



**ULTRASONİK ÖN İŞLEM UYGULANMIŞ,
DERİN YAĞDA KIZARTILMIŞ KABAKLARIN
BAZI KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyma ÜSTÜN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2022

Bu tez çalışması 19.Fen.Bil.41 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ULTRASONİK ÖN İŞLEM UYGULANMIŞ, DERİN YAĞDA
KIZARTILMIŞ KABAKLARIN BAZI KALİTE
KARAKTERİSTİKLERİ

Şeyma ÜSTÜN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2022

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**ULTRASONİK ÖN İŞLEM UYGULANMIŞ, DERİN YAĞDA KIZARTILMIŞ
KABAKLARIN BAZI KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ**

Şeyma ÜSTÜN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

Kabak, ülkemizde çeşitli şekillerde pişirilerek tüketimi yapılan bir sebzedir. Kızartma işlemi kabak için sık başvurulmuş bir yöntemdir. Tüketicilerin arzu ettiği şekilde kızartma işleminin yapılması açısından, kalitenin geliştirilmesi ve yağ emiliminin kontrol edilmesi önemli hale gelmiştir. Bu zamana kadar, kalitenin geliştirilmesi için farklı ön işlem uygulamaları yapılmıştır. Kurutma ve ultrason işlemi bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada ön işlemlerin ve değişen işlem koşullarının, kızartma kalitesine etkisinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda farklı koşullarda (0-%50-%100 güç, 0-5-10 dk süre) ultrason ön işlemi uygulanmış, farklı sıcaklıklarda (0-70-90°C) kurutulmuş ve farklı koşullarda (140-160-190°C sıcaklık, 0,5-1-2 dk süre) kızartılmış kabak dilimlerinin kütle değişimleri, tekstür ve renk değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskopisi (SEM) görüntüleri dokunun değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

Analizler ile kurutma sıcaklık artışının kütlede azalma sağladığı, Ultrason ve kızartma koşullarının tamamının bireysel olarak örnek renklerinde etki yaratmadığı, fakat bu işlem koşullarının birbiriyle etkileşimlerinin sonuçları değiştirdiği saptanmıştır. Kaliteye en uygun örneğin T2W2S2K1Y3 kodlu örnek olduğu, bu çıkarımda da işlemler arası interaksiyonun anlamlı olduğu ($p<0,05$) ortaya konmuştur. Bu çalışma yerel bir sebzenin sağlıklı bir şekilde işlenebilmesi amacıyla kalite kriterlerinin tespit edilebilmesi için önemlidir.

2022, xii+ 106sayfa

Anahtar Kelimeler: Kabak, *Cucurbita pepo*, Derin yağda kızartma, Kalite.



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF ULTRASONIC PRE-TREATED, DEEP-FRIED ZUCCHINIS

Şeyma ÜSTÜN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Bilge AKDENİZ

Zucchini is a vegetable that is consumed as cooked in various ways in our country. Frying is a common method for zucchini. It has become important to improve the quality and control the oil absorption in terms of frying as desired by the consumers. Until now, different pre-treatment applications have been made to improve the quality. Drying and ultrasound are some of them.

In this study, it is aimed to observe the effects of pre-treatments and changing processing conditions on the quality of frying. In this context, the zucchini slices that was applied ultrasound pre-treatment under different conditions (0-50%-100% power, 0-5-10 min time), dried at different temperatures (0-70-90°C) and fried in different conditions (140-160-190°C temperature, 0,5-1-2 min time), were examined for its mass changes, texture and color values. In addition, scanning electron microscopy (SEM) images were used for the texture evaluation. With the analysis, it was determined that the increase in drying temperature resulted in a decrease in the mass, all of the ultrasound and frying conditions did not have an individual effect on the sample colors, but the interaction of these process conditions with each other changed the results. It was revealed that the sample with the code T2W2S2K1Y3 was the most suitable for quality, and the interaction between processes was significant in this inference ($p < 0.05$). This study is important in order to determine the quality criteria for processing a local vegetable in a healthy way.

2022,xii + 106 pages

Keywords: Zucchini, *Cucurbita pepo*, Deep frying, Quality.



TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum çalışmada bilgisi ve tecrübeleriyle beni her zaman destekleyen, karşılaştığım zorluklarda yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ'e ve 19.FEN.BİL.41 numaralı projeme finansal olarak destek sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte laboratuvar çalışmama katkı sağlayan canım arkadaşım Meltem SARI ve isimlerini tek tek sayamadığım herkese desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni destekleyen ve bu çalışma sırasında da hem maddi hem manevi yardımlarıyla beni yalnız bırakmayan biricik aileme sonsuz teşekkür ederim.

Şeyma ÜSTÜN
Afyonkarahisar 2022

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Kabak ve Özellikleri	3
2.2 Kızartma İşlemi.....	3
2.3 Derin Yağda Kızartma	5
2.4 Kızartma Sırasındaki Fiziksel ve Kimyasal Değişimler	6
2.5 Kızartma Öncesinde Uygulanan Ön İşlemler	8
2.5.1 Kurutma	8
2.5.2 Ultrason.....	9
2.6 Kızartılmış Ürünlerde Kalite Karakteristikleri	10
2.6.1 Renk.....	11
2.6.2 Tekstür.....	12
2.7 Mikroyapı ve SEM.....	12
3. MATERYAL ve METOT	14
3.1 Materyal.....	14
3.2 Metotlar	14
3.2.1 Deney Planı ve Kabak Örneklerinin Hazırlanması.....	14
3.2.2 Ultrason Uygulaması	15
3.2.3 Kurutma İşlemi.....	16
3.2.4 Kızartma İşlemi	18
3.3 Analizler	20
3.3.1 Renk Analizi.....	20
3.3.2 Tekstür Analizi.....	21

3.3.3Mikroyapı Analizi (SEM).....	21
3.3.4İstatistiksel Analiz.....	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	22
4.1 Kütle Değişimi.....	22
4.2 Renk Değişimi	28
4.2.1 L* Değeri	28
4.2.2 a* Değeri.....	34
4.2.3 b* Değeri.....	39
4.2.4 C*Değeri.....	45
4.2.5h*Değeri.....	51
4.2.6 Makro Görünümde Renkler ve İşlem İnteraksiyonlarının Etkisi.....	56
4.3 Tekstürel Değişimler	60
4.4 Mikro Yapı (SEM) Değişimleri.....	68
4.4.1 Kurutma Sıcaklığına Bağlı Mikro Yapı (SEM) Değişimleri.....	68
4.4.2 Ultrason İşlemine Bağlı Mikro Yapı (SEM) Değişimleri.....	70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
6. KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	81
EKLER.....	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
+	Artı
-	Eksi
.	Çarpı
±	Artı-Eksi İşareti
/	Bölü
<	Küçüktür
>	Büyüktür
≤	Küçük Eşit
≥	Büyük Eşit
Δ	Delta
Δm	Kütle Farkı
μm	Mikrometre
a*	Kırmızılık-Yeşillik Değeri
b*	Sarılık-Mavilik Değeri
C*	Renk Yoğunluğu Değeri
°C	Santigrat
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
h*	Renk Tonu Değeri
L*	Açıklık-Koyuluk Değeri
L	Litre
kHz	Hertz
mm	Milimetre
m ₁	Kızartma Öncesi Kütle
m ₂	Kızartma Sonrası Kütle
N	Newton

Kısaltmalar

CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
BAP	Bilimsel Araştırma Projeleri
Vd.	Ve Diğerleri
İnt. Kyn.	İnternet Kaynağı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUAM	Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Deney kodları.....	14
Şekil 3.2 Deney planı.....	15
Şekil 3.3 Ultrason uygulaması deney kodları.....	16
Şekil 3.4 Kurutma işlemi deney kodları.....	17
Şekil 3.5 Kurutma ve ultrason uygulanmadan kızartılan örneklerin deney kodları.....	18
Şekil 3.6 Ultrason uygulanmış, daha sonra kurutulmadan kızartılmış örneklerin deney kodları.....	19
Şekil 3.7 70°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örneklerin deney kodları.....	19
Şekil 3.8 90°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örneklerin deney kodları.....	20
Şekil 4.1 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca % kütle değişimi.....	23
Şekil 4.2 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının % kütle değişimine etkisi.....	24
Şekil 4.3 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca % kütle değişimi.....	25
Şekil 4.4 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca % kütle değişimi.....	25
Şekil 4.5 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca % kütle değişimi.....	27
Şekil 4.6 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca % kütle değişimi.....	27
Şekil 4.7 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca L* değerinin değişimi.....	29
Şekil 4.8 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde, kurutma sıcaklığının L* değerine etkisi.....	29
Şekil 4.9 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca L* değerlerinin değişimi.....	30
Şekil 4.10 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca L* değerinin değişimi.....	31
Şekil 4.11 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca L* değerinin değişimi.....	32
Şekil 4.12 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının L* değerine etkisi.....	32

Şekil 4.13 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca L^* değeri değişimi.....	33
Şekil 4.14 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca a^* değerinin değişimi.....	35
Şekil 4.15 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının a^* değerine etkisi.....	35
Şekil 4.16 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca a^* değerinin değişimi.....	36
Şekil 4.17 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca a^* değerinin değişimi.....	37
Şekil 4.18 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca a^* değerinin değişimi....	38
Şekil 4.19 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca a^* değerinin değişimi.....	38
Şekil 4.20 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca b^* değerinin değişimi.....	40
Şekil 4.21 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının b^* değerine etkisi.....	40
Şekil 4.22 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca b^* değerinin değişimi.....	41
Şekil 4.23 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca b^* değerinin değişimi.....	42
Şekil 4.24 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca b^* değerinin değişimi....	43
Şekil 4.25 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının b^* değerine etkisi.....	43
Şekil 4.26 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca b^* değerinin değişimi.....	44
Şekil 4.27 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca C^* değerinin değişimi....	46
Şekil 4.28 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının C^* değerine etkisi.....	46
Şekil 4.29 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca C^* değerinin değişimi.....	47
Şekil 4.30 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca C^* değerinin değişimi.....	48
Şekil 4.31 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca C^* değerinin değişimi....	49
Şekil 4.32 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının C^* değerine etkisi.....	49
Şekil 4.33 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca C^* değerinin değişimi.....	50

Şekil 4.34 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca h^* değerinin değişimi.....	51
Şekil 4.35 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının h^* değerine etkisi.....	52
Şekil 4.36 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca h^* değerinin değişimi....	53
Şekil 4.37 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca h^* değerinin değişimi.....	53
Şekil 4.38 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca h^* değerinin değişimi....	54
Şekil 4.39 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının h^* değerine etkisi.....	54
Şekil 4.40 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca h^* değerinin değişimi.....	55
Şekil 4.41 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.....	60
Şekil 4.42 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.....	61
Şekil 4.43 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde ultrason gücünün tekstüre etkisi.....	62
Şekil 4.44 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.....	63
Şekil 4.45 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde ultrason süresinin tekstüre etkisi.....	63
Şekil 4.46 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca tekstürde ölçülen değeri. değişimi.....	64
Şekil 4.47 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının tekstüre etkisi.....	65
Şekil 4.48 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.....	65
Şekil 4.49 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sürelerinin tekstüre etkisi.....	66

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 1.1 Kabak.....	1
Resim 3.1 Ultrasonik banyo.....	16
Resim 3.2 Kurutma kabini.....	17
Resim 3.3 Kızartma işlemi için kullanılan fritöz.....	18
Resim 4.1 Kurutulmamış örneklerde değişen ultrason ve kızartma koşulları boyunca renkte görülen farklılıklar.....	57
Resim 4.2 Değişen kurutma, ultrason ve kızartma parametrelerinin renk değişimine etkisi.....	58
Resim 4.3 T2W2S2K1Y3 kodlu örnek.....	59
Resim 4.4 T2W3S2K1Y2 kodlu örnek.....	59
Resim 4.5 T2W3S2K1Y1 kodlu örnek.....	59
Resim 4.6 70°C ve 90°C'de kurutulmuş, ultrason uygulanmamış örneklerin mikro yapı (SEM) görüntülerinin kurutma sıcaklığına bağlı değişimleri.....	68
Resim 4.7 Ultrason uygulanmamış örneklerin kurutma sıcaklığına bağlı değişimi.....	69
Resim 4.8 Farklı sıcaklıklarda kurutulan W2S2 kodlu ultrasonlu örneklerdeki değişim.....	70
Resim 4.9 Ultrason güç ve süresinin artışıyla dokuda gerçekleşen değişimler.....	71
Resim 4.10 T3 sıcaklığında kurutulmuş örneklerde artan ultrason koşullarının etkisi.....	72

1.GİRİŞ

Latince ismi *Cucurbita pepo* olan kabak bitkisi, sakız kabağı olarak da bilinir. Kabakgiller familyasında bulunmaktadır. Bu aile 22 farklı türe ev sahipliği yapar ve ayrıcahiyar, karpuz gibi örnekleri de içermektedir (Bruin vd. 2016, Tejada vd. 2020, İnt. Kyn. 2). Yeşilimsi renklerde bulunan bu sebzenin içi daha açık renktedir ve uzunluğu ortalama 15-20 cm'dir. Yemeklerde sevilerek kullanılan bu sebzenin kızartması da yaygın bir şekilde yapılmaktadır (İnt. Kyn. 2).

Kabak bitkisi Anadolu'da bol miktarda yetiştirilmektedir. Özellikle Afyonkarahisar yöresinde kabak kış için hazırlanır ve kışın yemeği yapılır. Kabak kızartması kışın sevilerek yenmektedir. TÜİK 2021 istatistik verilerine göre Türkiye genelinde 609 622 ton kabak yetiştirilmiştir. Önceki yıllara göre kabak üretimi artarak devam etmiştir (İnt. Kyn. 3).



Resim1.1 Kabak (*Cucurbita pepo*) (İnt. Kyn. 5).

Bitkisel bazlı beslenme birçok hastalığın riskini azaltan bir etkidir. Toplumda oluşan beslenme bilinci hem lezzetli hem düşük kalorili gıdaların önemini arttırmaktadır. Bu nedenle sebzeler ve meyveler sağlıklı beslenme açısından çok önemlidir. Ancak meyve sebzeler yıl boyunca hasadı yapılabilen gıdalar değildirler bu nedenle saklanmaları için özel koşullar ve prosesler gerektirmektedirler. Donuk olarak muhafaza etme gibi saklama koşulları her meyve sebze için uygun olmadığından özellikle su oranı yüksek olanlar için kalite kayıplarına yol açar. Muhafaza etmedeki bu kayıpları azaltmak için kurutma işlemi bu noktada önemli hale gelmektedir. Ayrıca kurutulmuş gıdalar taşıma

ve depolamada büyük avantaj sağlarlar. Kurutma sırasında dokudan ayrılan suyla beraber mikrobiyolojik bozulmaların da önüne geçilmiş olur(Tejada vd. 2020, Stepien vd. 2016).

Kurutma uygulaması gibi farklı proseslerle işlenen gıdaların kalite karakteristiklerinin iyileştirilmesinde birçok ön işlem kullanılmaktadır. Ultrason uygulaması da bunlardan biridir. Bu çalışmada farklı koşullarda ultrason işlemi uygulanmış kabak dilimleri, farklı sıcaklıklarda kurutularak farklı kızartma süre ve sıcaklık kombinasyonlarında kızartılmıştır. Bu ön işlemlerin kabak dilimlerinin kızartılmasında kaliteye olan etkileri incelenmiş ve en uygun koşullar tespit edilmeye çalışılmıştır.



2.LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Kabak ve Özellikleri

Kabak çoğunlukla sudan oluşmuştur ve bu nedenle kalorisi çok düşüktür. Bir orta boy taze kabak ortalama 35 kalori içerir. %95 su içerikli kabakayrıca yüksek besleyici değere de sahiptir, bu sebepten dolayı sağlıklı beslenme açısından önemi büyüktür (Gholami vd. 2012, El-Sahar vd. 2020).

Kabağın 100 gramında 3 g karbonhidrat, 1,15 g protein, 0,12 g yağ bulunmaktadır ve geri kalanı sudur. Ayrıcadaha yüksek oranlarda magnezyum, fosfor, potasyum içermekle birlikte eser miktarda diğer mineralleri de içeren kabak, C vitaminive folik asit içeriği açısından da zengindir.Sebzenin, vücutta kılcal damar sağlığı için yararlı olduğu bilinmektedir. Potasyum içeriğinin yüksek olmasıyla tansiyon hastalıklarına ve nörolojik hastalıklara faydalı olduğu da ortaya konmuştur.Ayrıca kabakta bulunan lifler kolesterol seviyelerini düşürür. Kabak sebzesi zengin besin içeriğine rağmen düşük kalorisiyle çok yararlı bir sebzedir (Gholami vd. 2012, İnt. Kyn. 1).

Kabağın antioksidan açısından da zengin içerikli olması onu daha da değerli hale getirir. İçerdiği lutein, beta-karoten gibi karotenoidlerle cilde, gözlere, kalbe fayda sağlamaktadır. Bu antioksidanların kabuk kısmında yoğunlaştığı yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (El-Sahar vd. 2020, İnt. Kyn. 4).

2.2 Kızartma İşlemi

Kızartma, gıdanın lezzetinin artırılması için kullanılan, hem Anadolu'da hem dünyada yaygın bir uygulamadır. Ayrıca bu zamana kadar kullanılmış en eski süreçlerden de biridir. Sebzeler, deniz ürünleri ve et ürünleri başta olmak üzere birçok gıdada kullanılan bu yöntemin bu kadar yaygın olması, hazırlama kolaylığından ve ortaya çıkan üründeki lezzet ve tekstürden kaynaklanmaktadır.Ayrıca yağlar bir ısı kaynağından bir süreliğine aldıkları yardımla uzun süre sıcak kalabilir. Bu nedenle endüstriyel boyutta da sıklıkla tercih edilmektedir.Bu işlem yüksek sıcaklıklarda

yapıldığı için ısı transferinin hızlı bir şekilde olmasını sağlar ve verimli bir pişme işlemi ortaya çıkarır. Gıdanın kızartılması sırasında içinde bulunduğu yağ, ısı transferini sağlamada başrol oynar. Ayrıca bu işlem, gıdanın yüzeyindeki suyun uzaklaştırılmasıyla mikroorganizmaları da etkisiz hale getirir (Dana ve Saguy 2006, Şahin ve Sumnu 2009, Bordin vd. 2013, Boskou ve Elmadfa 2016, Gupta 2020).

Kızartma esnasında hem gıdada hem de kızartılan yağda birçok değişiklikler meydana gelmektedir. Gıdanın vitamin mineral gibi öğelerinde kayıplar olurken kalori değeri artmaktadır. (Rakıcıoğlu ve Baysal 1988). Isı ve kütle transferini içeren, gıdada karmaşık bir mikro yapı oluşturan bu süreçte genellikle ayçiçeği yağı, zeytinyağı, kanola yağı gibi yağlar kullanılmaktadır. Bu işlemin daha iyi kavranması, gıdanın kalitesi, yağın kullanım süresi ve harcanan enerji miktarı açısından prosesle ilgili iyileştirilmesine olanak sağlar (Miri vd. 2006, Boskou ve Elmadfa 2016, Zeb 2019).

Gelişen dünya ile sağlıklı tüketim ürünlerinin önemi de artmaktadır. Üründeki yağ miktarı ve kalite parametrelerinin iyileştirilmesi tüketicilerin istekleri doğrultusunda üretim yapabilmek için önemli hale gelmiştir. Yağ emiliminin azaltılması için kurutma, haşlama, kaplama gibi çalışmalar yapılmaktadır (Krokida vd. 2001c, Pedreschi ve Moyano 2005).

Yüksek yağ içerikli işlenmiş gıdaların sağlık sorunlarına yol açtığı bazı çalışmalarla ortaya konulmuştur (Şahin vd. 2009). Yağlı gıdalar, obeziteye yol açarak başta diyabet ve kalp rahatsızlıkları olmak üzere birçok hastalığa davetiye çıkarmaktadır (Bingol vd. 2012, Deghannya vd. 2015b). Bu nedenle bilinçli tüketiciler daha sağlıklı ürünlerin arayışı içinde olmaya ve ürünün yağ içeriğine daha sık bakmaya başlamıştır (Dana ve Saguy 2006).

Patates cipsi üzerine çalışan Mellema (2003) yaptığı çalışmada derin yağda kızartılmış patateslerin, ağırlıklarının 1/3'ü kadar yağ çektiğini tespit ederek kızarmış ürünlerdeki yağ miktarının ne kadar tehlikeli boyutlarda olabildiğini gözler önüne sermiştir. Kızarmış patates gibi ürünlerin çok sık tüketilmesi birçok sağlık sorununu beraberinde getirecektir.

2.3 Derin Yağda Kızartma

Gıdaya eşsiz tat ve gevreklik kazandıran derin yağda kızartma işlemi, suyun kaynama noktasının üzerinde bir sıcaklıkta olan yağa daldırılmasıdır. Gıda ve kızartma ortamı arasında aynı anda gerçekleşen ısı ve kütle transferi bu uygulamayı daha da karmaşık hale getirmektedir. Bu transferi sağlayan olgular ise su ve yağdır (Pedreschi ve Moyano 2006, Bruin vd. 2016, Mohammadalinejhad ve Dehghannya 2018).

Bu işlemde gıda 170- 190 °C’de bulunan kızartma yağına daldırılır ve ürüne göre uygun sürede yağda bekletilerek kızartma tamamlanır. Ürün uygulama boyunca yağ absorbe eder (Mellema 2003).Yüksek sıcaklığa getirilmiş yağ ile etkileşen gıdada, Maillard reaksiyonu, protein denatürasyonu, kızarma ve gevreklik gibi fiziksel ve kimyasal değişimler ortaya çıkar. Ayrıca kızartma yağında da farklı bileşenler oluşabilir (Bordin vd. 2013).

Kızartılmış gıda genel olarak 3 kısımdan meydana gelir. Kızaran kabuk birinci kısımdır. Bu kısım yüzeydeki su içeriğinin % 3 veya daha az değerlere düşmesiyle ortaya çıkan olgudur.Kabuk cidarı ikinci kısımdır. Kabuğun yüzeyidir. Dış kısımda, Maillard reaksiyonu nedeniyle altın sarımsı-kahvemsı bir renk meydana gelmektedir.Ürünün iç bölgesi ise üçüncü kısımdır.Farklı miktarlarda nem ve absorbe olan yağı içerebilen pişmiş iç bölgedir (Rakıcıoğlu ve Baysal 1988).

Artan kızartma sıcaklığıyla kızartılan gıdada su buharı meydana gelir. Su buharının, gıdanın yüzeyinden geçmesiyle kabuk oluşur ve gözenekler meydana gelir. Gözeneklerin yağ absorpsiyonunu etkilediği ortaya konulmuştur. Yağ, aslında ürün soğurken gözeneklere girer (Şahin ve Sumnu 2009).

Miri vd. (2006) yaptıkları çalışmada kabuğun esas olarak kızartmanın son dakikalarında oluştuğu sonucuna varmışlardır Kızartma yağı sıcaklığı ortalama 170 °C olmakla beraber daha yüksek ve daha düşük sıcaklıklarda kızartma işlemi yapılmaktadır. Kızartma sırasında sıcaklık ürün merkezine ve kabuğa eşit dağılmaz. En yüksek sıcaklıklar gıdanın dış kısmında gözlemlenirken, çekirdek kısmı 100 °C civarında

sıcaklık gösterir (Bordin vd. 2013). Ayrıca gıdanın merkezinde daha çok su bulunmaktadır.

2.4 Kızartma Sırasındaki Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

Kızartma uygulamasında nem kaybı, kabuk oluşumu meydana gelirken şekilde, renkte ve aromadaki değişimler ortaya çıkar. Nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonu, Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon gibi reaksiyonlar meydana gelir. Kızartılmış ürünlerin kendine has rengi ve aromasıyoğunlukla Maillard reaksiyonları ile sağlanır. Oluşan ara ürünler aroma gelişimine katkıda bulunur. Karamelizasyon ise gıda bünyesindeki şekerlerin, yüksek ısı sebebiyle reaksiyonlar zinciri oluşturarak parçalanması ve su açığa çıkmasıdır. Genellikle 150°C ve üstü sıcaklıklarda meydana gelir. Karamelizasyon gıda rengi ve lezzetinde önemli değişikliklere sebep olur. Ayrıca kızartma işleminde yüksek sıcaklıkla enzim inaktivasyonu olur ve mikroorganizmalar yok edilir (Yıldız 2005, Şahin ve Sumnu 2009). Kızartma işlemi boyunca görünen yoğunluk da azalır. Görünür yoğunluktaki azalma, gözenek oluşumu, kaybedilen su ve absorbe edilen yağ ile ilişkilidir (Ziaifar 2008).

İşlem esnasında nem kaybı ve yağ kazanımı yoluyla kütlenin aktarımı meydana gelir. Isı, kızartma ortamından gıdaya konveksiyon, gıdaya girdikten sonra da kondüksiyon yoluyla ilerler. Yağdan gıdaya ısı aktarımı olur. Isınan gıdanın yüzeyindeki nem uçmaya başlar. Nemin uzaklaşmasıyla ürün yüzeyinde kuruma meydana gelir ve kabuk oluşur. Artan sıcaklıkla kabuk kalınlaşır. Oluşan kabuk nemin uzaklaşmasını da önler. Biriken su buharı, basınç yaratır. Merkezdeki buhar, artan basıncın da etkisiyle üründe mikro delikler oluşturarak çıkacak bir yol bulur ve uzaklaşır. Süreç ilerledikçe oluşan boşluk ve çatlaklara yağ girer. Boşluklar oldukça geniş olduğundan su buharı nedeniyle oluşan direnç ortadan kalkmıştır (Yıldız 2005, Boskou ve Elmadfa 2016).

Yağ alımının mekanizması karmaşıktır ve ürün ve yağ bileşimi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Dana & Saguy, 2006). Çeşitli çalışmalarda yağın soğuma süresince ürünün gözeneklerine emildiği incelenmiş ve ilave bir itici güç olarak buharın yoğunlaşması

hesaba katılmıştır. Yağ alımı, çevreleyen hava basıncı, ürün içindeki buhar basıncı, kılcal basınç ve yerçekimi basıncı gibi çeşitli unsurların etkileriyle gerçekleşir(Ziaiiifar 2008).Kızartma sıcaklığı, süresi, gıda yüzeyindeki nem, gözeneklilik, kurutma ve çözeltiye daldırma gibi ön işlemlerin varlığı kızartma esnasında yağ alımını etkilemektedir. Ayrıca yağ kalitesi ve oksidasyon ürünlerinin oluşumu da yağ alımını etkiler (Boskou ve Elmadfa 2016). Yağ alımı gıdalarda yüzeyi ilgilendiren bir olgu olduğundan kullanılan ham maddenin boyutları absorbe edilecek yağı belirler. Ürün yüzeyi arttığında yağabsorbsiyonu artmaktadır (Ziaiiifar 2008). Ayrıca aynı yağın sürekli kullanması yağın polaritesini artırır. Artan bu polar maddeler yüzey gerilimini düşürür ve yağ absorbsiyonunu kolaylaştırır (Boskou ve Elmadfa 2016).

Sıcaklık, yağ absorbsiyonunda önemli bir etkidir. Viskozite ve buhar basıncı gibi olguları etkiler (Ziaiiifar 2008).Artan kızartma sıcaklığı işlem etkinliğini ve hızını artırır. Bunun sonucunda kızartma süresi kısalmır. Literatürdeki bazı çalışmalara göre 140°C ile 190°C aralığındakıkızartma sıcaklıkları yağ absorbsiyonunu etkilememektedir. Bazı çalışmalar, 120 ° C civarında kızartma sıcaklığınınyağ absorbsiyonunu arttırdığını ortaya koymaktadır. Bu sıcaklıkta oluşan kabuk içeri nüfuz eden yağı tutabilecek kadar dayanıklı olmadığı için yağın içeri girmesine izin vermektedir (Ziaiiifar 2008). Kızartma sıcaklığının yanı sıra işlem süresi de önemli bir değişkendir.

Bazı çalışmalar, artan işlem süresiyle daha fazla nemin dokudan uzaklaşacağını ve dokuya nüfuz eden yağın artacağını belirtmiştir. Bu etkide diğer işlemlerin veya parametrelerin de düşünülmesinde fayda vardır (Paz-Gamboa vd. 2015). Ayrıca kızartma süresinin uzatılması da vizkoziteyi arttırmaktadır. Viskozite yüksekliği, absorbe edilen yağın azalmasına yol açarken yüzeydeki yağ miktarını da bir miktar arttırabilir. Ürün kızartma ortamından çıkarıldığında yağ salması azalır. Bu şekilde daha çok yağ tutar (Ziaiiifar 2008, Boskou ve Elmadfa 2016). Vitrac, pamuk yağının düşük viskozitesi nedeniyle hurma yağına göre daha az yağ absorbe ettiğini ortaya koymuştur (Vitrac, 2002). Ayrıca yağ alımını ekileyen başka bir faktör de yüzeydir. Yüzey pürüzlü veya gözenekli ise, toplam yüzey alanı artar ve sonuçta yağ alımı artar (Rimac-Brncic

vd. 2004). Çalışmalar özellikle ekmek gibi gözenekli gıdaların daha çok yağ çektiğini göstermiştir.

Moreira vd. (1997), gözeneklerin küçülmesiyle yağ alımının da artacağını, dolayısıyla bu işlemin daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesi beklendiğini ortaya çıkarmıştır. Yaptıkları çalışmada tortilla için küçük gözeneklerin büyükolanlara göre daha fazla yağ alımına yol açtığını, 1 mm'den küçük yarıçaplar için kılcal basıncın, gözenekler buharla dolsa bile yağ alımına yol açabileceği kanısına varmışlardır. Bu çalışmaya göre gözenek derinliği, yağ miktarını da belirlemiştir.

Ayrıca yağ emiliminin soğutma aşamasında daha çok gerçekleştiğine dair literatürde çalışmalar bulunmaktadır. Duran vd. (2007) çalışmalarında yaptıkları patates cipsi ürününün kızartılması esnasında yağın bir kısmının emilip çoğunun yüzeyde kaldığını, soğutma esnasında ise çoğunun emildiğini ortaya koymuşlardır (Duran vd. 2007).

2.5 Kızartma Öncesinde Uygulanan Ön İşlemler

Ön işlemler arasında en sık başvurulanan uygulamalar blanşe etme(şok haşlama), farklı kurutma uygulamaları, ozmotik çözeltiyle dehidre etme, mikrodalgaların kullanımı, ultrason uygulaması, buharda pişirme ve kaplama uygulamalarıdır (Boskou ve Elmadfa 2016). Asıl işlem öncesi yapılan uygulamalar, enzim inaktivasyonu sağlayarak kaliteyi korur ve dokuyu değiştirerek işlem süresini kısaltır (Güngör 2019). Bu çalışmada kurutma ve ultrason ön işleminin etkisi araştırılmıştır.

2.5.1 Kurutma

Ön işlem olarak kurutma, gıdanın çevresinde koruyucu bir katman oluşturmayı sağlar. Kurutma yapmak için farklı uygulamalar mevcuttur. Sıcak hava kurutma, mikrodalga, ozmotik dehidrasyon, liyofilizasyon bunlardan bazılarıdır (Hesami 2013). Ürünün nem içeriğini azaltan bu uygulama, yağ absorpsiyonunu da sınırlar. Ayrıca, kurutmayla oluşan büzüşme, yüzey alanının da küçülmesini sağlar ve kütle transferini azaltır. Kurutma işlemiyle gıdada renk ve tekstür değişiklikleri meydana gelir, gevreklik artar (Vitrac vd. 2002, Ziaiiifar 2008, Boskou ve Elmadfa 2016).

Bu ön işlem, dokuya giren yağ miktarını iki yolla azaltmaktadır. İlk yol nem seviyesini düşürmesidir. Ürün bünyesinde daha az nem bulunması kızartma için gerekli süreyi de azaltacaktır. İkinci yol ise ürün yüzeyinde bulunan gözenekleri küçültmesi veya kapatmasıdır. Kapanan gözenekler yağ nüfuzunu engelleyecektir (Özçelik 2015).

Rimac-Brncic vd.(2004)'ne göre de kurutma işlemi yağ emilimini azaltmıştır. Yaptıkları çalışmada 150°C'de kurutulan patates dilimleri daha az yağ çekmiştir. Ultrason uygulaması da gıdalarda yağ alımına etki eden bir faktördür. Kuruma sırasında oluşabilecek renk değişimleri Maillard reaksiyonu, askorbik asit esmerleşmesi ve karamelizasyondur. Bu reaksiyonlarda sıcaklık, pH ve nemetki göstermektedir (Güngör 2019).

2.5.2 Ultrason

Ultrason uygulaması, 20 kHz ve daha yüksek düzeylerde ses dalgalarının mevcut olduğu, ısı kullanılmadan uygulanan bir işlemdir. Gıdada renk ve besin maddelerini koruması, kütle transferini arttırması, enerji ve zamandan tasarruf ettirmesiyle sıkça kullanılmaktadır (Oladejo vd. 2017). Dehidrasyonu hızlandırmasıyla, kızartmadan önce başvurulmuş ultrason uygulaması yağ absorpsiyonunun kısıtlanmasında önemlidir. Aynı zamanda ultrason, gıda işleme ve muhafazasında günden güne gelişim gösteren önemli bir uygulamadır. Ayrıca Ultrason uygulaması kullanılan frekansa, sıcaklığa ve basınca bağlı değişir (Dehghannya vd. 2015, Mohammadalinejad ve Dehghannya 2018). Ultrason uygulamasının kurutma işleminde kütle aktarımını arttırması ultrasonik dalgaların yapıda meydana getirdiği mikroskobik kanallar ile alakalıdır. Kızartma da ise ultrason ön işlemi su çıkışını hızlandırdığından kızartma süresini kısaltır ve daha az yağ alımına sebep olur.

Fernandes ve Rodrigues (2007) 'nin yaptığı çalışmada dilimlenmiş muzlara ultrasonik ön işlemli kurutma uygulanmıştır ve bu ön işlemin kurutma süresini kısalttığı tespit edilmiştir (Fernandes ve Rodrigues 2007). Zhang vd. (2018) ultrason işleminin, gıdanın iç yapısının yoğunlaşmasına sebep olduğunu ve bunun da yağın içeriye sızmasına engel

teşkil ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ultrasonik gücün artmasıyla, örneklerin yapısı daha ciddi şekilde hasar gördüğünü ve örnek yapısında görülen bu tahribatın kütle transfer mekanizmasını etkileyebileceğini ve yağ absorpsiyonunu azaltabileceğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise ultrason işlemi uygulanan dilimlenmiş patateslerin %23 daha az yağ çektiği ortaya konulmuştur (Mohammadalinejhad ve Dehghannya 2018). Ultrason kullanımının ayrıca iç basınç ve kızartma yağının viskozitesini etkilediği, ısı transfer miktarını arttırdığıda önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Fernandes ve Rodrigues 2007). Kızartma veya kurutma öncesinde yapılan işlemler, kütle transferini etkilemekle beraber tekstürü de değiştirmektedir. Bu değişimler kaliteyi etkilemektedir. Krokida vd. (2001b) de yaptıkları çalışmada, ön kurutma yaptıkları dilimlenmiş patateslerin daha çıtır olduğunu gözlemlemişlerdir (Krokida vd. 2001b). Başka bir araştırmada ise kurutma, haşlama ve dondurma gibi farklı işlemler uygulanmış tatlı patates dilimleri kızartılmıştır. Kızartma sonunda, örneklerin gözenekliliğinde ön işlemlerin etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Taiwo ve Baik 2007). Literatürdeki mevcut çalışmalarda, ürünün renk ve tekstür değerlerinin de yapılan ön işlemlerden etkilendiği belirtilmiştir. Kalitenin iyileştirilmesi için bu değişimlerin takip edilmesi gerekmektedir (Özçelik 2015).

2.6 Kızartılmış Ürünlerde Kalite Karakteristikleri

Kalite terimi birçok kavramı içine aldığından tek bir özellik olarak tanımlamak uygun değildir (Pathare vd. 2012). Nem ve yağ içeriği, tekstür ve renk gibi kavramlar kızartma işleminde kaliteyi ortaya çıkarır. Ayrıca kızartılan gıdanın yüzey alanının büyüklüğü ve yapılan ön işlemler de kalitede önemlidir. kızartma süresince akrilamid oluşumu da mümkün olduğundan kaliteyi etkilemektedir. Tekstür, kullanılan gıdanın dokusundan, kullanılan yağdan ve yapılan işlemlerin koşullarından etkilenmektedir. Kızartma uygulamasıyla ham maddede büzüşme ve gözenek oluşumu gözlenebilir. Kızartma işlemiyle oluşan değişimlerin gözlemlenmesi kaliteyi iyileştirme konusunda önemli olmuştur. Ürünün yağ absorpsiyonunun da minimum düzeyde olması tüketici sağlığı açısından önemli bir kriter haline gelmiştir. Kızartma işleminde nem kaybı ise artan kızartma süresiyle daha da artmaktadır. Ön kurutma işlemi de düşük nem içeriğine yol açar (Moyano ve Pedreschi 2006, Taiwo ve Baik 2007, Şahin ve Sumnu 2009). Kızartmış

ürünlerin en belirgin kalite özelliklerinden biri renk ve görünümüdür. Görünüm, ürünlerin pazarlanmasında büyük bir etkidir. Görünüm olgusu rengi de içine almakla beraber şekil, kütle ve boyut gibi kavramları da kapsar. Renk kavramı, tüketiciler için ilk göze çarpan özellik olduğundan kalite parametreleri arasında önemi büyüktür (Lawless ve Heymann 2010, Pathare vd. 2012).

2.6.1 Renk

Yetişmekte olan meyve sebzelerde renk değişimi, hasat işlemine kadar olağan şekilde gerçekleşirken hasat sonrası uygulanan prosesler de kimyasal, fiziksel ve mikrobiyal değişimler meydana getirebilir. Kızartma yağı, işlem koşulları, ürün boyutu ve yüzeyi kızartılmış ürünlerde rengi etkileyen parametrelerdendir. Gıdalarda renk ölçümünde kolorimetreler ve spektrofotometreler kullanılmakla beraber kullanım kolaylığı sebebiyle kolorimetreler daha yaygın kullanılmaktadır. Kolorimetreler, gıdadan yansıyan ışığın dalga boyunun filtre ve sensörler ile ölçülmesi esasına dayanır (Krokida vd. 2001a, Pathare vd. 2012).

Renk ölçümü için farklı sistemler oluşturulmuştur. Bu renk sistemleri, kullanılan koordinat sisteminde farklılık göstermekle beraber CIE L* a* b* sisteminin kullanımı yaygındır. Bu sisteme göre gözümüz yeşil, mavi ve kırmızı renkleri algılar ve diğer renkler bu üçünden ortaya çıkmaktadır (Pathare vd. 2012). Bu sistemde L* değerinde siyah-beyazlık (parlaklık) ölçülmektedir ve 0 ile 100 arasındadır. L* değeri arttıkça renk daha açık (parlak) olur. a* değerinde ise kırmızılık yeşillik ölçülmektedir. Bu değerin artmasıyla kırmızılık artar, azalmasıyla yeşillik artar. b* değerinde ise sarılık-mavilik ölçülür. Bu değerin artmasıyla sarılık artar, azalmasıyla mavilik artış gösterir. a* ve b* değerleri -60 ile +60 arasında sonuç verir. C* değeri rengin yoğunluğunu temsil etmektedir. h* değeri ise renk tonunu göstermektedir. h* değerlerinde 90 değeri sarı renk olarak nitelendirilmekte olup 0'a doğru kırmızılığın arttığı, 180'e doğru ise yeşilliğin arttığı kabul edilmektedir (Abe vd. 2011). Gıdalara uygulanan ısı işlemleri sırasında genellikle karamelizasyon ve Maillard tepkimesi gibi olgular renk değişimine sebep olmaktadır (Yıldız 2005).

2.6.2 Tekstür

Tekstür gıdalarda kalitenin bir parçasıdır ve tüketiciler için de bu durum önemli hale gelmiştir. Dokusal hisler dünya üzerindeki tüm insanlarda gelişmiştir ve tüketicilerin ürünlere karşı bakış açısında farklılık yaratır. Enstrümantal olarak tekstür ölçümleri genellikle kuvvet esasına dayanmaktadır (Lawless ve Heymann 2010). Bu ölçümler çeşitli tekstür analiz cihazları, penetrometreler ve kuvvet ölçerler ile sağlanmaktadır. Analizlerde sertlik, kırılganlık, yapışkanlık gibi farklı parametreler kullanılmakla beraber bu parametrelerin seçimi gıdaya bağlı değişiklik göstermektedir. Sertlik kavramı, üründe deformasyon yaratmak için gerekli olan kuvvete besin maddesinin verdiği tepki olarak tanımlanabilir. Kırılganlık ise gıdaya uygulanan kuvvet etkisiyle oluşan kırılma kolaylığıdır. Yapışkanlık, gıda ve temas eden kuvvet kaynağı arasında oluşan çekim kuvvetlerine karşı gelmek için gereken kuvvettir. Çığnenebilirlik, gıda maddesini yutulacak hale getirene kadar harcanan enerjidir. Gevreklik ise gıda maddesinin bütünlüğünü kaybetmesi ve parçalanması için gereken güçtür (Ertaş ve Doğruer 2010).

Kotwaliwale vd. (2007), farklı kurutma sıcaklıklarında kurutulan mantarların tekstüründeki değişimler üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre kurutma işleminin yapılmasıyla sertlik ve kırılganlık parametrelerinde artış meydana gelmiştir (Karaboğa 2019).

2.7 Mikroyapı ve SEM

Gıdanın dokusu değişebilir bir yapıdadır. Örneğin meyve sebzelerde olgunlaşma sırasında yumuşama meydana gelmektedir. Bu değişimler gıdaya uygulanan farklı işlemler ile de meydana gelebilir. Isıl ve ısıl olmayan işlemler ürünün iç yapısını, yüzeyini, gözenekliliğini, bileşimini, gıdanın prosesle olan etkileşimini değiştirebilmektedir. Gıdanın raf ömrü ve kalitesini belirlemede de bu değişimler önemli hale gelmektedir. Oluşan bu değişimlerin anlamlandırılması endüstriyel üretimde büyük rol oynamaktadır. Gıdanın bu özelliklerini gözlemlemek için farklı analiz teknikleri vardır. Yapısal değişimlerin incelenmesi için mikro boyutlarda

görüntüleme amacıyla birçok cihaz kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan yüksek çözünürlükteki mikroskoplara son yıllarda çok sık başvurulmaktadır (Fazaeli vd. 2012, Morris ve Groves 2013). Ham veya işlenmiş durumdaki meyve sebzelerin yapısında meydana gelen mikro değişikliklerin daha iyi kavranabilmesi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak farklı çalışmalar ortaya konmuştur (Karizaki vd. 2013).Taramalı elektron mikroskobu (SEM), gıdalarda oluşan değişimlerin gözlenebilmesi amacıyla kullanılan üstün özellikli bir cihazdır. İç yapının ve gıda yüzeyinin incelebilmesi için geniş bir büyütme seçeneği sağlamaktadır. Ayrıca hücre yapılarındaki değişimler ve mikrobiyolojik gelişimler de gözlemlenebilmektedir. Işık mikroskobuna kıyasla çok daha fazla büyütme sağlayabilmektedir (Fazaeli vd. 2012).

Taramalı elektron mikroskobunda görsellik, elektron demetinin örneğe nüfuz etmesiyle ortaya çıkmaktadır. Elektron ışıması ile ortaya çıkan sinyaller bir dedektörde toplanır ve görüntü monitöre aktarılır (Fazaeli vd. 2012, Morris ve Groves 2013).

Kurutma ve kızartma uygulamalarının ortaya çıkarttığı değişimlerin gözlemlenmesi amacıyla birçok çalışma, taramalı elektron mikroskopisini kullanmıştır (Fazaeli vd. 2012).

3.MATERYAL VE METOT

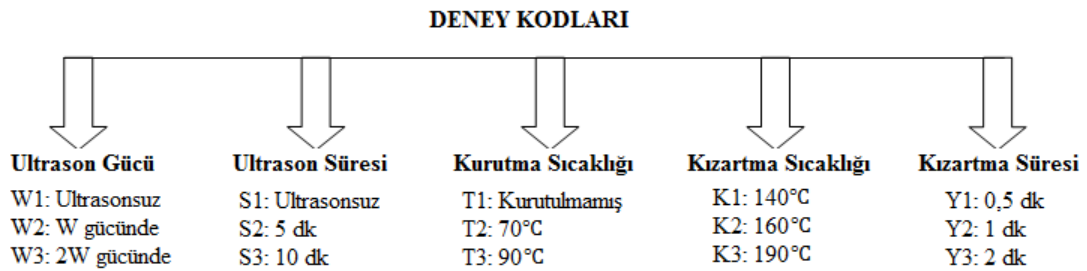
3.1 Materyal

Bu çalışmada kızartmaya uygun bir kabak türü olan sakız kabağı (Cucurbita pepo) kullanılmıştır. Kabaklar Afyonkarahisar ilinde yerel bir satıcıdan temin edilmiştir. Kabaklar seçilirken hepsinin aynı boyda olmasına özen gösterilmiştir. Deney tek seferde yapılamayacağından deney süresi zarfında aynı cins kabaklar tükendikçe alınarak kullanılmıştır.

3.2 Metotlar

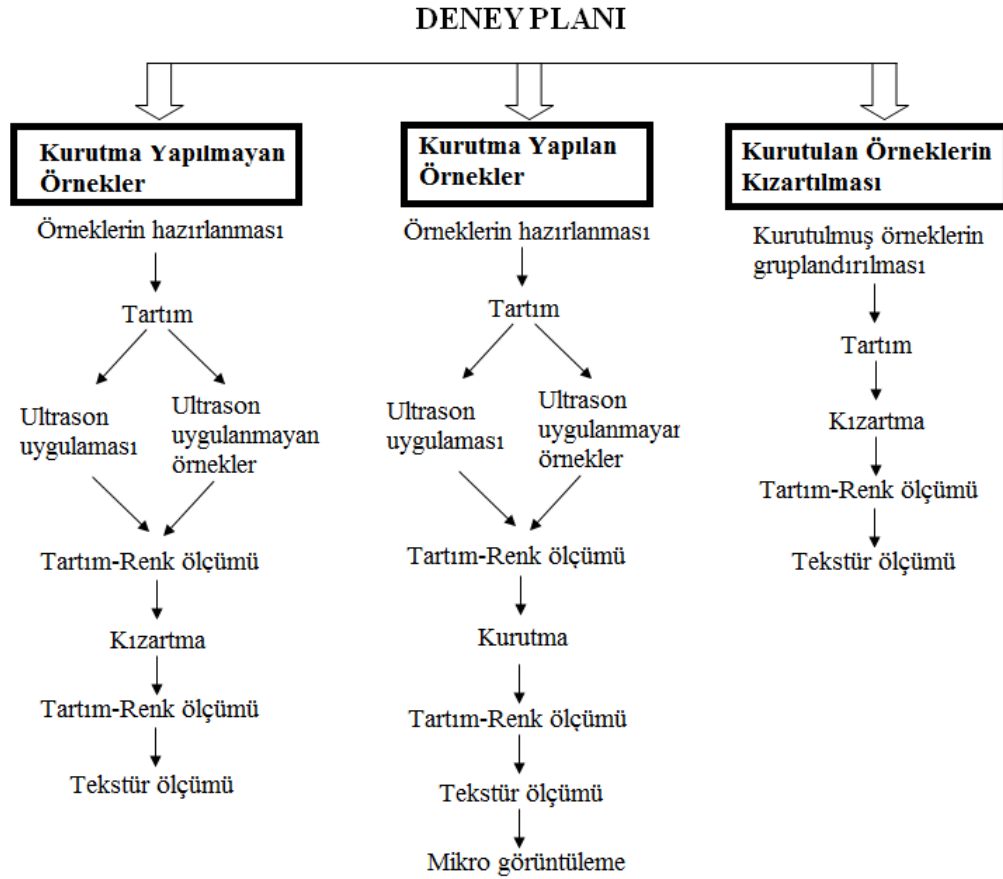
3.2.1 Deney Planı ve Kabak Örneklerinin Hazırlanması

Öncelikle deney planı hazırlanmıştır.Daha sonra deney kodları oluşturulmuştur. Deney planı ve kodlar aşağıda Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de belirtilmiştir. Deneyin üç ana aşamada gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Uygulanan ana işlemler sırasıyla ultrason,kurutma ve kızartmadır. Bazı örnekler kurutulmadan bazıları ise ultrason işlemi uygulanmadan kızartılmıştır. Bu uygulama deney planı ve deney kodlarında belirtilmiştir. Bu çalışmadaki tüm tartımlar hassas terazide 0,01 hassasiyetle yapılmıştır. Hazırlık aşamasında kabak örnekleri yıkanarak 0,5 ±0,1 cm'lik dilimler halinde kesilmiştir.



Şekil 3.1Deney kodları.

Her bir örnek kodu ve istatistiksel sonuçlar Ek1'de belirtilmiştir.



Şekil 3.2 Deney planı.

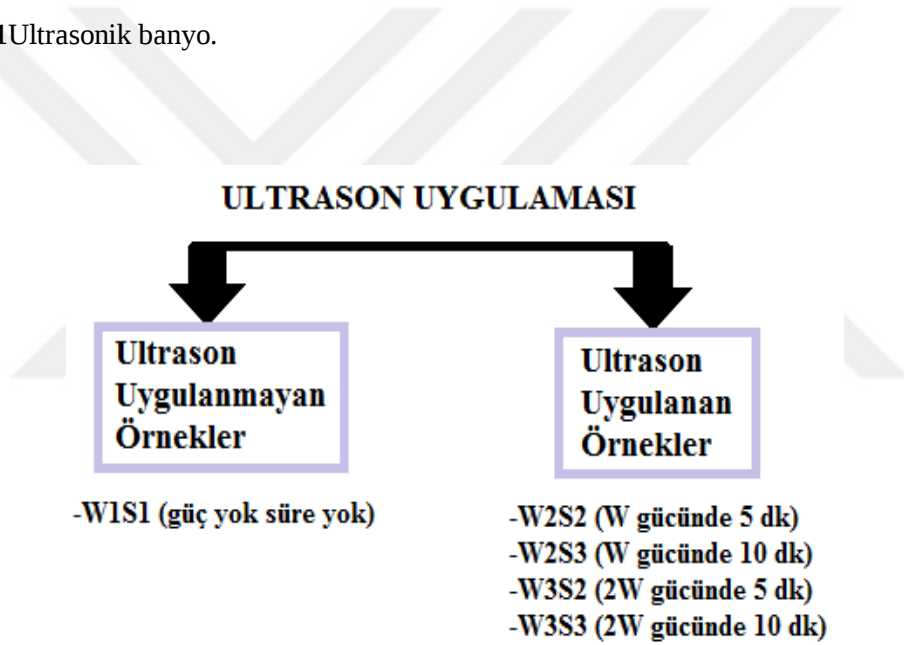
3.2.2 Ultrason Uygulaması

Ultrason işlemi ultrasonik su banyosu içerisinde uygulanmıştır. Bu amaçla dijital ultrasonik banyo (Daihan Wiseclean, Güney Kore) kullanılmıştır. Bu cihaz 40 kHz frekansta çalışmaktadır. Bu çalışmada kullanılan ultrasonik banyo Resim 3.1'deki gibidir.

Ultrason işlemi 2 farklı güç, 2 farklı süre olarak uygulanmıştır. W1 kodlu örnekler için herhangi bir işlem uygulanmamıştır. W2 kodundaki örnekler W kadar yani %50 güç uygulanmıştır. W3 kodundakilere ise 2W kadar yani %100 güç uygulanmıştır. Her iki grup için de işlemler 5 dk ve 10 dk olarak iki farklı süreyle uygulanmıştır. Ultrason işlemi öncesi ve sonrasında örneklerin tartım ve renk ölçümü yapılmıştır. Tartımlar hassas terazide 0,01 hassasiyetle yapılmıştır. Ultrason uygulaması için deney kodları Şekil 3.3'te belirtilmiştir.



Resim 3.1 Ultrasonik banyo.



Şekil 3.3 Ultrason uygulaması deney kodları.

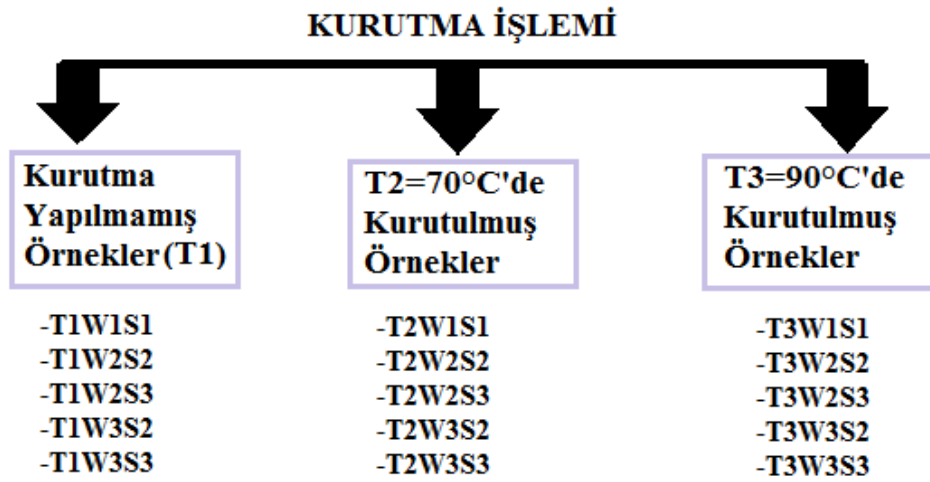
3.2.3 Kurutma İşlemi

Kurutma işlemi, hava sirkülasyonlu kurutma kabini(Defnelab, Afyonkarahisar, Türkiye) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem paslanmaz çelikten üretilmiştir ve 125 litre hacimlidir. İçerisinde iki adet 40x60 boyutlarında kurutma tepsisi bulunmaktadır. En fazla 5 kg'a kadar yükleme yapılabilir. Sistemin ölçebileceği maksimum sıcaklık 120°C'dir. Bu çalışmada kullanılan kurutma kabini Resim 3.2'deki gibidir.



Resim 3.2Kurutma kabini.

Kurutma işlemi 2 farklı sıcaklıkta, maksimum fan hızında gerçekleşmiştir. İşlem öncesi tartımı yapılan tüm örnekler kurutma kabininin tepsisi üzerinde örnek kodlarına göre gruplandırılmıştır. Kurutma işlemi için örnek kodları Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Örnekler kurutucuya konulmadan önce fotoğraflanmıştır.



Şekil 3.4Kurutma işlemi deney kodları.

70°C'de kurutulacak örnekler iki tepsi halinde tek seferde kurutulmuştur. Aynı şekilde 90°C'de kurutma işlemi de tek seferde gerçekleşmiştir. Kurutma işlemi örneklerdeki nem uzaklaşana kadar sürmüştür. Kurutma öncesi ve sonrası tartım ve renk ölçümü yapılmıştır.

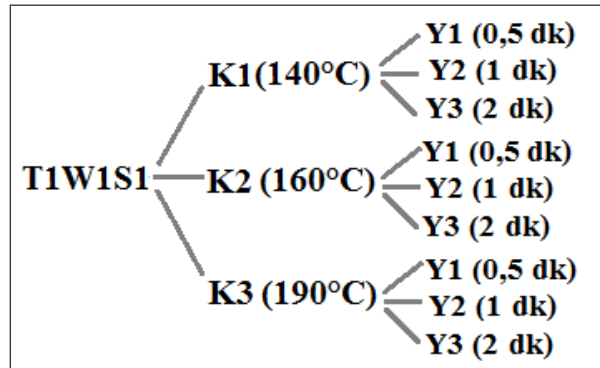
3.2.4 Kızartma İşlemi

Derin yağda kızartma işlemi için fritöz(Fakir, Zeta) kullanılmıştır. Cihaz görseli Resim 3.3'te belirtilmiştir. Kullanılan cihaz 1,2 L yağ kapasitelidir ve paslanmaz çelik yüzeylidir. Sıcaklık aralığı 130-190°C'dir. Cihaz, bu aralıkta seçilen herhangi bir değer için, işlem boyunca sıcaklığı sabit tutmaktadır. Sıcaklık istenilen değerde sabitlendiğinde uyarı ışığı vermektedir. Kızartma işlemi sırasında kızartmalık bitkisel karışım sıvı yağ (Yudum, Türkiye) kullanılmıştır. Her parti için yağ yenilenmiştir.



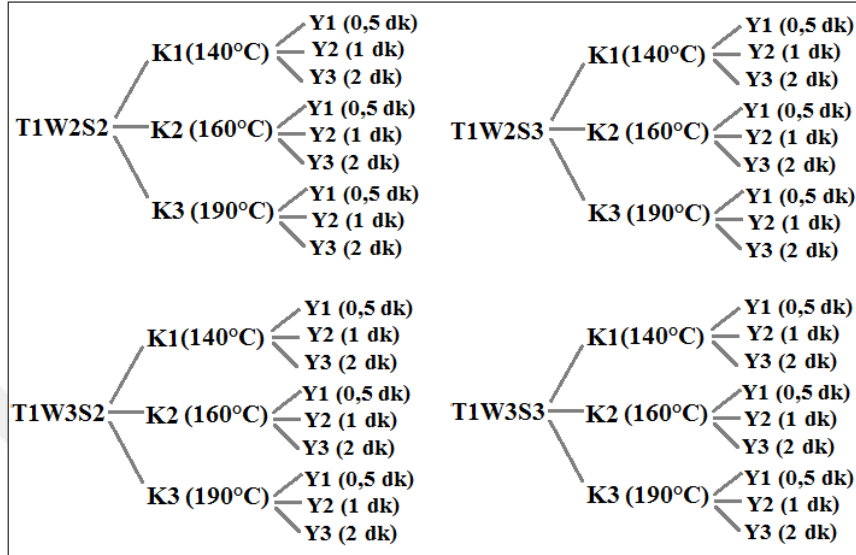
Resim. 3.3 Kızartma işlemi için kullanılan fritöz.

Kızartma işleminde 3 farklı sıcaklık (140-160-190°C) ve 3 farklı süre (0,5dk-1dk-2dk) uygulanmıştır. İşlem öncesi ve sonrasında tartım ve renk ölçümü yapılmıştır. Şekil 3.5 kurutma ve ultrason uygulanmadan kızartılan örneklerin deney kodlarını göstermektedir.

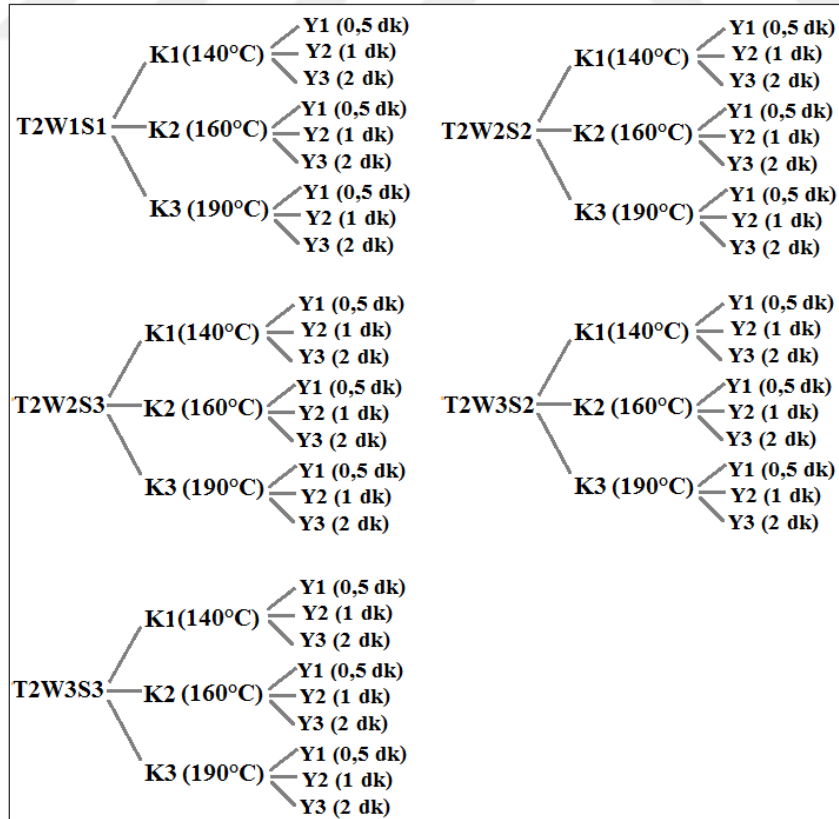


Şekil 3.5 Kurutma ve ultrason uygulanmadan kızartılan örneklerin deney kodları.

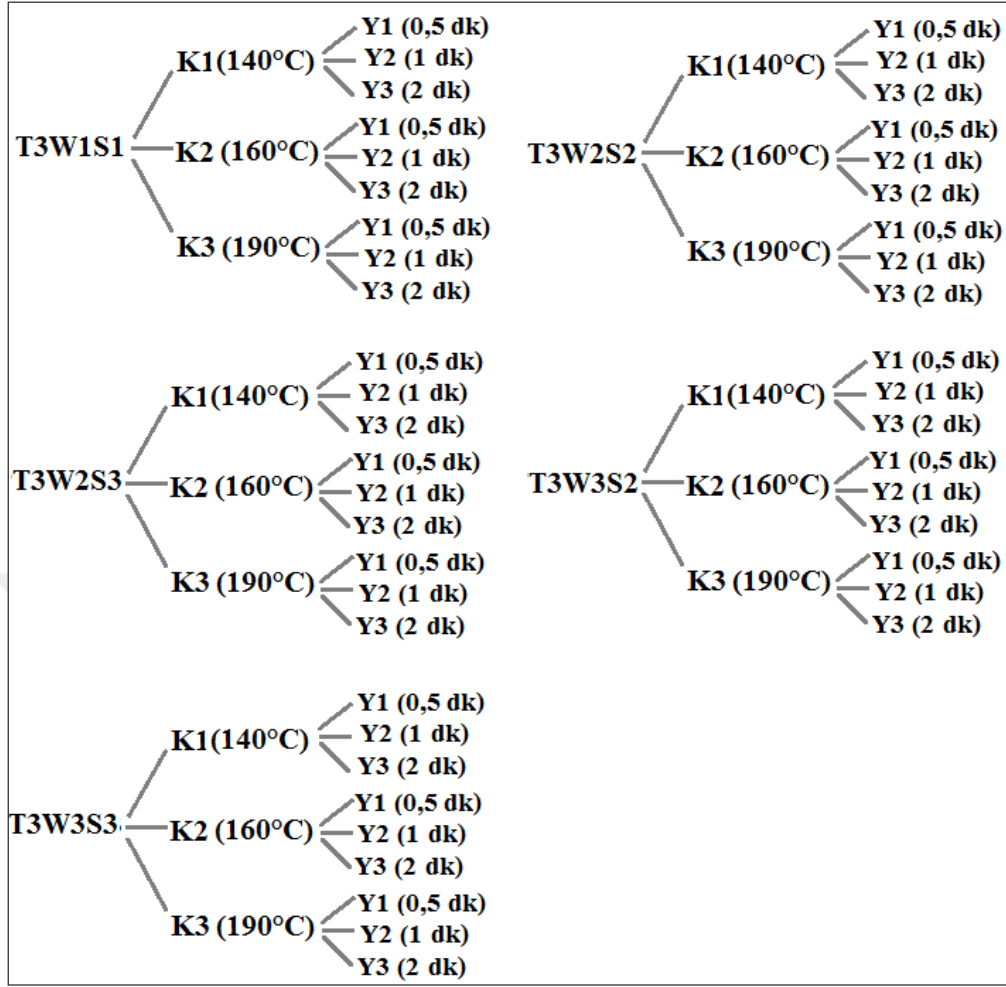
Şekil 3.6'da ultrasonlu ve kurutulmadan kızartılan örnekler, Şekil 3.7 70°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örnekleri ve Şekil 3.8'de 90°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örnek kodları ayrıntılı olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.6 Ultrason uygulanmış, daha sonra kurutulmadan kızartılmış örneklerin deney kodları.



Şekil 3.7 70°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örneklerin deney kodları.



Şekil 3.890°C'de kurutulduktan sonra kızartılmış örneklerin deney kodları.

3.3 Analizler

3.3.1 Renk Analizi

Renk analizi için Konika Minolta (Japonya) markalı CR400 modelindeki Crroma Meter cihazı kullanılmıştır. Ölçüm öncesi cihazın kalibrasyonu, cihaza ait kalibrasyon plakası ile sağlanmıştır. Kalibrasyon işlemi deneyin her aşamasında tekrarlanmıştır. Renk analizi için ölçümler CIE (L^* , a^* , b^*) sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Robertson 1977). Cihaz ölçümleri üç atış şeklinde yapmıştır. İki paralel şekilde ölçüm sağlanmıştır. Öncelikle kabak örneklerinin çiğ olarak renklerinin ölçümü sağlanmıştır. Daha sonra ultrason, kurutma ve kızartma işlemleri öncesi ve sonrasında da örneklerin L^* , a^* , b^* , C^* , h^* değerleri belirlenmiştir.

3.3.2 Tekstür analizi

Tekstür analizi NK-50 Analog Kuvvet Ölçer (Analog Force Gauge) ile gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz 0-50 N aralığında ölçüm yapmaktadır ve 0,25 N hassasiyetlidir. Analiz sonuçları sertlik değeri üzerinden incelenmiştir.

3.3.3.Mikro Yapı Analizi (SEM)

70 ve 90°C'de kurutulmuş kabak örneklerinde, uygulanan işlemlerin etkinliğinin görülebilmesi amacıyla mikro yapı görüntüleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem Afyon Kocatepe Üniversitesi bünyesindeki Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM) laboratuvarına yaptırılmıştır. TUAM laboratuvarı mikro görüntüleme için LEO marka 1430 VP model taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanmaktadır.

3.3.4 İstatistiksel Analiz

Deney sonucunda ulaşılan verilerin istatistiksel varyans analizleri SPSS(Statistical Package for Social Sciences) programı kullanılarak yapılmıştır. One-Way Anova testi ile varyanslar arası anlamlılık değeri hesaplanmıştır. Elde edilen ortalamalardaki anlamlı ($p<0,05$) düzeydeki farklılıklar için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve anlamlı olmayan ($p>0,05$) değerler için Games-Howell testi kullanılarak önem derecesi hesaplanmıştır. İşlemler arası interaksiyonun görülebilmesi açısından multivaryans testleri yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada değerlerin ölçüm sayıları sıklık (frequency) grafikleri ile belirtilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Deney bulguları Tukey çoklu karşılaştırma testi grafikleri, sıklık grafikleri, multivaryans testleri, makro ve mikro (SEM) görüntüleri ile ortaya konmuştur. Kütle, renk, tekstür ve görünüm açısından değerlendirme yapılmıştır.

4.1 Kütle Değişimi

Kızartma işlemi sonrası örneklerde oluşan kütle farkı, hassas terazi ile tartım yoluyla hesaplanarak % kütle değişimi bulunmuştur. Grafikler % kütle değişimine göre oluşturulmuştur. % kütle değişimi aşağıda gözüktüğü şekilde Formül 4.1 ve 4.2 ile hesaplanmıştır.

$$\Delta m = m_2 - m_1 \quad (4.1)$$

$$\%Kütle\ Değişimi = \Delta m \cdot \frac{1}{m_1} \cdot 100 \quad (4.2)$$

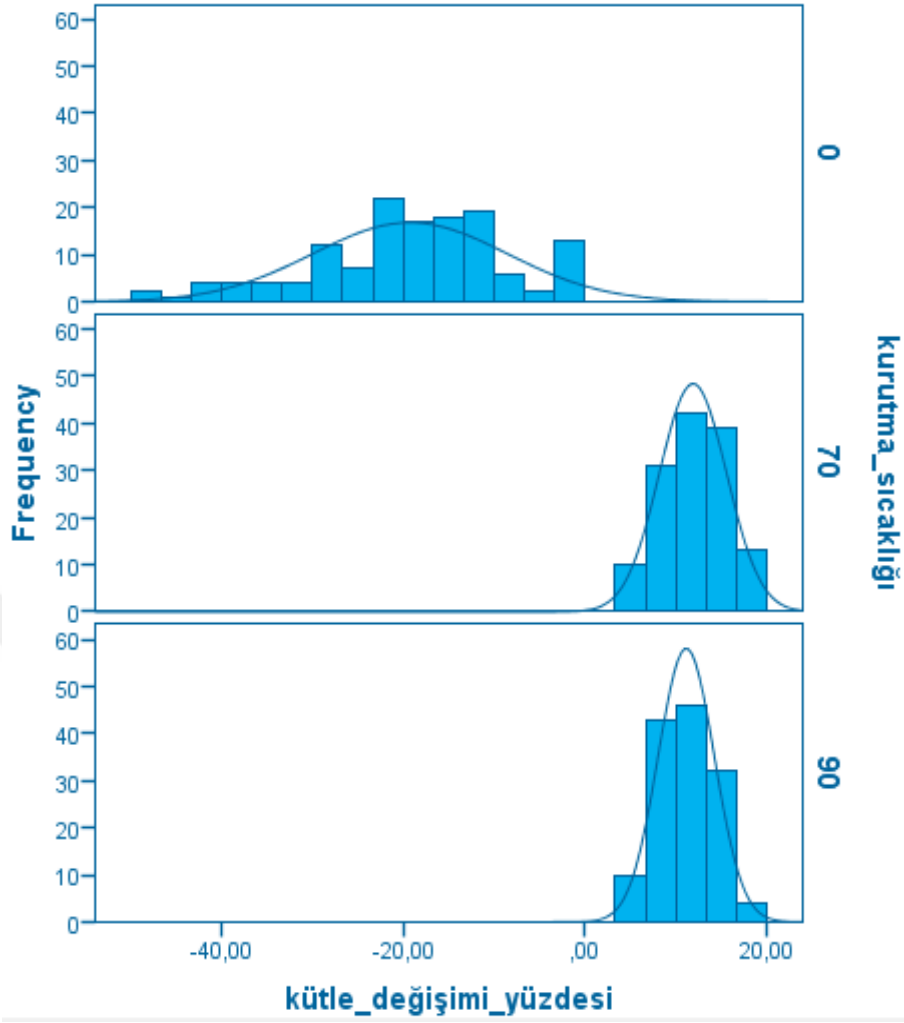
Yukarıdaki denklemlerde,

m_1 = Kızartma öncesi kütle

m_2 = Kızartma sonrası kütle

Δm = Kütle farkı

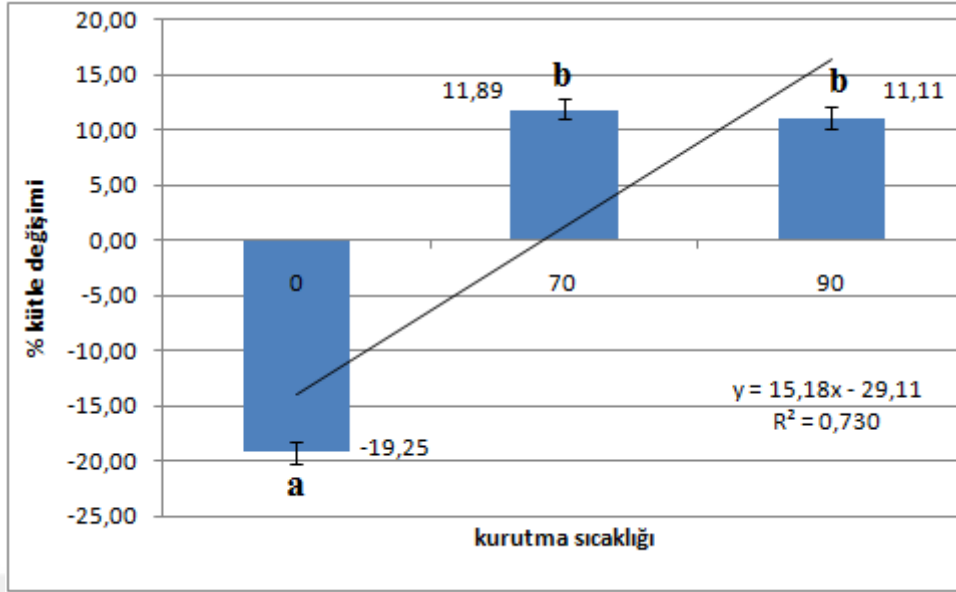
Şekil 4.1'de görülen sıklık grafiğinde 70 ve 90°C'de kurutulan örneklerde pozitif değerlere kümeleşme olurken kurutma işlemi uygulanmayan örneklerde negatif değerlerde düzensiz bir dağılım olduğu gözükmemektedir. Bu aşamada değerlerdeki dağılımı etkileyen birçok faktör olmuştur. Bu faktörler kızartma koşulları, ultrason koşulları ve kızartma işlemi sırasında dokudan ayrılan sudur. Kurutulmamış örneklerin kızartılmasıyla oluşan kütle farkı, dokuya yağ girişi ve su çıkışından kaynaklanmaktadır. Kızartma aşamasında ham madde içeriğinden uçan su nedeniyle kütle azalmaktadır. Sıcaklığın artması ve sürenin uzamasıyla birlikte kütle daha da çok azalmıştır. Bu nedenle doku, içerisine çektiği yağdan çok su kaybetmiştir.



Şekil 4.1 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca % kütle değişimi.

Şekil 4.2'de de görüldüğü üzere kurutmasız örneklerdeki negatif değerlerin sebebi bu ilişkiden ileri gelmektedir. Şekil 4.2'de kurutma işlemi ortalamalarına göre, kurutmayla kütlede artış sağlanırken kurutma sıcaklığının artışıyla % kütle artışında büyük bir farklılık görülmemiştir.

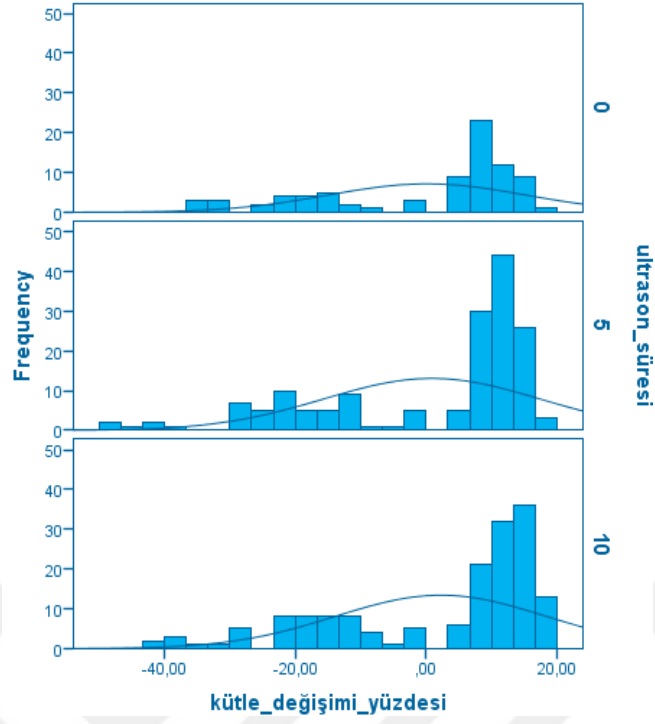
Şekil 4.2'de, uygulanan kurutma sıcaklıklarına ait % kütle değişimi ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Değerlerin iki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.



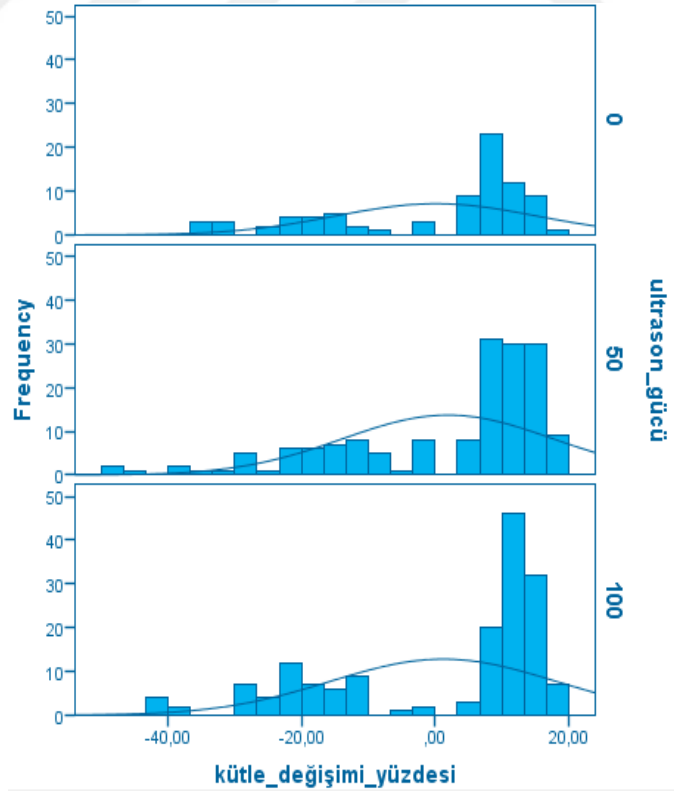
Şekil 4.2 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının % kütle değişimine etkisi.

Yüksel vd. (2019) de yaptıkları çalışmada glutensiz cips yapmak üzere uyguladıkları ön kurutma işleminde, sıcaklık ve süre arttığında yağ absorpsiyonunun azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca bunun nedenini, yağ-nem dinamiğiyle ilişkilendirmişler ve kurutma sıcaklığının artmasıyla azalmış olan nem miktarının, daha az yağ çekmeye sebep olduğunu ortaya koymuşlardır.

Şekil 4.3 ve 4.4'te ultrason işleminin kütle üzerindeki etkisi belirtilmiştir. Ultrasonlu örneklerde % kütlenin ölçüm sayısının sıklığının pozitif değerlerde yoğunlaştığı görülüp düzensiz bir dağılım göstermektedir. Bu dağılımın örneklerle uygulanan diğer işlem parametrelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. One-Way Anova testinde ultrason gücü ve ultrason süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p > 0,05$) Ek 3 ve Ek 4'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason gücü ve süresinin bireysel olarak kütleye etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksyonu sonucu ultrason gücü ve süresinin kütleye etkili olabildiği ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$). Bu sonuç Ek 2'de belirtilmiştir.



Şekil 4.3 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca % kütle değişimi.

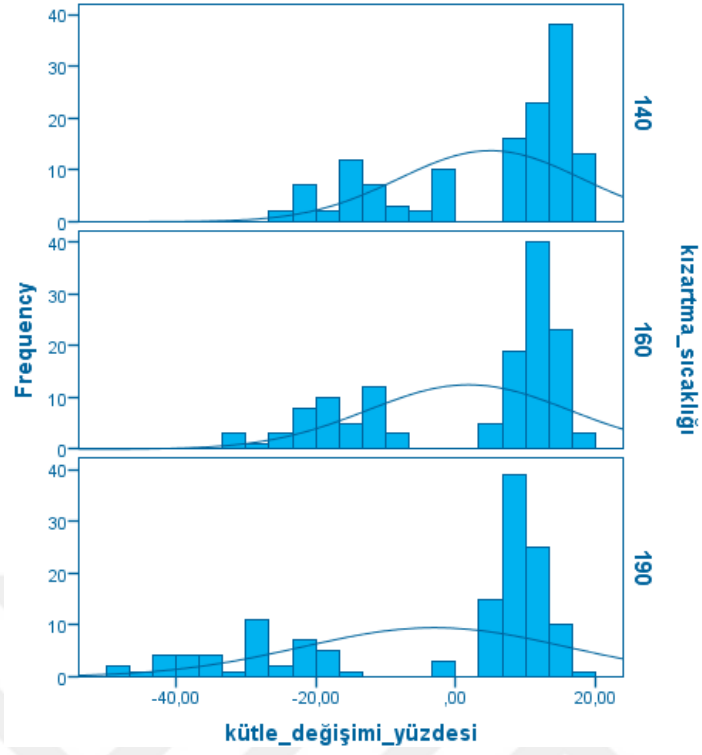


Şekil 4.4 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca % kütle değişimi.

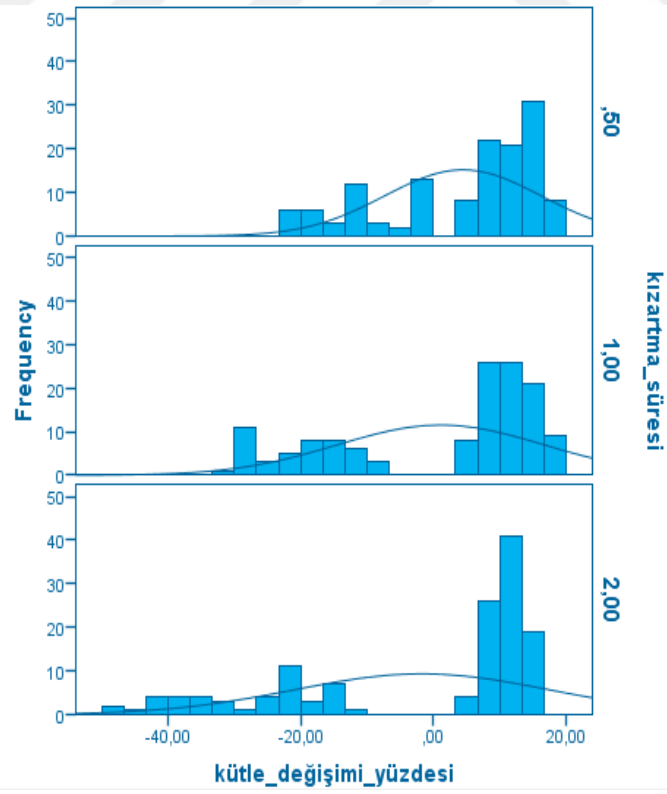
Literatürde ultrason ön işlemlili kızartma uygulamalarıyla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan Zhang vd. (2020) de yaptıkları çalışmada, ultrasonik ön işlem uyguladıkları patates dilimlerinin iç yapısının yoğunlaştığından ve bunun da yağın içeriye sızmasına engel olduğundan bahsetmişlerdir. Ultrasonik gücün artmasıyla, örneklerin yapısının daha çok hasar gördüğünü ortaya koymuşlardır. Oladejo vd. (2017) çalışmalarında, ultrason gücünün artmasıyla tatlı patatesin yapısındaki nemin hareketliliğinin arttığını, bunun da dokuda basınca neden olduğunu ve bu yolla yağ alımının azaldığını vurgulamıştır. Dehghannya vd. (2015) ultrason işlemi ve ön kurutma kombinasyonunun en düşük yağ alımına sebep olduğunu ortaya koymuştur. Karizaki vd. (2013) ise yaptıkları çalışmada, ultrason uygulamasının yağ emilimine önemli bir etki göstermediğini ortaya koymuş ancak renk üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda da görüldüğü üzere ultrason uygulamasının farklı işlem kombinasyonlarında kütle üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu açıdan sonuçlar bu çalışmayla uyumludur.

Şekil 4.5 ve 4.6 kızartma sıcaklığı ve süresine bağlı ölçüm sıklıklarındaki değişimleri göstermektedir. Şekil 4.5 ve 4.6'da görüldüğü üzere değerlerin ölçüm sıklığı iki farklı aralıkta yoğunlaşmıştır. Kızartma sıcaklığı ve sürenin artmasıyla ölçüm sıklık değerlerinde daha çok yayılma gözlemlenmektedir. One-Way Anova testinde kızartma sıcaklığı ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) Ek 5 ve Ek 6'da görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kızartma sıcaklığı ve süresinin bireysel olarak kütleye etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksyonu sonucu kızartma sıcaklık ve süresi, kütle değişiminde anlamlı fark yaratmıştır ($p<0,05$).

Ek 2'de belirtilen Multivaryans testlerinde kurutma sıcaklığı*ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksyon kombinasyonlarının biri hariç tümü, kütle değişiminde anlamlı farklılık yaratmıştır ($p<0,05$). Ultrason gücü*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi işlem interaksyonunun kütle değişiminde etkisi olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$).



Şekil 4.5 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca % kütle değişimi.



Şekil 4.6 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca % kütle değişimi.

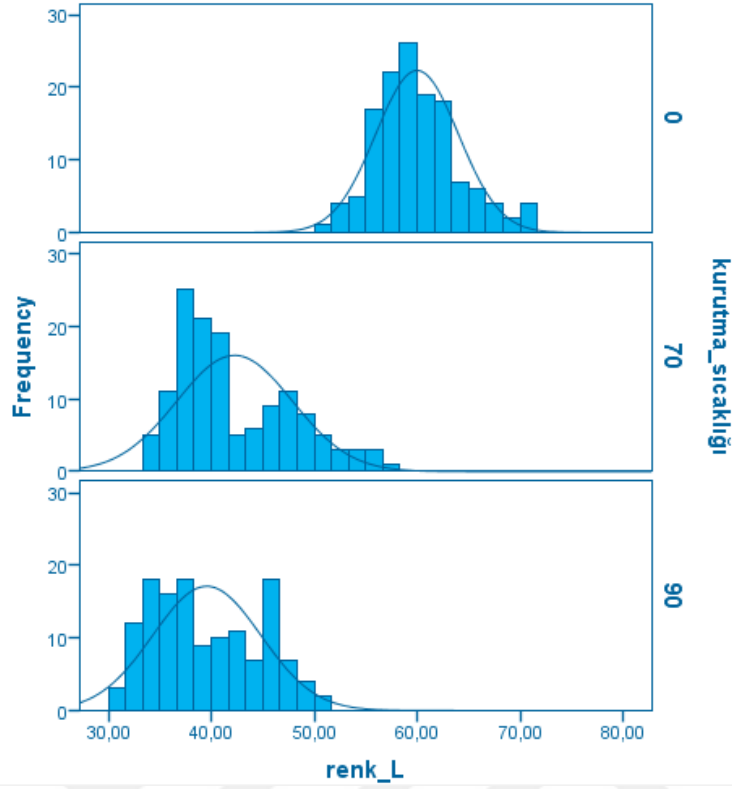
Bu çalışmada küttelede en çok azalma T1W2S2K3Y3 kodlu örnekte % 46,68 olarak ölçülmüştür. Artan ultrason ve kızartma koşullarının birlikte yaptığı etki ile bu sonuç görülmüştür. Ayrıca kurutma yapılmamasından kaynaklı örneğin yapısından ayrılan su da küttelede azalma sağlamıştır. Küttelede en çok artış, T2W2S3K1Y1 kodlu örnekte %17,95 değerinde ölçülmüş olup bu örneği ikinci sırada T2W1S1K1Y2 kodlu örnek % 16,57'lik bir artışla takip etmiştir. Kurutma uygulanmış örneklerde kütle artışı olması mantıklı olmuştur. Kısa süreli ve düşük sıcaklıktaki kızartma koşullarında kütle artışının fazla olması kabuğun henüz bu örneklerde gelişmemesinden kaynaklı olabilir. Bu sonuçlarda işlemler arası interaksiyonun önemi büyüktür.

Kita vd. (2005) patates cipsi üzerine çalışmışlardır. Üç farklı sıcaklıkta yaptıkları kızartma işleminde en düşük sıcaklıktaki uygulamanın en çok yağ alımına sebep olduğunu ortaya koymuşlardır. Paz-Gamboa vd. (2015) de kurutarak kızarttıkları taro bitkisinde yağ emilimini hesaplamışlardır. Kızartma sırasında süreyi kısa tutup sıcaklığı arttırmanın en az yağ absorpsiyonuna sebep olduğunu ortaya koymuşlardır.

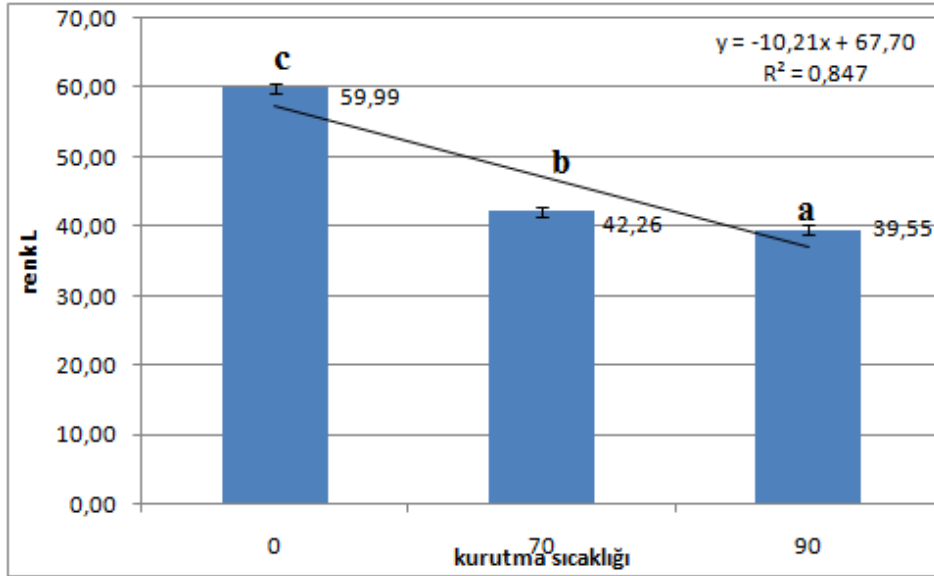
4.2 Renk Değişimi

4.2.1 L* Değerleri

Şekil 4.7'de görüldüğü üzere kurutma sıcaklıkları açısından L* değerlerinin ölçülme sıklığı düzenli dağılmıştır, belirli değer aralıklarında kümeleşme mevcuttur. Kurutmanın uygulamasıyla bu değer aralığı değişmiştir. Şekil 4.8'de ortalama değerlere bakıldığında kurutma sıcaklığının artmasıyla L* değerlerinde azalma gözlemlenmektedir. Bu durum artan kurutma sıcaklığının örnekte kararına meydana getirdiğini göstermektedir. 70°C ve 90°C kurutma sıcaklıkları L* değerinde büyük bir farklılık meydana getirmemiştir.



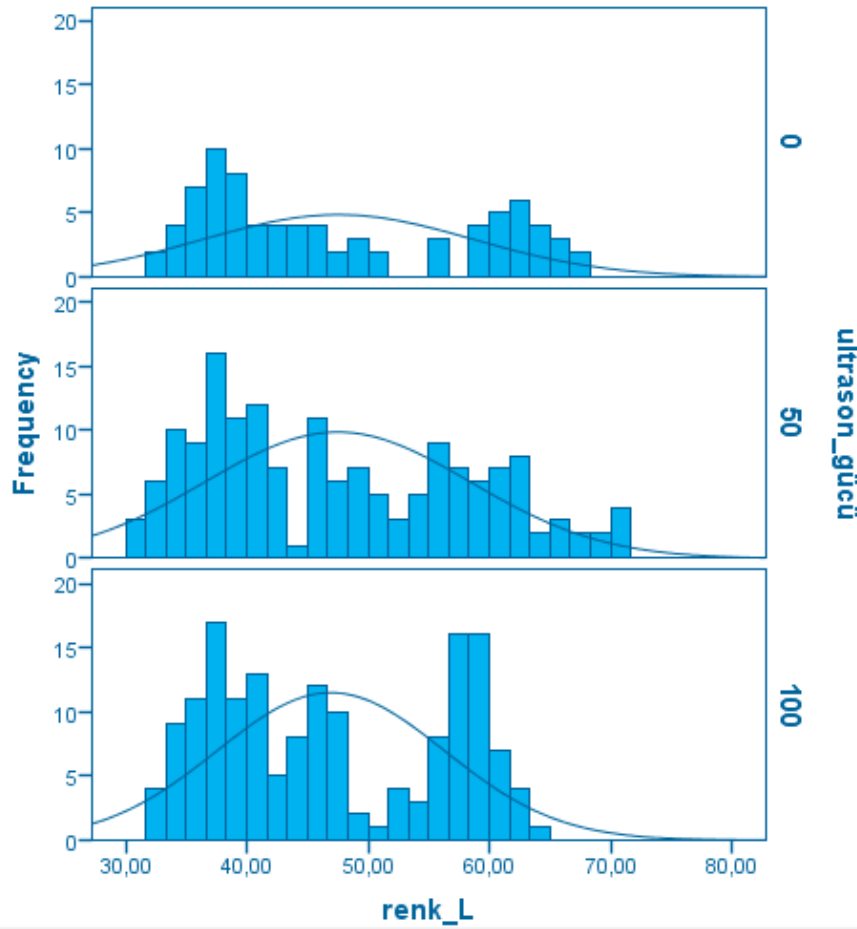
Şekil 4.7 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca L^* değerinin değişimi.



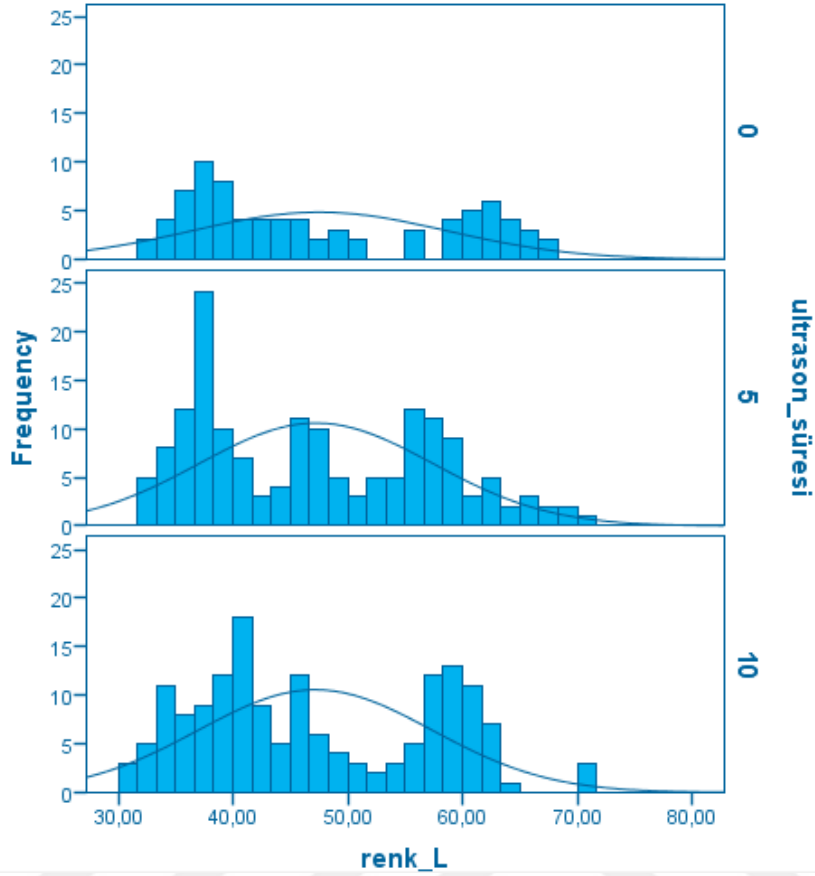
Şekil 4.8 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde, kurutma sıcaklığının L^* değerine etkisi

Şekil 4.8'de uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait L^* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.9 ve 4.10'da görüldüğü üzere ultrasona bağlı L^* değerlerinin ölçülme sıklığı düzensiz dağılmıştır. Ultrason gücü ve süresinin artışıyla bazı değerlerin ölçülme sayıları artmıştır. One-Way Anova testinde ultrason gücü ve ultrason süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) Ek 3 ve Ek 4'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason gücü ve süresinin bireysel olarak L^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu ultrason gücü ve süresinin L^* değerinde etkili olabildiği ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Bu sonuç Ek 2'de belirtilmiştir.



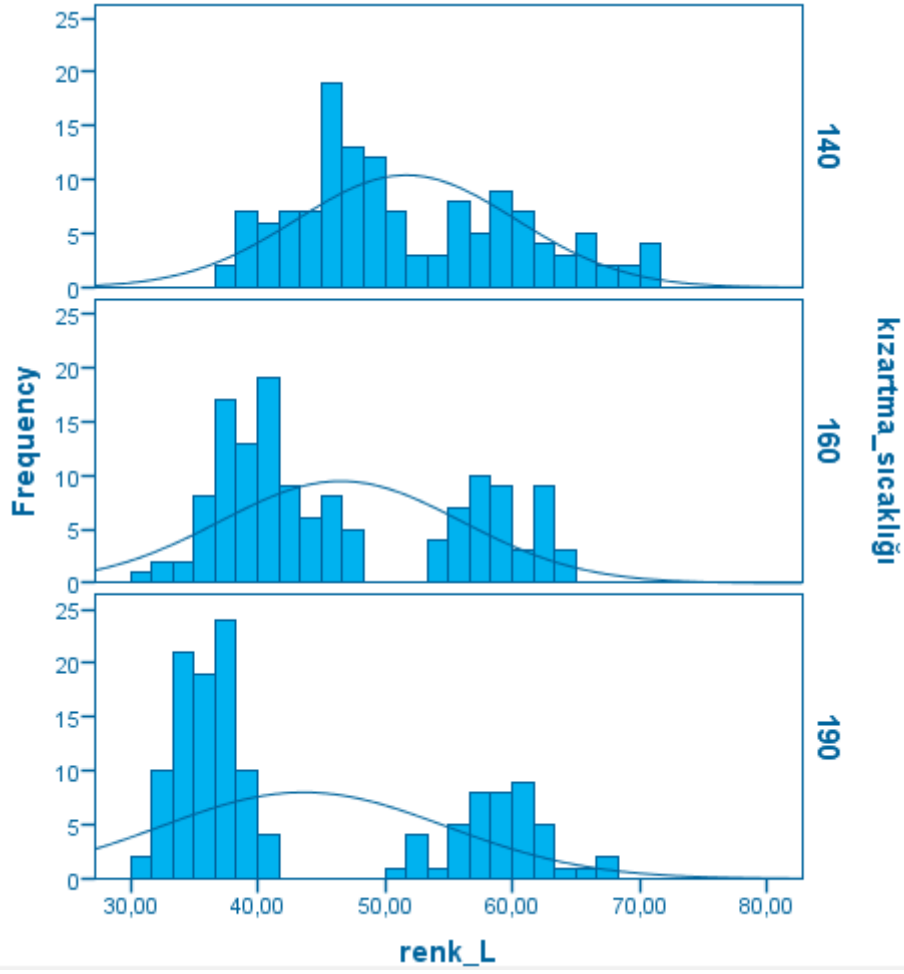
Şekil 4.9 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca L^* değerlerinin değişimi.



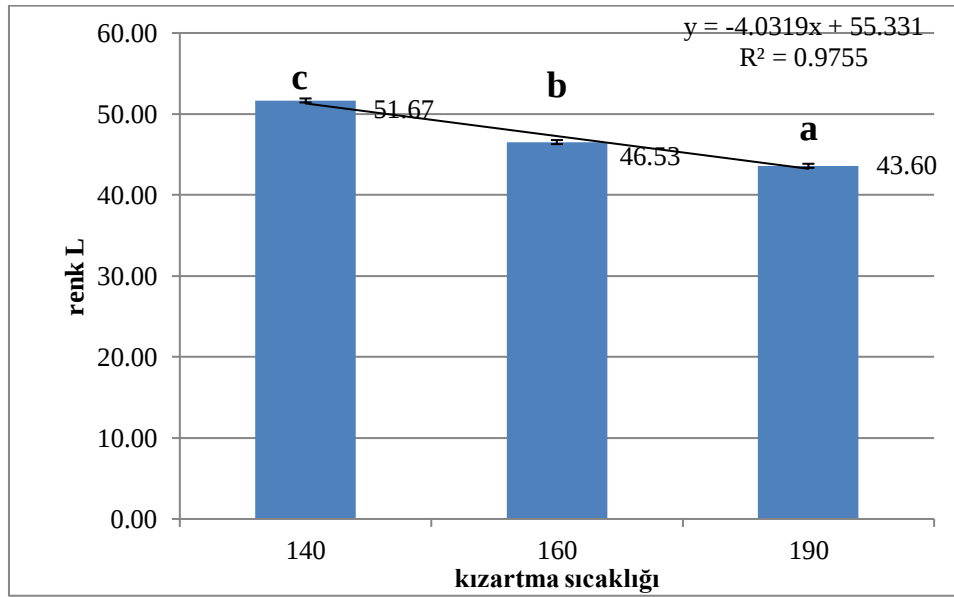
Şekil 4.10 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca L^* değerinin değişimi.

Tao vd. (2018) yaptıkları çalışmada dilimlenmiş sarımsakların kurutulmasında ultrason ön işlemi uygulamışlardır. Bu çalışmaya göre ultrason ön işlemi uygulanarak kurutulan örnekler daha açık renkliken, ultrasonsız kurutulmuş örnekler daha koyu renklidir. Su vd. (2018)'in çalışmalarına göre ise ultrasonik ön işlemlili kızartma sonucu örneklerin L^* değerleri daha düşük çıkmıştır. Bu çalışmada da işlemlerin interaksyonu önemli olabilir.

Şekil 4.11'de görüldüğü üzere L^* değerlerinin ölçüm sıklığı düzensiz dağılım göstermiştir. Bu dağılım, kızartma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla birlikte iki grup şekline gelmiştir. Bu kümeleşmede işlem interaksyonlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Şekil 4.12'de görüldüğü üzere kızartma sıcaklığının artmasıyla L^* değerleri azalma göstermiştir. Bu azalma ile yüksek sıcaklıklarda yapılan kızartma işleminin kararmaya yol açtığı tespit edilmiştir. Kızartma sıcaklığının bireysel olarak etkisi vardır.



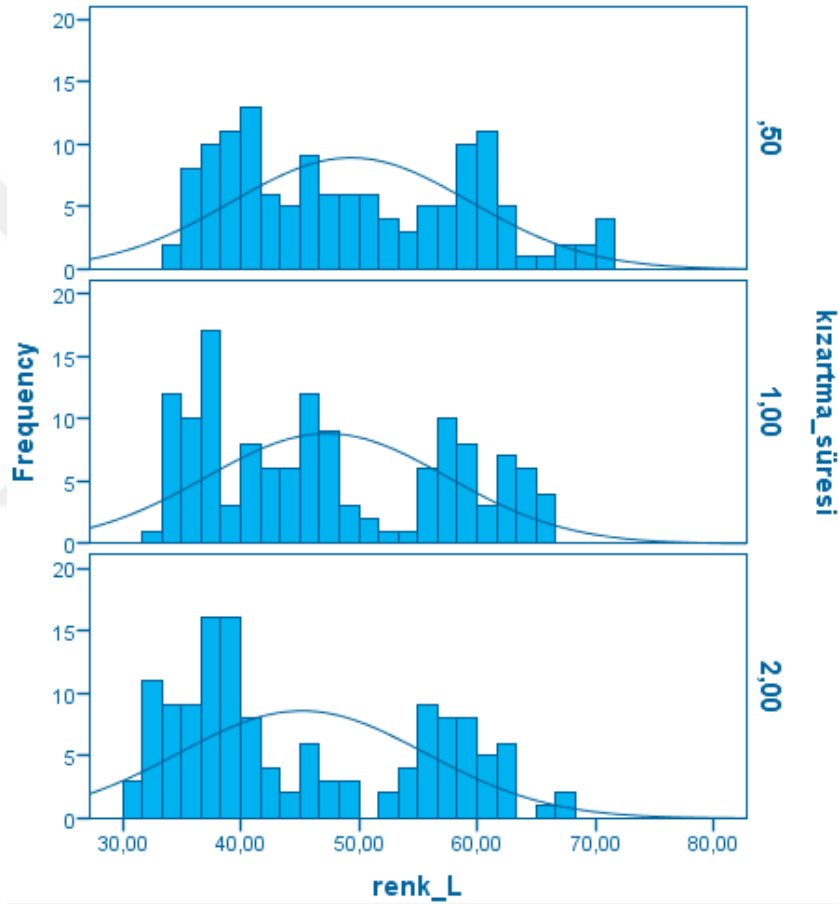
Şekil 4.11 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca L* değerinin değişimi.



Şekil 4.12 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının L* değerine etkisi.

Şekil 4.12'de, uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait L^* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.13'te görüldüğü üzere L^* değerlerinin ölçüm sıklığı düzensiz dağılım göstermiştir. Bu dağılım, kızartma sıcaklığı ve süresinin artmasıyla birlikte iki grup şekline gelmiştir.



Şekil 4.13 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca L^* değeri değişimi

Kızartma süresinin ise L^* değerleri üzerinde bireysel bir etkisi olmadığı Ek 5'te belirtilen Games Howell testi ile ortaya konmuştur ($p>0,05$). Ancak diğer işlemlerle birlikte uygulanan farklı kızartma sürelerinin L^* değeri üzerinde etkisi olduğu Multivaryans testlerinde ortaya çıkmıştır. Bunlar Ek 2'de belirtilmiştir.

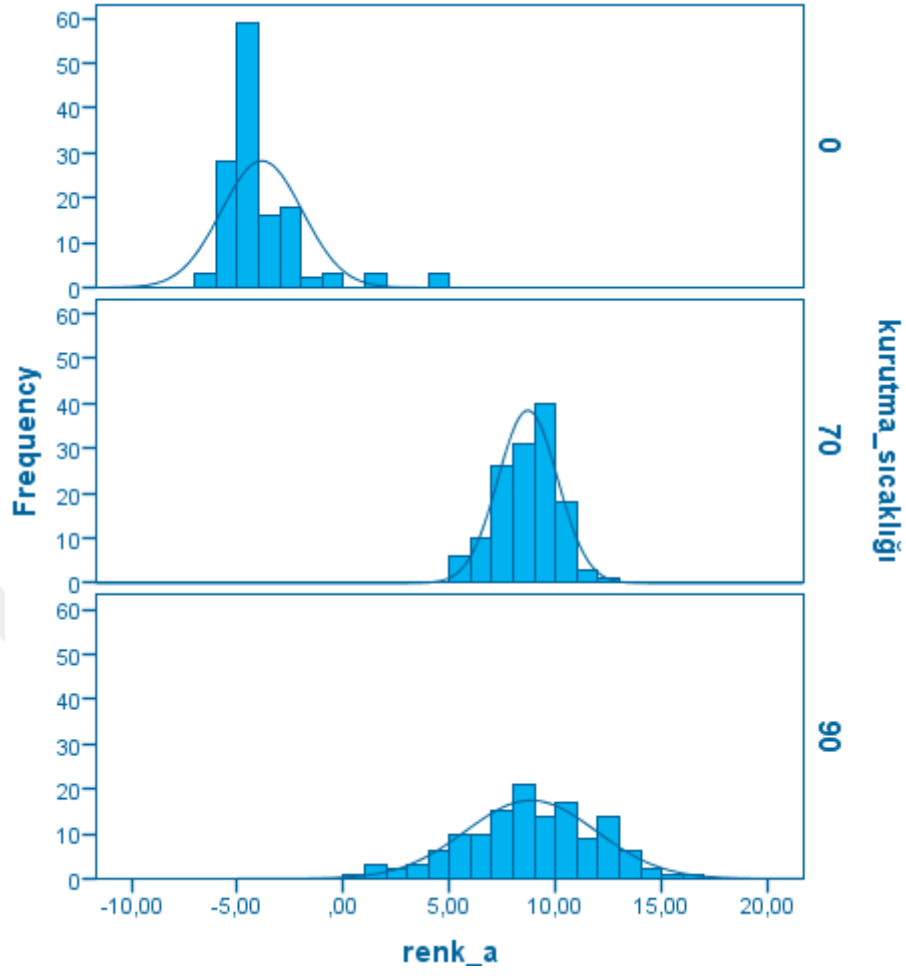
Karizaki vd. (2013) de patates üzerine yaptıkları çalışmada kızartma süresinin arttıkça L* değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Krokida vd. (2001a) ise artan kızartma sıcaklığıyla kararmanın arttığını ortaya koymuşlardır. Literatürde farklı çalışmalar bulunmakla birlikte işlem interaksyonları daha önemli hale gelmiştir.

Ek 2'de belirtilen Multivaryans testlerinde kurutma sıcaklığı*ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksiyon kombinasyonlarının tümü, L* değerinde anlamlı farklılık yaratmıştır ($p<0,05$). İşlem kombinasyonlarının hepsinin L* değerini etkilediği anlaşılmıştır.

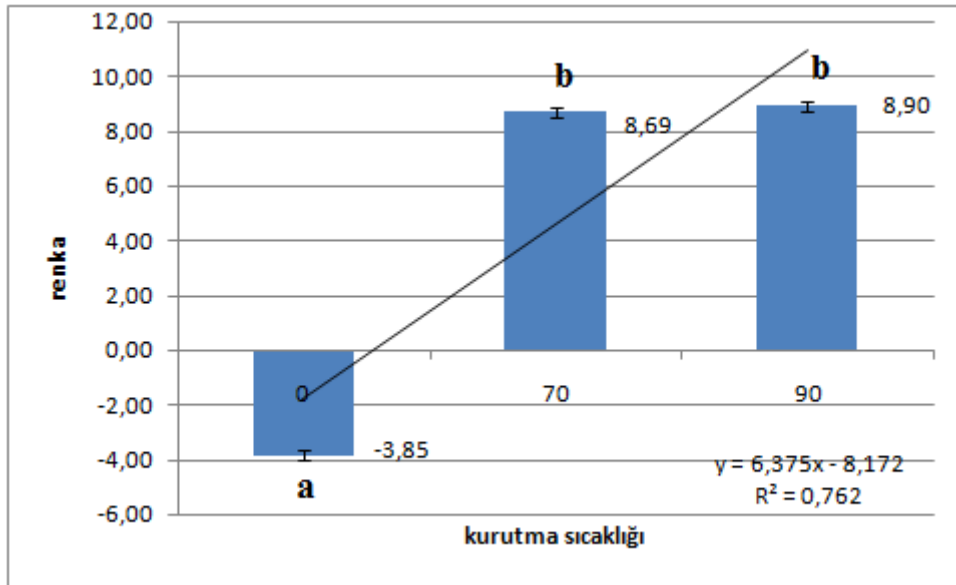
Bu çalışmada en yüksek L* değeri Ek 12'de belirtilen T1W2S3K1Y1 kodlu örnekte 70,78 olarak ölçülmüştür. Kurutma uygulanmamış ve en düşük kızartma koşulları uygulanmış örneklerin L*(parlaklık) değeri en yüksek çıkması mantıklıdır. Ayrıca ultrason işleminin düşük kızartma koşulları ile interaksiyonu da kararmayı etkilemiş olabilir. Düşük kızartma koşullarıyla birlikte artan ultrason koşullarının kararmayı azalttığı gözlemlenmiştir. En düşük L* değeri ise Ek 13'te belirtilen T3W2S3K3Y3 kodlu örnekte 31,12 değerinde ölçülmüştür. En yüksek kurutma ve kızartma koşulları interaksiyonunun kararmaya yol açtığı görülmüştür. Ayrıca kurutma sıcaklığının artmasıyla, kızarmış örneklerde daha çok kararma görülmüştür.

4.2.2 a* Değerleri

Şekil 4.14'te kurutma sıcaklığının değişimiyle değerlerin ölçülme sıklığı dağılımı düzenli olmuştur. Kurutmasız örneklerde a* değerleri negatif değerlerde seyrederken kurutma işlemiyle birlikte pozitif değerlerde gözlemlenmiştir. a* değerlerinin artışı kızarmayı temsil etmiştir. Şekil 4.15'te değerlerin ortalamalarına bakıldığında kurutma uygulamasıyla a* değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Kurutma sıcaklığının 70°C'den 90°C'ye çıkarılması a* değerlerinde büyük farklılık yaratmamakla birlikte artışa sebep olmuştur.



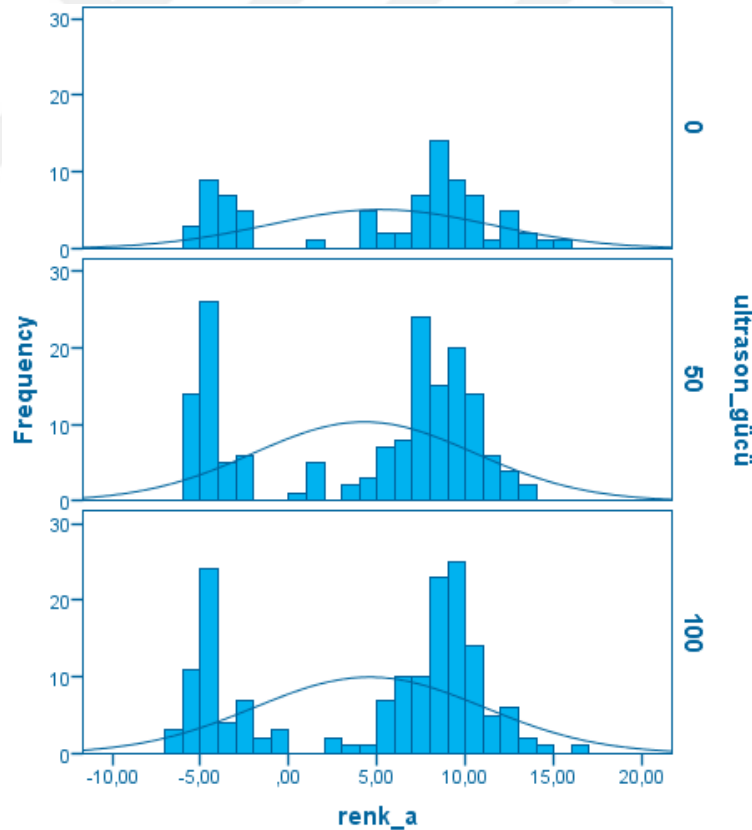
Şekil 4.14 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca a^* değerinin değişimi.



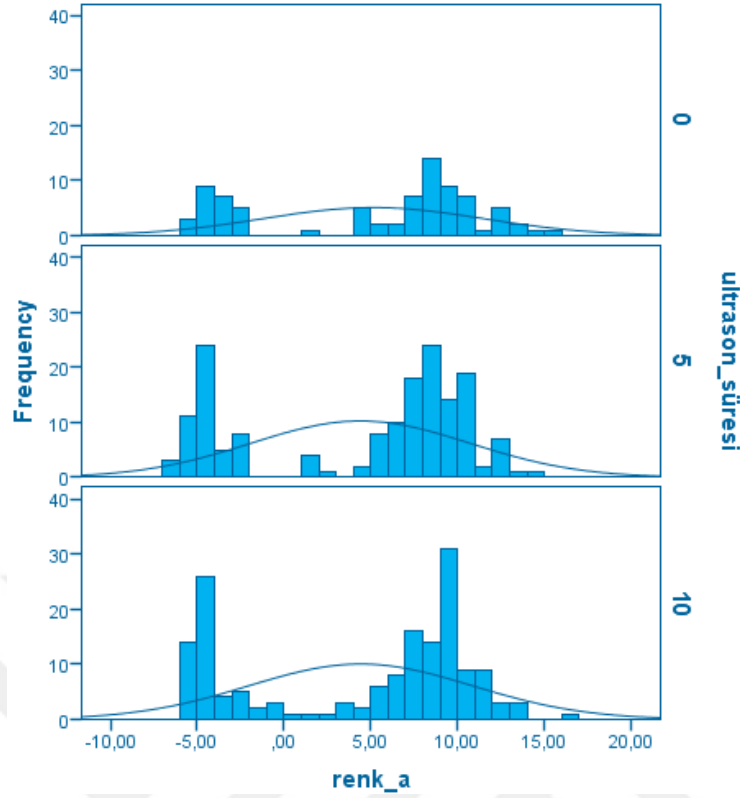
Şekil 4.15 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının a^* değerine etkisi.

Şekil 4.15'te, uygulanan kurutma sıcaklıklarına ait a^* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. İki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.16 ve 4.17'de değişen ultrason parametrelerine göre değerlerin ölçüm sıklığının dağılımının düzensiz olduğu görülmektedir. İki ayrı değer aralığında kümeleşme olmuştur. Ayrıca artan ultrason gücü ve süresi ile en sık ölçülen değerlerin de değiştiği görülmektedir. One-Way Anova testinde ultrason gücü ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) Ek 3 ve Ek 4'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason güç ve süresinin bireysel olarak a^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu ultrason güç ve süresi, a^* değeri üzerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p<0,05$). Bu sonuç Ek 2'de belirtilmiştir.

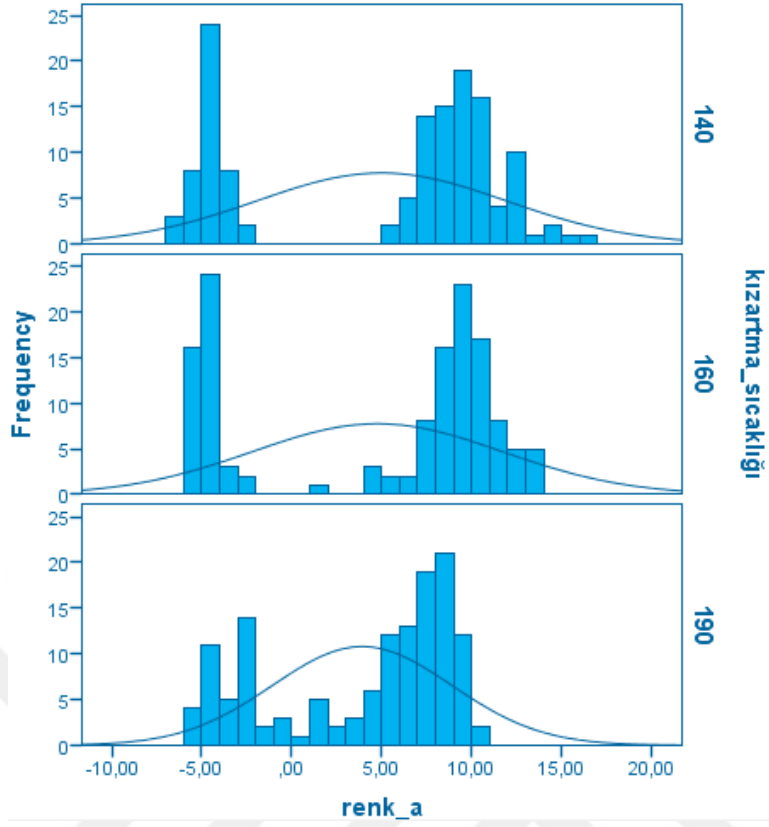


Şekil 4.16 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca a^* değerinin değişimi.

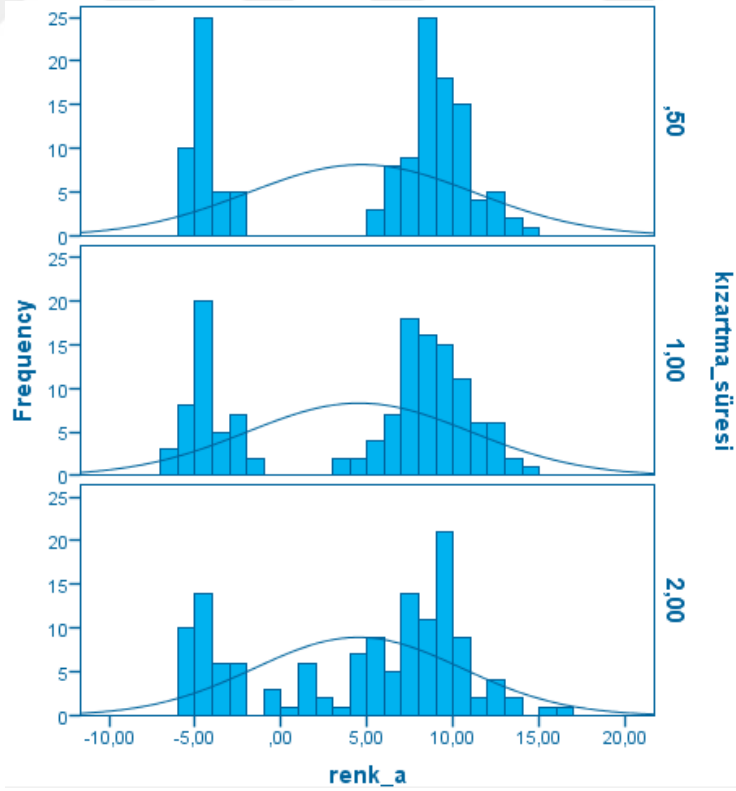


Şekil 4.17 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca a^* değerinin değişimi.

Karizaki vd. (2013) yaptıkları çalışmada ultrason koşullarının yeşillenmeye sebep olduğundan bahsetmişlerdir. Ergün vd. (2020) de ultrasesin, enzimatik esmerleşmeyi gösteren kızarıklığı azalttığından bahsetmiştir. Su vd. (2018) yaptıkları çalışmada ultrason uyguladıkları örnekleri kurutarak kızartmış ve patates cipsi yapmışlardır. 90 °C'de kızarttıkları patates dilimlerinde L^* değeri ultrasonsuz örneklerde 48,5 iken ultrasonlu örneklerde 56,8 olmuştur. Aynı şekilde a^* değeri -1,9 iken -3,02'ye gelerek azalmıştır. Bu çalışmaya göre de aynı kızartma sıcaklığında kızaran, ultrasonlu kurutulmuş örneklerde L^* değeri ultrasonsuzlara göre önemli seviyede artmış, a^* değeri ise azalmıştır. Birden fazla işlem yapıldığında işlemler arası interaksiyonlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Kızartma sıcaklık ve süresine bağlı verilerde ise Şekil 4.18 ve 4.19'da görüldüğü üzere a^* değerlerinin ölçüm sayısı düzenli şekilde dağılmamakla beraber genellikle iki aralıkta kümeleşmiştir. Kızartma sıcaklık ve süresi arttıkça değerler düzensizleşmiştir. Negatif kısımda yoğunlaşan değerler kurutmasız örnekleri temsil ederken pozitif kısımda yoğunlaşan değerler kurutma uygulanan örnekleri temsil ettiği düşünülmektedir.



Şekil 4.18 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca a^* değerinin değişimi.



Şekil 4.19 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca a^* değerinin değişimi.

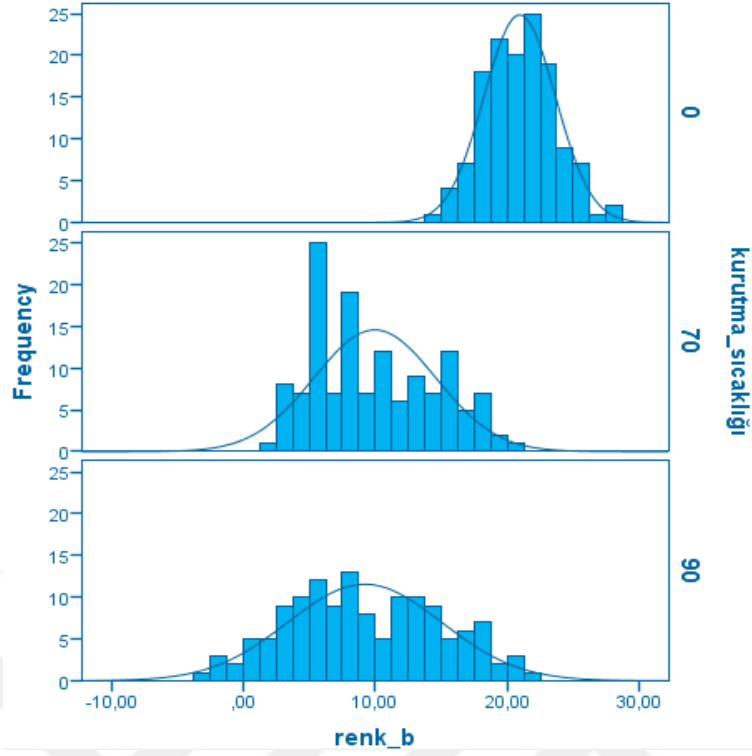
One-Way Anova testinde kızartma sıcaklığı ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) şekil Ek 5 ve Ek 6'da görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kızartma sıcaklığı ve süresinin bireysel olarak a^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu kızartma sıcaklık ve süresi, a^* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p<0,05$). Karacabey vd. (2016) de kızartma süresinin kısa tutulmasının a^* değeri üzerinde büyük bir etki göstermediğinden bahsetmişlerdir. Bu anlamda bulunan sonuçlar yapılan çalışmalarla uyumludur.

Ek 2'de belirtilen Multivaryans testlerinde kurutma sıcaklığı*ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksiyon kombinasyonlarının tümü, a^* değerinde anlamlı farklılık yaratmıştır ($p<0,05$). İşlem kombinasyonlarının hepsinin a^* değerini etkilediği anlaşılmıştır.

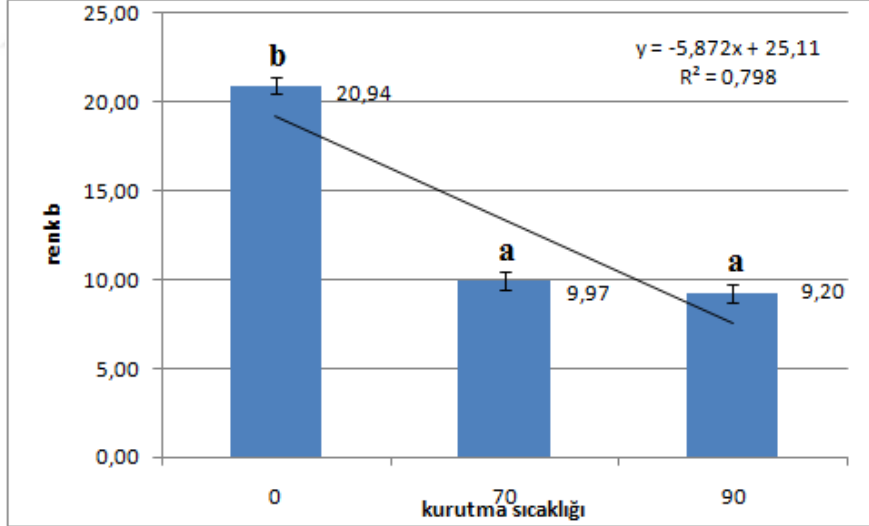
Bu çalışmada en yüksek a^* değeri Ek 14'te belirtilen T3W3S3K1Y3 kodlu örnekte 13,25 değerinde ölçülmüştür. Kurutma sıcaklığının yüksek olması, kızartma sıcaklığının düşük olması ve ultrason koşullarının yüksek değerler seçilmesiyle ürünün kararmaktan çok kızarması sağlanmış olabilir. Bu işlemlerin interaksiyonu bu anlamda önemlidir. En düşük a^* değeri ise Ek 15'te belirtilen T1W3S2K1Y2 kodlu örnekte -6,28 değerinde ölçülmüştür. Kurutma işleminin uygulanmaması ile ultrason koşullarının arttırılmasının bu sonuçta etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.2.3. b^* Değerleri

Şekil 4.20'de görüldüğü üzere b^* değerlerinin ölçülme sıklığı düzenli bir dağılım göstermiştir. Kurutmayla beraber ölçülen değer aralıkları değişmiştir. Şekil 4.21'de ortalama değerlere bakıldığında, kurutulmayan örneklerde b^* değeri daha yüksekken kurutma uygulamasıyla birlikte b^* değeri düşmüş ayrıca kurutma sıcaklığının artmasıyla büyük bir değişim olmamakla beraber b^* değerinde düşüş yaşanmıştır.



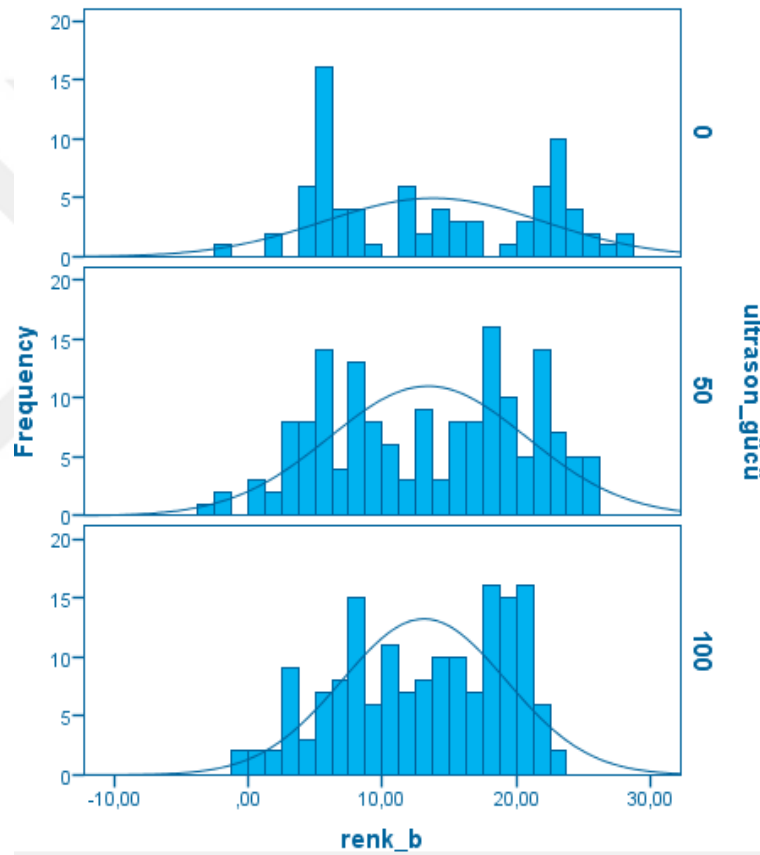
Şekil 4.20 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca b* değerinin değişimi.



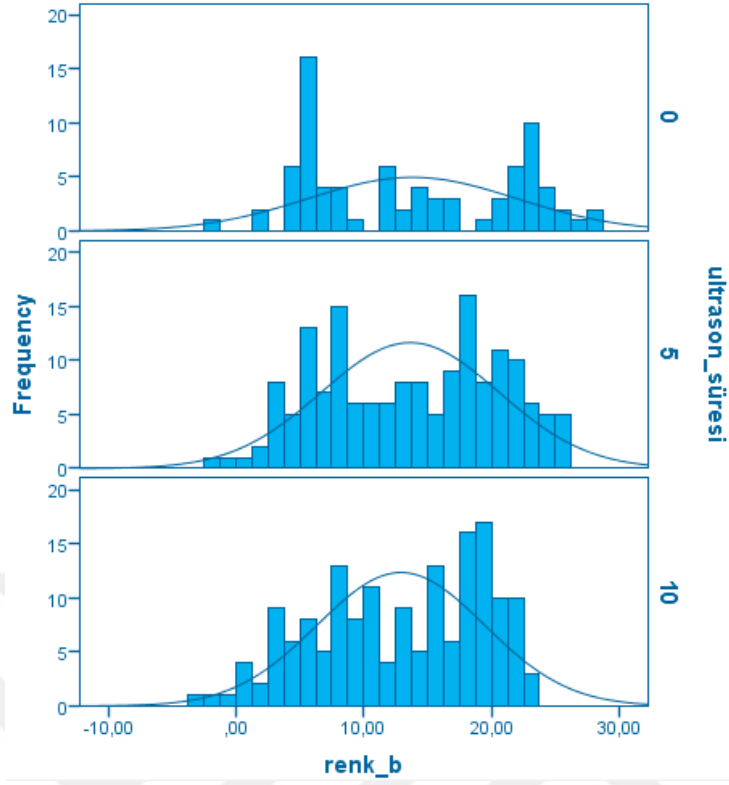
Şekil 4.21 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının b* değerine etkisi.

Şekil 4.21'de, uygulanan kurutma sıcaklıklarına ait b* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. İki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.22 ve 4.23'de görüldüğü üzere belirli ultrason güç ve sürelerinde ölçülen b^* değerlerinin sıklığı düzensiz dağılmıştır. Ayrıca artan ultrason parametreleriyle birlikte bazı değerlerin tekrarlanma sayıları artmıştır. One-Way Anova testinde ultrason gücü ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) Ek 3 ve Ek 4'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason gücü ve süresinin bireysel olarak b^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu ultrason güç ve süresi, b^* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p<0,05$).

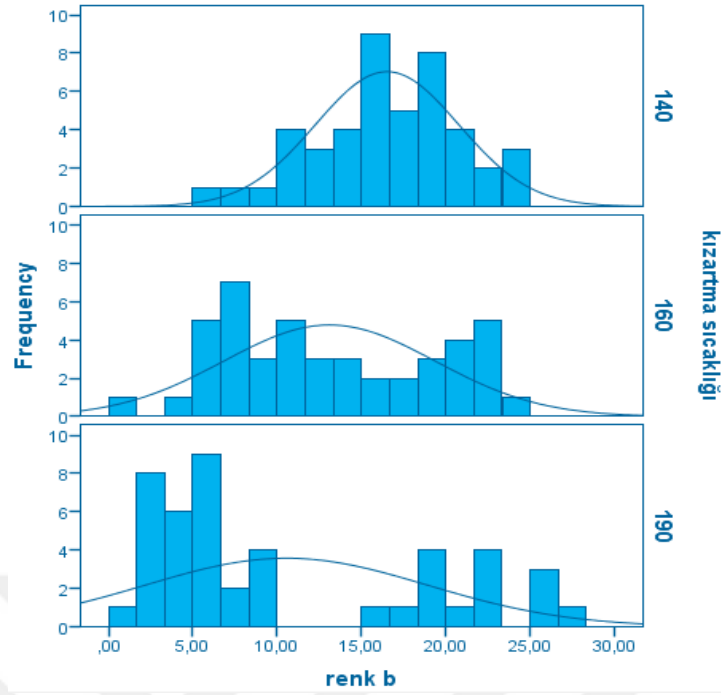


Şekil 4.22 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca b^* değerinin değişimi.

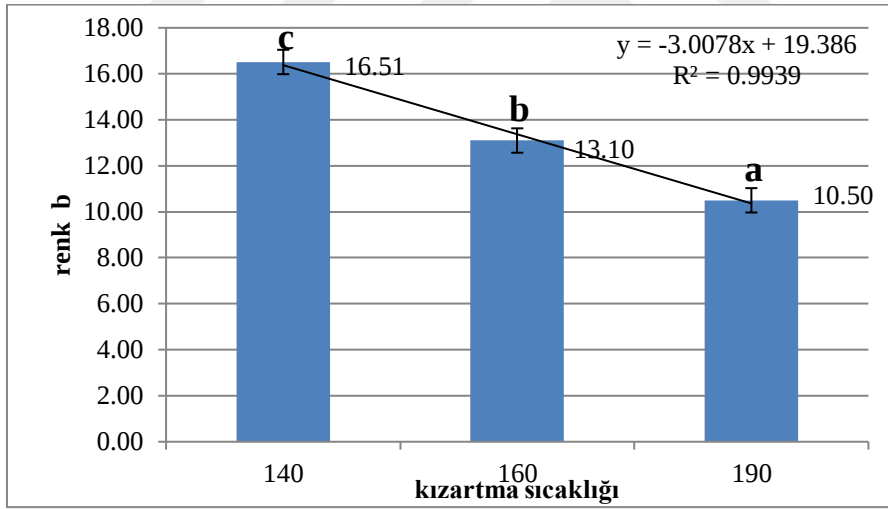


Şekil 4.23 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca b^* değerinin değişimi.

Şekil 4.24 ve 4.25'te kızartma sıcaklığının b^* değeri üzerindeki etkisini göstermektedir. Şekil 4.24'te kızartma sıcaklıkları için b^* değerleri ölçüm sıklığı düzensiz dağılmaktadır. Şekil 4.25'te görüldüğü üzere kızartma sıcaklığı arttığında b^* değeri azalmıştır. Bu durum, ürünün kızartma ile sarılığını kaybetmesiyle ilgili olabilir.

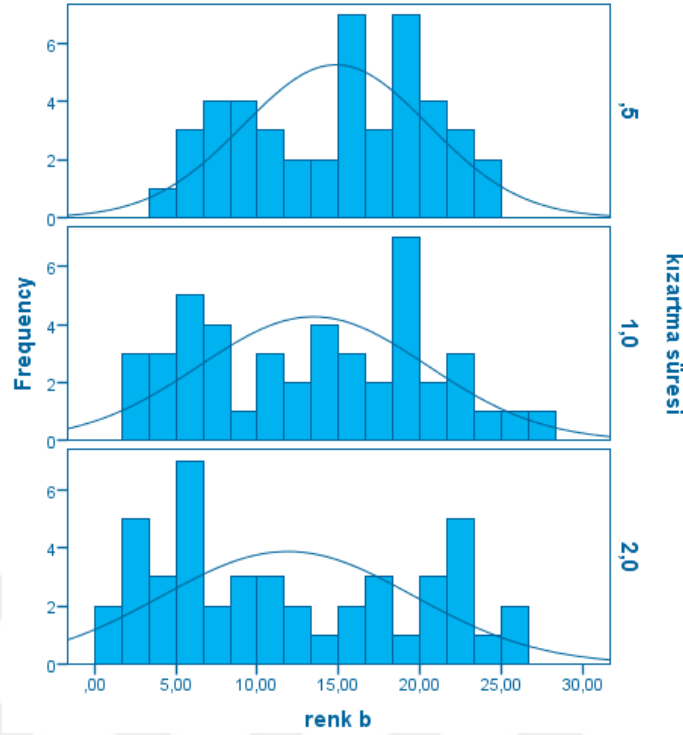


Şekil 4.24 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca b* değerinin değişimi.



Şekil 4.25 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının b* değerine etkisi.

Şekil 4.25'te, uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait b* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir. Şekil 4.26'da kızartma sıcaklıkları için b* değerleri ölçüm sıklığı düzensiz dağılmaktadır.



Şekil 4.26 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca b* değerinin değişimi.

Kızartma süresi için One-Way Anova testinde gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p > 0,05$) Ek 6'da görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kızartma süresinin bireysel olarak b* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu kızartma süresi, b* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p < 0,05$).

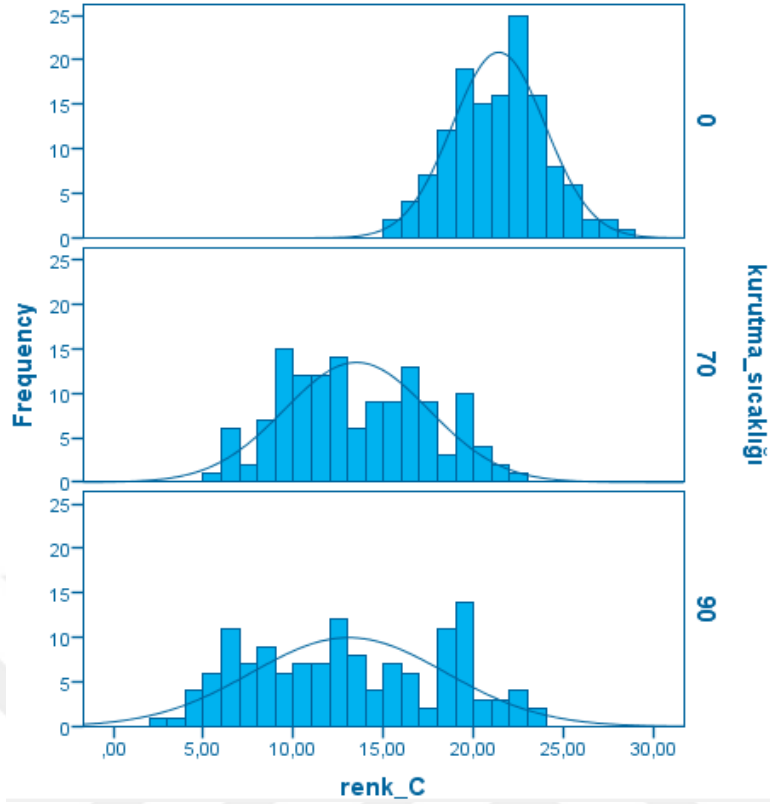
Ergün vd. (2020)'ne göre ultrasonik ön işlemlili derin yağda kızartmada, kızartma süresinin artışıyla b* değeri azalmıştır. Ergün vd. (2018)'in sonuçları bu çalışma ile uyum göstermiştir. Karacabey vd. (2016) ise kızartma sıcaklığını düşük tutarak kızartma süresini uzatmış ve b* değerinde artışı bu yolla sağlamışlardır. Yüksek kızartma sıcaklıklarındaki renk değişiminin Maillard reaksiyonu ile alakalı olduğunu belirtmişlerdir.

Ek 2'de belirtilen Multivaryans testlerinde kurutma sıcaklığı*ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksiyon kombinasyonlarının biri hariç tümü, b* değerinde anlamlı farklılık yaratmıştır ($p < 0,05$). Kurutma sıcaklığı*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı interaksiyonunun b* değeri üzerinde anlamlı fark yaratmadığı

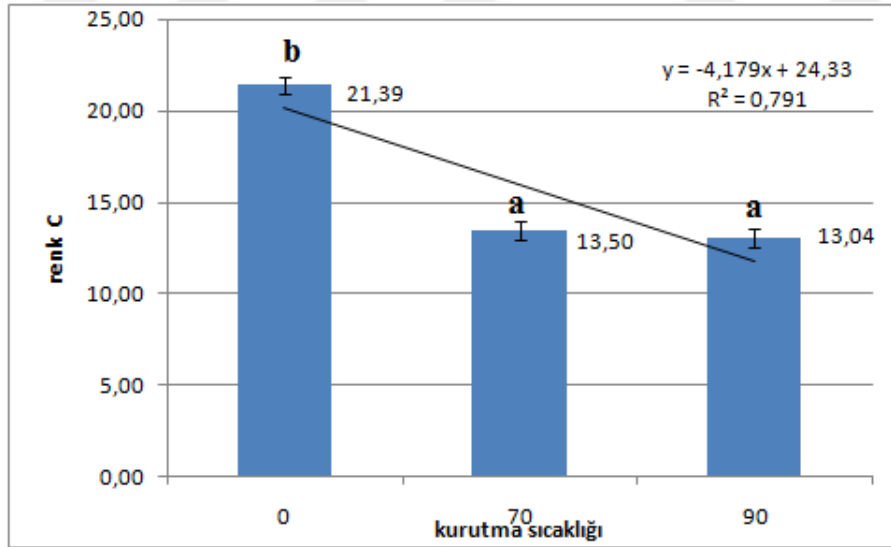
($p>0,05$) ortaya konulmuştur. Bu çalışmada en yüksek b^* değeri Ek 16'da belirtilen T1W1S1K3Y2 kodlu örnekte 27,81 olarak ölçülmüştür. Ultrasonuz ve kurutmasız kızartılan bir örnekte ham yeşil kabak rengi sarılaşacağından b^* değerinin yüksek çıkması mantıklıdır. En düşük b^* değeri ise T3W2S3K3Y3 kodlu örnekte 0,21 olarak ölçülmüştür. Yüksek değerlerde seçilen kurutma ve kızartma parametreleri sonucunda örnek kararacağından b^* değerinin düşük çıkması mantıklıdır. T3W2S3K3Y3 kodlu örnek Ek13'te belirtilmiştir.

4.2.4. C* Değerleri

Şekil 4.27'de görüldüğü üzere kurutma uygulanmayan örneklerde C* değerlerinin ölçülme sıklığı daha düzenli bir dağılım göstermiştir. Kurutma sıcaklığının artmasıyla birlikte değerlerin daha düzensizleştiği görülmektedir. Şekil 4.28'de görüldüğü üzere kurutma işlemi örneklerde C* değerinde azalma sağlamıştır. Kurutma sıcaklığının artışıyla, belirgin bir değişme olmamakla beraber C* değeri azalmıştır. Mohammadi vd. (2008), kuruttukları dilimlenmiş kivilerde kurutma sıcaklığı arttıkça C* ve h^* değerlerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Mohammadi vd. (2008)'in sonuçları bu çalışma ile uyumludur.



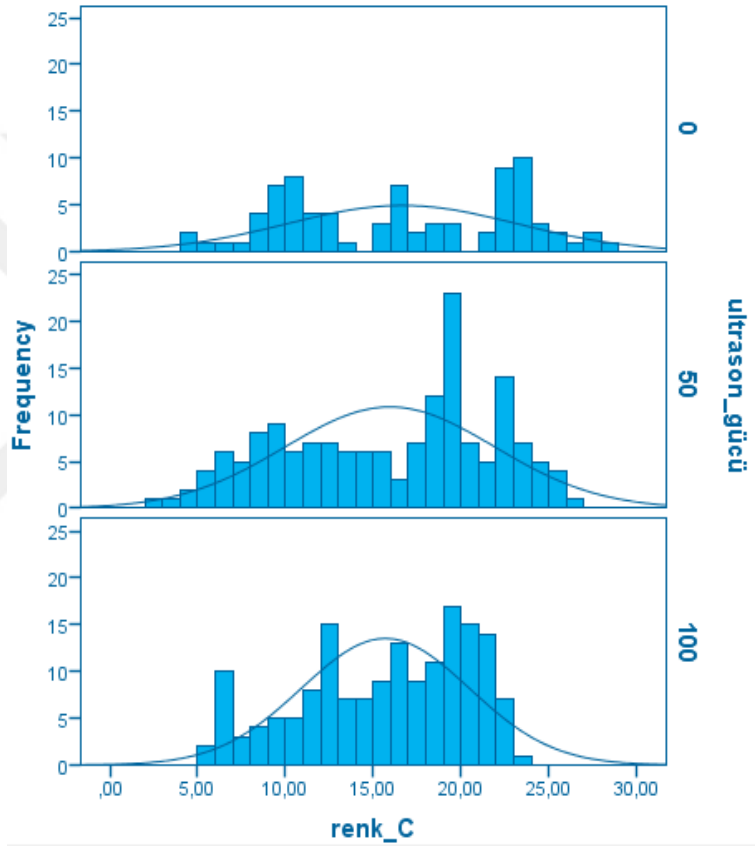
Şekil 4.27 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca C* değerinin değişimi.



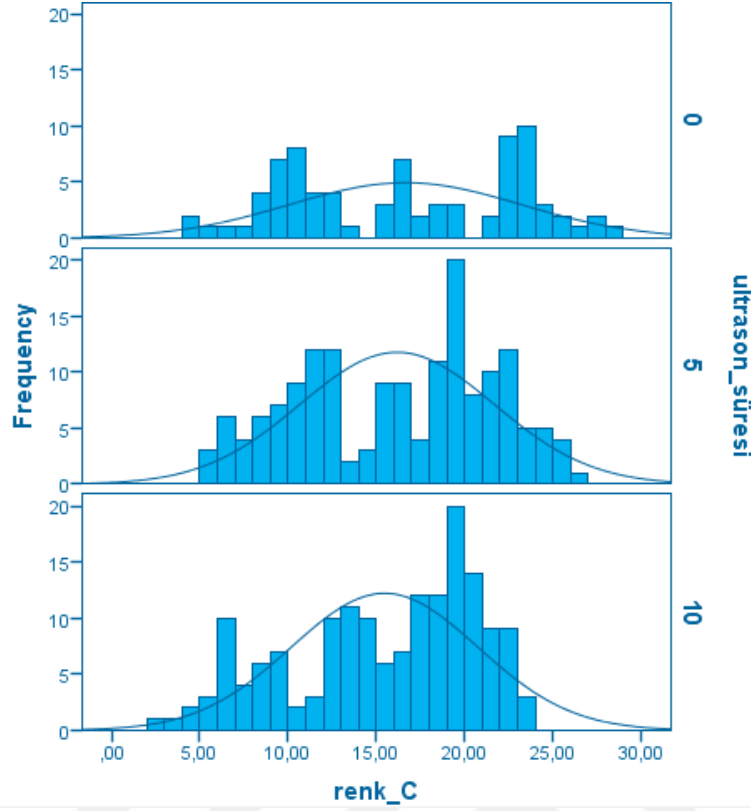
Şekil 4.28 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının C* değerine etkisi.

Şekil 4.28'de uygulanan kurutma sıcaklıklarına ait C* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. İki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.29 ve 4.30'da görüldüğü üzere farklı ultrason parametrelerine bağlı değişen ölçümlerin sıklığı düzensiz bir dağılım göstermiştir. One-Way Anova testinde ultrason güç ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p>0,05$) Ek 3 ve Ek 4'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason güç ve süresinin bireysel olarak C^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksyonu sonucu ultrason güç ve süresi, C^* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p<0,05$). Bu fark Ek 2'de belirtilmiştir.



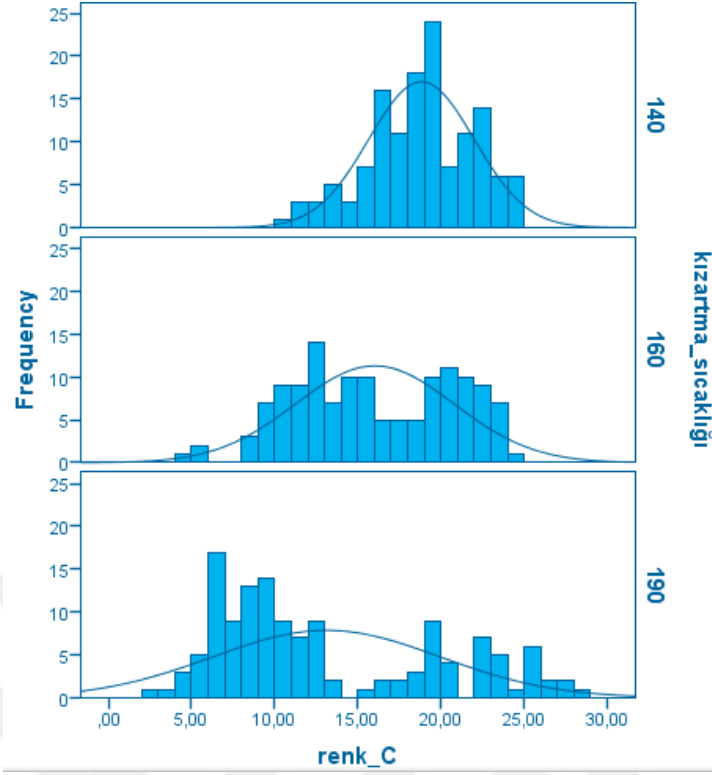
Şekil 4.29 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca C^* değerinin değişimi.



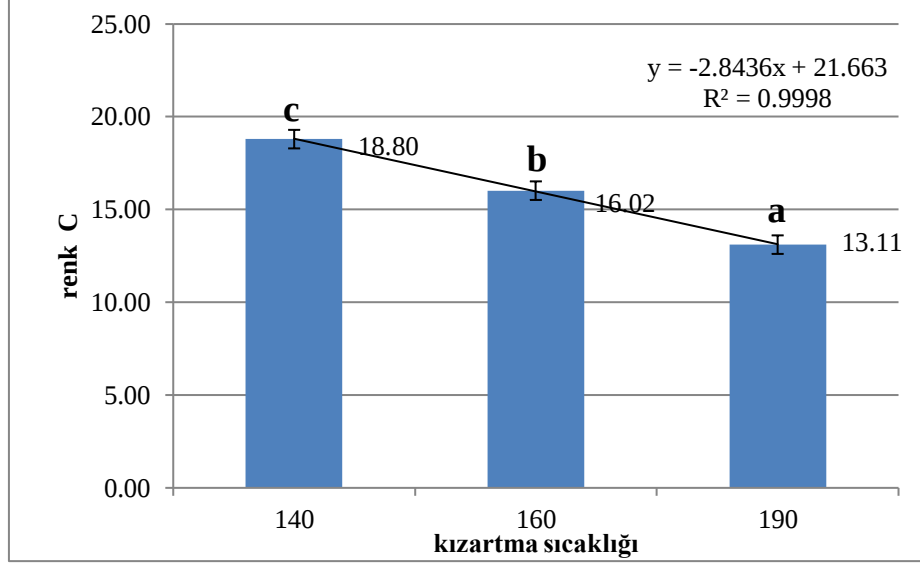
Şekil 4.30 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca C* değerinin değişimi.

Nowacka ve Wedzik (2015) yaptıkları çalışmada ön işlemi uyguladıkları havuç dilimlerini kurutmuşlardır. Çiğ örneklerde C* değeri, ultrason süresinin 10 dakikadan 20 dakikaya çıkmasıyla ile düşerken kurutulmuş örneklerde aynı koşullarda artış olmuştur. Bu sonuç yapılan işlemlerin interaksiyonunun daha önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Şekil 4.31'de görüldüğü üzere kızartma koşullarına bağlı C* değerlerinin ölçülme sıklığı düzensiz dağılım göstermektedir. Kızartma sıcaklık ve süresi arttıkça değerler daha düzensiz bir dağılım göstermiştir. Şekil 4.32'de görüldüğü üzere kızartma sıcaklığının artmasıyla C* değerleri azalmıştır. Bu değişim kızartma işleminin renk yoğunluğunu azaltmasıyla ilgili olabilir.



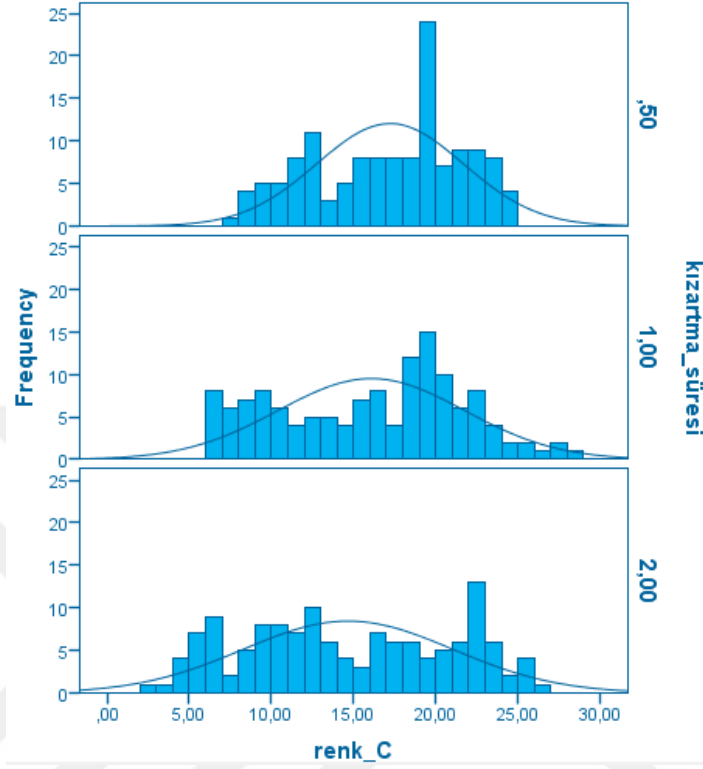
Şekil 4.31 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca C* değerinin değişimi.



Şekil 4.32 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının C* değerine etkisi.

Şekil 4.32'da uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait C* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.33'te görüldüğü üzere kızartma koşullarına bağlı C* değerlerinin ölçülme sıklığı düzensiz dağılım göstermektedir. Süre arttıkça daha çok düzensizleşmektedir.



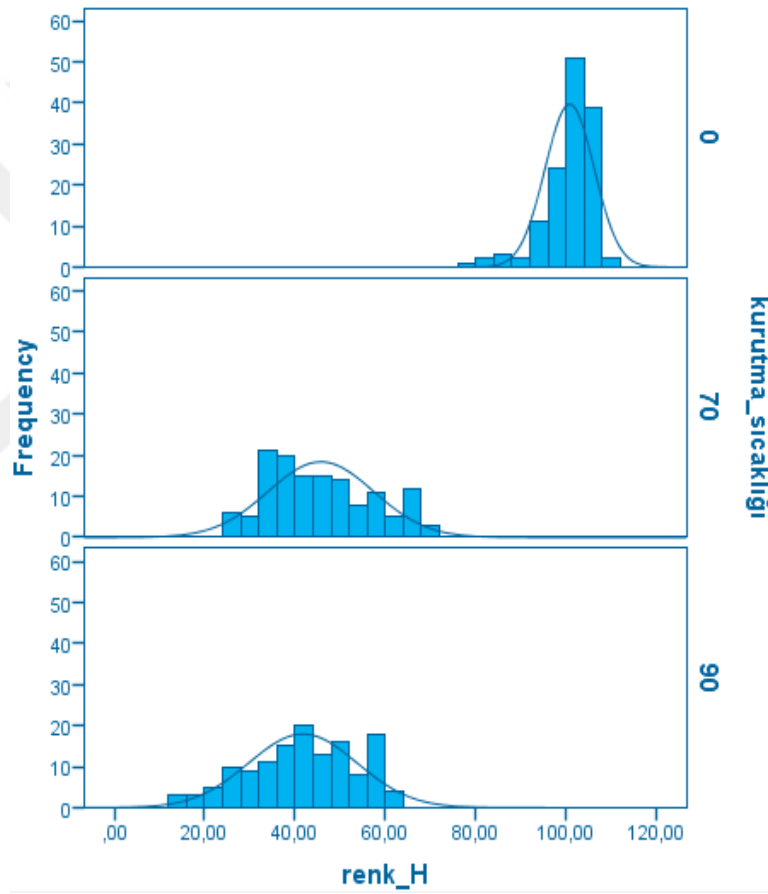
Şekil 4.33 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca C* değerinin değişimi.

One-Way Anova testinde kızartma süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p > 0,05$) Ek 6'da görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason gücü ve süresinin bireysel olarak C* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin etkisi sonucu ultrason gücü ve süresi, C* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p < 0,05$). Bu fark Ek 2'de belirtilmiştir.

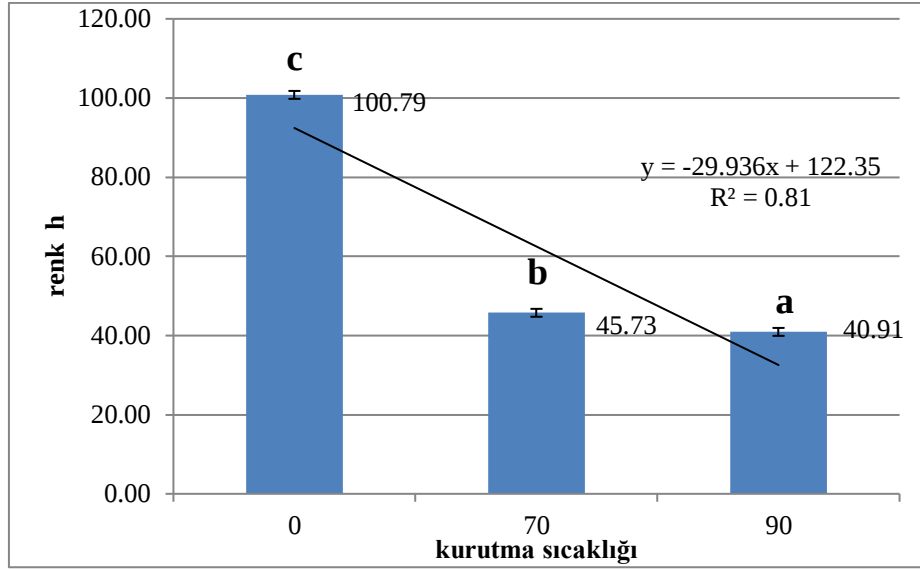
C* değerinin en yüksek çıktığı değer T1W1S1K3Y2 kodlu örneğe ait olmuştur ve 27,91 olarak ölçülmüştür. T1W1S1K3Y2 kodlu örnek Ek 16'da belirtilmiştir. Kurutma uygulanmayan bu örnekte renk yoğunluğu kaybı az olması mantıklıdır. En düşük değer ise T3W2S3K3Y3 kodlu örnekte 3,52 olarak ölçülmüştür. T3W2S3K3Y3 kodlu örnek Ek 13'te belirtilmiştir. Bu örnekte ise uygulanan işlem koşulları rengin kaybolmasını sağlamıştır.

4.2.5 h* Değerleri

Şekil 4.34'te görüldüğü üzere kurutma işlemiyle, ölçülen değer aralığı değişmekle beraber örneklerin h* değerlerinin ölçülme sıklığı düzenli bir dağılım göstermiştir. Şekil 4.35'te kurutma uygulamasının h* değerlerinde düşüşe sebep olduğu görülmekte olup artan kurutma sıcaklığıyla h* değerleri daha da çok azalmıştır. Mohammadi ve ark. (2008), kuruttukları dilimlenmiş kivilerde kurutma sıcaklığı arttıkça C* ve h* değerlerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Sonuçlar bu çalışma ile uyumludur.



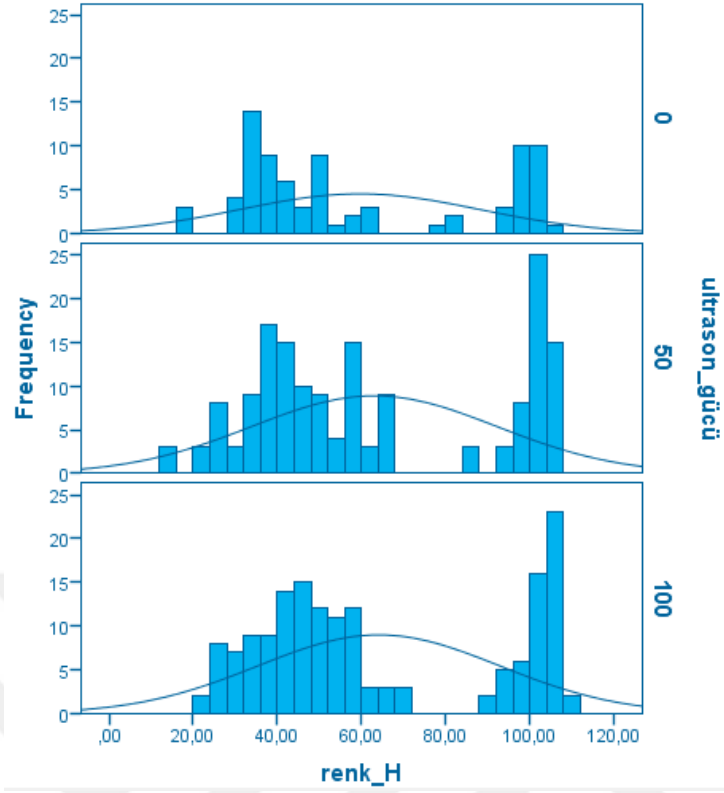
Şekil 4.34 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca h* değerinin değişimi.



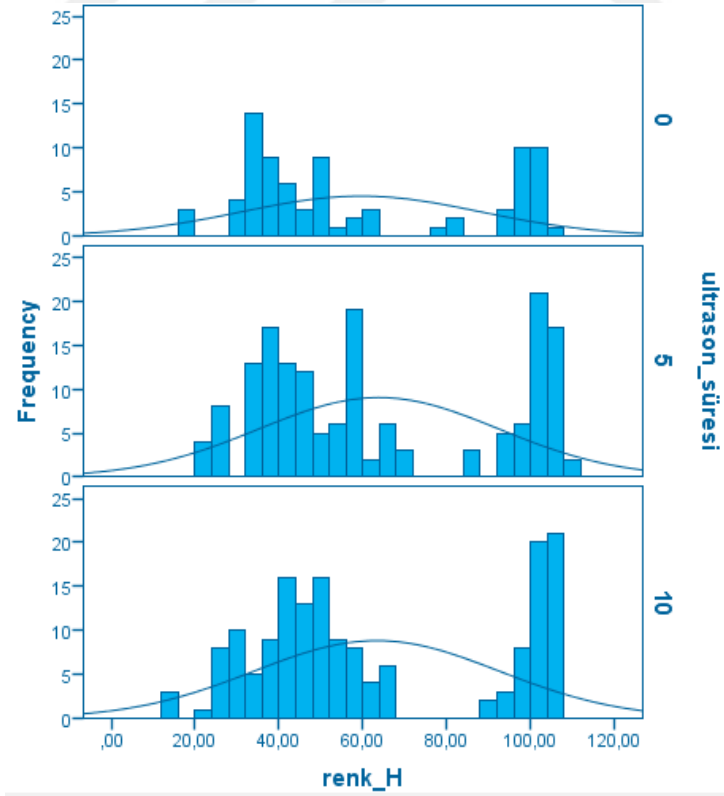
Şekil 4.35Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kurutma sıcaklığının h* değerine etkisi.

Şekil 4.35'te, uygulanan kurutma sıcaklıklarına ait h* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.36 ve 4.37'de görüldüğü üzere değişen ultrason koşullarıyla h* değerlerinin ölçülme sıklığı düzensiz bir dağılım göstermiştir. İki ayrı değer aralığında kümeleşme mevcuttur. One-Way Anova testinde ultrason güç ve süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p > 0,05$) Ek 3 ve Ek 5'te görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ultrason güç ve süresinin bireysel olarak h* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksiyonu sonucu ultrason güç ve süresi, h* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p < 0,05$). Bu fark Ek 2'de belirtilmiştir.

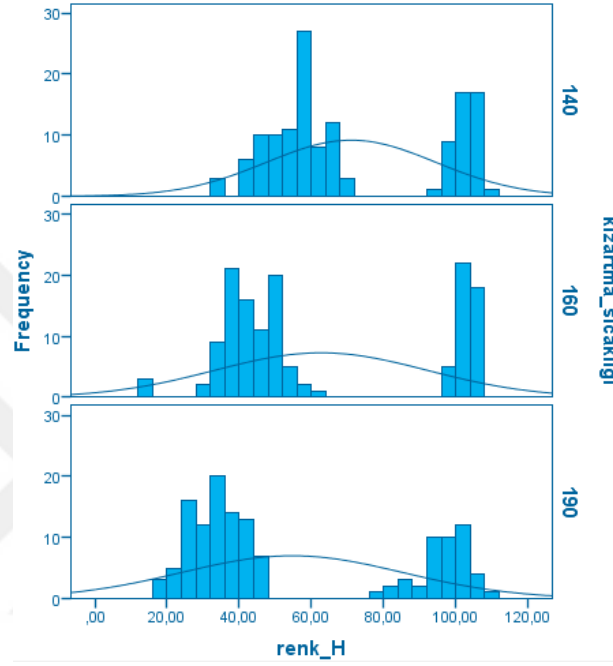


Şekil 4.36 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca h^* değerinin değişimi.

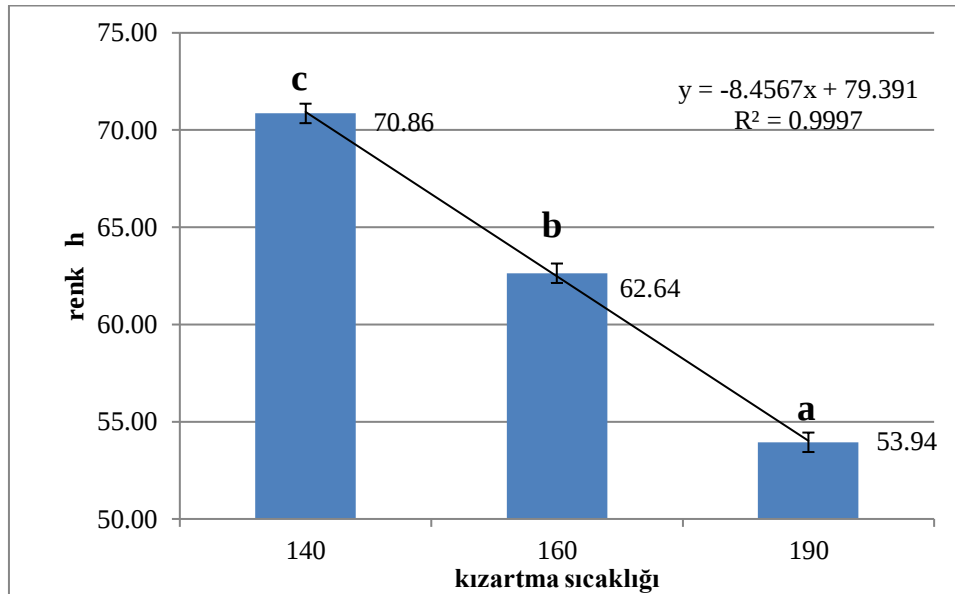


Şekil 4.37 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca h^* değerinin değişimi.

Şekil 4.38, 4.39 ve 4.40'ta kızartma sıcaklık ve sürelerine bağlı h^* değerleri değişimi belirtilmiştir. Şekil 4.38 ve 4.40'ta görüldüğü üzere kızartma sıcaklık ve süresi için h^* değerleri ölçülme sıklığı iki ayrı aralıkta yoğunlaşmaktadır. Bu farkın kurutmadan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Şekil 4.39'da görüldüğü üzere kızartma sıcaklığının artışıyla h^* değerleri azalmıştır. Bu azalma kızarmaya işaret etmiştir.

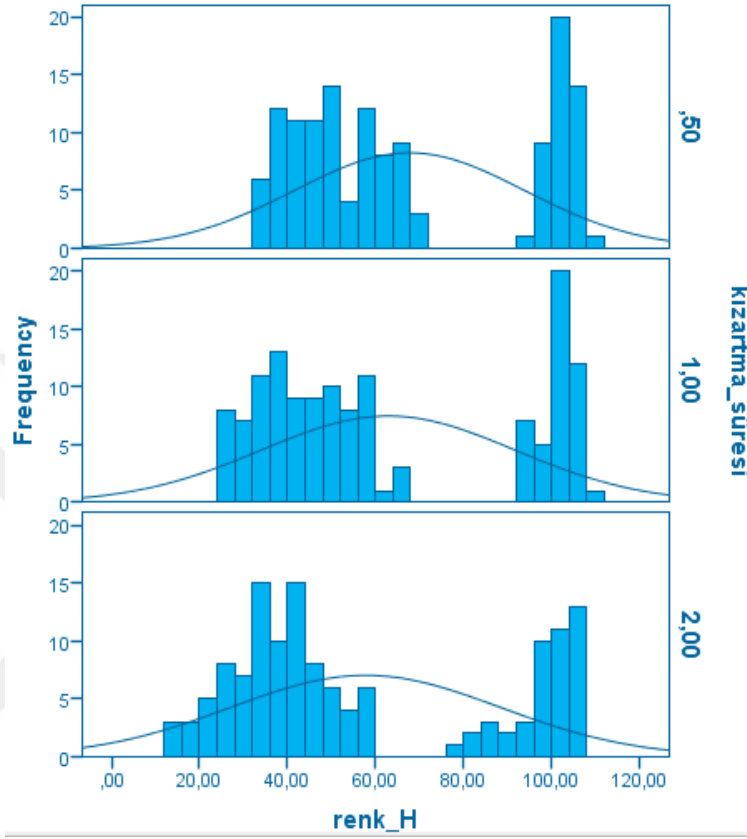


Şekil 4.38 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca h^* değerinin değişimi.



Şekil 4.39 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının h^* değerine etkisi.

Şekil 4.39'da, uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait h^* değerleri ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.



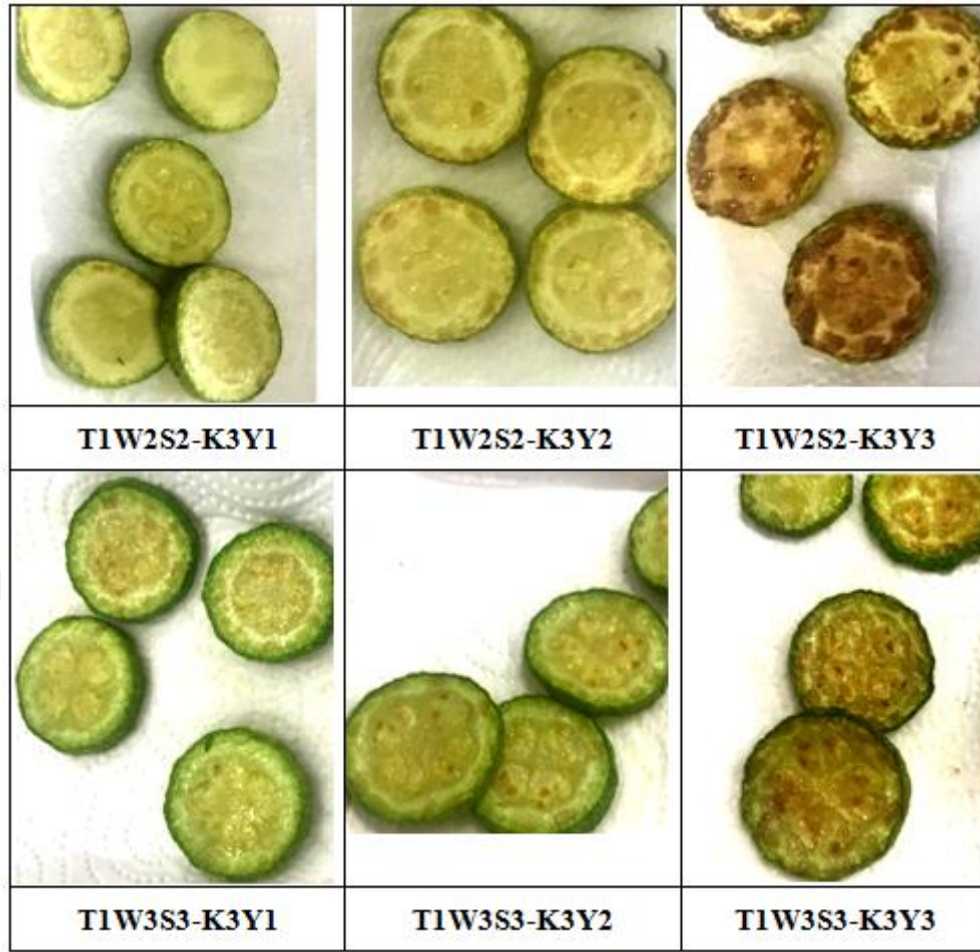
Şekil 4.40 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca h^* değerinin değişimi.

One-Way Anova testinde kızartma süresi için gruplar arası farklılık bulunamadığından ($p > 0,05$) Ek 6'da görüldüğü üzere Games Howell testi yapılmış ve burada da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kızartma süresinin bireysel olarak h^* değerine etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Ancak yapılan işlemlerin interaksyonu sonucu kızartma süresi, h^* değerinde anlamlı fark yaratmıştır ($p < 0,05$). Bu fark Ek 2'de belirtilmiştir. Ek 2'de belirtilen Multivaryans testlerinde kurutma sıcaklığı*ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksyon kombinasyonlarının tümü, h^* değerinde anlamlı farklılık yaratmıştır ($p < 0,05$). Tüm işlem parametrelerinin farklı kombinasyonlarının, birlikte etkisinin h^* değerinde değişime sebep olduğu ortaya konulmuştur.

h^* değerlerinde 90 değeri sarı renk olarak nitelendirilmekte olup 0'a doğru kırmızılığın arttığı, 180'e doğru ise yeşilliğin arttığı kabul edilmektedir. En yüksek h^* değeri T1W3S2K1Y2 kodlu örnekte 107,79 olarak ölçülmüştür. Düşük sıcaklıkta kızartılan, kurutma uygulanmamış, yüksek güçte ultrasonlu örnekte yeşilliğin artması mantıklıdır. T1W3S2K1Y2 kodlu örnek Ek 15'te belirtilmiştir. En düşük h^* değeri T3W2S3K3Y3 kodlu örnekte 3,48 olarak ölçülmüştür. Kurutma ve kızartma sıcaklığı yüksek olan bu örnekte de kırmızılığın artması mantıklı olmuştur. T3W2S3K3Y3 kodlu örnek Ek 13'te belirtilmiştir.

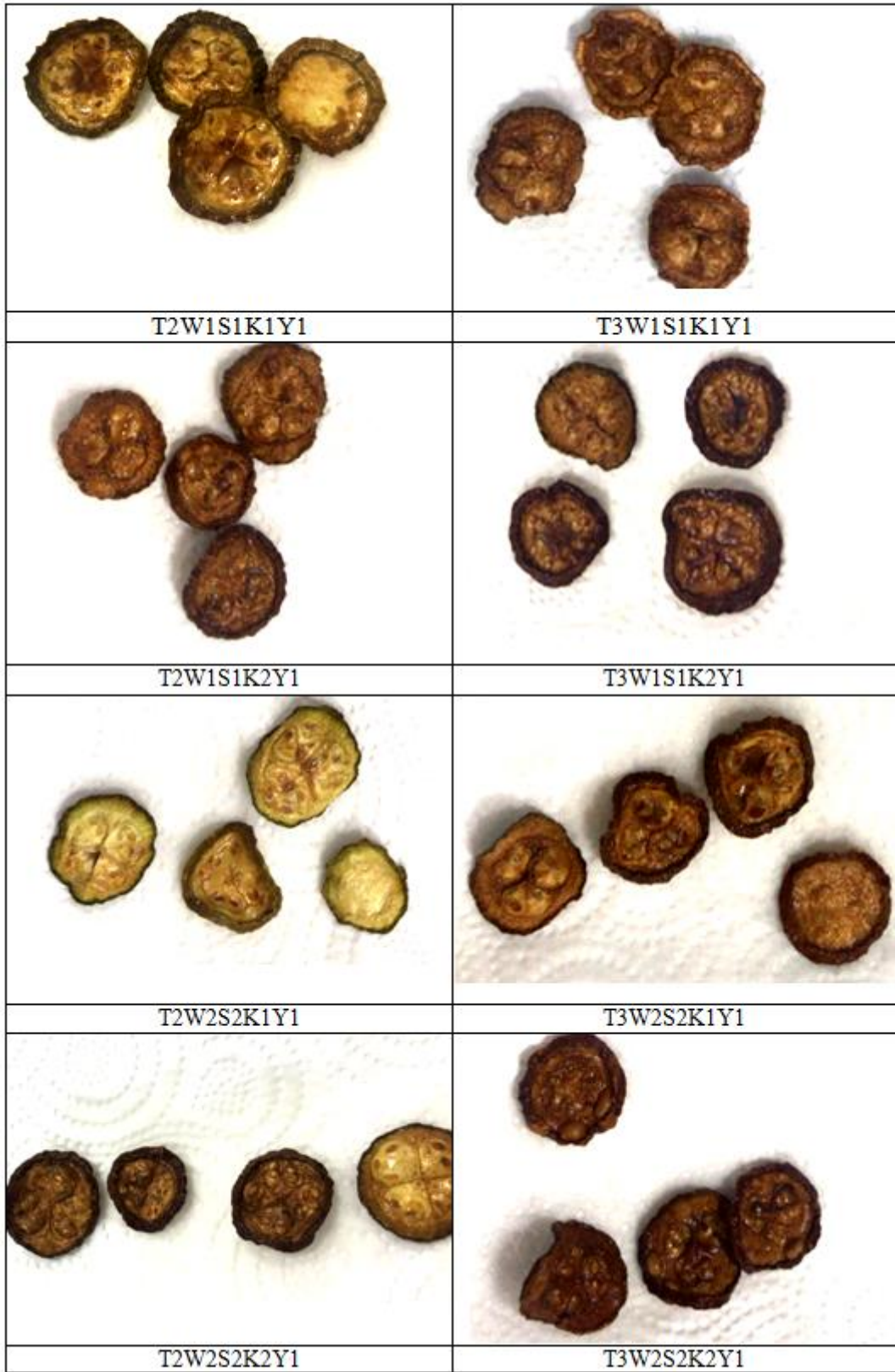
4.2.6 Makro Görünümde Renkler ve İşlem İnteraksiyonlarının Etkisi

Resim 4.1'de görüldüğü üzere kurutulmamış örneklerde ultrason güç ve süresinin artışıyla L^* değerleri genel olarak artış göstermiş ve kararma azalmıştır. Kızarma işlemi ise ancak K3Y3 kızartma koşullarında tam olarak gerçekleşebilmiş ve a^* değeri pozitif değerlere seyretmiştir. K3Y3 ten daha düşük kızartma sıcaklık-süre kombinasyonlarında a^* değeri, genelde negatif değerler göstermekle birlikte bazı ultrason koşullarında daha da azalarak yeşillik göstergesi olmuştur. Artan ultrason koşullarındaki örnekler yeşil renklerini koruyarak kızarma eğiliminde olmuştur, kararma azalmıştır. Uygun ultrason ve kızartma koşulları kurutulmamış örneklerde sağlanmıştır.



Resim 4.1 Kurutulmamış örneklerde değişen ultrason ve kızartma koşulları boyunca renkte görülen farklılıklar.

Resim 4.2'de, kurutulup kızartılan örneklerde görüldüğü üzere kurutma sıcaklığının artmasının örneklerde kararmaya sebep olduğu görülmektedir. T2W1S1K1Y1 ve T2W2S2K1Y1 kodlu örnekler karşılaştırıldığında görülmektedir ki kızartma koşullarının düşük tutulduğu durumlarda ultrason işlemi yanmayı önleyerek rengi korumaktadır. T3W2S2K1Y1 ve T3W2S2K2Y1 kodlu örneklerde ise aynı koşullarda artan kurutma ve kızartma sıcaklığının, ultrasonun bu etkisini azalttığı ve kararmanın kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Kızartma koşullarının artmasıyla ultrason etkisini kaybetmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda kurutma uygulanan ve düşük sıcaklık-kısa süre kombinasyonu ile kızartılan örneklerde, ultrason işleminin daha az kararmaya yol açtığı görülmüştür. Ultrason işleminin etkinliğinin diğer işlemlere bağlı olduğu anlaşılmıştır.



Resim 4.2Değişen kurutma, ultrason ve kızartma parametrelerinin renk değişimine etkisi.

En iyi görünümdeki örnekler Resim 4.3, 4.4 ve 4.5'da belirtilmiştir. Kurutma sıcaklığının çok yüksek olmaması, artan ultrason süresi ve gücü ile birlikte kızartma süresinin de uzamaması bu örneklerde yanmayı önlemiştir.



Resim 4.3 T2W2S2K1Y3 kodlu örnek



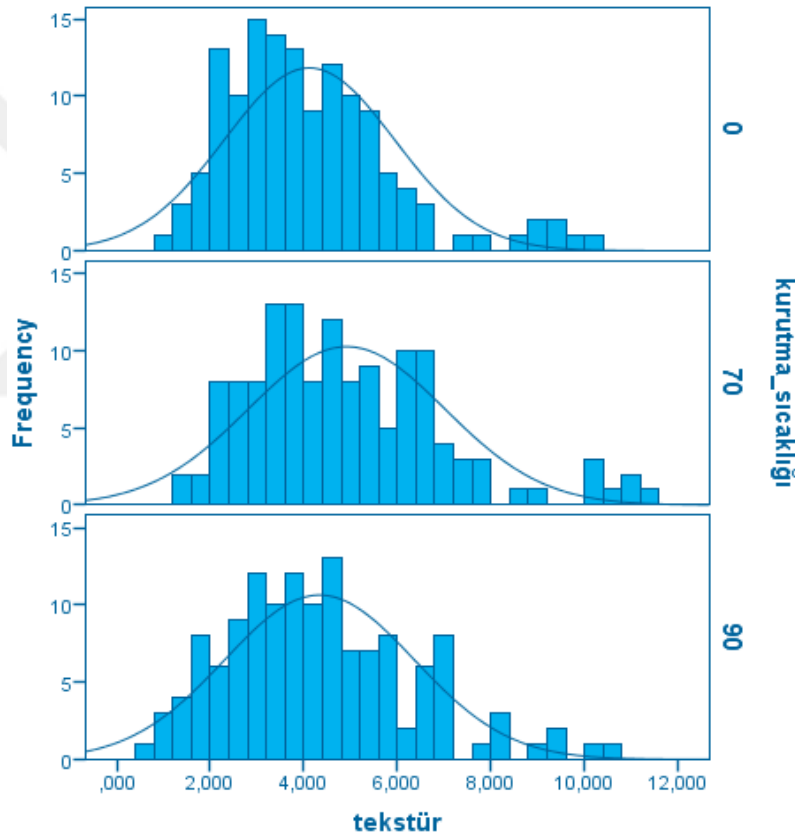
Resim 4.4 T2W3S2K1Y2 kodlu örnek



Resim 4.5 T2W3S2K1Y1 kodlu örnek.

4.3 Tekstürel Değişimler

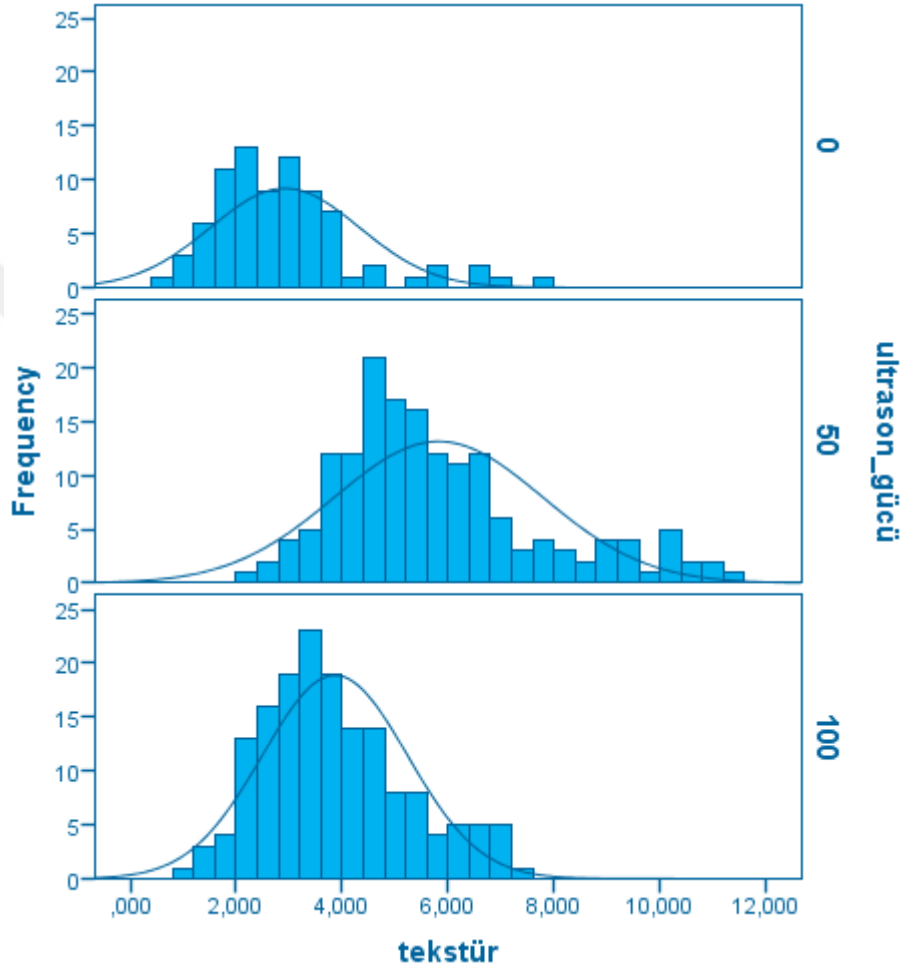
Şekil 4.41'de görüldüğü üzere kurutma sıcaklığına bağlı değişen sertlik değerlerinin ölçüm sıklığı düzensiz dağılım göstermekle birlikte her üç sıcaklık değeri için de benzer aralıkta yoğunlaşmıştır. Kurutma sıcaklığının tekstüre olan etkisinin gözlemlenebilmesi için yapılan Games Howell testinde istatistiki olarak 0-70, 0-90, ve 70-90°C kurutma sıcaklıklarının hiçbirinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ek 7'de bu bulgular belirtilmiştir. Kurutma sıcaklığının farklı işlemlerle interaksyonu ile tekstürde etki yaptığı Ek 2'de ortaya konulmuştur.



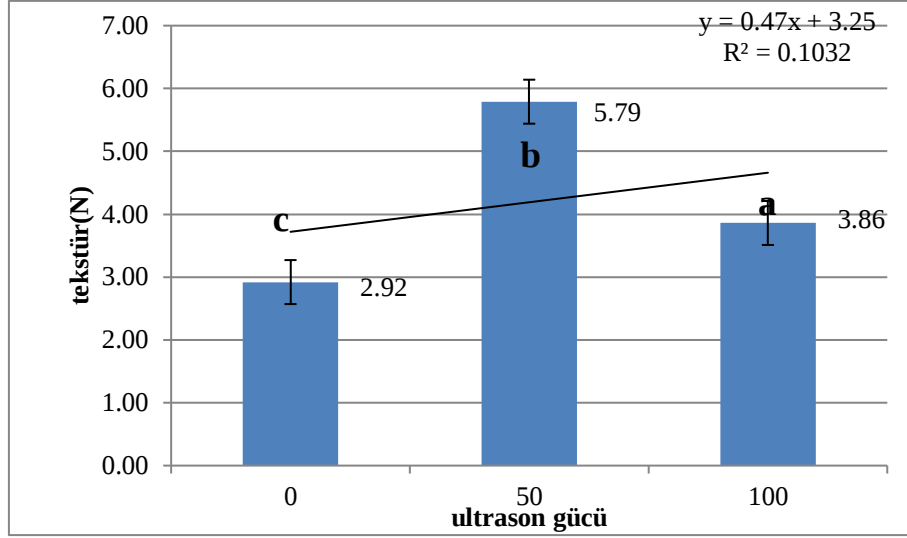
Şekil 4.41 Sıklık grafiği üzerinde kurutma sıcaklığı boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.

Şekil 4.42'de görüldüğü üzere farklı ultrason güçlerinde ölçülen sertlik değerleri sıklığı %50 güç için daha düzensiz dağılmakla birlikte değişen ultrason koşullarına bağlı olarak en sık ölçülen değer de değişmiştir. Şekil 4.43'te görüldüğü üzere ultrasonuz örneklere göre ultrasonlu örneklere uygulanan kuvvet daha fazladır. Ayrıca %50 ultrason gücü için tekstür analizinde uygulanan kuvvet, %100 güce göre daha fazla

olmuştur. Bu sonuç, ultrason işleminin örnek sertliğini arttırdığı, %50 güçte bu sertliğin daha fazla olduğu şeklinde yorumlanabilir. İstatistiki olarak ultrason gücünün tekstüre etkisi gözlemlendiğinde 0-50, 0-100 ve 50-100 güç değerleri için $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Ultrason gücünde gruplar arası etkileşim olduğu ortaya konulmuştur. Ek 8'de bu sonuç belirtilmiştir.



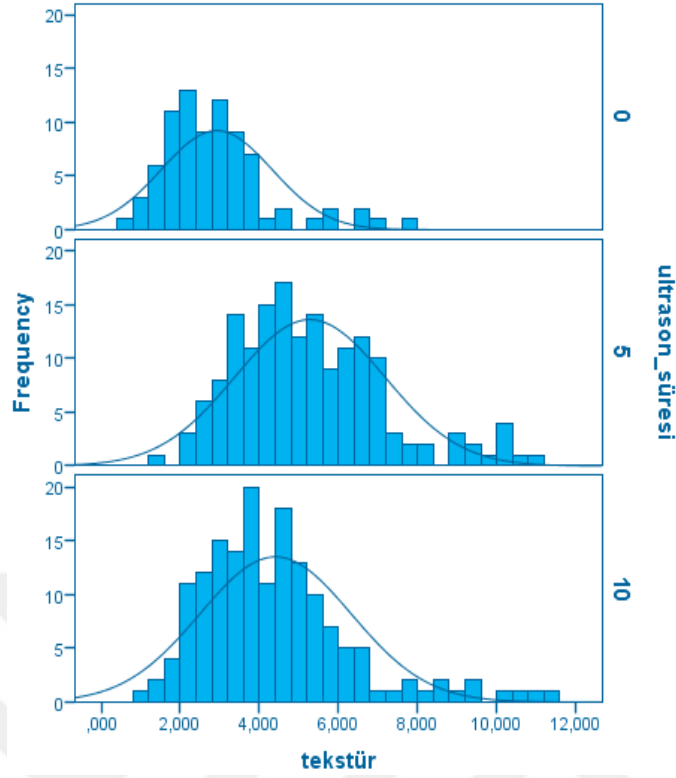
Şekil 4.42 Sıklık grafiği üzerinde ultrason gücü boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.



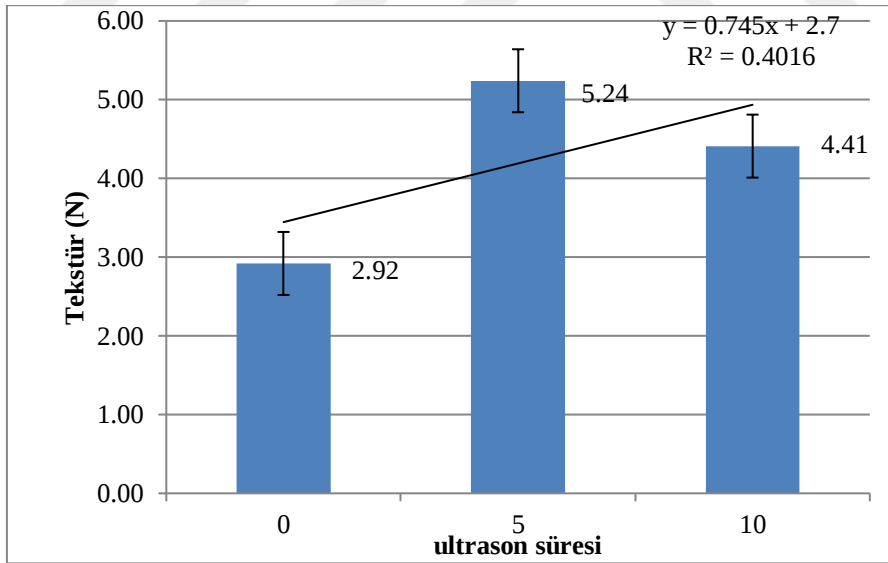
Şekil 4.43 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde ultrason gücünün tekstüre etkisi.

Şekil 4.43'te, uygulanan ultrason güçlerine ait tekstür sonuçları ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 4.44 ve 4.45 ultrason süresinin etkisini göstermektedir. Şekil 4.44'te görüldüğü üzere ultrason işleminin uygulanmasıyla değerlerin ölçüm sıklığının dağılımı daha düzensiz hale gelmiştir. Şekil 4.45'te görüldüğü üzere ultrason işleminin uygulanması sertlik değerini arttırmış, 5 dk sürede ise bu değer en yüksek seviyede olmuştur. Buna göre 5 dk süreli ultrason uygulaması örneklerde en çok sertliğe yol açmıştır. Su vd. (2018) de uyguladıkları vakumlu kızartmada ultrason ve mikrodalga kombinasyonu ile örneklerde daha gevrek bir yapıya sahip olmuşlardır. Bunun sebebini ultrasonun yol açtığı doku çökmeleri ile mikrodalgaın ısıtma etkisinin etkileşimi olarak açıklamışlardır.



Şekil 4.44 Sıklık grafiği üzerinde ultrason süresi boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.

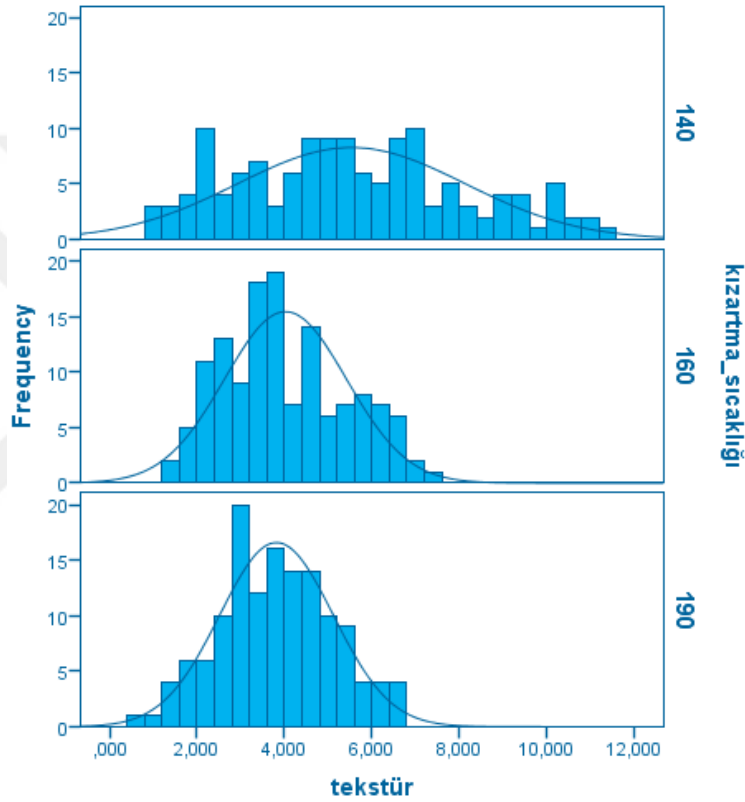


Şekil 4.45 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde ultrason süresinin tekstüre etkisi.

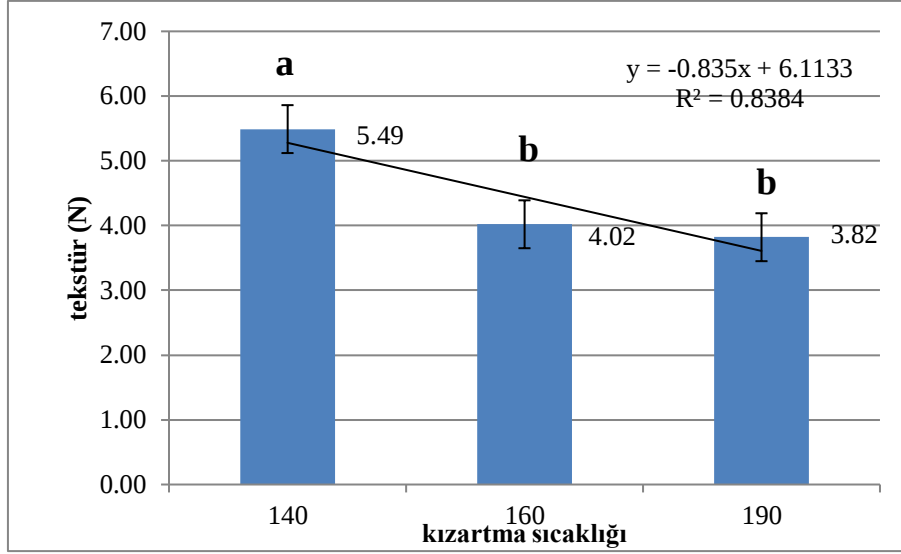
Şekil 4.45'te, uygulanan ultrason sürelerine ait tekstür sonuçları ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. İki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Ultrason süresinin 0-5 dk ve 0-10 dk için $p<0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunurken 5-10 dk süreleri için $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Ultrason süresinin tekstür üzerinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bu fark Ek 9'da belirtilmiştir.

Şekil 4.46'da görüldüğü üzere kızartma sıcaklık ve süresinin uzamasıyla değerlerin ölçüm sıklığı daha düzenli hale gelmiş ve belli aralıkta kümeleşmiştir.



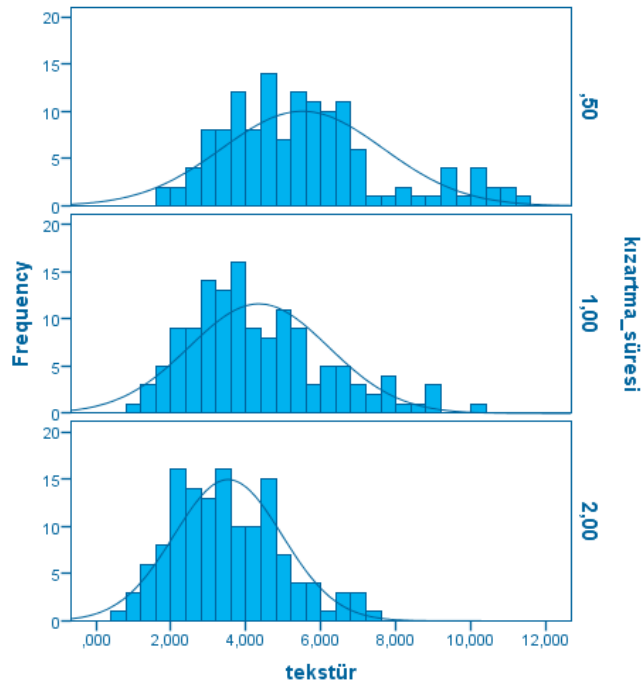
Şekil 4.46 Sıklık grafiği üzerinde kızartma sıcaklığı boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.



Şekil 4.47 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sıcaklığının tekstüre etkisi.

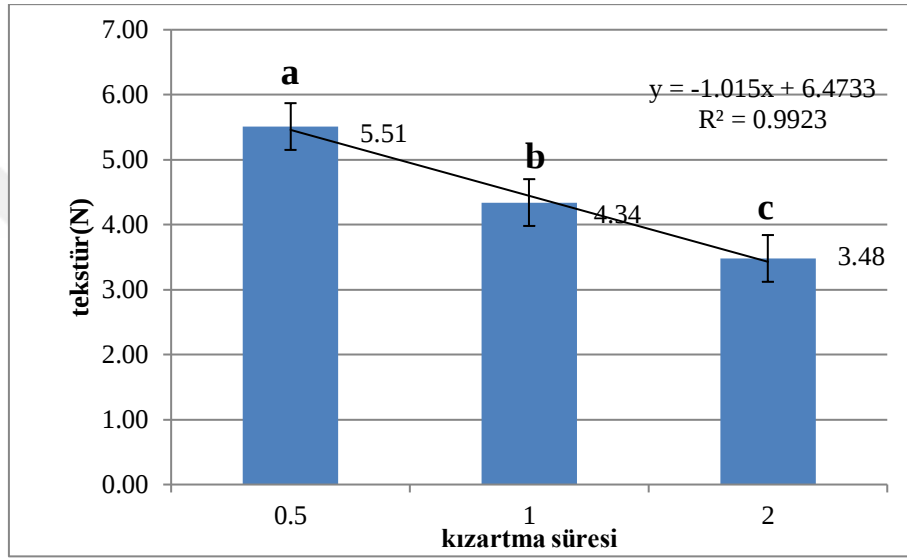
Şekil 4.47'de, uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait tekstür sonuçları ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. İki homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

4.48'de görüldüğü üzere kızartma sıcaklık ve süresinin uzamasıyla değerlerin ölçüm sıklığı daha düzenli hale gelmiş ve belli aralıkta kümeleşmiştir.



Şekil 4.48 Sıklık grafiği üzerinde kızartma süresi boyunca tekstürde ölçülen değerin değişimi.

Şekil 4.47 ve 4.49'da görüldüğü üzere kızartma sıcaklık ve süresinin uzamasıyla örneğin sertlik değeri azalmıştır. Örnek pişmeyle birlikte yumuşamaya başlamıştır. Özçelik (2015) de yaptığı çalışmada kızartma sıcaklığının sertliği azalttığını ortaya koymuştur. Pedreschi ve Moyano (2005) ise patatesin sertliğinin işlem boyunca değiştiğini vurgulamışlardır. Bu çalışmaya göre kızartma işleminin ilk safhalarında sertlik değeri düşük iken, kızartmanın ileriki aşamalarında kabuk gelişimi sebebiyle sertlik değeri artabilmektedir.



Şekil 4.49 Tukey çoklu karşılaştırma grafiği üzerinde kızartma sürelerinin tekstüre etkisi.

Şekil 4.49'da, uygulanan kızartma sıcaklıklarına ait tekstür sonuçları ortalamalarına göre, homojen alt kümelerdeki gruplar görüntülenmiştir. Üç homojen alt küme oluşturduğu görülmektedir.

Ek 10'da istatistiki olarak kızartma sıcaklığının tekstür üzerindeki etkisi gözlemlendiğinde 140-160°C ve 140-190°C arasında $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur. 160-190°C arasında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). 160 veya 190°C kızartma sıcaklığı uygulamasının tekstürde anlamlı bir fark yaratmadığı ortaya konulmuştur. Ek 11'de kızartma süresinin tekstüre olan etkisi değerlendirildiğinde ise 0,5-1 dakika arasında $p < 0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur. 0,5-2 dk süreleri içinse bu fark $p < 0,001$ düzeyinde anlamlıdır. 1-2 dk sürelerinde ise $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Ek 2'de belirtilen Multivaryans testinde tekstür için bazı interaksiyonlarda anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Bunlar:

- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi
- kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı
- kurutma_sıcaklığı * kızartma_süresi
- ultrason_gücü * kızartma_süresi
- ultrason_süresi * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi
- kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi'dir.

Bu işlemlerin birlikte yaptığı etkinin tekstür üzerinde anlamlı bir değişiklik yaratmadığı sonucuna varılmıştır. Bu değerler hariç tüm interaksiyonlarda tekstür için anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

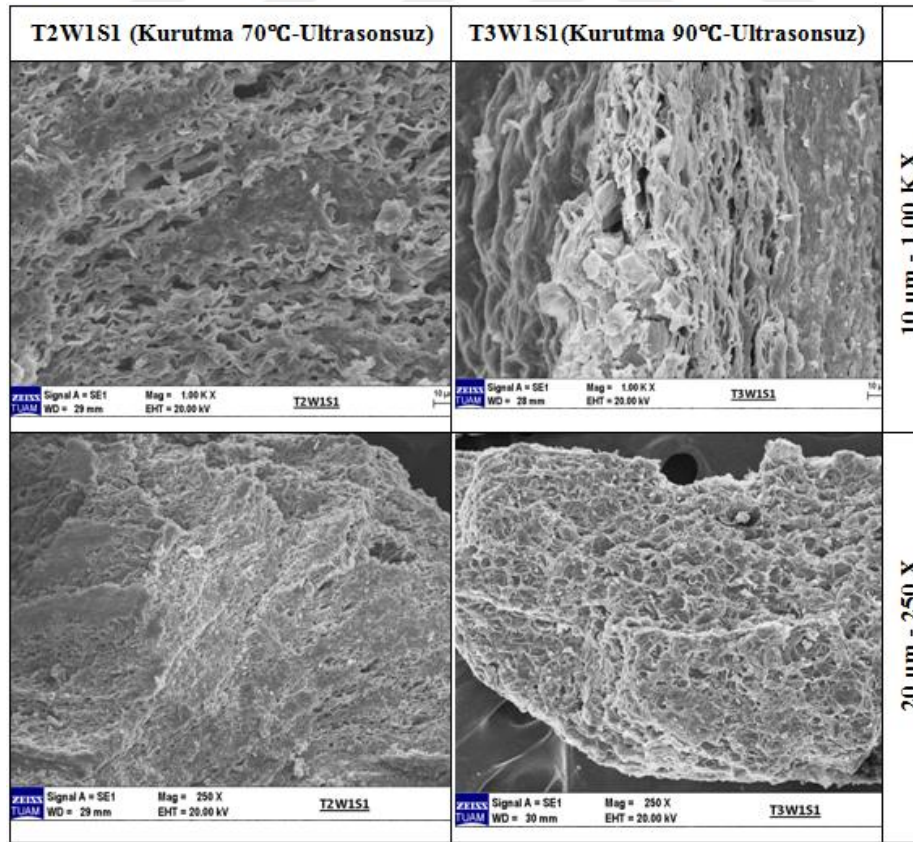
Sertlik değeri en yüksek bulunan örnek T2W2S3K1Y1 olmuştur. Artan ultrason koşullarının ve düşük kızartma uygulamalarının etkileşimi sonucu en yüksek sertlik değerine sahip olması mantıklı olmuştur. Sertlik değeri en düşük bulunan örnek ise T1W1S1K3Y3 olmuştur. Hiçbir kurutma ve ultrason işlemi yapılmamış bu örnek en yüksek sıcaklık en uzun sürede kızartıldığından yumuşak olması mantıklıdır.

4.4 Mikro Yapı (SEM) Değişimleri

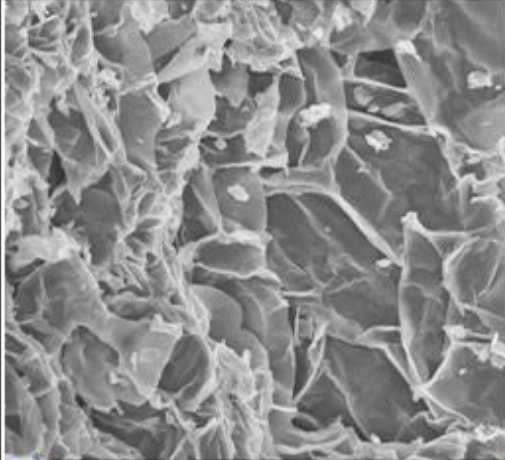
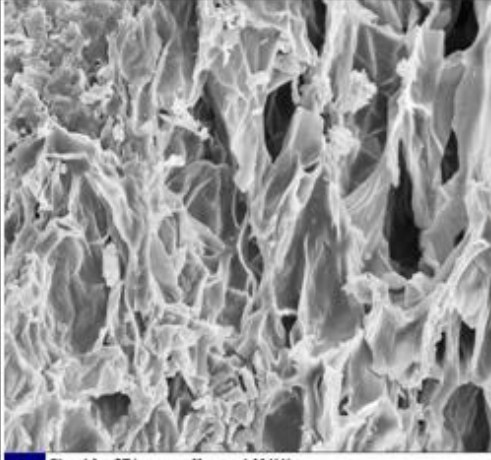
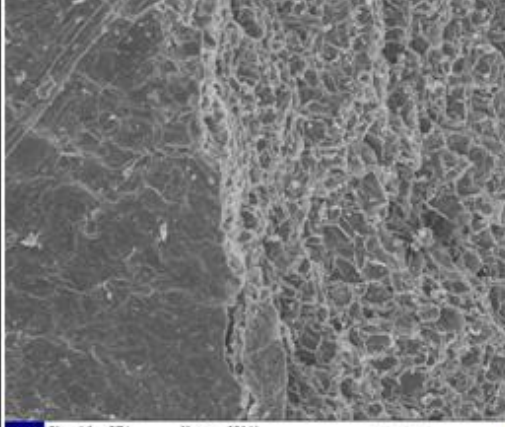
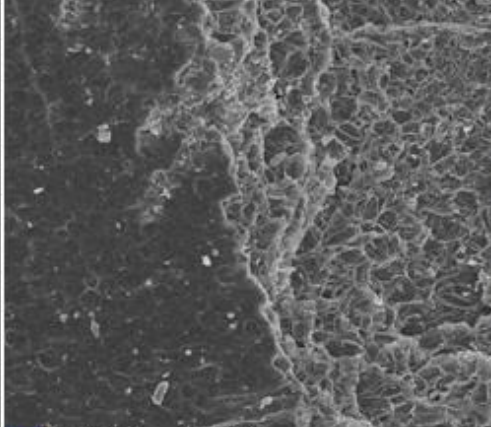
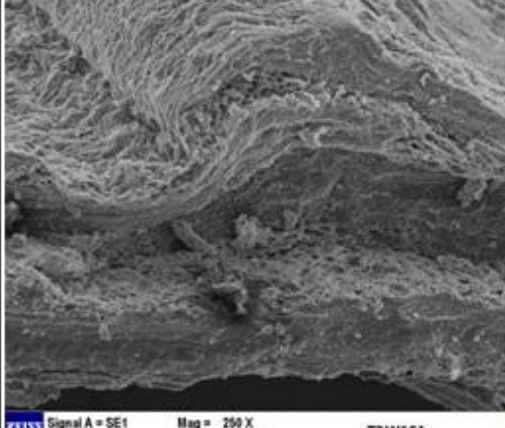
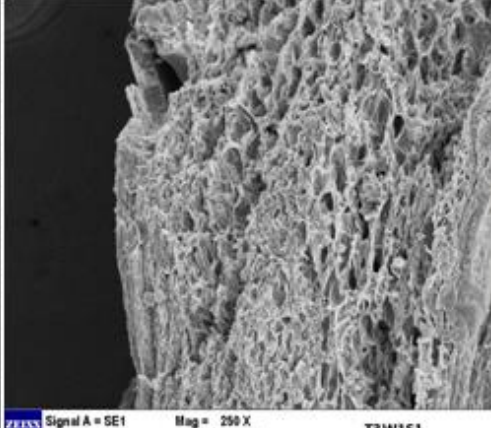
Farklı koşullarda ultrason işlemi uygulanan kabak dilimleri ile ultrason uygulanmamış kabak dilimleri, iki farklı kurutma sıcaklığında kurutularak taramalı elektron mikroskobu görüntüleri elde edilmiştir.

4.4.1 Kurutma Sıcaklığına Bağlı Mikro Yapı (SEM) Değişimleri

Farklı sıcaklıklarda kurutulan, ultrason işlemi uygulanmamış özdeş kabak dilimlerin, SEM görüntüleri incelendiğinde kurutma sıcaklığının artışıyla belirgin farklar görülmektedir. Resim 4.6 ve 4.7'de görüldüğü üzere T3 sıcaklığında kurutulan örneklerde T2'ye göre daha çok tahribat ortaya çıkmıştır. T2 sıcaklığında kurutulan örneklerde daha yoğun ve düzgün bir doku görülürken T3'te kurutulan örneklerde daha parçalı ve daha dağınık bir doku ortaya çıkmıştır.

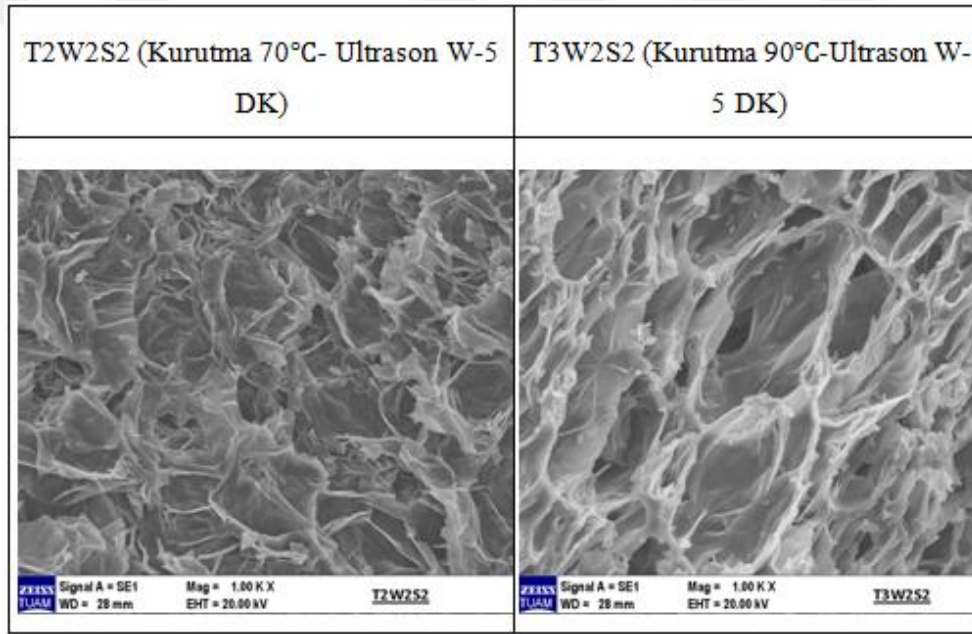


Resim 4.6 70°C ve 90°C'de kurutulmuş, ultrason uygulanmamış örneklerin mikro yapı (SEM) görünümünün kurutma sıcaklığına bağlı değişimleri

T2W1S1 (Kurutma 70°C-Ultrasonuz)	T3W1S1(Kurutma 90°C-Ultrasonuz)	
 Signal A = SE1 WD = 30 mm Mag = 1.00 K X EHT = 20.00 kV T2W1S1	 Signal A = SE1 WD = 29 mm Mag = 1.00 K X EHT = 20.00 kV T3W1S1	10 µm - 1,00 K X
 Signal A = SE1 WD = 30 mm Mag = 250 X EHT = 20.00 kV T2W1S1	 Signal A = SE1 WD = 30 mm Mag = 250 X EHT = 20.00 kV T3W1S1	20 µm - 250 X
 Signal A = SE1 WD = 28 mm Mag = 250 X EHT = 20.00 kV T2W1S1	 Signal A = SE1 WD = 29 mm Mag = 250 X EHT = 20.00 kV T3W1S1	20 µm - 250 X

Resim 4.7Ultrason uygulanmış örneklerin kurutma sıcaklığına bağlı değişimi.

Resim 4.8'de ise ultrasonlu örneklerde kurutma sıcaklığının artmasının daha büyük gözeneklere sebep olduğu görülmektedir. Hesami (2013)'nin elma üzerine yaptığı çalışmada ortaya koyduğu gibi, kurutma sıcaklığı arttıkça örneklerde doku çökmesi ve çatlaklar meydana gelmiştir. Ayrıca daha gözenekli bir yapı oluşmuştur. Prachayawarakorn vd. (2008) de 120°C ve üzeri kurutma sıcaklıklarının daha çok gözenek olmasına sebep olduğunu belirtmiştir. Literatür çalışmalarında, sıcaklığın artmasıyla belirgin hale gelen bu gözenekli dokunun oluşmasında, kurutma sırasındaki su buharının davranışının etkisi olabileceğinden söz edilmiştir. Ayrıca Karizaki vd. 2013 patates dilimlerini kızartma yapmadan önce kurutulmasının örneklerde daha çok parçalanma ve çatlak görüntüsüne sebebiyet vereceğini ortaya koymuşlardır.

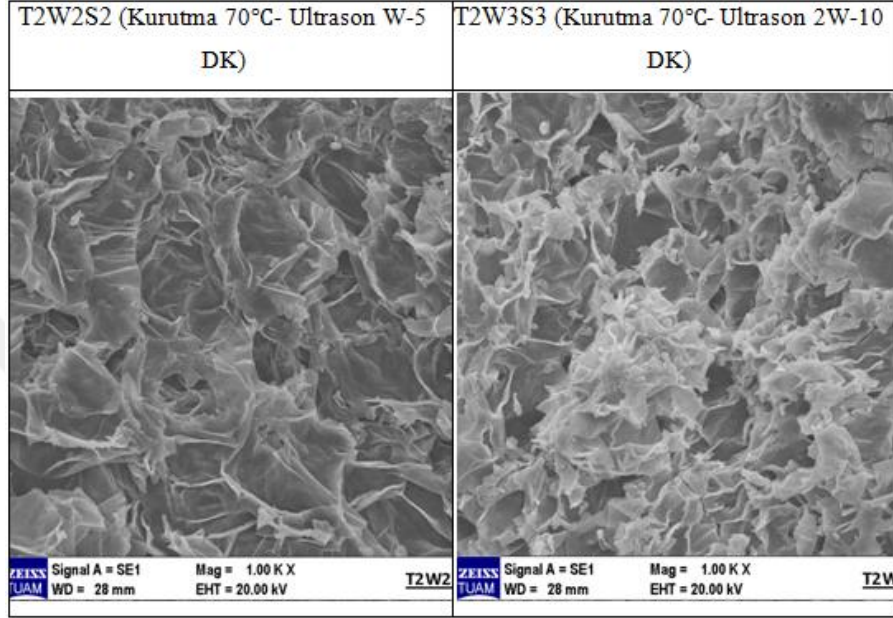


Resim 4.8Farklı sıcaklıklarda kurutulan W2S2 kodlu ultrasonlu örneklerdeki değişim.

4.4.2 Ultrason İşlemine Bağlı Mikro Yapı (SEM) Değişimleri

Resim 4.9'da görüldüğü üzere artan ultrason koşullarının yapılarda bozulmaya sebep olduğu görülmektedir. Daha uzun süreli ve yüksek güçte ultrason uygulamasının örnek dokusunda daha çok zarara sebep olduğu ve yapıda gözenekler açtığı görülmektedir. Özellikle W3S3 kodlu ultrasonlu örneklerde dokunun geometrik şekli daha da bozulmuş, doku gitgide parçalanmıştır. Ultrason işlemi dokularda çökmeyle birlikte mikro kanallar açarak kütle transferini kolaylaştırmaktadır. Ön işlem olarak

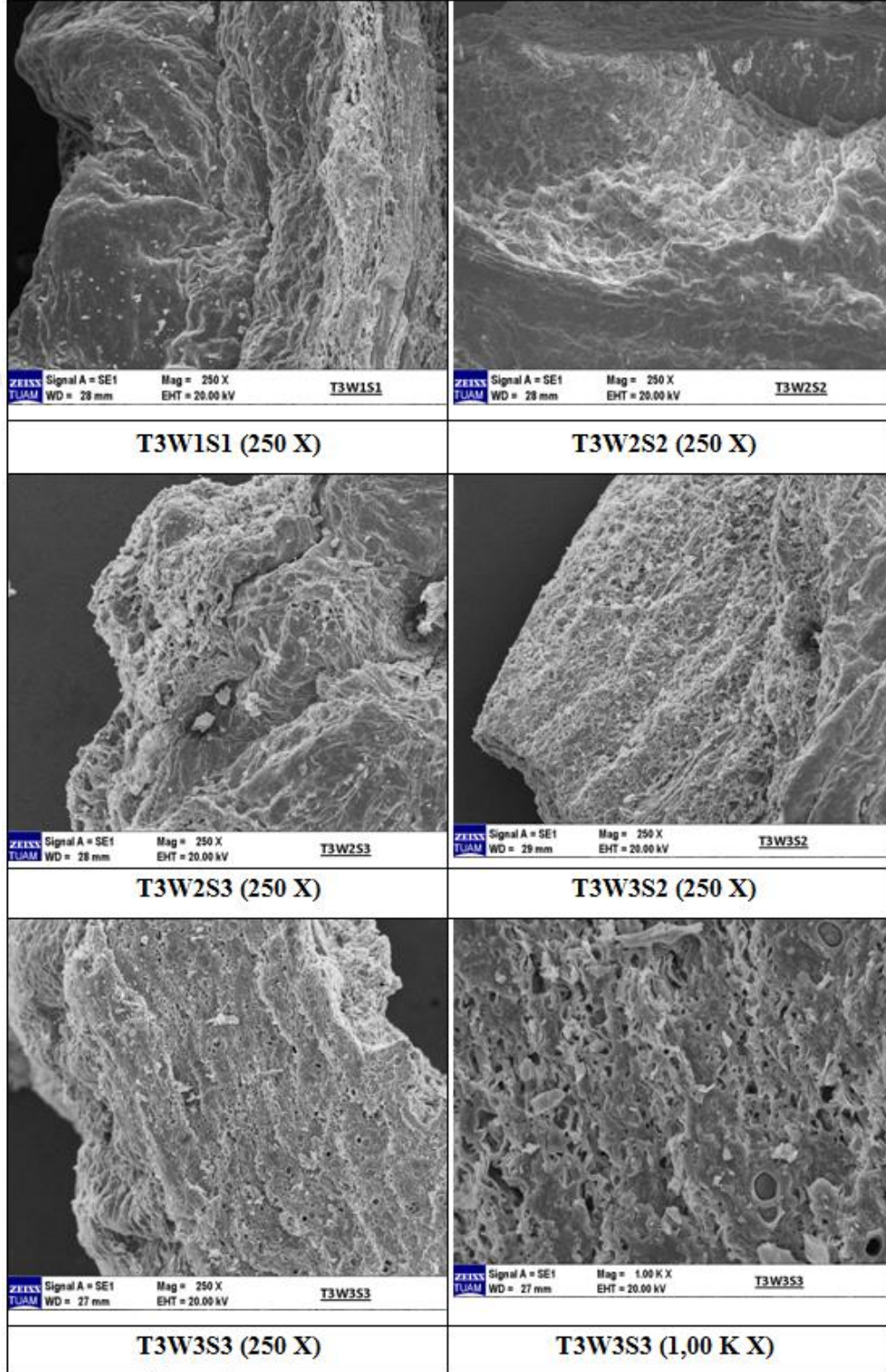
uygulandığında kurutma işlem süresini kısaltabileceği literatürde yapılan çalışmalarda mevcuttur. Bozulan dokunun yağ alımını da kısıtlayabileceği fakat bu durumun işlemlerin birbirleriyle olan etkileşimine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ısıyı daha iyi içine alarak pişmeyi kolaylaştırdığı düşünülmektedir.



Resim 4.9 Ultrason güç ve süresinin artışıyla dokuda gerçekleşen değişimler.

Resim 4.10'da artan ultrason koşullarıyla çöken yapı görülmektedir. Garcia-Perez vd. (2010) yaptıkları çalışmada patlıcan dilimlerinin bir kısmına 15 ile 90 W arasında bir ultrasonik güç uygulamışlardır ve diğer kısmına uygulanmamıştır. Tüm örnekler belli bir sıcaklıkta kurutulmuştur. SEM ile analizleri yapılmıştır. Kuruma süresindeki azalmanın yüksek güç uygulanan örneklerde en fazla görüldüğü ortaya konulmuştur. Bu azalma, ultrasonun dokuda açtığı boşlukların su kaybını hızlandırmasından dolayı gerçekleşmiş olabilir. Garcia-Perez vd. (2010) ultrasonun kütle geçişini hızlandırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca ultrasonun daha küçük güçlerde uygulanmasıyla örneklerde dokudaki boşlukların kaybolabileceğinden bahsetmişlerdir. Zhang vd. (2020) de ultrasonik gücün artmasıyla, dokunun daha ciddi şekilde hasar gördüğünden bahsetmiştir. Çalışmalarında SEM ile gözlemledikleri yüzey yapısındaki tahribat da bunu kanıtlar niteliktedir. Fernandes vd. (2008) yaptıkları çalışmada ultrason uygulamasının, hücrelerde şeklin değişimine ya da parçalanmalarına sebebiyet vererek dokularda boşluklar oluşturduğundan ve mikrokanallar ortaya çıkardığından

bahsetmişlerdir. Ayrıca bu kanalların su difüzyonundaki artışı sağlayabileceğinden söz etmişlerdir.



Resim 4.10 T3 sıcaklığında kurutulmuş örneklerde artan ultrason koşullarının etkisi.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen verilerden çıkarımla varılan sonuç ve öneriler aşağıda şekilde sıralanabilir:

- Kurutma sıcaklığının kütle ve renk üzerinde etkisi bulunurken tekstür üzerinde etkisi bulunmamıştır.
- Ultrason gücü ve süresinin kütle ve renk değerlerinde tek başına etkisi bulunmazken ultrason gücü*ultrason süresi*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi*kurutma süresi işlem etkileşimlerinin etkili olduğu bulunmuştur. Bunlardan sadece ultrason gücü*kızartma sıcaklığı*kızartma süresi interaksiyonunun kütlede etkisi olmadığı bulunmuştur.
- T3 ile K3Y3 kodlarına birlikte sahip olan örneklerde yanma görülmüştür.
- Düşük kurutma sıcaklıklarında artan ultrason koşullarının ancak kızartma süre ve sıcaklığının düşürülmesiyle daha iyi etki gösterebileceği ve ham rengi koruyarak kararmadan kızarmaya eğilimli olduğu ortaya konulmuştur.
- Kızartma sıcaklık değişiminin L*,b*,C*, h*değerleri üzerinde bireysel olarak etkisi bulunurken, kütle ve a* değerini etkilemediği ancak farklı işlemlerle etkileşimi sonunda bunları da etkileyebileceği belirlenmiştir.
- Tekstür üzerinde sadece ultrason ve kızartma koşullarının bireysel olarak etki yapabileceği saptanmıştır. Artan ultrason koşulları ve azalan kızartma koşullarının en çok sertliğe sebebiyet vereceği belirlenmiştir.
- Ultrasonla artan doku parçalanmasıyla birlikte, ısıya dirençli dokunun zarar görerek daha çok sıcaklığı içine almış ve gıdanın pişmesini daha kolay hale getirmiş olabileceği düşünülmektedir.
- Ultrason kısa sürede ve sıcaklıkta kızarmayı sağlayan,renk değerlerini koruyan, önemli bir uygulamadır. Ultrason ön işlemi uygulamasıyla üretimde süreden ve enerjiden kazanmak, daha seri üretim yapılabilmesi açısından önemlidir. Kurutulmuş ürünlerin daha az yağ çekmesiyle de birlikte bu olgu sağlıklı beslenme açısından kullanılabilecek bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yönüyle tüketiciler açısından değerli hale gelebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abe S, Takimoto S, Yamamuro Y, Tau K, 2011, High-Pressure and Heat Pretreatment Effects on Rehydration and Quality of Sweet Potato, *American Journal of Food*, 6, 63-71.
- Bordin K, Kunitake M T, Aracava K K, Trindade C S F, 2013, Changes in food caused by deep fat frying-A Review, *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 63, 5-13.
- Boskou, D, Elmadfa I, 2016, *Frying of food: Oxidation, Nutrient and Non-Nutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds and High Temperatures*, CRC Press, 328, USA.
- Dana D, Saguy I S, 2006, Review: Mechanism of Oil Uptake During Deep-Fat Frying and The Surfactant Effect-Theory and Myth, *Advances in Colloid and Interface Science*, 128, 267–272.
- De Bruin W, Rossouw W, Korsten L, 2016, Comparison of Safe Alternative Dipping Treatments to Maintain Quality of Zucchini, *Journal of Food Quality*, 39, 109-115.
- Dehghannya J, Naghavi E, Ghanbarzadeh B, 2015, Frying of Potato Strips Pretreated by Ultrasound-Assisted Air-Drying, *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 583-592.
- Duran M, Pedreschi F, Moyano P, Troncoso E., 2007, Oil Partition in Pre-Treated Potato Slices During Frying And Cooling, *J. Food Eng*, 81, 257–265.
- El-Sahar E G E, Sopeah, H R A Almujaaydil M, 2020, Study the Effect of Different Levels of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) on the Biological Indicators for the Prevention of Cardiovascular Disease in Rats Fed High-Fat Diets, *Food and Nutrition Sciences*, 11, 63-81.

- Ergün A R, Kutlu B, Ayriç F, Baysal T, 2020, Ilımlı Elektrik Alan ve Ultrases Ön İşlemlerinin Mikrodalga ve Derin Yağda Kızartma Teknikleriyle Üretilen Havuç Cipslerinin Renk ve Nem İçeriği Üzerine Etkisi, Akademik Gıda, 18, 382-389.
- Ertuş N, Doğruer Y, 2010, Besinlerde Tekstür, Erciyes Üniv Vet Fak Dergisi, 7, 35-42.
- Fazaeli M, Tahmasebi M, Djomeh Z E, 2012, Characterization of Food Texture: Application of Microscopic Technology, Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology, 855-871.
- Fernandes F A N, & Rodrigues S, 2007, Ultrasound as Pre-treatment for Drying of Fruits: Dehydration of Banana, Journal of Food Engineering, 82, 261–267.
- Fernandes, F A N, Gallao M I, Rodrigues S, 2008, Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration, LWT - Food Science and Technology, 41, 604-610.
- Garcia-Perez J V, Puig A, Perez-Munuera I, Carcel J A, Riera E, 2010, Kinetic and Microstructural Changes Induced by Power Ultrasound Application on Convective Drying of Eggplant, 20th International Congress on Acoustics 2010, ICA 2010 - Incorporating Proceedings of the 2010 Annual Conference of the Australian Acoustical Society, 1, 511-515.
- Gholami R, Lorestani A N, Jaliliantabar F, 2012, Determination of Physical and Mechanical Properties of Zucchini (summer squash), Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 14, 136-140.
- Gupta M K, 2020, Friying Oils, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 1-30.
- Güngör H G, 2019, Farklı Kurutma Koşullarının Armutların Kalitesine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Afyonkarahisar.

- Hesami Ghahramanlou P, 2013, Farklı Sıcak Hava Kurutma Derecesine Maruz Kalan Elmanın Mikroyapısal Nicel Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79s, İstanbul.
- Karaboğa Z, 2019, Mısırın Kurutulmasında Ultrason Ön İşleminin Etkisinin Araştırılması, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 106s, Şanlıurfa.
- Karacabey E, Özçelik Ş G, Turan M S, Baltacıoğlu C, Küçüköner E, 2016, Kızartılmış Kabak Dilimi Üretiminde Mikrodalga Destekli Ön Kurutma ve Derin Kızartma İşlem Koşullarının Optimizasyonu, Akademik Gıda, 14, 141-150.
- Karizaki V, Sahin S, Sumnu G, 2013, Effect of Ultrasound-Assisted Osmotic Dehydration as a Pretreatment on Deep Fat Frying of Potatoes, Food and Bioprocess Technology, 6, 3554-3563.
- Krokida M K, Oreopoulou V, Maroulis Z B, Marinos-Kouris D, 2001(a), Colour changes during deep fat frying, Journal of Food Engineering, 48, 219–225.
- Krokida M K, Oreopoulou V, Maroulis Z B, Marinos-Kouris D, 2001(b), Deep Fat Frying of Potato Strips-Quality Issues, Drying Technology, 19, 879–935.
- Krokida M K, Oreopoulou V, Maroulis Z B, Marinos-Kouris D, 2001(c), Effect of Pre-Drying on Quality of French Fries. Journal of Food Engineering 49, 347-354.
- Lawless H, Heymann H, 2010, Texture Evaluation, Sensory Evaluation of Food, 7, 259-281.
- Mellema M, 2003, Mechanism and Reduction of Fat Uptake in Deep-Fat Fried Foods, Trends in Food Science & Technology, 14, 364–373.
- Miri T, Bakalis S, Bhima S D, Fryer P J, 2006, Use of X-ray Micro-CT to Characterize Structure Phenomena During Frying, Materials Science, 735-747.

- Mohammad A, Rafiee S, Emam-Djomeh Z, Keyhani A, 2008, Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying, *World Journal of Agricultural Sciences*, 4, 376-383.
- Mohammadalinejhad S, Dehghannya J, 2018, Effects of Ultrasound Frequency and Application Time Prior to Deep-Fat Frying on Quality Aspects of Fried Potato Strips, 47, 493-503.
- Moreira M G, Sun X, Chen Y, 1997, Factors Affecting Oil Uptake in Tortilla Chips in Deep-Fat Frying, *Journal of Food Engineering*, 31, 485-498.
- Morris V, Groves K, 2013, *Food Microstructures*, Woodhead Publishing, 435, USA.
- Moyano P C, Pedreschi F, 2006, Kinetics of Oil Uptake During Frying of Potato Slices: Effect of Pre-Treatments, *LWT-Food Science and Technology*, 39, 285-291.
- Nowacka M, Wedzik M, 2015, Effect of Ultrasound Treatment on Microstructure, Colour and Carotenoid Content in Fresh And Dried Carrot Tissue, *Applied Acoustics*, 103, 163-171.
- Oladejo A O, Ma H, Qu W, Zhou C, Wu B, Yang X, Onwude D, 2013, Effects of Ultrasound Pretreatments on The Kinetics of Moisture Loss and Oil Uptake During Deep Fat Frying of Sweet Potato (*Ipomea Batatas*), *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 43, 7-17.
- Özçelik Ş G 2015, Kabak Dilimlerinin Önkurutma Kombineli Kızartma İşleminin Yağ Emilimi Ve Ürün Tekstürü Açısından Optimizasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s, Isparta.
- Pathare P B, Opara U L, Al-Said F A J, 2012, Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review, *Food and Bioprocess Technology*, 6, 36-60.
- Pedreschi F, Hernandez P, Figueroa C, Moyano P, 2005, Modeling Water Loss During Frying of Potato Slices. *International Journal of Food Properties*, 8, 289–299.

- Pedreschi F, Moyano P, 2005, Effect of Pre-Drying on Texture And Oil Uptake of Potato Chips, *LWT - Food Science and Technology*, 38, 599–604.
- Paz-Gamboa E, Ramírez-Figueroa E, Vivar-Vera M A, Bravo-Delgado H R, Cortés-Zavaleta O, Ruiz-Espinosa H, Ruiz-López I I, 2015, Study of Oil Uptake During Deep-Fat Frying of Taro (*Colocasia esculenta*) chips, *CyTA - Journal of Food*, 1–6.
- Prachayawarakorn S, Tia W, Plyto N, Soponronnarit S, Drying Kinetics and Quality Attributes of Low-Fat Banana Slices Dried at High Temperature, *Journal of Food Engineering*, 85, 509-517.
- Rakıcıoğlu N, Baysal A, 1988, Yağda Kızartma Yöntemi İle Pişirmede Oluşan Fiziksel Ve Kimyasal Değişiklikler Ve Bunların İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 17, 121-127.
- Rimac-Brncic S, Lelas V, Rade D, Simundic B, 2004, Decreasing of Oil Absorption in Potato Strips During Deep Fat Frying, *J. Food Eng*, 64, 237–241.
- Robertson A, 1977, The CIE 1976 Color-Difference Formulae, *Color Research & Application*, 2, 7-11.
- Sahin S, Sumnu S G , 2009, *Advances in Deep-Fat Frying of Foods*, CRC Press, 245, United States of America.
- Su Y, Zhang M, Zhang W, Liu C, Adhikari B, 2018, Ultrasonic Microwave-Assisted Vacuum Frying Technique as A Novel Frying Method For Potato Chips at Low Frying Temperature, *Food and Bioproducts Processing*, 108, 95-104.
- Stępien B, Paslawska M, Maslankowski R, Surma M, Jaloszynski K, 2016, Impact of Spouted-Microwave Drying on the Selected Mechanical and Rheological Properties of Zucchini, *Agricultural Engineering*, 20, 143-150.

- Taiwo K A, Baik O D, 2007, Effects of Pre-Treatments on the Shrinkage and Textural Properties of Fried Sweet Potatoes, LWT - Food Science and Technology 40, 661-668.
- Tao Y, Zhang J, Jiang S, Xu Y, Show P L vd., 2018, Contacting Ultrasound Enhanced Hot-Air Convective Drying of Garlic Slices: Mass Transfer Modeling and Quality Evaluation , 235, 79-88.
- Tejada L, Buendia-Moreno L, Villegas A, Cayuela, J M, Bueno-Gavia E, Gomez P vd., 2020, Nutritional And Sensorial Characteristics Of Zucchini (Cucurbita Pepo L.) As Affected By Freezing and The Culinary Treatment, 23, 1825-1831.
- Vitrac O, Dufour D, Trystram G, Raoult-Wack A , 2002, Characterization of Heat And Mass Transfer During Deep-Fat Frying and Its Effect on Cassava Chip Quality, Journal of Food Engineering, 53, 161-176.
- Yıldız A, 2005, Patateslerin Kızartılması Sırasında Isı Ve Kütle Transfer Parametrelerinin Belirlenmesi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s, Mersin.
- Yüksel F, Yavuz B, Durmaz A, 2019, Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Ön Kurutma İşlemine Tabi Tutulduktan Sonra Kızartılmış Glütensiz Cipslerin Yağ Absorplama Kapasitelerinin ve Bazı Fizikokimyasal İçerikleri ile Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7, 384-389.
- Zeb A, 2019, Food Frying: Chemistry, Biochemistry and Safety, Wiley, 634, USA.
- Ziaifar A, 2018, Oil Absorption During Deep-Fat Frying: Mechanisms and Important Factors, AgroParis Tech, 43, 1414-1423.

İnternet Kaynakları

1. http://www.tarimkutuphanesi.com/sifali_bitkilerden_kabagin_faydalari__semra_turkmen_ev_ekonomisti_00942.html/, 23.02.2022
2. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kabak/>, 23.02.2022
3. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249/>, 19.05.2022
4. https://www.healthline.com/nutrition/zucchini-benefits#TOC_TITLE_HDR_3/, 19.05.2022
5. <http://www.sunagritohumculuk.com/urun/sakiz-kabak/>, 19.05.2022



EKLER

EK 1. Ölçüm sonuçları ve standart sapma değerleri

kurutma _sıcaklık (T1=0 T2=70 T3=90)	ultrason _g uç (W1=0 W2=%50 W3=%100)	ultrason _süre (S1=0 S2=5 S3=10)	kızartma _sıcaklık (K1=140 K2=160 K3=190)	kızartma _süre (Y1=0,5 Y2=1 Y3=2)	Yüzde _kütle_ değişim	standart sapma	renk_l	standart sapma	renk_a	standart sapma	renk_b	standart sapma	renk_c	standart sapma	renk_h	standart sapma	tekstür ortalama (N)	standart sapma
0	0	0	140	0,50	-1,84	0,990	60,21	0,729	-4,03	0,220	23,35	0,529	23,70	0,515	99,80	1,070	5,655	1,109
0	0	0	140	1,00	-14,47	0,980	65,48	0,729	-4,12	0,222	24,09	0,483	24,44	0,499	99,70	1,070	2,030	0,823
0	0	0	140	2,00	-21,32	1,100	66,72	0,729	-3,54	0,220	22,17	0,529	22,45	0,430	99,08	1,196	1,875	0,471
0	0	0	160	0,50	-10,91	0,990	59,11	0,595	-5,58	0,220	22,46	0,529	23,15	0,499	103,96	1,070	2,750	0,661
0	0	0	160	1,00	-17,18	1,090	63,68	0,652	-4,17	0,218	21,21	0,529	21,61	0,499	101,12	1,070	2,650	0,791
0	0	0	160	2,00	-31,38	1,280	62,61	0,652	-3,00	0,220	23,06	0,549	23,25	0,479	97,42	0,977	2,287	0,525
0	0	0	190	0,50	-17,15	0,987	60,77	0,652	-4,29	0,220	22,96	0,529	23,35	0,460	100,59	1,196	2,893	0,214
0	0	0	190	1,00	-24,01	0,990	62,74	0,652	-2,34	0,220	27,81	0,543	27,91	0,499	94,81	1,070	2,750	0,407
0	0	0	190	2,00	-34,68	0,990	55,96	0,652	4,38	0,220	25,41	0,529	25,78	0,499	80,21	1,070	1,594	0,530
0	0	0	140	0,50	-2,96	0,980	69,74	0,652	-2,83	0,220	24,44	0,529	24,60	0,350	96,60	1,070	9,656	0,400
0	0	0	140	1,00	-11,88	1,210	65,04	0,729	-4,01	0,220	22,15	0,529	22,51	0,499	100,27	1,070	7,834	1,239
0	0	0	140	2,00	-13,45	0,928	56,57	0,595	-4,29	0,220	21,63	0,529	22,05	0,499	101,22	1,070	5,104	1,571
0	0	0	160	0,50	-10,18	1,090	62,95	0,652	-4,38	0,247	21,82	0,591	22,25	0,558	101,35	1,196	5,708	0,410
0	0	0	160	1,00	-17,36	1,320	55,50	0,652	-4,49	0,246	22,30	0,539	22,74	0,456	101,39	1,196	5,125	0,118
0	0	0	160	2,00	-22,72	0,887	55,23	0,652	-4,34	0,242	23,42	0,591	23,82	0,558	100,50	1,196	5,136	0,568
0	0	0	190	0,50	-1,30	0,990	66,72	0,652	-4,09	0,201	18,88	0,493	19,32	0,456	102,23	0,977	5,288	0,188
0	0	0	190	1,00	-27,96	0,890	59,35	0,652	-2,26	0,246	25,63	0,591	25,73	0,516	95,04	1,196	4,344	0,229
0	0	0	190	2,00	-46,68	0,800	62,56	0,652	1,76	0,201	25,21	0,483	25,27	0,456	86,02	0,977	3,979	0,061
0	0	0	140	0,50	-2,04	1,210	70,78	0,652	-4,87	0,246	21,29	0,591	21,84	0,558	102,88	1,196	9,031	0,502
0	0	0	140	1,00	-8,62	0,929	62,14	0,652	-5,24	0,246	18,47	0,591	19,20	0,558	105,83	1,196	6,375	1,042
0	0	0	140	2,00	-16,06	1,030	59,35	0,652	-5,03	0,246	18,67	0,591	19,34	0,558	105,08	1,196	3,375	1,031
0	0	0	160	0,50	-10,35	1,320	61,27	0,652	-5,19	0,201	19,78	0,578	20,45	0,456	104,69	0,977	5,458	0,580
0	0	0	160	1,00	-16,04	0,899	56,72	0,652	-5,05	0,225	19,07	0,591	19,72	0,526	104,83	1,196	4,625	0,270
0	0	0	160	2,00	-22,05	0,990	54,98	0,652	-5,12	0,201	17,11	0,483	17,86	0,456	106,67	0,977	3,875	0,118
0	0	0	190	0,50	-19,57	0,990	57,04	0,729	-5,12	0,220	19,13	0,529	19,80	0,558	104,99	1,070	4,625	0,568
0	0	0	190	1,00	-29,82	0,998	58,20	0,595	-4,89	0,246	22,27	0,529	22,80	0,456	102,38	1,070	3,656	0,572
0	0	0	190	2,00	-37,63	1,120	60,19	0,729	-3,05	0,246	22,70	0,529	22,91	0,558	97,65	1,070	4,313	0,375
0	0	0	140	0,50	-15,76	0,928	56,97	0,729	-4,73	0,246	18,53	0,519	19,12	0,456	104,32	1,070	5,688	0,375
0	0	0	140	1,00	-22,93	1,090	56,65	0,729	-6,28	0,230	19,58	0,529	20,57	0,558	107,79	1,070	5,292	0,257

EK 1. (Devam) Ölçüm sonuçları ve standart sapma değerleri

kurutma _sıcaklık (T1=0 T2=70 T3=90)	ultrason uç (W1=0 W2=%50 W3=%100)	ultrason _süre (S1=0 S2=5 S3=10)	kızartma _sıcaklık (K1=140 K2=160 K3=190)	kızartma _süre (Y1=0,5 Y2=1 Y3=2)	Yüzde_k litte_de gişim	standart sapma	renk_L	standart sapma	renk_a	standart sapma	renk_b	standart sapma	renk_c	standart sapma	renk_h	standart sapma	tekstür	standart sapma
0	100	5	140	2,00	-22,58	1,310	59,88	0,779	-5,36	0,201	20,90	0,529	21,58	0,456	104,37	1,070	3,813	0,591
0	100	5	160	0,50	-11,14	0,979	59,31	0,652	-5,00	0,246	16,99	0,529	17,71	0,516	106,41	1,196	3,500	0,408
0	100	5	160	1,00	-20,25	0,990	56,71	0,652	-5,42	0,201	20,04	0,549	20,76	0,456	105,14	1,070	3,250	0,707
0	100	5	160	2,00	-25,87	1,210	57,63	0,652	-5,73	0,220	20,56	0,529	21,34	0,515	105,58	1,070	3,438	0,072
0	100	5	190	0,50	-20,17	0,929	51,87	0,652	-4,84	0,246	15,73	0,543	16,46	0,499	107,09	0,977	4,413	0,295
0	100	5	190	1,00	-28,60	1,030	59,52	0,729	-3,76	0,246	18,86	0,529	19,23	0,430	101,29	1,196	3,156	0,277
0	100	5	190	2,00	-41,26	1,320	56,71	0,729	-2,33	0,246	22,58	0,529	22,70	0,499	95,89	1,196	2,500	0,354
0	100	10	140	0,50	-2,98	0,887	59,63	0,652	-4,15	0,246	17,87	0,529	18,35	0,499	103,06	1,196	5,063	0,747
0	100	10	140	1,00	-11,00	0,990	62,81	0,729	-4,28	0,201	18,38	0,529	18,87	0,456	103,11	0,977	3,833	0,615
0	100	10	140	2,00	-15,07	0,890	59,48	0,652	-4,25	0,220	15,56	0,591	16,13	0,558	105,27	1,196	2,083	0,118
0	100	10	160	0,50	-11,89	0,800	62,02	0,652	-4,08	0,246	21,06	0,529	21,46	0,456	100,97	0,977	3,250	0,368
0	100	10	160	1,00	-17,14	1,210	59,06	0,729	-4,58	0,246	19,83	0,591	20,35	0,350	103,01	1,070	2,750	0,520
0	100	10	160	2,00	-19,26	0,929	58,29	0,729	-4,43	0,246	21,79	0,539	22,24	0,499	101,50	1,070	2,344	0,188
0	100	10	190	0,50	-21,06	0,990	60,23	0,652	-2,58	0,201	20,14	0,591	20,30	0,499	97,31	1,070	3,750	0,797
0	100	10	190	1,00	-28,85	0,980	57,76	0,652	-1,92	0,246	19,72	0,493	19,82	0,558	95,55	1,070	2,469	0,632
0	100	10	190	2,00	-40,87	1,210	53,27	0,729	-0,44	0,246	17,84	0,591	17,85	0,456	91,40	1,070	2,833	0,118
70	0	0	140	0,50	14,84	0,988	50,04	0,720	8,26	0,217	15,31	0,214	17,39	0,509	61,64	1,057	6,653	1,095
70	0	0	140	1,00	16,57	1,975	44,81	0,720	10,68	0,219	12,39	0,217	16,36	0,493	49,24	1,057	2,388	0,822
70	0	0	140	2,00	9,87	0,494	39,83	0,720	9,20	0,217	6,22	0,214	11,10	0,425	34,06	1,181	2,206	0,465
70	0	0	160	0,50	7,88	0,988	39,87	0,588	9,91	0,217	7,41	0,213	12,37	0,493	36,80	1,057	3,235	0,607
70	0	0	160	1,00	9,35	1,975	38,26	0,644	7,96	0,215	5,85	0,213	9,87	0,493	36,32	1,057	3,170	0,781
70	0	0	160	2,00	11,11	0,494	37,21	0,644	8,65	0,217	5,69	0,214	10,35	0,473	33,33	0,965	2,736	0,518
70	0	0	190	0,50	8,54	0,988	36,75	0,644	8,03	0,217	5,88	0,214	9,95	0,454	36,20	1,181	3,461	0,211
70	0	0	190	1,00	5,65	1,975	36,25	0,644	7,05	0,217	4,77	0,214	8,51	0,493	34,09	1,057	3,290	0,402
70	0	0	190	2,00	4,39	0,494	37,91	0,644	9,05	0,217	5,72	0,214	10,71	0,493	32,29	1,057	1,863	0,523
70	50	5	140	0,50	13,98	0,988	52,79	0,644	7,71	0,217	17,93	0,214	19,51	0,346	66,73	1,057	10,590	0,494
70	50	5	140	1,00	16,24	1,975	51,17	0,720	7,76	0,217	17,48	0,214	19,13	0,493	66,05	1,057	9,153	1,224
70	50	5	140	2,00	13,50	0,494	49,41	0,588	10,85	0,217	16,85	0,214	20,04	0,493	57,21	1,057	5,964	1,552
70	50	5	160	0,50	6,70	0,988	41,36	0,644	10,33	0,244	11,11	0,241	15,17	0,551	47,08	1,181	6,670	0,539
70	50	5	160	1,00	6,67	1,975	37,98	0,644	9,21	0,243	7,54	0,240	11,90	0,450	39,29	1,181	6,132	0,116
70	50	5	160	2,00	11,56	0,494	39,90	0,644	9,28	0,239	7,86	0,236	12,16	0,551	40,25	1,181	6,144	0,526
70	50	5	190	0,50	7,35	0,988	38,64	0,644	8,32	0,198	7,72	0,196	11,35	0,450	42,85	0,965	6,326	0,185
70	50	5	190	1,00	8,70	1,975	37,41	0,644	7,23	0,243	5,03	0,240	8,81	0,509	34,82	1,181	5,197	0,226
70	50	5	190	2,00	10,81	0,494	37,20	0,644	7,57	0,198	5,85	0,196	9,57	0,450	37,69	0,965	4,761	0,060
70	50	10	140	0,50	17,95	0,988	49,73	0,644	6,92	0,243	15,61	0,240	17,07	0,551	66,09	1,181	10,805	0,693

EK 1. (Devam) Ölçüm sonuçları ve standart sapma değerleri

kurutma _sıcaklık (T1=70 T2=70 T3=90)	ultrason _g üç (W1=0 W2=%50 W3=%100)	ultrason _süre (S1=0 S2=5 S3=10)	kızartma _sıcaklık (K1=140 K2=160 K3=190)	kızartma _süre (Y1=0,5 Y2=1 Y3=2)	Yüzde_k itle_de ğişim	standart sapma	renk_L	standart sapma	renk_a	standart sapma	renk_b	standart sapma	renk_C	standart sapma	renk_h	standart sapma	tektür	standart sapma
70	50	10	140	1,00	16,00	1,975	48,10	0,644	9,70	0,243	15,55	0,240	18,33	0,551	58,05	1,181	7,627	1,029
70	50	10	140	2,00	15,38	0,494	46,66	0,644	10,74	0,243	13,53	0,240	17,28	0,551	51,56	1,181	4,038	1,018
70	50	10	160	1,00	16,25	0,988	42,70	0,644	9,78	0,198	10,89	0,196	14,64	0,450	48,07	0,965	6,432	0,573
70	50	10	160	1,00	13,00	1,975	41,55	0,644	9,34	0,222	7,81	0,219	12,18	0,519	39,92	1,181	5,450	0,198
70	50	10	160	2,00	11,36	0,494	38,88	0,644	7,21	0,198	5,65	0,196	9,16	0,450	38,11	0,965	4,567	0,116
70	50	10	190	0,50	5,85	0,988	40,03	0,720	9,41	0,217	9,36	0,214	13,27	0,551	44,82	1,057	5,450	0,561
70	50	10	190	1,00	9,25	1,975	34,66	0,588	5,97	0,243	3,12	0,240	6,74	0,450	27,62	1,057	4,309	0,575
70	50	10	190	2,00	7,69	0,494	37,19	0,720	7,50	0,243	4,76	0,240	8,89	0,551	32,39	1,057	5,159	0,370
70	100	5	140	0,50	9,32	0,988	54,40	0,720	6,65	0,243	18,45	0,240	19,61	0,450	70,17	1,057	6,805	0,370
70	100	5	140	1,00	16,23	1,975	47,93	0,720	8,47	0,227	14,40	0,224	16,71	0,551	59,55	1,057	6,964	0,332
70	100	5	140	2,00	15,22	0,494	47,02	0,720	9,37	0,198	12,96	0,196	15,99	0,450	54,13	1,057	4,637	0,583
70	100	5	160	0,50	11,04	0,988	46,83	0,644	8,31	0,243	14,38	0,240	16,61	0,509	59,99	1,181	4,187	0,374
70	100	5	160	1,00	11,70	1,975	43,99	0,644	10,39	0,198	11,91	0,196	15,81	0,450	48,91	1,057	3,888	0,698
70	100	5	160	2,00	10,12	0,494	41,58	0,644	10,04	0,217	10,19	0,214	14,30	0,509	45,41	1,057	4,113	0,170
70	100	5	190	0,50	13,64	0,988	39,23	0,644	8,57	0,243	8,63	0,240	12,17	0,493	45,21	0,965	6,247	0,390
70	100	5	190	1,00	10,69	1,975	36,87	0,720	8,12	0,243	5,64	0,240	9,89	0,425	34,77	1,181	3,776	0,274
70	100	5	190	2,00	11,18	0,494	34,58	0,720	5,50	0,243	2,67	0,240	6,12	0,493	25,90	1,181	2,991	0,349
70	100	10	140	0,50	17,65	0,988	56,64	0,644	8,95	0,243	19,91	0,240	21,83	0,493	65,81	1,181	6,057	0,737
70	100	10	140	1,00	15,97	1,975	46,35	0,720	9,07	0,198	13,36	0,196	16,14	0,450	55,82	0,965	4,586	0,608
70	100	10	140	2,00	15,19	0,494	40,16	0,644	9,33	0,217	10,04	0,214	14,12	0,551	45,31	1,181	2,492	0,121
70	100	10	160	0,50	15,92	0,988	40,94	0,644	9,22	0,243	10,60	0,240	14,06	0,450	48,98	0,965	3,862	0,363
70	100	10	160	1,00	10,88	1,975	46,08	0,720	11,94	0,243	15,69	0,240	19,72	0,346	52,74	1,057	3,290	0,514
70	100	10	160	2,00	12,68	0,494	39,89	0,720	9,67	0,243	8,60	0,240	12,94	0,493	41,67	1,057	2,762	0,383
70	100	10	190	0,50	11,69	0,988	40,33	0,644	9,21	0,198	8,37	0,196	12,44	0,493	42,25	1,057	4,487	0,787
70	100	10	190	1,00	14,81	1,975	37,62	0,644	7,83	0,243	6,56	0,240	10,21	0,551	39,98	1,057	2,954	0,624
70	100	10	190	2,00	14,48	0,494	35,19	0,720	6,08	0,243	3,35	0,240	6,94	0,450	28,84	1,057	3,331	0,136
90	0	0	140	0,50	10,60	1,094	48,35	0,795	12,58	1,641	18,84	1,813	22,66	0,562	56,27	0,621	5,816	1,094
90	0	0	140	1,00	8,04	1,094	42,25	0,795	10,61	2,188	11,38	2,417	15,56	0,545	47,00	0,602	2,088	1,094
90	0	0	140	2,00	9,88	1,094	41,86	0,795	12,04	3,281	11,33	3,626	16,53	0,469	43,26	0,518	1,928	1,094
90	0	0	160	0,50	15,38	1,094	44,78	0,649	12,29	1,641	14,90	1,813	19,31	0,545	50,48	0,602	2,828	1,094
90	0	0	160	1,00	12,30	1,094	45,96	0,711	11,74	2,188	14,68	2,417	18,80	0,545	51,34	0,602	2,772	1,094
90	0	0	160	2,00	10,63	1,094	38,84	0,711	9,14	3,281	8,65	3,626	12,58	0,523	43,42	0,578	2,392	1,094
90	0	0	190	0,50	6,88	1,094	35,91	0,711	7,56	1,641	5,76	1,813	9,50	0,502	37,30	0,555	3,026	1,094
90	0	0	190	1,00	5,41	1,094	34,12	0,711	6,44	2,188	3,91	2,417	7,53	0,545	31,24	0,602	2,876	1,094
90	0	0	190	2,00	8,33	1,094	33,07	0,711	4,41	3,281	1,36	3,626	4,62	0,545	17,13	0,602	1,628	1,094

EK 1. (Devam) Ölçüm sonuçları ve standart sapma değerleri

kurutma _sıcaklık (T1=0 T2=70 T3=90)	ultrason _g _süre (S1=0 S2=5 S3=10)	kızartma _sıcaklık (K1=140 K2=160 K3=190)	kızartma _süre (Y1=0,5 Y2=1 Y3=2)	Yüzde_k _tite_de _gişim	standart sapma	renk_l sapma	standart sapma	renk_a sapma	standart sapma	renk_b sapma	standart sapma	renk_c sapma	standart sapma	renk_h sapma	standart sapma	tektür sapma	standart sapma	
90	50	5	140	0,50	13,77	1,094	46,98	0,711	10,65	1,641	16,47	1,813	19,61	0,382	57,11	0,422	9,258	1,094
90	50	5	140	1,00	14,07	1,094	45,80	0,795	10,13	2,188	15,91	2,417	18,86	0,545	57,53	0,602	8,002	1,094
90	50	5	140	2,00	12,00	1,094	44,41	0,649	10,96	3,281	13,10	3,626	17,08	0,545	50,08	0,602	5,214	1,094
90	50	5	160	0,50	16,54	1,094	41,26	0,711	10,50	1,641	11,73	1,813	15,75	0,609	48,15	0,673	5,831	1,094
90	50	5	160	1,00	13,04	1,094	35,96	0,711	8,18	2,188	7,03	2,417	10,78	0,497	40,68	0,550	5,360	1,094
90	50	5	160	2,00	13,79	1,094	37,18	0,711	8,28	3,281	6,22	3,626	10,36	0,609	36,91	0,673	5,371	1,094
90	50	5	190	0,50	8,05	1,094	34,67	0,711	6,76	1,641	4,56	1,813	8,16	0,497	34,02	0,549	5,530	1,094
90	50	5	190	1,00	7,53	1,094	33,73	0,711	6,28	2,188	3,21	2,417	7,05	0,563	27,11	0,622	4,543	1,094
90	50	5	190	2,00	8,02	1,094	32,71	0,711	5,28	3,281	2,09	3,626	5,68	0,497	21,57	0,549	4,162	1,094
90	50	10	140	0,50	15,15	1,094	50,28	0,711	10,30	1,641	20,10	1,813	22,58	0,609	62,87	0,673	9,446	1,094
90	50	10	140	1,00	16,94	1,094	42,07	0,711	9,45	2,188	10,25	2,417	13,95	0,609	47,34	0,673	6,668	1,094
90	50	10	140	2,00	9,64	1,094	38,74	0,711	8,86	3,281	9,78	3,626	13,20	0,609	47,82	0,673	3,530	1,094
90	50	10	160	0,50	14,47	1,094	46,51	0,711	11,94	1,641	15,88	1,813	19,87	0,497	53,05	0,549	5,623	1,094
90	50	10	160	1,00	12,11	1,094	40,27	0,711	11,15	2,188	9,97	2,417	14,96	0,574	41,78	0,634	4,765	1,094
90	50	10	160	2,00	10,05	1,094	32,16	0,711	4,93	3,281	1,27	3,626	5,09	0,497	14,47	0,549	3,992	1,094
90	50	10	190	0,50	7,73	1,094	36,17	0,795	7,49	1,641	5,46	1,813	9,27	0,609	36,05	0,673	4,765	1,094
90	50	10	190	1,00	7,61	1,094	34,17	0,649	6,18	2,188	3,14	2,417	6,94	0,497	26,94	0,550	3,767	1,094
90	50	10	190	2,00	9,42	1,094	31,12	0,795	3,51	3,281	0,21	3,626	3,52	0,609	3,48	0,673	4,511	1,094
90	100	5	140	0,50	12,12	1,094	45,39	0,795	10,36	1,641	16,05	1,813	19,11	0,497	57,15	0,549	5,949	1,094
90	100	5	140	1,00	9,76	1,094	48,31	0,795	12,62	2,188	18,01	2,417	21,99	0,609	54,99	0,673	6,088	1,094
90	100	5	140	2,00	11,50	1,094	38,98	0,795	9,01	3,281	8,07	3,626	12,10	0,497	41,87	0,549	4,054	1,094
90	100	5	160	0,50	13,50	1,094	36,75	0,711	8,44	1,641	6,81	1,813	10,85	0,563	38,92	0,622	3,661	1,094
90	100	5	160	1,00	12,44	1,094	37,19	0,711	10,13	2,188	7,74	2,417	12,74	0,497	37,38	0,549	3,399	1,094
90	100	5	160	2,00	7,30	1,094	36,84	0,711	9,78	3,281	6,30	3,626	11,63	0,562	32,80	0,621	3,595	1,094
90	100	5	190	0,50	11,95	1,094	37,58	0,711	8,63	1,641	8,46	1,813	12,09	0,545	44,43	0,602	5,461	1,094
90	100	5	190	1,00	7,83	1,094	36,32	0,795	7,19	2,188	5,13	2,417	8,83	0,469	35,54	0,518	3,301	1,094
90	100	5	190	2,00	9,60	1,094	33,21	0,795	6,27	3,281	2,87	3,626	6,90	0,545	24,60	0,602	2,615	1,094
90	100	10	140	0,50	13,16	1,094	45,38	0,711	9,56	1,641	16,52	1,813	19,08	0,545	59,93	0,602	5,295	1,094
90	100	10	140	1,00	15,76	1,094	45,72	0,795	9,95	2,188	14,83	2,417	17,86	0,497	56,13	0,549	4,009	1,094
90	100	10	140	2,00	8,97	1,094	44,04	0,711	13,25	3,281	15,43	3,626	20,34	0,609	49,34	0,673	2,179	1,094
90	100	10	160	0,50	6,49	1,094	42,23	0,711	10,14	1,641	11,89	1,813	15,63	0,497	49,55	0,550	3,377	1,094
90	100	10	160	1,00	9,04	1,094	41,28	0,795	9,63	2,188	10,15	2,417	13,99	0,382	46,51	0,422	2,876	1,094
90	100	10	160	2,00	13,86	1,094	34,51	0,795	7,30	3,281	4,52	3,626	8,58	0,545	31,75	0,602	2,415	1,094
90	100	10	190	0,50	14,63	1,094	39,02	0,711	8,90	1,641	8,10	1,813	12,03	0,545	42,39	0,602	3,922	1,094
90	100	10	190	1,00	11,83	1,094	34,44	0,711	6,12	2,188	3,39	2,417	6,99	0,609	29,02	0,673	2,582	1,094
90	100	10	190	2,00	12,99	1,094	33,19	0,768	5,50	3,281	2,49	3,626	6,04	0,497	24,40	0,550	2,912	1,094

EK 2.İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü	Pillai's Trace	1,619	128,019	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,019	187,382 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	18,013	268,912	14,000	418,000	,000
	Roy's Largest Root	15,908	479,507 ^a	7,000	211,000	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi	Pillai's Trace	1,852	376,422	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,002	626,868 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	69,088	1031,390	14,000	418,000	0,000
	Roy's Largest Root	62,544	1885,244 ^a	7,000	211,000	,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	3,032	95,355	28,000	852,000	,000
	Wilks' Lambda	,000	1266,973	28,000	758,588	0,000
	Hotelling's Trace	652,013	4855,168	28,000	834,000	0,000
	Roy's Largest Root	552,355	16807,367 ^a	7,000	213,000	,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_süresi	Pillai's Trace	2,774	68,847	28,000	852,000	,000
	Wilks' Lambda	,000	419,579	28,000	758,588	0,000
	Hotelling's Trace	391,052	2911,944	28,000	834,000	0,000
	Roy's Largest Root	374,841	11405,864 ^a	7,000	213,000	,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi	Pillai's Trace	,937	446,786 ^a	7,000	210,000	,000
	Wilks' Lambda	,063	446,786 ^a	7,000	210,000	,000
	Hotelling's Trace	14,893	446,786 ^a	7,000	210,000	,000
	Roy's Largest Root	14,893	446,786 ^a	7,000	210,000	,000
ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	1,736	197,857	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,012	241,197 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	19,608	292,713	14,000	418,000	,000
	Roy's Largest Root	15,720	473,847 ^a	7,000	211,000	,000
ultrason_gücü * kızartma_süresi	Pillai's Trace	1,714	180,934	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,015	212,767 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	16,703	249,352	14,000	418,000	,000
	Roy's Largest Root	13,038	393,012 ^a	7,000	211,000	,000
ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	1,786	252,072	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,009	287,163 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	21,876	326,574	14,000	418,000	,000
	Roy's Largest Root	16,483	496,831 ^a	7,000	211,000	,000
ultrason_süresi * kızartma_süresi	Pillai's Trace	1,579	113,163	14,000	422,000	,000
	Wilks' Lambda	,011	262,097 ^a	14,000	420,000	,000
	Hotelling's Trace	37,881	565,504	14,000	418,000	,000
	Roy's Largest Root	36,342	1095,449 ^a	7,000	211,000	,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	Pillai's Trace	2,724	64,935	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,000	228,030	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	85,786	638,796	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	69,096	2102,484 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi	Pillai's Trace	1,847	364,450	14,000	422,000
	Wilks' Lambda	,005	402,222 ^a	14,000	420,000
	Hotelling's Trace	29,713	443,573	14,000	418,000
	Roy's Largest Root	21,479	647,432 ^a	7,000	211,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	2,706	63,613	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,001	149,145	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	44,480	331,221	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	36,719	1117,292 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_süresi	Pillai's Trace	2,631	58,480	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,000	217,971	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	112,027	834,204	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	102,264	3111,732 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	2,200	37,191	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,001	171,084	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	96,419	717,978	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	86,546	2633,483 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_süresi	Pillai's Trace	2,080	32,948	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,003	114,886	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	43,752	325,793	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	36,298	1104,509 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	Pillai's Trace	3,342	24,675	56,000	1512,000
	Wilks' Lambda	,000	138,918	56,000	1136,196
	Hotelling's Trace	167,746	623,913	56,000	1458,000
	Roy's Largest Root	107,416	2900,219 ^a	8,000	216,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	Pillai's Trace	1,301	56,049	14,000	422,000
	Wilks' Lambda	,019	188,252 ^a	14,000	420,000
	Hotelling's Trace	35,018	522,776	14,000	418,000
	Roy's Largest Root	34,529	1040,796 ^a	7,000	211,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_süresi	Pillai's Trace	1,683	160,078	14,000	422,000
	Wilks' Lambda	,011	255,007 ^a	14,000	420,000
	Hotelling's Trace	26,604	397,160	14,000	418,000
	Roy's Largest Root	23,993	723,211 ^a	7,000	211,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	2,452	48,216	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,001	166,777	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	74,466	554,508	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	66,521	2024,136 ^a	7,000	213,000
ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	2,699	63,099	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,001	164,939	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	42,509	316,540	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	32,181	979,225 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı					
	Pillai's Trace	2,909	81,169	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,000	210,262	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	53,278	396,734	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	41,297	1256,600 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	2,319	41,962	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,006	84,476	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	16,933	126,092	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	9,403	286,114 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	3,549	27,771	56,000	1512,000
	Wilks' Lambda	,000	119,410	56,000	1136,196
	Hotelling's Trace	118,650	441,305	56,000	1458,000
	Roy's Largest Root	82,398	2224,735 ^a	8,000	216,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	3,073	21,131	56,000	1512,000
	Wilks' Lambda	,000	73,339	56,000	1136,196
	Hotelling's Trace	62,703	233,218	56,000	1458,000
	Roy's Largest Root	47,535	1283,443 ^a	8,000	216,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	2,174	36,219	28,000	852,000
	Wilks' Lambda	,003	109,305	28,000	758,588
	Hotelling's Trace	52,856	393,587	28,000	834,000
	Roy's Largest Root	49,352	1501,711 ^a	7,000	213,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi					
	Pillai's Trace	3,165	22,287	56,000	1512,000
	Wilks' Lambda	,000	82,802	56,000	1136,196
	Hotelling's Trace	81,896	304,602	56,000	1458,000
	Roy's Largest Root	63,028	1701,744 ^a	8,000	216,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü	mass change (%)	344,237	2	172,119	130,007	,000
	hardness (N)	,986	2	,493	,677	,509
	color L	165,698	2	82,849	173,626	,000
	color a	13,120	2	6,560	77,782	,000
	color b	133,894	2	66,947	153,562	,000
	color C	133,592	2	66,796	260,108	,000
	color H	9,580	2	4,790	3,605	,029
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi	mass change (%)	46,799	2	23,400	17,675	,000
	hardness (N)	,530	2	,265	,364	,695
	color L	25,998	2	12,999	27,242	,000
	color a	2,479	2	1,240	14,699	,000
	color b	70,187	2	35,093	80,497	,000
	color C	33,566	2	16,783	65,353	,000
	color H	189,083	2	94,541	71,163	,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	2220,971	4	555,243	419,395	,000
	hardness (N)	3,245	4	,811	1,114	,351
	color L	788,310	4	197,077	413,015	,000
	color a	351,617	4	87,904	1042,301	,000
	color b	1361,331	4	340,333	780,650	,000
	color C	1231,944	4	307,986	1199,318	,000
	color H	4254,281	4	1063,570	800,565	,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	2914,080	4	728,520	550,278	,000
	hardness (N)	1,193	4	,298	,410	,802
	color L	40,862	4	10,215	21,408	,000
	color a	73,421	4	18,355	217,643	,000
	color b	418,295	4	104,574	239,870	,000
	color C	361,867	4	90,467	352,283	,000
	color H	1420,834	4	355,208	267,371	,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi	mass change (%)	123,848	1	123,848	93,547	,000
	hardness (N)	4,626	1	4,626	6,353	,012
	color L	41,099	1	41,099	86,130	,000
	color a	31,993	1	31,993	379,351	,000
	color b	57,202	1	57,202	131,209	,000
	color C	46,752	1	46,752	182,056	,000
	color H	64,120	1	64,120	48,264	,000
ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	265,943	2	132,971	100,438	,000
	hardness (N)	123,783	2	61,891	84,996	,000
	color L	121,391	2	60,695	127,199	,000
	color a	,988	2	,494	5,859	,003
	color b	47,874	2	23,937	54,907	,000
	color C	38,353	2	19,176	74,674	,000
	color H	146,113	2	73,056	54,991	,000
ultrason_gücü * kızartma_süresi	mass change (%)	42,592	2	21,296	16,086	,000
	hardness (N)	1,645	2	,823	1,130	,325
	color L	102,771	2	51,386	107,689	,000
	color a	5,657	2	2,829	33,540	,000
	color b	40,309	2	20,155	46,230	,000
	color C	23,986	2	11,993	46,702	,000
	color H	190,555	2	95,277	71,717	,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	113,817	2	56,908	42,985	,000
	hardness (N)	9,716	2	4,858	6,671	,002
	color L	33,949	2	16,975	35,574	,000
	color a	4,184	2	2,092	24,805	,000
	color b	45,946	2	22,973	52,695	,000
	color C	22,561	2	11,281	43,927	,000
	color H	26,915	2	13,457	10,130	,000
ultrason_süresi * kızartma_süresi	mass change (%)	22,466	2	11,233	8,485	,000
	hardness (N)	,900	2	,450	,618	,540
	color L	77,831	2	38,915	81,555	,000
	color a	9,652	2	4,826	57,224	,000
	color b	84,370	2	42,185	96,763	,000
	color C	113,528	2	56,764	221,043	,000
	color H	26,127	2	13,063	9,833	,000
kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	194,752	4	48,688	36,776	,000
	hardness (N)	44,727	4	11,182	15,356	,000
	color L	97,663	4	24,416	51,168	,000
	color a	42,192	4	10,548	125,070	,000
	color b	63,057	4	15,764	36,160	,000
	color C	20,018	4	5,005	19,488	,000
	color H	263,181	4	65,795	49,525	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi	mass change (%)	89,600	2	44,800	33,839	,000
	hardness (N)	,417	2	,208	,286	,751
	color L	46,211	2	23,105	48,422	,000
	color a	36,210	2	18,105	214,673	,000
	color b	13,670	2	6,835	15,678	,000
	color C	5,569	2	2,785	10,844	,000
	color H	678,416	2	339,208	255,327	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	161,691	4	40,423	30,533	,000
	hardness (N)	2,834	4	,709	,973	,423
	color L	164,355	4	41,089	86,110	,000
	color a	15,837	4	3,959	46,945	,000
	color b	124,584	4	31,146	71,442	,000
	color C	114,913	4	28,728	111,869	,000
	color H	508,575	4	127,144	95,703	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_süresi	mass change (%)	79,709	4	19,927	15,052	,000
	hardness (N)	1,555	4	,389	,534	,711
	color L	229,852	4	57,463	120,425	,000
	color a	29,083	4	7,271	86,211	,000
	color b	65,875	4	16,469	37,775	,000
	color C	65,808	4	16,452	64,066	,000
	color H	138,876	4	34,719	26,133	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	263,385	4	65,846	49,736	,000
	hardness (N)	,555	4	,139	,190	,943
	color L	89,894	4	22,473	47,098	,000
	color a	2,638	4	,660	7,821	,000
	color b	2,063	4	,516	1,183	,319
	color C	17,978	4	4,494	17,502	,000
	color H	87,198	4	21,799	16,409	,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_süresi	mass change (%)	160,642	4	40,161	30,335	,000
	hardness (N)	1,423	4	,356	,489	,744
	color L	39,291	4	9,823	20,586	,000
	color a	3,513	4	,878	10,412	,000
	color b	33,905	4	8,476	19,443	,000
	color C	33,865	4	8,466	32,968	,000
	color H	223,810	4	55,953	42,116	,000
kurutma_sıcaklığı * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	825,629	8	103,204	77,953	,000
	hardness (N)	4,362	8	,545	,749	,648
	color L	124,424	8	15,553	32,595	,000
	color a	120,973	8	15,122	179,300	,000
	color b	75,584	8	9,448	21,672	,000
	color C	113,339	8	14,167	55,169	,000
	color H	792,608	8	99,076	74,576	,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	57,486	2	28,743	21,711	,000
	hardness (N)	4,829	2	2,415	3,316	,038
	color L	21,359	2	10,679	22,381	,000
	color a	1,297	2	,648	7,689	,001
	color b	7,777	2	3,888	8,919	,000
	color C	9,350	2	4,675	18,206	,000
	color H	142,452	2	71,226	53,613	,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_süresi	mass change (%)	10,029	2	5,015	3,788	,024
	hardness (N)	4,495	2	2,248	3,087	,048
	color L	4,846	2	2,423	5,078	,007
	color a	10,511	2	5,255	62,314	,000
	color b	9,786	2	4,893	11,223	,000
	color C	9,938	2	4,969	19,349	,000
	color H	152,643	2	76,322	57,449	,000
ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	8,304	4	2,076	1,568	,184
	hardness (N)	66,104	4	16,526	22,695	,000
	color L	66,866	4	16,716	35,033	,000
	color a	21,804	4	5,451	64,635	,000
	color b	100,715	4	25,179	57,755	,000
	color C	107,219	4	26,805	104,380	,000
	color H	230,854	4	57,714	43,442	,000
ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	260,447	4	65,112	49,181	,000
	hardness (N)	12,960	4	3,240	4,449	,002
	color L	69,887	4	17,472	36,616	,000
	color a	33,239	4	8,310	98,532	,000
	color b	51,713	4	12,928	29,655	,000
	color C	58,453	4	14,613	56,905	,000
	color H	434,687	4	108,672	81,799	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı	mass change (%)	71,447	4	17,862	13,492	,000
	hardness (N)	,942	4	,236	,323	,862
	color L	33,042	4	8,260	17,311	,000
	color a	11,784	4	2,946	34,933	,000
	color b	33,623	4	8,406	19,281	,000
	color C	43,618	4	10,904	42,463	,000
	color H	505,102	4	126,275	95,049	,000

EK 2.(devam) İnteraksiyon (multivaryans) test sonuçları

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_süresi	mass change (%)	97,194	4	24,299	18,354	,000
	hardness (N)	2,262	4	,565	,776	,542
	color L	150,494	4	37,623	78,847	,000
	color a	11,000	4	2,750	32,606	,000
	color b	37,267	4	9,317	21,371	,000
	color C	75,193	4	18,798	73,202	,000
	color H	139,778	4	34,944	26,303	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	213,453	8	26,682	20,154	,000
	hardness (N)	1,911	8	,239	,328	,955
	color L	283,752	8	35,469	74,332	,000
	color a	21,185	8	2,648	31,400	,000
	color b	128,797	8	16,100	36,929	,000
	color C	125,586	8	15,698	61,130	,000
	color H	531,889	8	66,486	50,045	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	231,747	8	28,968	21,881	,000
	hardness (N)	2,479	8	,310	,426	,905
	color L	96,580	8	12,073	25,300	,000
	color a	51,113	8	6,389	75,758	,000
	color b	147,999	8	18,500	42,435	,000
	color C	122,521	8	15,315	59,638	,000
	color H	465,121	8	58,140	43,763	,000
ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	177,079	4	44,270	33,438	,000
	hardness (N)	33,882	4	8,470	11,632	,000
	color L	56,748	4	14,187	29,732	,000
	color a	4,558	4	1,139	13,511	,000
	color b	28,148	4	7,037	16,142	,000
	color C	12,422	4	3,106	12,093	,000
	color H	54,048	4	13,512	10,171	,000
kurutma_sıcaklığı * ultrason_gücü * ultrason_süresi * kızartma_sıcaklığı * kızartma_süresi	mass change (%)	171,709	8	21,464	16,212	,000
	hardness (N)	5,927	8	,741	1,017	,424
	color L	181,467	8	22,683	47,537	,000
	color a	12,555	8	1,569	18,608	,000
	color b	99,094	8	12,387	28,412	,000
	color C	89,492	8	11,187	43,561	,000
	color H	227,166	8	28,396	21,374	,000

EK 3. Ultrason süresi için Games Howell testi varyans değerleri

Dependent Variable		(I) ultrason süresi	(J) ultrason süresi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
% kütle değişimi	Games-Howell	0	5	-,72204	3,69851	,979
			10	-2,15056	3,66490	,828
		5	0	,72204	3,69851	,979
			10	-1,42852	3,14232	,892
		10	0	2,15056	3,66490	,828
			5	1,42852	3,14232	,892
renk L	Games-Howell	0	5	,30056	2,57163	,992
			10	,36074	2,57251	,989
		5	0	-,30056	2,57163	,992
			10	,06019	1,97026	,999
		10	0	-,36074	2,57251	,989
			5	-,06019	1,97026	,999
renk a	Games-Howell	0	5	,68648	1,48659	,889
			10	,73074	1,49355	,877
		5	0	-,68648	1,48659	,889
			10	,04426	1,21870	,999
		10	0	-,73074	1,49355	,877
			5	-,04426	1,21870	,999
renk b	Games-Howell	0	5	,17648	1,82436	,995
			10	,89481	1,79574	,873
		5	0	-,17648	1,82436	,995
			10	,71833	1,28343	,842
		10	0	-,89481	1,79574	,873
			5	-,71833	1,28343	,842
renk C	Games-Howell	0	5	,49074	1,47650	,941
			10	1,17611	1,46271	,703
		5	0	-,49074	1,47650	,941
			10	,68537	1,04084	,788
		10	0	-1,17611	1,46271	,703
			5	-,68537	1,04084	,788
renk H	Games-Howell	0	5	-4,13241	6,79734	,816
			10	-3,16352	6,91875	,891
		5	0	4,13241	6,79734	,816
			10	,96889	5,68775	,984
		10	0	3,16352	6,91875	,891
			5	-,96889	5,68775	,984

EK 4. Ultrason gücü için Games Howell testi varyans değerleri

Games-Howell

Dependent Variable	(I) ultrason gücü	(J) ultrason gücü	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
% kütle değişimi	0	50	-,77926	3,63686	,877
		100	-,09333	3,72808	,954
	50	0	1,77926	3,63686	,877
		100	,68593	3,14468	,974
	100	0	1,09333	3,72808	,954
		50	-,68593	3,14468	,974
renk L	0	50	,05222	2,62896	1,000
		100	,60907	2,51331	,968
	50	0	-,05222	2,62896	1,000
		100	,55685	1,96952	,957
	100	0	-,60907	2,51331	,968
		50	-,55685	1,96952	,957
renk a	0	50	,82685	1,48315	,843
		100	,59037	1,49680	,918
	50	0	-,82685	1,48315	,843
		100	-,23648	1,21849	,979
	100	0	-,59037	1,49680	,918
		50	,23648	1,21849	,979
renk b	0	50	,39148	1,85372	,976
		100	,67981	1,76658	,922
	50	0	-,39148	1,85372	,976
		100	,28833	1,28502	,973
	100	0	-,67981	1,76658	,922
		50	-,28833	1,28502	,973
renk C	0	50	,71407	1,51000	,884
		100	,95278	1,42946	,784
	50	0	-,71407	1,51000	,884
		100	,23870	1,04271	,972
	100	0	-,95278	1,42946	,784
		50	-,23870	1,04271	,972
renk H	0	50	-,275889	6,90720	,916
		100	-,453704	6,80754	,784
	50	0	2,75889	6,90720	,916
		100	-,177815	5,68590	,948
	100	0	4,53704	6,80754	,784
		50	1,77815	5,68590	,948

EK 5. Kızartma sıcaklığı için Games Howell testi varyans değerleri

Dependent Variable		(I) kızartma sıcaklığı	(J) kızartma sıcaklığı	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
% kütle değişimi	Games-Howell	140	160	3,08600	2,91912	,543
			190	7,98644	3,45786	,060
		160	140	-3,08600	2,91912	,543
			190	4,90044	3,57833	,362
		190	140	-7,98644	3,45786	,060
			160	-4,90044	3,57833	,362
renk a	Games-Howell	140	160	,29622	1,45957	,978
			190	1,14200	1,26593	,641
		160	140	-,29622	1,45957	,978
			190	,84578	1,26001	,781
		190	140	-1,14200	1,26593	,641
			160	-,84578	1,26001	,781

EK 6. Kızartma süresi için Games Howell testi varyans değerleri

Dependent Variable		(I) kızartma süresi	(J) kızartma süresi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
% kütle değişimi	Games-Howell	,5	1,0	3,34244	2,93135	,492
			2,0	6,22400	3,38780	,165
		1,0	,5	-3,34244	2,93135	,492
			2,0	2,88156	3,71552	,719
		2,0	,5	-6,22400	3,38780	,165
			1,0	-2,88156	3,71552	,719
		renk L	1,0	2,04844	2,14864	,608
			2,0	4,16133	2,17727	,142
renk L	Games-Howell	,5	,5	-2,04844	2,14864	,608
			2,0	2,11289	2,18831	,600
		1,0	,5	-4,16133	2,17727	,142
			2,0	-2,11289	2,18831	,600
		2,0	,5	,13800	1,37641	,994
			1,0	,12289	1,32345	,995
		renk a	,5	-,13800	1,37641	,994
			2,0	-,01511	1,30611	1,000
renk a	Games-Howell	,5	,5	-,12289	1,32345	,995
			1,0	,01511	1,30611	1,000
		2,0	,5	1,38400	1,34552	,561
			1,0	3,00622	1,43745	,098
		renk b	,5	-1,38400	1,34552	,561
			2,0	1,62222	1,56175	,555
		2,0	,5	-3,00622	1,43745	,098
			1,0	-1,62222	1,56175	,555
renk b	Games-Howell	,5	1,0	1,14222	1,08009	,543
			2,0	2,58467	1,16513	,074
		1,0	,5	-1,14222	1,08009	,543
			2,0	1,44244	1,27693	,499
		2,0	,5	-2,58467	1,16513	,074
			1,0	-1,44244	1,27693	,499
		renk C	1,0	4,83667	5,84179	,687
			2,0	10,83778	6,14604	,188
renk C	Games-Howell	,5	,5	-4,83667	5,84179	,687
			2,0	6,00111	6,41416	,619
		1,0	,5	-10,83778	6,14604	,188
			1,0	-6,00111	6,41416	,619
		2,0	,5			
			1,0			
		renk H	1,0			
			2,0			

EK 7. Games Howell testinde kurutma sıcaklığı ve tekstür ilişkisi bağlamında varyans değerleri

(I) kurutma sıcaklığı	(J) kurutma sıcaklığı	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
0	70	-,795400	,404180	,126
	90	-,177152	,375766	,885
70	0	,795400	,404180	,126
	90	,618248	,407275	,288
90	0	,177152	,375766	,885
	70	-,618248	,407275	,288

EK 8. Tukey testinde ultrason gücü ve tekstür ilişkisi bağlamında varyans değerleri

	(I) ultrason gücü	(J) ultrason gücü	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tukey HSD	0	50	-2,869198*	,356928	,000
		100	-,941839*	,356928	,025
	50	0	2,869198*	,356928	,000
		100	1,927359*	,291431	,000
	100	0	-,941839*	,356928	,025
		50	-1,927359*	,291431	,000

EK 9. Tukey testinde ultrason süresi ve tekstür ilişkisi bağlamında varyans değerleri

Dependent Variable		(I) ultrason süresi	(J) ultrason süresi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
tekstür	Tukey HSD	0	5	-2,323696	,402072	,000
			10	-1,487341	,402072	,001
		5	0	2,323696	,402072	,000
			10	,836354	,328290	,032
		10	0	1,487341	,402072	,001
			5	-,836354	,328290	,032

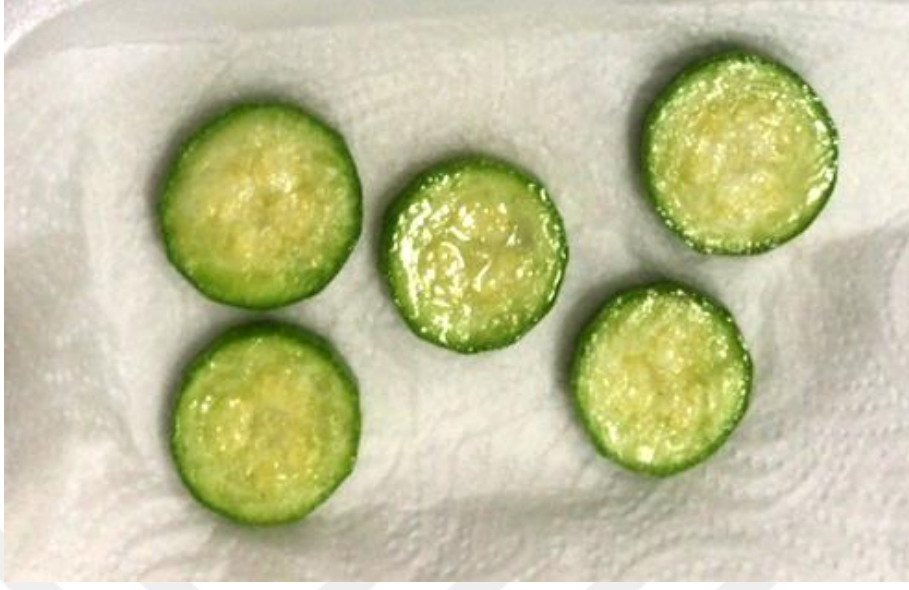
EK 10. Tukey testinde kızartma sıcaklığı ve tekstür ilişkisi bağlamında varyans değerleri

Dependent Variable		(I) kızartma sıcaklığı	(J) kızartma sıcaklığı	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
tekstür	Tukey HSD	140	160	1,470079	,369831	,000
			190	1,676256	,369831	,000
		160	140	-1,470079	,369831	,000
			190	,206177	,369831	,843
		190	140	-1,676256	,369831	,000
			160	-,206177	,369831	,843

EK 11. Tukey testinde kızartma süresi ve tekstür ilişkisi bağlamında varyans değerleri

Dependent Variable		(I) kızartma süresi	(J) kızartma süresi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
tekstür	Tukey HSD	,5	1,0	1,163825	,361798	,005
			2,0	2,021620	,361798	,000
		1,0	,5	-1,163825	,361798	,005
			2,0	,857796	,361798	,050
		2,0	,5	-2,021620	,361798	,000
			1,0	-,857796	,361798	,050

EK 12. T1W2S3K1Y1 kodlu örnek



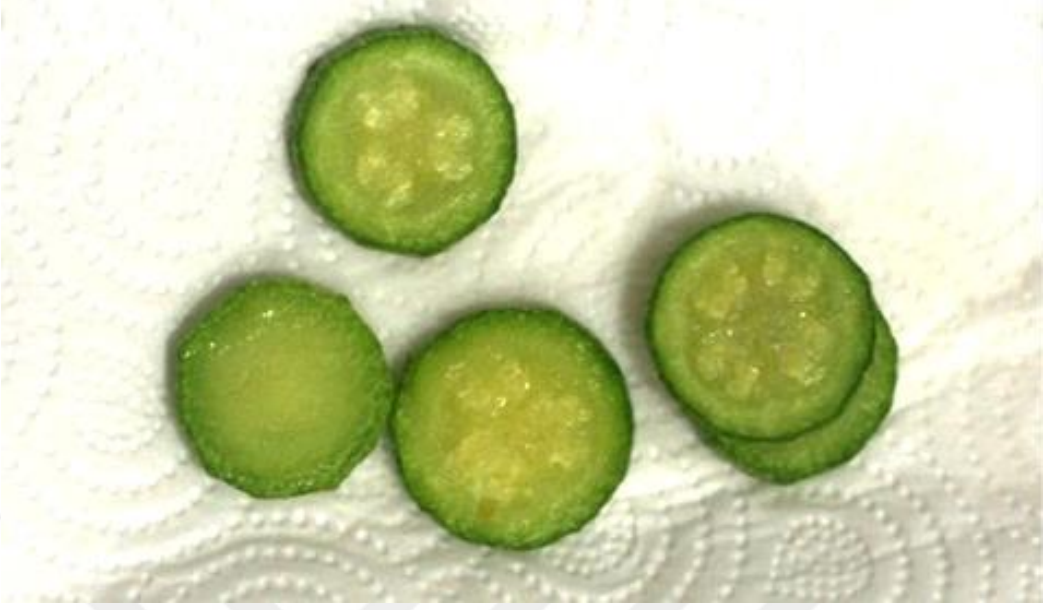
EK 13. T3W2S3K3Y3 kodlu örnek



EK 14. T3W3S3K1Y3 kodlu örnek



EK 15. T1W3S2K1Y2 kodlu örnek



EK 16. T1W1S1K2Y2 kodlu örnek

