak *L. plantarum* kullanılarak üretilen şalgamın yüksek kabul edilebilirlik değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Aslan vd., 2015). Şalgam suyu üretiminde nadiren tercih edilse de, üretimde laktik asit bakterilerini içeren starter kültürlerin kullanımı ile yüksek tuz oranında gelişme, geç tortu oluşturma yanında, yüzeyde zar oluşmaması gibi özelliklere sahip yüksek kalitede şalgam suyu üretilebileceği bildirilmektedir. Bunun yanında duyuşal açıdan da daha yüksek beğeni kazandığı tespit edilmektedir (Tangüler, 2010). Yapılan çalışmalarda laktik asit bakterilerinin asitliği hızlı düşürmesi sonucu antogonistik etki ile *Escherichiacoli* gibi istenmeyen bakterileri bir günden kısa bir süre içinde inaktive olduğu tespit edilmiştir (Özer vd., 2015).

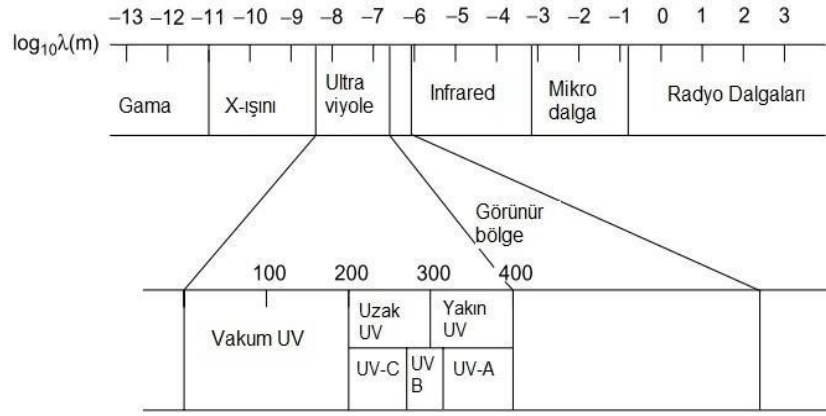
2.2 Ultraviyole Işık (UV) Teknolojisi

Ultraviyole ışık güneşten gelen elektromanyetik radyasyon enerjisinin bir türüdür. 100-400 nanometre dalga boyuna sahiptir ve spektrumda X ışınları ve görünür bölge arasında kalmaktadır. Ultraviyole, görünür bölgenin en yüksek frekanslı çeşidi olan mor ışığın üzerinde yer aldığı için mor ötesi ışık olarak isimlendirilmekle beraber içerdiği fotonlar 3.10-124.0 elektrovolt arasında enerji taşımaktadır ve ışınları $3.5 \cdot 10^{15}$ - $7.9 \cdot 10^{14}$ hertz arasında frekansa sahiptir. Şekil 2.1'de ultraviyole ışığın elektromanyetik spektrumdaki konumu gösterilmiştir (Reusch, 2013).



Şekil 2. 1. Elektromanyetik spektrum

Ultraviyole ışık elektromanyetik spektrumda bulunduğu dalga boyu aralığında farklı alt bölümlere ayrılmıştır. Görünür bölgeye olan uzaklık açısından yapılan sınıflandırmaya göre; 200 nanometre altı dalga boyuna sahip UV ışık “vakum ultraviyole”, 200-300 nm arasında dalga boyuna sahip UV ışık “uzak ultraviyole”, 300-400 nm arasında dalga boyuna sahip UV ışık “yakın ultraviyole” olarak adlandırılır. Bilimsel literatürde sıklıkla kullanılan diğer bir sınıflandırmada ise dalga boyuna göre 3 bölüm içermektedir. UV-C ışık 100-280 nm, UV-B ışık 280-315 nm ve UV-A ışık 315-400 nm arasında dalga boyuna sahiptir. Şekil 2.2’de ultraviyole ışığın elektromanyetik spektrumdaki bölümleri görülmektedir.



Şekil 2. 2. Ultraviyole ışığın elektromanyetik spektrumdaki alt bölümleri

UV-C ışık, kısa dalga boyu ve yüksek enerjisi nedeniyle bakteri, virüs, protozoa, maya, küf gibi mikroorganizmalara karşı germisidal (öldürücü) etkiye sahiptir. Mikroorganizmaların spor formlarında ise, vejetatif formlara göre daha yüksek dozlarda UV ışık uygulamasıyla germisidal etki sağlanabilmektedir. UV-C ışığın en yüksek germisidal etkisi 250-260 nm arasında görülmekte ve özellikle 253.7 nm dalga boyunun DNA tarafından en etkin şekilde absorbe edilen dalga boyu olduğu bilinmektedir (Bintsis vd., 2000). UV-C ışık, mikroorganizmaların DNA'sı tarafından absorbe edilmekte ve bunun sonucunda aynı DNA zinciri üzerinde komşu pirimidin nükleotid bazlarının (timin ve sitozin) arasında kimyasal kovalent bağlar oluşturarak pirimidin dimerleri meydana getirmektedir. Böylece DNA transkripsiyonu ve replikasyonu engellenerek hücre fonksiyonları tehlikeye girmekte ve hücre ölümü gerçekleşmektedir (Keyser, 2008; Tran, 2004).

UV ışığın doğal kaynağı güneş olmakla birlikte yapay olarak da oluşturulması mümkündür. Ticari anlamda, ultraviyole ışınlar UV lambalar tarafından üretilmektedir. Lambalar, çeşitli özelliklerine göre gruplandırılmaktadırlar ve çalışmaları sırasında içlerinde bulunan civanın oluşturduğu buhar basıncına göre isimlendirilmektedirler. Gıda endüstrisinde UV ışık kaynağı olarak genellikle düşük basınçlı (LP), düşük basınçlı-yüksek çıkışlı (LPHO) ve orta basınçlı (MP) lambalar kullanılmaktadır (Koutchma vd., 2009). Ayrıca, vurgulu ışık (flash/pulsed lamps), eksimer, mikrodalga tahrikli (microwave driven lamps) ve LED (light emitting diodes) gibi lambalar da UV ışık uygulamalarında kullanılan diğer lamba çeşitlerindedir (Harm, 1980). Düşük basınçlı civalı lambalar germisidal dalga boyu

olan 254 nm dalga boyunda UV-C ışık yaymakta olup, gıdaların UV ışık uygulamalarında kullanılmaktadır (Tran vd., 2004; Milly vd., 2009). Orta basınçlı civalı lambalar ise belli spektral alanda farklı dalga boylarında ışık yaydıkları için polikromatik özellik gösterirler. Bu lambalar 200-300 nm dalga boyları aralığında etkinlik göstermektedirler (Özkütük, 2007). Vurgulu ışık (Pulsed UV) teknolojisinde kullanılan lambalar, xenon lambalar olarak adlandırılırlar. Bu lambalar 180-1100 nm aralığında geniş bir spektruma sahiptirler. Mikroorganizmayı yüksek enerji atımlarına maruz bırakıp ısınıp parçalanmasına sebep olarak inaktivasyonu sağlarlar (Artes vd., 2005). Eksimer lambalarda ise; He, Ne, Ar, Kr, ve Xe gibi çeşitli gazlar kullanılarak istenilen dalga boyunda ışık yayılımı sağlamak mümkündür. Ultraviyole ışık uygulamalarında yapay ışık üretmek amacıyla gaz deşarjlı lambalar kullanılmaktadır. Bu tür lambalar, elektrik akımının iyonize bir gaz içerisinden geçirilerek ışık üretilmesi prensibine dayanmaktadır. Yayılan ışığın karakteri kullanılan gaza, gazın basıncına ve elektrik akımının frekansına bağlıdır. UV lambalar argon, neon, ksenon gibi inert gazlar ve bunlara ilave olarak cıva ve sodyum gibi elementlerle doldurulmaktadır. Dolayısıyla oluşturulan UV ışık sisteminin performansı üzerinde kullanılan lamba ve işleme uygun parametrelerin seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Çizelge 2.1’de lamba çeşitlerinin ultraviyole etkinliği, doz yoğunluğu ve çıkış spektrumları verilmiştir (Koutchma ve Orlowska, 2010).

Çizelge 2. 1. Ultraviyole ışık kaynaklarının karşılaştırılması

UV Kaynağı	Elektrik Verimi (%)	UV Verimi (%)	UV Yoğunluğu (W/cm ²)	Lamba Ömrü (Ay)	Çıkış Spektrumu
LPM	50	38	0.001-0.01	18-24	253.7 nm
Eksimer	10-25	10-30	0.05-0.5	13	Seçilebilir Tek Boylu
MPM	15-30	12	12	0.5	200-400 nm
Flaş ksenon	45-50	9	600	1	200-800 nm

Dezenfeksiyon uygulamalarında genellikle UV-C ışık üreten cıva lambaları kullanılmaktadır. Şekil 2.3’te dezenfeksiyon uygulamalarında kullanılan 11 watt

güce sahip, 4.4 mg cıva içeren tipik bir UV lambası gösterilmiştir (Koninklijke vd., 2015).

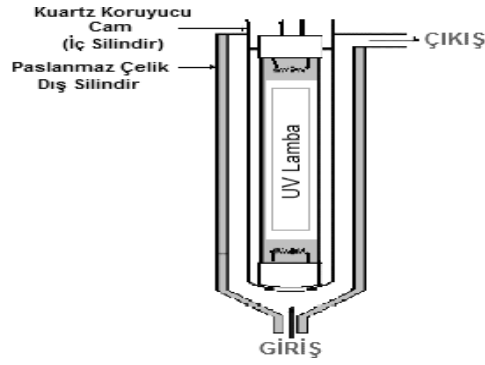


Şekil 2. 3. Ultraviyole C Lamba

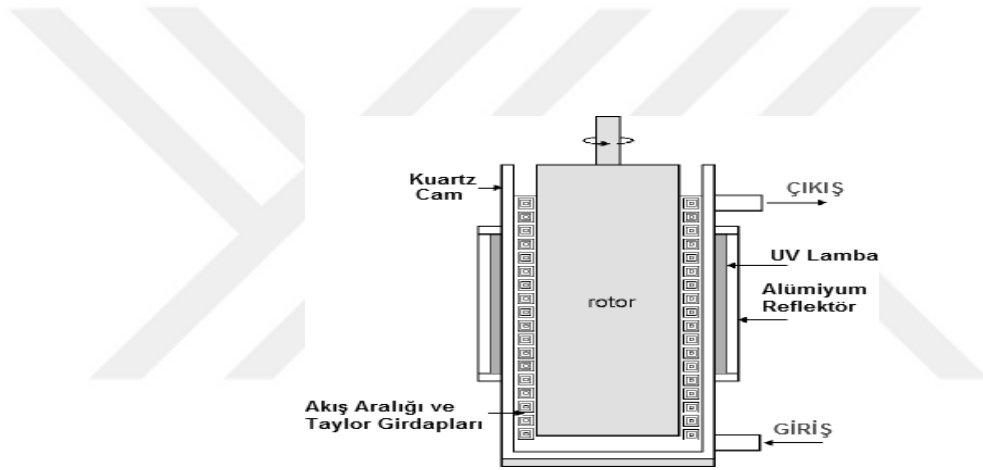
Reaktörler; sıvı gıdalara UV ışık uygulamaları için kullanılan cihazlardır. Reaktör içerisinde UV lambalar bulunur ve her bir UV lamba, sıvı ile doğrudan temasın önlenmesi için koruyucu bir kuvars tüp içerisine konumlandırılır. UV reaktörden akan sıvı, lambalardan çıkan UV ışınına maruz bırakılır. Böylece sıvıdaki mikroorganizmalar etkisiz hale getirilir. UV reaktörlerin seçiminde, hedef sıvının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile reaktörden geçen sıvı miktarı en önemli parametrelerdir. Bu bağlamda, uygulanacak UV dozu, sıvının ve hedef mikroorganizmanın özelliklerine göre belirlenmelidir. Buna ek olarak, dezenfeksiyon verimliliğini artırmak için, sıvıdaki tortu ve bulanıklık gibi parametreler hassas filtreler ile alınmalıdır. UV reaktördeki sıvı akış modeli, ışınlanmış alanın bazı bölgelerinde mikroorganizmaların konum ve kalış sürelerindeki farklılıklardan dolayı toplam UV dozunda da önemli etkiye sahiptir (Harm, 1980). Mikroorganizmaların inaktivasyonu, sürekli akış UV reaktörlerinde türbülanslı akış kullanarak artmaktadır (Ha vd., 2008; Koutchma, 2008).

Bir UV reaktörünün dizayn edilmesinde ve performansının optimizasyonunda, meyve suları gibi sıvı gıda ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve optik özellikleri büyük önem taşımaktadır. Fiziksel özelliklerden viskozite ve yoğunluk, sistemde sıvının transferi ve akış modelinin etkinliğini belirlemektedir. Optik özellikler ise, UV ışınının geçirgenliğini ve bunun sonucu olarak sıvı gıdalardaki mikrobiyal inaktivasyonu etkileyen başlıca faktördür. Diğer yandan, kimyasal kompozisyon, °Briks ve su aktivitesi gibi özellikler de UV ışınlarının inaktivasyon etkinliğini değiştirebilmektedirler (Koutchma, 2009). UV-C ışınlarının sıvı içine penetrasyon etkisi, sıvının UV absorptivitesi, °Briks ve süspanse madde içeriğine

bağlıdır. Sıvının yüksek °Briks derecesine sahip olması, UV ışığının sıvı içine penetrasyon yoğunluğunu düşürmektedir. Sıvı içinde bulunan büyük süspanse parçacıklar da, UV ışınının mikrobiyal yük üzerine etkisini engellemektedirler (Keyser vd., 2008; Guerrero-Beltrán vd., 2005). Bunun yanı sıra, taze meyve suları ve içecekler gibi sıvı gıdalarda bulunan renk bileşenleri ve organik bileşenler ve süspanse maddeler de, bu ürünlerin suya göre daha az UV ışını geçirmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla bu düşük geçirgenlik, UV pastörizasyonun etkinliğini azaltmaktadır (Koutchma, 2008). Bulanık elma suyunun süspanse madde içeriği ve absorbans katsayısı arttıkça, *E. coli* K12'nin UV ışınları ile inaktivasyon etkinliğinin azaldığı belirtilmiştir (Murakami, 2006). Doğru bir UV reaktör dizaynı, bazı sıvı gıda ürünlerinin sahip olduğu yüksek UV absorbansı ve viskozitenin olumsuz etkilerini azaltabilmekte ve buna bağlı olarak da inaktivasyon etkinliğini artırılabilir. Ayrıca, UV reaktör içindeki akış modeline bağlı olarak, ışınlanan alandaki bazı bölgelerde mikroorganizmaların pozisyonu ve kalış süreleri önemli düzeyde değişebilmektedir. Bu nedenle, akış modeli toplam uygulanan UV dozu üzerine son derece etkili olmaktadır. Taze meyve sularının pastörizasyonunda kullanılmak üzere, halen farklı UV reaktör dizaynları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla yapılan ilk dizayn, ince film UV reaktördür. İnce film reaktörler, bir parabolik hız profili gösteren laminar akış ile karakterize edilmektedirler. Sıvının en yüksek hızı merkezde gözlenmektedir (Koutchma, 2009). Şekil 2.4 ve 2.5'de iki farklı laminar akış dizaynı görülmektedir. Şekil 2.4'de görülen reaktör UltraDynamics model TF-1535 UV sistemi olup, düşük basınçlı germisidal bir UV-C lamba, koruyucu kuartz cam (iç silindir) ve paslanmaz çelik bir dış silindir içermektedir. Sistemde iki silindir iç içe geçmiş bir şekilde olup, iki silindir arasında oluşan aralık 0.515 cm'dir. Sistem çalışırken bu aralık hava kabarcığı içermeyecek şekilde sıvı ürün ile dolmakta ve bir pompa yardımıyla sirkülasyon sağlanmaktadır (Forney vd., 2008). Şekil 2.5'de görülen reaktörde ise, yine iç içe geçmiş 2 silindir bulunmakta ve iç silindir kendi eksenini etrafında dönmektedir. Düşük dönme hızlarında, "Taylor-Couette akış" olarak bilinen laminar hidrodinamik bir konfigürasyon oluşmaktadır. Bu konfigürasyon, dairesel akış aralığında radyal yönde karışımı sağlayan girdaplar sistemi içermektedir (Forney vd., 2004).

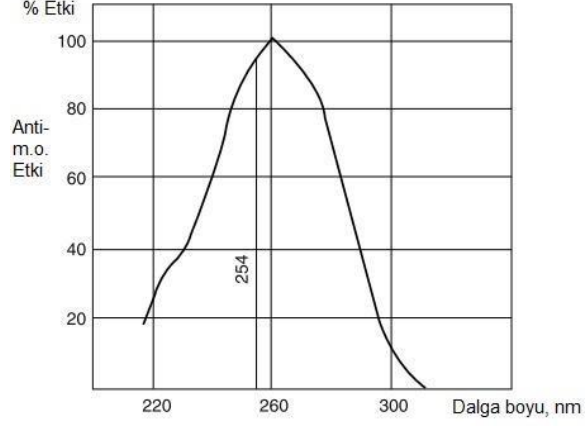


Şekil 2. 4. İnce film dairesel reaktörün şematik gösterimi



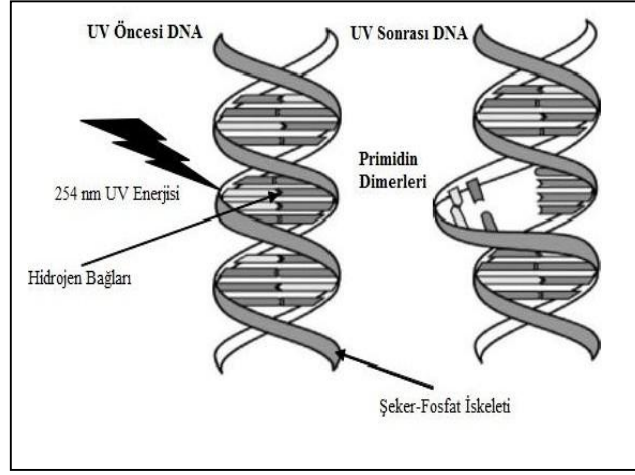
Şekil 2. 5. Laminar Taylor–Couette UV reaktörün şematik gösterimi

Ultraviyole ışık 100 nanometreden 280 nanometreye kadar olan dalga boyu uzunluğunda antimikrobiyal (germisidal) etki gösterir. Bu bölgede bulunan ultraviyole alt bölümü UV-C ışıktır. UV-C ışık 200-300 nanometre dalga boyu arasında çan eğrisi şeklinde artan ve azalan inaktivasyon etkisi gösterir (Şekil 2.6). Sıklıkla kullanılan konvensiyonel cıva lambaları 254 nm dalga boyuna sahip UV-C ışık üretir. Organik molekül tarafından absorblanan UV ışık enerjisi fotofiziksel, fotokimyasal ve/veya fototermal etki göstererek patojenlerin inaktive edilmesini sağlar. Bu sebeple istenen etkinin sağlanabilmesi için uygun lamba ve hazne tasarımı geliştirilerek absorblanan enerjinin maksimum düzeye çıkarılması gerekmektedir (Krishnamurthy vd., 2008).



Şekil 2. 6. Ultraviyole ışığın antimikrobiyal etkinliği

Genel olarak ultraviyole ışık mikroorganizmaya etki ettiğinde nükleik asitlerde hasara sebep olur ve üremenin engellenmesine yol açar. Nükleik asit 200-310 nm arasındaki ultraviyole ışığı absorblar ve aldığı hasar sonucunda mikroorganizma inaktif hale gelir. Absorblanan ışık 6 farklı tipte hasar oluşturarak mikroorganizmayı inaktif hale getirebilir. DNA zincirinin kırılması, zincirlerin çapraz bağlanması, primidinlerin hidrasyonu, polinükleotit içerisindeki komşu bazların dimer oluşturması ve aromatik amino asitlerin denatüre olması UV ışığın mikroorganizma üzerindeki inaktive edici etkileridir. Bunlardan öncelikli olanı ışık etkisiyle primidin dimerleri oluşumdur (Şekil 2.7). Primidin dimerleri zincirdeki komşu timin ve sitozin bazlarının arasında bağ oluşmasıyla ortaya çıkar. Oluşan dimerler DNA'nın kopyalanması engeller ve bu da çoğalmanın durmasına yol açar. Fakat, nükleik asit üzerinde oluşan hasar çoğalmanın engellenmesine yol açarken diğer hücresel aktiviteler devam eder. Hücre canlı kalmaya devam ederken metabolizma aktiftir ve enzim mekanizması çalışarak DNA'da oluşan hasarı onarabilir (Koutchma vd., 2009).



Şekil 2. 7. UV ışık etkisiyle DNA yapısının bozulması

UV-C ve UV-B ışık etkisiyle mikroorganizma DNA'sında oluşan reaksiyon ürünlerinin yaklaşık % 78'i primidin dimerleridir. % 10-20 arasında ise primidin primidinon oluşmaktadır. % 1-10 arasında ise devar primidinon bileşikleri oluşur. Farklı bileşiklerin oluşması dalga boyu, DNA dizilimi ve protein-DNA interaksyonu gibi etkenlere bağlıdır.

Ultraviyole ışığın etkileri mikroorganizmaları inaktif hale getirir de, ışık varlığında ve karanlıkta olmak üzere iki mekanizma sayesinde mikroorganizmalar kendilerini onarabilir. Foto-reaktivasyon adı verilen mekanizmayla 330-480 nm dalga boyundaki ışık varlığında, dimerlerin açılmasıyla mikroorganizma yeniden çoğalmaya başlayabilir. Bu aşamadan geçmiş bir mikroorganizma UV etkisine daha dayanıklı hale gelir (Krishnamurthy vd., 2008).

2.2.1 UV Uygulamalarında Mikrobiyal İnaktivasyon Verimliliğini Etkileyen Faktörler

- UV ışık kaynağı ve uygulama dozu
- Yüzeydeki mikrobiyal çeşitlilik ve sayısı, hedef mikroorganizmanın UV ışığa hassasiyeti
- UV uygulanacak yüzeyin fiziksel özellikleri (kirlilik, pürüzlülük, renk, opaklık vb.)
- Gıdanın bileşimi (yağ vb.)

-Ambalaj materyalinin UV ışık geçirgenliği (ambalajlı gıda uygulamalarında)

-UV-C ışınımına dayalı bir dezenfeksiyon yönteminin etkinliğinde en önemli faktör kullanılan dozdur. Doz; UV ışığın şiddeti ve ışınlama süresinin çarpımı ile hesaplanır (Manzocco vd., 2005).

$$\text{UV doz (J/m}^2\text{)} = \text{UV şiddeti (W/m}^2\text{)} \times \text{Etki süresi (s)} \quad (2.1)$$

Kısa sürelerde yüksek şiddet veya uzun sürelerde düşük şiddet uygulaması pratik olarak uygulanabilmektedir ve tam olarak aynı olmasa da benzer inaktivasyon etkilerine sahiptir. Ultraviyole ışığın şiddetini ölçmek için genellikle radyometre, fotometre veya spektrometre kullanılmaktadır. Ayrıca, UV ışık kaynağı olarak kullanılan lambanın türü, konumu, sayısı ve elde edilen enerji mikrobiyal inaktivasyon açısından önemlidir.

Hedef mikroorganizmanın UV ışığa duyarlılığı UV ışık dozunun seçiminde önemli bir parametredir. Mikroorganizmaların hücre yapıları, morfolojik, fizyolojik özellikleri, vb. UV ışığa karşı hassasiyetlerini belirlemektedir. Birbirleriyle kıyaslandıklarında daha basit yapıdaki mikroorganizmaların UV ışık tarafından daha kolay bir şekilde inaktive edildiği bilinmektedir. Bu nedenle, genel olarak sporlu mikroorganizmalar ve gram pozitif bakteriler UV ışığa gram negatiflerden daha dirençlidir. Maya ve küfler ise genetik malzemelerinde daha az pirimidin bazının bulunması ve hücre zarlarının farklı yapıda olması gibi nedenlerden dolayı bakterilere göre UV ışığa daha dirençli olmaktadır. En yüksek dirençliliğe sahip mikroorganizmalar ise virüslerdir (Koutchma vd., 2009).

UV-C ışığın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi türden türe farklılık gösterebilir ve aynı türler arasında bile, suşa, büyüme ortamına, kültür evresine, mikroorganizmaların yoğunluğuna, diğer karakteristik özelliklere, gıdanın türüne ve bileşimine bağlı olarak farklı etkiler oluşabilmektedir (Harm, 1980).

Bu etkenler çerçevesinde, çeşitli mikroorganizmaların inaktivasyonu için farklı UV dozları gerekmektedir. Algler, vejetatif bakteriler, sporlu bakteriler, küfler, virüsler ve mayalar gibi bazı mikroorganizma gruplarına dair UV-C ışığa karşı en dirençli ve en zayıf mikroorganizma türlerinin minimal inhibisyon dozları Şekil 2.8'de gösterilmektedir (Quek vd., 2008). Belirtilen UV dozları uygulandığında hedef mikroorganizmanın tamamını inhibe etmek mümkün olmaktadır. UV-C ile

mikrobiyal indirgeme oranı, uzun süre düşük şiddet veya kısa süre yüksek şiddet uygulandığında elde edilebilmektedir (Koutchma, 2009; Guerrero-Beltran vd., 2004).

Suşlar dahil olmak üzere çok çeşitli organizmalara bağlı olarak, dezenfeksiyon için gereken doz seviyeleri her bir gıda ürünü için gereken nihai etkiye göre değişebilmektedir (Quek vd., 2008). Mikroorganizmanın duyarlılığının yanı sıra bulaşma seviyesi de inaktivasyon derecesini etkilemektedir. Ayrıca, UV ışık uygulanacak gıda örneğinin işlem sırasında direkt olarak UV lamba altına konumlandırılması veya lamba ile yüzey arasında mesafe olması ya da ışığın direkt gelmemesi mikroorganizmaların inhibisyon oranını etkilemektedir.

Çizelge 2. 2. UV-C ışığa karşı en dirençli ve en zayıf mikroorganizma türlerinin minimal inhibisyon dozları

Mikroorganizma grubu	Tür	Düşük doz (J/m ²)	Tür	Yüksek doz (J/m ²)
Algler	<i>Chlorella vulgaris</i>	220	Mavi yeşil algler	4200
Vejetatif bakteriler	<i>Bacillus megatherium</i>	25	<i>Sarcina lutea</i>	264
Sporlu bakteriler	<i>Bacillus subtilis</i>	220	<i>Bacillus anthracis</i>	462
Küfler	<i>Oospora lactis</i>	110	<i>Aspergillus niger</i>	3300
Virüsler	Adenovirüs tip 3	45	Tütün mozaik virüsü	4400
Mayalar	Bira mayası	66	<i>Saccharomyces</i> sp.	176

UV ışık uygulamasının etkinliğini hedef mikroorganizmanın özelliğinin yanı sıra uygulanan gıdaya ilişkin özellikler de etkilemektedir. UV ışık uygulanacak yüzeye ilişkin renk, kirlilik, pürüzlülük gibi faktörler UV ışığın etkinliğini değiştirmektedir. Pürüzsüz yüzeylere yapılan uygulamanın, pürüzlü yüzeylere yapılan uygulamaya kıyasla daha etkili olduğu bilinmektedir. Çünkü pürüzlülük ve kirlilik gölge etkisi yaratarak UV ışığın mikroorganizmaya doğrudan erişimini engellemektedir (Bachmann, 1975). Bu nedenle gıda yüzeyine uygulanacak UV ışık uygulamalarında, önce katı gıda maddelerinin yıkama vb. gibi yöntemlerle, sıvı gıda maddelerinin ise çeşitli filtreler kullanılarak kirliliklerinden olabildiğince

arındırılması önemlidir. Yüzeyle ilişkin bir diğler faktör ise renktir. UV uygulanacak yüzeyin renginin koyu veya açık olmasına göre ışığın absorblanma miktarı etkilenmektedir. Koyu renkli gıdalarda ışığın absorpsiyonunun yüksek olması, mikrobiyal inaktivasyon için gereken enerjinin azalmasına sebep olmaktadır (Manzocco vd., 2015). Hedef gıdanın bileşimi, UV ışığın gıdaya nüfuz edebilmesi ve mikrobiyal inaktivasyon etkinliğini yüksek seviyede gösterebilmesi için önemlidir. Çözünmüş katılar, asılı kalan parçacıklar, organik çözenler, makromoleküller özellikle proteinler ve yağ globülleri, gıdadaki mikroorganizmalara gölge etkisi yaratarak ışığın nüfuz etmesini ve dolayısıyla etkinliğini sınırlamaktadırlar (Manzocco vd., 2015; Quek vd., 2008;Morgan, 1989). UV ışınlanmanın en büyük avantajı, gıda bileşenlerinde meydana getirdiği değişikliklerin az olmasıdır. Fakat yine de gıdaların duyuşal özelliklerini ve bazı bileşenlerin işlevsel özelliklerini değiştiren bazı sonuçlar meydana gelmektedir. Işğın yaratabileceği bu değişiklikler de artan ışğın dozu ile birlikte artabilmektedir.

2.2.2 Ultraviyole Işğık Uygulama Dozları ve Öldürücülük (Letalite)

Genel olarak canlı hücreler üzerine uygulanan UV ışğık etkisi hücre tarafından absorblanan doz ile ifade edilir. Ultraviyole ışğık dozu, ekipmanın UV ışğık yoğunluğu ve uygulama zamanının bileşimidir. Dolayısıyla, Bunsen-Roscoe karşılık kuralına göre yüksek UV yoğunluğunda kısa süreli uygulama ve düşük UV yoğunluğunda uzun süre uygulama benzer inaktivasyon düzeyine ulaşacaktır. Uygulama dozlarının spesifik mikroorganizma popülasyonlarında oluşturduğu azalma, bu mikroorganizmalar için deneysel olarak D10 değerleri ölçülerek literatüre kazandırılmıştır (Masschelein vd., 2002). Taksonomik olarak yakın olan mikroorganizma türlerinin ultraviyole ışğığa olan hassasiyetinin benzer olduğu kabul edilmektedir. Uygulama yapılacak gıda maddesinde hedef alınacak olan mikroorganizmanın ultraviyole ışğığa olan hassasiyeti, uygulama dozunun seçilmesinde kullanılan önemli bir parametredir.

2.2.3 Ultraviyole Hormesis

Ultraviyole ışık teknolojisinin meyve ve sebzelerde bitki hücresine yaptığı bazı değişikliklerin etkisiyle, bu hücrelerin fungal, patojen ve toksinlere karşı daha dayanıklı hale geldiği belirtilmektedir. Bir toksin, bulaşıcı ya da radyasyon gibi olumsuz bir etmenin düşük dozlarının hücreye pozitif direnç kazandırması anlamına gelen hormesis olayı hakkında yeterli çalışma yapılmamıştır. Ayrıca meyve-sebze üreticilerinin de bu uygulamadan yararlanması için daha fazla bilgi edinilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Fakat, çalışmaların artmasıyla ve bu olayın tamamen anlaşılmasıyla birlikte, hasat sonrası kayıpların azaltılması açısından umut verici gözükmektedir. Bunun yanı sıra pestisit ve kimyasal kullanımı gibi yöntemlerin azaltılmasına olanak sağlayacaktır.

2.2.4 Gıdalarda Ultraviyole Işık Uygulamasının Olumsuz Etkileri

Mikrobiyal popülasyonun azaltılmasının yanında, yüksek dozda ultraviyole ışık uygulaması gıdalarda kalite kaybına yol açabilir. Ultraviyole ışık metal oksit ve hava varlığında nişastanın depolimerizasyonuna yol açabilir, ayrıca yağ içeren gıdalarda lipit radikalleri ve hidrojen peroksit oluşumu gözlenebilmektedir. Peroksit oluşumu yağda çözünen vitaminlerin, renk pigmentlerinin ve diğer besin öğelerinin kaybolmasına yol açabilir (Kolakowska, 2003). Ultraviyole ışık uygulaması neticesinde renk değişimi ve kötü koku oluşumu yaşanabilmektedir. Uygulama sırasında oksijen radikalleri oluşmaktadır, bu da 185-195 nm dalga boyunda ozon gazı oluşumuna yol açmaktadır. Bunun sonucunda kötü koku oluşumu meydana gelebilmektedir (Ohlsson vd., 2002). Uygulama süresinin uzun tutulması A, B2 ve C vitaminlerinin kaybına yol açabilmektedir. Renk maddeleri uygulama sırasında oluşan peroksitlerden zarar görürken, riboflavinlerin ışık yardımıyla aktifleşmesi ve metiyonin oluşumu, kötü kokunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Cuvelier vd., 2005).

Genel olarak, ultraviyole ışık teknolojisi aşırı olmayan dozlarda uygulanırsa gıdalar üzerinde olumsuz etkiye sebep olmamaktadır. Fakat gıda maddesi uzun süre ultraviyole ışığa maruz bırakıldığında istenmeyen değişiklikler meydana gelebilmektedir. UV ışık uygulama ekipmanlarında yapılacak değişiklikler ve

modifikasyonlar, daha kısa sürede istenen inaktivasyon seviyesine ulaşılabilecek proses koşullarının oluşturulmasına katkı sağlayabilmektedir (Krishnamurthy vd., 2009).



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan şalgam suları, Özlokmacı Gıda Tarım San. Tic. Ltd. Şti Altınkoza Organik Şalgam (Adana, Türkiye) üretim fabrikasından temin edilmiştir. Firmadan şalgamlar herhangi bir katkı maddesi ve ek işlemlerden geçmeden fermantasyon sonrası temin edilmiş, analiz yapılana kadar 4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2 Metod

3.2.1 Şalgam Suyuna UV Uygulamaları

UV uygulamaları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün 133 nolu laboratuvarında bulunan UV cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Firmadan alınarak +4 °C’de muhafaza edilen şalgam suları proses edilmeden önce 2’şer L’lik beherlere bölünmüştür.

Proses öncesinde çıkan ürünün toplanacağı 2 L’lik otoklav şişeleri, mikrobiyoloji analizleri için örnek ayrılacak şişeler, otoklov da 120 °C de 15 dak olacak şekilde steril edilmiştir.

UV cihazı proses öncesinde şu şekilde temizlenmiştir;

% 6’lık çamaşır suyu çözeltisi hazırlanmış ve numune konulan hazneye dökülmüştür. Bu çamaşır suyu çözeltisi sistemden 1 devir geçirilmiştir. Arkasından numune haznesi 3 kez dolacak şekilde saf su konulmuş, yaklaşık olarak 10 L saf su sistemden geçirilerek durulama gerçekleştirilmiştir.

Deneme deseninde ürünün proses öncesi sıcaklığı bir faktör olarak ele alınmıştır. Bu nedenle 2'şer L'lik beherlere alınan şalgam sularının sıcaklığı buzda bekletilerek veya su banyosu yardımıyla deneme dizaynındaki sıcaklık derecelerine (4, 17 ve 30 °C) ayarlanmıştır.

İstenilen sıcaklığa gelen şalgamlar, temizlenmiş UV numune haznesine şekil 3.1'de gösterildiği gibi doldurulmuştur. Kapağı kapatılmış ve üstte bulunan kısımdan şekil 3.2'de görüldüğü şekilde kompresör bağlanmıştır. Yapılacak prosesler deneme deseni ile belirlenen devir sayısı ve lamba sayısı parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen lamba sayısına göre lambalar açılmış en az iki dak bekletildikten sonra üstte ve altta bulunan vanalar açılmıştır. Kompresör açılıp işlem başlatılmıştır. İlk gelen ürün öncesinde var olabilecek su vb. atılması amacıyla boşa akıtılmış sonrasında ateş başında, cihazdan gelen ürün steril edilmiş otoklav tüplerine toplanmıştır. Bu esnada tüpün ağzı dışarıdan gelebilecek bulaşmaların önlenmesi için alüminyum folya ile kapatılmıştır. Bu döngü deneme deseninde belirlenen devir sayısı kadar tekrar edilmiş ve istenilen proses tamamlanmıştır. Diğer prosese geçmeden önce cihazdan iki defa saf su geçirilmiştir. Aynı işlemler tekrarlanmıştır.

Prosesler bittikten sonra UV cihazı yukarıda belirtildiği şekilde çamaşır suyu çözeltisi ile temizlenip; saf su ile durulanarak kapatılmıştır.



Şekil 3. 1. Şalgam suyunun cihaza dolumu



Şekil 3. 2. Kompresör bağlantısı

3.2.1 Şalgam Suyuna Uygulanan Analizler

Hiçbir proses uygulanmamış şalgam suyuna (kontrol), UV uygulanan şalgam suyu örneklerine pH, toplam kuru madde ($^{\circ}$ Briks), kondaktivite (iletkenlik), tuz miktarı, bulanıklık, toplam asit tayini, renk ölçümü (L^* , a^* , b^* , chroma, hue, ΔE), renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi, toplam monomerik antosiyanin miktarı (TMA), toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam antioksidan aktivitesi (TAA), indirgen şeker, uçur asit, mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik bakteri (TMAB), toplam maya küf (TMK), inoküle edilen laktik asit bakterilerinin inaktivasyonu), ve duyusal analizler yapılmıştır.

3.2.1.1 pH Tayini

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

3.2.1.2 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).

3.2.1.3 Kondaktivite (İletkenlik) Analizi

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

3.2.1.4 Tuz Miktarı Analizi

Örneklerin tuz miktarları, kondaktivite değerleri (mS/cm) ve sıcaklıkları (°C) kullanılarak (Anonim, 2018a) adresinde otomatik olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.5 Bulanıklık Analizi

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

3.2.1.6 Toplam Asit Tayini

Beş mL şalgam suyu örneği alınarak 0.5 mL fenolftalein indikatörü eklenip 0.1N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki 3.1 eşitliğinde yerine konularak gerekli hesaplamalar yapılmış, toplam asitlik sitrik asit cinsinden verilmiştir (AOAC, 1990).

$$\text{Toplam asitlik (g/L)} = (V_x N_x F_{x m_{Eq}} \times 100) / G \quad (3.1)$$

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)

3.2.1.7 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° , renk tonu) değerleri aşağıdaki (3.2) ve (3.3) eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.2)$$

$$h^\circ = \arctan(b/a) \quad (3.3)$$

Ayrıca kontrol örneğinin L° , a° , b° değerleri ile işlem görmüş şalgam suyunun L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak aralarındaki toplam renk farkı (ΔE) (3.4) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a^0 - a)^2 + (b^0 - b)^2} \quad (3.4)$$

3.2.1.8 Renk Bileşimi Tayini

10 mL'lik falkon tüplere alınan numuneler 5000 rpm de 5 daksantrifüj edilerek tortularından ayrılıp falkon tüplerin üstünde kalan kısmından 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 vd., 2000).

$$\text{Renk yoğunluğu (IC)} = \text{OY}_{420} + \text{OY}_{520} + \text{OY}_{620} \quad (3.5)$$

$$\text{Renk tonu} = (\text{OY}_{420} / \text{OY}_{520}) \quad (3.6)$$

$$\text{Sarı renk bileşimi (\%OY}_{420}) = (\text{OY}_{420} / \text{IC}) \times 100 \quad (3.7)$$

$$\text{Kırmızı renk bileşimi (\%OY}_{520}) = (\text{OY}_{520} / \text{IC}) \times 100 \quad (3.8)$$

$$\text{Mavi renk bileşimi (\%OY}_{620}) = (\text{OY}_{620} / \text{IC}) \times 100 \quad (3.9)$$

3.2.1.9 Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarı Analizi

Sodyum Asetat Çözeltisi: 0.4 MC₂H₃NaO₂ çözeltisi hazırlamak için, 32.811g sodyum asetat tartılarak beherde 960 mL saf su içerisinde 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.

0.1 mL örnek üzerine 2.4 mL 0.025 M KCL alınarak cam deney tüplerine aktarılmış vortekste karıştırılarak 20 dak karanlıkta dengeye gelmeleri için bekletilmiştir. Daha sonrasında spektrofotometre KCl ile sıfırlanıp, 520 nm deki absorbans ölçümleri yapılmıştır. Ardından 700 nm de KCL ile sıfırlanıp absorbans ölçümleri yapılmıştır. Başka bir deney tüpünde 0.1 mL örnek üzerine 2.4 mL 0.4 M C₂H₃NaO₂ alınarak cam deney tüplerine aktarılmış vortekste karıştırılarak 20 dak

karanlıkta dengeye gelmeleri için bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometre $C_2H_3NaO_2$ ile sıfırlanıp 520 nm de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Ardından 700 nm de $C_2H_3NaO_2$ ile sıfırlanıp absorbans ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen ölçümler kaydedilerek şalgam suyunun monomerik antosiyanin miktarı, doğada en çok bulunan antosiyaninlerden birisi olan siyanidin-3-glikozit cinsinden eşitlik 3.10'dan yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$TMA \text{ (mg/mL)} = (A \times M_w \times Df \times 103) / (\epsilon \times l) \quad (3.10)$$

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)

Df: seyreltme faktörü

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı (26900 L/mol.cm)

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

10^3 : gramı mg çevirme faktörü

3.2.1.10 Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Sodyum Karbonat Çözeltisi: 7.5 g Na_2CO_3 tartılır ve 100 mL saf suda çözüldürülerek hazırlanır.

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

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

Şalgam suyu toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu çözeltisi kullanılarak yapılan spektrofotometrik yöntem ile gerçekleştirilmiştir. 0.2-0.8 absorbans değerlerini sağlamak amacıyla öncelikle şalgam suları 1/10 oranında

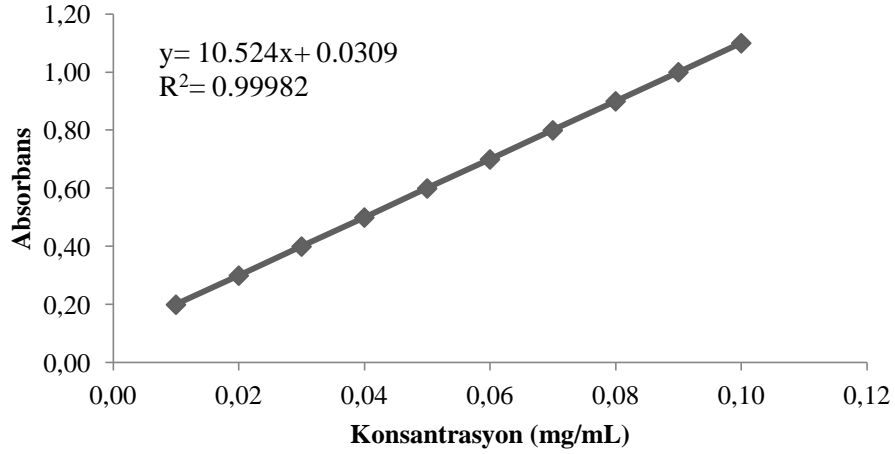
seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örnekten 1 mL örnek cam tüplere alınarak üzerine 5 mL Folin-ciocalteu çözeltisi, ardından 4 mL sodyum karbonat çözeltisi eklenerek 50 ± 5 °C'deki su banyosunda 5 dak bekletilmiştir. Daha sonra buz dolu behere alınarak hızlıca soğutulmuş ve 760 nm'de şahide karşı absorpsanları ölçülmüştür.

Şahit örneği, 1 mL saf su, tüpe alınarak üzerine önce 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi, ardından 4 mL sodyum karbonat çözeltisi eklenerek 50 ± 5 °C'deki su banyosunda 5 dak bekletilmiştir. Daha sonra buz dolu behere alınarak hızlıca soğutulmuştur.

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 absorpsan 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 hazırlanmıştır. 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 ± 5 °C'deki su banyosunda 5 dak 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 3.3).



Şekil 3. 3. Gallik asit kalibrasyon eğrisi

Elde edilen istenilen değerler yerine konularak şalgam suyunun toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit/mL olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.11 Antioksidan Aktivite Tayini

DPPH Çözeltisi: 250 mL'lik balon jöje 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 jöjede saf su ile 500 mL'ye tamamlanır.

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 karıştırılıp 30 dak 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 karıştırılıp karanlıkta 30 dak bekletilmiştir. Şahit örneğinde olduğu gibi 517 nm'de absorbans değeri ölçülmüştür. Ölçülen değerler (3.11)

eşitliğinde yerine konularak % toplam antioksidan aktivite (TAA) değeri hesaplanmıştır (Moon ve Terao, 1998).

$$TAA (\%) = (1 - (\text{Abs}_{\text{örnek}} / \text{Abs}_{\text{şahit}})) \times 100 \quad (3.11)$$

3.2.1.12 İndirgen Şeker Analizi

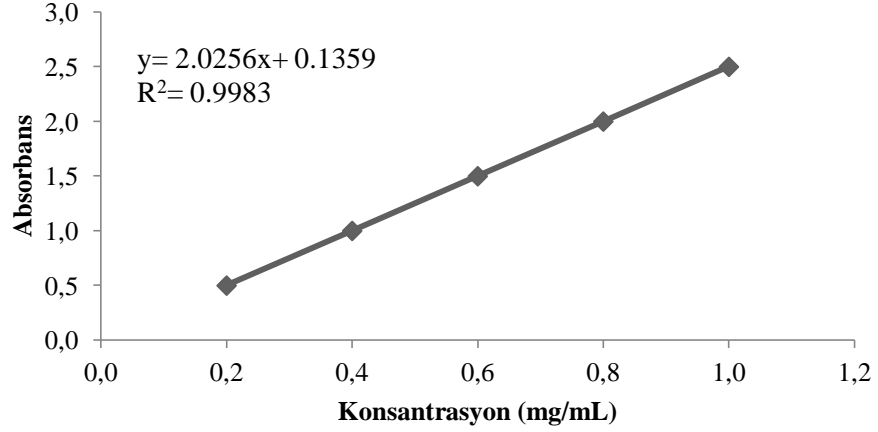
3.5 Dinitro Salisilik Asit Çözeltisi: 10 g dinitro salisilik asit, 2 g fenol, 0.5 g sodyum sülfid, 10 g sodyum hidroksit tartılır ve 1 L saf suda çözündürülür. DNS ışığa karşı duyarlı bir bileşik olduğu için buzdolabında saklanmalıdır. Ancak bu koşullarda bile aktivitesini maksimum 1 hafta gösterebildiği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

Şalgam suyu indirgen şeker miktarının belirlenmesinde DNS yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin hazırlanmasından önce şahit numune hazırlanmıştır. 3 mL saf su bir tüpe aktarılmış, üzerine 3 mL DNS çözeltisi eklenmiş ve vortekslenerek homojen bir karışım sağlanmıştır. Daha sonra şalgam suyu örneğinden 1.5 mL alınarak tüpe aktarılıp, üzerine 1.5 mL saf su eklenerek seyreltilmiş ve üzerine 1.5 mL DNS eklenmiş ve vortekslenmiştir. Sonra bu karışımlar 90°C de 15 dak su banyosunda bekletilmiştir. Buz dolu behere alınarak hızlıca soğutulurken üzerlerine 1 mL Rochelle Salt ilave edilmiş ve 575 nm'de absorban değerleri ölçülerek kaydedilmiştir.

Elde edilen absorban değerleri, glikoz kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak bulunan denklemde yerine (y) konularak indirgen şeker konsantrasyonu (x) bulunmuştur.



Şekil 3. 4. Glikoz kalibrasyon eğrisi

3.2.1.13 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 konulur. Erlenmayerde kuvvetli bir buhar oluşturacak şekilde sistem ısıtılır. Oluşan buhar örnek haznesinin yanındaki borudan girip, örneğin içindeki uçar asitleri toplayarak soğutucu ucundaki destilat toplama kabına ulaşır. Damıtma işlemi 60 mL destilat toplanıncaya kadar devam eder. Daha sonra destilat kabı düzenekten ayrılır ve ısıtıcı üzerine yerleştirilerek ilk kaynama işaretine kadar beklenir. Isıtılmış destilat 0.1 M NaOH ile titre edilir ve harcanan NaOH miktarı ile eşitlik 3.12 de hesaplama yapılarak örneğin uçar asit miktarı bulunur.

$$U\charasit \left(\frac{g}{L} \text{asetikasit} \right) = \frac{N \times f \times V \times m \times E \times q \times 1000}{m} = 1.2 \times V \quad (3.12)$$

m: Örnek miktarı

N: NaOH normalitesi

V: Harcanan NaOH miktarı

mEq: Asetik asit mili ekivalent değeri(0.060)

f: faktör

3.2.1.14 Mikrobiyel İnaktivasyon Analizleri

Şalgam suyu örnekleri 1/9 oranında % 0.1'lik peptonlu su ile seyreltikten sonra toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için aseptik ortamda yayma ekim yöntemi ile PCA (Plate Count Agar) besiyerine, toplam maya küf (TMK) sayımı için ise PDA (Patoto Dextrose Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim işlemi tamamlanan besiyerlerinden PCA 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.

İnokülasyon çalışmalarında ise yapılan literatür taramalarında şalgam sularında bozulmaya neden olduğu belirlenmiş olan iki adet laktik asit bakteri 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 su 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 petriyerler inkübatörde 35±2 °C'de 24-48 saat gelişmesi için bırakılmıştır. Gelişimini tamamlayan petriyerlerdeki üremeler kontrol edilmiş ve sayımları yapılarak sonuçlar logkob/ mL olarak verilmiştir.

3.2.1.15 Duyusal Analiz

UV uygulamasına 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 ve ağızda bıraktığı his kriterlerine göre değerlendirilmesi için 11'li hedonik skalayla hazırlanan duyusal analiz anket formu panelistlere dağıtılmıştır.

3.2.1.16 Raf Ömrü Çalışmaları

Yapılan çalışma sonuçlarına göre Minitab programında modelleme yapılarak optimum nokta çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen optimum nokta sonuçları ışığında şalgam örneklerine UV prosesleri uygulanarak azot gazı altında amber renkli şişelere dolum yapılmıştır. Örnekler 4°C ve 22 °C'de depolanmış, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 49, 63 ve 77 günlerde ürünlere pH, suda çözünen kuru madde (°Briks), renk (L^* , a^* , b^* , h° , C^* , ΔE , sarı renk bileşimi, kırmızı renk bileşimi, mavi renk bileşimi), TFM, TMA,TAA,TAMB, TMK sayımı ve duyusal analizler yapılmıştır.

3.2.1.17 Veri Analizi

Veri analizinde ilk önce şalgam örneklerinin pH, °Briks ve renk değişimi gibi fiziksel özellikleri ölçülmüş ve bu özelliklerine uygun proses parametrelerinin maksimum ve minimum limitleri belirlenmiştir. Belirlen limitlere göre Minitab 17 programı Box Behnken dizaynı (BBD) kullanılarak UV uygulamaları için deneme desenleri oluşturulmuştur.

UV deneme deseni oluşturulurken; bağımsız değişkenler olarak sıcaklık (4-30 °C), devir (1-5 devir) ve lambda (1-11 lambda) seçilmiştir. Çalışmalarda kullanılan deneme deseni aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3. 1. Box Behnken deneme deseni

Proses no	Lamba (L)	Devir (D)	Sıcaklık (°C) (T)
Kontrol	0	0	0
UV 1	1	3	4
UV 2	1	5	17
UV 3	11	1	17
UV 4	6	1	30
UV 5	1	3	30
UV 6	6	3	17
UV 7	11	5	17
UV 8	11	3	30
UV 9	6	5	4
UV 10	11	3	4
UV 11	1	1	17
UV 12	6	5	30
UV 13	6	1	4

Box-Behnken deneme dizaynında elde edilen koşullarda proses edilen şalgam suyu örneklerine fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen verilere, gruplar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve veriler % 95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Bunun yanında, analizlerde elde edilen verilere Minitab 17 programında (Minitab Inc. State College, PA, USA) tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapılmıştır. Sonuçların normal dağılım sergileyip sergilemediği kontrol edilmiş, normal dağılım sergilemeyen değerlere Johnson dönüşümü uygulanıp, normal dağılım sergileyen yeni değerlere 2. dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Elde edilen ANOVA çıktılarından $p > 0.05$ olan değerler, önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak, hiyerarşik olarak modellemeye çıkarılmıştır. Böylece revize ANOVA çıktıları elde edilmiştir. Bu çıktılar incelenerek sistemin başarılı bir şekilde modellenip, modellenmediğine karar verilmiştir. Çıkan sonuçlara göre modelleme yapılarak optimum nokta belirlenmiştir. Belirlenen optimum noktalarda şalgam suyu proses edilmiş ve program çıktıları ile karşılaştırılarak yöntemin validasyonu yapılmıştır. Optimum modelin validasyonu

sonucu, modelin öngördüğü tahmini değerler ve eşitlik 3.13'den yararlanılarak varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

$$CV= SD/\bar{x} \quad (3.13)$$

Bu eşitlikte;

CV: Varyasyon katsayısı

SD: Standart sapma

\bar{x} : Ortalama yı göstermektedir.

Deneyin tekrarlanabilirliğinin bir ölçüsü olarak ifade edilen varyasyon katsayısı (CV) değerlerine göre deneyin tekrarlanabilir olup olmadığına karar verilmiştir. Matematiksel modellemelerde CV değerinin % 10'dan az olması gerekmektedir.

Daha sonra şalgam sularına UV uygulamalarının raf ömrü çalışmalarına geçilmiştir. Belirlenen optimum nokta koşullarına göre ürün proses edilmiş, 4 °C ve 22 °C de depolanarak belirli aralıklarda analizler yapılarak üründe bozulma olup olmadığı kontrol edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Bulguları

4.1.1 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu pH Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun pH değeri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. UV uygulamaları ve ortalama pH değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	pH
Kontrol	0	0	0	3.87±0.06 ^a
UV 1	1	3	4	3.81±0.01 ^a
UV 2	1	5	17	3.86±0.01 ^a
UV 3	11	1	17	3.86±0.02 ^a
UV 4	6	1	30	3.86±0.00 ^a
UV 5	1	3	30	3.86±0.01 ^a
UV 6	6	3	17	3.83±0.01 ^a
UV 7	11	5	17	3.86±0.01 ^a
UV 8	11	3	30	3.85±0.01 ^a
UV 9	6	5	4	3.85±0.01 ^a
UV 10	11	3	4	3.82±0.00 ^a
UV 11	1	1	17	3.87±0.00 ^a
UV 12	6	5	30	3.86±0.01 ^a
UV 13	6	1	4	3.82±0.00 ^a

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 ($p<0.05$)

pH ve toplam asitlik miktarları fermentasyon süresince üretilen laktik asit miktarı ile ilgilidir. TS 11149 şalgam suyu standardına göre pH değeri: 3.30-3.80 arasında belirlenmiştir. Tangüler (2010) tarafından yapılan bir çalışmada farklı yerlerden alınan şalgam ürünlerinin pH değerlerinin 2.76-6.86 arasında değiştiği bildirilmiştir. Şalgam örneklerinde pH değerleri üretim şekli ve fermentasyon süresine göre değişmektedir. Tran ve Farid (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ise, 0.073 J/cm^2 dozda ışık uygulamasının portakal suyu üzerine etkisi olmadığı belirtilmiştir. Farklı gıdalardaki UV uygulamalarının, pH üzerindeki etkileri farklı olmakla birlikte genel olarak meyve ve sebze ürünlerinde ultraviyole uygulamasının pH üzerindeki etkisi kayda değer olarak değerlendirilmemektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanmış kontrol örnekleri ve proses edilmiş örneklerin pH değerleri arasındaki farklar incelenmiştir. Çizelge 4.1'deki değerler incelendiğinde UV 11 prosesi en yüksek pH değerine sahip olurken (3.87 ± 0.00), UV 1 prosesinin ise en düşük pH değerine (3.81 ± 0.01) sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışma sonucunda ölçülen pH değerleri 3.87-3.81 arasında değişmektedir. Standart değere uygunluğu açısından küçük farklılıklar sebebiyle sapmalar görülmüş ama bu sapmaların kontrol örneğinden kaynaklandığı, yapılan proseslerin pH değerini standartta belirtilen değere yaklaştırdığı görülmüştür. Bu anlamda standart değere en yakın olan sonuçları UV 1 prosesinde görmek mümkündür. Sonuçlar arasında büyük farklar bulunmamaktadır. Bu da uygulanan proseslerin pH üzerinde etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Yapılan analizlerle elde edilen pH değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıp, pH değerlerinin normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra değerlere, ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.2'de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.1'de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. UV ile proses edilmiş şalgam sularının pH değerleri için ikinci dereceden matematiksel modelleme ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	0.012517	0.004172	5.18	0.004
Lineer	2	0.006604	0.003302	4.10	0.024
Devir (D)	1	0.000267	0.000267	0.33	0.568
Sıcaklık (T)	1	0.006337	0.006337	7.87	0.008
Square	1	0.005913	0.005913	7.34	0.010
D*D	1	0.005913	0.005913	7.34	0.010
Kalıntı	41	0.033008	0.000805		
Uyum eksikliği	9	0.003008	0.000334	0.36	0.947
Saf hata	32	0.030000	0.000937		
Toplam	44	0.045524			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0283737	0.27	0.22	0.19	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının pH değeri üzerine etki eden faktörlerden sadece sıcaklığın önemli olduğu belirlenmiştir. Devir sayısının karesinin de bu sistem üzerine etkili olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). UV prosesinin BBD ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri $p > 0.05$ 'den büyük olmasına rağmen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve özellikle modellenmenin tahmin gücünü simgeleyen tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması nedeni ile pH değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.2 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Kondaktivite Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun kondaktivite (iletkenlik) değeri çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4. 3. UV uygulamaları ve ortalama kondaktivite değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	Kondaktivite(mS/cm)
Kontrol	0	0	0	27.68±5.76 ^a
UV 1	1	3	4	24.23±0.12 ^a
UV 2	1	5	17	24.33±0.06 ^a
UV 3	11	1	17	24.33±0.06 ^a
UV 4	6	1	30	24.50±0.00 ^a
UV 5	1	3	30	24.57±0.06 ^a
UV 6	6	3	17	24.37±0.07 ^a
UV 7	11	5	17	24.50±0.00 ^a
UV 8	11	3	30	24.63±0.06 ^a
UV 9	6	5	4	24.50±0.00 ^a
UV 10	11	3	4	24.43±0.06 ^a
UV 11	1	1	17	24.30±0.00 ^a
UV 12	6	5	30	24.30±0.00 ^a
UV 13	6	1	4	24.33±0.06 ^a

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 ($p<0.05$).

Kondaktivite sonuçlarının Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilmiş verileri çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Kondaktivite değerlerinde kontrol grubuna göre azalmalar görülmüş, fakat prosesler arasındaki değerlerin çok yakın olmasından dolayı bağımsız parametrelerin belirgin bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Değerler incelendiğinde UV 8 prosesinin en yüksek kondaktivite değerine (24.63±0.06mS/cm)

sahip olduğu, UV 1 prosesinin ise en düşük kondaktivite değerine sahip olduğu (24.23±0.12mS/cm) ve UV 8 prosesinin, kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir.

Yapılan analizlerle elde edilen kondaktivite değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıp, kondaktivite değerlerinin normal dağılım sergilediği belirlendikten sonra değerlere, ikinci dereceden matematiksel modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyen çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.4’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.2’de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. UV ile proses edilen şalgam sularının kondaktivite değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	0.37444	0.074889	12.70	0.000
Lineer	3	0.24333	0.081111	13.75	0.000
Lamba (L)	1	0.08167	0.081667	13.85	0.001
Devir (D)	1	0.02667	0.026667	4.52	0.040
Sıcaklık (T)	1	0.13500	0.135000	22.89	0.000
Square	1	0.07778	0.077778	13.19	0.001
T*T	1	0.07778	0.077778	13.19	0.001
İkili Etkileşim	1	0.05333	0.053333	9.04	0.005
D*T	1	0.05333	0.053333	9.04	0.005
Kalıntı	39	0.23000	0.005897		
Uyum eksikliği	7	0.12333	0.017619	5.29	0.000
Saf hata	32	0.10667	0.003333		
Toplam	44	0.60444			

Çizelge 4. 4 (devam)

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri ((%))	0.0767948	0.62	0.57	0.49

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının kondaktivite değeri üzerine etki eden faktörlerden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık önemli parametreler olarak belirlenmiştir. Bunun yanında UV uygulamasında kondaktivite değeri üzerinde sıcaklığın karesinin ve devir-sıcaklık etkileşiminin de önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Şalgam suyu kondaktivite değerlerinin BBD ile modellenmesinde lack-of-fit yani uyum eksikliği değerinin $p = 0.000$ olması nedeni ile sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.3 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Tuz Miktarı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyu kontrol örneği tuz değerleri çizelge 4.5’de ppm cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 5. UV uygulamaları ve ortalama tuz miktarları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	Tuz miktarı (ppm)
Kontrol	0	0	0	16.70±0.10 ^a
UV 1	1	3	4	15.83±0.10 ^b
UV 2	1	5	17	15.43±0.01 ^b
UV 3	11	1	17	15.50±0.00 ^b
UV 4	6	1	30	15.63±0.20 ^b
UV 5	1	3	30	15.67±0.30 ^b
UV 6	6	3	17	15.64±0.10 ^b
UV 7	11	5	17	15.50±0.00 ^b
UV 8	11	3	30	15.77±0.50 ^b
UV 9	6	5	4	16.03±0.50 ^{ab}
UV 10	11	3	4	16.03±0.50 ^{ab}

Çizelge 4. 5 (devam)

UV 11	1	1	17	15.43±0.06 ^b
UV 12	6	5	30	15.70±0.20 ^b
UV 13	6	1	4	15.70±0.30 ^b

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 Suyu Standardı'na göre şalgam suyunda tuz en çok kütlece 20 g/L olarak sınırlandırılmıştır. Kontrol grubu ve proses edilmiş ürünlerdeki tuz miktarı analiz sonuçlarına Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilmiş değerler çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek tuz konsantrasyonu değerlerinin UV 9 ile UV 10 proseslerinde, en düşük değerlerin UV 2 ile UV 11 proseslerinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 10 ve UV 11 proseslerinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen tuz miktarları 15.43-16.70 ppm arasında bulunmuştur ve sonuçlar TS standardında belirtilen sınır değerlere uymaktadır.

Yapılan analizlerle elde edilen tuz miktarı sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyi çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.6'da tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.3'te verilmiştir.

Çizelge 4. 6. UV ile proses edilen şalgam sularının tuz miktarlarının ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	1.18146	0.196911	2.55	0.036
Lineer	1	0.26042	0.260417	3.37	0.074
Sıcaklık (T)	1	0.26042	0.260417	3.37	0.074
Square	2	0.86021	0.430107	5.57	0.008

Çizelge 4. 6 (devam)

D*D	1	0.14345	0.143448	1.86	0.181
T*T	1	0.66815	0.668150	8.65	0.006
İkili	3	0.06083	0.020278	0.26	0.852
Etkileşim					
L*D	1	0.00000	0.000000	0.00	1.000
L*T	1	0.00750	0.007500	0.10	0.757
D*T	1	0.05333	0.053333	0.69	0.411
Kalıntı	38	2.93631	0.077271		
Uyum	6	0.24076	0.040126	0.48	0.821
eksikliği					
Saf hata	32	2.69556	0.084236		
Toplam	44	4.11778			
<hr/>					
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri	0.277977	0.29	0.17	0.00	
(%)					

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

Elde edilen çıktılara göre UV prosesi uygulanmış şalgam suyunun tuz miktarı üzerinde, sadece sıcaklığın karesinin etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmasına rağmen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve özellikle modellemenin tahmin gücünü simgeleyen tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması nedeni ile tuz miktarı için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.4 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Bulanıklık Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyu kontrol örneğinin bulanıklık (NTU) değeri çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4. 7. UV uygulamaları ve ortalama bulanıklık değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	Bulanıklık (NTU)
Kontrol	0	0	0	232.89±2.00 ^{ab}
UV 1	1	3	4	220.08±0.72 ^{efg}
UV 2	1	5	17	218.62±1.45 ^{fg}
UV 3	11	1	17	230.30±0.80 ^{bc}
UV 4	6	1	30	231.12±0.54 ^b
UV 5	1	3	30	225.73±1.46 ^{cd}
UV 6	6	3	17	222.68±1.89 ^{de}
UV 7	11	5	17	221.10±0.78 ^{def}
UV 8	11	3	30	203.23±0.32 ^h
UV 9	6	5	4	236.07±1.94 ^a
UV 10	11	3	4	215.63±3.14 ^g
UV 11	1	1	17	218.07±1.82 ^{fg}
UV 12	6	5	30	220.70±2.01 ^{ef}
UV 13	6	1	4	207.55±0.06 ^h

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 ($p < 0.05$).

Kontrol örneği ve UV ile proses edilmiş şalgam örneklerinin bulanıklık değerleri Tukey karşılaştırma testi yapılarak çizelgede 4.7'deki sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek bulanıklık değerinin (236.07±1.94 NTU) UV 9 prosesinde, en düşük değerin (203.23±0.32 NTU) UV 8 prosesinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların (231.12±0.54 NTU) ise UV 4 prosesinde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak uygulanan prosesin, şalgam suyunda bulanıklık değerini düşürdüğü görülmektedir.

Yapılan analizlerle elde edilen bulanıklık sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıp, normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.8’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.4’de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. UV ile proses edilen şalgam sularının bulanıklık değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	1822.01	260.29	7.74	0.000
Lineer	3	85.65	28.55	0.85	0.476
Lamba (L)	1	53.43	53.43	1.59	0.215
Devir (D)	1	31.42	31.42	0.93	0.340
Sıcaklık (T)	1	0.80	0.80	0.02	0.878
Square	2	355.15	177.58	5.28	0.010
L*L	1	174.46	174.46	5.18	0.029
D*D	1	155.37	155.37	4.62	0.038
İkili	2	1381.21	690.60	20.53	0.000
Etkileşim					
L*T	1	244.35	244.35	7.26	0.011
D*T	1	1136.85	1136.85	33.79	0.000
Kalıntı	37	1244.92	33.65		
Uyum eksikliği	5	1156.58	231.32	83.79	0.000
Saf hata	32	88.34	2.76		
Toplam	44	3066.93			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	5.80056	0.59	0.52	0.38

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının bulanıklık değeri üzerine etki eden faktörlerden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık parametreleri tek başlarına önemsiz bulunmasına rağmen, bulanıklık üzerine lamba ve devir sayılarının kareleri ile lamba-sıcaklık, devir-sıcaklık etkileşimlerinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Şalgam suyu bulanıklık değerlerinin BBD ile modellenmesinde lack-of-fit yani uyum eksikliği değerinin $p = 0.000$ olması nedeni ile sistem bulanıklık değeri için başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.5 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Suda Çözünen Kuru Madde Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun suda çözünen kuru madde (SÇKM) değeri çizelge 4.9'da °Briks cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 9. UV uygulamaları ve ortalama SÇKM (°Briks) değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	SÇKM(°Briks)
Kontrol	0	0	0	3.19±0.02 ^{abcd}
UV 1	1	3	4	3.00±0.00 ^d
UV 2	1	5	17	3.20±0.10 ^{abcd}
UV 3	11	1	17	3.03±0.06 ^{cd}
UV 4	6	1	30	3.20±0.00 ^{abcd}
UV 5	1	3	30	3.23±0.06 ^{abc}
UV 6	6	3	17	3.30±0.10 ^a
UV 7	11	5	17	3.27±0.06 ^{ab}
UV 8	11	3	30	3.30±0.10 ^a
UV 9	6	5	4	3.37±0.06 ^a
UV 10	11	3	4	3.00±0.00 ^d
UV 11	1	1	17	3.07±0.12 ^{bcd}
UV 12	6	5	30	3.37±0.06 ^a
UV 13	6	1	4	3.03±0.06 ^{cd}

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 ($p < 0.05$).

Şalgam suyunun suda çözünen madde miktarını; karbonhidratlar, tuz, organik asitler ve mineraller oluşturur. Bu nedenle °Briks değeri, üretimde kullanılan mor havuç miktarı, starter kültür ve bulgur unu miktarına göre değişiklik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda °Briks değerinin en az 2.5 olması gerektiği bildirilmiştir.

Kontrol grubu ve proses edilmiş ürünlerdeki °Briks değerinin analiz sonuçlarına Tukey karşılaştırma testi uygulanarak elde edilmiş değerler çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde °Briks değerlerinin 3.00-3.37 arasında değiştiği, en yüksek °Briks değerlerinin UV 9 ve UV 12 proseslerinde, en düşük °Briks değerlerinin UV 1 ve UV 10 proseslerinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 2 ve UV 4 proseslerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında °Briks değerleri 3.00-3.37 olarak bulunmuştur ve standart değere uygundur. Yapılan çalışmada UV uygulamasının °Briks değeri üzerine etkisi incelendiğinde lamba ve devir sayısı arttıkça °Briks değerinde de artış olduğu görülmüştür.

Yapılan analizlerle elde edilen °Briks değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıp, normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyi çıkarılmıştır. UV ile proses edilen şalgam suyunun °Briks değerlerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayılarını gösteren sonuçlar çizelge 4.10'da tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.5'de verilmiştir.

Çizelge 4. 10. UV ile proses edilen şalgam suyunun SÇKM değerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayıları

Terimler	Coef	SE Coef	P
Sabit (Constant)	3.2667	0.0186	0.000
Lineer			
D	0.1083	0.0174	0.000
T	0.0875	0.0174	0.000
Square			
L ²	-0.1292	0.0255	0.000

Çizelge 4. 10 (devam)

Uyum eksikliği (Lack-of-fit)			0.058
R değeri (%)	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
	0.69	0.66	0.62

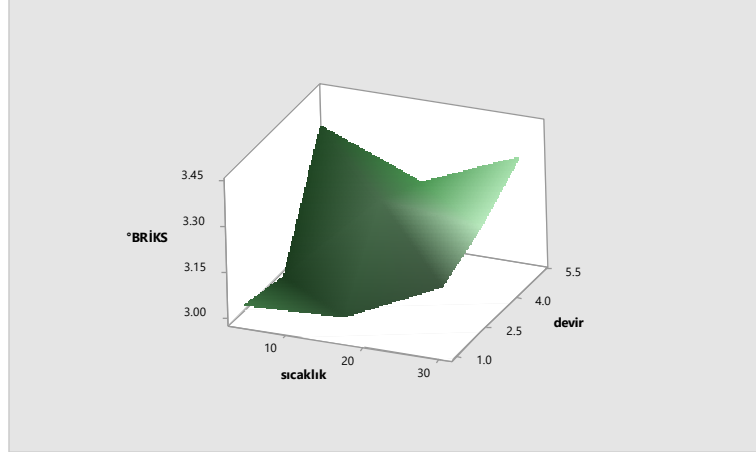
*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının °Briks değeri üzerinde etki eden faktörlerden devir sayısı ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Ayrıca lamba sayısının karesinin de °Briks değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p < 0.05$). ANOVA revize çıktıları incelendiğinde UV prosesinin °Briks değeri üzerine yanıt yüzey tasarımı (BBD) ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri 0.058 olarak bulunmuş ve bu değer $p > 0.05$ 'den büyük olduğu için ve R^2 , düzeltilmiş R^2 ve özellikle modelin tahmin gücünü simgeleyen R^2 değerlerinin de yüksek olması sonucunda sistem başarılı bir şekilde modellenmiştir. Modellenen UV prosesi uygulanmış °Briks değerine ait bazı model çıktılarından R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 sırasıyla 0.69, 0.66 ve 0.62 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Modellemeyle UV uygulaması ile şalgam suyunun °Briks değeri üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir UV uygulama parametresinde °Briks değerinin tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik (4.1) bulunmuş ve aşağıda verilmiştir

$$°\text{Briks} = 3.2667 + 0.1083 \cdot D + 0.0875 \cdot T - 0.1292 \cdot L^2 \quad (4.1)$$

Elde edilen denklemden şalgam suyu °Briks değeri üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla devir (0.1083) ve başlangıç sıcaklığı (0.0875) olarak bulunmuştur (Eşitlik 4.1). °Briks değeri üzerine devir sayısı ve sıcaklık pozitif etki göstermektedir (Eşitlik 4.1). Elde edilen matematiksel eşitliğin daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) şekil 4.1'de verilmiştir.

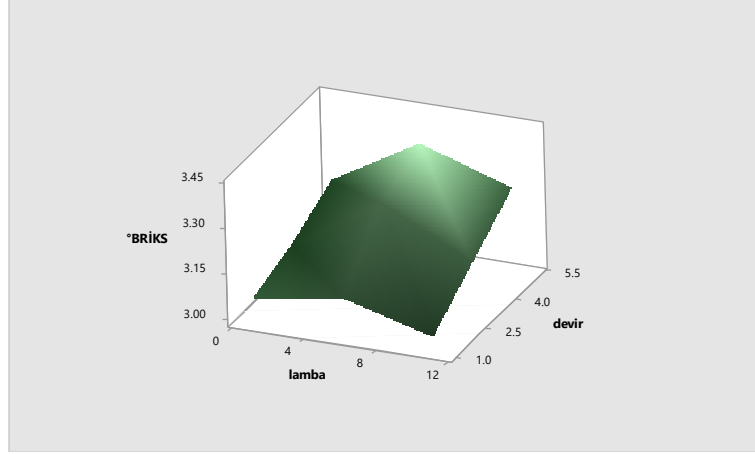


Şekil 4. 1. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve devir sayısının °Briks değerine etkisinin 3D grafiği

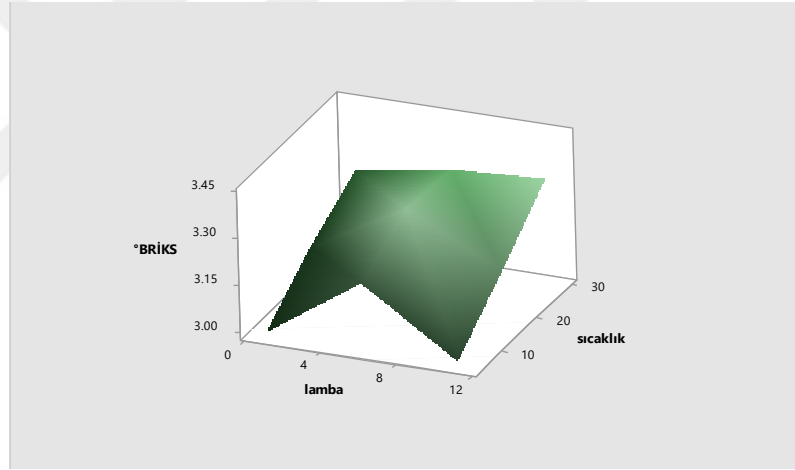
Şekil 4.1.'de °Briks değerinin sıcaklık ve devir sayısına bağlı olarak değişiminin 3D grafiği verilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde sıcaklığın artmasıyla °Briks değerinin artacağı, 20 °C'den sonraki sıcaklık artışlarının °Briks değerini daha fazla etkilediği anlaşılmaktadır. Devir sayısının artmasıyla °Briks değeri lineer şekilde artmaktadır.

Şekil 4.2'de sabit bir sıcaklıkta lamba sayısının artmasıyla (0-6 lamba arasında) °Briks değerinin önce artacağı belli bir lamba sayısından sonra (6-10 lamba) azalacağı, devir sayısının artması ile °Briks değerinin lineer şekilde artacağı anlaşılmaktadır.

Şekil 4.3'de sabit bir devir sayısı ile lamba sayısının artmasıyla (0-6 lamba arasında) °Briks değerinin önce artacağı belli bir lamba sayısından sonra (6-10 lamba) azalacağı, sıcaklık derecesinin artması ile lineer şekilde °Briks değerinin artacağı anlaşılmaktadır.

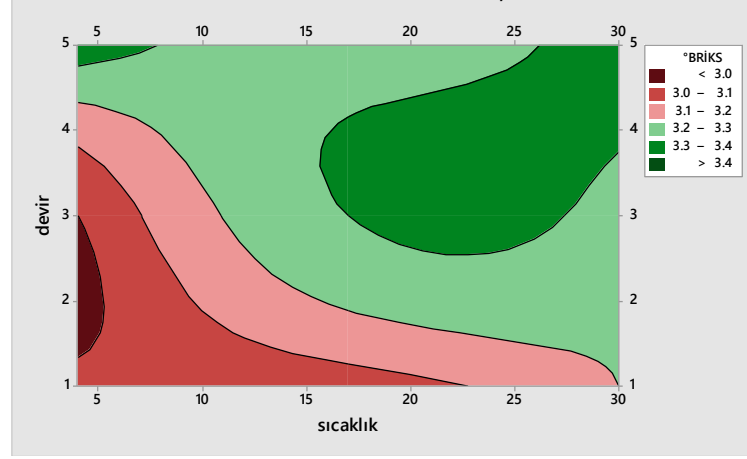


Şekil 4. 2. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lambda ve devir sayısının °Briks değerine etkisinin 3D grafiği



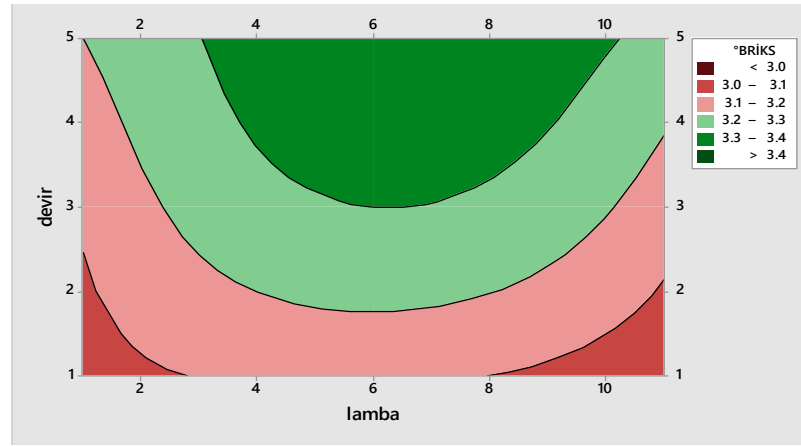
Şekil 4. 3. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lambda sayısı ve sıcaklık derecesinin °Briks değerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.4'de sabit lambda sayısında devir ve sıcaklık değişimi ile °Briks değişiminin kontör (2D) grafiği verilmiştir. Sıcaklık devir arasındaki etkileşim belirli aralıkta etkili bulunmuştur. Bunun dışındaki aralıklarda sıcaklık ve devir sayısı etkileşiminin °Briks değeri üzerinde etkisinin olmadığı kontör grafiğinde görülmektedir.



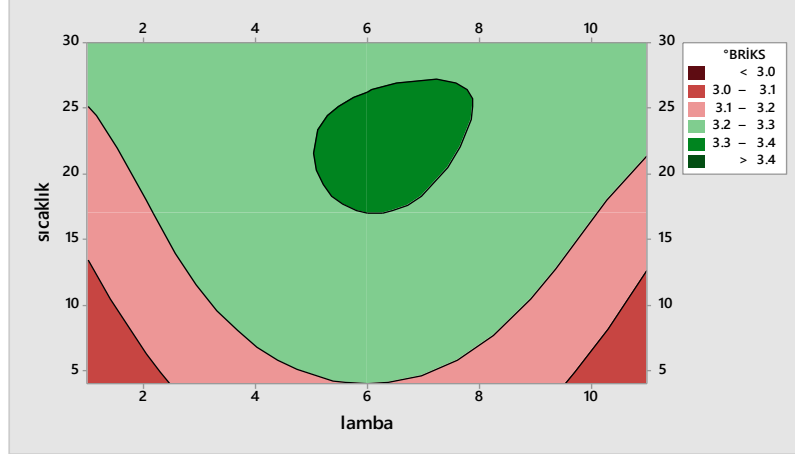
Şekil 4.4. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve devir parametrelerinin °Briks değerine etkisi

Şekil 4.5’de sabit sıcaklıkta devir ve lamba sayısının °Briks değerine etkisinin değişimi kontör (2D) grafiği verilmiştir. Lamba ve devir sayısının etkileşiminin °Briks değeri üzerinde sadece belirli aralıklarda etkili olduğu bunun dışındaki aralıklarda etkileşim olmadığı kontör grafiğinden görülmektedir ($p < 0.05$).



Şekil 4.5. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve devir parametrelerinin °Briks değerine etkisi

Şekil 4.6.’da sabit devirde sıcaklık ve lamba sayısının °Briks değerine etkisinin değişimi kontör (2D) grafiği verilmiştir. °Briks değeri üzerinde sıcaklık ve lamba sayısı etkileşiminin etkili olmadığı kontör grafiğinde görülmektedir ($p > 0.05$).



Şekil 4. 6. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve sıcaklık parametrelerinin °Briks değerine etkisi

4.1.6 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Asitliği Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin toplam asitlik (TA) değeri çizelge 4.11'de g/L cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 11. UV uygulamaları ve ortalama TA değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TA (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.73±0.01 ^c
UV 1	1	3	4	0.72±0.00 ^d
UV 2	1	5	17	0.76±0.00 ^a
UV 3	11	1	17	0.76±0.00 ^a
UV 4	6	1	30	0.72±0.00 ^d
UV 5	1	3	30	0.74±0.00 ^{bc}
UV 6	6	3	17	0.72±0.00 ^d
UV 7	11	5	17	0.74±0.01 ^b
UV 8	11	3	30	0.72±0.00 ^d
UV 9	6	5	4	0.74±0.00 ^{bc}
UV 10	11	3	4	0.76±0.00 ^a

Çizelge 4. 11 (devam)

UV 11	1	1	17	0.72±0.00 ^d
UV 12	6	5	30	0.72±0.00 ^d
UV 13	6	1	4	0.74±0.00 ^{bc}

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 ($p < 0.05$).

Toplam asit miktarı fermentasyon süresince üretilen laktik asit miktarı ile ilgilidir. Standartta toplam asit miktarı 6 g/L olarak bildirilmiştir. Kontrol grubu ve proses edilmiş ürünlerin TA değerlerini karşılaştırmak için yapılan Tukey karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.11’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek TA değerlerinin UV 2, UV 3 ve UV 10 proseslerinde, en düşük TA miktarlarının UV 4, UV 6, UV 8, UV 11, UV 12 proseslerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada şalgam suyu örneklerinde toplam asitlik 0.72-0.76 g/L arasında değişmektedir. Şalgam suyu örneklerinin tamamında TA miktarları şalgam suyu standardında belirtilen değerin altında kalmıştır.

Yapılan analizlerde elde edilen TA sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.12’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.6’da verilmiştir.

Çizelge 4. 12. UV ile proses edilen şalgam sularının TA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	0.009032	0.001290	83.28	0.000
Lineer	3	0.001971	0.000657	42.41	0.000
Lamba (L)	1	0.000662	0.000662	42.70	0.000

Çizelge 4. 12 (devam)

Devir (D)	1	0.000216	0.000216	13.94	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.001093	0.001093	70.58	0.000
Square	2	0.003146	0.001573	101.52	0.000
L*L	1	0.002281	0.002281	147.23	0.000
D*D	1	0.001072	0.001072	69.18	0.000
İkili	2	0.003915	0.001958	126.35	0.000
Etkileşim					
L*D	1	0.001728	0.001728	111.54	0.000
L*T	1	0.002187	0.002187	141.16	0.000
Kalıntı	37	0.000573	0.000015		
Uyum eksikliği	5	0.000357	0.000071	10.58	0.000
Saf hata	32	0.000216	0.000007		
Toplam	44	0.009605			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0039361	0.94	0.93	0.90	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının TA miktarı üzerinde etki eden faktörlerden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık önemli parametreler olarak bulunmuştur. Bununla birlikte lamba sayısının karesinin ve devir sayısının karesinin TA üzerinde etkili olduğu çizelge 4.12'de görülmektedir. Etki eden parametrelerin etkileşimleri incelendiğine lamba-devir, lamba-sıcaklık etkileşimlerinin TA miktarı üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Şalgam suyu TA değerlerinin BBD ile modellenmesinde lack-of-fit yani uyum eksikliği değerinin $p = 0.000$ olması nedeni ile sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.7 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu L^* Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin L^* değerleri çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4. 13. UV uygulamaları ve ortalama L^* değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	L^* değeri
Kontrol	0	0	0	2.07±0.01 ^a
UV 1	1	3	4	1.58±0.05 ^{def}
UV 2	1	5	17	1.47±0.03 ^{ghl}
UV 3	11	1	17	1.52±0.01 ^{fgh}
UV 4	6	1	30	1.60±0.02 ^{de}
UV 5	1	3	30	1.71±0.02 ^b
UV 6	6	3	17	1.43±0.02 ¹
UV 7	11	5	17	1.42±0.01 ¹
UV 8	11	3	30	1.54±0.05 ^{efg}
UV 9	6	5	4	1.69±0.01 ^{bc}
UV 10	11	3	4	1.48±0.03 ^{ghl}
UV 11	1	1	17	1.62±0.03 ^{cd}
UV 12	6	5	30	1.41±0.01 ¹
UV 13	6	1	4	1.46±0.02 ^{hl}

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 ($p < 0.05$).

Mau vd. (1998) yaptığı çalışmalar incelendiğinde, UV ışığın, gıdaların renklerinde de değişimlere sebep olabileceği görülmüştür. Bu durum genellikle gözle görülecek farklılıklar oluşturmasa da ölçümlerle belirlenebildiği durumlar oluşabilmektedir. Araştırmalar, meyve sularında UV ışık uygulamasıyla renk değişikliklerinin meydana gelmesinin daha fazla karşılaşılmış bir durum olduğunu ortaya koyar.

Bu çalışmada, kontrol grubu ve proses edilmiş ürünlerin L^* değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçları çizelge 4.13’de verilmiştir. Değerler incelendiğinde UV 5 prosesinin en yüksek L^* değerine (1.71 ± 0.02), UV 12 prosesinin en düşük L^* değerine (1.41 ± 0.01) sahip olduğu ve UV 5 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Genel anlamda bakıldığında uygulama yapılmış tüm prosesler de kontrol grubuna göre azalmalar meydana gelmiştir.

Yapılan analizlerde elde edilen L^* değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyen çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.14’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.7’de verilmiştir.

Çizelge 4. 14. UV ile proses edilen şalgam sularının L^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	0.32090	0.064181	23.35	0.000
Lineer	2	0.07890	0.039449	14.35	0.000
Lamba (L)	1	0.06151	0.061509	22.38	0.000
Devir (D)	1	0.01739	0.017388	6.33	0.016
Square	2	0.11284	0.056419	20.53	0.000
L*L	1	0.03551	0.035514	12.92	0.001
T*T	1	0.08458	0.084577	30.77	0.000
İkili	1	0.12917	0.129169	46.99	0.000
Etkileşim					
D*T	1	0.12917	0.129169	46.99	0.000
Kalıntı	39	0.10720	0.002749		

Çizelge 4. 14 (devam)

Uyum eksikliği					
Uyum	7	0.08707	0.012438	19.77	0.000
Saf hata	32	0.02013	0.000629		
Toplam	44	0.42810			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0524271	0.75	0.72	0.66	

UV prosesi uygulanmış şalgam sularının L^* değeri üzerinde etki eden faktörlerden lamba sayısı ve devir sayısı önemli parametreler olarak bulunmuştur. Lamba sayısının karesi ve sıcaklığın karesinin de L^* değeri üzerinde etkili olduğu revize ANOVA sonuçlarından anlaşılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde devir-sıcaklık etkileşiminin L^* değeri üzerine etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Şalgam suyu L^* değerlerinin BBD ile modellenmesinde lack-of-fit yani uyum eksikliği değerinin $p=0.000$ olması nedeni ile sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.8 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu a^* Değeri Üzerine etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin a^* değerleri analiz sonuçları çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4. 15. UV uygulamaları ve ortalama a^* değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	a^* değeri
Kontrol	0	0	0	10.64±0.06 ^a
UV 1	1	3	4	8.45±0.04 ^{cd}
UV 2	1	5	17	8.00±0.20 ^e
UV 3	11	1	17	8.62±0.08 ^c
UV 4	6	1	30	8.54±0.12 ^{cd}
UV 5	1	3	30	8.35±0.03 ^d
UV 6	6	3	17	8.42±0.06 ^d
UV 7	11	5	17	7.05±0.01 ^g
UV 8	11	3	30	7.47±0.01 ^f

Çizelge 4. 15 (devam)

UV 9	6	5	4	7.61±0.09 ^f
UV 10	11	3	4	7.62±0.02 ^f
UV 11	1	1	17	9.33±0.06 ^b
UV 12	6	5	30	7.48±0.05 ^f
UV 13	6	1	4	8.64±0.05 ^c

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 ($p < 0.05$).

Liu vd. (1993) yaptığı bir çalışmada UV ışık uygulamasının peynir örneklerinde renk değerlerini değiştirdiği ifade edilmiştir. Buna karşın, Gündüz (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada kaşar peynirine UV uygulamanın yüksek dozlarında a^* ve b^* değerlerinde hafif artış olmasına karşın, duyuşal olarak bunun tespit edilemediği bildirilmiştir. Wallner-Pendleton vd. (2006) tavuk karkaslarına UV ışık (825.6-864.0 W/m² dozları) uygulamışlar ve karkas renginin olumsuz bir şekilde etkilenmediğine dikkat çekmişlerdir. Aynı şekilde, Lacivita vd. (2006) tarafından Fiordilatte peynirlerine UV-C ışık uygulanması sonucunda örneklerin renk, tekstür ve yüzey görünüş özelliklerinde UV-C ışığın değişim yaratmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses uygulanmış ürünlerde çıkan a^* değeri sonuçlarına Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır ve sonuçlar çizelge 4.15'de verilmiştir. Bu çalışma sonucunda ölçülen a^* değerleri 7.05-9.33 arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde UV 11 prosesinin en yüksek a^* değerine, UV 7 prosesinin en düşük a^* değerine sahip olduğu ve UV 11 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Genel olarak proses edilmiş ürünlerin a^* değerlerinde kontrol gruba göre azalmalar görülmüştür. Bu da prosesin a^* değerlerine azaltıcı yönde etki yaptığını gösterir.

Yapılan analizlerde elde edilen a^* değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.16'de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.8'de verilmiştir.

Çizelge 4. 16. UV ile proses edilen şalgam sularının a^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	14.7270	3.68176	176.48	0.000
Lineer	2	13.7258	6.86288	328.97	0.000
Lamba	1	4.0623	4.06233	194.72	0.000
(L)					
Devir (D)	1	9.6634	9.66344	463.21	0.000
Square	2	1.0013	0.50064	24.00	0.000
L*L	1	0.1594	0.15945	7.64	0.009
T*T	1	0.8906	0.89056	42.69	0.000
Kalıntı	40	0.8345	0.02086		
Uyum eksikliği	8	0.4802	0.06003	5.42	0.000
Saf hata	32	0.3542	0.01107		
Toplam	44	15.5615			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.144437	0.95	0.94	0.93	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu a^* değeri üzerinde UV proses faktörlerinden lambda sayısı ve devir sayısı önemli bulunmuştur. Bununla birlikte lambda sayısının karesinin ve sıcaklığın karesinin de a^* değeri üzerinde etkili olduğu 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 bir şekilde modellenememiştir.

4.1.9 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu b^* Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin b^* değerleri çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 17. UV uygulamaları ve ortalama b^* değeri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	b^* değeri
Kontrol	0	0	0	2.22±0.01 ^{ab}
UV 1	1	3	4	1.76±0.02 ^{gh}
UV 2	1	5	17	1.89±0.01 ^{fg}
UV 3	11	1	17	1.98±0.01 ^{def}
UV 4	6	1	30	2.26±0.03 ^a
UV 5	1	3	30	2.14±0.09 ^{abc}
UV 6	6	3	17	1.92±0.03 ^f
UV 7	11	5	17	1.72±0.02 ^h
UV 8	11	3	30	2.05±0.13 ^{cde}
UV 9	6	5	4	1.71±0.05 ^h
UV 10	11	3	4	1.66±0.02 ^h
UV 11	1	1	17	2.10±0.04 ^{bcd}
UV 12	6	5	30	1.88±0.02 ^{fg}
UV 13	6	1	4	1.96±0.06 ^{ef}

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 ($p < 0.05$).

Meyve ve sebze ürünleri üzerinde yapılan çalışmalarda ultraviyole uygulamasının pigmentlerde degradasyona yol açtığı ve renk parametrelerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Ibarz vd. (2005) yaptığı çalışmada ve Beltran ve Canovas (2005) tarafından yapılan çalışmada benzer şekilde a^* ve b^* değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Buna göre elma, şeftali ve limon sularındaki pigmentlerin ultraviyole ışık etkisiyle fotodegradasyona uğradığının altı çizilmiştir. Yağız (2015) tarafından domates salçası üzerinde yapılan çalışmada da a^* ve b^* değerlerinin azaldığı, bunun yanında a^*/b^* değerinin de düşerek kırmızılığı azalttığı görülmüştür. Fakat ultraviyole ışık uygulamasının salçanın kendine özgü rengi

üzerinde, depolamanın ilk 15 günü içerisinde anlamlı bir değişiklik ortaya çıkarmadığı bildirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin b^* değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Çalışmada ölçülen b^* değerleri 1.66-2.26 arasında değişmektedir. Değerler incelendiğinde UV 4 prosesinin en yüksek b^* değerine, UV 10 prosesinin en düşük b^* değerine sahip olduğu ve UV 4 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Proses edilmiş ürünlerin b^* değerlerinde kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. Uygulanan proseslerin b^* değerini azaltıcı etki yaptığı görülmektedir. Ayrıca b^* değerlerinin pozitif bulunması, analizi yapılan şalgam sularında kırmızılığın içinde sarı rengin bulunduğunu göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen b^* değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra, normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.18'de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.9'da verilmiştir.

Çizelge 4. 18. UV ile proses edilen şalgam sularının b^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	1.14215	0.285538	82.83	0.000
Lineer	3	1.12973	0.376578	109.23	0.000
Lamba (L)	1	0.08616	0.086160	24.99	0.000
Devir (D)	1	0.46232	0.462315	134.10	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.58126	0.581259	168.60	0.000
İkili	1	0.01242	0.012416	3.60	0.065
Etkileşim					
D*T	1	0.01242	0.012416	3.60	0.065
Kalıntı	40	0.13790	0.003447		

Çizelge 4. 18 (devam)

Uyum eksikliği	8	0.06062	0.007577	3.14	0.010
Saf hata	32	0.07728	0.002415		
Toplam	44	1.28005			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	0.0587152	0.89	0.88	0.86

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu b^* değeri üzerinde UV proses faktörlerinden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık parametreleri önemli olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.010$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmaması nedeni ile b^* değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.10 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Renk Yoğunluğu (Chroma, C^*) Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama C^* değerleri çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4. 19. UV uygulamaları ve ortalama C^* değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	C^*
Kontrol	0	0	0	10.68±0.39 ^a
UV 1	1	3	4	8.68±0.04 ^{cd}
UV 2	1	5	17	8.16±0.01 ^f
UV 3	11	1	17	8.85±0.03 ^{cd}
UV 4	6	1	30	8.64±0.03 ^{cde}
UV 5	1	3	30	8.57±0.01 ^{de}
UV 6	6	3	17	8.61±0.08 ^d

Çizelge 4. 19 (devam)

UV 7	11	5	17	7.09±0.02 ^h
UV 8	11	3	30	8.33±0.15 ^{ef}
UV 9	6	5	4	7.77±0.01 ^g
UV 10	11	3	4	7.73±0.02 ^g
UV 11	1	1	17	9.56±0.01 ^b
UV 12	6	5	30	7.65±0.03 ^g
UV 13	6	1	4	8.94±0.04 ^c

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 4.19'daki değerler incelendiğinde bu çalışma kapsamında ölçülen C^* değerleri 7.09-9.56 arasında değişmektedir. UV 11 prosesinin en yüksek C^* değerine UV 7 prosesinin en düşük C^* değerine sahip olduğu ve UV 11 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Proses edilmiş ürünlerin C^* değerlerinde kontrol grubuna göre azalmalar görülmüştür. Uygulanan proseslerin C^* değerlerini azaltıcı etki yaptığı görülmektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen C^* değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra, normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.20'de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.10'da verilmiştir.

Çizelge 4. 20. UV ile proses edilen şalgam sularının C^* değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	14.9307	2.9861	107.02	0.000
Lineer	2	13.8557	6.9279	248.29	0.000
Lamba (L)	1	3.3101	3.3101	118.63	0.000
Devir (D)	1	10.5457	10.5457	377.95	0.000

Çizelge 4. 20 (devam)

Square	2	0.6987	0.3493	12.52	0.000
D*D	1	0.1908	0.1908	6.84	0.013
T*T	1	0.5506	0.5506	19.73	0.000
İkili	1	0.3763	0.3763	13.49	0.001
Etkileşim					
L*T	1	0.3763	0.3763	13.49	0.001
Kalıntı	39	1.0882	0.0279		
Uyum	7	0.9834	0.1405	42.90	0.000
eksikliği					
Saf hata	32	0.1048	0.0033		
Toplam	44	16.0189			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri	0.167040	0.93	0.92	0.91
(%)				

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu C^* değeri üzerinde etki eden UV proses faktörlerinden lamba sayısı ve devir sayısı önemli bulunmuştur. Ayrıca devir sayısının karesinin ve sıcaklığın karesinin de bu sistem üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.000$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmaması nedeni ile C^* değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

4.1.11 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu hue (h°) Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama h° değerleri çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4. 21. UV uygulamaları ve ortalama h° değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	h°
Kontrol	0	0	0	0.21±0.00 ^a
UV 1	1	3	4	0.21±0.00 ^a
UV 2	1	5	17	0.24±0.01 ^a
UV 3	11	1	17	0.23±0.00 ^a
UV 4	6	1	30	0.26±0.00 ^a
UV 5	1	3	30	0.25±0.01 ^a
UV 6	6	3	17	0.41±0.56 ^a
UV 7	11	5	17	0.24±0.00 ^a
UV 8	11	3	30	0.21±0.00 ^a
UV 9	6	5	4	0.23±0.00 ^a
UV 10	11	3	4	0.21±0.00 ^a
UV 11	1	1	17	0.22±0.00 ^a
UV 12	6	5	30	0.23±0.00 ^a
UV 13	6	1	4	0.22±0.00 ^a

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 ($p < 0.05$).

Kontrol grubu ve proses uygulanmış ürünlerin h° değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında ölçülen h° değerleri 0.21-0.41 arasında değişmektedir. Değerler incelendiğinde UV 6 prosesinin en yüksek h° değerlerine, UV 1, UV 8, UV 10 proseslerinin en düşük h° değerlerine sahip olduğu ve UV 1, UV 8, UV 10 proseslerinin ise kontrol grubuna en yakın prosesler olduğu görülmektedir. Kontrol grupları ile proses edilmiş gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmamaktadır. Bu da uygulanan prosesin h° değeri üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen h° değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni h° değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden $p > 0.05$ olan faktörler h° değerleri için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır.

Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.22’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve h° değerleri dönüşüm grafiği ise ek A.11’de verilmiştir.

Çizelge 4. 22. UV ile proses edilen şalgam sularının h° değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.24645	0.027384	0.38	0.937
Lineer	3	0.00288	0.000959	0.01	0.998
Lamba (L)	1	0.00019	0.000193	0.00	0,959
Devir (D)	1	0.00010	0.000100	0.00	0.971
Sıcaklık (T)	1	0.00258	0.002583	0.04	0.851
Square	3	0.24156	0.080520	1.11	0.356
L*L	1	0.10208	0.102085	1.41	0.243
D*D	1	0.07800	0.078004	1.08	0.306
T*T	1	0.09840	0.098397	1.36	0.251
İkili Etkileşim	3	0.00202	0.000673	0.01	0.999
L*D	1	0.00000	0.000001	0.00	0.997
L*T	1	0.00134	0.001344	0.02	0.892
D*T	1	0.00068	0.000675	0.01	0.924
Kalıntı	35	2.52941	0.072269		
Uyum eksikliği	3	0.00207	0.000690	0.01	0.999
Saf hata	32	2.52734	0.078979	32	
Toplam	44	2.77586			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	0.268828	0.09	0.00	0.00

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu h° değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden devir sayısı, lamba sayısı ve sıcaklık parametrelerinin hiçbir

önemli olarak bulunmamıştır ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.999$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ 'den büyük olmasına rağmen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve özellikle modellemenin tahmin gücünü simgeleyen tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması nedeni ile h^o değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.12 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Renk Farkı (ΔE) Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama renk farkı (ΔE) sonuçları çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4. 23. UV uygulamaları ve ortalama ΔE değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	ΔE
Kontrol	0	0	0	2.94±0.05 ^a
UV 1	1	3	4	3.38±0.04 ^a
UV 2	1	5	17	3.88±0.00 ^a
UV 3	11	1	17	3.24±0.05 ^a
UV 4	6	1	30	3.40±0.03 ^a
UV 5	1	3	30	3.46±0.00 ^a
UV 6	6	3	17	4.00±1.74 ^a
UV 7	11	5	17	4.95±0.01 ^a
UV 8	11	3	30	3.42±0.22 ^a
UV 9	6	5	4	4.24±0.02 ^a
UV 10	11	3	4	4.34±0.03 ^a
UV 11	1	1	17	2.49±0.00 ^a
UV 12	6	5	30	4.44±0.03 ^a
UV 13	6	1	4	3.13±0.04 ^a

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin ΔE değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Çizelge 4.23’deki değerler incelendiğinde ölçülen ΔE değerleri 2.49-4.95 arasında değişmektedir. UV 7 prosesinin en yüksek ΔE değerine, UV 11 prosesinin en düşük ΔE değerine sahip olduğu görülmektedir. Proses edilmiş ürünlerin ΔE değerlerinde kontrol grubuna göre artmalar görülmüştür. Uygulanan proseslerin ΔE değerini, yani renk farkını arttırdığı görülmektedir.

Proses edilmiş ürünlerde kontrol grubuna göre L^* , a^* , b^* ve C^* renk faktörlerinde azalmalar görülürken, buna paralel olarak da ΔE artışlar görülmüştür. Bu durumun daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen UV uygulamasının pigmentlerde degradasyona yol açması durumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat aradaki farkların çok büyük olmaması ve duyuşsal analizlerle, analistler tarafından gözle görülebilir bir etkisinin olmadığı desteklenmesiyle, proseslerin renk üzerindeki bu etkisi dikkate alınabilecek kadar büyük önem taşımamaktadır. Fakat UV uygulama dozunun arttırılması renk degradasyon oranında arttırabileceği için, uygulama yapılırken UV dozun ayarlanması çok büyük önem taşımaktadır.

Yapılan analizlerde elde edilen ΔE değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış, ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.24’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.12’de verilmiştir.

Çizelge 4. 24. UV ile proses edilen şalgam sularının ΔE değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2	13.197	6.5987	10.13	0.000
Lineer	2	13.197	6.5987	10.13	0.000

Çizelge 4. 24 (devam)

Lamba (L)	1	2.819	2.8195	4.33	0.044
Devir (D)	1	10.378	10.3780	15.94	0.000
Kalıntı	42	27.349	0.6512		
Uyum eksikliği	10	3.030	0.3030	0.40	0.937
Saf hata	32	24.319	0.7600		
Toplam	44	40.546			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	0.806949	0.33	0.29	0.29

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu ΔE değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden lamba sayısı ve devir sayısı parametreleri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.937$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ 'den büyük olmasına rağmen R^2 , düzeltilmiş R^2 ve özellikle modellemenin tahmin gücünü simgeleyen tahmini R^2 değerlerinin çok düşük olması nedeni ile ΔE değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.13 UV Uygulamalarının 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.

Çizelge 4. 25. UV uygulamaları ve ortalama IC değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	IC
Kontrol	0	0	0	3.45±0.02 ^b
UV 1	1	3	4	3.46±0.00 ^b
UV 2	1	5	17	3.57±0.00 ^a
UV 3	11	1	17	3.45±0.00 ^b
UV 4	6	1	30	3.45±0.01 ^b
UV 5	1	3	30	3.46±0.00 ^b
UV 6	6	3	17	3.47±0.02 ^b
UV 7	11	5	17	3.47±0.01 ^b
UV 8	11	3	30	3.47±0.00 ^b
UV 9	6	5	4	3.55±0.02 ^a
UV 10	11	3	4	3.45±0.01 ^b
UV 11	1	1	17	3.46±0.01 ^b
UV 12	6	5	30	3.46±0.01 ^b
UV 13	6	1	4	3.41±0.00 ^c

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 ($p<0.05$).

Ateş (2019) tarafından şalgam suyunun yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile prosesi sonucunda IC değerlerinin 3.39-3.57 olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. Proses sonucunda çok büyük farklılıklar olmadığı saptanmıştır.

Bu çalışmada kontrol grubu ve UV işlemi uygulanmış ürünlerin IC değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.25’de gösterilmiştir.Yapılan ölçümler sonucunda IC değerleri 3.41-3.47 arasında değişmektedir. Çıkan sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Değerler incelendiğinde UV 2 prosesinin en yüksek IC değerine, UV 13 prosesinin en düşük IC değerine sahip olduğu, UV 3, UV 4 ve UV 10 proseslerinin ise kontrol grubuna en yakın prosesler olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile proses edilen ürünlerin IC değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Bu da uygulanan prosesin renk yoğunluğu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen IC değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak

Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni IC değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemede $p>0.05$ olan faktörler IC değerleri için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.26'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve IC değerleri dönüşüm grafiği ise ek A.13'te verilmiştir.

Çizelge 4. 26. UV ile proses edilen şalgam sularının IC değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	0.057019	0.009503	28.23	0.000
Lineer	2	0.035493	0.017746	52.72	0.000
Lamba (L)	1	0.004676	0.004676	13.89	0.001
Devir (D)	1	0.030817	0.030817	91.55	0.000
Square	2	0.004753	0.002377	7.06	0.002
D*D	1	0.001613	0.001613	4.79	0.035
T*T	1	0.002812	0.002812	8.35	0.006
İkili	2	0.016773	0.008387	24.92	0.000
Etkileşim					
L*D	1	0.004485	0.004485	13.33	0.001
D*T	1	0.012288	0.012288	36.51	0.000
Kalıntı	38	0.012791	0.000337		
Uyum	6	0.008107	0.001351	9.23	0.000
eksikliği					
Saf hata	32	0.004684	0.000146		
Toplam	44	0.069810			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0183468	0.82	0.79	0.74	

*Uyum eksikliği $p> 0.05$ olmalıdır

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu IC değerleri üzerinde etkili olan UV proses faktörlerinden lamba sayısı ve devir sayısı önemli bulunmuştur. Bunun yanında devir sayısının karesi ile sıcaklığın karesinin de IC değerleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. İkili etkileşimler incelendiğinde

lambda-devir, devir-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.00$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile IC değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.14 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Renk Tonu Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama renk tonu değeri sonuçları çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4. 27. UV uygulamaları ve ortalama renk tonu değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	Renk tonu
Kontrol	0	0	0	0.44±0.00 ^a
UV 1	1	3	4	0.43±0.00 ^{bc}
UV 2	1	5	17	0.44±0.00 ^a
UV 3	11	1	17	0.43±0.00 ^{bc}
UV 4	6	1	30	0.43±0.00 ^{bc}
UV 5	1	3	30	0.43±0.00 ^{bc}
UV 6	6	3	17	0.43±0.00 ^{bc}
UV 7	11	5	17	0.43±0.00 ^{bc}
UV 8	11	3	30	0.44±0.00 ^a
UV 9	6	5	4	0.44±0.00 ^a
UV 10	11	3	4	0.43±0.00 ^{bc}
UV 11	1	1	17	0.43±0.00 ^{bc}
UV 12	6	5	30	0.43±0.00 ^{bc}
UV 13	6	1	4	0.43±0.00 ^{bc}

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 4.27'deki değerler incelendiğinde UV 2 ve UV 9 proseslerinin en yüksek renk tonu değerlerine sahip ve kontrol grubuna en yakın prosesler olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ve proses uygulanmış ürünlerin renk tonu değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Bu da uygulanan prosesin renk tonu değeri üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen renk tonu değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış, ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.28'de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.14'de verilmiştir.

Çizelge 4. 28. UV ile proses edilen şalgam sularının renk tonu değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.000503	0.000056	8.30	0.000
Lineer	3	0.000266	0.000089	13.16	0.000
Lamba (L)	1	0.000004	0.000004	0.62	0.437
Devir (D)	1	0.000198	0.000198	29.44	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.000063	0.000063	9.41	0.004
Square	3	0.000103	0.000034	5.10	0.005
L*L	1	0.000037	0.000037	5.44	0.026
D*D	1	0.000073	0.000073	10.85	0.002
T*T	1	0.000004	0.000004	0.53	0.470
İkili	3	0.000134	0.000045	6.63	0.001
Etkileşim					
L*D	1	0.000003	0.000003	0.45	0.509
L*T	1	0.000040	0.000040	5.99	0.020
D*T	1	0.000091	0.000091	13.47	0.001

Çizelge 4. 28 (devam)

Kalıntı	35	0.000236	0.000007		
Uyum eksikliği	3	0.000166	0.000055	25.50	0.000
Saf hata	32	0.000070	0.000002		
Toplam	44	0.000739			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0025956	0.68	0.60	0.44	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu renk tonu değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden devir sayısı ve sıcaklık önemli bulunmuştur. Ayrıca lamba ve devir sayısının karelerinin de renk tonu üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-sıcaklık, devir-sıcaklık etkileşimlerinin önemli olduğu çizelge 4.28’de görülmektedir ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.00$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmaması nedeni ile renk tonu değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.15 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Sarı Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama SRB değerleri % cinsinden çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4. 29. UV uygulamaları ve ortalama SRB değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	SRB (%)
Kontrol	0	0	0	22.86±0.01 ^a
UV 1	1	3	4	22.31±0.03 ^h
UV 2	1	5	17	22.35±0.02 ^{gh}
UV 3	11	1	17	22.63±0.03 ^{bcd}
UV 4	6	1	30	22.76±0.03 ^{ab}
UV 5	1	3	30	22.60±0.01 ^{bcd}

Çizelge 4. 29 (devam)

UV 6	6	3	17	22.49±0.09 ^{efg}
UV 7	11	5	17	22.56±0.14 ^{cdef}
UV 8	11	3	30	22.87±0.02 ^a
UV 9	6	5	4	22.39±0.05 ^{fgh}
UV 10	11	3	4	22.47±0.02 ^{defgh}
UV 11	1	1	17	22.67±0.05 ^{bc}
UV 12	6	5	30	22.66±0.06 ^{bc}
UV 13	6	1	4	22.49±0.03 ^{efgh}

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 ($p < 0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin SRB değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.29'da gösterilmiştir. Değerler incelendiğinde UV 8 prosesinin en yüksek SRB değerine (%22.87±0.02), UV 1 prosesinin en düşük SRB değerine (%22.31±0.03) sahip olduğu, UV 8 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen SRB değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış, ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.30'da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.15'de verilmiştir.

Çizelge 4. 30. UV ile proses edilen şalgam sularının SRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	0.90415	0.226039	40.90	0.000
Lineer	3	0.86083	0.286945	51.92	0.000
Lamba (L)	1	0.13878	0.138776	25.11	0.000
Devir (D)	1	0.11468	0.114678	20.75	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.60738	0.607380	109.91	0.000

Çizelge 4. 30 (devam)

İkili	1	0.04332	0.043320	7.84	0.008
Etkileşim					
L*D	1	0.04332	0.043320	7.84	0.008
Kalıntı	40	0.22105	0.005526		
Uyum eksikliği	8	0.10025	0.012531	3.32	0.007
Saf hata	32	0.12080	0.003775		
Toplam	44	1.12521			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0743392	0.80	0.78	0.75	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde, şalgam suyu SRB değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklığın etkili olduğu anlaşılmaktadır. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-devir etkileşimlerinin de SRB değerleri üzerine etkilerinin önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.007$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmaması nedeni ile SRB değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.16 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Kırmızı Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama KRB değerleri % cinsinden çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4. 31. UV uygulamaları ve ortalama KRB değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	KRB (%)
Kontrol	0	0	0	51.66±0.05 ^e
UV 1	1	3	4	52.23±0.06 ^{bcd}
UV 2	1	5	17	50.86±0.04 ^f
UV 3	11	1	17	52.65±0.03 ^{ab}
UV 4	6	1	30	52.52±0.07 ^{abc}
UV 5	1	3	30	52.56±0.03 ^{abc}
UV 6	6	3	17	52.50±0.20 ^{abc}
UV 7	11	5	17	51.77±0.60 ^{de}
UV 8	11	3	30	52.08±0.04 ^{cde}
UV 9	6	5	4	52.53±0.11 ^{abc}
UV 10	11	3	4	52.29±0.06 ^{abcd}
UV 11	1	1	17	52.32±0.11 ^{abc}
UV 12	6	5	30	52.35±0.04 ^{abc}
UV 13	6	1	4	52.83±0.10 ^a

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin KRB değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.31’de gösterilmiştir. Değerler incelendiğinde UV 13 prosesinin en yüksek KRB değerine, UV 2 prosesinin en düşük KRB değerine sahip olduğu, UV 7 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen KRB değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış, ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.32’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.16’da verilmiştir.

Çizelge 4. 32. UV ile proses edilen şalgam sularının KRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	3	5.6939	1.89795	16.41	0.000
Lineer	1	2.9393	2.93930	25.41	0.000
Devir (D)	1	2.9393	2.93930	25.41	0.000
Square	2	2.7546	1.37728	11.91	0.000
L*L	2	2.7546	1.37728	11.91	0.000
T*T	1	0.6243	0.62433	5.40	0.025
Kalıntı	41	4.7422	0.11566		
Uyum eksikliği	9	3.5809	0.39787	10.96	0.000
Saf hata	32	1.1614	0.03629		
Toplam	44	10.4361			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.340094	0.55	0.51	0.44	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu KRB değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden devir sayısının etkili olduğu, lamba sayısının ve sıcaklığın karesinin de KRB değerleri üzerindeki etkilerinin önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.000$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile KRB değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.17 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Mavi Renk Bileşimi Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama MRB değerleri % cinsinden çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4. 33. UV uygulamaları ve ortalama MRB değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	MRB (%)
Kontrol	0	0	0	25.57±0.02 ^{cd}
UV 1	1	3	4	25.45±0.09 ^d
UV 2	1	5	17	26.82±0.10 ^a
UV 3	11	1	17	24.72±0.05 ^f
UV 4	6	1	30	24.75±0.06 ^f
UV 5	1	3	30	24.74±0.03 ^f
UV 6	6	3	17	25.44±0.24 ^d
UV 7	11	5	17	26.37±0.37 ^{ab}
UV 8	11	3	30	26.05±0.04 ^{bc}
UV 9	6	5	4	25.08±0.16 ^{def}
UV 10	11	3	4	25.30±0.14 ^{de}
UV 11	1	1	17	24.80±0.16 ^f
UV 12	6	5	30	24.90±0.04 ^{ef}
UV 13	6	1	4	24.75±0.08 ^f

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin MRB değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.33'de gösterilmiştir. Değerler incelendiğinde UV 2 prosesinin en yüksek MRB değerine (%26.82±0.10), UV 3 prosesinin en düşük MRB değerine (%24.72±0.05) sahip olduğu, UV 1 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen MRB değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni MRB değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden $p>0.05$ olan faktörler MRB değerleri için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.34’de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve MRB değerleri dönüşüm grafiği ise ek A.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 34. UV ile proses edilen şalgam sularının MRB değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	11.9924	2.99811	18.91	0.000
Lineer	1	6.4626	6.46259	40.77	0.000
Devir (D)	1	6.4626	6.46259	40.77	0.000
Square	2	3.9355	1.96776	12.41	0.000
L*L	1	1.6621	1.66212	10.49	0.002
T*T	1	1.9933	1.99330	12.57	0.001
İkili Etkileşim	1	1.5943	1.59432	10.06	0.003
L*T	1	1.5943	1.59432	10.06	0.003
Kalıntı	40	6.3408	0.15852		
Uyum eksikliği	8	5.3956	0.67445	22.83	0.000
Saf hata	32	0.9452	0.02954		
Toplam	44	18.3333			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.398147	0.65	0.62	0.56	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır.

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu MRB değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden devir sayısının etkili olduğu, lamba sayısının ve sıcaklığın karesinin de MRB değerleri üzerindeki etkilerinin önemli olduğu bulunmuştur. İkili etkileşimler incelendiğinde MRB değeri üzerinde lamba-sıcaklık etkileşimlerinin etkili olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.000$

olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile MRB değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

4.1.18 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun toplam fenolik madde (TFM) miktarı çizelge 4.35’de mg GAE/mL cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 35. UV uygulamaları ve ortalama TFM değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TFM(mg GAE/mL)
Kontrol	0	0	0	705.89±3.60 ^{abc}
UV 1	1	3	4	585.67±3.50 ^{ef}
UV 2	1	5	17	715.42±5.52 ^{abc}
UV 3	11	1	17	549.14±3.43 ^{fg}
UV 4	6	1	30	552.51±14.36 ^{fg}
UV 5	1	3	30	585.98±5.89 ^{ef}
UV 6	6	3	17	525.30±35.60 ^g
UV 7	11	5	17	734.43±0.95 ^a
UV 8	11	3	30	730.63±2.51 ^{ab}
UV 9	6	5	4	709.09±2.39 ^{abc}
UV 10	11	3	4	678.05±7.00 ^{bc}
UV 11	1	1	17	367.43±3.17 ^h
UV 12	6	5	30	663.79±3.84 ^{cd}
UV 13	6	1	4	614.17±3.49 ^{de}

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 ($p<0.05$).

Ateş (2019) tarafından yapılan bir çalışmada şalgam suyunun yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile proses edilmesi ile elde edilen sonuçlar 248.73-391.13 mg GAE/mL olarak belirtilmiştir. Yüksek hidrostatik basınç uygulamasıyla genel olarak şalgam suyunun fenolik madde miktarında artışlar görülmüştür. Aynı çalışmada şalgam suyunun ultrasonikasyon uygulamasıyla proses edilmesinden sonra

elde edilen fenolik madde miktarları 421.00-695.33 mgGAE/mL arasında bulunmuştur.

Cantos vd. (2000) üzümelerde, Lingegowdaru (2007) domateste ve Erkan vd. (2008) ise çileklerde yaptıkları çalışmalarda UV C uygulaması sonrası depolama süresince ürünlerde toplam fenolik madde miktarının kontrol meyvelerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Marquenie vd. (2003) ile Rivera vd. (2007) tarafından yapılan çalışmalarda UV-C uygulamalarının meyveler üzerindeki etkinliğinin iki şekilde ortaya çıktığını bunlardan birincisinin meyve yüzeyinde mikroorganizmayı öldürerek, ikincisinin ise fenolik maddeler, fitoaleksiner ve poliaminler gibi savunma mekanizması ile ilgili olan bileşiklerin sentezini artırarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Ekinci vd. (2014) ile Bayram vd. (2014) tarafından yapılan başka çalışmalarda da şalgam sularındaki toplam fenolik bileşik miktarının 455-858 mg GAE/L arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin TFM miktarlarına Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.35’de gösterilmiştir. Bu çalışmada fenolik madde miktarları 367.43-734.26 mg GAE/mL arasında değişmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda fenolik madde miktarlarında sabit bir aralık bulunmadığı görülmektedir. Bu durum fenolik madde miktarının, kullanılan hammadde çeşidine, oranına ve fermentasyon süresine göre değişmesinden kaynaklanmaktadır. Değerler incelendiğinde UV 7 prosesinin en yüksek TFM değerine, UV 11 prosesinin en düşük TFM değerine sahip olduğu, UV 9 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlar incelendiğinde fenolik madde artışının yüksek devir ve lamba sayısı uygulanan proseslerde görüldüğü saptanmıştır. Bu da UV etkisinin artmasıyla fenolik madde miktarının artması bilgisini doğrulamaktadır. Fakat, proseslerin hepsinde bir artış olmadığı için, hatta bazı proses uygulamalarında kontrol grubuna göre düşüşler görülmesi sebebiyle UV uygulamasının fenolik madde miktarını arttırdığı yönünde kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

Yapılan analizlerde elde edilen TFM değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış, ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen

terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.36’da, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.18’de verilmiştir.

Çizelge 4. 36. UV ile proses edilen şalgam sularının TFM değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	366.161	73232	33.86	0.000
Lineer	2	276.910	138455	64.02	0.000
Lamba (L)	1	71.852	71852	33.22	0.000
Devir (D)	1	71.852	71852	33.22	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.006338	0.006338	7.26	0.011
Square	3	89.251	29750	13.76	0.000
L*L	1	16.192	16192	7.49	0.009
D*D	1	8.712	8712	4.03	0.052
T*T	1	73.612	73612	34.04	0.000
Kalıntı	39	84.344	2163		
Uyum eksikliği	7	73.393	10485	30.64	0.000
Saf hata	32	10.951	342		
Toplam	44	450.505			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	46.5045	0.81	0.79	0.74	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu TFM değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, sıcaklığın ve lamba sayısının karelerinin de bu sistem üzerindeki etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.000$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile TFM değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.19 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Antioksidan Kapasitesi Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun toplam antioksidan aktivite (TAA) ortalama değerleri çizelge 4.37’ de % cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 37. UV uygulamaları ve ortalama antioksidan aktivitesi değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TAA (%)
Kontrol	0	0	0	83.50±0.84 ^b
UV 1	1	3	4	66.08±0.75 ^f
UV 2	1	5	17	73.04±0.03 ^{cde}
UV 3	11	1	17	72.48±0.60 ^{de}
UV 4	6	1	30	71.31±0.45 ^e
UV 5	1	3	30	73.30±0.48 ^{cd}
UV 6	6	3	17	73.02±0.75 ^d
UV 7	11	5	17	86.94±0.56 ^a
UV 8	11	3	30	87.45±1.07 ^a
UV 9	6	5	4	74.86±0.12 ^c
UV 10	11	3	4	72.98±0.84 ^{de}
UV 11	1	1	17	66.83±0.42 ^f
UV 12	6	5	30	74.29±0.21 ^{cd}
UV 13	6	1	4	74.26±0.03 ^{cd}

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 ($p<0.05$).

Ateş (2019) tarafından yapılan çalışmada şalgam suyunun yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile proses edilmesi ile elde edilen TAA sonuçları % 68.84-71.74 olarak belirtilmiştir. Yüksek hidrostatik basınç uygulamasıyla şalgam suyunun antioksidan aktivitesinin azaldığı görülmüştür. Aynı çalışmada şalgam suyunun ultrasonikasyon uygulamasıyla proses edilmesinden sonra elde edilen TAA sonuçları % 63.58-72.21 arasında değişmektedir. Kontrol grubuna göre proses edilen ürünlerin

antioksidan aktivitelerinde artış olduğu bildirilmiştir. Yenilikçi teknolojilerin şalgam suyunun antioksidan aktivitelerine etkileri farklılıklar göstermektedir.

Higashio vd. (1999), Costa vd. (2006), ve Erkan vd. (2008) yaptıkları çalışmalarda UV uygulamasının farklı meyve ve sebzelerde antioksidan madde birikimini artırdığını bildirmişlerdir. UV uygulamalarının fenolik madde miktarı üzerine arttırıcı etkisi nedeniyle, antioksidan kapasitelerini de yükselttiği düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin TAA değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.37'de gösterilmiştir. Bu çalışmada TAA değerleri % 66.83-87.45 arasında değişmektedir. Yapılan önceki çalışmalarla kıyaslandığında TAA değerleri diğer çalışmalardaki aralıklardan daha yüksek çıkmıştır.

Yenilikçi teknolojilerden yüksek hidrostatik basınç uygulamasının etkisi TAA değerini azaltıcı yönde etki yaparken, ultrasonikasyon uygulamasının arttırıcı yönde etki ettiği saptanmıştır (Ateş, 2019). Bu çalışma ile kıyaslandığında ultrasonikasyon uygulaması ile UV uygulamasının antioksidan aktivitesini arttırıcı yönde etki ettiği, UV uygulamasının TAA değerini ultrasonikasyon uygulamasına göre daha fazla arttırdığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde UV 8 prosesinin en yüksek TAA değerine, UV 1 prosesinin en düşük TAA değerine sahip olduğu, UV 7 prosesinin ise kontrol grubuna en yakın proses olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlar incelendiğinde TAA değerinin artışının yüksek devir ve lamba sayısı uygulanan proseslerde görüldüğü saptanmıştır. Fenolik madde ile etkinliğinin benzer olması antioksidan bağlama kapasitesinin artışının, fenolik madde artış ile ilişkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen TAA değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara, ikinci dereceden modelleme uygulanmış ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.38'de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.19'da verilmiştir.

Çizelge 4. 38. UV ile proses edilen şalgam sularının TAA değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1	220.56	220.560	7.74	0.008
Lineer	1	220.56	220.560	7.74	0.008
Devir (D)	1	220.56	220.560	7.74	0.008
Kalıntı	43	1224.83	28.485		
Uyum eksikliği	11	1212.87	110.261	294.83	0.000
Saf hata	32	11.97	0.374		
Toplam	44	1445.39			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	5.33709	0.15	0.13	0.08	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır.

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde, şalgam suyu TAA değerleri üzerinde UV proses faktörlerinden devir sayısı önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.000$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile TAA değeri için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

4.1.20 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) Değeri Üzerine Etkisi

Deneme desenindeki koşullara göre proses edilen şalgam suyunun ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol örneğinin ortalama TMA değerleri çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4. 39. UV uygulamaları ve ortalama TMA değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TMA (mg/mL)
Kontrol	0	0	0	13.73±0.07 ^a
UV 1	1	3	4	13.19±0.11 ^{ab}
UV 2	1	5	17	10.08±1.86 ^f
UV 3	11	1	17	7.60±0.12 ^g
UV 4	6	1	30	9.95±0.14 ^f
UV 5	1	3	30	10.28±0.27 ^{ef}
UV 6	6	3	17	13.42±0.31 ^a
UV 7	11	5	17	11.96±0.23 ^{bcd}
UV 8	11	3	30	11.79±0.06 ^{bcd}
UV 9	6	5	4	13.26±0.09 ^{ab}
UV 10	11	3	4	11.78±0.23 ^{bcd}
UV 11	1	1	17	11.20±0.52 ^{cdef}
UV 12	6	5	30	12.52±0.04 ^{abc}
UV 13	6	1	4	10.62±0.15 ^{def}

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 ($p<0.05$).

Ateş (2019) tarafından yapılan çalışmada şalgam suyunun yüksek hidrostatik basınç uygulaması ile proses edilmesi ile elde edilen TMA değerleri 1.38-5.50 mg/mL olarak belirtilmiştir. Uygulanan prosesin şalgam suyu TMA değerini arttırdığı bildirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin TMA değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.39'da gösterilmiştir. Bu çalışmada elde edilen TMA değerleri 7.60-13.73 mg/mL arasında değişmektedir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek TMA değerinin UV 6 prosesinde, en düşük TMA değerinin UV 3 prosesinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 6 prosesinde olduğu belirlenmiştir. TMA değerleri incelendiğinde, devir sayısı 3 ile 5 olan proseslerin değerleri, kontrol örneğine yakın bulunurken,

devir sayısı azaldığında toplam monomerik antosiyanin miktarlarında azalmalar görülmüştür.

Yapılan önceki çalışmalarla kıyaslandığında bu çalışmada TMA değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durumun, kullanılan hammadde çeşidi, oranı ve fermentasyon süresi gibi faktörlerden kaynaklandığı kontrol gruplarının da aynı düzeyde farklılık göstermesinden anlaşılmaktadır.

Yapılan analizlerde elde edilen TMA değerlerine tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni TMA değerlerine ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden $p > 0.05$ olan faktörler TMA değerleri için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Modellemesi yapılan TMA değerleri için UV ile proses edilen şalgam suyunun TMA değerlerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayılarını gösteren sonuçlar çizelge 4.40'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve TMA değerleri dönüşüm grafiği ise ek A.20'de verilmiştir.

Çizelge 4. 40. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMA değerlerinin kodlu gösterim modeli için revize ANOVA sonuçları ve tahmini regresyon katsayıları

Terimler	Coef	SE Coef	P
Sabit (Constant)	1.064	0.118	0.000
Lineer			
D	0.4638	0.0724	0.018
T	-0.2701	0.0724	0.001
Square			
L ²	-0.908	0.107	0.000
D ²	-0.942	0.107	0.000
T ²	-0.250	0.107	0.024
Interaction			
L*D	0.551	0.102	0.000
L*T	0.347	0.102	0.002

Çizelge 4. 40 (devam)

Uyum eksikliği		0.121	
(Lack-of-fit)			
R değeri (%)	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
	0.86	0.84	0.81

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Çizelge 4.40 incelendiğinde, UV prosesi uygulanmış şalgam suyu TMA miktarı üzerinde etki eden faktörlerden devir sayısı ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte sıcaklığın, lamba ve devir sayısının karelerinin de sistem üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-devir, lamba-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). TMA miktarı üzerine UV prosesinin yanıt yüzey tasarımı ile modellenmesinde modelin uyum eksikliği değeri 0.121 olarak bulunmuş ve bu değer $p > 0.05$ ' den büyük olduğu için sistem başarılı şekilde modellenmiştir. Modellenen UV prosesi uygulanmış TMA değerine ait bazı model çıktılarından R^2 , düzeltilmiş R^2 ve tahmini R^2 sırasıyla 0.86, 0.84 ve 0.81 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.40).

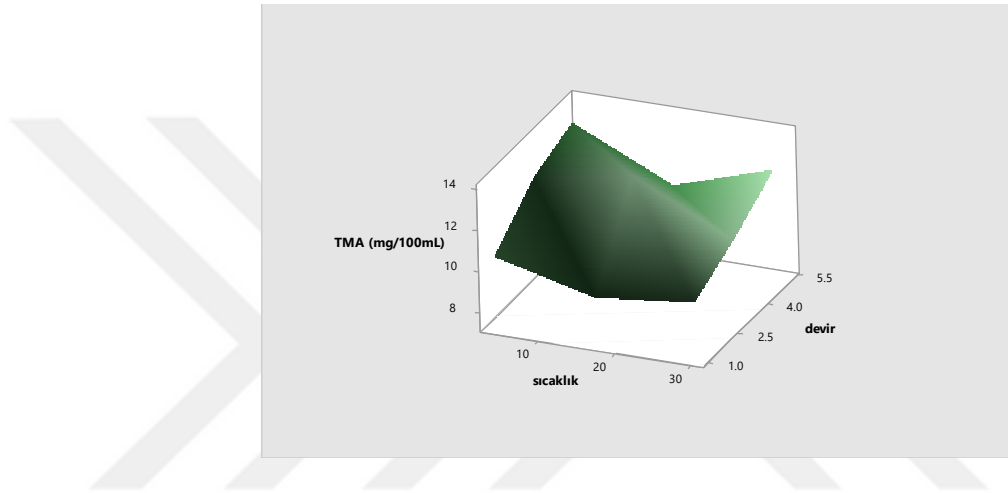
Modellemeyle UV uygulaması ile şalgam suyunun TMA miktarı üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörlere karar verildikten sonra bu faktörlerin katsayıları kullanılarak herhangi bir UV uygulama parametresinde TMA değerinin tahmin edilmesini sağlayacak olan matematiksel eşitlik (4.2) bulunmuş ve aşağıda verilmiştir.

$$\text{TMA} = -1.064 + 0.464 \cdot D - 0.270 \cdot T - 0.908 \cdot L \cdot L - 0.942 \cdot D \cdot D - 0.259 \cdot T \cdot T + 0.551 \cdot L \cdot D - 0.347 \cdot L \cdot T \quad (4.2)$$

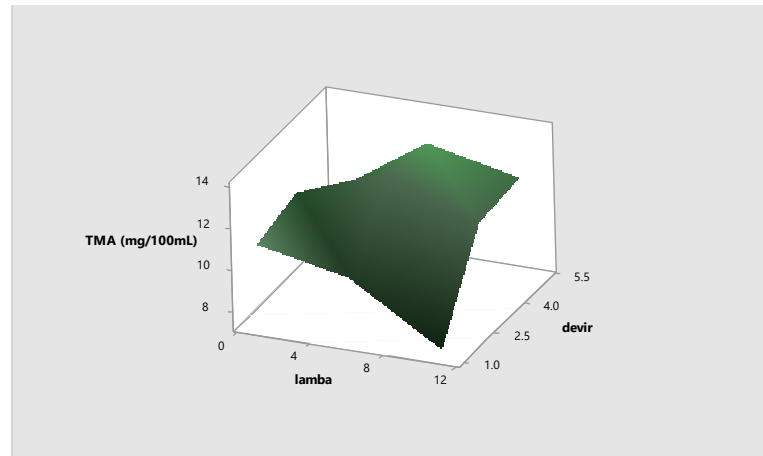
TMA üzerine etki eden en etkin faktörler sırasıyla devir sayısı (0.464), başlangıç sıcaklığı (0.270) olarak bulunmuştur. Uygulama sıcaklığı negatif etki gösterirken, uygulama devri pozitif etki göstermektedir (Eşitlik 4.2). Elde edilen matematiksel eşitliği daha net anlaşılmasını sağlayacak olan yüzey grafikleri (3D) şekil 4.7, şekil 4.8 ve şekil 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.7'de TMA değerinin sabit lamba sayısında sıcaklığının (17 °C)'ye kadar artmasıyla azaldığı (17 °C)'den sonra

sıcaklığın artmasıyla arttığı görülmektedir. Devir sayısının artması ile TMA değerlerinin lineer şekilde artacağı anlaşılmaktadır.

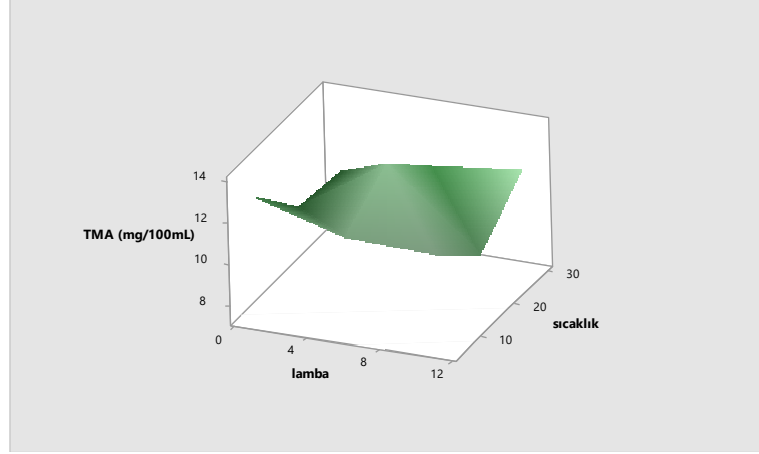
Şekil 4.8’de TMA değerinin sabit bir sıcaklıkta lamba sayısının artmasıyla azalacağı, devir sayısının artması ile artacağı anlaşılmaktadır. Şekil 4.9’da sabit devir sayısı ile lamba sayısının artmasıyla TMA değerinin önce azaldığı sonrasında sabitlendiği görülmektedir. Sıcaklığın artmasıyla ise TMA değerinin lineer şekilde artacağı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. 7. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve devir sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği



Şekil 4. 8. Şalgam suyuna UV uygulanmasında lamba ve devir sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği



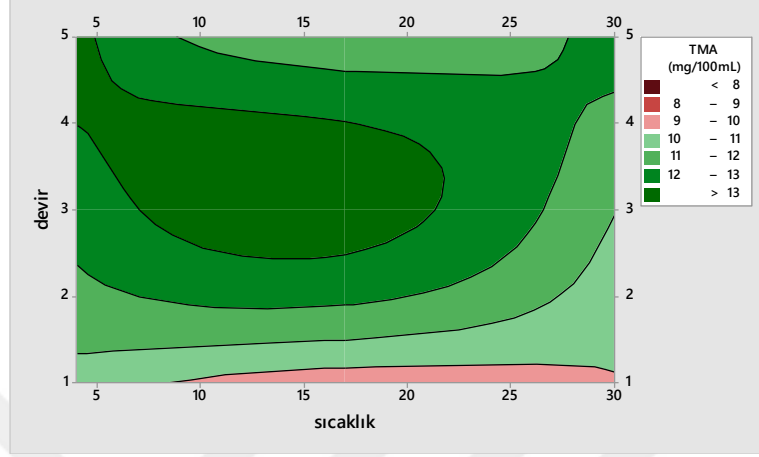
Şekil 4. 9. Şalgam suyuna UV uygulanmasında sıcaklık ve lamba sayısının TMA değerine etkisinin 3D grafiği

Şekil 4.10.'da sabit lamba sayısında devir ve sıcaklık değişimi ile TMA sayısının değişiminin kontör (2D) grafiği verilmiştir. Sıcaklık ve devir sayısının etkileşimi incelendiğinde belirli bir alanda sıcaklığın azalmasıyla ve devir sayısının artmasıyla TMA değerinin arttığı anlaşılmaktadır. Sıcaklık ve devir sayısının etkileşiminin TMA üzerinde önemli olduğu kontör grafiğinden görülmektedir ($p<0.05$).

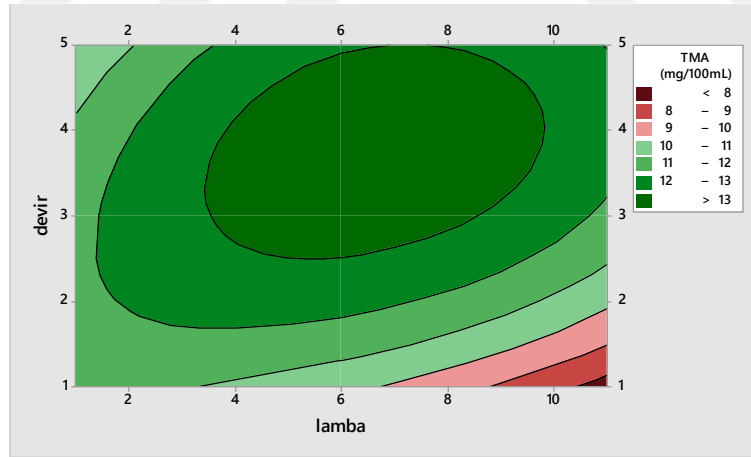
Şekil 4.11' de sabit sıcaklıkta devir ve lamba sayısının TMA değerine etkisinin değişimi kontör (2D) grafiği verilmiştir. Lamba sayısı (4-8) ile devir sayısı (3-5 devir) TMA değerinin artmasında etkili iken lamba sayısının bu aralık dışında artması veya azalması TMA değerini düşürmektedir. Lamba ve devir sayısının etkileşiminin TMA üzerinde sadece belirli aralıklarda etkili olduğu bunun dışındaki aralıklarda sıcaklık ve devir sayısı etkileşiminin TMA değeri üzerinde etkisinin olmadığı kontör grafiğinde görülmektedir.

Şekil 4.12'de sabit devirde sıcaklık ve lamba sayısının etkileşiminin TMA değerine etkisinin gösterildiği kontör (2D) grafiği verilmiştir. Lamba sayısı (4-7) ile sıcaklık (9-22 °C) TMA değerinin artmasında etkili iken lamba sayısının ve sıcaklığın bu aralık dışında artması veya azalması TMA değerini düşürmektedir.

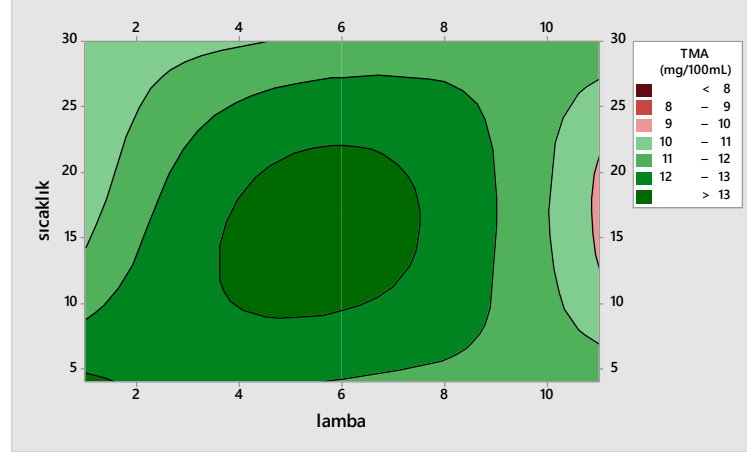
Lamba sayısı ve sıcaklık etkileşiminin TMA üzerinde sadece belirli aralıklarda etkili olduğu bunun dışındaki aralıklarda lamba sayısı ve sıcaklık etkileşiminin TMA değeri üzerinde etkisinin olmadığı kontör grafiğinde görülmektedir.



Şekil 4. 10. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve devir parametrelerinin TMA değerine etkisi



Şekil 4. 11. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda lamba ve devir parametrelerinin TMA değerine etkisi



Şekil 4. 12. UV proseslerine tabi tutulan şalgam suyunda sıcaklık ve lamba parametrelerinin TMA değerine etkisi

4.1.21 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu İndirgen Şeker Miktarı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun indirgen şeker ortalama değerleri g/L cinsinden çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4. 41.UV uygulamaları ve ortalama indirgen şeker değerleri

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	İndirgen Şeker Miktarı (g/L)
Kontrol	0	0	0	0.10±0.00 ^b
UV 1	1	3	4	0.10±0.00 ^b
UV 2	1	5	17	0.10±0.00 ^b
UV 3	11	1	17	0.10±0.00 ^b
UV 4	6	1	30	0.10±0.00 ^b
UV 5	1	3	30	0.10±0.00 ^b
UV 6	6	3	17	0.10±0.00 ^b
UV 7	11	5	17	0.11±0.00 ^{ab}

Çizelge 4. 41 (devam)

UV 8	11	3	30	0.11±0.00 ^{ab}
UV 9	6	5	4	0.11±0.00 ^{ab}
UV 10	11	3	4	0.10±0.00 ^b
UV 11	1	1	17	0.10±0.00 ^b
UV 12	6	5	30	0.10±0.00 ^b
UV 13	6	1	4	0.12±0.00 ^a

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin indirgen şeker değerlerine Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.41’de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde indirgen şeker değerinin uygulanan UV prosesleri ve kontrol grubu ile yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Uygulanan prosesin indirgen şeker üzerine etkisi olmadığı anlaşılmaktadır.

Yapılan analizlerde elde edilen indirgen şeker sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyen çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.42’de tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.21’de verilmiştir.

Çizelge 4. 42. UV ile proses edilen şalgam sularının indirgen şeker değerlerinin ikinci dereceden matematiksel modelleme revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	5	0.001564	0.000313	9.55	0.000
Lineer	2	0.000843	0.000422	12.87	0.000
Lamba (L)	1	0.000330	0.000330	10.07	0.003

Çizelge 4. 42 (devam)

Sıcaklık	1	0.000513	0.000513	15.67	0.000
(T)					
Square	2	0.000551	0.000276	8.42	0.001
L*L	1	0.000388	0.000388	11.86	0.001
T*T	1	0.000200	0.000200	6.11	0.018
İkili	1	0.000169	0.000169	5.15	0.029
Etkileşim					
L*D	1	0.000169	0.000169	5.15	0.029
Kalıntı	39	0.001278	0.000033		
Uyum	7	0.000621	0.000089	4.33	0.002
eksikliği					
Saf hata	32	0.000656	0.000021		
Toplam	44	0.002841			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	0.0057236	0.55	0.49	0.44

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

ANOVA tablosu incelendiğinde UV prosesi uygulanmış şalgam suyu indirgen şeker miktarı üzerinde etki eden faktörlerden lamba sayısı ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, sıcaklığın ve lamba sayısının karelerinin de sistem üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-devir, etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p = 0.002$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p > 0.05$ olmaması nedeni ile indirgen şeker değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.22 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Uçar Asit Sayısı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş

şalgam suyunun uçar asit (UA) miktarının ortalama değerleri çizelge 4.43’de g/L asetik asit cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 43. UV uygulamaları ve ortalama uçar asit miktarları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	Uçar Asit (g/L asetik asit)
Kontrol	0	0	0	0.24±0.00 ^a
UV 1	1	3	4	0.24±0.00 ^a
UV 2	1	5	17	0.24±0.00 ^a
UV 3	11	1	17	0.24±0.00 ^a
UV 4	6	1	30	0.24±0.00 ^a
UV 5	1	3	30	0.24±0.00 ^a
UV 6	6	3	17	0.24±0.00 ^a
UV 7	11	5	17	0.24±0.00 ^a
UV 8	11	3	30	0.24±0.00 ^a
UV 9	6	5	4	0.24±0.00 ^a
UV 10	11	3	4	0.24±0.00 ^a
UV 11	1	1	17	0.24±0.00 ^a
UV 12	6	5	30	0.24±0.00 ^a
UV 13	6	1	4	0.24±0.00 ^a

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 UV ile şalgam suyunun proses edilmesiyle uçar asit miktarının değişmediği görülmektedir. Bu nedenle,UV proses parametrelerinin uçar asit miktarı üzerinde bir etkisi olmadığı için modelleme uygulanamamaktadır.

4.1.23 UV Uygulamalarının Şalgam Suyu Toplam Maya Küf (TMK) Sayısı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam sularının PDA besiyerinde sayılan canlı toplam maya küf (TMK) ortalama sayıları log kob/mLcinsinden çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4. 44. UV uygulamaları ve ortalama TMK sayıları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TMK (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	2.39±0.09 ^a
UV 1	1	3	4	1.55±1.13 ^{bcd}
UV 2	1	5	17	0.00±0.00 ^e
UV 3	11	1	17	1.42±0.10 ^{cd}
UV 4	6	1	30	1.42±0.10 ^{cd}
UV 5	1	3	30	1.32±0.15 ^d
UV 6	6	3	17	1.31±0.11 ^d
UV 7	11	5	17	0.00±0.00 ^e
UV 8	11	3	30	0.00±0.00 ^e
UV 9	6	5	4	0.00±0.00 ^e
UV 10	11	3	4	1.26±0.24 ^d
UV 11	1	1	17	1.65±0.16 ^{bc}
UV 12	6	5	30	0.00±0.00 ^e
UV 13	6	1	4	1.84±0.06 ^b

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 ($p<0.05$).

George (2015) tarafından domates üzerine yapılan bir çalışma da UV-C ışık yüzey uygulamasında çürümeye sebep olan mikroorganizmaların UV-C ışık müdahalesi sonucu çürüme oluşumunu ne oranda etkileyebilecekleri araştırılmıştır. Çalışmada domates yüzeylerine 1.3-40 kJ/m² aralığındaki dozlarda UV-C ışık uygulamış ve siyah küf (*Alternaria alternata*), gri küf (*Botrytis cinerea*) ve *Rhizopus stolonifer* mikroorganizmalarının sebep olacağı çürüme oranlarının sırasıyla %14, 44 ve 58 oranlarına düşürülmeleri sağlanmıştır.

Stevens (2005) tarafından yapılan bir çalışmada UV ışık uygulamasının meyvelerde *Monilinia* ve *Penicillium* türlerinin sebep olduğu bozulmaları azalttığını belirtmiştir. Charles vd. (2008) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 0.5 J/cm² dozda UV uygulamasının küf kaynaklı mango çürümesini % 60 oranında azalttığını göstermiştir. Ayrıca 0.37 J/cm² dozda ultraviyole uygulamasının domateslerde *B. cinerea* gelişimini azalttığı belirtilmiştir.

Bu çalışma kapsamında kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin TMK sayılarına Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.44'de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek canlı TMK sayısının (1.65±0.16log kob/mL) UV 11 prosesinde, en düşük TMK sayılarının (0.00±0.00 log kob/mL) UV 2, UV 7, UV 8 ve UV 9 proseslerinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 11 prosesinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde proseslerin TMK sayılarını azalttığı görülmektedir. Bu da proseslerin TMK sayısını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.

Yapılan analizlerle elde edilen canlı TMK sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeyi çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.45'de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.22'de verilmiştir.

Çizelge 4. 45. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMK sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	6	20.1946	3.3658	68.66	0.000
Lineer	3	17.6777	5.8926	120.20	0.000
Lamba (L)	1	1.2734	1.2734	25.98	0.000
Devir (D)	1	15.0275	15.0275	306.54	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.3768	1.3768	28.08	0.000
Square	2	1.7269	0.8634	17.61	0.000

Çizelge 4. 45 (devam)

L*L	1	0.2678	0.2678	5.46	0.025
D*D	1	1.5421	1.5421	31.46	0.000
İkili	1	0.7901	0.7901	16.12	0.000
Etkileşim					
L*T	1	0.7901	0.7901	16.12	0.000
Kalıntı	38	1.8629	0.0490		
Uyum	6	1.4779	0.2463	20.47	0.000
eksikliği					
Saf hata	32	0.3850	0.0120		
Toplam	44	22.0575			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.221411	0.92	0.90	0.87	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır

ANOVA tablosu incelendiğinde UV prosesi uygulanmış şalgam suyu canlı TMK değerleri üzerinde etki eden faktörlerden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte lamba ve devir sayısının karelerinin de sistem üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.000$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile canlı TMK değeri için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.24 UV Uygulamalarının Şalgam Suyunun Canlı Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam sularının PCA besiyerinde sayılan canlı toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları çizelge 4.46'da log kob/mL cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 46. UV uygulamaları ve ortalama TMAB sayıları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	TMAB (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	2.95±0.13 ^a
UV 1	1	3	4	2.34±0.13 ^b
UV 2	1	5	17	1.96±0.07 ^d
UV 3	11	1	17	2.10±0.05 ^{cd}
UV 4	6	1	30	1.67±0.06 ^e
UV 5	1	3	30	2.45±0.08 ^b
UV 6	6	3	17	1.62±0.07 ^e
UV 7	11	5	17	0.00±0.00 ^g
UV 8	11	3	30	1.36±0.10 ^f
UV 9	6	5	4	0.00±0.00 ^g
UV 10	11	3	4	1.30±0.00 ^f
UV 11	1	1	17	2.24±0.11 ^{bc}
UV 12	6	5	30	1.36±0.10 ^f
UV 13	6	1	4	2.37±0.09 ^b

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 ($p<0.05$).

Reinemann vd. (2006) taze inek sütüne 1.5 kJ/L UV uygulamasının toplam canlı organizma sayısında 3 log'luk bir azalma meydana getirdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, laboratuvar düzeyinde ve pilot düzeyde UV uygulamaları arasında toplam aerobik mezofilik, koliform ve psikrofil bakteri sayılarında görülen azalmalar bakımından önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, yüksek doz UV uygulamasının süt ve ürünlerinde duyuusal açıdan problem yaratabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Tran vd. (2004) tarafından portakal suyuna, tek bir UV lambalı ince film reaktör kullanarak 120 mJ/cm² UV dozu uygulanmış ve aerobik bakteri sayısında 3 log, maya-küf sayısında ise 2 log azalma sağlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek TMAB sayıları (2.45 ± 0.08 log kob/mL) UV 5 prosesinde, en düşük değerlerinin (0.00 ± 0.00 log kob/mL) UV 7 ve UV 9 proseslerinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 5 prosesinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde proseslerin TMAB sayılarını azalttığı görülmektedir. Bu da proseslerin TMAB sayısını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.

Yapılan analizler elde edilen TMAB sayıları sonuçlarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilediği belirlenen sonuçlara ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. ANOVA çıktılarında önemsiz olduğu belirlenen terimler modellemeden çıkarılmıştır. Elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.47’de, tüm terimleri içeren ANOVA çıktıları ise ek A.23’te verilmiştir.

Çizelge 4. 47. UV ile proses edilen şalgam suyunun TMAB sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7	23.8173	3.40246	402.24	0.000
Lineer	3	16.5772	5.52575	653.26	0.000
Lamba (L)	1	6.7507	6.75072	798.08	0.000
Devir (D)	1	9.2005	9.20049	920.42	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.2494	0.24940	29.48	0.000
Square	2	1.5928	0.79641	94.15	0.000
L*L	1	0.5970	0.59700	70.58	0.000
D*D	1	0.8839	0.88391	104.50	0.000
İkili	2	5.6472	2.82360	333.81	0.000
Etkileşim					
L*D	1	2.4433	2.44331	288.85	0.000
D*T	1	3.2039	3.20389	378.77	0.000
Kalıntı	37	0.3130	0.00846		

Çizelge 4. 47 (devam)

Uyum eksikliği	5	0.1282	0.02565	4.44	0.003
Saf hata	32	0.1847	0.00577		
Toplam	44	24.1302			

Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2
R^2 değerleri (%)	0.0919712	0.99	0.98	0.98

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır

ANOVA tablosu incelendiğinde şalgam suyu UV prosesi uygulanmış şalgam suyu TMAB sayıları üzerinde etki eden faktörlerden lamba sayısı, devir sayısı ve sıcaklık önemli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte lamba ve devir sayısının karelerinin de sistem üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-devir, devir-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.003$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile TMAB sayıları için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.25 UV Uygulamalarının Şalgam Suyundaki Canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun deneme desenindeki parametrelere göre proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam sularının MRS besiyerinde sayılan canlı *Lactobacillus paracasei* sayısı çizelge 4.48'de log kob/mL cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 48. UV uygulamaları ve ortalama canlı *Lactobacillus paracasei* sayıları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	<i>Lactobacillus paracasei</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	3.08±0.03 ^a
UV 1	1	3	4	2.37±0.13 ^{bcd}
UV 2	1	5	17	1.93±0.16 ^{ef}
UV 3	11	1	17	2.50±0.00 ^{bc}
UV 4	6	1	30	2.43±0.00 ^{bc}
UV 5	1	3	30	2.22±0.19 ^{cde}
UV 6	6	3	17	2.12±0.14 ^{de}
UV 7	11	5	17	1.78±0.00 ^f
UV 8	11	3	30	2.05±0.16 ^{def}
UV 9	6	5	4	1.81±0.20 ^f
UV 10	11	3	4	2.30±0.00 ^{bcd}
UV 11	1	1	17	2.60±0.00 ^b
UV 12	6	5	30	2.01±0.19 ^{def}
UV 13	6	1	4	2.33±0.05 ^{bcd}

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin *L. paracasei* sayılarına Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.48’de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek canlı *L. paracasei* sayıları (2.60±0.00 log kob/mL) UV 11 prosesinde, en düşük değerinin (1.78±0.00 log kob/mL) UV 7 prosesinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 11 prosesinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kontrol grubuna göre bütün proseslerde azalmalar görülmektedir. Bu da prosesin *L. paracasei* sayısı üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen *L. paracasei* sayılarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni *L. paracasei* sayılarına ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden $p>0.05$ olan faktörler *L. paracasei* sayıları için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.49'da, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve *L. paracasei* sayıları dönüşüm grafiği ise ek A.24'de verilmiştir.

Çizelge 4. 49. UV ile proses edilen şalgam suyunun *Lactobacillus paracasei* sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	2.25080	0.25009	11.17	0.000
Lineer	3	2.14046	0.71349	31.88	0.000
Lamba (L)	1	0.09169	0.09169	4.10	0.051
Devir (D)	1	2.04364	2.04364	91.30	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00514	0.00514	0.23	0.635
Square	3	0.09298	0.03099	1.38	0.264
L*L	1	0.08606	0.08606	3.84	0.058
D*D	1	0.00004	0.00004	0.00	0.966
T*T	1	0.01052	0.01052	0.47	0.498
İkili Etkileşim	3	0.01735	0.00578	0.26	0.855
L*D	1	0.00267	0.00267	0.12	0.732
L*T	1	0.00691	0.00691	0.31	0.582
D*T	1	0.00777	0.00777	0.35	0.559
Kalıntı	35	0.78339	0.02238		
Uyum eksikliği	3	0.26637	0.08879	5.50	0.004
Saf hata	32	0.51702	0.01616		
Toplam	44	3.03419			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.149608	0.74	0.68	0.57	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır

ANOVA tablosu incelendiğinde UV prosesi uygulanmış şalgam suyu canlı *L. paracasei* sayıları üzerinde etki eden faktörlerden sadece devir sayısı önemli olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.004$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile canlı *L. paracasei* sayıları için sistem başarılı şekilde modellenememiştir.

4.1.26 UV Uygulamalarının Şalgam Suyundaki Canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* Sayısı Üzerine Etkisi

Şalgam suyunun farklı UV (1-11 lamba), devir (1-5 devir) ve sıcaklık (4-30 °C) koşullarında proses edilmesinden sonra elde edilen ürünün ve proses edilmemiş şalgam suyunun M17 besiyerinde sayılan canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sonuçları çizelge 4.50'de log kob/mL cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4. 50. UV uygulamaları ve ortalama canlı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayıları

Proses no	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> (log kob/mL)
Kontrol	0	0	0	3.19±0.04 ^a
UV 1	1	3	4	2.50±0.11 ^{bc}
UV 2	1	5	17	2.04±0.00 ^{efg}
UV 3	11	1	17	2.47±0.13 ^{bcd}
UV 4	6	1	30	2.50±0.00 ^{bc}
UV 5	1	3	30	2.50±0.00 ^{bc}
UV 6	6	3	17	2.29±0.09 ^{cde}
UV 7	11	5	17	1.90±0.09 ^g
UV 8	11	3	30	2.31±0.05 ^{bcdef}
UV 9	6	5	4	1.99±0.25 ^{fg}
UV 10	11	3	4	2.60±0.00 ^b

Çizelge 4. 50 (devam)

UV 11	1	1	17	2.58±0.10 ^b
UV 12	6	5	30	2.16±0.20 ^{defg}
UV 13	6	1	4	2.50±0.12 ^{bc}

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 ($p<0.05$).

Kontrol grubu ve proses işlemi uygulanmış ürünlerin *L. lactis* subsp. *cremoris* sayılarına Tukey karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar çizelge 4.48'de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde en yüksek canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları ($2.60±0.00$ log kob/mL) UV 10 prosesinde, en düşük sayılarının ($1.90±0.09$ log kob/mL) UV 7 prosesinde ve kontrol grubuna en yakın sonuçların ise UV 10 prosesinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde *L. lactis* subsp. *cremoris* sayılarında proses edilmiş ürünlerde kontrol gruplarına göre azalmalar görülmüştür. Bu durum uygulanan prosesin, *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Yapılan analizlerde elde edilen *L. lactis* subsp. *cremoris* sayılarına tek yönlü ANOVA istatistik analizi yapıldıktan sonra normal dağılım sergilemediği belirlenen değerlere ilk olarak Johnson dönüşümü uygulanmış ve dönüşümden sonra normal dağılım sergileyen yeni *L. lactis* subsp. *cremoris* sayılarına ikinci dereceden matematiksel modelleme yapılmıştır. Modellemeden $p>0.05$ olan faktörler *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları için önemsiz olarak belirlenmiş ve p değeri büyük olandan başlanarak hiyerarşik olarak modellemeden çıkarılmıştır. Böylece elde edilen revize ANOVA sonuçları çizelge 4.51'de, tüm terimleri içeren ANOVA sonuçları ve *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları dönüşüm grafiği ise ek A.25'de verilmiştir.

Çizelge 4. 51. UV ile proses edilen şalgam suyunun *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sayıları için ikinci dereceden matematiksel modelleme ile belirlenen parametrelerin revize ANOVA çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	4	1.82403	0.45601	28.67	0.000
Lineer	1	1.44512	1.44512	90.85	0.000
Devir (D)	1	1.44512	1.44512	90.85	0.000
Square	2	0.31387	0.15694	9.87	0.000
D*D	1	0.16434	0.16434	10.33	0.003
T*T	1	0.12727	0.12727	8.00	0.007
İkili Etkileşim	1	0.06504	0.06504	4.09	0.050
L*T	1	0.06504	0.06504	4.09	0.050
Kalıntı	40	0.63626	0.01591		
Uyum eksikliği	8	0.23479	0.02935	2.34	0.042
Saf hata	32	0.40147	0.01255		
Toplam	44	2.46029			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.126121	0.74	0.72	0.67	

*Uyum eksikliği $p>0.05$ olmalıdır

Revize ANOVA tablosu incelendiğinde, UV prosesi uygulanmış şalgam suyu canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları üzerinde etki eden faktörlerden devir sayısı önemli olarak bulunmuştur. Bununla birlikte sıcaklık ve devir sayısının karelerinin de sistem üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. İkili etkileşimler incelendiğinde lamba-sıcaklık etkileşimlerinin de bu proses üzerinde etkileri önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Modellemede uyum eksikliği değeri $p=0.042$ olarak belirlenmiştir. Modelin uyum eksikliği değerinin $p>0.05$ olmaması nedeni ile canlı *L. lactis* subsp. *cremoris* sayıları için sistem başarılı bir şekilde modellenememiştir.

4.1.27 UV Uygulamalarının Şalgam Suyunun Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

UV ile proses edilmiş şalgam suları ve kontrol örneği duyusal değerlendirme analizleri yapılmış ve elde edilen verilerin kontrol örneği ile karşılaştırmalı sonuçları çizelge 4.52’de verilmiştir.



Çizelge 4. 52. UV uygulamasının şalgam suyunun duyuşal özellikleri üzerine etkileri

Proses no	Bulanıklık-berraklık	Matlık-parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-partikül	Koku- aroma	Yoğunluk	Şalgam tadı	Acı tad	Eksi tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	6.00±1.00 ^a	7.67±1.53 ^a	6.00±1.00 ^a	6.67±1.16 ^a	6.33±1.16 ^a	7.33±1.16 ^a	8.67±0.58 ^a	7.33±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	6.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^a
UV 1	7.67±1.53 ^a	8.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	7.67±2.08 ^a	8.67±0.58 ^a	8.33±1.53 ^a	7.67±2.08 ^a	7.33±1.53 ^a	7.67±2.08 ^a	6.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a
UV 2	7.00±0.00 ^a	7.33±1.16 ^a	7.33±1.53 ^a	6.33±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	7.67±0.58 ^a	8.33±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a	7.33±0.58 ^a	7.33±1.16 ^a	7.67±0.58 ^a
UV 3	8.00±1.00 ^a	6.67±1.16 ^a	7.33±0.58 ^a	8.33±0.58 ^a	8.00±1.73 ^a	8.33±1.53 ^a	7.00±1.00 ^a	7.33±0.58 ^a	7.00±0.00 ^a	6.33±0.58 ^a	6.67±1.16 ^a
UV 4	8.00±1.00 ^a	7.00±1.00 ^a	7.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	7.67±1.53 ^a	7.67±2.08 ^a	7.00±0.00 ^a	6.33±0.58 ^a	7.33±1.53 ^a	7.33±1.53 ^a	7.00±1.00 ^a
UV 5	8.33±2.08 ^a	8.33±1.16 ^a	8.00±0.00 ^a	8.33±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	8.00±1.00 ^a	8.33±0.58 ^a	8.33±1.53 ^a	8.67±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	9.33±1.16 ^a
UV 6	8.33±0.71 ^a	7.22±0.97 ^a	7.44±1.01 ^a	7.33±1.12 ^a	8.33±1.23 ^a	8.56±1.24 ^a	7.33±0.71 ^a	7.22±0.83 ^a	7.33±0.71 ^a	7.33±1.00 ^a	7.22±1.09 ^a
UV 7	8.00±0.00 ^a	7.67±0.58 ^a	7.67±1.53 ^a	6.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^a	7.33±1.53 ^a	7.67±1.53 ^a	6.67±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	7.33±1.16 ^a	7.67±0.58 ^a
UV 8	8.33±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^a	6.33±2.08 ^a	7.67±1.16 ^a	8.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	8.00±1.73 ^a	7.67±2.52 ^a	6.67±0.58 ^a	8.67±1.53 ^a
UV 9	7.33±1.16 ^a	7.67±0.58 ^a	7.33±0.59 ^a	7.67±1.53 ^a	6.67±1.16 ^a	7.00±1.00 ^a	7.00±0.00 ^a	7.00±1.73 ^a	8.00±2.00 ^a	7.00±1.00 ^a	8.00±2.00 ^a
UV 10	8.00±1.00 ^a	7.33±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a	7.67±1.53 ^a	9.33±0.58 ^a	8.67±2.31 ^a	7.33±0.58 ^a	7.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^a	7.33±1.53 ^a	7.33±1.16 ^a
UV 11	7.67±0.58 ^a	7.00±1.00 ^a	7.00±1.00 ^a	6.33±0.58 ^a	8.33±0.58 ^a	7.67±0.58 ^a	8.33±0.58 ^a	8.00±1.73 ^a	8.00±1.73 ^a	7.33±0.58 ^a	7.67±0.58 ^a
UV 12	7.67±1.53 ^a	8.67±1.16 ^a	7.00±1.00 ^{aa}	7.33±1.53 ^a	7.67±1.16 ^a	7.33±0.58 ^a	8.33±1.16 ^a	8.67±0.58 ^a	7.67±1.16 ^a	7.67±0.58 ^a	8.67±1.16 ^a
UV13	8.00±1.00 ^a	6.67±1.16 ^a	7.30±0.58 ^a	7.33±1.16 ^a	7.67±1.53 ^a	7.00±1.00 ^a	7.67±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a	8.67±1.16 ^a	7.33±0.58 ^a	7.67±1.16 ^a

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 analiz sonuçları incelendiğinde UV uygulanmış şalgam suyu örnekleri ile kontrol örneği arasında bütün kriterlerde meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemsiz ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.52). Elde edilen sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için tüm terimleri içeren bir radar grafiği çizilmiş ve şekil 4.13 de verilmiştir.



Şekil 4. 13. UV uygulamasının şalgam suyunun duyu özellikleri üzerine etkileri

4.1.28 Şalgam Suyu İçin UV Koşullarının Optimizasyonu ve Validasyonu

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

UV koşullarının optimizasyonu için üretilen modellerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri için tanımlanan hedefler çizelge 4.53’de gösterilmiştir. UV parametreleri olan lamba sayısı, devir ve sıcaklığın deneme desenindeki aralıklar arasında herhangi bir değer alabilecekleri şeklinde tanımlanmıştır. Bağımlı değişkenlerden toplam monomerik antosiyanin ve °Briks için belirlenen hedef değerler, herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneği ile UV uygulanmış örnekler

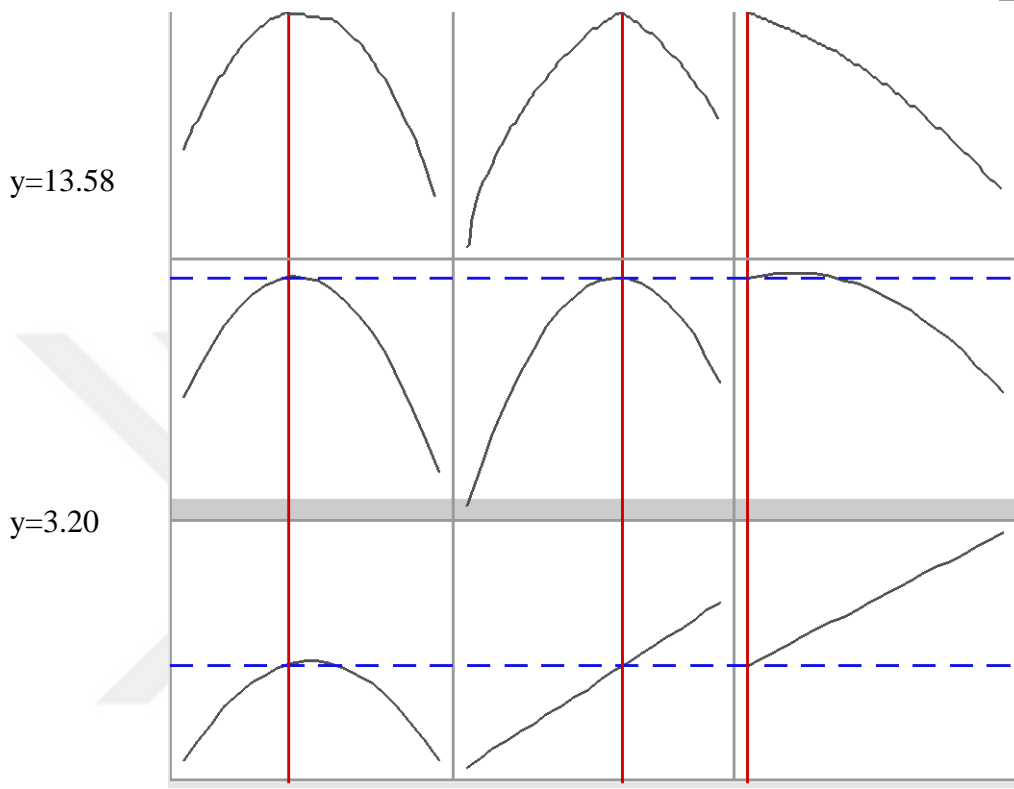
arasındaki farkın en az olması amacıyla, kontrol örneğinin değerleri olarak belirlenmiştir. Hedef değerlerin tanımlanmasının ardından şalgam suyu için BBD dizaynı ile UV koşullarının optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar şekil 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4. 53. UV parametrelerinin optimizasyonu için belirlenen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hedefleri

Değişken Tipi	Değişkenler	Hedef
Bağımlı	Toplam monomerik antosiyanin miktarı	13.58
	°Briks	3.20
Bağımsız	Lamba	$1 < L < 11$
	Devir	$1 < D < 5$
	Sıcaklık	$4 < T < 30$

L:Lamba sayısı, D:devir sayısı, T:Sıcaklık (C°) parametrelerini temsil etmektedir.

	Lamba	Devir	Sıcaklık (°C)
Yüksek	11	5	30
Optimum	5	4	4
Düşük	1	1	4



Şekil 4. 14. Şalgam suyu için UV koşullarının optimizasyon değerleri

Şalgam suyu için uygulanacak olan UV optimum koşulları 5 lamba 4 devir 4 °C olarak belirlenmiştir.

UV optimum modelinde elde edilen koşullar model gücünü tahmin edebilmek amacıyla matematiksel modellerin validasyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.14’de verilen optimum koşullarda modelde yer alan analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar, modelin öngördüğü tahmini değerler ve varyasyon katsayısı değerleri çizelge 4.54’de gösterilmiştir. Bu koşullar, model gücünü tahmin etmek amacıyla deneysel olarak da doğrulanmıştır (Çizelge 4.54).

Çizelge 4. 54. Şalgam suyunun UV optimum koşullarına ilişkin analiz sonuçları

Bağımlı değişken	Deneysel sonuç ortalaması	Modelleme tahmini Sonuç	CV (%)
°Briks	3.10±0.14	3.20	4.56
Toplam monomerik antosiyanin miktarı (TMA)	13.41±0.23	13.58	1.74

Optimum koşullarda (sıcaklık 4 °C, lamba sayısı 5 ve devir sayısı 4), °Briks, ve toplam monomerik antosiyanin miktarı sayısı sırasıyla 3.2 ve 13.58 mg/mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.54).

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 sonuçlar °Briks ve TMA için CV değerlerinin % 10'dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

4.1.29 Şalgam Suyu İçin UV Prosesi Optimum Nokta Analiz Sonuçları

Belirlenen optimum noktalarda proses edilen şalgam suyu için belirlenen pH değeri, SÇKM değeri (°Briks), L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE , ve TMA (mg/mL) değerleri sonuçları çizelge 4.55'de verilmiştir.

Çizelge 4. 55. Şalgam suyu için UV prosesi optimum koşullarındaki analiz sonuçları

Proses	pH	SÇKM(°Briks)	L^*	a^*	b^*	C^*
Kontrol	3.34±0.00 ^a	3.00±0.00 ^a	2.58±0.03 ^a	12.43±0.27 ^a	3.08±0.05 ^a	10.46±0.26 ^a
UV	3.35±0.00 ^a	3.00±0.00 ^a	1.74±0.10 ^a	9.47±0.20 ^b	2.058±0.07 ^a	9.69±0.20 ^a

Proses	h°	ΔE	TMA (mg/mL)
Kontrol	0.24±0.01 ^a	3.56±0.09 ^a	13.67±0.07 ^a
UV	0.21±0.00 ^a	3.04±0.18 ^b	13.00±0.42 ^a

4.2 Raf Ömrü Çalışmaları

Yapılan çalışma sonuçlarına göre belirlenen optimum nokta değerlerinde UV prosesleri uygulanan şalgam örnekleri ve hiçbir işlem görmemiş olan kontrol örnekleri azot gazı altında amber renkli şişelere dolum yapılmıştır. Örnekler 4 °C ve 22 °C’de 77 gün süre ile depolanmıştır.

4.2.1 UV Uygulamasının Şalgam Suyunun Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Optimum koşullarda UV uygulanmış şalgam suyu örneklerinin ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol örneklerinin 4 °C ve 22 °C sıcaklıklarında 0, 7, 14,21, 28, 35, 49, 63, ve 77. günlerde, ürünlere pH, °Briks, renk (L^* , a^* , b^* , C^* , h° , ΔE), renk yoğunluğu, renk tonu, renk bileşimi, TFM, TMA, TAA, TAMB, TMK ve duyu analizler yapılmıştır. Sonuçlara Tukey karşılaştırma testi uygulanarak meydana gelen değişimler aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir.

Çizelge 4.56’da verilen sonuçlara göre UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında pH değerleri açısından meydana gelen farklılıklar raf ömrünün bütün günlerinde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin pH değerlerinde önemli değişimler görülmemekle birlikte, 0. güne kıyasla artışlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.57’de verilen sonuçlara göre UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında °Briks değerleri açısından meydana gelen farklılıklar raf ömrü süresince örneklem günlerinde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin °Briks değerlerinde 35. günden sonra azalmalar meydana gelmiştir.

Çizelge 4.58’de verilen sonuçlara göre UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında L^* değerleri açısından meydana gelen değişimler 0. gün ile 21.gün arasında önemli bir değişim göstermezken ($p>0.05$), raf ömrünün ilerleyen günlerindeki farklılık ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin L^* değerlerinde 0. günden 28. güne kadar önemli derecede artışlar olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. L^* değerinde meydana gelen en büyük artış 0. gün ile karşılaştırıldığında 28. gün de 4.85 değerine ulaşan 4 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülmüştür. 28. günden sonra L^* değerleri tekrar azalmaya başlamıştır.

Raf ömrü boyunca şalgam suyunun yeşillik-kırmızılık bileşimini gösteren a^* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.59’da gösterilmiştir. Raf ömrü boyunca şalgam suyunun a^* değerlerinin bütün örneklerde artış gösterdiği belirlenmiştir. En fazla artış gösteren örnek, raf ömrünün 49. gününde 20.12 değerine ulaşan 4 °C’de depolanan kontrol örneğinde görülmüştür. Ayrıca a^* değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler, raf ömrünün 0. gün dışındaki bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4. 56. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun pH değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63.Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	3.40±0.01 ^{Ad}	3.46±0.01 ^{Bd}	3.71±0.01 ^{Ac}	3.82±0.00 ^{Ba}	3.84±0.00 ^{Aa}	3.82±0.01 ^{Ba}	3.82±0.00 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	3.54±0.25 ^{Ad}	3.45±0.01 ^{Bd}	3.70±0.01 ^{Ac}	3.83±0.01 ^{Ba}	3.67±0.28 ^{ABc}	3.85±0.01 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	3.39±0.01 ^{Ad}	3.50±0.01 ^{Ad}	3.72±0.01 ^{Ac}	3.87±0.01 ^{Aa}	3.82±0.00 ^{Aab}	3.82±0.01 ^{Bab}	3.81±0.01 ^{Aab}	3.80±0.00 ^{Aab}	3.76±0.01 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	3.37±0.04 ^{Ad}	3.50±0.02 ^{Ad}	3.70±0.01 ^{Ac}	3.79±0.02 ^{Cbc}	3.74±0.02 ^{Bbc}	3.88±0.01 ^{Da}	3.82±0.00 ^{Aab}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 57. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun °Briks değeri üzerine etkileri

Örnekler	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.90±0.00 ^{Aab}	2.90±0.00 ^{Aab}	2.80±0.00 ^{Ac}	2.80±0.00 ^{Ac}	-	-
Kontrol 22 °C	3.00±0.00 ^{Aa}	2.97±0.06 ^{Ab}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.97±0.06 ^{Ab}	2.80±0.00 ^{Ac}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.80±0.00 ^{Ac}	2.80±0.00 ^{Ac}	2.80±0.00 ^{Ac}	2.60±0.00 ^{Ad}
UV- RÖ 22 °C	2.97±0.06 ^{Ab}	2.97±0.06 ^{Ab}	3.00±0.00 ^{Aa}	2.97±0.06 ^{Ab}	2.93±0.06 ^{Aab}	2.80±0.00 ^{Ac}	2.80±0.00 ^{Ac}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 58. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun L^* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63. Gün	77.gün
Kontrol 4 °C	1.65±0.03 ^{Ad}	1.89±0.05 ^{Ac}	1.68±0.03 ^{Ad}	2.59±0.06 ^{Bb}	4.85±0.17 ^{Aa}	3.00±0.07 ^{Ab}	3.14±0.04 ^{Abc}	-	-
Kontrol 22 °C	1.63±0.03 ^{Ad}	1.77±0.02 ^{Bcd}	1.57±0.08 ^{ABd}	2.97±0.12 ^{Ab}	4.36±0.19 ^{Ba}	2.94±0.06 ^{Ab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	1.72±0.07 ^{Ad}	1.86±0.02 ^{Ac}	1.38±0.02 ^{Bd}	1.94±0.02 ^{Dbc}	2.27±0.10 ^{Cb}	2.02±0.01 ^{Cb}	1.93±0.04 ^{Bbc}	4.64±0.09 ^{Aa}	2.13±0.16 ^{Ab}
UV- RÖ 22 °C	1.67±0.05 ^{Ad}	1.85±0.02 ^{Ac}	1.64±0.14 ^{Ad}	2.19±0.07 ^{Cbc}	2.25±0.01 ^{Cb}	2.28±0.05 ^{Bb}	1.90±0.07 ^{Bbc}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 59. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun a^* değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	9.25±0.08 ^{Ad}	10.49±0.31 ^{Bd}	10.98±0.13 ^{Ad}	11.10±0.05 ^{Ccd}	16.38±0.15 ^{Bb}	16.50±0.26 ^{Abc}	20.12±0.13 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	9.46±0.21 ^{Ad}	12.89±0.36 ^{Ac}	9.72±0.59 ^{Bd}	16.40±0.23 ^{Ab}	19.29±0.17 ^{Aa}	16.30±0.06 ^{Ab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	9.28±0.04 ^{Ad}	9.71±0.14 ^{Cd}	8.41±0.07 ^{Cd}	11.52±0.13 ^{Bbc}	11.63±0.14 ^{Dbc}	12.20±0.09 ^{Cb}	11.74±0.09 ^{Bbc}	17.85±0.13 ^{Aa}	13.02±0.09 ^{Aab}
UV- RÖ 22 °C	9.25±0.04 ^{Ac}	9.50±0.14 ^{Cc}	9.75±0.09 ^{Bc}	10.18±0.01 ^{Dbc}	12.41±0.19 ^{Ca}	12.64±0.09 ^{Ba}	10.14±0.03 ^{Cbc}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Şalgam suyunun mavilik-sarılık bileşimini gösteren b^* değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.60'da gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde b^* değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler, raf ömrünün 0. gün ve 7. gün dışındaki bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü boyunca şalgam suyunun b^* değerlerinin 7. günden sonraki bütün günlerde artış gösterdiği belirlenmiştir. En fazla artış gösteren örnek, raf ömrünün 49. gününde 4.99 ± 0.18 değerine sahip olan $4\text{ }^\circ\text{C}$ 'de depolanmış kontrol örneğinde görülmüştür.

Renk ölçümleri sonucu bulunan a^* ve b^* değerleri kullanılarak renk yoğunluğunu gösteren Chroma (C^*) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca şalgam suyunun C^* değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.61'de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde C^* değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler, raf ömrünün 0. gün dışındaki bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü boyunca şalgam suyunun C^* değerlerinin bütün örneklerde artış gösterdiği belirlenmiştir.

Renk ölçümleri sonucu bulunan a^* ve b^* değerleri kullanılarak şalgam suyunun renk tonunu gösteren hue (h°) değerleri elde edilmiş ve raf ömrü boyunca şalgam suyunun h° değerlerinde meydana gelen değişim çizelge 4.62'de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında h° değerleri açısından meydana gelen farklılıklar raf ömrünün bütün günlerinde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin h° değerlerinde önemli değişimler görülmemekle birlikte, 0. güne kıyasla artışlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4. 60. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun *b** değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	45. Gün	63. Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	2.15±0.05 ^{Ad}	1.76±0.19 ^{Bd}	2.65±0.09 ^{Ac}	2.29±0.09 ^{Ccd}	3.28±0.05 ^{Bbc}	3.65±0.32 ^{Ab}	4.99±0.18 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	2.15±0.13 ^{Ac}	2.41±0.23 ^{Abc}	2.41±0.15 ^{Abc}	4.19±0.16 ^{Aab}	4.45±0.21 ^{Aa}	3.93±0.10 ^{Ab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	2.11±0.05 ^{Accd}	1.66±0.15 ^{Bd}	1.83±0.09 ^{Bcd}	2.82±0.07 ^{Bbc}	3.28±0.29 ^{Bb}	2.95±0.04 ^{Bbc}	2.87±0.04 ^{Bbc}	4.87±0.07 ^{Aa}	3.15±0.05 ^{Ab}
UV- RÖ 22 °C	2.07±0.11 ^{Accd}	1.66±0.11 ^{Bd}	1.95±0.12 ^{Bcd}	2.35±0.07 ^{Cb}	2.52±0.15 ^{Cab}	2.87±0.08 ^{Ba}	2.32±0.08 ^{Cb}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 61. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun *C** değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	9.66±0.01 ^{Ae}	10.61±0.26 ^{Bde}	11.30±0.13 ^{Ad}	11.43±0.12 ^{Cd}	16.71±0.14 ^{Bbc}	17.20±0.24 ^{Abc}	20.73±0.14 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	9.58±0.11 ^{Ae}	13.74±0.23 ^{Accd}	10.78±0.17 ^{Bd}	17.05±0.12 ^{Aab}	19.66±0.02 ^{Aa}	16.76±0.04 ^{Bb}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	9.48±0.07 ^{Ae}	9.76±0.06 ^{Ce}	9.16±0.06 ^{Ce}	11.78±0.08 ^{Bbcd}	13.82±0.07 ^{Cb}	12.56±0.08 ^{Dbc}	13.59±0.03 ^{Bb}	18.49±0.19 ^{Aa}	13.40±0.21 ^{Ab}
UV- RÖ 22 °C	9.47±0.05 ^{Ad}	9.56±0.11 ^{Cd}	10.55±0.13 ^{Bc}	10.50±0.08 ^{Dc}	12.67±0.20 ^{Dab}	13.00±0.05 ^{Ca}	10.40±0.05 ^{Cc}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 62. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun h° değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	0.23±0.00 ^{Aab}	0.17±0.02 ^{Ac}	0.23±0.01 ^{Aab}	0.21±0.01 ^{Aab}	0.19±0.01 ^{Ab}	0.19±0.03 ^{Bb}	0.25±0.00 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	0.21±0.01 ^{Ab}	0.17±0.01 ^{Ac}	0.24±0.00 ^{Aa}	0.24±0.01 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Ab}	0.24±0.01 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	0.22±0.01 ^{Ac}	0.17±0.02 ^{Ad}	0.22±0.02 ^{Ac}	0.24±0.01 ^{Ab}	0.22±0.01 ^{Ac}	0.24±0.01 ^{Ab}	0.25±0.01 ^{Aab}	0.27±0.04 ^{Aa}	0.24±0.05 ^{Ab}
UV- RÖ 22 °C	0.21±0.05 ^{Aab}	0.14±0.05 ^{Ac}	0.21±0.01 ^{Aab}	0.23±0.01 ^{Aa}	0.21±0.01 ^{Aab}	0.24±0.01 ^{Aa}	0.23±0.05 ^{Ba}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 63. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun ΔE değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	7.57±0.09 ^{Ab}	6.67±0.06 ^{Bbc}	6.93±0.06 ^{Dbc}	6.02±0.03 ^{Cc}	5.88±0.07 ^{Dc}	6.93±0.07 ^{Abc}	9.44±0.11 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	7.61±0.06 ^{Aa}	6.66±0.05 ^{Bb}	7.10±0.09 ^{Cab}	6.72±0.04 ^{Ab}	7.68±0.06 ^{Aa}	6.69±0.07 ^{Bb}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	7.48±0.07 ^{Aab}	7.27±0.12 ^{Aab}	8.31±0.05 ^{Aa}	6.65±0.08 ^{ABc}	6.62±0.07 ^{Bc}	6.45±0.03 ^{Cc}	6.55±0.03 ^{Cc}	7.08±0.14 ^{Ab}	6.49±0.12 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	7.47±0.04 ^{Aab}	7.40±0.06 ^{Aab}	7.49±0.05 ^{Bab}	6.56±0.04 ^{Bc}	6.16±0.03 ^{Cc}	6.17±0.04 ^{Dc}	7.78±0.02 ^{Ba}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Herhangi bir işlem uygulanmamış kontrol grubu ile UV uygulanmış örnekler arasında ortaya çıkan renk farklılığını ifade eden toplam renk farkı değerleri (ΔE) çizelge 4.63’de gösterilmiştir. Raf ömrü süresince kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında ΔE değerleri açısından meydana gelen farklılıklar 0. gün dışında raf ömrünün bütün günlerinde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Raf ömrü boyunca ΔE değerlerinde sabit bir artma veya azalma olmamış, bazı günlerde artmalar oluşurken, bazı günlerde azalmalar görülmüştür. ΔE değerlerinde en fazla artış raf ömrünün 49. günün sonunda 9.44 ± 0.11 değerine ulaşan 4 derecede depolanan kontrol örneğinde görülmüştür.

Kontrol örnekleri ile UV uygulanmış örneklerin 420 nm, 520 nm ve 620 nm de okuma yapılarak elde edilen absorbans ölçümleri sonuçları kullanılarak elde edilen renk yoğunluğu (IC) değerleri çizelge 4.64’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında IC değerleri açısından meydana gelen farklılıklar raf ömrünün bütün günlerinde önemli bulunmamıştır. ($p > 0.05$). Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin IC değerlerinde önemli değişimler görülmemekle birlikte, 0. güne kıyasla azalmalar meydana gelmiştir.

Kontrol örnekleri ile UV uygulanmış örneklerin 420, 520, ve 620 nm de okuma yapılarak elde edilen absorbans ölçümleri sonuçları kullanılarak elde edilen renk tonu değerleri çizelge 4.65’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında renk tonu değerleri açısından meydana gelen farklılıklar raf ömrünün bütün günlerinde önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin renk tonu değerlerindeki değişimler önemli ($p > 0.05$) görülmemiştir

Çizelge 4. 64. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun IC değeri üzerine etkileri

Örnekler	0.Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63.Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	3.46±0.01 ^{Ba}	3.45±0.01 ^{Aa}	3.40±0.01 ^{Aab}	3.33±0.00 ^{Ab}	3.34±0.03 ^{Ab}	3.32±0.02 ^{Bb}	3.29±0.01 ^{ABbc}	-	-
Kontrol 22 °C	3.52±0.01 ^{Aa}	3.45±0.02 ^{Ab}	3.36±0.01 ^{Bbc}	3.25±0.01 ^{Bc}	3.30±0.01 ^{Bc}	3.41±0.05 ^{Ab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	3.51±0.01 ^{Aa}	3.48±0.02 ^{Ab}	3.39±0.02 ^{ABbc}	3.29±0.00 ^{ABc}	3.33±0.01 ^{ABc}	3.33±0.02 ^{Bc}	3.33±0.03 ^{ABc}	3.30±0.00 ^{Ac}	3.28±0.07 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	3.52±0.01 ^{Aa}	3.38±0.00 ^{Bb}	3.37±0.01 ^{Bb}	3.30±0.05 ^{ABbc}	3.36±0.00 ^{Ab}	3.35±0.03 ^{Bb}	3.36±0.05 ^{Ab}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 65. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun renk tonu değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	0.41±0.01 ^{Aa}	0.42±0.00 ^{Aa}	0.42±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.40±0.00 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	0.41±0.00 ^{Aa}	0.42±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	0.41±0.01 ^{Aa}	0.41±0.01 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.40±0.00 ^{Aa}	0.39±0.00 ^{Ab}	0.39±0.00 ^{Ab}
UV- RÖ 22 °C	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.41±0.00 ^{Aa}	0.40±0.00 ^{Aa}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 66. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun SRB değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	22.18±0.07 ^{Abc}	22.32±0.12 ^{Aab}	22.41±0.02 ^{Aa}	22.32±0.03 ^{Bab}	22.35±0.04 ^{Cab}	22.20±0.08 ^{Abc}	22.43±0.04 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	21.72±0.14 ^{Bc}	22.32±0.02 ^{Ab}	22.45±0.02 ^{Ab}	22.91±0.03 ^{Aa}	22.83±0.03 ^{Aab}	21.67±0.28 ^{ABd}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	21.91±0.12 ^{ABb}	21.94±0.04 ^{Bb}	22.41±0.12 ^{Aab}	22.55±0.02 ^{ABa}	22.55±0.02 ^{Ba}	21.95±0.15 ^{ABb}	21.93±0.15 ^{Bb}	21.86±0.04 ^{Abc}	21.78±0.37 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	21.80±0.12 ^{Bc}	22.40±0.02 ^{Aab}	22.47±0.02 ^{Aab}	22.62±0.33 ^{ABa}	22.35±0.01 ^{Cb}	21.63±0.24 ^{Bc}	21.57±0.21 ^{Bc}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 67. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun KRB değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	53.17±0.07 ^{Ac}	53.41±0.07 ^{Bc}	53.95±0.08 ^{Bbc}	54.25±0.05 ^{Bb}	54.40±0.04 ^{Cb}	55.00±0.15 ^{Aab}	55.62±0.09 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	52.38±0.15 ^{Bc}	53.29±0.11 ^{Bb}	54.35±0.00 ^{Aab}	55.51±0.01 ^{Aa}	55.42±0.04 ^{Aa}	54.06±0.69 ^{Aab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	52.54±0.12 ^{Bc}	52.80±0.26 ^{Cc}	54.16±0.25 ^{Abc}	54.91±0.04 ^{ABb}	54.84±0.09 ^{Bb}	54.81±0.20 ^{Ab}	54.83±0.47 ^{AB} b	55.61±0.08 ^{Aa}	55.54±1.15 ^{Aa}
UV- RÖ 22 °C	52.37±0.15 ^{Bc}	54.19±0.04 ^{Ab}	53.34±0.02 ^{Abc}	54.80±0.74 ^{ABa} b	54.14±0.11 ^{Db}	55.29±0.50 ^{Aa}	54.31±0.660 ^B b	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Şalgam suyunun sarı renk bileşimini gösteren SRB değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.66'da gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde SRB değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince bazı günlerde (14. ve 35. günlerde) önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, diğer günlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Raf ömrü boyunca şalgam suyunun SRB değerlerinde düzensiz olarak artma ve azalmalar olduğu belirlenmiştir. En fazla artış gösteren örnek, raf ömrünün 49. gününde 22.43 ± 0.04 değerine sahip olan $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış kontrol örneğinde görülmüştür.

Şalgam suyunun kırmızı renk bileşimini gösteren KRB değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.67'da gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde KRB değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince bazı günlerde (0. ve 35. günlerde) önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, diğer günlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Raf ömrü boyunca şalgam suyunun KRB değerlerinin bütün örneklerde artış gösterdiği belirlenmiştir. En fazla artış gösteren örnek, raf ömrünün 49. gününde 55.62 ± 0.09 değerine sahip olan $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış kontrol örneğinde görülmüştür.

Şalgam suyunun mavi renk bileşimini gösteren MRB değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.68'de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde MRB değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince bazı günlerde (14. ve 35. günlerde) önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, diğer günlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Raf ömrü boyunca şalgam suyunun MRB değerlerinin bütün örneklerde 0. güne kıyasla azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Şalgam suyunun raf ömrü boyunca TFM miktarındaki değişimi çizelge 4.69'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TFM değerleri açısından meydana gelen değişimler raf ömrünün bütün günlerinde ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Bunun yanında raf ömrü boyunca şalgam suyu örneklerinin TFM değerlerinde önemli derecede azalmalar olduğu ve bu azalmaların istatistiksel açıdan önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4. 68. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun MRB değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63. Gün	77.Gün
Kontrol 4 °C	24.67±0.00 ^{Ca}	24.28±0.16 ^{Bab}	23.66±0.08 ^{Ab}	23.50±0.08 ^{Ab}	23.27±0.04 ^{Bbc}	22.81±0.21 ^{Ac}	21.95±0.13 ^{BCd}	-	-
Kontrol 22 °C	25.85±0.04 ^{Aa}	24.36±0.12 ^{Bab}	23.18±0.00 ^{Ab}	21.55±0.05 ^{Bc}	21.71±0.02 ^{Dc}	24.27±0.97 ^{Aab}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	25.54±0.05 ^{Ba}	25.42±0.08 ^{Aab}	23.42±0.37 ^{Abc}	22.55±0.02 ^{ABcd}	22.61±0.07 ^{Cc}	23.25±0.35 ^{Abc}	23.24±0.62 ^{ABbc}	23.53±0.06 ^{Abc}	22.69±1.51 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	25.83±0.04 ^{Aa}	23.41±0.04 ^{Cb}	23.19±0.01 ^{Abc}	25.58±1.07 ^{ABa}	23.51±0.11 ^{Ac}	24.08±0.74 ^{Aab}	24.12±0.86 ^{Aab}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 69. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TFM değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63. Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	696.12±4.26 ^{Aa}	663.59±7.07 ^{Ab}	623.92±10.51 ^{ABc}	616.17±2.99 ^{AcD}	601.63±14.38 ^{Ad}	677.41±15.20 ^{Aab}	645.58±7.13 ^{Abc}	-	-
Kontrol 22 °C	654.21±2.02 ^{Bab}	644.89±2.53 ^{Bab}	642.52±3.89 ^{Aab}	585.57±2.45 ^{Bd}	615.88±3.82 ^{AcD}	665.32±12.25 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	618.50±3.29 ^{Cab}	610.90±4.35 ^{Cabc}	598.90±20.40 ^{BCcd}	583.97±3.34 ^{Bd}	605.20±15.29 ^{AcD}	622.30±7.78 ^{Bab}	634.02±6.03 ^{ABa}	562.76±9.75 ^{Ad}	608.37±10.90 ^{AcD}
UV- RÖ 22 °C	615.02±3.34 ^{Cab}	603.62±1.98 ^{Cabc}	590.31±8.63 ^{Cc}	582.71±2.90 ^{Bc}	589.40±24.50 ^{Ac}	598.50±20.60 ^{Bc}	621.35±6.23 ^{Ba}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Şalgam suyunun toplam antioksidan aktivitesi (TAA) değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.70’de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde TAA değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince bazı günlerde (7, 14 ve 21. günlerde) önemli ($p<0.05$) bulunurken, diğer günlerde istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Raf ömrü boyunca şalgam suyunun TAA değerlerinde 0. güne kıyasla azalmalar meydana gelmiştir. TAA değerinde meydana gelen en fazla azalma 0. gün ile karşılaştırıldığında raf ömrünün 77. gününde 48.75 değerine ulaşan 4 °C’de depolanan UV uygulanmış örnekte görülmüştür.

Şalgam suyunun TMA değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.71’de gösterilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde TMA değerlerinde kontrol grubu ile UV uygulanmış ürünler arasında meydana gelen değişimler raf ömrü süresince bazı günlerde (0 ve 28. günlerde) önemsiz ($p>0.05$) bulunurken, diğer günlerde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Raf ömrü boyunca şalgam suyunun TMA değerlerinde 0. güne kıyasla azalmalar meydana gelmiştir. TMA değerinde meydana gelen en fazla azalma 0. gün ile karşılaştırıldığında raf ömrünün 63. gününde 8.80 değerine ulaşan 4 °C’de depolanan UV uygulanmış örnekte görülmüştür.

Çizelge 4. 70. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TAA değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63.Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	68.93±1.15 ^{Aa}	60.63±0.25 ^{Cbc}	57.33±1.70 ^{ABd}	62.92±0.11 ^{Cb}	60.72±0.30 ^{Bbc}	59.48±0.09 ^{Ac}	53.47±0.40 ^{Ae}	-	-
Kontrol 22 °C	69.28±0.93 ^{Aa}	61.78±0.24 ^{Bb}	55.78±0.18 ^{Bd}	60.64±0.15 ^{Db}	61.75±0.40 ^{ABb}	58.48±0.23 ^{Ac}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	69.60±0.18 ^{Aa}	62.68±0.60 ^{ABbc}	57.81±1.09 ^{ABd}	65.46±0.16 ^{Bb}	62.29±0.81 ^{Ac}	61.98±0.57 ^{Ac}	53.81±0.60 ^{Ae}	52.15±0.57 ^{Ae}	48.75±1.50 ^{Ae}
UV- RÖ 22 °C	69.54±0.98 ^{Aa}	63.03±0.36 ^{Abc}	59.38±0.74 ^{Ad}	66.01±0.08 ^{Ab}	62.31±0.25 ^{Ac}	60.91±4.13 ^{Ac}	54.96±1.72 ^{Ae}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 71. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMA değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49.Gün	63.Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	12.84±0.40 ^{Ab}	14.52±0.16 ^{Aa}	13.48±0.13 ^{Aab}	11.86±0.06 ^{Cb}	9.39±0.04 ^{Ac}	9.33±0.44 ^{Ac}	8.83±0.19 ^{Ac}	-	-
Kontrol 22 °C	12.88±0.40 ^{Aab}	13.73±0.39 ^{Ba}	12.93±0.03 ^{Aab}	11.68±0.06 ^{Cb}	8.48±0.58 ^{Ac}	9.40±0.07 ^{Ac}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	13.48±0.23 ^{Aab}	13.75±0.20 ^{Ba}	11.94±0.07 ^{Bb}	12.58±0.13 ^{Bb}	9.18±0.84 ^{Ac}	9.35±0.33 ^{Ac}	8.28±0.45 ^{Ac}	8.80±0.27 ^{Ac}	8.93±0.55 ^{Ac}
UV- RÖ 22 °C	12.88±0.40 ^{Aab}	13.49±0.33 ^{Ba}	11.75±0.49 ^{Bb}	13.96±0.17 ^{Aa}	8.67±0.25 ^{Ac}	8.17±0.19 ^{Bc}	7.31±0.15 ^{Bc}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 72. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMK değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	2.52±0.05 ^{Ac}	2.50±0.34 ^{Bc}	3.02±0.05 ^{Abc}	3.48±0.06 ^{Ab}	4.32±0.22 ^{Aa}	4.37±0.13 ^{Ba}	4.51±0.03 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	2.65±0.09 ^{Ac}	3.21±0.04 ^{Ab}	3.19±0.10 ^{Ab}	3.13±0.14 ^{Bbc}	3.31±0.14 ^{Bb}	4.83±0.03 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	1.39±0.09 ^{Bc}	1.50±0.17 ^{Cc}	1.79±0.10 ^{Bbc}	1.90±0.09 ^{Cbc}	2.01±0.06 ^{Cb}	2.28±0.09 ^{Dab}	2.37±0.11 ^{Cab}	2.94±0.07 ^A a	3.12±0.08 ^{Aa}
UV- RÖ 22 °C	1.39±0.09 ^{Bc}	1.75±0.05 ^{Cc}	1.98±0.03 ^{Bbc}	2.02±0.06 ^{Cbc}	2.28±0.05 ^{Cb}	2.62±0.08 ^{Cab}	2.74±0.07 ^{Ba}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 73. UV uygulamasının raf ömrü süresince şalgam suyunun TMAB değeri üzerine etkileri

Örnekler	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	49. Gün	63. Gün	77. Gün
Kontrol 4 °C	2.74±0.10 ^{Ad}	3.03±0.09 ^{Ac}	3.07±0.07 ^{Bc}	3.66±0.04 ^{Abc}	4.12±0.09 ^{Ab}	4.31±0.12 ^{Bab}	4.57±0.12 ^{Aa}	-	-
Kontrol 22 °C	2.87±0.04 ^{Ac}	3.17±0.10 ^{Abc}	3.32±0.02 ^{Ab}	3.23±0.03 ^{Bb}	3.39±0.14 ^{Bb}	4.85±0.02 ^{Aa}	-	-	-
UV- RÖ 4 °C	1.67±0.06 ^{Bd}	2.62±0.13 ^{Bcd}	2.91±0.08 ^{Bcd}	3.04±0.01 ^{Cc}	3.09±0.03 ^{Cc}	3.27±0.04 ^{Cabc}	3.31±0.06 ^{Bab}	3.40±0.09 ^{Aa}	3.64±0.07 ^{Aa}
UV- RÖ 22 °C	1.82±0.04 ^{Bd}	2.09±0.09 ^{Cc}	2.39±0.09 ^{Cbc}	2.60±0.13 ^{Db}	2.56±0.13 ^{Db}	2.79±0.10 ^{Da}	3.34±0.06 ^{Ba}	-	-

Çizelgedeki sonuçlar 'ortalama ± standart hata' olarak verilmiştir. UV-RÖ: UV raf ömrü. *: Tablodaki harflerde büyük harfler sütunlar arasındaki değişimi, küçük harfler ise satırlar arasındaki değişimi göstermektedir. Aynı harfi taşıyanlar istatistiksel açıdan birbirinden farksız ($p>0.05$), farklı harfi taşıyanlar ise istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Raf ömrü boyunca şalgam suyunun TMK sayılarında meydana gelen değişim çizelge 4.72’de gösterilmiştir. UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMK sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Raf ömrü boyunca günler ilerledikçe TMK sayılarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu artışlar 35. gün de 22 °C de depolanan kontrol grubunda belirgin bir şekilde görülmektedir. Bunun yanında proses uygulanan ürünlerde TMK sayımı 63. güne kadar önemsiz bulunmuş, 63. günde 22 °C de depolanan UV uygulanan ürünlerde de artış ortaya çıkmıştır. Bu durum duyu analizlerde, analistler tarafından da fark edilebilir düzeydedir. 77. günün sonunda bozulmayan ürün 4 °C’de depolanan UV uygulanmış ürünler olarak tespit edilmiştir.

Raf ömrü boyunca şalgam suyunun TMAB sayılarında meydana gelen değişim çizelge 4.73’de gösterilmiştir. UV uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri arasında TMAB sayıları açısından meydana gelen farklılık raf ömrünün bütün günlerinde önemli ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Şalgam suyu örneklerinin raf ömrü boyunca TMAB sayılarında meydana gelen değişimleri TMK sayılarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Raf ömrü için depolanan şalgam suyu örnekleri için duyu analizlerde panelistlerden 11 farklı kriter için puanlama yapılması istenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.74 ve çizelge 4.75 de verilmiştir. 49. günde yapılan duyu analiz de 22 °C’de depolanan kontrol gruplarında oluşan bozulmadan dolayı duyu analizler bu örnekler için gerçekleştirilememiştir. 63. günde ise duyu analiz sırasında 22 °C de depolanmış ürünlerde analistler tarafından hissedilen küf kokusu sebebiyle bu ürünlerde duyu analize tabi tutulmamıştır.

Çizelge 4. 74. 4 °C’de depolanan şalgam suyu kontrol örneği ve UV ile proses edilen şalgam suyunun raf ömrü duyusal analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanıklık-Berraklık	Mathk-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol 4 °C	0. gün	9.67±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	7.67±0.58 ^{ab}	7.33±0.58 ^{ab}	7.67±1.16 ^{ab}	8.33±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 4 °C	7.gün	8.00±1.73 ^a	8.33±1.16 ^a	8.00±2.65 ^a	9.33±0.58 ^a	8.33±1.53 ^a	8.00±1.73 ^a	6.00±2.65 ^b	6.67±2.89 ^b	6.67±2.08 ^b	8.33±2.08 ^a	6.67±2.08 ^a
Kontrol 4 °C	14.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 4 °C	21.gün	8.00±1.13 ^a	8.00±1.51 ^a	10.00±0.00 ^a	6.67±1.05 ^b	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 4 °C	28.gün	7.00±1.00 ^{ab}	9.00±0.51 ^a	8.00±2.65 ^a	7.67±1.00 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 4 °C	35.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 4 °C	49.gün	6.67±1.00 ^b	8.33±1.53 ^a	8.00±0.54 ^a	6.67±1.05 ^b	3.20±0.83 ^c	4.40±0.54 ^c	5.80±0.44 ^c	5.80±0.44 ^c	4.40±0.83 ^c	5.20±0.83 ^c	3.20±0.83 ^c
Kontrol 4 °C	63.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 4 °C	77.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UV-4 °C	0. gün	8.00±0.58 ^a	8.33±1.00 ^a	7.67±0.58 ^{ab}	8.00±0.00 ^a	7.33±0.58 ^{ab}	6.64±0.58 ^b	7.67±1.16 ^{ab}	7.00±0.00 ^{ab}	8.33±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	7.gün	7.33±1.30 ^{ab}	8.33±1.16 ^a	8.00±0.50 ^a	9.00±0.85 ^a	8.00±0.54 ^a	8.00±1.73 ^a	9.00±0.65 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±2.00 ^a	9.00±2.08 ^a	7.67±1.08 ^{ab}
UV-4 °C	14.gün	8.33±1.00 ^a	9.00±0.53 ^a	10.00±0.00 ^a	7.67±1.16 ^{ab}	9.33±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a	8.33±0.53 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	21.gün	7.00±1.00 ^{ab}	7.33±0.52 ^{ab}	10.00±0.00 ^a	8.67±1.05 ^a	9.33±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±0.53 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	28.gün	9.00±1.00 ^a	8.00±0.52 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	35.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	6.67±1.00 ^b	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	49.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	63.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-4 °C	77.gün	8.00±1.00 ^a	8.67±1.50 ^a	9.00±0.12 ^a	7.60±1.12 ^a	7.50±0.50 ^a	8.00±1.00 ^a	6.67±1.53 ^a	8.00±1.00 ^a	8.67±1.16 ^a	7.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a

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. 75. 22 °C’de depolanan şalgam suyu kontrol örneği ve UV ile proses edilen şalgam suyunun raf ömrü duyusal analiz sonuçları

UYGULAMALAR	RAF ÖMRÜ	Bulanklık-Berraklık	Matlık-Parlaklık	Renk yoğunluğu	Parçacık-Partikül	Koku-Aroma	Yoğunluk	Şalgam Tadı	Acı tad	Ekşi Tad	Tuzluluk	Ağızda bıraktığı his
Kontrol 22 °C	0. gün	8.00±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±0.56 ^a	9.00±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 22 °C	7.gün	7.33±0.58 ^{ab}	7.33±0.58 ^{ab}	7.00±1.00 ^{ab}	6.33±1.16 ^b	6.33±0.58 ^b	6.00±1.00 ^b	7.00±0.01 ^{ab}	6.00±0.58 ^b	6.33±0.58 ^b	6.67±0.58 ^b	7.00±0.00 ^{ab}
Kontrol 22 °C	14.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
Kontrol 22 °C	21.gün	7.00±0.58 ^{ab}	6.00±1.00 ^b	9.00±1.00 ^a	4.00±1.00 ^c	7.33±0.58 ^{ab}	8.00±1.00 ^a	6,33±0.00 ^b	7.67±0.58 ^{ab}	8.67±0.58 ^a	8.33±1.58 ^a	6.67±1.08 ^b
Kontrol 22 °C	28.gün	6.00±1.00 ^b	4.00±0.58 ^c	7.00±1.00 ^{ab}	6.67±0.16 ^b	7.67±0.08 ^{ab}	6.00±0.58 ^b	6.67±1.53 ^b	7.00±1.53 ^{ab}	6.33±0.58 ^b	5.33±1.53 ^c	6.00±1.00 ^b
Kontrol 22 °C	35.gün	3.67±0.58 ^c	4.00±1.00 ^c	4.00±1.00 ^c	4.00±1.00 ^c	3.33±0.58 ^c	4.00±1.00 ^c	4.00±0.00 ^c	4.67±0.58 ^c	3.67±0.58 ^c	4.33±0.58 ^c	4.67±0.58 ^c
Kontrol 22 °C	49.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 22 °C	63.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrol 22 °C	77.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UV-22 °C	0. gün	8.00±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±0.56 ^a	9.00±0.58 ^a	8.67±0.58 ^a	9.00±0.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-22 °C	7.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	10.00±0.00 ^a	8.67±1.16 ^a	9.33±0.58 ^a	9.00±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±1.00 ^a	8.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a	9.00±1.00 ^a
UV-22 °C	14.gün	9.00±1.00 ^a	8.33±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a	8.67±1.16 ^a	7.67±2.08 ^{ab}	6.33±0.58 ^b	6.67±1.53 ^b	6.33±1.53 ^b	6.33±0.58 ^b	5.33±1.53 ^c	6.00±1.00 ^b
UV-22 °C	21.gün	8.00±0.58 ^a	7.00±1.00 ^{ab}	9.00±1.00 ^a	6.00±1.00 ^b	7.33±0.58 ^{ab}	9.00±1.00 ^a	7,33±0.00 ^{ab}	7.00±0.58 ^{ab}	9.00±0.58 ^a	8.00±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a
UV-22 °C	28.gün	7.00±1.00 ^{ab}	6.67±0.16 ^b	8.00±1.00 ^a	7.67±0.01 ^{ab}	8.00±0.08 ^a	7.00±0.58 ^{ab}	8.00±1.00 ^a	7.00±0.53 ^{ab}	8.00±0.58 ^a	7.00±1.53 ^{ab}	7.00±1.00 ^{ab}
UV-22 °C	35.gün	6.00±1.00 ^b	4.00±0.58 ^c	7.00±1.00 ^{ab}	6.67±0.16 ^b	7.67±0.08 ^{ab}	6.00±0.58 ^b	6.67±1.53 ^b	7.00±1.53 ^{ab}	7.00±1.00 ^{ab}	6.33±1.53 ^b	6.00±1.00 ^b
UV-22 °C	49.gün	5.20±1.00 ^a	8.33±1.53 ^a	9.00±0.00 ^a	2.20±0.83 ^c	4.20±0.54 ^c	5.00±1.00 ^c	4.33±0.53 ^c	5.40±1.00 ^c	2.60±1.00 ^c	3.20±0.83 ^c	4.40±1.00 ^c
UV-22 °C	63.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UV-22 °C	77.gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 ($p < 0.05$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isıl işleme alternatif olarak kullanılan UV ışık uygulaması ile gıdaların başlangıç mikroorganizma yükü azalmakta ve mikrobiyal bozulmaların yavaşlatılması sayesinde raf ömrü arttırılmaktadır. Bunun yanı sıra kimyasal ve fiziksel özelliklerin bazılarının korunması da sağlanabilmektedir. Ancak, UV ışığın düşük penetrasyon kapasitesi nedeniyle gıdalarda kullanımı sınırlanmaktadır ve özellikle katı gıdalarda ışınların derine penetre olamaması nedeniyle sıvı gıdalarda veya gıdalarda yüzey uygulaması olarak kullanımı daha başarılı olmaktadır. Bu çalışmada geleneksel içeceklerimizden olan şalgam suyunun UV ile prosesinin etkileri incelenmiştir.

Deneme deseninde belirlenen parametrelerde proses edilen ürünler ve kontrol örnekleri karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda değerler arasındaki farklılıkları incelemek amacıyla yapılan TUKEY karşılaştırma testleri ile sonuçlar tartışılmıştır.

Bu çalışmada şalgam suyu örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Bu çalışmada yapılan ölçümler sonucu en yüksek L^* değeri 2.07 işlem görmemiş şalgam suyu örneğinde görülürken, en düşük L^* değeri ise 1.41 olarak UV 12 de, yani yüksek devir ve lamba sayısında görülmüştür. En yüksek a^* değeri 10.64 ile kontrol örneğinde, en düşük değer ise 7.05 ile UV 7 de görülmektedir. Hunter renk sisteminde belirtildiği gibi a^* değeri pozitif olduğunda renk kırmızı, negatif olduğunda yeşil olarak tanımlanmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde tüm örneklerde a^* değeri kırmızı bölgededir. b^* değeri en yüksek 2.22 ile kontrol örneğinde, en düşük ise 1.66 ile UV 10 da görülmüştür. b^* değerinin pozitif olması rengin sarı, negatif olması ise mavi rengin bulunduğunu ifade eder. Yapılan bu çalışmada tüm örneklerde b^* değerinin pozitif bulunması, kırmızılığın içinde sarı rengin de bulunduğu söylenebilir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde L^* , a^* , b^* değerlerinin üretim şekli, kullanılan hammadde ve miktarlarına göre değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Bu çalışmada, yapılan prosesin etkisi incelendiğinde kontrol örnekleri ile proses edilen şalgam örnekleri arasında farklılıklar olduğu görülmüş fakat bu farklılıkların olumsuzluk oluşturacak düzeyde olmadığı duyuşal analizlerde analistler tarafından da desteklenmiştir. Bu da proseslerin renk üzerinde olumsuzluk oluşturabilecek düzeyde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Mikroorganizmalar üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan TMK, TMAB sayımları sonucunda, şalgam suyu örneklerinin başlangıçtaki TMK sayısı 2.95 ± 0.09 log kob/mL olarak bulunurken, farklı koşullarda uygulanan UV sonrasında 0.00 ± 0.00 log kob/mL ile 1.84 ± 0.06 log kob/mL değişen azalmalar meydana gelmiştir. Başlangıçta 2.95 ± 0.13 log kob/mL olan TMAB sayısı ise uygulama sonrasında 0.00 ± 0.00 log kob/mL ile 2.37 ± 0.09 log kob/mL arasında değişen azalmalar görülmüştür. Şalgam suyuna inoküle edilen *L. paracasei* ve *L. lactis* subsp. *cremoris* mikroorganizmaların sayıları da UV uygulamaları sonrasında azalmalar göstermiştir. *L. paracasei* sayısının en fazla 1.78 ± 0.00 log kob/mL, *L. lactis* subsp. *cremoris* sayısının da en fazla 1.78 ± 0.00 log kob/mL azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Ön çalışmalar sırasında belirlenen parametrelere göre oluşturulan Box-Behnken deneme desenine göre şalgam suları UV ile proses edilerek gerekli analizler gerçekleştirilmiş ve şalgam suları için bu yöntemlerin optimum uygulama koşulları belirlenmiştir. 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.

Yapılan istatikselsel analizler sonucunda °Briks ve toplam monomerik antosiyanin değerleri için sistem başarılı bir şekilde modellenmiştir. Modelleme sonucunda °Briks değerlerine etki eden faktörlerden, devir ve sıcaklık önemli bulunurken, toplam monomerik antosiyanin için de devir ve sıcaklığın etkili olduğu saptanmıştır. UV prosesi için modelleme sonucunda optimum nokta 5 lamba, 4 devir ve 4 °C olarak belirlenmiştir. Modellemenin ön gördüğü tahmini sonuçlar ile analiz sonucunda elde edilen sonuçları arasındaki farklar varyasyon katsayısı (CV) değerleri hesaplanmış. Elde edilen sonuçlar °Briks ve toplam monomerik antosiyanin için CV değerleri sırasıyla % 4.56, % 1.74 olarak bulunmuş ve bu değerlerin %

10'dan az olması nedeni ile yapılan modellemenin deneysel tekrarlanabilirliğinin yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Duyusal analizlerde panelistlerden şalgam suyu 11 farklı kriteri için puanlama yapmaları istenmiş ve sonuç olarak, UV uygulanmış örnekler ile işleme tabi tutulmamış kontrol örneği arasında önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Yapılan raf ömrü çalışması ile 22 °C de depolanan kontrol örnekleri 35. günün sonunda bozulurken, 22 °C de depolanan proses uygulanmış ürünler de 63. güne kadar bozulma görülmemiştir. Bunun yanında 4 °C de depolanan ürünler incelendiğinde 63.gün sonunda kontrol örneklerinde oluşan mikrobiyal yük artarken proses uygulanmış ürünlerde 77. günün sonunda hala bir bozulma belirtisi oluşmamıştır. Bu durum UV uygulamasının ürünlerin raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu gösterir.

Bu çalışmada geleneksel içeceklerimizden olan şalgam suyuna, yenilikçi teknolojilerden olan UV uygulaması yapılmıştır. Yapılan işlemlerin ürünün kalite özellikleri üzerinde, olumsuzluk olarak tanımlanabilecek düzeyde büyük değişiklikler görülmemiş, bunun yanında mikrobiyolojik yükte azalmalar görülmüştür. Bu kapsamda UV işleminin istenildiği üzere kalite kayıpları yaşanmadan şalgam suyunun raf ömrünü arttırabileceği görülmüştür. UV alanında yapılacak çalışmalarla, kullanım alanlarının arttırılabileceği ve UV uygulamasının, ısıl işleme alternatif bir işlem olması konusu ümit vericidir.

6. KAYNAKLAR

- Allende A, McEvoy JL, Luo Y, Artes F, Wang CY (2006) "Effectiveness of twosided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed "Red Oak Leaf" lettuce", *Food Microbiology* 23(3): 241–249.
- ANONİM (2018a) <http://www.fivecreeks.org/monitor/sal.shtml> (06.12.2018)
- Anonim (2003) "TS 11149 Şalgam Suyu Standardı", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ateş (2019) Fermente Şalgam İçeceğinin Pastörizasyonunda Ultrasonikasyon ve Yüksek Hidrostatik Basınç Kullanımının Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- 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.
- Arslan D, Ünver A, Özcan MM (2015) "A Traditional Fermented Product: Şalgam juice, production and usage", *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 21(4):309-314.
- Bachmann R (1975) "Sterilization by intense ultraviolet radiation", *The Brown Boveri Review*, 62: 206-209
- Bayram M, Erdoğan S, Esin Y, Saraçoğlu O, Kaya C (2014) "Farklı Siyah Havuç Miktarlarının Şalgam Suyunun Bileşimine ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi", *Akademik Gıda* (12): 29-34
- Canbaş A (1985) "Siyah havucun renk maddesi üzerinde bir araştırma", *Doğa*, 9(3): 394-398
- Canbaş A, Fenercioğlu H (1984) "Şalgam suyu üzerine bir araştırma" , *Gıda* 9(5): 279-286
- Cantos E, Garcia-Viguera C, Pascual-Teresa S, Tomas-Berberan FA (2000) "Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv. napoleon table grapes", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10): 4606-4612.
- Cemeroğlu B (1992) *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları*, Biltav Yayıncılık, Ankara.
- Charles MT, Mercier J, Makhlof J. ve Arul J (2008) "Physiological basis of UV-C-induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruit I. Role of pre- and post-challenge accumulation of the phytoalexinrishitin", *Postharvest Biology and Technology*, 47: 10–20.

- Costa L, Vicente AR, Civello PM, Chaves AR, Martinez GA (2006) “UV-C Treatment delays postharvest senescence in broccoli florets”, *Postharvest Biology Technology*, 39 (2): 204-210.
- Cuvelier M. and Berset C (2005) “Phenolic compounds and plant extracts protect paprika against UV-induced discoloration”, *International Journal Food Science and Technology*, 40: 67–73.
- Demir N, Bahçeci KS, 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.
- Deryaoğlu A (1990) Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Ekinci FY, Baser GM, Özcan E, Üstündağ ÖG, Korachi M, Sofu A, Blumberg JB, Chen CYO (2016) “Characterization of chemical, biological, and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, shalgam” , *European Food Research and Technology*, 242 (8): 1355-1368, doi:10.1007/s00217-016-2639-7.
- Erdoğan A, Şat İG, Gürses M, Sert S, (2005) “Fermente muşmula içeceğinin şeker ve alkol miktarı üzerine farklı şeker konsantrasyonu ve sıcaklık uygulamalarının etkisi”, *Hasad Gıda*, Kasım: 26-29.
- Erginkaya Z, Aksan E (2004) Adana İli Geleneksel İçeceği: Şalgam, Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 100.Yıl Üniversitesi 23-24 Eylül, Van.
- Erkan M, Wang SY, Wang CY (2008) “Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit”, *Postharvest Biology Technology*, 48(2): 163-171.
- Erten H, Tanguler H. (2014) “Fermente Bitkisel Ürünler”, *Gıda Biyoteknolojisi*, (N. Aran Ed.), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Erten H, Tanguler H, Canbaş A (2008) “A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Salgam)”, *Food Reviews International*, 24(3): 352-359.
- Gabriel A (2015) “Combinations of selected physical and chemical hurdles to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in apple and orange juices” , *Food Control*, 50: 722–728.
- Gao YL, Ju XR, Qiu WF, Jiang HH (2007) “Investigation of the effects of food constituents on *Bacillus subtilis* reduction during high pressure and moderate temperature”, *Food Control*, 18: 1250-1257.
- George DS, Razali Z, Santhirasegaram V, Somasundram C (2015) “Effects of ultraviolet light (UV-C) and heat treatment on the quality of freshcut chokanan mango and josephine pineapple”, *Journal of Food Science* 80 (2): 426–434.

- Guerrero-Beltran JA, Barbosa-Canovas GV (2004) "Review: Advantages and limitations on processing foods by UV light" , Food Science and Technology International 10 (3): 137-147.
- Gündüz GT, Pazır F (2013) "Inactivation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* under in vitro and in vivo conditions by using UV-C light", Journal of Food Protection 76 (10): 1761-1766.
- Harm W (1980) "Biological effects of ultraviolet radiation" , Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Higashio H, Ippoushi H, Ito H, Azuma K (1999) "Induction of an oxidative defense system against uvstress and application to improve quality of green vegetables", Acta Horticulturae, 483: 299-302.
- Ibarz A, Pagan J, Panades R, Garza S (2005) "Photochemical destruction of color compounds in fruit juices", Journal of Food Engineering 69: 155160.
- İyiçınar H (2007) "Kontrollü şartlarda şalgam suyu üretimi üzerine farklı formülasyonların etkisi" , Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Ens, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Karaoglan HA, Keklik NM, Develi Işikli N (2017) "Modeling inactivation of *Candida inconspicua* isolated from turnip juice using pulsed UV light", Journal of Food Process Engineering: 40 (2).
- Koca N, Saatli N, Urgu M (2018) "Gıda sanayinde ultraviyole ışığın yüzey uygulamaları", Akademik Gıda, 16 (1): 88-100.
- Kırca A, Özkan M, Cemeroğlu B (2005) "Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars" Food Chemistry, 97: 598-605.
- Kolakowska A (2003) "Lipid oxidation in food systems" , Chemical and Functional Properties of Food Lipids, Ed, Sikorski ZE ve Kolakowska A, CRC press, New York: 133-68.
- Koninklijke Philips NV (2015) TUV 11W FAM Product Information, http://www.lighting.philips.com/main/prof/specialcatalog/purificationwater-and-air/residential-water-and-air/tuv-tlmini/928002204013_EU/product.
- Koutchma T (2009) "Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods" , Food Bioprocess Technology, 2: 138-155.
- Koutchma T and Orłowska M (2010) "Ultraviolet Light for Processing Fruits and Fruit Products" , Ed, Klaber, MR, Advances in Fruit Processing Technologies: 36-38.
- Koutchma T (2009) "Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods" , Food and Bioprocess Technology 2: 138-155.
- Koutchma T, Forney LJ and Moraru CI (2009) Ultraviolet Light in Food Technology: Principles and Applications, CRC Press, New York: 1-31, 69-101, 102-125.

- Krishnamurthy K, Irudayaraj J, Yang W and Demirci A (2008) UV Pasteurization of Food Materials, Food Processing Operations Modeling Design and Analysis, Ed., Irudayaraj J., ve Jun, S., CRC Press, New York: 281–302.
- Lingegowdaru J (2007) “Effect of UV-C hormesis on quality attributes of tomatoes during post treatment handling”, Master thesis, McGillUniversity, Canada.
- Liu J, Stevens C, Khan VA, Lu JY, Wilson CL, Adeyeye O, Kabwe MK, Pusey PL, Chalutz E, Sultana T, Droby S (1993) “Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes”, Journal of Food Protection 56: 868-872.
- Manzocco L, Nicoli MC (2015) “Surface Processing: Existing and Potential Applications of Ultraviolet Light”, Critical Reviews in Food Science and Nutrition 55 (4):469-484.
- Marquenie D, Michiels CW, Van Impe JF, Schrevels E, Nicolai BN (2003) “Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry”, Postharvest Biology Technology, 28 (3): 455-461.
- Masschelein WJ and Rice RG (2002) Use of Ultraviolet Light for Disinfection of Drinking Water, Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation, CRC Press, New York.
- Mau JL, Chen PR, Yang JH (1998) “Ultraviolet irradiation increased vitamin D2 content in edible mushrooms”, Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 5269-5272.
- Miişoğlu D (2004) “Şalgam Suyu Üretiminde Enzim Uygulamasının Verim ve Kaliteye etkisi” , Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa: 68.
- 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.
- Morgan R (1989) “UV green light disinfection”, Dairy Industries International 54 (11): 33-35.
- Ohlsson T and Bengtsson N (2002) “Minimal Processing Technologies in the Food Industry” , CRC Press, New York: 34–57.
- Oraman N (1968) “Sebze İlmı”, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. 323, Ankara.
- Özer N, Çoksöyler FN (2015) “Şalgam Suyunun Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri”, Gıda/The Journal of Food: 40 (1).
- Özhan N (2000) “Şalgam Suyunda *E. coli*’nin Yaşama Süresinin Bulunması”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin.
- Özler N (1995) “Şalgam Suyu Üretiminde Araştırmalar”, Uludağ Üniversitesi Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

- Özler N, Kılıç O (1996) “Şalgam suyu üretimi üzerine araştırmalar”, Gıda (1996) 21 (5): 323-330.
- Öztürk O (2009) “Adana piyasasındaki şalgam sularının bileşimleri üzerine bir araştırma”, Çukurova Üni, Fen Bil. Ens, Yüksek Lisans tezi, Adana.
- Quek PH, Hu J (2008) “Indicators for photoreactivation and dark repair studies following ultraviolet disinfection”, The Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 35: 533-541.
- Reinemann DJ, P Gouws, T Cilliers, K Houck, and JR Bishop (2006) “ New Methods for UV treatment of milk for improved food safety and product quality” , American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE): 066088
- Reusch W (2013) Visible and Ultraviolet Spectroscopy. Michigan State University, Department of Chemistry. <http://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/Spectrpy/UV-Vis/spectrum.htm>.
- Rivera PDM, Gardea-Bejar AA, Martinez-Tellez MA, Rivera DM, Gozalez-Aguilar, GA (2007) “Efectos bioqimicos postcosecha de la irradiacion uvc en frutas y hortalizas”, Revista Fitotecnia Mexicana, 30 (4): 361-372.
- Stevens C, Khan VA, Wilson CL, Lu JY, Chalutz E. and Droby S (2005) “The effect of fruit orientation of postharvest commodities following low dose ultraviolet light-C treatment on host induced resistance to decay”, Crop Protection, 24: 756–759.
- Tangüler H (2010) “Şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi”, Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- TÜRKER İ (1974) “Fermentasyon Teknolojisi”, Cilt 1. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 553, Ders Kitabı: 185, AÜ, Basımevi, 231 sayfa.
- TÜRKER İ (1975) “Asit Fermantasyonları (Sirke, Turşu, Sofralık Zeytin ve Boza Teknolojileri)”, A.Ü. Zir. Pak. Yayınları: 557, Ankara, 182 sayfa.
- Tran MT and Farid M (2004) “Ultraviolet treatment of orange juice”, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 5: 495–502.
- Üçok EF, Tosun H (2014) “Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri”, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1):17-26.
- Valero M, Recrosio N, Saura D, Munoz N, Marti N, Lizama V (2007) “Effects of ultrasonic treatments in orange juice processing”, J. Food Eng. 80: 509-516
- Velioğlu S (2000). “Doğal antioksidanların insan sağığına etkileri” , Gıda 25: 167-176.
- Yağız O (2015) “Ultraviyole-C ışık uygulaması kullanılarak soğukta saklanan gıdaların kalitelerinin artırılması”, Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.



EKLER

7. EKLER

EK A AÇIKLAMA

Ek A.1 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının pH Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.014966	0.001663	1.90	0.084
Lineer	3	0.006642	0.002214	2.54	0.073
Lamba (L)	1	0.000037	0.04	0.837	
Devir (D)	1	0.000267	0.000267	0.31	0.584
Sıcaklık (T)	1	0.006338	0.006338	7.26	0.011
Square	3	0.007708	0.002569	2.94	0.046
L*L	1	0.001300	0.001300	1.49	0.231
D*D	1	0.006031	0.006031	6.91	0.013
T*T	1	0.000377	0.000377	0.43	0.515
İkili	3	0.000617	0.000206	0.24	0.871
Etkileşim					
L*D	1	0.000075	0.000075	0.09	0.771
L*T	1	0.000133	0.000133	0.15	0.698
D*T	1	0.000408	0.000408	0.47	0.499
Kalıntı	35	0.030558	0.000873		
Uyum eksikliği	3	0.000558	0.000186	0.20	0.897
Saf hata	32	0.030000	0.000937		
Toplam	44	0.045524			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	5.80056	0.59	0.52	0.38	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.2 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Kondaktivite Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.407778	0.045309	8.06	0.000
Lineer	3	0.243333	0.081111	14.44	0.000
Lamba (L)	1	0.081667	0.081667	14.53	0.001
Devir (D)	1	0.026667	0.026667	4.75	0.036
Sıcaklık (T)	1	0.135000	0.135000	24.03	0.000
Square	3	0.084444	0.028148	5.01	0.005
L*L	1	0.003077	0.003077	0.55	0.464
D*D	1	0.003077	0.003077	0.55	0.464
T*T	1	0.076923	0.076923	13.69	0.001
İkili Etkileşim	3	0.080000	0.026667	4.75	0.007
L*D	1	0.013333	0.013333	2.37	0.132
L*T	1	0.013333	0.013333	2.37	0.132
D*T	1	0.053333	0.053333	9.49	0.004
Kalıntı	35	0.196667	0.005619		
Uyum eksikliği	3	0.090000	0.030000	9.00	0.000
Saf hata	32	0.106667	0.003333		
Toplam	44	0.604444			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0749603	0.67	0.59	0.46	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.3 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Tuz Miktarının İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.35139	0.150154	1.90	0.085
Lineer	3	0.39083	0.130278	1.65	0.196
Lamba (L)	1	0.07042	0.070417	0.89	0.352
Devir (D)	1	0.06000	0.060000	0.76	0.390
Sıcaklık (T)	1	0.26042	0.260417	3.29	0.078
Square	3	0.89972	0.299907	3.79	0.019
L*L	1	0.03951	0.039509	0.50	0.484
D*D	1	0.15438	0.154380	1.95	0.171
T*T	1	0.63951	0.639509	8.09	0.007
İkili Etkileşim	3	0.06083	0.020278	0.26	0.856
L*D	1	0.00000	0.000000	0.00	1.000
L*T	1	0.00750	0.007500	0.09	0.760
D*T	1	0.053333	0.053333	0.67	0.417
Kalıntı	35	2.76639	0.079040		
Uyum eksikliği	3	0.07083	0.023611	0.28	0.839
Saf hata	32	2.69556	0.084236		
Toplam	44	4.11778			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.281140	0.33	0.16	0.00	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.4 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Bulanıklık Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1960.26	217.81	6.89	0.000
Lineer	3	85.65	28.55	0.90	0.450
Lamba (L)	1	53.43	53.43	1.69	0.202
Devir (D)	1	31.42	31.42	0.99	0.326
Sıcaklık (T)	1	0.80	0.80	0.03	0.874
Square	3	417.70	139.23	4.40	0.010
L*L	1	189.82	189.82	6.00	0.019
D*D	1	0.006923	0.006923	0.99	0.326
T*T	1	62.55	62.55	1.98	0.168
İkili Etkileşim	3	1456.91	485.64	15.36	0.000
L*D	1	75.70	75.70	2.39	0.131
L*T	1	244.35	244.35	7.73	0.009
D*T	1	1136.85	1136.85	35.95	0.000
Kalıntı	35	1106.67	31.62		
Uyum eksikliği	3	1018.33	339.44	122.96	0.000
Saf hata	32	88.34	2.76		
Toplam	44	3066.93			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	5.62310	0.64	0.55	0.36	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.5 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının °Briks Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.705611	0.078401	11.24	0.000
Lineer	3	0.469167	0.156389	22.42	0.000
Lamba (L)	1	0.003750	0.003750	0.54	
Devir (D)	1	0.281667	0.281667	40.38	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.183750	0.183750	26.34	0.000
Square	3	0.204778	0.068259	9.78	0.000
L*L	1	0.196923	0.196923	28.23	0.000
D*D	1	0.006923	0.006923	0.99	0.326
T*T	1	0.012308	0.012308	1.76	0.193
İkili Etkileşim	3	0.031667	0.010556	1.51	0.228
L*D	1	0.007500	0.007500	1.08	0.307
L*T	1	0.003333	0.003333	0.48	0.494
D*T	1	0.020833	0.020833	2.99	0.093
Kalıntı	35	0.244167	0.006976		
Uyum eksikliği	3	0.057500	0.019167	3.29	0.033
Saf hata	32	0.186667	0.005833		
Toplam	44	0.949778			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0835236	0.74	0.68	0.59	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.6 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TA Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.009038	0.001004	61.99	0.000
Lineer	3	0.001971	0.000657	40.56	0.000
Lamba (L)	1	0.000661	0.000661	40.83	0.000
Devir (D)	1	0.000216	0.000216	13.33	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.000216	0.000216	13.33	0.001
Square	3	0.003152	0.001051	64.85	0.000
L*L	1	0.002249	0.002249	138.85	0.000
D*D	1	0.001053	0.001053	65.00	0.000
T*T	1	0.000006	0.000006	0.38	0.539
İkili Etkileşim	3	0.003915	0.001305	80.56	0.000
L*D	1	0.001728	0.001728	106.67	0.000
L*T	1	0.002187	0.002187	135.00	0.000
D*T	1	0.000000	0.000000	0.00	1.000
Kalıntı	35	0.000567	0.000016		
Uyum eksikliği	3	0.000351	0.000117	17.33	0.000
Saf hata	32	0.000216	0.000007		
Toplam	44	0.009605			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0040249	0.94	0.93	0.90	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.7 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının *L* Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	<i>P</i> değeri
Model	9	0.331992	0.036888	13.43	0.000
Lineer	3	0.080060	0.026687	9.72	0.000
Lamba (L)	1	0.061509	0.061509	22.40	0.000
Devir (D)	1	0.017388	0.017388	6.33	0.017
Sıcaklık (T)	1	0.001162	0.001162	0.42	0.520
Square	3	0.117632	0.039211	14.28	0.000
L*L	1	0.037334	0.037334	13.60	0.001
D*D	1	0.004795	0.004795	1.75	0.195
T*T	1	0.087193	0.087193	31.75	0.000
İkili Etkileşim	3	0.134301	0.044767	16.30	0.000
L*D	1	0.001387	0.001387	0.51	0.482
L*T	1	0.003745	0.003745	1.36	0.251
D*T	1	0.129169	0.129169	47.04	0.000
Kalıntı	35	0.096106	0.002746		
Uyum eksikliği	3	0.075976	0.025325	40.26	0.000
Saf hata	32	0.020130	0.000629		
Toplam	44	0.428099			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0524013	0.78	0.72	0.60	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.8 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının a^* Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	14.8912	1.65457	86.39	0.000
Lineer	3	13.7649	4.58830	239.56	0.000
Lamba (L)	1	4.0623	4.06233	212.09	0.000
Devir (D)	1	9.6634	9.66344	504.53	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0391	0.03912	2.04	0.162
Square	3	1.0513	0.35044	18.30	0.000
L*L	1	0.1725	0.17250	9.01	0.005
D*D	1	0.0500	0.05003	2.61	0.115
T*T	1	0.9180	0.91797	47.93	0.000
İkili Etkileşim	3	0.0750	0.02498	1.30	0.288
L*D	1	0.0666	0.06660	3.48	0.071
L*T	1	0.0075	0.00750	0.39	0.536
D*T	1	0.0009	0.00085	0.04	0.834
Kalıntı	35	0.6704	0.01915		
Uyum eksikliği	3	0.3161	0.10538	9.52	0.000
Saf hata	32	0.3542	0.01107		
Toplam	44	15.5615			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.138396	0.96	0.95	0.92	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.9 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının b^* Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.15863	0.128737	37.11	0.000
Lineer	3	1.12973	0.376578	108.55	0.000
Lamba (L)	1	0.08616	0.086160	24.84	0.000
Devir (D)	1	0.46232	0.462315	133.27	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.58126	0.581259	167.56	0.000
Square	3	0.01522	0.005072	1.46	0.242
L*L	1	0.00585	0.005846	1.69	0.203
D*D	1	0.00775	0.007746	2.23	0.144
T*T	1	0.00053	0.000534	0.15	0.697
İkili Etkileşim	3	0.01368	0.004561	1.31	0.285
L*D	1	0.00114	0.001141	0.33	0.570
L*T	1	0.00013	0.000127	0.04	0.850
D*T	1	0.01242	0.012416	3.58	0.067
Kalıntı	35	0.12142	0.003469		
Uyum eksikliği	3	0.04413	0.014711	6.09	0.002
Saf hata	32	0.07728	0.002415		
Toplam	44	1.28005			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0588983	0.91	0.88	0.84	

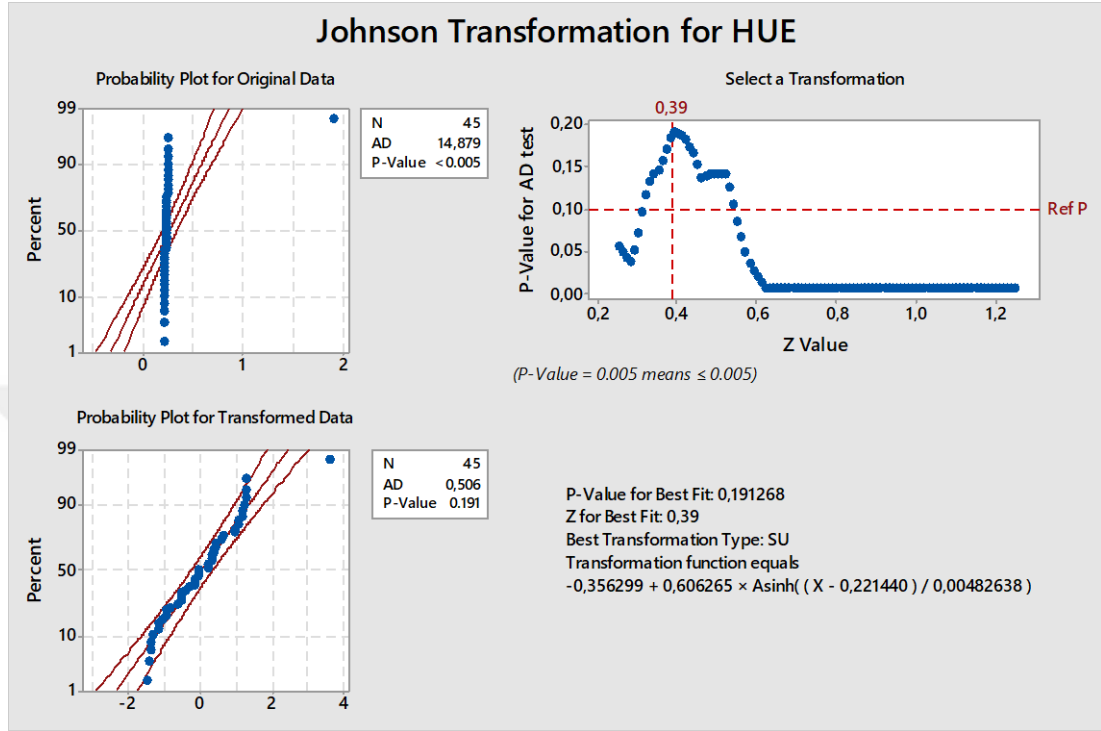
*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.10 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının C^* Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	14.8226	1.6470	41.32	0.000
Lineer	3	13.2634	4.4211	110.92	0.000
Lamba (L)	1	2.6667	2.6667	66.90	0.000
Devir (D)	1	10.5457	10.5457	264.57	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0511	0.0511	1.28	0.265
Square	3	0.6756	0.2252	5.65	0.003
L*L	1	0.0039	0.0039	0.10	0.755
D*D	1	0.3326	0.3326	8.35	0.007
T*T	1	0.3941	0.3941	9.89	0.003
İkili Etkileşim	3	0.8836	0.2945	7.39	0.001
L*D	1	0.0926	0.0926	2.32	0.136
L*T	1	0.7691	0.7691	19.30	0.000
D*T	1	0.0219	0.0219	0.55	0.463
Kalıntı	35	1.3951	0.0399		
Uyum eksikliği	3	1.2487	0.4162	90.99	0.000
Saf hata	32	0.1464	0.0046		
Toplam	44	16.2177			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.199647	0.91	0.89	0.85	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.11 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının *hue* Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.24645	0.027384	0.38	0.937
Linear	3	0.00288	0.000959	0.01	0.998
Lamba (L)	1	0.00019	0.000193	0.00	
Devir (D)	1	0.00010	0.000100	0.00	0.971
Sıcaklık (T)	1	0.00258	0.002583	0.04	0.851
Square	3	0.24156	0.080520	1.11	0.356
L*L	1	0.10208	0.102085	1.41	0.243
D*D	1	0.07800	0.078004	1.08	0.306
T*T	1	0.09840	0.098397	1.36	0.251
İkili	3	0.00202	0.000673	0.01	0.999
Etkileşim					
L*D	1	0.00000	0.000001	0.00	0.997
L*T	1	0.00134	0.001344	0.02	0.892

Ek A.11 (devam)

D*T	1	0.00068	0.000675	0.01	0.924
Kalıntı	35	2.52941	0.072269		
Uyum eksikliği	3	0.00207	0.000690	0.01	0.999
Saf hata	32	2.52734	0.078979	32	
Toplam	44	2.77586			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.268828	0.09	0.00	0.00	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

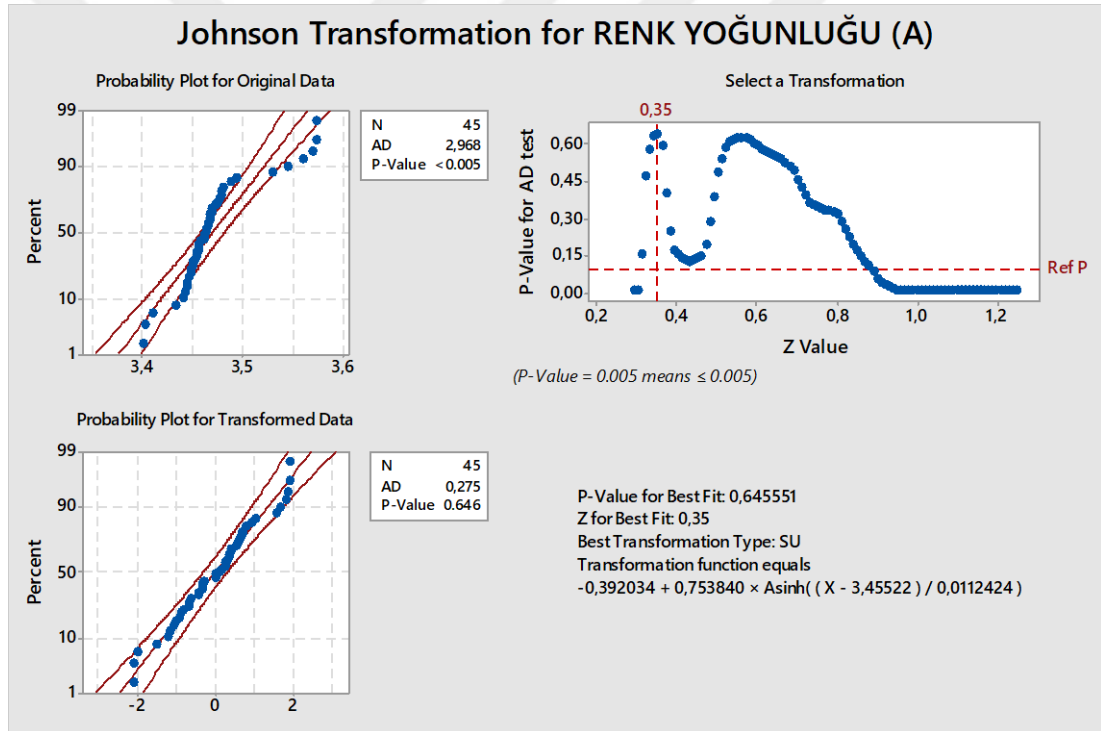
Ek A.12 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının ΔE Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	14.9317	1.6591	2.27	0.040
Lineer	3	13.2505	4.4168	6.04	0.002
Lamba (L)	1	2.8195	2.8195	3.85	0.058
Devir (D)	1	10.3780	10.3780	14.18	0.001
Sıcaklık (T)	1	0.0530	0.0530	0.07	0.789
Square	3	0.8735	0.2912	0.40	0.755
L*L	1	0.7433	0.7433	1.02	0.320
D*D	1	0.1218	0.1218	0.17	0.686
T*T	1	0.0952	0.0952	0.13	0.721
İkili	3	0.8077	0.2692	0.37	0.777
Etkileşim					
L*D	1	0.0689	0.0689	0.09	0.761
L*T	1	0.7336	0.7336	1.00	0.324
D*T	1	0.0053	0.0053	0.01	0.933
Kalıntı	35	25.6147	0.7318		

Ek A.12 (devam)

Uyum eksikliği	3	1.2960	0.4320	0.57	0.640
Saf hata	32	24.3188	0.7600		
Toplam	44	40.5464			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.855482	0.37	0.21	0.18	

Ek A.13 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının IC Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.058838	0.006538	20.85	0.000
Lineer	3	0.035869	0.011956	38.14	0.000
Lamba (L)	1	0.004676	0.004676	14.92	0.000
Devir (D)	1	0.030817	0.030817	98.30	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.000376	0.000376	1.20	0.281

Ek A.13 (devam)

Square	3	0.005411	0.001804	5.75	0.003
L*L	1	0.000658	0.000658	2.10	0.156
D*D	1	0.001766	0.001766	5.63	0.023
T*T	1	0.002590	0.002590	8.26	0.007
İkili	3	0.017557	0.005852	18.67	0.000
Etkileşim					
L*D	1	0.004485	0.004485	14.31	0.001
L*T	1	0.000784	0.000784	2.50	0.123
D*T	1	0.012288	0.012288	39.20	0.000
Kalıntı	35	0.010973	0.000314		
Uyum eksikliği	3	0.006289	0.002096	14,32	0,000
Saf hata	32	0.004684	0.000146		
Toplam	44	0.069810			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0177061	0.84	0.80	0.74	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.14 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının Renk Tonu Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.000503	0.000056	8.30	0.000
Lineer	3	0.000266	0.000089	13.16	0.000
Lamba (L)	1	0.000004	0.000004	0.62	0.437
Devir (D)	1	0.000198	0.000198	29.44	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.000063	0.000063	9.41	0.004
Square	3	0.000103	0.000034	5.10	0.005
L*L	1	0.000037	0.000037	5.44	0.026
D*D	1	0.000073	0.000073	10.85	0.002
T*T	1	0.000004	0.000004	0.53	0.470
İkili Etkileşim	3	0.000134	0.000045	6.63	0.001
L*D	1	0.000003	0.000003	0.45	0.509
L*T	1	0.000040	0.000040	5.99	0.020
D*T	1	0.000091	0.000091	13.47	0.001
Kalıntı	35	0.000236	0.000007		
Uyum eksikliği	3	0.000166	0.000055	25.50	0.000
Saf hata	32	0.000070	0.000002		
Toplam	44	0.000739			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0025956	0.68	0.60	0.44	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.15 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının SRB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.95467	0.106074	21.77	0.000
Lineer	3	0.86083	0.286945	58.89	0.000
Lamba (L)	1	0.13878	0.138776	28.48	0.000
Devir (D)	1	0.11468	0.114678	23.54	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.60738	0.607380	124.65	0.000
Square	3	0.03851	0.012838	2.63	0.065
L*L	1	0.01163	0.011630	2.39	0.131
D*D	1	0.01248	0.012483	2.56	0.118
T*T	1	0.02015	0.020152	4.14	0.050
İkili Etkileşim	3	0.05532	0.018440	3.78	0.019
L*D	1	0.04332	0.043320	8.89	0.005
L*T	1	0.01080	0.010800	2.22	0.145
D*T	1	0.00120	0.001200	0.25	0.623
Kalıntı	35	0.17054	0.004873	35	
Uyum eksikliği	3	0.04974	0.016579	4.39	0.011
Saf hata	32	0.12080	0.003775		
Toplam	44	1.12521			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0698036	0.85	0.81	0.76	

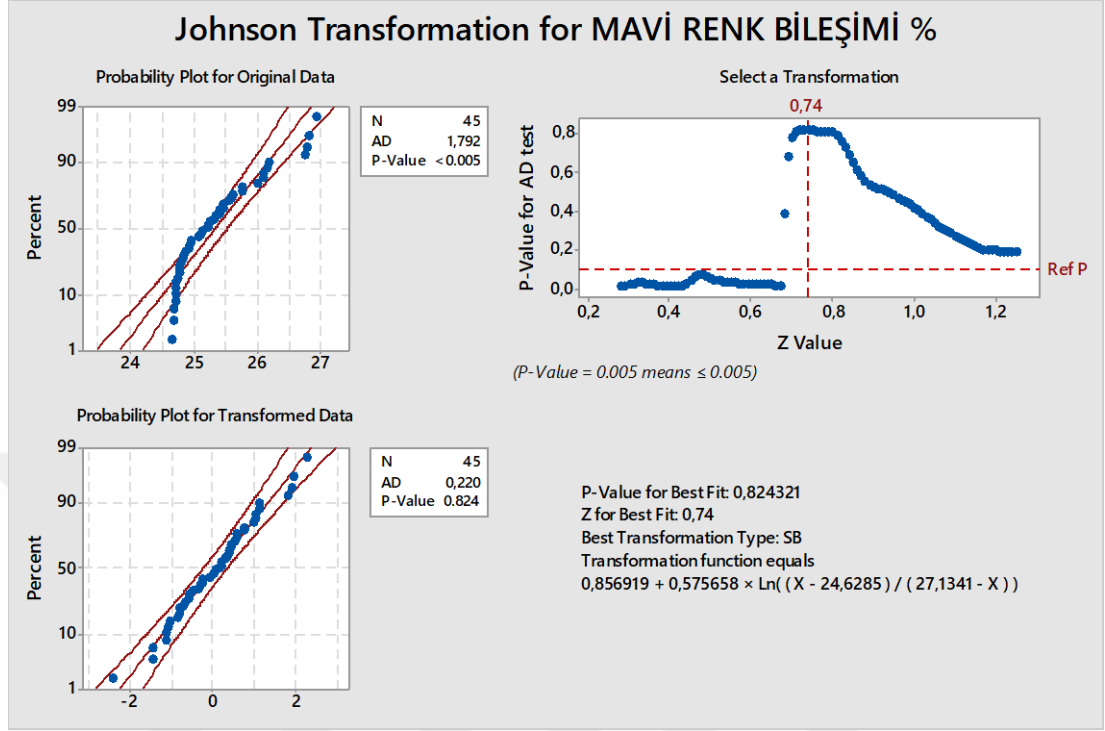
*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.16 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının KRB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	6.7541	0.75046	7.13	0.000
Lineer	3	3.2329	1.07762	10.24	0.000
Lamba (L)	1	0.2412	0.24120	2.29	0.139
Devir (D)	1	2.9393	2.93930	27.94	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0524	0.05236	0.50	0.485
Square	3	3.0489	1.01629	9.66	0.000
L*L	1	2.0648	2.06483	19.63	0.000
D*D	1	0.2943	0.29430	2.80	0.103
T*T	1	0.5566	0.55662	5.29	0.028
İkili Etkileşim	3	0.4724	0.15746	1.50	0.232
L*D	1	0.2480	0.24797	2.36	0.134
L*T	1	0.2120	0.21200	2.02	0.165
D*T	1	0.0124	0.01242	0.12	0.733
Kalıntı	35	3.6820	0.10520		
Uyum eksikliği	3	2.5206	0.84020	23.15	0.000
Saf hata	32	1.1614	0.03629		
Toplam	44	10.4361			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.324345	0.68	0.60	0.45	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.17 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının MRB Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	12.4967	1.38852	8.33	0.000
Lineer	3	6.6206	2.20685	13.23	0.000
Lamba (L)	1	0.1492	0.14915	0.89	0.351
Devir (D)	1	6.4626	6.46259	38.75	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.0088	0.00882	0.05	0.819
Square	3	4.1550	1.38502	8.31	0.000
L*L	1	1.5609	1.56092	9.36	0.004
D*D	1	0.2195	0.21953	1.32	0.259
T*T	1	2.0843	2.08427	12.50	0.001
İkili	3	1.7211	0.57370	3.44	0.027
Etkileşim					
L*D	1	0.1053	0.10528	0.63	0.432
L*T	1	1.5943	1.59432	9.56	0.004
D*T	1	0.0215	0.02151	0.13	0.722

Ek A.17 (devam)

Kalıntı	35	5.8366	0.16676		
Uyum eksikliği	3	4.8913	1.63044	55.20	0.000
Saf hata	32	0.9452	0.02954		
Toplam	44	18.3333			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0,408361	0.68	0.60	0.45	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.18 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TFM Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	389358	43262	24.76	0.000
Lineer	3	278006	92669	53.04	0.000
Lamba (L)	1	71852	71852	41.13	0.000
Devir (D)	1	205058	205058	117.37	0.000
Sıcaklık (T)	1	1096	1096	0.63	0.434
Square	3	89251	29750	17.03	0.000
L*L	1	16192	16192	9.27	0.004
D*D	1	8712	8712	4.99	0.032
T*T	1	73612	73612	42.14	0.000
İkili Etkileşim	3	22102	7367	4.22	0.012
L*D	1	19853	19853	11.36	0.002
L*T	1	2048	2048	1.17	0.286
D*T	1	201	201	0.11	0.737
Kalıntı	35	61146	1747	35	
Uyum eksikliği	3	50195	16732	48.89	0.000
Saf hata	32	10951	342		
Toplam	44	450505			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	41.7975	0.86	0.83	0.77	

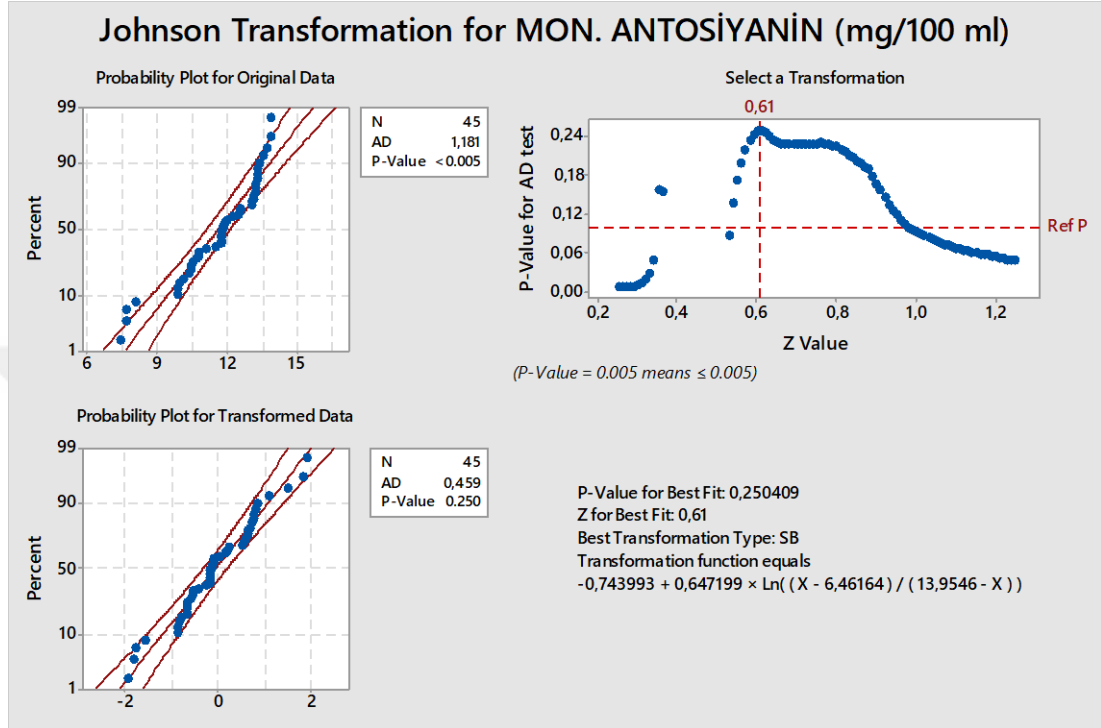
*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.19 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TAA Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1084.81	120.535	11.70	0.000
Lineer	3	962.82	320.939	31.15	0.000
Lamba (L)	1	618.64	618.643	60.05	0.000
Devir (D)	1	220.56	220.560	21.41	0.000
Sıcaklık (T)	1	123.62	123.615	12.00	0.001
Square	3	27.17	9.058	0.88	0.461
L*L	1	26.11	26.113	2.53	0.120
D*D	1	0.81	0.814	0.08	0.780
T*T	1	1.74	1.740	0.17	0.684
İkili Etkileşim	3	94.82	31.607	3.07	0.040
L*D	1	51.06	51.055	4.96	0.033
L*T	1	39.52	39.516	3.84	0.058
D*T	1	4.25	4.251	0.41	0.525
Kalıntı	35	360.58	10.302	35	
Uyum eksikliği	3	348.61	116.204	310.72	0.000
Saf hata	32	11.97	0.374		
Toplam	44	1445.39			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	3.20972	0.75	0.69	0.56	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.20 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMA Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	30.2363	3.35959	28.07	0.000
Lineer	3	7.3058	2.43525	20.34	0.000
Lamba (L)	1	0.3928	0.39280	3.28	0.079
Devir (D)	1	5.1620	5.16197	43.12	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.7510	1.75099	14.63	0.001
Square	3	17.7666	5.92219	49.47	0.000
L*L	1	9.1260	9.12605	76.24	0.000
D*D	1	9.8388	9.83881	82.19	0.000
T*T	1	0.6918	0.69178	5.78	0.022
İkili	3	5.1640	1.72132	14.38	0.000
Etkileşim					
L*D	1	3.6437	3.64367	30.44	0.000

Ek A.20 (devam)

L*T	1	1.4490	1.44900	12.10	0.001
D*T	1	0.0713	0.07130	0.60	0.445
Kalıntı	35	4.1897	0.11971		
Uyum eksikliği	3	0.6035	0.20117	1.80	0.168
Saf hata	32	3.5862	0.11207		
Toplam	44	34.4260			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.345985	0.88	0.85	0.82	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.21 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının İndirgen Şeker Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	0.001801	0.000200	6.74	0.000
Linear	3	0.000904	0.000301	10.14	0.000
Lamba (L)	1	0.000330	0.000330	11.11	0.002
Devir (D)	1	0.000060	0.000060	2.02	0.164
Sıcaklık (T)	1	0.000513	0.000513	17.28	0.000
Square	3	0.000632	0.000211	7.09	0.001
L*L	1	0.000414	0.000414	13.92	0.001
D*D	1	0.000080	0.000080	2.71	0.109
T*T	1	0.000219	0.000219	7.36	0.010
İkili	3	0.000266	0.000089	2.98	0.044
Etkileşim					
L*D	1	0.000169	0.000169	5.68	0.023
L*T	1	0.000096	0.000096	3.24	0.080
D*T	1	0.000001	0.000001	0.03	0.875
Kalıntı	35	0.001040	0.000030		

Ek A.21 (devam)

Uyum eksikliği	3	0.000384	0.000128	6.24	0.002
Saf hata	32	0.000656	0.000021		
Toplam	44	0.002841			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.0054510	0.63	0.54	0.46	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.22 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMK Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	20.5198	2.2800	51.89	0.000
Lineer	3	17.6777	5.8926	134.12	0.000
Lamba (L)	1	1.2734	1.2734	28.98	0.000
Devir (D)	1	15.0275	15.0275	342.04	0.000
Sıcaklık (T)	1	1.3768	1.3768	31.34	0.000
Square	3	1.8767	0.6256	14.24	0.000
L*L	1	0.2978	0.2978	6.78	0.013
D*D	1	1.6076	1.6076	36.59	0.000
T*T	1	0.1498	0.1498	3.41	0.073
İkili Etkileşim	3	0.9654	0.3218	7.32	0.001
L*D	1	0.0407	0.0407	0.93	0.342
L*T	1	0.7901	0.7901	17.98	0.000
D*T	1	0.1346	0.1346	3.06	0.089
Kalıntı	35	1.5377	0.0439		
Uyum eksikliği	3	1.1527	0.3842	31.94	0.000
Saf hata	32	0.3850	0.0120		
Toplam	44	22.0575			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	

R^2 değerleri (%)	0.20967	0.93	0.91	0.88
---------------------	---------	------	------	------

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

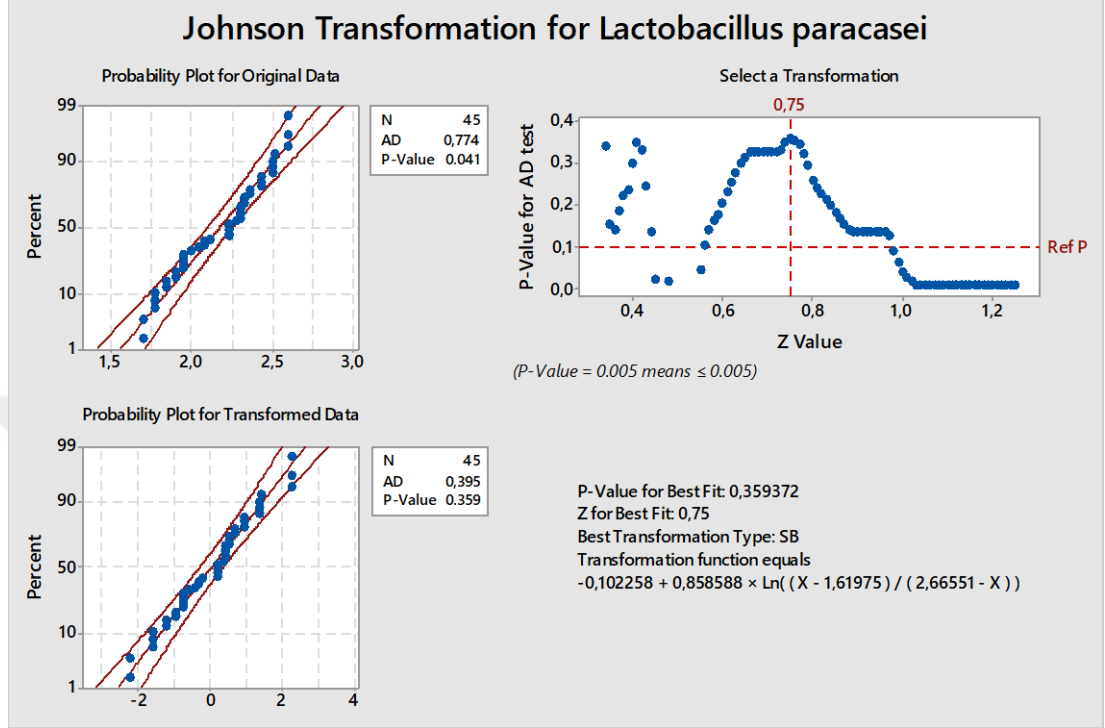


Ek A.23 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının TMAB Değerinin İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları

Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	23.5741	2.61934	146.69	0.000
Lineer	3	16.0099	5.33662	298.86	0.000
Lamba (L)	1	6.7586	6.75860	378.49	0.000
Devir (D)	1	9.0330	9.03298	505.86	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.2183	0.21828	12.22	0.001
Square	3	1.5067	0.50224	28.13	0.000
L*L	1	0.7432	0.74321	41.62	0.000
D*D	1	0.6430	0.64304	36.01	0.000
T*T	1	0.0058	0.00582	0.33	0.572
İkili Etkileşim	3	6.0575	2.01917	113.08	0.000
L*D	1	2.8536	2.85359	159.81	0.000
L*T	1	0.0000	0.00004	0.00	0.964
D*T	1	3.2039	3.20389	179.42	0.000
Kalıntı	35	0.6250	0.01786		
Uyum eksikliği	3	0.1903	0.06344	4.67	0.008
Saf hata	32	0.4347	0.01358		
Toplam	44	24.1991			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.133629	0.97	0.97	0.96	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.24 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının *Lactobacillus paracasei* Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



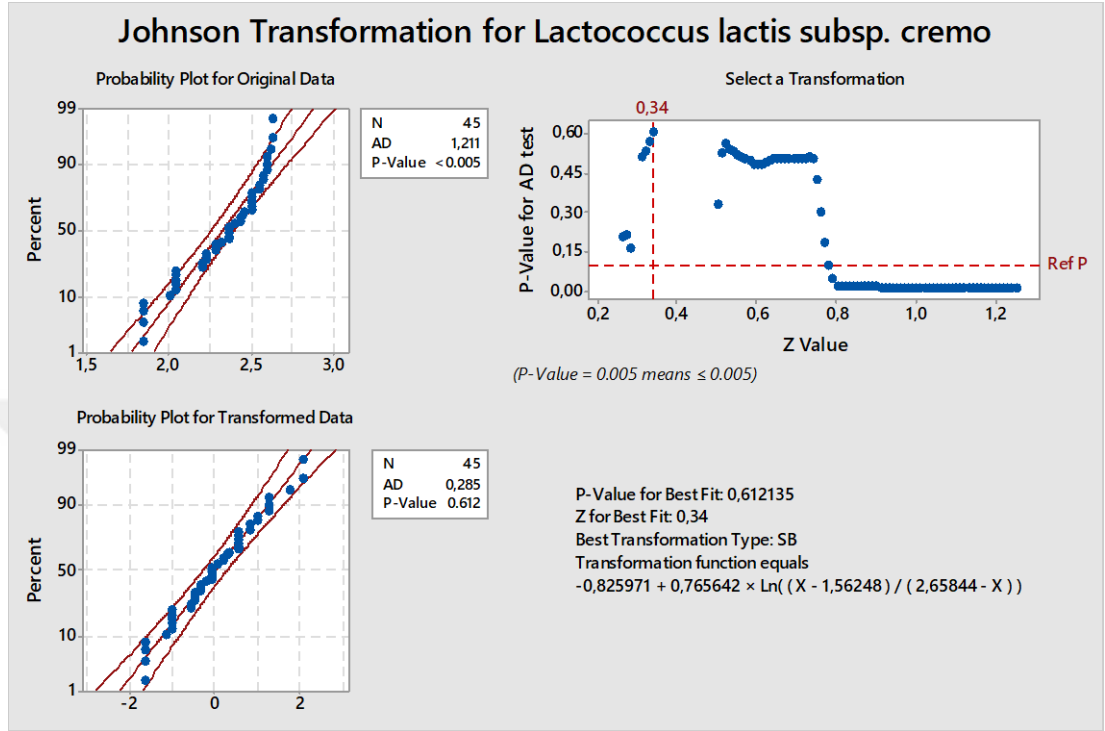
Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	2.25080	0.25009	11.17	0.000
Lineer	3	2.14046	0.71349	31.88	0.000
Lamba (L)	1	0.09169	0.09169	4.10	0.051
Devir (D)	1	2.04364	2.04364	91.30	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00514	0.00514	0.23	0.635
Square	3	0.09298	0.03099	1.38	0.264
L*L	1	0.08606	0.08606	3.84	0.058
D*D	1	0.00004	0.00004	0.00	0.966
T*T	1	0.01052	0.01052	0.47	0.498
İkili	3	0.01735	0.00578	0.26	0.855
Etkileşim					
L*D	1	0.00267	0.00267	0.12	0.732
L*T	1	0.00691	0.00691	0.31	0.582

Ek A.24 (devam)

D*T	1	0.00777	0.00777	0.35	0.559
Kalıntı	35	0.78339	0.02238		
Uyum eksikliği	3	0.26637	0.08879	5.50	0.004
Saf hata	32	0.51702	0.01616		
Toplam	44	3.03419			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.149608	0.74	0.68	0.57	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

Ek A.25 UV ile Proses Edilmiş Şalgam Sularının *Lactococcus lactis* subsp. *cremo* Değerinin Dönüşüm Grafiği ve İkinci Dereceden Matematiksel Modelleme ANOVA Çıktıları



Terimler	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P değeri
Model	9	1.95011	0.21668	14.87	0.000
Lineer	3	1.49574	0.49858	34.20	0.000
Lamba (L)	1	0.04699	0.04699	3.22	0.081
Devir (D)	1	1.44512	1.44512	99.14	0.000
Sıcaklık (T)	1	0.00364	0.00364	0.25	0.621
Square	3	0.36786	0.12262	8.41	0.000
L*L	1	0.05398	0.05398	3.70	0.062
D*D	1	0.14924	0.14924	10.24	0.003
T*T	1	0.13955	0.13955	9.57	0.004
İkili	3	0.08651	0.02884	1.98	0.135
Etkileşim					
L*D	1	0.00110	0.00110	0.08	0.785
L*T	1	0.06504	0.06504	4.46	0.042

Ek A.25 (devam)

D*T	1	0.02037	0.02037	1.40	0.245
Kalıntı	35	0.51018	0.01458		
Uyum eksikliği	3	0.10871	0.03624	2.89	0.051
Saf hata	32	0.40147	0.01255		
Toplam	44	2.46029			
Model	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmini R^2	
R^2 değerleri (%)	0.120733	0.79	0.74	0.65	

*Uyum eksikliği $p > 0.05$ olmalıdır.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : GÖNÜL ULU

Doğum Yeri ve Tarihi : KARABÜK 22/02/1987

Lisans Üniversite :SAMSUN ONDOKUZMAYIS
ÜNİVERSİTESİ (2010)

Elektronik posta : gonululu7878@gmail.com

İletişim Adresi :Soğuksu mah. Oğuzlar cad. NO:23
KARABÜK/MERKEZ

Telefon : +90 530 489 87 78