

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MANDARİN MEYVESİNİN DİLİMLENEREK KURUTULMASI  
VE KURUTMA KRİTERLERİNİN OPTİMİZASYONU**

**Cansu GÜL**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2018**



© 2018 [Cansu GÜL]

## TEZ ONAYI

Cansu GÜL tarafından hazırlanan "Mandarin Meyvesinin Dilimlenerek Kurutulması ve Kurutma Kriterlerinin Optimizasyonu" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

**Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Prof. Dr. Yusuf YILMAZ**  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Doç. Dr. Erkan KARACABEY**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

**Prof. Dr. Yasin TUNCER**

.....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Cansu GÜL**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	8
3.1. Materyal.....	8
3.2. Yöntem .....	8
3.2.1. Kurutma Koşulları .....	8
3.2.2. Deneme Deseninin Oluşturulması .....	8
3.2.3. Yanıt Yüzey Yönteminde Model Yeterliliğinin Belirlenmesi.....	10
3.2.4. Optimizasyon .....	11
3.3. Analiz Metotları .....	12
3.3.1. Toplam Kuru Madde Tayini .....	12
3.3.2. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini .....	13
3.3.3. pH Tayini .....	13
3.3.4. Titrasyon Asitliği .....	13
3.3.5. Askorbik Asit Tayini .....	14
3.3.6. Toplam Fenolik Madde Analizi .....	14
3.3.7. Antioksidan Aktivitesi Tayini.....	15
3.3.8. Toplam Flavonoid Madde Tayini .....	16
3.3.9. Toplam Karotenoid Tayini.....	16
3.3.10. HMF analizi .....	17
3.3.11. Renk analizi .....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	19
4.1. Mandarin Dilimlerinin Kuruma Süresi, Askorbik Asit, Toplam Fenolik, Antioksidan Kapasite, Toplam Flavonoid ve Toplam Karotenoid Değerleri .....	19
4.1.1. Kuruma Süresi .....	20
4.1.2. Askorbik Asit İçeriği .....	23
4.1.3. Fenolik Madde İçeriği.....	25
4.1.4. Antioksidan Kapasite .....	29
4.1.5. Toplam Flavonoid İçeriği .....	29
4.1.6. Toplam Karotenoid İçeriği.....	30
4.2. Mandarin Dilimlerinin Hidroksimetil Furfural, L*, a*, b* ve Esmerleşme İndeksi Değerleri .....	30
4.2.1. HMF İçeriği .....	32
4.2.2. L* Değerleri.....	34
4.2.3. a* Değerleri.....	37
4.2.4. b* Değerleri .....	40

4.2.5. Esmerleşme İndeksi Değerleri .....	43
4.2.6. Kurutma Denemesinin Optimizasyonu.....	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	50
KAYNAKLAR .....	52
ÖZGEÇMİŞ .....	56



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### MANDARİN MEYVESİNİN DİLİMLENEREK KURUTULMASI VE KURUTMA KRİTERLERİNİN OPTİMİZASYONU

Cansu GÜL

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU

Bu çalışmada mandarin dilimlerinin kurutulmasında kurutma sıcaklığı (60-80 °C) , dilim kalınlığı (4-8 mm) ve kurutma hava hızının (1-2 m/s) etkisi belirlenmiştir. Box-Behnken deneme desenine göre 5 merkez nokta ve 12 kurutma koşuluyla toplam 17 kurutma yapılmıştır. Kurutulmuş ürünlerde kuruma süresi 137-1095 dakika, askorbik asit 110.85-202.03 mg/100g kurumadde (KM), fenolik madde 3220.16-5315.64 mg gallik asit eşdeğer (GAE)/100g KM, antioksidan kapasite 11.3235 – 14.3987 % DPPH (2,2-Difenil-1-pikrihidrazil), flavonoid madde 359.749 – 746.657 mg/100 g KM, toplam karotenoid madde 0.074 – 0.136 mg/100g KM, hidroksimetil furfural (HMF) 72.07 – 1103.31 ppm, L\* değerleri 57.44 – 73.05, a\* değerleri 7.28 – 15.00, b\* değerleri 22.87 – 47.98.00 ve esmerleşme indeksi 0.80 – 0.98 değerleri arasında tespit edilmiştir. Bağımlı değişkenlerden kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde ve HMF model olarak önemli (p<0.001) bulunurken diğer bağımlı değişkenler önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Optimizasyon sonuçlarında kurutma sıcaklığı 60.95 °C, dilim kalınlığı 4 mm ve kurutma hava hızı 2 m/s olarak, askorbik asit ve fenolik madde sırasıyla 183.33 mg/100 g KM ve 5505.46 mg gallik asit eşdeğer (GAE)/ 100 g KM, kuruma süresi ve HMF içeriği de sırasıyla 484 dakika ve 127.16 ppm olarak belirlenmiştir. Mandarin dilimi kurutmada kuruma süresinin kısa, değerli bileşenlerin yüksek (askorbik asit ve fenolik madde) ve HMF içeriğinin düşük olması için kurutma sıcaklığının düşük, dilim kalınlığının az ve kurutma hava hızının yüksek olması gerektiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mandarin, kurutma, Box-Behnken, optimizasyon, hidroksimetil furfural (HMF)

2018, 56 sayfa

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **DEHYDRATION OF MANDARIN AND OPTIMIZATION DRYING CHARACTERISTIC**

**Cansu GÜL**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Natural And Applied Sciences  
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Alper KUŞÇU**

In this study, it was determined the effect of drying temperature (60-80 °C), slice thickness (4-8 mm) and drying air velocity (1-2 m / s) on the drying of mandarin slices was determined. According to the Box-Behnken experimental design, a total of 17 drying experiments was done with 5 central points and 12 drying conditions. The drying time, ascorbic acid, phenolic content, antioxidant capacity, total flavonoid and carotenoid, hydroxymethyl furfural (HMF), L\*, a\*, b\* and browning index (BI) of the dried products were determined in the ranges between 137-1095 minutes, 110.85-202.03 mg / 100g dry matter (KM), 3220.16-5315.64 (GAE)/100g KM, 11.3235-14.3987% DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), 359.749-746.657 mg/100g KM, 0.074 - 0.136 mg/100g KM, 72.07-1103.31 ppm, 57.44 - 73.05, 7.28 - 15.00, 22.87 - 47.98.00 and 0.80 - 0.98, respectively. Dependent variables were drying period, ascorbic acid, phenolic substance and HMF in the model ( $p < 0.001$ ), while other dependent variables were not in significant ( $p > 0.05$ ). The results of the optimization showed that the ascorbic acid and phenolic substances were 183.33 mg/100g KM and 5505.46 mg gallic acid equivalent (GAE) / 100 g KM, respectively at a drying temperature of 60.95 °C, a slice thickness of 4 mm and a drying air velocity of 2 m/s. Drying time and HMF contents were determined as 484 minutes and 127.16 ppm respectively. It was determined that drying temperature should be low, slice thickness should be low and drying air speed should be high in order to have short drying time, high value components (ascorbic acid and phenolic matter) and low content of HMF content.

**Keywords:** Mandarin, drying, optimization, Box-Behnken, hidroksimetil furfural (HMF)

**2017, 56 pages**



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.1. Bağımsız değişkenlerin kuruma süresi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.....	21
Şekil 4.2. Kuruma süresi için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	22
Şekil 4.3. Bağımsız değişkenlerin askorbik asit üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.....	24
Şekil 4.4. Askorbik asit için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	25
Şekil 4.5. Bağımsız değişkenlerin fenolik madde üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.....	27
Şekil 4.6. Fenolik madde için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	28
Şekil 4.7. Bağımsız değişkenlerin HMF üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği .....	32
Şekil 4.8. HMF için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	33
Şekil 4.9. Bağımsız değişkenlerin L* üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği .....	35
Şekil 4.10. L*değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	36
Şekil 4.11. Bağımsız değişkenlerin a* üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.....	38
Şekil 4.12. a*değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	39
Şekil 4.13. Bağımsız değişkenlerin b* üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği.....	41
Şekil 4.14. b* değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri .....	42
Şekil 4.15. Bağımsız değişkenlerin esmerleşme indeksi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği .....	44
Şekil 4.16. Esmerleşme indeksi değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri.....	45
Şekil 4.17. Kabul edilebilirlik fonksiyonunun üç boyutlu kontur gösterimi.....	48

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Bağımsız değişkenlere ait sınır ve seviye değerleri.....	9
Çizelge 2.2. Mandarin dilimi kurutma uygulaması için yanıt yüzey yöntemi deneme deseni.....	9
Çizelge 2.3. Mandarin kurutmada optimizasyon kriterleri .....	12
Çizelge 4.1. Mandarin dilimlerinin kurutma koşullarına göre kuruma süresi (dakika), askorbik asit (mg/100g KM), fenolik madde (GAE)/100g, antioksidan kapasite% (DPPH), toplam flavonoid ve karotenoid (mg/100g KM) değerleri.....	19
Çizelge 4.2. Mandarin kurutmada kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, toplam flavonoid ve karoteoid değerlerine ait elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları .....	20
Çizelge 4.3. Mandarin dilimlerinin kurutma koşullarına göre HMF, L*, a*, b* ve esmerleşme indeksi değerleri. ....	31
Çizelge 4.4. HMF, L*, a*, b* ve esmerleşme indeksi değerlerine ait elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları.....	31
Çizelge 4.5. Mandarin dilimlerinin kurutulmasının doğrulaması için yapılan deneme kurutması .....	47
Çizelge 4.6. Mandarin dilimleri kurutma doğrulama sonuçları .....	48

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı bana öneren, çalışmalarımın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlanmasında beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları aşmakta bilgi ve tecrübesi ile yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğretim Üyesi Alper KUŞÇU'ya teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Kurutma çalışmalarımda gerekli kurutma cihazı ve ekipman desteğini esirgemeyen, Prof. Dr. Atıf Can SEYDİM'e teşekkür ederim.

Ayrıca analizler esnasında yakın ilgi gösteren, bilgi ve önerilerini esirgemeyen, yol gösteren, çalışmamın her aşamasında bana destek olan arkadaşlarım Özcan BULANTEKİN, Zeynep YURT ve Ar. Gör. Salih EROĞLU'na teşekkür ederim.

4389-YL1-15 numaralı Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde hammadde ihtiyacımızı destekleyen BAKA. A.ř. 'ye teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Cansu GÜL  
ISPARTA, 2018

## SİMGE VE KISALTMA DİZİNİ

HMF	Hidroksimetil furfural
KM	Kuru madde
NaOH	Sodyum Hidroksit
SÇKM	Suda çözümlü kuru madde
TA	Titration asitliği
TKM	Toplam kuru madde
°C	Santigrat derece



## 1. GİRİŞ

Satsuma mandarini (*Citrus unshiu Marcovitch*), *Geraniales* takımının *Rutaceae* familyasının *Citrus* cinsine ait olup, Türkiye mandarin üretiminde türlerin oransal dağılımında en büyük paya sahip olan türdür. Satsuma mandarininin en uygun hasat zamanında; meyve çapının 64,32 mm, meyve boyunun 52,09 mm, meyve ağırlığının 92,31 g, SÇKM oranının %11,25, titre edilebilir toplam asitliğin (TETA) 16,74 g/100 g ve pH'nın 3,40 olduğu belirlenmiştir (Tetik, 2014)

Kurutma yöntemleri sebze ve meyveler için önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle uygun kurutma tekniklerinin uygulanması durumunda ihracat gelirlerinin artırılması da sağlanabilir. Gıdaların vitamin değerlerini, görüntüsünü, tadını, nakliye ve depolama şartlarının düzeltilmesi ve paketlemede ağırlık azalmasından dolayı faydalanılan kütle avantajı nedeniyle kurutma en iyi yollardandır. Genel anlamıyla kurutma, nemli gıdanın içerdiği suyu uzaklaştırmak olarak tanımlanabilir. Sebze, meyve ve tahıl ürünleri gibi tarımsal ürünlerin kurutulmasında kontakt kurutma, konvektif kurutma, ışınım ile kurutma, dondurarak kurutma, ozmotik kurutma gibi kurutma yöntemleri kullanılmaktadır. Hazır çorba ve sos karışımları için çoğunlukla kurutulmuş sebzeler kullanılırken; meyve, kek ve puding karışımlarında kurutulmuş meyveler büyük ölçüde kullanılmaktadır (Holdsworth, 1986).

Güneşte kurutma ülkemizde sıklıkla uygulanan bir kurutma işlemidir. Ancak açıkta kurutulan ürünler, böcek, kuş ve benzeri canlıların hasarına uğramakta dolayısıyla hijyenik koşulları kontrol etme imkanı bulunmamaktadır. Tüm bunlara bağlı olarak ürünlerin kalitesi düşmekte ve pazar değeri azalmaktadır. Kurutmada geliştirilen yeni yöntemler, güneşte kurutmanın birçok olumsuz taraflarını ortadan kaldırmaktadır. Bu yöntemlerle kurutma süresi büyük oranda kısalmakta, doğal koşullarda 1-2 hafta süren kurutma işlemi yapay kurutucularda 20-24 saate inebilmekte, daha temiz ve kaliteli ürün alınabilmekte, yapay kurutmayla vitamin kayıpları en aza indirilebilmektedir (Schien vd. 2006).

Gelişmiş kurutma yöntemleri üstün özelliklere sahip olmasına rağmen, kuruluş ve işletme giderlerinin yüksek olması nedeniyle kullanım alanını büyük ölçüde sınırlandırmaktadır (Ergüneş, 1990).

Son on yılda gıdanın konvektif kurutulması ile ilgili önemli gelişmeler yapılmıştır ki bu bilgiler kurutma prosesinin modellenmesine ve simülasyonuna izin vermiştir. Bu yeni gelişmeler daha verimli enerji kullanımı ile yüksek kaliteli ürünler elde edilmesi, gıdaların kurutulması işlemini geliştirmek için gereklidir. Kalite bozulmasının azaltılması gıdaların kurutma sisteminin optimizasyonuna dayanır bu oldukça zordur. Modern gıda teknolojilerinde karmaşık kalite faktörleri açısından karmaşık süreçlerin optimizasyonu bu zorluklara çözüm getirmesi için iyi bir işlemdir.

Bilgisayar destekli sayısal simülasyonlar farklı koşullar altındaki gıda kurutma sistemlerinin, kuruma davranışlarının ve analizde ki işletim değişkenlerinin süreç üzerine verimi ve tasarımın etkisini tahmin edilmesini sağlar. Bazı kalite parametreleri üzerine kısıtlamaları ile, simülasyon ve optimizasyon teknikleri birleştirilerek, zamanı değişken düzenleri de dahil olmak üzere optimum çalışma koşullarını elde etmek mümkündür.

Ülkemizde son yıllarda, özellikle Akdeniz Bölgesi'nde üretim potansiyelinde önemli düzeylerde artış görülen Satsuma mandarininin tüketimi genellikle taze olarak yapılmasına rağmen, kurutularak mevsim dışında da tüketilebilmesine yönelik çalışmalara başlandığı görülmektedir (Anonim, 2017a; 2017b). Yapılan araştırmalar sonucunda bu meyvenin endüstriyel anlamda kurutmasının yapılmaya başlandığı, kurutmada uygulanabilecek koşulların ise henüz tanımlanmamış olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, bu çalışma ile Satsuma mandarininin, birçok meyve ve sebzenin kurutulmasında en yaygın olarak kullanılan sıcak hava kurutma yöntemi ile kurutulması gerçekleştirilerek, uygulanan farklı sıcaklık, dilim kalınlığı ve hava hızı işlemleriyle meyvenin kuruma karakteristiklerine etkisinin belirlenmesi, sonuçta endüstriyel anlamda kullanılabilir şartların tanımlanması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Eren ve Kaymak-Ertekin (2007) yanıt yüzey yöntemini kullanarak patatesin osmotik dehidrasyonu boyunca, su aktivitesini ve minimum katı kazanımını, maksimum su kaybı ve ağırlık azalmasının tespiti için optimum proses koşullarını belirlemiştir. Kurutma işlemi sıcaklık (20-60°C), süre (0.5-8 saat), sakkaroz konsantrasyonu (40-60%), tuz konsantrasyonu (%0-15) parametre aralıklarında gerçekleştirilmiş ve kurutma işleminde 22°C sıcaklığın, %54.5 sakkaroz konsantrasyonunun, %14 tuz konsantrasyonunun, en uygun sürenin ise 329 dakika olduğu belirlenmiştir. Bu optimum noktalarda su kaybı, katı kazanımı, ağırlık kaybı ve su aktivitesi sırasıyla, taze örnekte 59.1 (g/100 g), 6.0 (g/100 g), 52.9 (g/100 g) olduğu belirtilmiştir.

Erbay ve İçier (2009) yanıt yüzey yöntemini zeytinin tepsili kurutucu ile kurutulmasında, kurutma koşullarının optimizasyonu için kullanmışlar ve zeytinin toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivite kaybı, son nem içeriği, ekserji verimi, optimizasyon faktörleri hava sıcaklığı (40-60 °C), hava hızı (0.5-1.5 m/s) ve işlem süresi (240-480 dakika) olarak belirtmişlerdir. Tepsili kurutucuda zeytinin kurutulmasında optimum sıcaklık 51.16 °C, hava hızının 1.01 m/s, proses süresinin 298.68 dakika olarak belirtilmiş ve bu optimum noktada toplam fenolik madde, antioksidan aktivite kaybı, son nem içeriği ve ekserjik etkinlik sırasıyla %10.25, %41.88, %6.0 ve %65.50 olarak bulunmuştur.

Pua vd. (2010)'de tropikal bir meyve olan jak meyvesini tambur kurutucu ile kurutma kriterlerinin optimizasyonu için yüzey yanıt yöntemini kullanmışlar ve çalışmada nem içeriği, su aktivitesi, çözünürlük, Hunter L-,a-,b- değerleri, QDA ve hedonik test analizleri yapılarak jak meyvesinin kalite kriterlerini belirlemişlerdir. Buhar basıncı ve tambur rotasyon hızı kurutma işlemi parametreleri olarak belirlenmiş ve kurutma sonrası elde edilen sonuçlar dikkate alındığında hem buhar basıncının hem de tambur rotasyon hızının son ürün kalitesinde büyük ölçüde etkili olduğu bildirilmiştir. Optimum tambur kurutma koşulları; buhar basıncının 336 Kpa, rotasyon hızının 1.2 rpm olduğu anda belirtilmiştir.

Kong vd. (2010) yılında yaptıkları çalışmada pembe guava meyvesinin fırında kurutulduktan sonra likopen içeriği ve antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla

yüzey yanıt yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada kurutma süresi (4-6 saat) ve sıcaklık (50-80 °C) parametreleri aralığında kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve kurutma işlemi sonrasında, optimum işlem koşulları sıcaklık (43.8 °C), kurutma süresi (6.4 saat), likopen içeriği (14 mg/100g), antioksidan kapasitesi (21 mmol LE/100 g) olarak belirlenmiştir.

Karimi vd. (2012) yaptıkları çalışmada yanıt yüzey yöntemi metodu ile, pelin otu bitkisinin yapraklarını hava ile kurutma yöntemiyle kurutmuşlar ve optimum işlem koşullarını hava sıcaklığı (47.38 °C), hava hızı (0.906 m/s) ve kurutma süresi (10.35 saat) olarak bildirmişlerdir. Çalışmada nem içeriği, kurutma hızı, enerji ve ekserji verimliliği araştırılmış, nem içeriği 0.15 g/g, kurutma hızı 0.35 g su/ (saat), enerji verimliliği 0.73, ve ekserji verimi 0.85 olarak bulunmuştur.

Noshad vd. (2012) yaptıkları çalışmada ayva dilimlerini farklı konsantrasyonlarda ki (40 ve 60 °Brix) sükröz çözeltisiyle ozmotik olarak kurutmuşlardır. Proses süresi (1, 1.5 ve 2 saat) ve ultrason süresi (0, 15, 30 dakika) faktörlerine karşı su kaybı, ağırlık azalımı, katı kazanımı araştırılmıştır. Yanıt yüzey yöntemi optimum proses koşullarını belirlemek için kullanılmış ve optimizasyonla ayvanın ozmotik dehidrasyonu sırasındaki maksimum su kaybı, ağırlık kaybı ve minimum katı kazanımı sağladığı belirtilmiştir. Optimizasyon kurutulmuş ayva dilimlerinin üretiminde en yüksek su kaybı için en iyi koşulların elde edilmesini sağlamıştır. Araştırmada optimum ultrason süresi 27.25 dakika, ozmoz süresi 120 dakika, ve sükröz konsantrasyonu %50.52, su kaybı 34.68 (g/100g taze örnekte), ağırlık kaybı 18.66 (g/100g taze örnekte), katı kazanımı 18.66 (g/100g taze örnekte), süreç 297.86 dakika, sıcaklık 80 °C olarak belirlenmiştir.

Chakraborty vd. (2011) yaptıkları çalışmada, aloe veranın dondurarak kurutulmasında kurutma işlemi koşullarının optimizasyonunu yüzey yanıt yöntemini kullanılarak belirlenmiştir. Optimum dondurarak kurutma işlemi şartlarının 8.5 W/g IR gücünde, 80.24°C sıcaklığında, 6.67 saat kurutma sürecinde olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen optimum koşullara karşılık gelen ürün değerleri; nem içeriği %3.49, maksimum ıslanabilirlik %52.84, maksimum verim oranı 3.87 olarak belirtilmiştir.



Gamboa-Santos vd. (2013) yaptıkları çalışmada, kurutma sıcaklığı (40-65 °C) ve hava hızı (2-6 m/s) olarak belirleyerek, optimizasyon işlemini konveksiyonla kurutulmuş havuçların vitamin yoğunluğunu ve maillard reaksiyonu indikatörlerinin araştırılmasında kullanmışlardır. Çalışmada optimum sıcaklık ve hava hızı 46 °C ve 4.9 m /s olarak tespit edilmiştir.

Šumić vd. (2012)' de dondurulmuş vişnelerin vakumlu kurutucu ile kurtulmasında optimum kurutma şartlarının belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada sıcaklık (46-74 °C), basınç (17-583 mbar) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş ve bu değerlerin kurutmaya etkileri incelenmiştir. Kurutma sonrası son üründe toplam kuru madde, su aktivitesi, toplam fenolik madde ve C vitamini, antioksidan aktivitesi, antosiyonin yoğunluğu, toplam renk değişimi ve sertlik kriterlerinin kalite üzerine etkisi araştırılmıştır. Vakum kurutucu ile kurutma işlemleri sonunda optimum koşullar 54.03°C sıcaklık ve 148.16 mbar basınç değerlerinde elde edilmiştir. Optimum şartlar altında belirlenen değerler; toplam fenolik 744 mg CAE/100 KM, vitamin C 1.44 mg/100 g, antosiyonin yoğunluğu 125 mg/100g KM, toplam kuru madde miktarı %70.72, sertlik 3395.4 g, su aktivitesi 0.646, toplam renk değişimi 52.61 olarak tespit edilmiştir.

Sturm vd. (2012) yaptıkları bir çalışmada elma dilimlerinin kurutulmasında optimum şartları belirlemişler. Kurutma parametreleri hava sıcaklığı (35-85 °C), çiğlenme noktası sıcaklığı (5-30 °C), ve hava hızı (2.0-4.8m/s) ile kuruma süresi, renk değişimi ve büzüşme kriterlerini belirlemişlerdir.

Patil vd. (2014)'te guava meyvesini püskürtmeli kurutucu ile kurutmuşlar, yüzey yanıt yöntemi ile kurutma şartlarını optimize ederek belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada bağımsız değişken olarak; giriş hava sıcaklığı ve maltodekstrin yoğunluğu belirlenmiştir. Bağımsız değişkenlere karşılık olarak guava meyvesinin nem içeriği, çözünürlük ve vitamin C değerlerinin en iyi korunduğu şartlar belirlenmiştir. Çalışmada giriş hava sıcaklığının, nem ve vitamin C içeriği açısından maksimum etkileri olduğu görülürken; maltodekstrin konsantrasyonu içeriği ise çözünürlük ve dağılılabilirlik üzerine etkili olduğu ifade edilmiştir. Araştırma sonuçlarında, guava meyvesinin püskürtmeli kurutucu ile kurutulmasında optimum işlem koşulları için

giriş hava sıcaklığı 185°C, maltodekstrin konsantrasyonu ise %7 yoğunluğunda olduğu bulunmuştur.

Muzaffar ve Kumar (2015)'te demirhindi meyvesinin özünü püskürtmeli kurutucu ile kurutulmasında optimim kurutma işlemi koşullarını yüzey yanıt yöntemini kullanarak tespit etmişlerdir. Bağımsız değişkenler soya protein izolesi konsantrasyonu, hava giriş sıcaklığı, besleme debisi oranı olarak belirlenmiştir. Yöntem işlem verimi, nem yoğunluğu, hidroskopiklik ve çözünürlük faktörlerinin değerlendirilmesi ve en uygun şartların karar verilmesi için kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında, optimum soya protein izolesi oranı %25, hava giriş sıcaklığı 170°C, besleme debisi oranı 400 mL/saat olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu optimum koşullarda düşük nem içeriğinde, düşük hidroskopikliğe, yüksek çözünürlüğe ve artan işlem verimine sahip kaliteli demirhindi özü üretilebileceği ifade edilmiştir.

Thirugnanasambandham ve Sivakumar (2015)'nin yaptığı çalışmada nar suyunun püskürtmeli kurutucu ile üretiminde kurutma koşullarının optimizasyonunu yüzey yanıt yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Kurutma giriş sıcaklığı, besleme debisi ve aspiratör oranı bağımsız değişkenler olarak belirtilmiş, bunlara karşılık olarak nem içeriği, hidroskopiklik ve toz verimi şartlarının optimum koşulları tespit edilmiştir. Yüzey yanıt yöntemine göre optimum işlem koşulları hava giriş sıcaklığı 130°C, besleme debisi 6 rpm ve aspiratör oranı %100 olarak bulunmuştur. Belirlenen bu optimum koşullar altında nem içeriği %6.85, hidroskopiklik 19.85 g/100g ve toz verimi 14.95 g olarak bulunmuştur.

Wani vd. (2017) kurutulmuş kayısı ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ve toplam polifenol miktarının optimizasyonunu sağlamak için çalışma yapmışlardır. Yüzey yanıt yöntemini bu çalışmada kullanırken 4 bağımsız değişken temel alınmıştır. Metanol oranı (%20, 35, 50, 65 ve 80), solvent/örnek oranı (10, 15, 20, 25 ve 30), sıcaklık (20°C, 30, 40, 50 ve 60) ve süre (20, 30, 40, 50 ve 60 dakika) olarak belirlenmiş ve bu parametrelerin kalite kriterlerine etkisi optimize edilmiştir. Optimum işlem koşullarındaki değerler; metanol %35, çözücü/örnek oranı 15, sıcaklık 30°C ve süre 30 dakika olarak belirlenmiştir. Bu değerlere karşılık gelen optimum antioksidan aktivitesi %91.165 ve toplam polifenol içeriği ise 10.702 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Wang vd. (2015)'te yaptıkları çalışmada normal şartlar altında kurutulması uzun süre alan soya fasulyesi pulpunun, kurutma işlemi şartları yüzey yanıt yöntemi kullanılarak optimize edilmiştir. Hava sıcaklığı (50-70 °C), hava hızı (1.3- 2.3 m/s), örnek yükleme yoğunluğu (3-4 kg/m<sup>2</sup>) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Bu değerlere karşılık olarak kuruma oranı, renk, tripsin inhibitör aktivitesi, soya isoflavon yoğunluğu ve antioksidan aktivitesi değerleri kalite kriteri parametreleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada yüksek sıcaklık, yüksek hava hızı ve yüksek örnek yükleme yoğunluğunun yüksek kurutma oranına katkı sağladığı görülmüştür. Sıcaklık ve hava hızının soya fasulyesi pulpunun antioksidan aktivitesi üzerine ikinci dereceden etkili olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesi pulpunun kurutma işleminde en uygun şartların 70°C sıcaklıkta, 2.3 m/s hava hızında ve 3 kg/m<sup>2</sup> örnek yükleme yoğunluğunda olduğu tespit edilmiştir.

Šumić vd. (2016)'da yaptıkları çalışmada kırmızı kuş üzümünün vakumlu kurutucu ile kurutulmasında yüzey yanıt yöntemini kullanarak kurutma koşullarını optimize etmiştir. Taze kırmızı kuş üzüm farklı kurutma koşulları altında vakumlu kurutucu yardımıyla kurutulmuştur. Çalışmada nem içeriği, su aktivitesi, toplam renk değişimi ve rehidrasyon gibi fiziksel özellikler ile toplam fenolik, toplam flavonoid, antosiyanin ve askorbik asit içeriği, antioksidan aktivitesi gibi kimyasal özellikler araştırılmıştır. Sıcaklık (48–78°C), basınç (30–330 mbar), kurutma süresi (8–16 saat) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Yüzey yanıt yöntemine göre optimum koşullar; sıcaklık 70.2°C, basınç 30 mbar ve kurutma süresi 8 saat olarak belirtilmiştir. Çalışmada, belirtilen optimum şartlar altında vakumlu kurutmanın kırmızı kuş üzümü için en iyi fiziksel ve kimyasal özellikleri sağladığı tespit edilmiştir.

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan Satsuma cinsi mandarin çeşidi Batı Akdeniz Araştırma Merkezi'nden (Antalya, Türkiye) temin edilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Kurutma Koşulları**

Bu çalışmada mandarin kurutma şartları için literatür taramalarıyla birlikte ön denemeler yapılmış, yapılan değerlendirmeler sonunda açıklanan metotlar kullanılmıştır. Mandarin kurutma kinetiğinin belirlendiği bir çalışmada vakumlu kurutma ve etüvde kurutma uygulanan çalışmada kurutma sıcaklıkları 55-65 ve 75°C olarak uygulanmış ve çalışma sonucunda biyoaktif bileşenler ve antioksidan içerikler yönünden vakum kurutma için düşük sıcaklıklar, etüv kurutma içinse yüksek sıcaklıklarda çalışılması gerektiği önerilmektedir. Etüvde kurutmada önerilen yüksek sıcaklıktan dolayı bizim çalışmamız için kurutma sıcaklıkları önerilen çalışmadaki parametrelerin de biraz üzerinde olacak şekilde 60-70 ve 80°C olarak belirlenmiştir (Akdaş, 2014). Mandarin dilim kalınlığının belirlenmesinde dilim kalınlığının 4 mm'nin altına inildiği durumda yapı bütünlüğünün kaybolup, parçalanmaların olmasından dolayı dilim kalınlıkları için alt sınır 4 mm'den başlayacak şekilde 4,6 ve 8 mm olarak belirlenmiştir. Kurutma hava hızının alt, orta ve üst sınırlarının belirlenmesinde cihazın alt ve üst sınırları baz alınmış ve buna göre 1,1.5 ve 2 m/s hava hızı olarak çalışmada uygulanmıştır.

##### **3.2.2. Deneme Deseninin Oluşturulması**

Box-Behnken Yüzey Yanıt Yöntemine göre analiz edilen parametrelerin optimizasyonunda, kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı bağımsız değişkenleri için belirlenen 3 seviye (düşük, orta ve yüksek şeklinde -1, 0 ve +1 olarak kodlanmış) değerinin kurutma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, flavonoid, toplam karotenoid, HMF, CIE L\*, a\*, b\* ve

esmerleşme indeksi değerleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Seçilen bağımsız değişkenlere ( $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  olarak sembolize edilen) göre gerçekleştirilecek optimizasyonda toplamda 17 analiz gerçekleştirilmiştir. Yukarıda belirtilen literatür verileri ve ön denemelere göre bağımsız değişkenlere ait sınır ve seviyeler Çizelge 2.1’de, oluşturulan Box-Behnken tasarım deseni Çizelge 2.2’de verilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler Design Expert 7.0.1.0 (Stat Ease Inc., Minneapolis, ABD) programı kullanılarak veri analizi gerçekleştirilmiştir. Kalite kriterlerinin her biri için lineer, kuadratik ve interaksiyon etkiler hesaplanmış olup, faktörlerin kuru mandarin dilimleri üzerine etkileri önem seviyelerine göre tespit edilmiştir.

Çizelge 2.1. Bağımsız değişkenlere ait sınır ve seviye değerleri

Değişkenler	Kodlama seviyeleri gerçek değerler		
	-1	0	+1
Kurutma sıcaklığı (°C)	60	70	80
Dilim kalınlığı (mm)	4	6	8
Kurutma hava hızı (m/s)	1	1.5	2

Çizelge 2.2. Mandarin dilimi kurutma uygulaması için yanıt yüzey yöntemi deneme deseni

Deneme no	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Dilim Kalınlığı (mm)	Kurutma Hava Hızı (m/s)
1	70.00	8.00	2.00
2	70.00	4.00	2.00
3	70.00	6.00	1.50
4	80.00	8.00	1.50
5	80.00	6.00	1.00
6	70.00	6.00	1.50
7	60.00	6.00	2.00
8	70.00	6.00	1.50
9	80.00	6.00	2.00
10	70.00	6.00	1.50
11	60.00	8.00	1.50
12	60.00	4.00	1.50
13	60.00	6.00	1.00
14	70.00	6.00	1.50
15	70.00	4.00	1.00
16	80.00	4.00	1.50
17	70.00	8.00	1.00

Deneysel tasarımda 12 faktörlü 5 merkezli olmak üzere 17 deneme deseni oluşturulmuştur. Eşitlik 3.1 ve 3.2 de gösterilmiştir.

$$N = 2 k (k - 1) + c \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

$$N = 2 \times 3 \times (3 - 1) + 5 \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Deney sayısı N, bağımsız değişken sayısı k, orta nokta sayısı c ile sembolize edilmiştir.

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_6 X_3^2 + b_7 X_1 X_2 + b_8 X_1 X_3 + b_9 X_2 X_3$$

$b_0$  denklem sabitidir.  $b_1$ ,  $b_2$  ve  $b_3$  bağımsız değişkenlerin lineer etkilerini ifade etmektedir.  $b_4$ ,  $b_5$  ve  $b_6$  kuadratik etkileri temsil etmektedir.  $b_7$ ,  $b_8$  ve  $b_9$  bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimi ifade etmektedir.

$X_1$ , kurutma sıcaklığını;  $X_2$ , dilim kalınlığını;  $X_3$ , kurutma hava hızını temsil etmektedir ve bunlar bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır.

Kurutma işlemleri laboratuvar tipi sıcaklık ve hava hızı kontrol edilebilir, zorlamalı sirkülasyonlu tepsili kurutucuda (Eksis Endüstriyel Kurutma Sistemleri Ltd. Şti., Isparta) gerçekleştirilmiştir. Kabukları elle soyulan mandarinler dilim kalınlığı ayarlanabilir ekipmanda (Arisco, İzmir-Türkiye) dilimlenmiş, her denemede 200 g ağırlıktaki mandarin dilimleri, 45 x 45 cm ebatlarındaki altı delikli, teflon kaplama alüminyum kurutma fırını tepsisine tek sıra olacak şekilde sıralanarak ilgili parametrelere göre kurutma işlemleri %10 nem miktarına gelince kurutma süreleri kaydedilip, 2 tekerrürlü olarak kurutma işlemleri sonlandırılmıştır. Ortam sıcaklığına getirilen örnekler ağzı kilitli buzdolabı poşetlerine konularak  $-24^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurucuda (Uğur UCF 410 SSL, Türkiye) analizler yapılincaya kadar saklanmıştır.

### 3.2.3. Yanıt Yüzey Yönteminde Model Yeterliliğinin Belirlenmesi

Box-Behnken metodu kullanılarak yanıt yüzey yöntemiyle belirlenen deneme desenine göre mandarin dilimlerinin kurutulmasında 17 adet kurutma koşulunda kurutmalar yapılmış, kalite parametrelerini temsil eden kuruma süresi, askorbik asit,

fenolik madde, antioksidan kapasite, flavonoid, toplam karotenoid, HMF, CIE L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi değerleri belirlenmiştir. Yanıt yüzey yöntemiyle ANOVA tablo verileri belirlenmiş buradan model katsayıları, önem durumları tespit edilmiştir. Elde edilen P değerinin 0.05'ten küçük olması modelin anlamlı, 0.05'ten büyük olması anlamsız olduğunu ifade etmektedir (Dündar, 2011). Bağımsız değişkenlerle her bir yanıt arasında ilişkiyi ifade eden matematiksel modeller çoklu lineer regresyon analiziyle ortaya konulmuştur.

Uyum eksikliği modelin uygunluğunun yeterlilik durumunu belirler (Kul, 2004). Modelin yeterlilik durumu P-değeri, R<sup>2</sup> katsayısı ve uyum eksikliği değerlerine göre tespit edilmiştir. Bağımsız değişkenler kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızıdır. Bağımlı değişkenler ise kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, flavonoid, toplam karotenoid, HMF, L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi yanıt olarak belirlenmiştir. Optimizasyonda kurutulmuş mandarin dilimleri kalite parametrelerinin seçiminde literatürde yer alan bilgilere göre hareket edilmiştir.

#### **3.2.4. Optimizasyon**

Optimizasyonda Box-Behnken metodundan yararlanılmıştır. Yüzey alanı 3 farklı seviyede (-1, 0 ve +1), üç bağımsız faktörün (kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı) incelenmesiyle optimize edilmiştir.

Mandarin dilimlerinin kalite özelliklerini en iyi seviyede koruyabilmek için hangi koşullarda kurutma işleminin yapılması gerektiğini belirlemek için optimizasyon programından yararlanılmıştır.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızının kurutulan mandarin dilimlerinin kalite parametrelerini (kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde ve HMF) nasıl etkilediği tespit edilmiştir. Bu parametrelere göre mandarin kurutmada arzu edilen en iyi özellikte mandarin kurutma işlemini gerçekleştirmek için veriler analiz edilmiştir.

Optimizasyonda kalite parametrelerinin hangi kriterlerde olması gerektiği Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Mandarin kurutmada optimizasyon kriterleri

Parametre	Kriter	Önemlilik
Kuruma süresi	Minimum	1
Askorbik asit	Maksimum	5
Fenolik madde	Maksimum	5
HMF	Minimum	5

Design Expert programında bulunan optimizasyon seçeneğinden parametre ve cevap için hedefler belirlenebilmektedir. Hedefler için maksimum ve minimum, hedeflenen, sınırlar içinde veya hiçbiri seçilebilmekte böylece program vasıtasıyla kesin bir değere ulaşılabilmektedir (Ölmez, 1999). Hedefler programa işlenmiş ve hedeflerin sağlanabilmesi için optimum şartlar belirlenmiştir. Bu belirlenen optimum şartlarda doğrulama örnekleri gerçekleştirilmiştir.

Kabul edilebilirlik fonksiyonu istenmeyen için “0”, ideal yanıt içinse “1” değerini almaktadır. Belirlenmiş olan cevabın daha da büyütülmesini, küçültülmesini veya hedef değer atanması sonucu farklı kabul edilebilirlik fonksiyonları kullanılabilir.

### 3.3. Analiz Metotları

#### 3.3.1. Toplam Kuru Madde Tayini

Mandarin meyveleri (15 adet) yıkama, durulama ve kabuk soyma sonrası mutfak tipi blendırda (Braun MR 404, Almanya) homojen hale getirilmiş, buradan 3 g örnek darası önceden alınmış alüminyum kurutma kaplarına tartılmış ve (Daihan WOV-70, Kore) vakumlu etüvde 65°C’de sabit tartım ağırlığına gelinceye kadar kurutulmuştur. Elde edilen değerler kullanılarak kuru madde miktarı belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010). Toplam kuru madde tayini yalnızca yaş örneklerde yapılmıştır.



### 3.3.2. Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini

Mandarinin suda çözünür kuru madde miktarı blendırla homojen edilen örneğin kaba filtre kağıdından süzülmesi ve süzüntünün dijital refraktometrede (Hanna HI 96801, ABD) okunmasıyla belirlenmiştir.

### 3.3.3. pH Tayini

Örnekler homojen haline getirilerek, (Hanna HI 111, ABD) pH metre kullanılarak elektrometrik yöntem ile tayin edilmiştir. Örneklerde pH değerinin saptanması için pH metrenin cam elektrodu daldırılarak pH değeri tespit edilmiştir. Yöntemin prensibi, pH'ı ölçülecek çözeltideki hidrojen iyonlarının yüküyle standart elektrodun hidrojen iyonlarının yükü arasındaki potansiyel farkının ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Cemeroğlu, 2010). Analiz yalnızca yaş örneklerde yapılmıştır.

### 3.3.4. Titrasyon Asitliği

Titrasyon asitliği belli miktardaki örneğin belli miktardaki bir baz çözeltisinde titrasyonu yoluyla saptanmaktadır. Yaş mandarin örnekleri blendırdan geçirilerek 2 g behere alınmıştır. 25 mL saf su ile ultraturrax homojenizetörden (T25-basic, IKA-Wereke, Almanya) geçirilmiş, ardından 50 mL ye tamamlanarak kaba filtre kağıdıyla süzme işlemine bırakılmıştır.

Süzüntüden 10 mL alınarak, 0.1 N NaOH (JT Baker) ile pH 8.1'e gelene kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilerek sonuç sitrik asit cinsinden g/100 mL olacak şekilde aşağıdaki Eşitlik 3.3 ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Titrasyon asitliği, \%} = \frac{V.F.E.100}{M} \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

Burada;

V= Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

F= Titrasyonda kullanılan NaOH'in faktörü

E= 1 mL 0,1 N NaOH'in eşdeğer asit miktarı (sitrik asit, susuz: 0,006404)

M= Titre edilen örneğin gerçek miktarı, g

### 3.3.5. Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayini Hışıl (2004) yöntemine göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. İlk olarak askorbik asit kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Bunun için 100 mg standart L(+)-askorbik asit (Sigma, 95210, ABD) 100 mL % 0.4'lük okzalik asitte (Sigma, O376) çözüldürülerek %0.1'lik standart askorbik asit çözeltisi hazırlanmıştır.

100 mL balon jøjeye standart askorbik asit çözeltisinden 1, 2, 3 ve 4 mL konularak %0.4'lük okzalik asit çözeltisi ile hacim tamamlanmıştır. Askorbik asit çözeltileri no=1, no=2, no=3 ve no=4 olarak adlandırılmıştır. Boya çözeltisi de 12 mg/L 2,6-dikloroindofenol (Sigma, D1878) ile hazırlanmıştır. 1'er mL % 0.4'lük okzalik asit çözeltisi iki tüpe eklenip, birinci tüpe ( $L_{k\ddot{ö}r}$ ) 9 mL saf su ve ikinci tüpe (L) 9 mL boya çözelisi ilave edilmiştir. 518 nm'de L çözeltisinin absorbansı okunmuştur. No=1, No=2, No=3 ve No=4 çözeltilerini 2 tüpe birer ml aktarılıp birinci tüpe 9 ml saf su ve ikinci tüpe ise 9 mL boya çözeltisi ilave edilerek kör ve numuneler hazırlanmıştır.  $L_1$  kör,  $L_1 L_2$  kör,  $L_2$ ,  $L_3$  kör,  $L_3$  ve  $L_4$  kör,  $L_4$  olarak adlandırılmıştır.  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  ve  $L_4$  absorbansları sıfırlanarak 518 nm'de okunup, sonuçları hesaplanarak kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. 3 g homojen örneğe %0.4'lük okzalik asit ilave edilerek ultra turrax ile homojenize edilerek okzalik asit çözeltisiyle 100 mL'ye tamamlanmıştır. Yine aynı şekilde 2 tüpe 1'er mL örnek çözeltisi eklenip, birinci tüpe ( $L'_{k\ddot{ö}r}$ ) 9 mL saf su (kör), ikinci tüpe ise (L') ise 9 mL boya çözeltisi ilave edilerek kör ile sıfırlama yapılıp 518 nm dalga boyunda BOECO S-20 (Hamburg, Almanya) marka spektrofotometre kullanılarak örnek absorbansı okunmuştur. Okunan absorbanslara karşılık gelen askorbik asit değerleri kalibrasyon eğrisine göre mg/100 g örnek olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.6. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde tayini Singleton ve Rossi (1965)'e göre yapılmıştır. Analiz için ekstrakt elde edilmesinde ultrasonik banyodan (WiseClean WUC-A06H, Kore) yararlanılmıştır. Kurutulmuş mandarin örneklerinden 0.5 g alınarak öğütölmüş ve % 80'lik (v/v) 50 mL etanol ile karıştırılıp 20 dakika boyunca ultrasonik banyoda ekstrakt edilmiştir. Bu işlemden sonra örnek kaba filtre kağıdından filtre edilmiş,

süzüntüden 2 mL alınıp 5 dakika boyunca 14000 rpm de santrifüj (Nüve NF 700 R, Türkiye) edilmiştir.

Analiz için ekstraktan 1 mL alınmış ve 25 mL'lik balon jøjeye aktarılmış, şahit için ekstrakt yerine 1 mL saf su kullanılmıştır. Daha sonra her iki tüpe 9 mL saf su ve 1 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, 1.09001, Almanya) eklendikten sonra 5 dakika beklenilmiş, süre bitiminde 10 mL %7'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ile karıştırılmıştır. 90 dakika oda sıcaklığında ki inkübasyondan sonra 750 nm'de okuma yapıp, okunan absorbanslara karşılık gelen gallik asit (Sigma 398225) değerleri kalibrasyon eğrisine göre mg (GAE)/100g olarak hesaplanmıştır.

### **3.3.7. Antioksidan Aktivitesi Tayini**

Antioksidan kapasitesi tayini Singh vd. (2002)'e göre 2,2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) yöntemiyle yapılmıştır. Kurutulmuş mandarin örneklerinde antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonunda Martinez-Valverde (2002) yöntemine göre %50 (v/v) etanol kullanılmıştır. 1 g örnek üzerine 30 mL % 50 etanol (Sigma 32221) aktarılmıştır. Karışım Ultra turrax homojenizatör ile 3 dakika karıştırıldıktan sonra (Hettich, Universal 16R, Hollanda) santrifüjde 20°C'da 4000 devir/dakika 15 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Üst faz alınarak 100 mL'lik balona aktarılmıştır. Kalan çökeltiye 10 mL saf etanol eklenerek yine 4000 devir/dakika 15 dakika santrifüj edilmiştir. Çökeltiye uygulanan bu işlemler 3 kez tekrarlanmıştır. Üst fazlar 100 mL'lik balona toplanarak saf etanol ile balonun hacmi 100 mL'ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözelti filtre (Whatman No:1) edilip süzölmüştür.

DPPH çözeltisi hazırlanmasında 11.83 mg DPPH (Sigma, D9132) az miktarda saf etanolde (Sigma, 32221) çözüldükten sonra aynı çözeltiyle 500 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan DPPH çözeltilerinin kullanım süresi 24 saattir.

Elde ettiğimiz ekstraktlardan 0.1 mL alınarak üzerlerine hazırlamış olduğumuz DPPH çözeltisinden 3.9 mL eklenmiştir. Kontrolün absorbansı için ise 0.1 mL örnek yerine saf etanol eklenmiştir. Çalışma ışık hassasiyetinden dolayı kahverengi cam tüplerde yapılmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında inkübasyondan sonra örneklerin absorbansı 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.

Antioksidan aktivitesi Eşitlik 3.4 ile hesaplanmıştır:

$$ARA (\%) = \frac{Ac-As}{Ac} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

Ac: Kontrolün absorbanası

As: Örneğin absorbanası

### 3.3.8. Toplam Flavonoid Madde Tayini

Toplam flavonoid madde tayini Zhishen vd. (1999)'a göre yapılmıştır. Analiz için ekstrakt elde edilmesinde ultrasonik banyodan yararlanılmıştır. Kurutulmuş mandarin örneklerinden 0.5 g alınarak öğütülmüş ve % 80'lik (v/v) 50 mL etanol ile karıştırılıp 20 dakika boyunca ultrasonik banyoda bırakılmış, bu işlemden sonra örnek kaba filtre kağıdından geçirilmiş ve süzüntüden 2 mL alınıp 5 dakika boyunca 14000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Analiz için ekstraktan 1 mL alınıp ve işaretlenmiş 10 mL lik deney tüpüne eklenip, şahit olacak tüp için ekstrakt yerine 1 mL saf su ilave edilmiştir. Her iki tüpe de 0.3 mL %5'lik NaNO<sub>2</sub> ilave ettikten sonra 5 dakika beklendikten sonra 0.3 mL %10'luk AlCl<sub>3</sub> ve 2 mL 1 M NaOH eklenip saf su ile 10 mL çizgisine kadar tamamlanmıştır. Karıştırıldıktan sonra şahite karşı 510 nm'de okuma yapıлып, okunan absorbanalara karşılık gelen kateşin (Sigma 88191-48-4) değerleri kalibrasyon eğrisine göre kateşin eşdeğeri (KE)/100 g olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.9. Toplam Karotenoid Tayini

Toplam karotenoid tayini Kirk ve Allen (1965)'e göre yapılmıştır. Analiz için kurutulmuş mandalina örneklerinde 2 g tartılıp homojen hale getirilmiştir. 40 mL etanol eklenerek ultra turrax ile 1 dakika homojenize edildikten sonra 10 dakika 4000 rpm 4°C'de santrifüj edilmiştir. Elde edilmiş çözelti (Whatman No:1) kağıdıyla süzülüp, süzüntüler saf etanole karşı BOECO S-20 (Hamburg, Almanya) marka spektrofotometre kullanılarak 480, 645, 663 nm lere karşı okuma yapılmış ve A663, A645, A480 olarak kaydedilmiştir. Hesaplama işlemi aşağıda verilen Eşitlik 3.5'e göre yapılmıştır.

$$T.Karotenoid \left( \frac{mg}{g} \right) = A480 + (0.114 \times A663 - 0.638 \times A645) \quad (\text{Eşitlik 3.5})$$

### 3.3.10. HMF analizi

HMF tayini Cemeroglu (2010)'a göre yapılmıştır. Analiz için kurutulmuş mandarin örneklerinden yaklaşık 2 g homojen hale getirilerek alınıp, 50 mL' lik işaretli ölçü balonuna aktarılmış, üzerine 1 mL Carrez I ve Carrez II çözeltileri ilave edilmiştir. İşaretli yere kadar saf su ile seyreltilip ardından karıştırılmış, 10 dakika bekledikten sonra (Whatman No:1) filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 12.5 mL alınıp üzerine 12.5 mL saf su ilave edilip, seyreltilmiş örneklerden iki deney tüpüne ikişer ml aktarılıp üzerlerine 5'er mL p-toluidin (Merck, 1000562500) eklenmiştir. Şahit olan tüpe 1 mL saf su diğere ise 1 mL barbütirik asit çözeltisi (Sigma, 185698) ilave edilip, çalkalanmıştır. Çözeltiler 3-4 dakika içerisinde şahide karşı absorbans 550 nm'de (BOECO S-20, Hamburg Almanya) marka spektrofotometre kullanılarak okunmuştur. Bulunan HMF miktarı aşağıdaki Eşitlik 3.6 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$HMF \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(p) \times (V)}{(v) \times (P)} \quad (\text{Eşitlik 3.6})$$

p: Standart eğriden saptanan HMF miktarı, µg

P: Başlangıçta alınan örnek miktarı

V: Başlangıçta alınan, P mL örneğin seyreltildiği hacim, mL. Yöntemde 100 mL olarak öngörülmüştür.

v: Renk oluşumu için alınan seyreltilmiş örnek miktarı

### 3.3.11. L\*, a\*, b\* renk değerleri ve Esmerleşme indeksi (BI)

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin L\*, a\* ve b\* değerleri örneklerin üç farklı noktasından Minolta CR 400 (Osaka, Japonya) renk ölçer cihazıyla alınan ölçümlerle belirlenmiş, esmerleşme indeksi değerleri (Mohammadi vd. 2008)'e göre aşağıda verilen Eşitlik 3.7 ve 3.8'e ile hesaplanmıştır.

$$BI = \frac{[100(x-0,31)]}{0,17} \quad (\text{Eşitlik 3.7})$$

$$X = \frac{a^*+1.75L^*}{(5.645+L^*-3.012b^*)} \quad (\text{Eşitlik 3.8})$$



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH ve titrasyon asitliği analizleri yalnızca yaş örneklerde yapılmış olup, değerleri sırasıyla %12.82, 11.5 °briks, 3.86 ve %14 (susuz sitrik asit) olarak belirlenmiştir.

##### 4.1. Mandarin Dilimlerinin Kuruma Süresi, Askorbik Asit, Toplam Fenolik, Antioksidan Kapasite, Toplam Flavonoid ve Toplam Karotenoid Değerleri

Mandarin dilimlerinin kurutulması için oluşturulmuş deneme desenine göre gerçekleştirilmiş kurutma işlemleri sonucu kuruma süresi, askorbik asit, toplam fenolik, antioksidan kapasite ve toplam karotenoid madde içerikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mandarin dilimlerinin kurutma koşullarına göre kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, toplam flavonoid ve karotenoid değerleri

Deney sıra no	Kuruma süresi (dakika)	Bağımlı Değişkenler				
		Askorbik asit (mg/100g KM)	Fenolik madde (GAE)/100g	Antioksidan Kapasite % (DPPH)	Toplam Flavonoid (mg/100g KM)	Toplam Karotenoid (mg/100g KM)
1	421	146.70	3544.57	13.36	525.05	0.11
2	283	166.40	4608.49	12.03	359.75	0.11
3	412	157.10	4445.24	12.96	483.61	0.09
4	234	110.51	4679.46	13.19	513.30	0.10
5	196	111.33	5108.74	14.37	573.00	0.11
6	414	154.13	3964.66	12.96	449.64	0.10
7	735	174.29	5178.66	12.69	534.32	0.08
8	469	156.28	4071.03	13.66	433.95	0.12
9	137	110.85	3220.16	11.32	433.05	0.08
10	381	158.35	3342.09	13.38	467.50	0.08
11	1095	173.93	5228.15	12.82	616.07	0.09
12	542	202.03	4414.29	12.97	492.58	0.14
13	936	182.08	3643.00	13.66	406.40	0.11
14	371	163.53	3647.23	12.85	554.36	0.08
15	262	169.48	3468.52	12.79	516.60	0.07
16	153	113.11	3468.12	13.24	539.96	0.09
17	409	149.15	5315.64	14.40	746.66	0.10

Çizelge 4.1’de elde edilmiş verilerin paket programda değerlendirilmesi sonucu elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Mandarin kurutmada kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, toplam flavonoid ve karoteoid değerlerine ait elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları

Model katsayıları $t^a$	Katsayılar					
	Kuruma süresi	Askorbik asit	Fenolik madde	Antioksidan kapasite	Toplam flavonoid	Toplam Karotenoid
$X_0$	409.40	157.88	4196.94	13.16	477.81	0.093
$X_1$	-323.50***	-35.82***	-248.85 <sup>ns</sup>	3.413E-0.03 <sup>ns</sup>	1.24 <sup>ns</sup>	-5.13E-003 <sup>ns</sup>
$X_2$	114.88**	-8.84**	351.05*	0.34 <sup>ns</sup>	61.53 <sup>ns</sup>	-1.25E-003 <sup>ns</sup>
$X_3$	-28.37 <sup>ns</sup>	-1.73 <sup>ns</sup>	-123.00 <sup>ns</sup>	-0.73*	-48.81 <sup>ns</sup>	-1.88E-003 <sup>ns</sup>
$X_1X_2$	-118.00*	6.38*	99.37 <sup>ns</sup>	-0.028 <sup>ns</sup>	-37.54 <sup>ns</sup>	0.014 <sup>ns</sup>
$X_1X_3$	35.50 <sup>ns</sup>	1.83 <sup>ns</sup>	-856.06**	-0.52 <sup>ns</sup>	-66.97 <sup>ns</sup>	7.5E-004 <sup>ns</sup>
$X_2X_3$	-2.25 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-727.76**	-0.069 <sup>ns</sup>	-16.19 <sup>ns</sup>	-7.0E-003 <sup>ns</sup>
$X_1^2$	126.93**	-10.64**		-0.12 <sup>ns</sup>	6.17 <sup>ns</sup>	2.33E-003 <sup>ns</sup>
$X_2^2$	-30.33 <sup>ns</sup>	2.66 <sup>ns</sup>		0.013 <sup>ns</sup>	56.49 <sup>ns</sup>	7.08E-003 <sup>ns</sup>
$X_3^2$	-35.32 <sup>ns</sup>	2.60 <sup>ns</sup>		-0.031 <sup>ns</sup>	2.71 <sup>ns</sup>	-6.75E-004 <sup>ns</sup>
Model	***	***	**	ns	ns	ns
$R^2$	0.9706	0.9913	0.7897	0.7156	0.6957	0.3001
$R^2_{adj}$	0.9329	0.9801	0.6635	0.3499	0.3044	-0.5998
Uyum eksikliği	0.0562 <sup>ns</sup>	0.3579 <sup>ns</sup>	0.5179 <sup>ns</sup>	0.0611 <sup>ns</sup>	0.0877 <sup>ns</sup>	0.2256 <sup>ns</sup>

<sup>a</sup>  $X_0$  sabit katsayı,  $X_i$  Birinci derece (doğrusal) denklem katsayısı,  $X_{ij}$  İkinci derece (kuadratik) denklem katsayısı ve  $X_{ij}$  İki faktörlü çapraz (interaksiyon) etkileşim katsayısı. <sup>ns</sup>, İstatistiksel açıdan önemsiz ( $p \geq 0.05$ ). \*, İstatistiksel yönden % 95 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.05$ ). \*\*, İstatistiksel yönden % 99 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.01$ ). \*\*\*, İstatistiksel yönden % 99.99 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.0001$ ).

#### 4.1.1. Kuruma Süresi

Mandarin dilimi kuruma süresinin 17 farklı kurutma uygulaması için 137-1095 dakika aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Farklı kurutma sıcaklığı ( $X_1$ ), dilim kalınlığı ( $X_2$ ) ve kurutma hava hızı ( $X_3$ ) uygulanarak deneme desenine göre elde edilen kuruma süresi üzerine etkiyi ortaya koyan model eşitliği aşağıda verilmiştir.

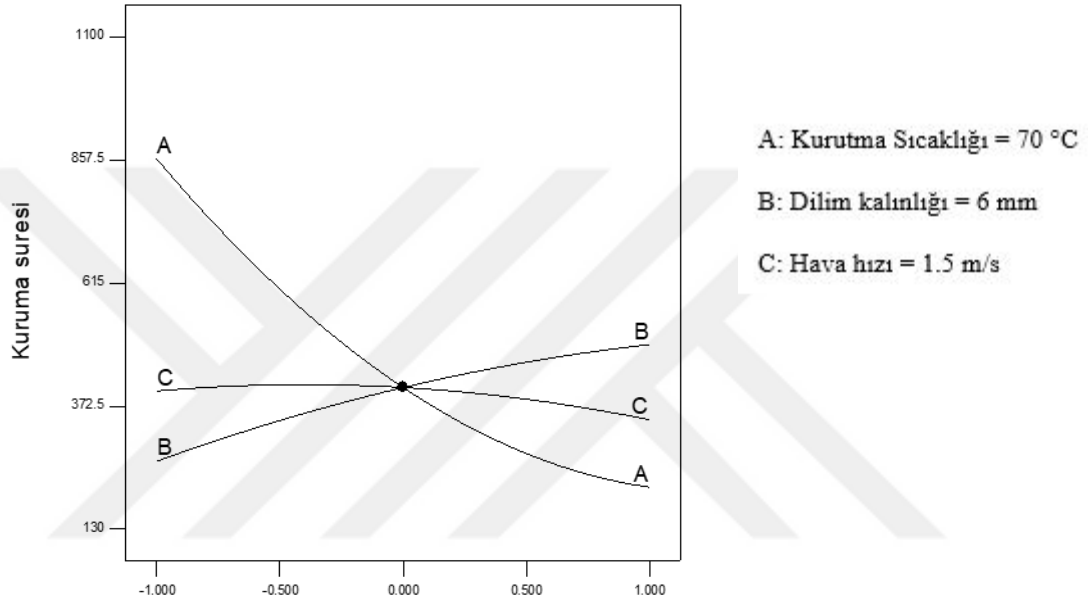
$$Y = 409.40 - 323.50X_1 + 114.88X_2 - 28.32X_3 - 118.00X_1X_2 + 35.50 X_1X_3 - 2.25X_2X_3 + 126.93 X_1^2 - 30.33X_2^2 - 35.32X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.1})$$

Mandarin dilimleri kuruma süresine etki eden kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de görülmektedir. Kurutma süresi farklı kurutma koşullarına göre değişiklik göstermiştir. Çizelge



4.2’de kuruma süresi analizine ait regresyon katsayısı ve modelin önem durumu ( $p<0.0001$ ), mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonu için kurutma süresinin kullanılabileceğini göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı değerlendirilmiştir.

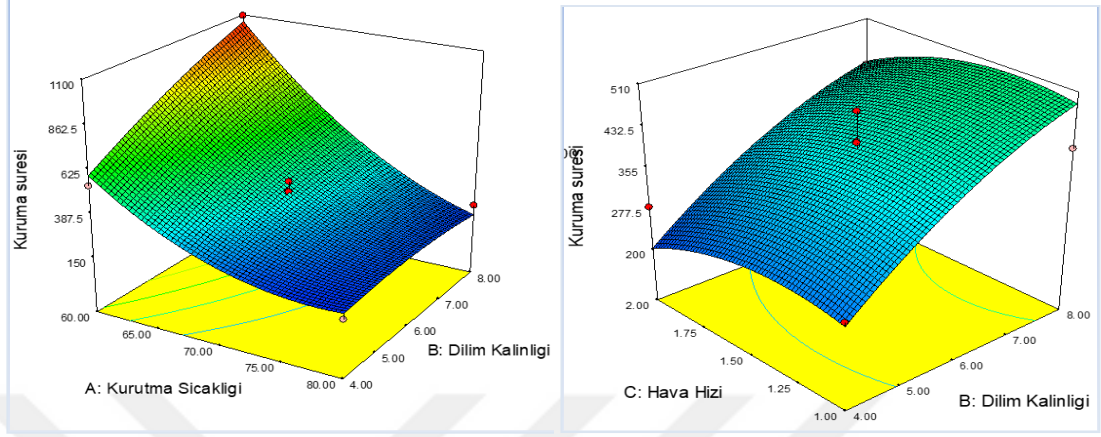
Bağımsız değişkenlerin cevaplar üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Bağımsız değişkenlerin kuruma süresi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

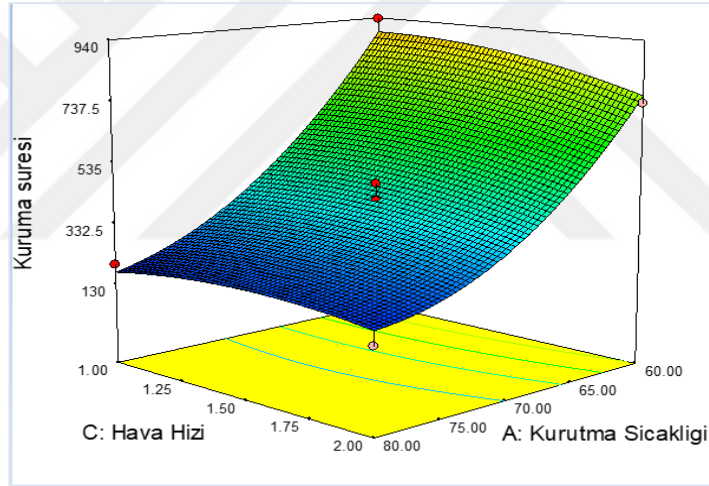
Kurutma sıcaklığı ve kurutma hava hızındaki artış, dilim kalınlığındaki azalış kuruma süresini kısaltmıştır. Çizelge 4.2’ye göre tüm bağımsız değişkenlerin kuruma süresi üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Kuadratik terimlerden kurutma sıcaklığının kuruma süresi üzerine etkisi pozitif olarak tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığı interaksiyon etkisinin kuruma süresi üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). X bağımsız değişken değerlerinin bağıl büyüklüğü kurutma süresine maksimum negatif katkıyı kurutma sıcaklığıyla (-185.30) sağlarken, bunu hava hızı (-116.35) takip etmiş ve dilim kalınlığı (564.79) ise pozitif katkı sağlamıştır (Çizelge 4.2). Şekil 4.1’deki pertürbasyon grafiği ayrıca kuruma süresinin kısaltılmasında dilim kalınlığının kurutma hava hızından daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Kurutma süresine ait üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



a

b



c

Şekil 4.2. Kuruma süresi için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Şekil 4.2 a'da görüldüğü üzere ve model katsayılarına bakıldığında (Çizelge 4.2) kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma süresi azalmakta, dilim kalınlığı arttıkça kuruma süresi artmaktadır. Kurutma sıcaklığının kuruma süresi üzerine etkisinin dilim kalınlığından çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.2 b incelendiğinde kurutma sıcaklığı ve hava hızındaki artış kuruma süresini kısaltmıştır. İlgili modelde de görüldüğü üzere (Çizelge 4.2) kurutma sıcaklığının kuruma süresini etkileme derecesinin hava hızından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.2 c'ye göre dilim kalınlığının 8 mm'den 4 mm'ye düşmesi ve hava hızının 1m/s'den 2 m/s'ye yükselmesinin kuruma süresini kısalttığı görülmektedir. Dilim kalınlığının hava hızına göre kuruma süresine olan etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 c).

#### **4.1.2. Askorbik Asit İçeriği**

Mandarin dilimi kurutmada farklı kurutma uygulamaları için askorbik asit içerikleri 110.85-202.03 mg/100g KM aralığında olduğu belirlenmiştir.

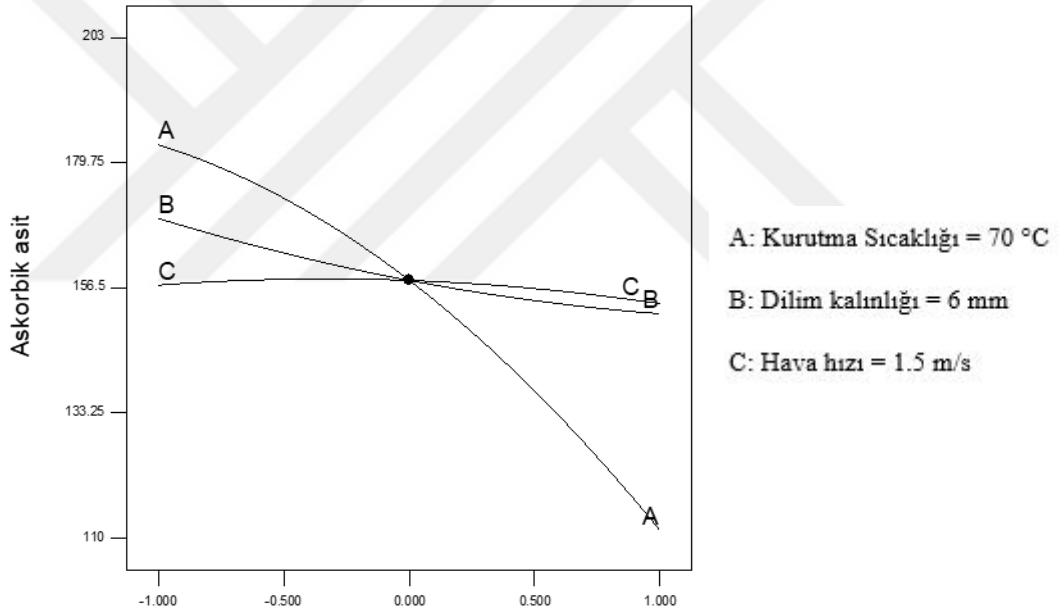
Farklı kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı uygulamalarının askorbik asit içeriği üzerine olan değişimi ortaya koyan model Eşitlik 4.2 aşağıda verilmiştir.

$$Y = 157.88 - 35.82X_1 - 8.84X_2 - 1.73X_3 + 6.38X_1X_2 + 1.83 X_1X_3 + 0.16X_2X_3 - 10.64 X_1^2 + 2.66X_2^2 - 2.6X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.2})$$

Mandarin dilimlerinin kurutulmasında askorbik asit içeriklerine etki eden kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de görülmektedir. Değişik kurutma koşullarına göre askorbik asit içerikleri değişkenlik göstermiştir. Kurutulmuş mandarin dilimlerinin askorbik asit değeri için sıcaklık ( $p<0.0001$ ), dilim kalınlığı ( $p<0.001$ ), sıcaklığın ikinci derece etkisi ( $p<0.001$ ) ile sıcaklık ve dilim kalınlığı değişkenlerinin etkileşimi ( $p<0.05$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuş, diğer tüm parametreler ise önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Askorbik asit analizine ait regresyon katsayısı (0.9913) ve modelin önem durumu ( $p<0.0001$ ) (Çizelge 4.2), mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonu için

askorbik asitin kullanılabilceğini göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızının askorbik asit üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir. Kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığındaki artış askorbik asit kaybını artırırken kurutma hava hızının askorbik asit cevabı üzerine etkisi olmamıştır. Bağımsız değişkenlerin askorbik asit kaybı üzerine etkileri en yüksekten düşüğe sırasıyla kurutma sıcaklığı (-35.82), dilim kalınlığı (-8.84) ve kurutma hava hızı (-1.73) şeklinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3).

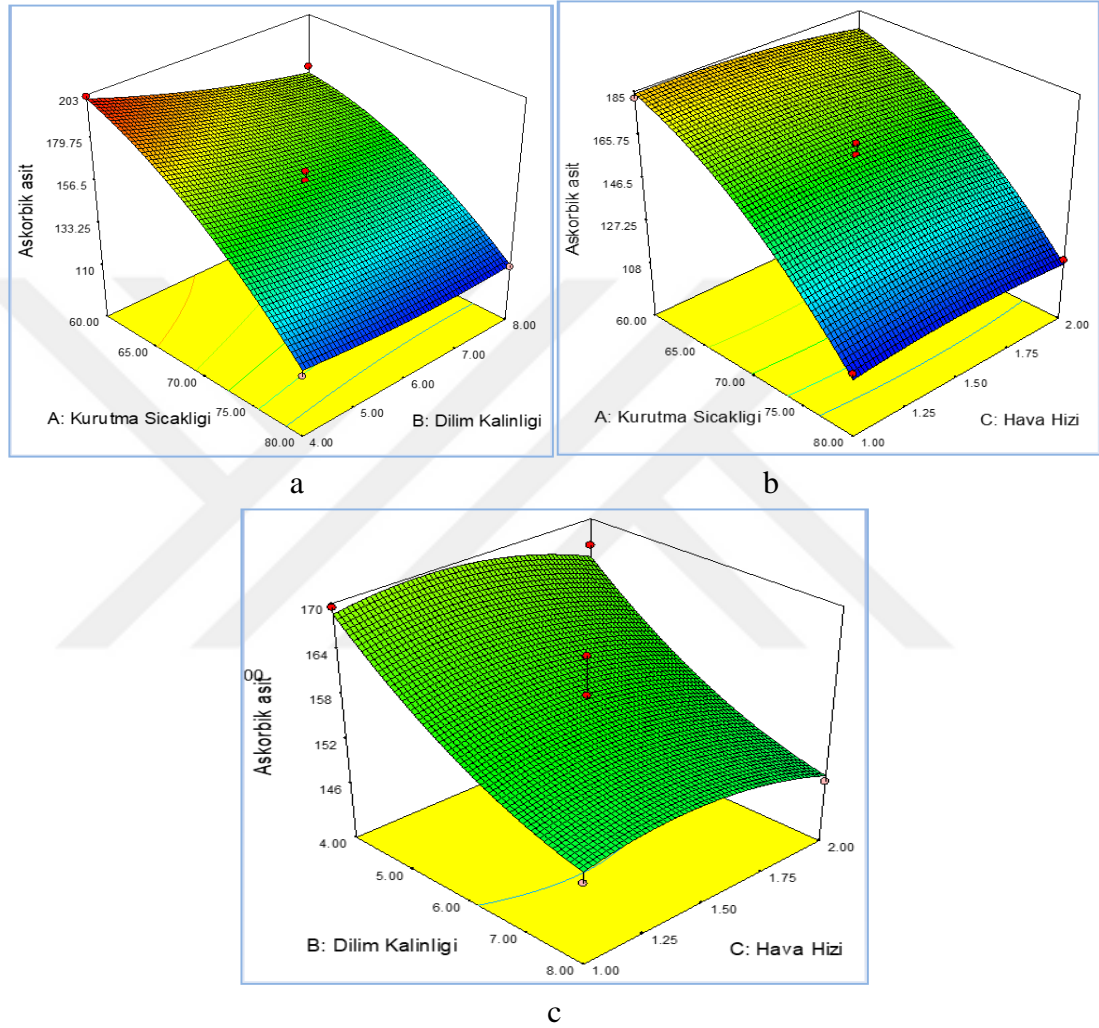


Şekil 4.3. Bağımsız değişkenlerin askorbik asit üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

Askorbik asit değişimine ait üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri Şekil 4.4'te verilmiştir. Model katsayıları (Çizelge 4.2) ve Şekil 4.4 a'ya göre kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığı arttıkça askorbik asit kaybı artmaktadır. Kurutma sıcaklığının askorbik asit kaybı üzerine etkisinin dilim kalınlığından çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.4 b'ye göre kurutma sıcaklığındaki ve hava hızında ki artış askorbik asit kaybını hızlandırmaktadır. İlgili modelde de görüldüğü üzere (Çizelge 4.2) kurutma

sıcaklığının askorbik asit kaybını etkileme derecesinin dilim kalınlığı ve hava hızından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dilim kalınlığının da hava hızına göre askorbik asit üzerine olan etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 c).



Şekil 4.4. Askorik asit için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Şekil 4.4 c'ye göre askorbik asit miktarı dilim kalınlığındaki azalışla artmıştır. Askorik asit miktarı üzerine hava hızındaki değişim etkisiz olarak tespit edilmiştir.

#### 4.1.3. Fenolik Madde İçeriği

Kurutma işlemlerinde mandarin dilimlerinin fenolik madde içerikleri 3220.16-5315.64 mg (GAE) /100g KM arasında değişmiştir. Nipornram vd. (2018)'de

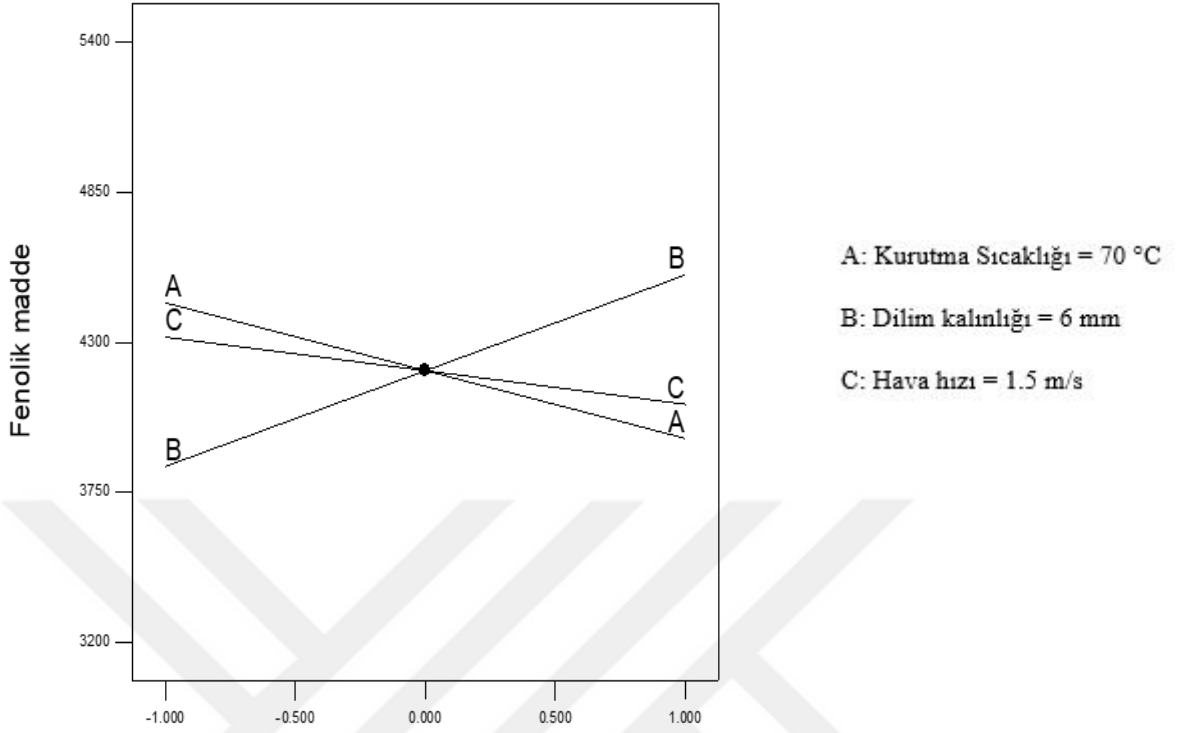
mandarin meyvesinin düşük güçlü ultrason desteği ile ekstraksiyonunu sağlayarak toplam fenolik değerini 15,263.32 mg GAE/100 g KM olarak belirlemişlerdir.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızı uygulamalarının fenolik madde üzerine olan değişimini ortaya koyan model Eşitlik 4.3'te verilmiştir.

$$Y = 4196.94 - 248.85X_1 + 351.05X_2 - 123.00X_3 + 99.37X_1X_2 - 856.06 X_1X_3 - .727.76X_2X_3 \quad (\text{Eşitlik 4.3})$$

Fenolik madde için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak dilim kalınlığı önemli ( $p < 0.05$ ), diğer birinci dereceden terimler olan sıcaklık ve hava hızı önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Hava hızına ilaveten hava hızının sıcaklık ve dilim kalınlığı ile olan etkileşimlerinin de fenolik madde içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Fenolik madde analizine ait regresyon katsayısı (0.7897) ve modelin önem durumu ( $p < 0.01$ ) (Çizelge 4.2), mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda fenolik maddenin kullanılabilceğini göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur.

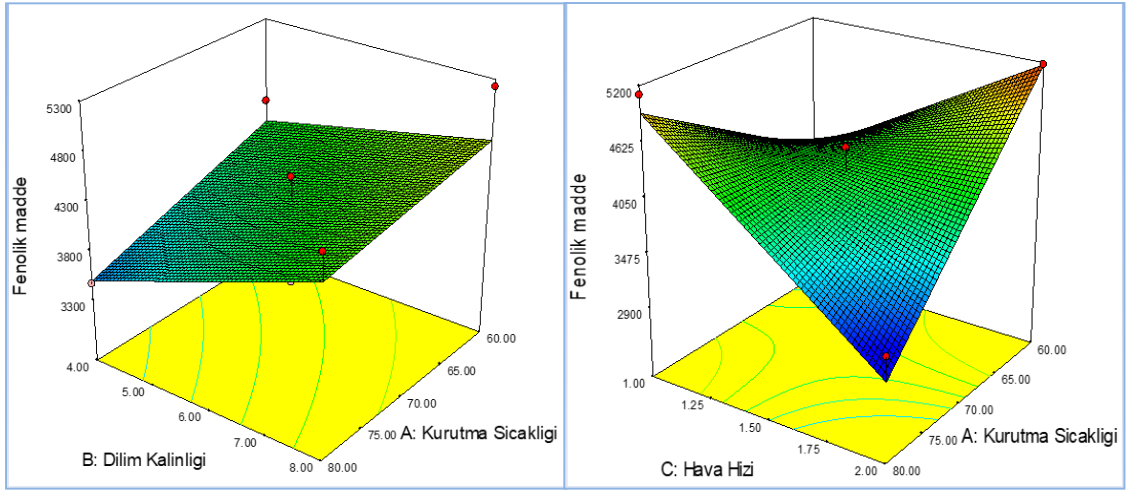
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin fenolik madde üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5. Bağımsız değişkenlerin fenolik madde üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

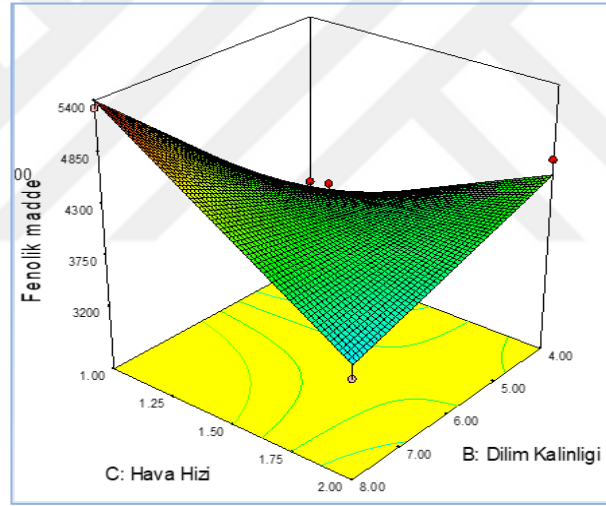
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızının fenolik madde üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.5'de görülmektedir. Kurutma sıcaklığı ve hava hızındaki artış fenolik madde kaybına neden olurken, dilim kalınlığının fenolik madde cevabı üzerine etkisi pozitif olmuştur. Bağımsız değişkenlerin fenolik madde kaybı üzerine etkilerinde katsayılar kurutma sıcaklığı için -248.85, kurutma hava hızı için -123.00 ve dilim kalınlığı içinse + 351.05 şeklinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.5).

Sıcaklık, dilim kalınlığı ve hava hızının fenolik madde üzerine etkisinin incelendiği grafikler Şekil 4.6'da verilmiştir. Fenolik madde değişimine ait üç boyutlu yüzey yanıt grafikleri Şekil 4.6'da verilmiştir.



a

b



c

Şekil 4.6. Fenolik madde için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Grafikler incelendiğinde fenolik madde içeriğinin dilim kalınlığı arttıkça ve kurutma sıcaklığı düştükçe artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.6 a). Benzer şekilde hava hızının düşmesi ve kurutma sıcaklığının azalması da fenolik madde artışına sebep olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6 b). Hava hızındaki artış fenolik madde miktarını azaltırken, dilim kalınlığındaki artış fenolik madde miktarını artırmıştır (Şekil 4.6 c).



#### 4.1.4. Antioksidan Kapasite

Kurutma işlemleri sonucu mandarin dilimlerinin antioksidan kapasite değerleri 11.3235 – 14.3987 mg/100 g KM arasında belirlenmiştir.

Mandarin dilimlerinin kurutulmasında farklı kurutma koşullarının antioksidan kapasite üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Farklı kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı uygulanarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin fenolik madde değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait olan Eşitlik 4.4 aşağıda verilmiştir.

$$Y = 13.16 - 3.413E-0.03X_1 + 0.34X_2 - 0.73X_3 - 0.028X_1X_2 - 0.52 X_1X_3 - 0.069X_2X_3 - 0.12X_1^2 + 0.013X_2^2 - 0.031X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.4})$$

Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde mandarin dilimlerinin antioksidan kapasite değerleri farklı kurutma koşullarına bağlı olarak değişmiştir. Çizelge 4.2’de antioksidan kapasite analizine ait modelin anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı tespit edilmiştir.

#### 4.1.5. Toplam Flavonoid İçeriği

Kurutma işlemleri sonucu mandarin dilimlerinin toplam flavonoid madde değerleri 359.749 – 746.657 mg KE/100 g KM arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının toplam flavonoid madde miktarı üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Bağımsız değişkenler kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin toplam flavonoid madde değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait olan Eşitlik 4.5 aşağıda verilmiştir.

$$Y = 477.81 + 1.24X_1 + 61.53X_2 - 48.81X_3 - 37.54X_1X_2 - 66.97 X_1X_3 - 16.19X_2X_3 + 6.17X_1^2 + 56.49X_2^2 - 2.71X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.5})$$

Farklı kurutma şartlarına bağlı olarak kurutulan mandarin dilimlerinin toplam flavonoid madde içeriklerinin de değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Toplam flavonoid madde analizine ait modelin anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı belirlenmiştir.

#### **4.1.6. Toplam Karotenoid İçeriği**

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin toplam karotenoid madde içeriği 0.074 – 0.136 mg/100 g KM arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının toplam karotenoid madde miktarı üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin toplam karotenoid madde değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait olan Eşitlik 4.6 aşağıda verilmiştir.

$$Y = 0.093 - 5.13E-003X_1 - 125E-003X_2 - 1.88E-003X_3 + 0.014X_1X_2 - 7.5E-004 X_1X_3 - 7.0E-003X_2X_3 + 2.33E-003X_1^2 + 7.08E-008X_2^2 - 6.75E-004X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.6})$$

Toplam karotenoid madde analizine ait modelin Çizelge 4.2’ye göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı tespit edilmiştir.

#### **4.2. Mandarin Dilimlerinin Hidroksimetil Furfural, L\*, a\*, b\* renk analizi ve Esmerleşme İndeksi Değerleri**

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin HMF, L\*, a\*, b\* ve Esmerleşme indeksi değerleri Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mandarin dilimlerinin kurutma koşullarına göre HMF, L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi değerleri

Deney sıra no	Bağımlı Değişkenler				Esmerleşme indeksi
	HMF (ppm)	L*	a*	b*	
1	410.39	68.67	12.40	37.45	0.88
2	480.44	68.69	11.50	37.84	0.88
3	403.00	67.83	13.20	43.62	0.95
4	791.70	66.98	10.80	33.71	0.85
5	776.03	62.04	15.00	33.61	0.88
6	410.75	62.48	14.60	35.27	0.89
7	78.03	73.05	12.00	43.60	0.91
8	555.30	62.48	14.60	35.27	0.89
9	1103.31	64.87	12.40	29.86	0.83
10	398.24	71.19	7.28	32.69	0.83
11	193.95	69.84	11.90	42.46	0.92
12	72.07	69.96	14.80	44.15	0.94
13	216.22	72.55	12.60	46.01	0.94
14	325.55	70.50	12.00	41.76	0.91
15	210.93	70.41	11.10	47.98	0.98
16	661.11	67.25	11.10	45.90	0.98
17	462.32	57.44	12.90	22.87	0.80

Çizelge 4.3'te elde edilmiş verilerin paket programda değerlendirilmesi sonucu elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları Çizelge 4.4'de görülmektedir.

Çizelge 4.4. HMF, L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi değerlerine ait elde edilen model katsayıları ve değerlendirme katsayıları

Model katsayıları <sup>a</sup>	Katsayılar				
	HMF (ppm)	L*	a*	b*	Esmerleşme indeksi
$X_0$	418.17	66.90	12.36	37.72	0.89
$X_1$	346.49***	-3.03 <sup>ns</sup>	-0.25 <sup>ns</sup>	-4.14 <sup>ns</sup>	-0.022 <sup>ns</sup>
$X_2$	54.23 <sup>ns</sup>	-1.67 <sup>ns</sup>	-0.079 <sup>ns</sup>	-4.92 <sup>ns</sup>	-0.040 <sup>ns</sup>
$X_3$	50.83 <sup>ns</sup>	1.61 <sup>ns</sup>	-0.43 <sup>ns</sup>	-0.21 <sup>ns</sup>	-0.011 <sup>ns</sup>
$X_1X_2$	2.18 <sup>ns</sup>	-0.038 <sup>ns</sup>	+0.63 <sup>ns</sup>	-2.63 <sup>ns</sup>	-0.026 <sup>ns</sup>
$X_1X_3$	116.37*	0.58 <sup>ns</sup>	-0.49 <sup>ns</sup>	-0.34 <sup>ns</sup>	-5.838E-003 <sup>ns</sup>
$X_2X_3$	-80.36 <sup>ns</sup>	3.24 <sup>ns</sup>	-0.24 <sup>ns</sup>	6.18 <sup>ns</sup>	0.044 <sup>ns</sup>
$X_1^2$	81.76 <sup>ns</sup>	1.72 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	2.78 <sup>ns</sup>	-0.017 <sup>ns</sup>
$X_2^2$	-70.62 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.60 <sup>ns</sup>	1.05 <sup>ns</sup>	0.011 <sup>ns</sup>
$X_3^2$	43.07 <sup>ns</sup>	-0.49 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	-2.24 <sup>ns</sup>	-0.021 <sup>ns</sup>
Model	**	ns	ns	ns	ns
$R^2$	0.9591	0.5956	-1.0016	0.7748	0.7569
$R^2_{adj}$	0.9064	0.0756	0.6635	0.4853	0.4443
Uyum eksikliği	0.4869 <sup>ns</sup>	0.5295 <sup>ns</sup>	0.7234 <sup>ns</sup>	0.4291 <sup>ns</sup>	0.7531 <sup>ns</sup>

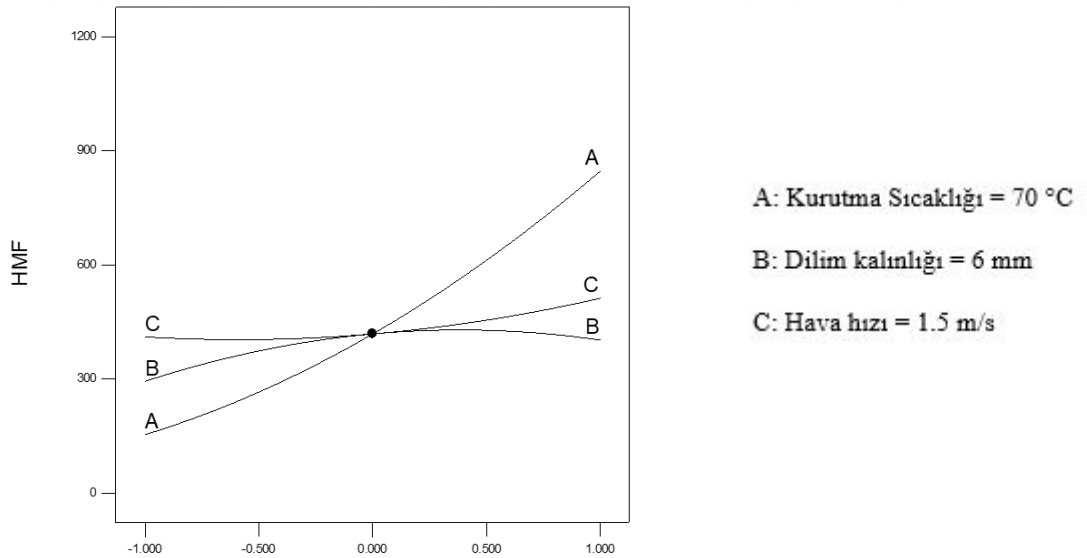
<sup>a</sup>  $X_0$  sabit katsayı,  $X_i$  Birinci derece (doğrusal) denklem katsayısı,  $X_{ii}$  İkinci derece (kuadratik) denklem katsayısı ve  $X_{ij}$  İki faktörlü çapraz (interaksiyon) etkileşim katsayısı. <sup>ns</sup>, İstatistiksel açıdan önemsiz ( $p \geq 0.05$ ). \*, İstatistiksel yönden % 95 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.05$ ). \*\*, İstatistiksel yönden % 99 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.01$ ). \*\*\*, İstatistiksel yönden % 99.99 seviyesinde önemli ( $p \leq 0.0001$ ).

#### 4.2.1. HMF İçeriği

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin HMF içerikleri 72.07 – 1103.31 ppm arasında belirlenmiştir. HMF ısı işlem gören gıda ürünlerinde ısı yüklemesinin şiddetini gösteren bir kriterdir (Fallico, 2004). Kurutulan mandarin dilimlerinin HMF içeriği en düşük 60 °C sıcaklık, 4 mm kalınlık, 1.5 m/s hava hızı için 72.07 ppm, en yüksek olarak 80 °C sıcaklık, 6 mm kalınlık, 2 m/s hava hızı için 1103.31 ppm olarak tespit edilmiştir. Farklı kurutma şartlarının, kurutulan mandarin dilimleri HMF içeriklerine olan etkilerini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin HMF değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 418.57 + 346.49X_1 + 54.23X_2 + 50.83X_3 + 2.18X_1X_2 + 116.37X_1X_3 - 80.36X_2X_3 + 81.76X_1^2 - 70.62X_2^2 - 43.07X_3^2 \text{ (Eşitlik 4.7)}$$

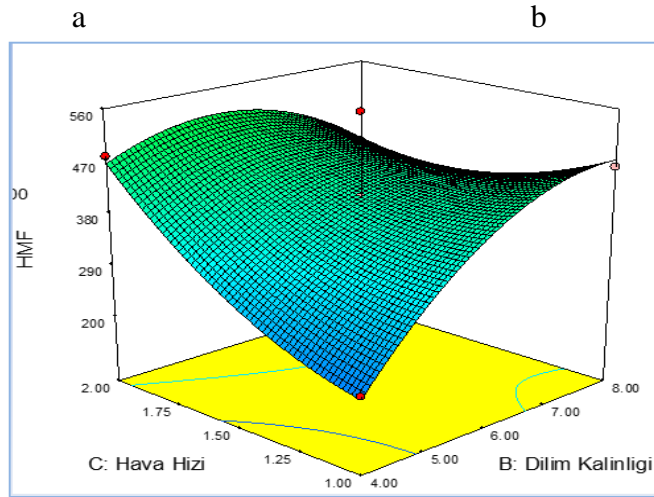
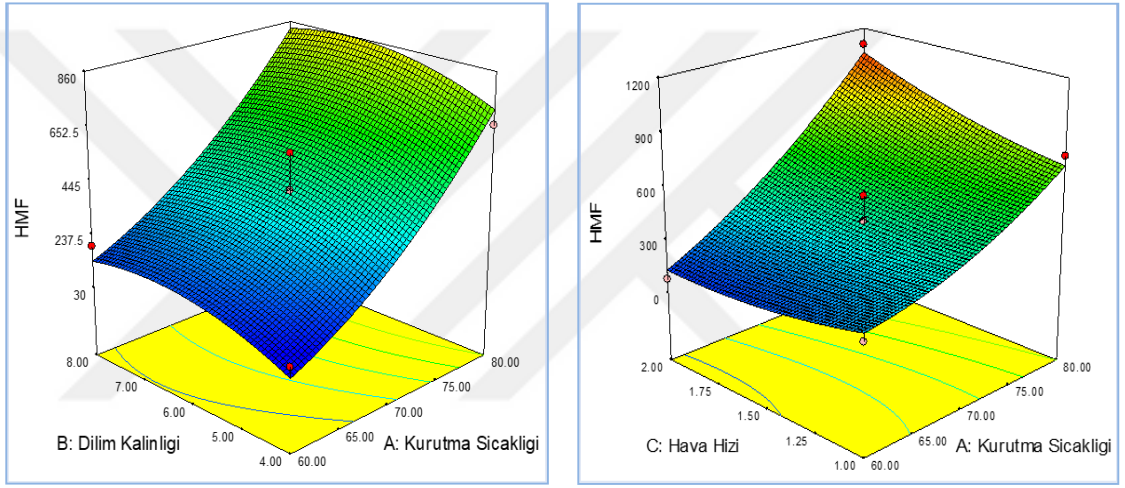
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin HMF üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.7. Bağımsız değişkenlerin HMF üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

HMF için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak kurutma sıcaklığı önemli ( $p < 0.0001$ ), diğer birinci dereceden terimler olan dilim kalınlığı ve

hava hızı önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Kurutma sıcaklığına ilaveten kurutma sıcaklığı ve hava hızı etkileşiminin HMF içeriğine etkisi istatistik olarak önemli tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). HMF analizine ait regresyon katsayısı (0.9591) ve modelin önem durumu ( $p<0.001$ ) (Çizelge 4.4), mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda HMF'nin kullanılabilirliğini göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur. HMF değerine ait üç boyutlu görseller Şekil 4.8'de verilmiştir.



c

Şekil 4.8. HMF için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hava hızının HMF üzerine olan etkilerini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.7’de görölmektedir. Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızındaki artış HMF artışına neden olduğu, üç bağımsız değişkenin HMF cevabı üzerine etkileri pozitif olmuştur. Bağımsız değişkenlerin HMF üzerine etkilerinde katsayılar kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı için sırasıyla 346.49, 54.23 ve 50.83 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.7).

Model katsayıları (Çizelge 4.4) ve Şekil 4.8 a’ya göre kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığı arttıkça HMF miktarı artış göstermektedir. Kurutma sıcaklığının HMF artışı üzerine etkisinin dilim kalınlığından çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.8 b’ye göre kurutma sıcaklığındaki artış HMF miktarını artırmakta, hava hızının artışı HMF miktarını azaltmaktadır. İlgili modelde de göröldüğü üzere (Çizelge 4.4) kurutma sıcaklığının HMF’yi etkileme derecesinin hava hızından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.8. c’ye göre HMF miktarı dilim kalınlığındaki ve hava hızındaki artışla yükselmiştir. Dilim kalınlığının 4 mm’den 8 mm’ye artması ve hava hızının 1m/s’den 2 m/s’ye yükselmesinin HMF miktarında artışa neden olduğu görölmektedir. Dilim kalınlığının hava hızına göre HMF miktarı üzerine olan etkisinin daha fazla olduğu görölmektedir (Eşitlik 4.7 ve Şekil 4.8 c).

#### **4.2.2. L\* Değerleri**

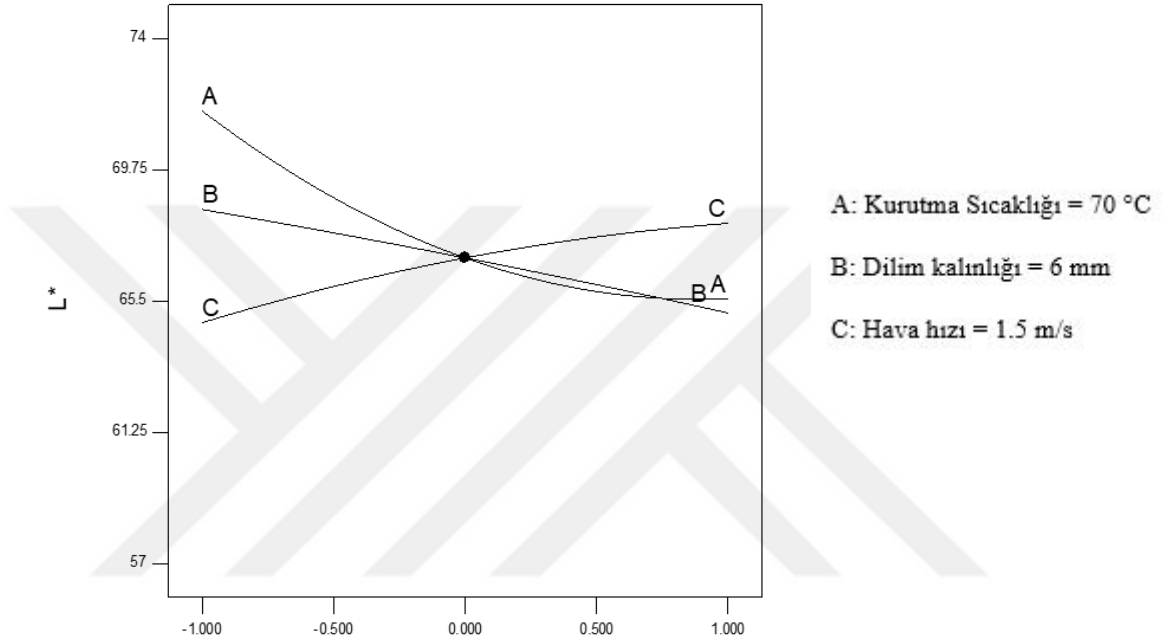
Kurutulmuş mandarin dilimlerinin L\* değerleri 57.44 – 73.05 arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının toplam L\* (aydınlık karanlık) üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin L\* değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait olan Eşitlik 4.8 aşığıda verilmiştir.

$$Y = 66.90 - 3.03X_1 - 1.67X_2 + 1.61X_3 - 0.038X_1X_2 + 0.58X_1X_3 + 3.24X_2X_3 + 1.72X_1^2 - 0.11X_2^2 - 0.49X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.8})$$

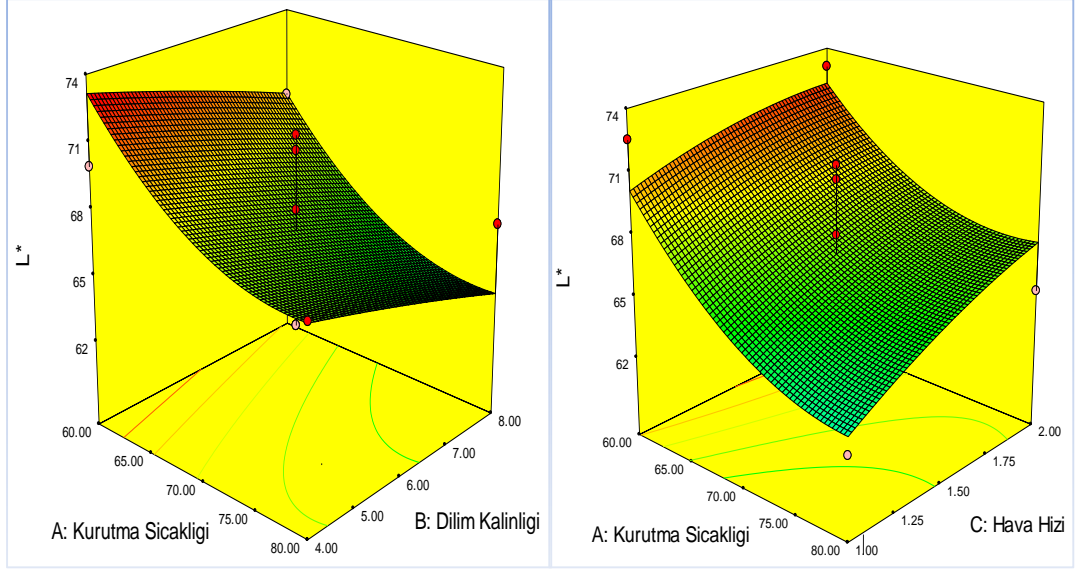
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin  $L^*$  üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.9.'da görülmektedir.



Şekil 4.9. Bağımsız değişkenlerin  $L^*$  üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

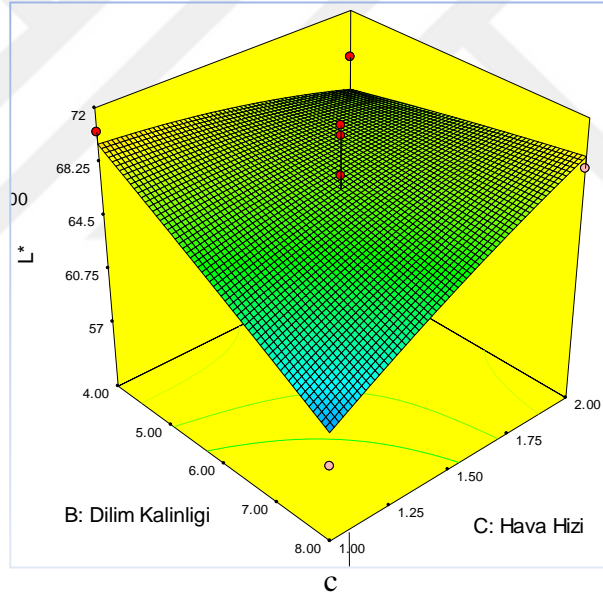
Kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığındaki artış  $L^*$  değerini düşürürken, kurutma hava hızındaki artış  $L^*$  değerini artırmıştır. Kurutma sıcaklığının  $L^*$  değerini azaltma etkisi dilim kalınlığından daha fazla olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

$L^*$  için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak lineer, kuadratik ve interaksiyon etkileri önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).  $L^*$  analizine ait regresyon katsayısı (0.5956) ve modelin önem durumu ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.4.), mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda  $L^*$  değerinin kullanılmayacağını göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur.  $L^*$  değerine ait üç boyutlu görseller Şekil 4.10.'da verilmiştir.



a

b



c

Şekil 4.10.  $L^*$  değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Model katsayıları (Çizelge 4.4.) ve Şekil 4.10 a'ya göre kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığı arttıkça  $L^*$  değeri azalış göstermektedir. Kurutma sıcaklığının  $L^*$  azalışı üzerine etkisinin dilim kalınlığından çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10 b'ye göre kurutma sıcaklığındaki artış  $L^*$  değerini azaltırken, hava hızındaki artış  $L^*$  değerini artırmaktadır.

Şekil 4.10 c'ye göre  $L^*$  değeri dilim kalınlığındaki artışla azalmakta, hava hızındaki artışla yükselmektedir.

$L^*$  sonuçlarına ait modelin Çizelge 4.4'e göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı belirlenmiştir.

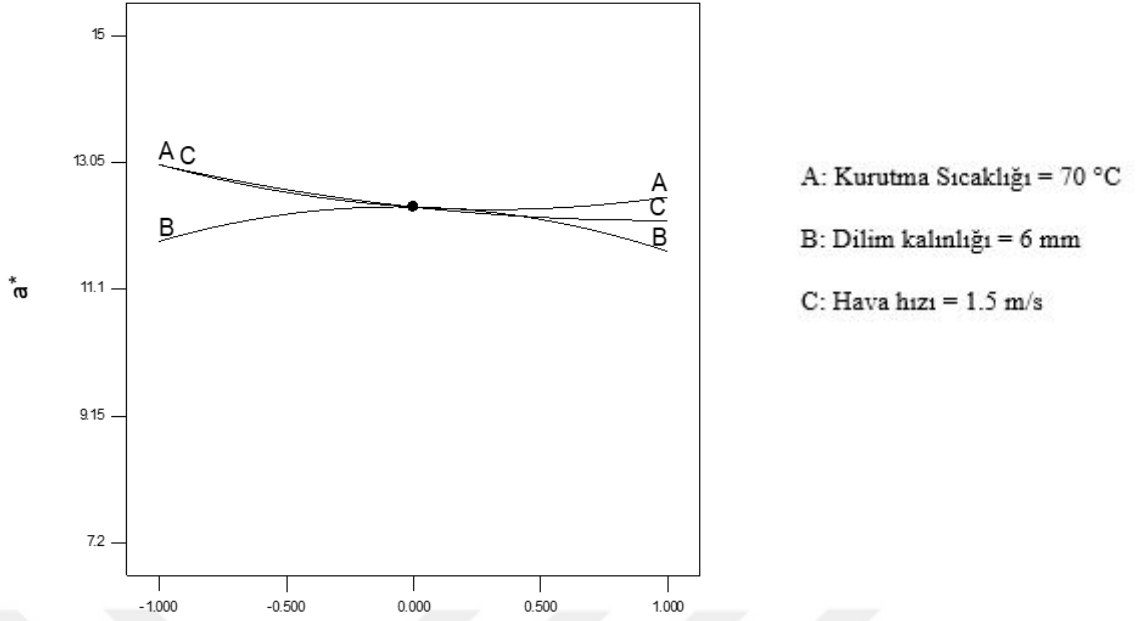
#### 4.2.3. $a^*$ Değerleri

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin  $a^*$  değerleri 7.28 – 15.00 arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının  $a^*$  (kırmızılık) üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin  $a^*$  değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 12.36 - 0.25X_1 - 0.079X_2 - 0.43X_3 + 0.63X_1X_2 - 0.49X_1X_3 - 0.24X_2X_3 + 0.40X_1^2 - 0.60X_2^2 + 0.22X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.9})$$

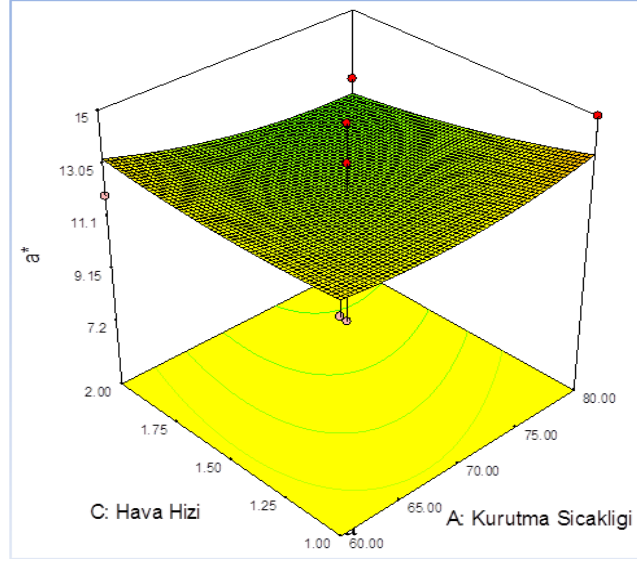


Şekil 4.11. Bağımsız değişkenlerin  $a^*$  üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

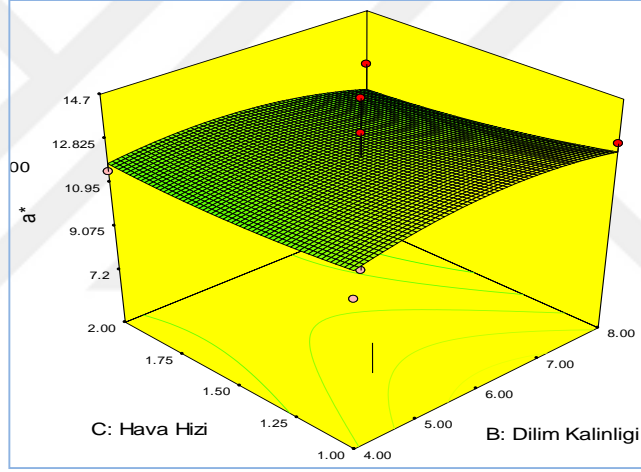
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin  $a^*$  üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.11’de görülmektedir.

Kurutma sıcaklığı ve hava kurutma hızında ki artış  $a^*$  değerini düşürürken, dilim kalınlığı 4-6 mm arasında artışa, 6-8 mm arasında ise azalışa neden olmuştur (Şekil 4.11.).

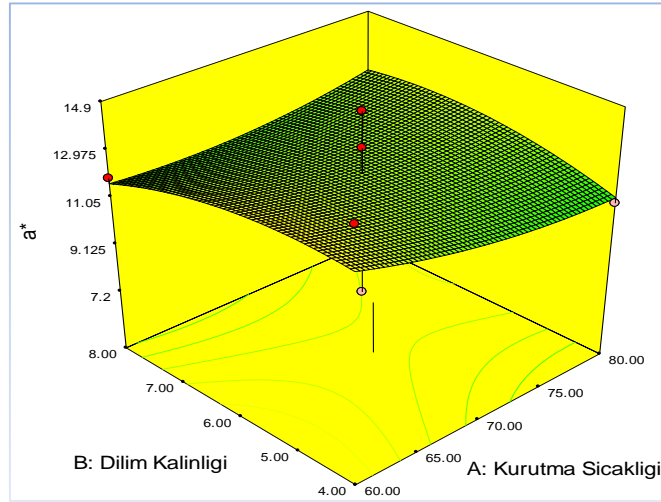
$a^*$  için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak lineer, kuadratik ve interaksiyon etkileri önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).  $a^*$  analizine ait regresyon katsayısı (0.1243) ve modelin önem durumu önemsiz ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.4.), dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda  $a^*$  değerinin kullanılmayacağını göstermektedir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur.  $a^*$  değerine ait üç boyutlu görseller Şekil 4.12’de verilmiştir.



a



b



c

Şekil 4.12 a\*değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Şekil 4.12 a’da görüldüğü üzere hava hızının sabit olduğu durumda dilim kalınlığındaki azalış a\* değerini kısmen artırmış, kurutma sıcaklığındaki artışta tam tersi olarak a\* değerini kısmen azaltmıştır.

a\* değeri üzerine kurutma hava hızının etkisi tespit edilmezken, kurutma sıcaklığındaki artış a\* değerini artırmıştır (Şekil 4.12 b). Şekil 4.12 c’de hava hızının a\* değerini etkilemediği, dilim kalınlığındaki artışın ise a\* değerini yükselttiği belirlenmiştir.

a\* sonuçlarına ait modelin Çizelge 4.4’e göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı belirlenmiştir.

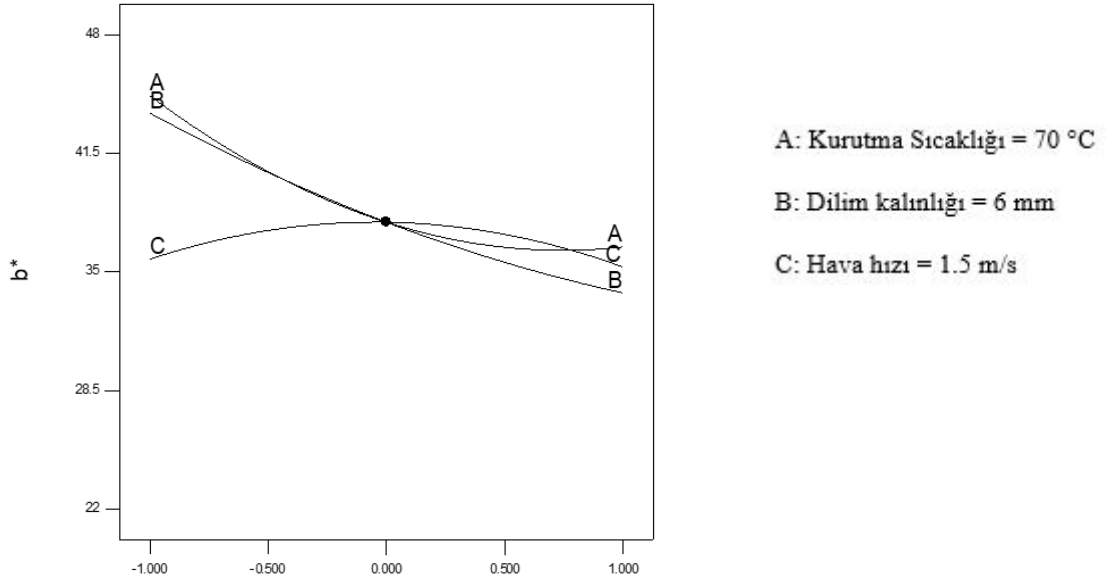
#### 4.2.4. b\* Değerleri

Kurutulmuş mandarin dilimlerinin b\* değerleri 22.87 – 47.98.00 arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının b\* (sarılık) üzerine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin b\* değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 37.72 - 4.14X_1 - 4.92X_2 - 0.21X_3 - 2.63X_1X_2 - 0.34X_1X_3 + 6.18X_2X_3 + 2.78X_1^2 + 1.05X_2^2 - 2.24X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.10})$$

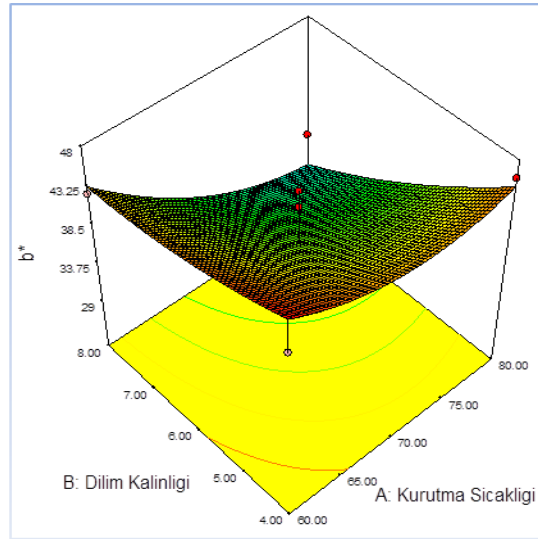


Şekil 4.13. Bağımsız değişkenlerin  $b^*$  üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

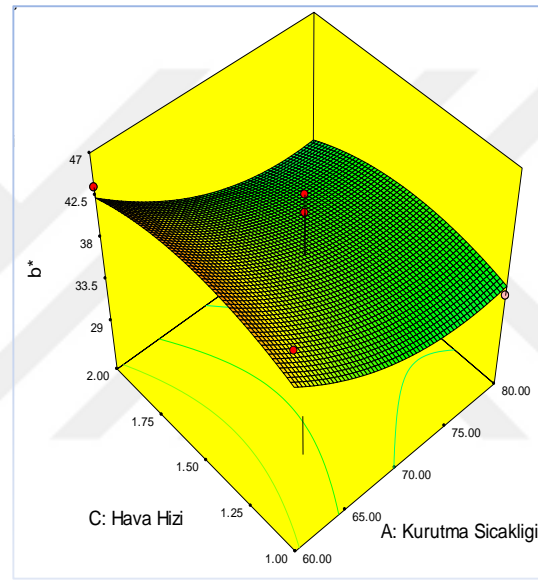
Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin  $b^*$  değeri üzerine olan etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.13’de görülmektedir.

Kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığında ki artış  $b^*$  değerini düşürürken, kurutma hava hızı 1-1.5 m/s arasında artışa, 1.5-2 m/s arasında ise azalışa neden olmuştur (Şekil 4.13).

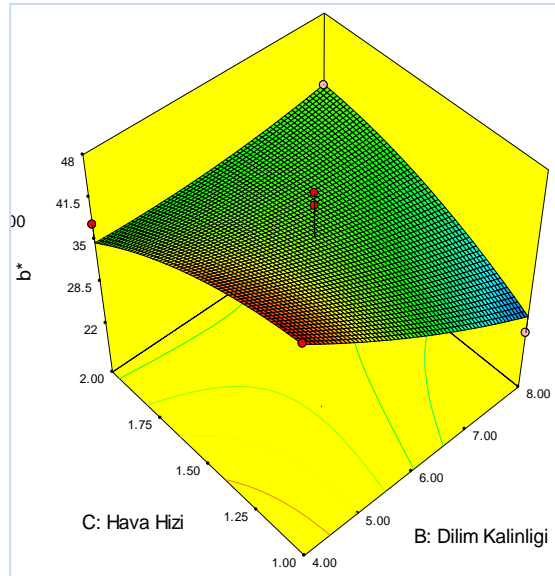
$b^*$  için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak kurutma sıcaklığı ( $p < 0.05$ ), dilim kalınlığı etkileri ( $p < 0.05$ ) ile dilim kalınlığı x hava hızı etkileşimi de önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.  $b^*$  analizine ait regresyon katsayısı (0.7748) ve modelin önem durumu önemsiz ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.4), dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda  $b^*$  değerinin kullanılmayacağı belirlenmiştir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur.  $b^*$  değerine ait üç boyutlu görseller Şekil 4.14’de verilmiştir.



a



b



c

Şekil 4.14.  $b^*$  değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Şekil 4.14 a’da görüldüğü üzere dilim kalınlığının azalmasıyla b\* değeri artmış, kurutma sıcaklığı 60-70 °C arası azalış, 70-80 °C arası artış göstermiştir.

b\* değeri kurutma hava hızı ve kurutma sıcaklığı azalırken azalma göstermiştir (Şekil 4.14 b). Şekil 4.14 c’de hava hızının azalmasıyla artış, dilim kalınlığının azalmasıyla düştüğü tespit edilmiştir.

b\* sonuçlarına ait modelin Çizelge 4.4’e göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değer kullanılmayacağı belirlenmiştir.

#### 4.2.5. Esmerleşme İndeksi Değerleri

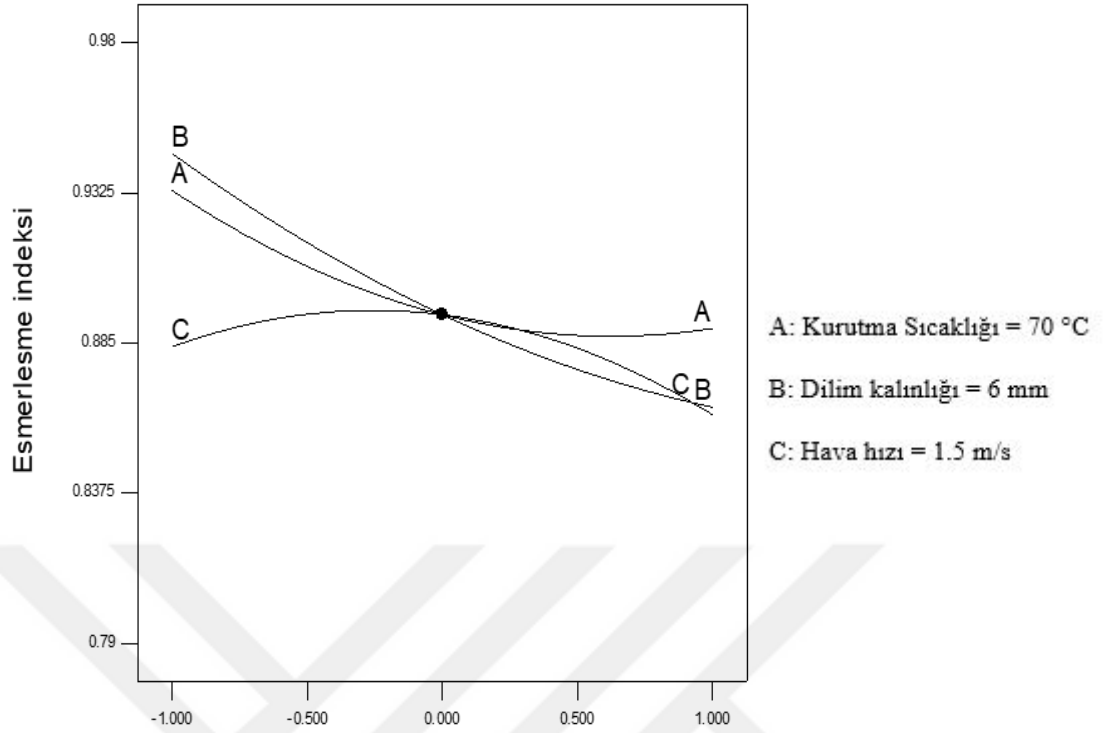
Kurutulmuş mandarin dilimlerinin esmerleşme indeksi değerleri 0.80 – 0.98 arasında tespit edilmiştir.

Farklı kurutma koşullarında mandarin dilimlerinin kurutulmasının esmerleşme indeksine olan etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve kurutma hızı bağımsız değişkenleri kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen kurutulmuş mandarin dilimlerinin esmerleşme değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait olan Eşitlik 4.11 aşağıda verilmiştir.

$$Y = 0.89 - 0.022X_1 - 0.040X_2 - 0.011X_3 - 0.026X_1X_2 - 5.838E-003X_1X_3 + 0.044X_2X_3 - 0.017X_1^2 + 0.011X_2^2 - 0.021X_3^2 \quad (\text{Eşitlik 4.11})$$

Kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı bağımsız değişkenlerinin esmerleşme indeksi değeri üzerine olan etkisini gösteren pertürbasyon grafiği Şekil 4.15’de görülmektedir.

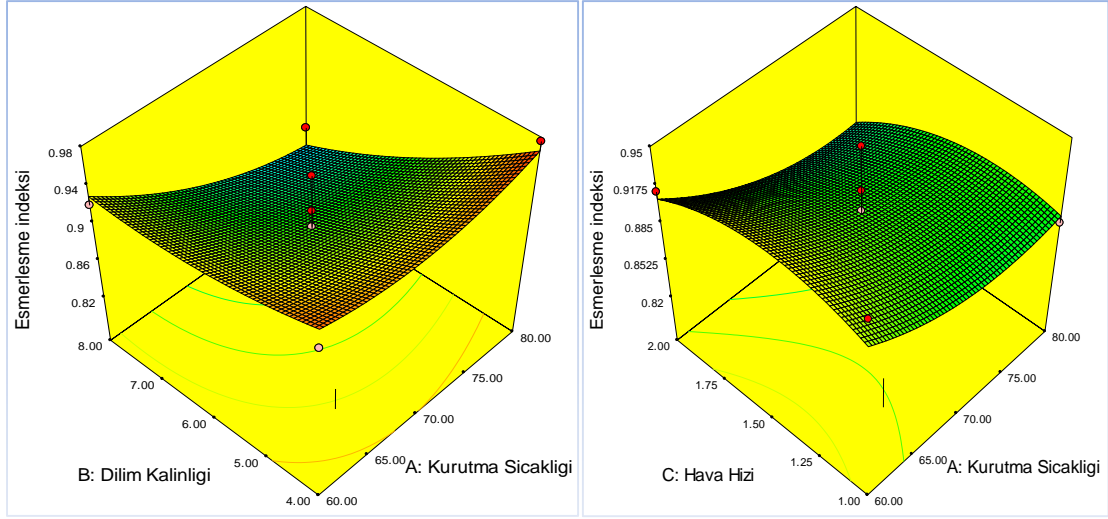


Şekil 4.15. Bağımsız değişkenlerin esmerleşme indeksi üzerine etkisini gösteren pertürbasyon grafiği

Kurutma sıcaklığı ve dilim kalınlığındaki artış esmerleşme indeksi değerini düşürürken, kurutma hava hızı 1-1.5 m/s arasında artışa, 1.5-2 m/s arasında ise azalışa neden olmuştur (Şekil 4.15).

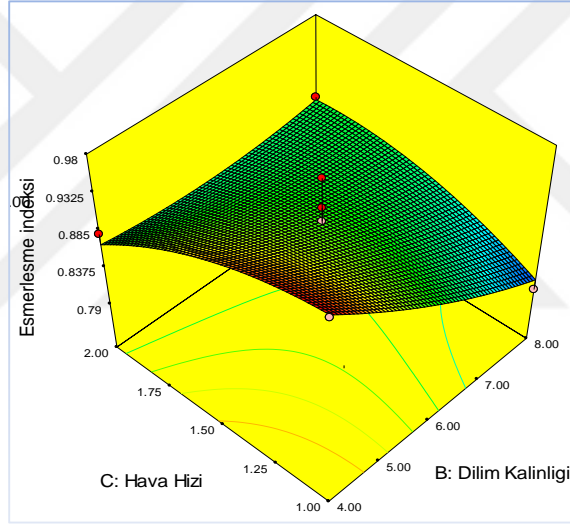
Esmerleşme indeksi için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden istatistiksel olarak sadece kurutma dilim kalınlığı etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Esmerleşme indeksi analizine ait regresyon katsayısı (0.7569) ve modelin önem durumu önemsiz ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 4.4), dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutma optimizasyonunda esmerleşme indeksi değerinin kullanılamayacağı belirlenmiştir. Modelin yeterliliğinde P-değeri ve  $R^2$  katsayısı göz önünde bulundurulmuştur. Esmerleşme indeksi değerine ait üç boyutlu görseller Şekil 4.16'da verilmiştir.





a

b



c

Şekil 4.16. Esmerleşme indeksi değeri için yüzey yanıt ve kontur grafikleri (a, b, c)

Şekil 4.16 a'da görüldüğü üzere dilim kalınlığının azalması ve kurutma sıcaklığının artması esmerleşme indeksi değerini artırmıştır.

Esmerleşme indeksi değeri kurutma hava hızı 1-1.5 m/s değerleri arasında artmış 1.5-2 m/s arasında azalmıştır. Kurutma sıcaklığının esmerleşme indeksi üzerine etkisi belirlenmemiştir (Şekil 4.16 b). Şekil 4.16 c'de hava hızı ve dilim kalınlığında ki azalışın esmerleşme indeksinde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Esmerleşme indeksi sonuçlarına ait modelin Çizelge 4.4'e göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mandarin dilimlerinin kurutulmasının optimizasyonunda bu değerin kullanılmayacağı belirlenmiştir.

#### **4.2.6. Kurutma Denemesinin Optimizasyonu**

Kuruma süresi kurutma uygulamaları için son derece önemli kalite özelliklerini belirleyen unsurların başında gelmektedir. Uzun kurutma süresi su aktivitesi düzeyine bağlı olarak enzimatik olan ve olmayan reaksiyonlarla birlikte, besinsel içeriklerde kayıp, renk kriterleri ve duyuşal özelliklerde azalma ve ekonomik açıdan da işletmelere fazladan maliyet getirmektedir. Dolayısıyla kurutma işleminin kısa sürede tamamlanması pek çok açıdan önemli kazanımlar sağlamaktadır.

Askorbik asit insan sağlığı açısından önemli bir bileşendir. Vücut tarafından sentezlenememesi gıdalar ile dışarıdan alınması zorunlu kılar. Gıdaların içeriğinde bulunan askorbik asit miktarı; depolama koşulları, sıcaklık, pH, enzimlerin reaksiyonu, oksijen ve daha birçok nedene bağlı olarak bozulabilmektedir. Dolayısıyla kurutma gibi yüksek ısıda uygulanan işlemler içeriklerinde bulunan askorbik asit miktarını düşürebilir. Bir taraftan bu koşullara bağlı kayıplar az olsun istenirken diğer taraftan askorbik asit içeriği zengin olan mandarin meyvesinin kurutma işlemi sonrası en yüksek askorbik asit içeriğine sahip olması da istenmektedir. Mandarinin hava ile kurutulmasında yapılan optimizasyon işlemi ile 60°C ve 2 m/s hava hızında, askorbik asidin ölçülen bu parametre değerlerinde en iyi şekilde korunduğu ve mandarinin kurutma işleminin tespit edilen parametreler de yapılması gerektiği önerilmektedir.

Sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşenlerin kurutma uygulamalarında çok az kayba uğramaları arzu edilen hedefler arasında bulunmaktadır. Sıcak hava uygulamalı kurutma işlemlerinde sıcaklığın artması, toplam fenolik bileşenlerinin azalmasına sebep olmaktadır.

HMF, işlenmemiş taze gıdalarda sifıra yakın bir değere sahip iken, ısı uygulamalar şeker içeren ürünler HMF'nin oluşmasına sebep olurlar. Kurutma işlemi sırasında

karbonhidratların dehidrasyonu ile meydana gelen Maillard Reaksiyonu, HMF oluşumunun sebebi olmakla birlikte, gıdaya uygulanan ısı işlemi bir göstergesidir. Bu değerin toksikolojik durumu nedeniyle, bir çok üründe düşük miktarda olması istenmekte, hatta belirli sınırlar dahilinde olması gerekmektedir. Tüm bu sebeplerle HMF, ısı işlem gören gıdalarda kalite kriterlerini belirleyen önemli bir değerdir.

Mandarin dilimlerinin kurutulmasında saptanan bu hususlar sisteme işlendiğinde sistemin oluşturduğu formülasyon Çizelge 4.5'te görülmektedir.

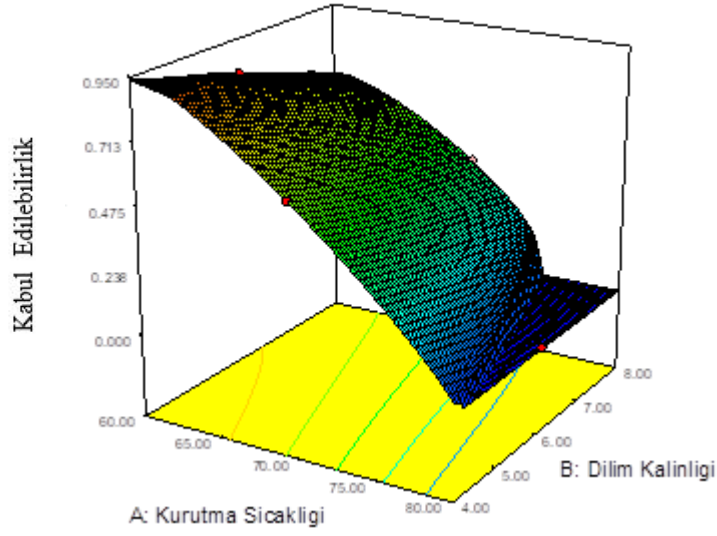
Çizelge 4.5. Mandarin dilimlerinin kurutulmasının doğrulaması için yapılan deneme kurulumu

Formül	Yanıt	Amaç	Alt değer	Hedef değer	%95 CI	%95 PI
	Kuruma süresi	Minimum	137	460.63	282.14-639.12	219.70-701.56
Formül 0.929	Askorbik asit	Maksimum	110.51	192.71	182.74-202.68	179.25-206.17
Kabul edilebilirlik	Fenolik madde	Maksimum	3220.16	5540.26	4566.95-6513.58	4186.73-6893.80
	HMF	Minimum	72.07	118.00	-99.39-335.38	-175.43-411.43

Kurutma sıcaklığı: 60.95 °C    Dilim kalınlığı: 4 mm    Kurutma hava hızı: 2 m/s

Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere mandarin dilimlerinin kurutulmasında kurutma sıcaklığı: 60.95 °C, dilim kalınlığı: 4 mm ve kurutma hava hızı: 2 m/s olarak belirlenmiştir.

Kabul edilebilirlik fonksiyonu değeri optimum koşullarda 0.929 olarak tespit edilmiştir. Yüksek değere sahip kabul edilebilirlik seçilen modellerin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Kabul edilebilirlik fonksiyonunun üç boyutlu gösterimi Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Kabul edilebilirlik fonksiyonunun üç boyutlu kontur gösterimi

Şekil 4.17'ye göre kurutma sıcaklığının azaltılması kabul edilebilirlik değeri üzerine çok etkili iken dilim kalınlığının etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.5'de ki kurutma şartları olarak kurutma sıcaklığı: 60.95 °C, dilim kalınlığı: 4 mm ve kurutma hava hızı: 2 m/s olarak tespit edilmiş ve Çizelge 4.5'de belirtilen yanıt analizleri bu şartlarda tekrarlanmıştır. Kurutmanın doğrulanması için yapılan analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.6'de görülmektedir.

Çizelge 4.6. Mandarin dilimleri kurutma doğrulama sonuçları

Yanıtlar	Sonuç
Kuruma süresi, (dakika)	484
Askorbik asit, (mg/100g KM)	189.33
Fenolik madde, (mg GAE/ 100g KM)	5505.46
HMF, (ppm)	127.16

Çizelge 4.6'daki sonuçların Çizelge 4.5'de verilmiş olan güven aralıklarından %95 güven aralığına (CI; confidence interval) düştüğü tespit edilmiştir.

Sonuç olarak mandarin dilimleri kurutmada kurutma sıcaklığı 60.95°C, dilim kalınlığı 4 mm ve kurutma hava hızı: 2 m/s olarak optimizasyonu oluşturulan kurutma şartlarının kabul edilebileceği ve kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yüzey yanıt yöntemiyle ve çalışmanın dizaynında Box-Behnken dizaynı kullanılarak mandarin dilimi kurutmada kurutma sıcaklığı (60-80 °C), dilim kalınlığı (4-8 mm) ve kurutma hava hızı (1-2 m/s) bağımsız değişkenlerinin kuruma süresi, askorbik asit, fenolik madde, antioksidan kapasite, toplam karotenoid ve flavonoid, HMF, L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi cevaplarına göre etkileri ve optimum kurutma şartları belirlenmeye çalışılmıştır. İkinci derece polinomial modeller kullanılmış olup model ve regresyon katsayılarına göre istatistiki olarak önem durumları belirlenmiştir.

- Model ve regresyon katsayılarına göre mandarin kurutmada kuruma süresi, askorbik asit içeriği, fenolik madde ve HMF'nin optimizasyonda kullanılabileceği, antioksidan kapasite, toplam karotenoid ve flavonoid, L\*, a\*, b\* ve esmerleşme indeksi cevaplarının kullanılamayacağı belirlenmiştir.
- Optimum şartlar askorbik asit ve fenolik madde için maksimum, kuruma süresi ve HMF için minimum olarak belirlendiğinde kurutma sıcaklığı 60.95 °C, dilim kalınlığı 4 mm ve kurutma hava hızı 2 m/s olarak, askorbik asit ve fenolik madde sırasıyla 183.33 mg/100 g KM ve 5505.46 mg GAE/100 g KM, kuruma süresi ve HMF içeriği de sırasıyla 484 dakika ve 127.126 ppm olarak tespit edilmiştir.
- Modellere ait eşitlikler, pertürbasyon grafikleri ile üç boyutlu yüzey yanıt grafiklerine göre cevaplara pozitif ve negatif etki eden başlıca faktörler belirlenmiştir.
- Kurutma sıcaklığı; kuruma süresi, askorbik asit, HMF ve b\* değerleri için başlıca etki eden bağımsız değişken olarak belirlenmiştir.
- Dilim kalınlığı; fenolik madde, antioksidan madde, esmerleşme indeksi ve flavonoid madde için başlıca etki eden bağımsız değişken olarak tespit edilmiştir.
- Hava hızı ise karotenoid madde, L\* ve a\* değerlerine etki eden başlıca bağımsız değişken olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak mandarin dilimi kurutmada kuruma süresinin kısa, değerli bileşenlerin yüksek (askorbik asit ve fenolik madde) ve HMF içeriğinin düşük olması için kurutma sıcaklığının düşük, dilim kalınlığının az ve kurutma hava hızının yüksek olması gerektiği tespit edilmiştir.



## KAYNAKLAR

- Anonim, 2017a. “ Kurutulmuş Mandalina ,” Eksis Endüstriyel Kurutma Sistemleri, erişim 27.07.2018  
<http://www.kurutma.net/kurutulmus-mandalina.html>
- Anonim, 2017b. “ Mandalina Kurudu, değeri 5 kat arttı ,” Seferihisar Belediyesi, erişim 27.07.2018  
<http://seferihisar.bel.tr/mandalina-kurudu-degeri-5-kat-artti/>
- Akdaş, S., 2014. Mandalinaların Farklı Kurutma Şartlarında Biyoaktif Bileşenlerinin Degradasyon Kinetikleri. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71s, İstanbul.
- Cemeroğlu, B. (Ed.), 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları Derneği No: 34, 535s, Ankara.
- Chakraborty, R., Bera, M., Mukhopadhyay, P., and Bhattacharya, P., 2011. Prediction of Optimal Conditions of Infrared Assisted Freeze-Drying of Aloe Vera (*Aloe barbadensis*) Using Response Surface Methodology. Separation and Purification Technology, 80(2), 375-384.
- Dündar, A., 2011. Farklı Sıcaklık Ve Sürelerde Pişirilen Köftelerde Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumunun Sınırlandırılmasında Optimum Tuz, Askorbik Asit ve Yağ Kullanım Seviyelerinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 106s, Konya.
- Erbay, Z., and İçier, F., 2009. Optimization of Hot Air Drying of Olive Leaves Using Response Surface Methodology. Journal of Food Engineering, 91(4), 533-541.
- Eren, I., ve Kaymak-Ertekin, F., 2007. Optimization of Osmotic Dehydration of Potato Using Response Surface Methodology. Journal of Food Engineering, 79(1), 344-352.
- Ergüneş, G., 1990. Çekirdeksiz Üzümün Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 121s, İzmir.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., and Verzera, A., 2004. Effects of Conditioning on HMF Content in Unifloral Honeys. Food Chemistry, 85(2), 305-313.
- Gamboa-Santos, J., Soria, A. C., Fornari, T., Villamiel, M., and Montilla, A., 2013. Optimisation of Convective Drying of Carrots Using Selected Processing and



Quality Indicators. International Journal of Food Science & Technology, 48(10), 1998-2006.

Hışıl, Y., 2004. Enstrümental Gıda Analizleri Laboratuvar Deneyleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, 45s, İzmir.

Holdsworth S.M., 1986. Advances in the Dehydration of Fruits and Vegetables, Concentration and Drying Of Foods (D. Mac Carthy ed. ), Elsevier App. Sci. Pub. Ltd., London, 293-303p.

Karimi, F., Rafiee, S., Taheri-Garavand, A., and Karimi, M., 2012. Optimization of an Air Drying Process For Artemisia Absinthium Leaves Using Response Surface and Artificial Neural Network Models. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 43(1), 29-39.

Kirk, J.T.O. and R.L. Allen, 1965. Dependence of chloroplast pigments synthesis on protein synthetic effects on actinone. Biochemistry and Biophysics Research Journal of Canada, 27: 523-530.

Kul, S., 2014. Cevap Yüzeyi Yöntemleri. Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 101s, Mersin.

Kong, K. W., Ismail, A., Tan, C. P., and Rajab, N. F. 2010. Optimization of Oven Drying Conditions For Lycopene Content and Lipophilic Antioxidant Capacity in A By-Product of The Pink Guava Puree Industry Using Response Surface Methodology. LWT-Food Science and Technology, 43(5), 729-735.

Martinez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G., and Chesson, A. 2002. Phenolic Compounds, Lycopene and Antioxidant Activity in Commercial Varieties of Tomato (*Lycopersicum esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(3), 323-330.

Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z., and Keyhani, A., 2008. Kinetic Models for Colour Changes in Kiwifruit Slices During Hot Air Drying. World Journal of Agricultural Sciences, 4(3), 376-383.

Tetik, M.K., 2014. Satsuma Mandarin Çeşidinin Gümüldür Koşullarında Meyve Büyümesi ve Olgunlaşmasının Bazı Kalite Özellikleriyle Belirlenmesi. Çanakkale OnSekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 40s, Çanakkale.

Muzaffar, K., and Kumar, P., 2015. Parameter Optimization For Spray Drying of Tamarind Pulp Using Response Surface Methodology. Powder Technology, 279, 179-184.

- Nipornram, S., Tochampa, W., Rattanatraiwong, P., and Singanusong, R. 2018. Optimization of low power ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Sainampung) peel. *Food Chemistry*, 241, 338-345.
- Noshad, M., Mohebbi, M., Shahidi, F., and Mortazavi, S. A., 2012. Multi-objective Optimization of Osmotic–Ultrasonic Pretreatments and Hot-Air Drying of Quince Using Response Surface Methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 5(6), 2098-2110.
- Patil, V., Chauhan, A. K., and Singh, R. P., 2014. Optimization of The Spray-Drying Process for Developing Guava Powder Using Response Surface Methodology. *Powder Technology*, 253, 230-236.
- Pua, C. K., Hamid, N. S. A., Tan, C. P., Mirhosseini, H., Rahman, R. B. A., and Rusul, G., 2010. Optimization of Drum Drying Processing Parameters for Production of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Powder Using Response Surface Methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 43(2), 343-349.
- Ölmez, T., 1999. *Tekstil Endüstrisinde Reaktif Boya Banyolarında Ozon ile Renk Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Schien, K. F., Moseley, S. A., and Winkler, G. E., 2006. U.S. Patent No. 7,105,088. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Singleton, V. L., and Rossi, J. A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N., and Jayaprakasha, G. K., 2002. Studies on The Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81-86.
- Sturm, B., Hofacker, W. C., and Hensel, O., 2012. Optimizing The Drying Parameters for Hot-Air–Dried Apples. *Drying Technology*, 30(14), 1570-1582.
- Šumić, Z., Tepić, A., Vidović, S., Jokić, S., and Malbasa, R., 2013. Optimization of Frozen Sour Cherries Vacuum Drying Process. *Food Chemistry*, 136(1), 55-63.
- Šumić, Z., Vakula, A., Tepić, A., Čakarević, J., Vitas, J., and Pavlić, B., 2016. Modeling and Optimization of Red Currants Vacuum Drying Process by Response Surface Methodology (RSM). *Food Chemistry*, 203, 465-475.
- Thirugnanasambandham, K., and Sivakumar, V., 2015. Influence of Process Conditions on the Physicochemical Properties of Pomegranate Juice in Spray

Drying Process: Modelling and Optimization. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.

Wang, G., Deng, Y., Xu, X., He, X., Zhao, Y., Zou, Y., and Yue, J. 2016. Optimization of Air Jet Impingement Drying of Okara Using Response Surface Methodology. Food Control, 59, 743-749.

Wani, S. M., Jan, N., Wani, T. A., Ahmad, M., Masoodi, F. A., and Gani, A., 2017. Optimization of Antioxidant Activity and Total Polyphenols of Dried Apricot Fruit Extracts (*Prunus armeniaca* L.) Using Response Surface Methodology. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16(2), 119-126.

Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W., 1999. The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals. Food Chemistry, 64(4), 555-559.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cansu GÜL  
Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul 06/08/1991  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
Eposta : [cansugul@outlook.com](mailto:cansugul@outlook.com)



### Eğitim Durumu

Lise : Bakırköy Lisesi / İstanbul  
Lisans : SDÜ, Gıda Mühendisliği

### Staj Bilgileri ve Mesleki Deneyim

- 06/2011 – 09/2011 **Work & Travel Programı Satış Danışmanı (USA)**
- Down's Consession Ohio/USA
- 07/2012 – 09/2012 **Eti-Çikolata Fabrikası, Zorunlu Staj**
- 06/2013 – 05/2014 **Cebeci Süt Fabrikası**
- Kalite Kontrol
  - Kaşar Peyniri Üretim Sorumlusu
- 06/2015 - 06/2016 **Antilop Sportif Gıdalar**
- İş Geliştirme Mühendisi
- 07/2016 - ... **Türk Hava Yolları, Kabin Memuru**