



**TAZE FASULYENİN KONVEKTİF KURUTULMASINDA
HAVA SICAKLIĞI VE ÖN İŞLEMLERİN KURUMA KİNETİĞİ
VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

FATMA KÜBRA İNAH

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ
Ağustos - 2019
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAZE FASULYENİN KONVEKTİF KURUTULMASINDA
HAVA SICAKLIĞI VE ÖN İŞLEMLERİN KURUMA KİNETİĞİ
VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

FATMA KÜBRA İNAH

TOKAT
Ağustos - 2019

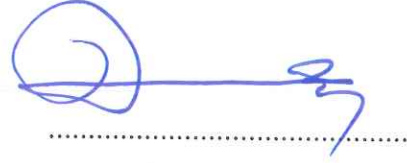
Her hakkı saklıdır

Fatma Kübra İNAH tarafından hazırlanan “Taze Fasulyenin Konvektif Kurutulmasında Hava Sıcaklığı ve Ön İşlemlerin Kuruma Kinetiği ve Renk Değişimi Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 06 Ağustos 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Caner KOÇ
Ankara Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİCİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

FATMA KÜBRA İNAH

6 Ağustos 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAZE FASULYENİN KONVEKTİF KURUTULMASINDA HAVA SICAKLIĞI VE ÖN İŞLEMLERİN KURUMA KİNETİĞİ VE RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

FATMA KÜBRA İNAH

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ)

Kurutma, tahıllar, meyve ve sebzeler, tıbbi ve aromatik bitkiler gibi tarımsal ürünlerin muhafazasında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Kurutmanın önemli amacı nem içeriğini azaltarak enzimatik ve oksidatif bozulmayı sınırlandırmak yoluyla ürünlerin ömrünü artırmaktır. Çalışmada, Tokat ilinde yetiştirilen Gina çeşidi taze fasulye örnekleri için en uygun kurutma koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemeler laboratuvar tipi sıcak havalı deneysel kurutucuda, açıkta güneş ve gölgede yürütülmüştür. Taze fasulye örnekleri kurutma öncesi kaynar suda 3 dakika bekletilmiş, bütün ve dilimlenmiş olarak sıcak havalı kurutucuda 50, 60 ve 70 °C hava sıcaklıklarında kurutulmuşlardır. Ürünlerin kuruma süresi, ön işlemlerin etkileri, kurutulmuş ürünlerdeki renk değişimi belirlenmiştir. Ayrıca, kurutma kinetiğini belirlemek için denemelerden elde edilen nem oranı kuruma süresi eğrileri, Modified Page, Midilli-Küçük ve Diffision Approach olmak üzere üç yarı teorik model kullanılarak modellenmiştir. Deneme sonuçları kurutma havası sıcaklığının artırılması ve ön işlem uygulanmasının kurutma süresini azalttığını göstermiştir. Ayrıca, kurutma sıcaklığının ve ön işlemlerin kurutulmuş ürünlerin renk değerlerine etki ettiği görülmüştür. Deneme sonuçlarına göre en hızlı kuruma 70 °C’ de gerçekleşmiştir. Taze ürüne en yakın renk değerleri laboratuvar tipi kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında dilimlenmiş ve haşlama işlemi yapılmış örneklerde tespit edilmiştir. Taze fasulyenin sıcak hava ile kurutulmasında, ele alınan modeller arasında Midilli ve Küçük modelinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

2019, 32 Sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Kurutma, taze fasulye, kuruma kinetiği, matematiksel modelleme, renk analizi

ABSTRACT

MASTER THESIS

TITLE OF THE THESIS

THE EFFECTS OF AIR TEMPERATURE AND PRETREATMENTS ON DRYING KINETICS AND COLOR CHANGE IN CONVECTIVE DRYING OF GREEN BEANS

FATMA KÜBRA İNAH

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

SUPERVISOR: PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ

Drying is one of the widely used methods in the preservation of agricultural products such as cereals, fruits and vegetables, medicinal and aromatic plants. The important aim of drying is to reduce the moisture content and thereby increase the lifetime of products by limiting enzymatic and oxidative degradation. In this study, it was aimed to determine the best drying conditions for Gina variety fresh bean samples grown in Tokat province. The experiments were conducted in a laboratory type hot air experimental dryer, in open sun and shade. Fresh bean samples were kept in boiling water for 3 minutes before drying, whole and sliced and dried in hot air dryer at 50, 60 and 70 °C air temperatures. The drying time of the green beans, effects of pretreatment, color change of dried product were determined. In addition, to determine the drying kinetics, the curves of moisture ratio-drying time obtained by experiments were modelled by using three semi-theoretical models, namely the Modified Page, Midilli-Küçük and Diffision Approach model. The results have showed that the increase in air temperature and pretreatment reduced the drying time. Moreover, it was observed that the temperature and pretreatments affect the colour values of the dried products. According to the results of drying experiments, the fastest drying took place at 70 oC. The closest color values according to fresh product were determined in laboratory type dryer at 50 °C drying temperature and in boiled samples. Midilli-Küçük model gave better prediction than other models, and satisfactorily described drying characteristics of green beans.

2019, 32 Page

KEYWORDS: Drying, green bean, drying kinetics, mathematical modeling, color analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden bugüne kadar bilgisi ve görgüsü ile bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ' e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince bana yardımcı olan Arş. Gör. Muhammed TAŐOVA' ya teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunuyorum.

FATMA KÜBRA İNAH

6 Ağustos 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİSİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Kurutulacak ürün	8
3.2. Yöntem.....	8
3.2.1. Kurutma öncesi ürünün hazırlanışı ve uygulanan önlemler.....	8
3.2.2. Kurutma yöntemi	8
3.2.3. Kurutma ortamı	8
3.2.4. Nem tayini	11
3.2.5. Sıcaklık ve bağıl nem ölçümü	12
3.2.6. Kuruma süresince ağırlık değişiminin belirlenmesi	14
3.2.7. Renk değerlerinin belirlenmesi.....	14
3.2.8. Kuruma verilerinin matematiksel modellenmesi	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Taze Fasulyenin Kuruma Özellikleri	17
4.2. Kuruma Verilerinin Matematiksel Modellenmesi	20
4.3. Renk Analizi Sonuçları	23
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	28
6. KAYNAKLAR	30
7. ÖZGEÇMİŞ	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
a	Kırmızılık/Yeşillik
b	Sarılık/Mavilik
cm	Santimetre
C	Kroma değeri
D_{eff}	Efektif nem yayılım değeri
ΔE	Toplam renk değişimi
h°	Hue açısı
h	Eşitlik katsayısı
j	Eşitlik Katsayısı
k	Eşitlik Katsayısı
kb	Kuru baz
kW	Kilowatt
L	Parlaklık renk değeri
m	Eşitlik Katsayısı
M	Kurutulan materyalin herhangi bir andaki nemi
M_e	Kurutulan materyalin verilen durumdaki denge nemi
M_0	Kurutulan materyalin ilk nem içeriği
N_y	Yaş baza göre nem oranı
R^2	Belirtme katsayısı
y_b	Yaş baz
W	Watt
W_i	İlk ağırlık
W_s	Son ağırlık

Kısaltmalar

AK

ANO

LDK

FAO

TÜİK

Açıklama

Açıkta Kurutma

Alınabilir Nem Oranı

Laboratuvar Tipi Deneysel Kurutucu

Gıda ve Tarım Örgütü

Türkiye İstatistik Kurumu



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Laboratuvar tipi kurutucunun genel görünüşü.....	9
Şekil 3.2. Laboratuvar tipi kurutucunun şematik görünümü	10
Şekil 3.3. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda fan ve ısıtıcı ünitesi	10
Şekil 3.4. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda kurutma bölmeleri.....	10
Şekil 3.5. Dış ortamda açık havada kurutma	11
Şekil 3.6. Nem tayininde kullanılan kurutma dolabı	12
Şekil 3.7. Hassas terazi	12
Şekil 3.8. Üniversal kontrol ünitesi	13
Şekil 3.9. Sıcaklık ölçüm noktaları, kontrol ünitesi, sıcaklık ve bağıl nem kaydedici	13
Şekil 3.10. Renk değerlerinin belirlenmesinde kullanılan renk ölçer	15
Şekil 4.1. Kurutucuda bütün ve ön işlem uygulanmadan kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi	17
Şekil 4.2. Kurutucuda bütün ve ön işlem uygulanarak kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi.....	18
Şekil 4.3. Kurutucuda dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmadan kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi	18
Şekil 4.4. Kurutucuda dilimlenmiş ve ön işlem uygulanarak kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi	19
Şekil 4.5. Midilli-Küçük modeline ait 60°C’ de bütün ve ön işlemsiz olarak kurutmada ANO değerlerinin tahmini	22
Şekil 4.6. Açıkta güneşte kurutulan taze fasulye örnekleri.....	24
Şekil 4.7. Açıkta gölgede kurutulan taze fasulye örnekleri	25
Şekil 4.8. Kurutucuda kurutulan taze fasulye örnekleri	25

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kurutma modelleri.....	16
Çizelge 4.1. Dış ortamda yapılan denemelerin kuruma süreleri	20
Çizelge 4.2. Diffusion Approach modeli katsayı değerleri	20
Çizelge 4.3. Midilli-Küçük modeli katsayı değerleri	21
Çizelge 4.4. Modified Page modeli katsayı değerleri	22
Çizelge 4.5. Taze ve kurutulmuş üründe ölçülen renk değerleri	23
Çizelge 4.6. Taze ve kurutulmuş üründe hesaplanan renk değerleri	26

1. GİRİŞ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) besin değeri yüksek olan bir bitkidir ve dünyada çok miktarda tüketilen bir kültür bitkisidir. Fasulye Leguminosae familyasına aittir. Fasulye, taze sebze olarak tüketilebildiği gibi, konserve yapılarak, turşu yapılarak, kurutulularak değerlendirilmektedir (Bozoğlu, 1995). Taze fasulye, genel olarak Türkiye'nin her yöresinde rahatlıkla yetiştirilmekte, halkın yaş sebze gereksinimini karşılamada önemli bir yer tutmaktadır.

Fasulye Orta Amerika kökenli bir bitkidir. Anadolu'ya 250 yıl önce gelmiş ve çok geniş bir ekim alanı bulmuştur (Şehirali, 1988). Dünyada 2016 yılında 1 557 234 hektar alanda 22 595 719 ton taze fasulye üretimi gerçekleşmiştir. 2016 yılı rakamlarına göre taze fasulye üretiminde dünyada en önemli üretici %79 payla Çin'dir. Diğer önemli üretici ülkeler ise sırasıyla Endonezya, Hindistan, Türkiye, Tayland, Mısır, İspanya ve Fas'tır. Türkiye dünya taze fasulye üretiminin % 3'ünü gerçekleştirmektedir. 2016 yılı verilerine göre Türkiye'de 49 701 hektar alandan 651 094 ton taze fasulye üretilmiştir. FAO'nun verilerine göre, 1980-2016 yılları arasında dünya taze fasulye üretim miktarı 5.5 kat artmıştır. Üretim artışında ekim alanı (2.29 kat) ve verim artışı (2.41 kat) etkili olmuştur.

Dünyada fasulye dış ticareti ele alınan dönemde önemli gelişim göstermiş ve dönem başına göre taze fasulye ihracatı miktarı 8.03 kat, değeri 20.04 kat artış göstermiştir. En fazla taze fasulye ihracatı yapan ülkeler; Fas, Fransa, Hollanda, Meksika, Mısır, Kenya ve ABD'dir. En fazla taze fasulye ithalatı yapan ülkeler; İspanya, Belçika, Hollanda, ABD, Fransa ve Birleşik Krallıktır.

Türkiye, dünyada taze fasulye üretiminde dördüncü, ekim alanı bakımından beşinci, verimde ise on altıncı sıradadır (Anonim, 2018). Taze fasulye üretimi Samsun, Antalya, Bursa, Mersin, İzmir, Tokat, Burdur, Muğla, Hatay ve Karaman illerinde yoğun olarak yapılmaktadır. Üretimin % 13.3'ünü Samsun, % 9.3'ünü Antalya, % 9.1'ini Bursa, % 7.94'ünü Mersin, % 6.81'ini İzmir, % 6.77'sini Tokat, % 3.72'sini Burdur, %3.52'sini Muğla ve % 2.79'unu ise Karaman ili karşılamaktadır.

Türkiye’de taze fasulye 2017 yılında 18 milyar TL üretim değeri ile sebze üretim değerinin % 5.4’ünü, toplam bitkisel üretim değerinin ise % 1.3’ünü oluşturmaktadır. Türkiye taze fasulye üretiminde kendi kendine yeterli durumda olmakla birlikte üretiminin geliştirilmesi noktasında politikalarda iyileştirmeler sektörün gelişimi açısından önem arz etmektedir.

Türkiye’de 1992 yılında 535.950 dekar olan taze fasulye ekim alanı % 8.7 azalarak 489.392 dekara gerilemiştir. Ekim alanının azalmasına karşı 1991 yılında 436.000 ton olan taze fasulye üretimi % 44.6 artarak 630.347 tona yükselmiştir. İller itibariyle taze fasulye üretim alanı en fazla %12.38 ile Samsun ilindedir. Taze fasulye üretimi içerisindeki en yüksek pay da % 13.25 ile Samsun iline aittir. Samsun’u 58.669 ton ile Antalya, 57.252 ton ile Bursa, 50.028 ton ile Mersin, 42.905 ton ile İzmir, 42.706 ton ile Tokat, 23.452 ton ile Burdur ve 22.168 ton ile Muğla ili takip etmektedir.

Tarımsal ürünlerin soğutulularak, dondurularak, kimyasal maddelerle işlemlerden geçirilerek, oksijensiz ortamda depolanarak, ultraviyole ve radyoaktif ışıklardan yararlanarak da uzun süre saklanması mümkün olmakla birlikte bu uygulamalar içerisinde kendine en geniş uygulama alanı bulan yöntem kurutma yöntemidir (Yağcıoğlu, 1996).

Tarımsal ürünleri kurutmada amaç üründen fazla suyu uzaklaştırarak ürünlerin uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesini sağlamaktır. Sebze ve meyvelerin hasattan sonraki ilk nem içeriği % 60-80 olup, güvenli depolama için % 10-25 son nem seviyesine düşürülmesi gerekmektedir (Ertekin ve Yıldız, 1998). Tarım ürünleri, hasattan itibaren kısa süreliğine taze olarak tüketilebilmekte olup, hasattan tüketime kadar geçen süreçte depolamaya ihtiyaç duymaktadır. Hasat sonrası belirli bir süre daha bünyelerindeki besin maddelerinden sağladıkları enerji ile canlılıklarını sürdürürler ve bu nedenle besin değerleri düşer, ayrıca tohumdan hasat edildikleri ana kadar geçen süreçte çevreden üzerlerine bulaşan asalak canlıların faaliyetleri sonucu bozulmalar gerçekleşir. İnsanlar depolama sırasında ürünlerin maruz kaldığı olumsuz etkileri önlemek için birçok yöntem bulmuştur. Tarım ürünlerinin bozulmadan uzun süre muhafaza edilmesi için bünyelerindeki suyun azaltılması bilinen en eski uygulamalardan biridir (Yağcıoğlu, 1999).

Ülkemizin iklim koşullarının uygun olması nedeniyle, her çeşit meyve ve sebzenin kurutulması işlemi büyük çapta doğal koşullar altında güneşe sererek yapılmaktadır. Ancak ülkemizin dünya kurutulmuş ürün piyasasındaki payını arttırabilmesi için daha hijyenik koşullarda ve kaliteli kuru ürün üretilmesine önem verilmesi gerekmektedir. Dünyada ticareti yapılan kurutulmuş sebzelerin % 98'i kontrollü şartlarda sıcak hava ile kurutulmaktadır. Sıcak hava ile kurutulan ürünler üstün kalitededir ve tüketilmeye hazır durumdadır.

Yapılan literatür taramasında taze fasulyenin kurutulması üzerine yapılmış araştırmaya pek rastlanmamıştır. Çalışmanın amacı, Tokat yöresinde yetiştirilen Gina çeşidi taze fasulyenin farklı yöntemlerle kurutulmasında kuruma özelliklerinin ve kurutma sonucunda elde edilen ürünün renk değişimlerinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Doymaz (2004), yaptığı çalışmada İskenderun'da yetiştirilen taze fasulyelerin ince tabaka kurutma denemeleri ve matematiksel modellerini araştırmıştır. Taze fasulyenin kuruma karakteristikleri 50-70°C arası sıcaklıklarda sıcak hava kullanılarak ortalama nem içeriği % 90.53'ten % 14'e kadar düşürülerek incelenmiştir. Araştırma sonuçları artan kurutma havası sıcaklığının kuruma süresini kısalttığını göstermiştir. Elde edilen deneysel kuruma eğrileri Handerson ve Pabis, Lewis ve Page modellerinde analiz edilmiştir. Page modeli diğer modellere göre bu çalışmadaki verilerle daha fazla uygunluk göstermiştir.

Mengeş (2005), yaptığı çalışmada patatesin farklı hava sıcaklıkları ve ön işlem şartlarında göstereceği kurutma karakteristiklerini belirlemeye çalışmıştır. Denemelerde hava sıcaklığı olarak 60°C, 70°C ve 80°C, hava hızı olarak 2 m/s alınmıştır. Patates örnekleri kurutma öncesi ön işlem olarak 20×10×4 mm, 12.5×12.5×12.5 mm ve 25×12.5×12.5 mm boyutlarında kesildikten sonra kurutulmuştur. Elde edilen verilerden yararlanılarak istatistiki değerlendirmeler yapılmıştır. Deneme sonucunda hava sıcaklığının ve uygulanan ön işlemin patatesin kuruma hızı üzerine olan etkisi belirlenmiştir.

Yaldız ve Ertekin (2007), yaptıkları çalışmada kuruma deneyleri için bir kurutma kabini ve güneş enerjili hava ısıtıcıdan oluşan bir güneş kabini kullanmışlardır. Kabak, yeşil biber, taze fasulye ve soğan ince tabaka halinde kurutulmuştur. Ürünlerin kuruma süresi üzerindeki etkisini araştırmak için üç farklı kurutma hava hızı kullanılmıştır. Taze ürünler güneşte kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Sonuçlar kurutma hava hızının kuruma süresi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Güneş kabininde kurutulan sebzelerin kuruma süreleri 30.29 ve 90.43 saat arasında değişmektedir. Güneşte kurutma yönteminde ise bu süreler 48.59 ve 121.81 saat arasında belirlenmiştir.

Keçebaş (2007), yaptığı çalışmada kurutma öncesi uygulana farklı bileşimdeki (su, %3'lük NaCl, CaCl₂, MgO, MgCO₃ çözeltileri) haşlama sularının ve depolama süresinin kurutulmuş brokolinin antioksidan aktivitesi, renk, klorofil ve askorbik asit içeriği üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda su ve tuz ile haşlanarak kurutulan brokoliler renk ve koku bakımından en yüksek puanları alarak en çok beğeniyi kazanmıştır. 24 saat sonundaki en yüksek rehidrasyon kapasitesine tuz

çözeltilisine daldırılarak kurutulan örnekler ulaşmıştır. MgO uygulaması dışında örneklerin L değerleri üzerine depolamanın etkisi önemsiz bulunmuştur. Depolama süresi boyunca a değerinde artış olmuştur. Depolama sonunda ise en yüksek b değeri kontrol grubunun örneklerinde olmuştur.

Perumal (2007), çalışmasında güneş kabinleri, vakumla desteklenmiş güneş kurutucular ve açıkta güneşte kurutma yöntemlerinin performanslarını karşılaştırmıştır. Bu araştırma için domatesi kullanmıştır. Domates dilimlerinin (4,6 ve 8 mm kalınlıkları) kuruma kinetiğini incelemek için bir laboratuvar modeli güneş kabini ve vakum destekli güneş kurutucuları geliştirilmiştir. İnce tabakalı kurutma modelleri kullanılarak kuruma kinetiği ve ortam havası sıcaklığı, domates dilimlerinin kurutulmasında bağıl nem, güneş ışığı ve rüzgar hızı değerlendirilmiştir. Domates dilimlerinin renk tutma, su aktivitesi, rehidrasyon kapasitesi ve askorbik asit retansiyonu gibi fiziko-kimyasal parametreler açısından kalitesi değerlendirilmiştir. Ve genel çalışma; iyi kalitede kurutulmuş domates dilimlerinin güneş kabinine ve açıkta güneşte kurutma yöntemlerine kıyasla vakum destekli güneş kurutma makinesi kullanılarak üretilebileceği sonucuna varmıştır. Page modelinin, incelenen tüm kurutma yöntemlerinde domates dilimlerinin kurutma kinetiklerini tanımlamada daha iyi olduğu bulunmuştur.

Mutlu ve Ergüneş (2008), yaptıkları çalışmada Tokat'ta yetiştirilen Yüksel (Y-67-F1) çeşidi domates örnekleri ön işlemlerden geçirilerek güneş enerjili doğal akışlı raflı tip kurutucuda ve eşzamanlı olarak açık havada ayaklı tel örgülü tepsilerde kurutmuşlardır. kurutma denemeleri 2006 yılında iki dönem halinde gerçekleştirilmiştir. Kurutulan ürünler kuruma zamanı, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından karşılaştırılmıştır. Birinci denemede kurutucu içerisinde en alt raftaki ürünler 120 saatte kurumuşlardır. Bu örneklere ait hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 54.43° ve 22.52 olarak bulunmuştur. Taze örneklerle kıyaslandığında kroma değeri yaklaşık %45 oranında azalmıştır. İkinci denemede, kurutucu içerisinde en alt raftaki ürünler 168 saatte kurumuşlardır. Bu örneklere ait hue açısı ve kroma değerleri sırasıyla 55.78° ve 17.69 bulunmuştur. Taze örneklerle kıyaslandığında kroma değeri yaklaşık %54 oranında azalmıştır.

Pardeshi ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada üç farklı bezelye çeşidini beş farklı sıcaklık (55-75°C) aralığında otomatik tartım sistemi olan ve 100 m/dk. hava akımına sahip bir sıcak hava kabininde kurutmuşlardır. Bezelyelere kurutma öncesi ön işlem

olarak haşlama ve sülfite bandırma uygulanmıştır. 60°C’de kurutulan Pb-87 çeşidi bezelye rehidrasyon kapasitesi ve duyuşal değerlendirme sonuçlarına dayanarak en iyi kaliteyi göstermiştir.

Gatea (2010), bu araştırmasında bir güneş kurutma sistemi, silindirik bir bölüm tasarımı ve yapımı ve termal kurutma sisteminin performans analizini gerçekleştirmiştir. Bir güneş kollektörü düz plaka, kurutma odası silindirik bölüm ve bir fan dan oluşan bir güneş kurutma sistemi inşa edilmiştir. Ve bu kurutma sistemi ile 70 kg fasulyenin kurutulması amaçlanmıştır. Saat öğleden önce 11’de 71,4 °C ‘lik maksimum sıcaklık çıkışında düz plaka emiciliği olan bir termal güneş kollektörünün analizi yapılmıştır. Radyasyon yoğunluğunda ortam sıcaklığı 34 °C ‘de 0,0401 kg/s hava akış hızı için 750 W/m² elde edilmiştir. Hesaplamadan elde edilen güneş enerjili hava kollektörünün termal verimliliğinin maksimum ortalama değeri 0,0675 kg/s hava akış oranında %25,64, maksimum günlük verimliliğe sahip kurutma sistemi hava akış hızı 0,0405 kg/s olduğunda % 18,41 olmuştur.

Akyüz (2010), çalışmasında bamyanın farklı hava sıcaklığı ve hava hızlarında göstereceği kurutma karakteristiklerini belirlemeye çalışmıştır. Denemelerde hava sıcaklığı olarak 40°C, 50°C, 60°C ve 70°C, hava hızı olarak da 1.0 m/s ve 2.0 m/s alınmıştır. Denemeler sonucunda, hava sıcaklığının ve hava hızının bamyanın kuruma hızı üzerine etkileri belirlenmiştir. Elde edilen verilere istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca örneklerin renk ölçümleri de yapılmıştır. Kurutma kullanılan hava sıcaklığının ve hava hızının artışı bamya örneklerinin tümünde kuruma hızı ve kuruma sabiti değerini artırmış, L, a ve b değerlerini ise azaltmıştır.

Doymaz ve Kocayigit (2011), bezelyenin kuruma karakteristiklerini araştırmak amacıyla, 55-70°C arasında değişen sıcaklıklarda ve 2.1 m/s hava hızına sahip olan bir konveksiyon kurutucu kullanmışlardır. Bezelyeler kurutulma işleminde önce ön işlem olarak etil alkol ve sitrik asit solüsyonuna ve 85°C sıcaklıktaki sıcak suya bandırılmıştır. Kuruma süreci kuru madde miktarı 0.3 kg su/kg olana kadar devam ettirilmiştir. Sıcak su ile haşlama yapılan örnekler kontrol şartlarına ve diğer ön işlem uygulamalarına göre daha hızlı kurumuştur. Ayrıca ön işlem uygulanan örneklerin rehidrasyon kapasitesi ön işlem uygulaması yapılmayan örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Kuruma verileri dört kuruma modeline, Lewis, Handerson ve Pabis, logaritmik ve Page modellerine uygun bulunmuştur.

Doymaz (2011), yaptığı bu çalışmada taze fasulye ve bamyanın güneşte kuruma karakteristiklerini incelemiştir. Kuruma deneyleri İskenderun'da yürütülmüştür. Güneşte kurutma çalışması yapılırken 60 ve 100 saat boyunca taze fasulye ve bamyanın başlangıç nem içerikleri % 89.5 ve % 88.7'den % 15 nem içeriğine kadar düşürülmesi dikkate alınmıştır. Kuruma eğrilerinde değişmeyen hız dönemi bulunmamaktadır. Kuruma süresi boyunca azalan hız dönemi gözlenmiştir. Kuruma verileri on üç kuruma modeli ile uyum göstermiştir.

Yoğurtçu (2016), yaptığı çalışmada kabakgillerden bir kabak çeşidinin (C. Pepo) mikrodalga kurutucuda kuruma karakteristiğini araştırmıştır. Kullanılan kabak örnekleri 3, 6 ve 8 mm kalınlıklarda dilimlenerek farklı mikrodalga çıkış güçlerinde (90, 180, 360, 600 W) kurutularak kütle kaybı ve kuruma süreleri incelenmiştir. Mikrodalga çıkış hızının artması ile birlikte kabak dilimlerinin kuruma hızının da arttığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra kabak dilimlerinin kalınlığının artmasıyla son nem içerikleri için kuruma süresinin de arttığı bulunmuştur. Deneysel verileri değerlendirmek için literatürde bulunan on kurutma modeli kullanılmıştır.

Doymaz ve Aktaş (2017), çalışmalarında kabin kurutucu kullanarak patlıcan dilimlerinin kuruma karakteristiğini araştırmışlardır. Patlıcan dilimleri kurutulmadan önce ön işlem olarak sitrik asit solüsyonuna bandırma ve sıcak su ile haşlama yöntemleri uygulanmıştır. Sonra ön işlem uygulanan ve ön işlem uygulanmamış örnekler 40, 50, 60 ve 70°C'de farklı sıcaklıklarda kurutulmuştur. Artan kurutma sıcaklığı ve ön işlemler kuruma süresini kısaltmıştır. Ayrıca kurutma sıcaklığı ve ön işlemlerin renk değerlerini de etkilediği gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kurutulacak ürün

Kurutma denemelerinde materyal olarak Tokat yöresinde yetiştirilen Gina çeşidi taze fasulye kullanılmıştır. Taze fasulyeler aynı üreticiden temin edilmiş ve kurutma öncesinde buzdolabında (+4°C'de) muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kurutma öncesi ürünün hazırlanışı ve uygulanan ön işlemler

Tokat yöresinde yetiştirilen taze fasulyelerin aynı olgunluk düzeyi ve boyutta olmasına dikkat edilmiştir. Kurutma işlemine başlamadan önce yıkama, seçme, ayıklama, uç kesme ve dilimleme gibi bazı ön işlemler uygulanmıştır. Homojen büyüklükte seçilen taze fasulyeler bütün olarak ve yatay eksenleri boyunca eşit olarak dilimlenerek kurutulmuşlardır. Denemede kullanılan fasulyeler daha sonra kaynar suda 3 dakika süre ile bekletilmeye maruz bırakılmışlardır. Haşlama süresi sonunda fasulyeler 1 dakikalık süre ile soğuk suya tabi tutulmuştur. Böylece haşlama işlemi tamamlanan fasulye örnekleri kurutma ortamlarına yerleştirmeye hazır hale getirilmiştir. Ayrıca kurutma denemelerine başlamadan önce seçilen taze fasulyelerde renk ölçümleri yapılarak taze fasulyeye ait L, a, b renk değerleri belirlenmiştir.

3.2.2. Kurutma yöntemi

Taze fasulye örnekleri laboratuvar tipi deneysel kurutucuda ve açıkta güneş ve gölgede kurutulmuşlardır. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda sabit hava debisinde 50 - 60 ve 70 °C olmak üzere üç hava sıcaklığında denemeler gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar tipi kurutucunun silindirik biçimindeki kurutma bölmesinden geçen hava hızı 1.2 m/s olarak alınmıştır.

3.2.3. Kurutma ortamı

Kurutulacak olan taze fasulyeler iki farklı ortamda kurutulmuştur.

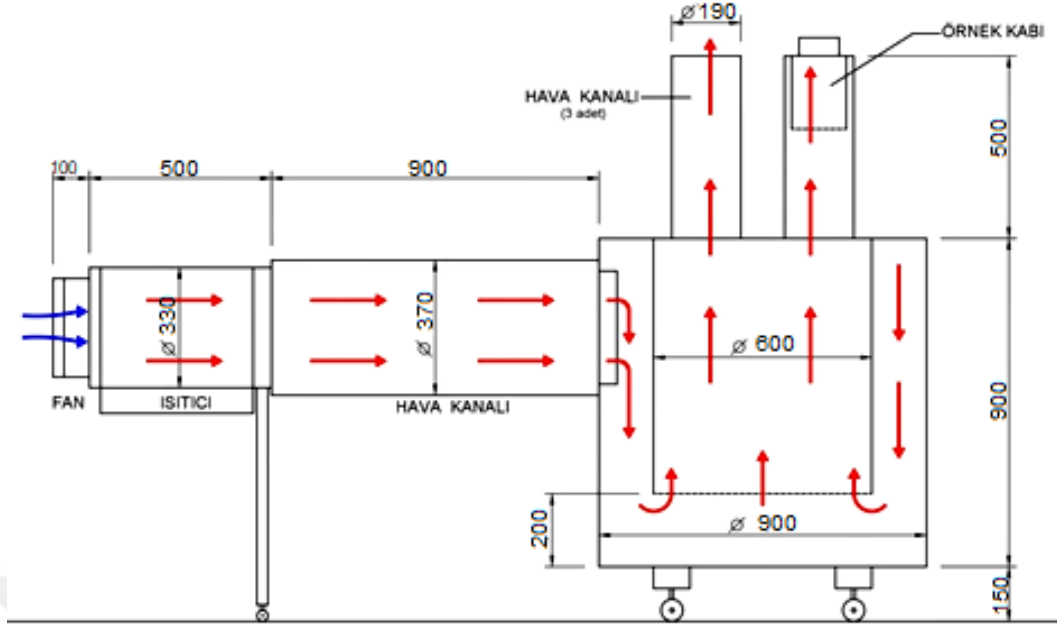
- Laboratuvar tipi deneysel kurutucu
- Dış ortamda açıkta kurutma

Laboratuvar tipi deneysel kurutucu

Kurutma denemelerinde Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma laboratuvarında bulunan ve deneysel amaçlı olarak tasarlanıp imal edilmiş kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2). Kurutucuda hava sıcaklığı ve debisi kontrol edilebilmekte, kurutma sırasında gerekli ölçümler yapılabilmektedir. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda 6 kW gücünde bir ısıtıcı kullanılmıştır. Kurutucuda fan tarafından emilen çevre havası, elektrikli bir ısıtıcıdan geçirilip istenilen sıcaklığa ayarlanabilmektedir (Şekil 3.3). Sıcak hava, kurutucu içerisinde iç içe geçmiş iki silindir bulunan kurutma odasına gönderilmektedir. Sıcak hava buradan sonra ürünlerin yerleştirildiği kurutma kanallarına sevk edilmektedir. Kurutucu üzerinde üç adet kurutma kanalı bulunmakta ve her kurutma kanalına ait birer adet kurutma bölmesi bulunmaktadır (Şekil 3.4). Ürünleri koymak için kurutma bölmelerinde bulunan silindirik kaplar altları delikli sacıla kaplanmıştır. Kurutma kapları kanallara sıkıca yerleştirilmiştir. Ayrıca, hava kayıplarının engellenmesi için kapların üst kenarlarına sabit flanşlar yerleştirilmiş ve kanalların içine tam oturması sağlanmıştır. İç silindirdeki hava sıcaklığını ölçmek amacıyla bir adet Pt100 sıcaklık sensörü yerleştirilmiş olup, sensörden gelen sinyaller universal kontrol ünitesi (Elimko 210, Türkiye) tarafından değerlendirilerek ısıtıcıya gelen akım miktarı ayarlanabilmektedir.



Şekil 3.1. Laboratuvar tipi kurutucunun genel görünümü



Şekil 3.2. Laboratuvar tipi kurutucunun şematik görünümü



Şekil 3.3. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda fan ve ısıtıcı ünitesi



Şekil 3.4. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda kurutma bölmeleri

Dış ortamda açıkta kurutma

Kurutma denemeleri dış ortamda-açık havada gerçekleştirilmiştir. Kurutulacak ürünün yerleştirildiği raflar 60x60 cm ebatlarında ahşap malzemeden imal edilmiştir. Mentşeli rafların üzeri böcek, kuş, vb dış etkenlerden ürünü korumak için ve hava geçişini de engellemeyecek ölçülerde plastik tel elek ile örtülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Dış ortamda açıkta havada kurutma

3.2.4. Nem Tayini

Kurutulacak taze örneklerin nemini belirlemek için Nüve marka ST-055 tipi kurutma dolabı (etüv) kullanılmıştır (Şekil 3.6). Taze fasulye örnekleri kaplara konularak, üç paralel halinde nem tayini için etüve yerleştirilmiştir. Ağırlığın belirlenmesinde 0.01 g hassasiyetinde terazi (Sartorius, Type:3100P, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 3.7).

Etüv sıcaklığı 70 °C'ye ayarlanmış ve örnekler sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Nem tayininde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Yağcıoğlu 1999).

$$N_y = \frac{W_i - W_s}{W_i} \times 100 \quad (3.1)$$

N_y = Yaş baza göre nem oranı (%)

W_i = Ürünün ilk ağırlığı

W_s = Ürünün son ağırlığı



Şekil 3.6. Nem tayininde kullanılan kurutma dolabı (etüv)



Şekil 3.7. Hassas terazi

3.2.5. Sıcaklık ve bağıl nem ölçümü

Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda hava sıcaklığını ölçmek ve denetlemek amacıyla bir adet Pt100 sıcaklık algılayıcısı kurutucuya yerleştirilmiş olup, algılayıcısından gelen sinyaller üniversal kontrol ünitesi tarafından değerlendirilerek ısıtıcıya gelen akım miktarı ayarlanabilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Üniversal kontrol ünitesi

Kurutma ortamlarının sıcaklık ve bağıl nem değerlerini kaydetmek için ölçme ve depolama işlemini birlikte yapan kaydediciler (HOBO RH/Temp, Type: HO8-003-02, A.B.D) kullanılmıştır (Şekil 3.9). Bu kaydediciler, 0,6 °C sıcaklık ve % 0,5 bağıl nem hassasiyetinde olup, Box Car Pro 3,5 programıyla çalıştırılmış ve kaydediciden elde edilen veriler deneme sonunda bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sıcaklık ve bağıl nem değerleri 15 dakika aralıklarla kaydedilmiştir.



Şekil 3.9. Sıcaklık ölçüm noktaları, kontrol ünitesi, sıcaklık ve bağıl nem kaydedici

3.2.6. Kuruma süresince ağırlık değişiminin belirlenmesi

Kurutma denemeleri süresince taze fasulye örneklerindeki ağırlık değişimi periyodik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.01 g hassasiyetinde dijital terazi (Sartorius, Type:3100P, Almanya) kullanılmıştır. Denemeler üç tekerrür halinde yürütülmüştür. Kurutma sonucunda elde edilen ürün örnekleri +4°C’de buzdolabında saklanmıştır.

3.2.7. Renk değerlerinin belirlenmesi

Kurutulmuş ürünün rengi önemli bir kalite unsurudur. Ticari değer bakımından mümkün olduğunca kurutulmuş ürün renginin taze ürün rengine yakın olması istenir. Taze ve kurutulmuş örneklerin rengi Şekil 3.9’de görülen Minolta (CR-400, Japonya) Renk ölçer (Chromameter) kullanılarak ölçülmüştür. Renk ölçüm cihazı üç farklı renk skalasına (L, a ve b) ait sayısal değerler vermektedir. Renk değerlerinden L parlaklık, a kırmızılık, b ise sarılık değerini ifade etmektedir.

L renk skalası parlaklığı temsil etmektedir ve 0 ile 100 arasında değerler almaktadır. Parlaklığı ifade eden L değeri, yansıma olmadığında siyah renkte 0 değerini alırken, yansımanın tam olduğu beyaz renkte ise 100 değerini almaktadır.

Kırmızılık değeri “a” ile ifade edilmekte ve ürün renginin kırmızı ile yeşil renk skalası arasındaki yerini belirtmektedir. Kırmızılığı ifade eden a değeri (+) ise kırmızılık, (-) ise yeşillik renk değerini belirtmektedir.

Sarılık değeri “b” ile ifade edilmekte ve ürün renginin sarı ile mavi renk skalası arasındaki yerini belirtmektedir. Sarılığı ifade eden b değeri (+) ise sarılık, (-) ise mavilik değerini belirtmektedir. Kırmızılık ve sarılık renk değerini ifade eden a ve b değerleri yansımanın olmadığı durumlarda $a = 0$ ve $b = 0$ olduğunda ürün renginin gri olduğu anlaşılır.



Şekil 3.10. Renk değerlerinin belirlenmesinde kullanılan renk ölçer

L, a ve b değerleri kullanılarak insanların renk algısına hitap eden hue açısı ve kroma değerleri belirlenmektedir. Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı-mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde, sarı rengi 90° açı değerinde, mavimsi yeşil rengi ise 180° ve 270° açı değerlerinde almaktadır. Kroma değeri, rengin doygunluğu göstermektedir. Kroma değeri, donuk renklerde düşerken canlı renklerde ise yükselmektedir. Hue açısı ve kroma değeri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır (McGuire, 1992).

Hue açısı :

$$h^{\circ} = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (3.2)$$

Kroma değeri :

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (3.3)$$

Toplam renk değişimi

Kurutma işlemi sonunda, kurumuş taze fasulye örneklerinde meydana gelen kurumanın neden olduğu renk değişimi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_t - L^*_k)^2 + (a^*_t - a^*_k)^2 + (b^*_t - b^*_k)^2} \quad (3.4)$$

ΔE : Toplam renk değişimi

t : Taze örneklere ait renk değerleri

k : Kurutulmuş örneklere ait renk değerlerini temsil etmektedir.

3.2.8. Kuruma verilerinin matematiksel modellenmesi

Araştırma materyali olarak kullanılan taze fasulyenin kurutma işlemi esnasında zamana bağlı olarak üründen uzaklaştırılan nemi belirlemek için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (3.5)$$

ANO : Alınabilir nem oranı

M : Kurutulan materyalin herhangi bir andaki nem içeriği

M_e : Kurutulan materyalin verilen durumdaki denge nemi

M_0 : Kurutulan materyalin ilk nem içeriği

Kurutma işleminin nem değişimini modellemek için izelge 3.1'de eşitlikleri verilen ince tabaka kurutma modelleri kullanılmıştır

Çizelge 3.1. Kurutma Modelleri

Kurutma Modeli	Model Eşitliği
Modified Page	$f = \exp((-k t)^n)$
Midilli - Küçük	$f = h \exp(-j (t^2 k)) + (m t)$
Diffusion - Approach	$f = k \exp(-h t) + (1-k) \exp(-h j t)$

Kuruma eğrilerinin tanımlanmasında kullanılan, matematiksel ince tabaka kuruma modellerine ait parametrelerin sayısal değerlerinin belirlenmesi için SigmaPlot programı kullanılarak verilere modeller uydurulmuştur. Denemelerde her bir kurutma yöntemi için hesaplanan ANO değerleri kullanılarak varyans analizleri ve Duncan testleri yapılmıştır. Bu amaçla SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır.

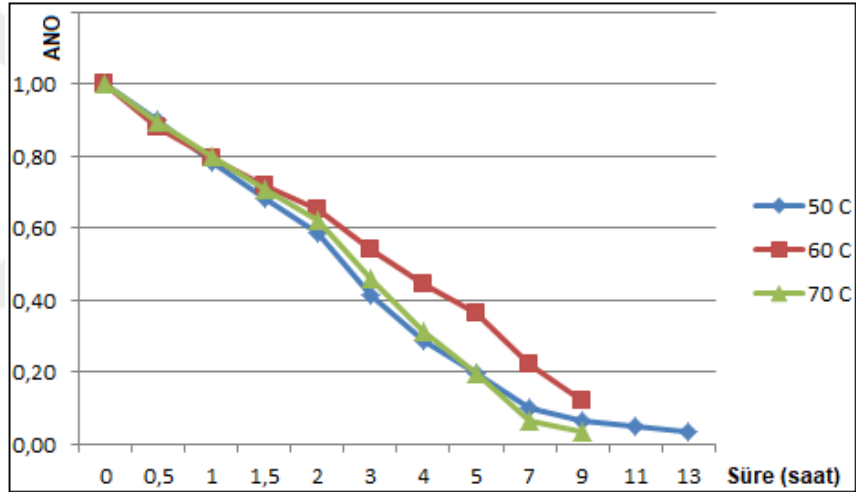
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Taze Fasulyenin Kuruma Özellikleri

Taze fasulye örnekleri hasat sonrası gerekli ön işlemler uygulandıktan sonra laboratuvar tipi deneysel kurutucuda, açıkta güneş ve gölge ortamlarda kurutma işlemine alınmıştır. Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda sabit hava debisinde 50 °C, 60 °C ve 70 °C olmak üzere üç farklı hava sıcaklığında denemeler gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda kuruma özellikleri

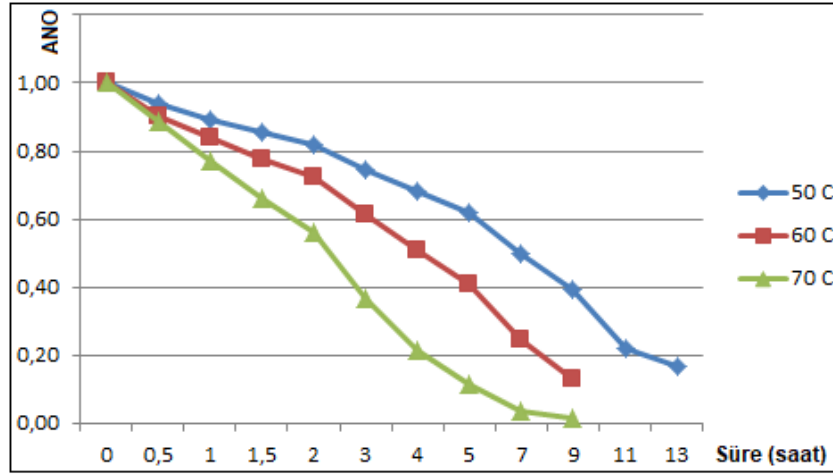
Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda bütün olarak kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklık ve zamana bağlı ANO değişimleri Şekil 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kurutucuda bütün ve ön işlem uygulanmadan kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi

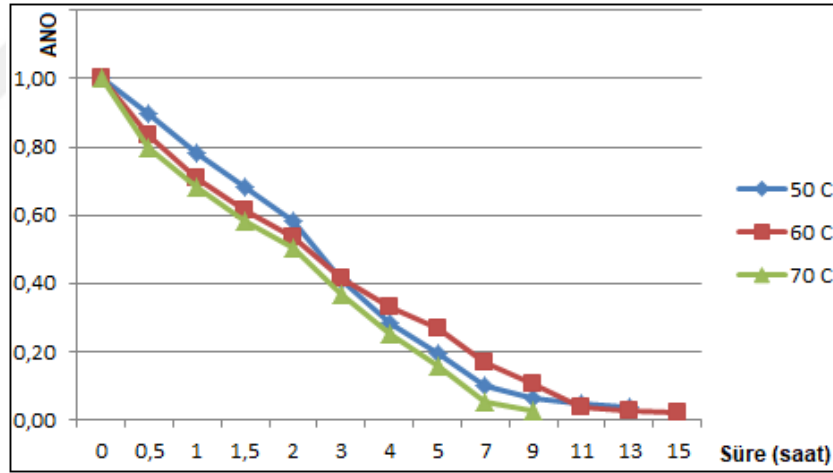
Bütün olarak ve ön işlem (haşlama) olmaksızın kurutulan taze fasulye örneklerine ait veriler analiz edilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde en uzun kuruma süresinin 50°C de kurutulan örneklerde olduğu görülmektedir. En hızlı kuruma ise 70°C hava sıcaklığında kurutulan örneklerde gözlenmiştir.

Aynı şekilde bütün halde ve ön işlem uygulanarak kurutulan taze fasulye örnekleri de benzer bir kuruma süreci göstermiştir. Şekil 4.2’de görüldüğü üzere, en uzun kuruma süresi 50°C de, en kısa kuruma süresi ise 70°C hava sıcaklığında gerçekleşmiştir.



Şekil 4.2. Kurutucuda bütün ve ön işlem uygulanarak kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi

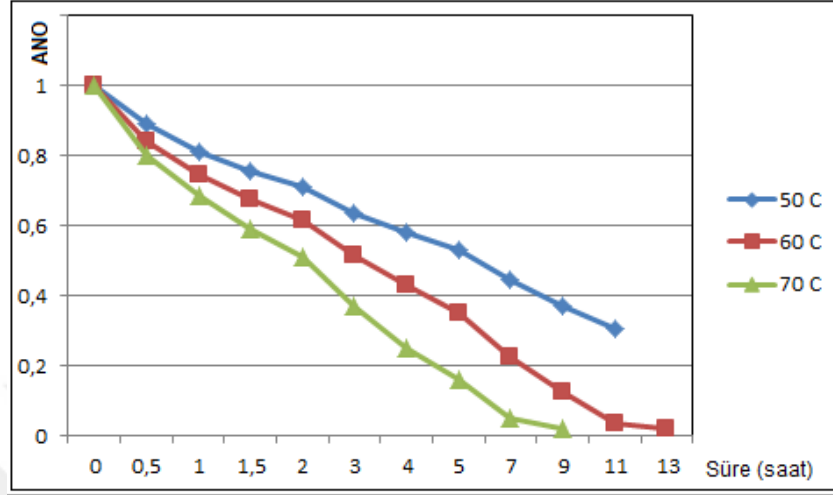
Şekil 4.3’de ise, dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmamış taze fasulye örneklerinin laboratuvar tipi deneysel kurutucuda 50-60 ve 70 °C hava sıcaklıklarında kurutulması sürecinde ANO değişimi görülmektedir.



Şekil 4.3. Kurutucuda dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmadan kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi

Şekil 4.3 incelendiğinde; dilimlenmiş ve ön işlem (haşlama) uygulanmamış taze fasulye örneklerinin kurutulmasında sıcaklıkların etkisinin, bütün olarak kurutulan taze fasulye örneklerine göre daha az olduğu görülmektedir. Dilimlenmiş örneklerde kuruma hızı artmaktadır. En uzun kuruma süresi 50°C de, en kısa kuruma süresi ise 70°C hava sıcaklığında gerçekleşmiştir.

Şekil 4.4’de, dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmış taze fasulye örneklerinin laboratuvar tipi deneysel kurutucuda 50-60 ve 70 °C hava sıcaklığında kurutulması sürecinde ANO değişimi görülmektedir.



Şekil 4.4. Kurutucuda dilimlenmiş ve ön işlem uygulanarak kurutulan taze fasulye örneklerinin sıcaklığa bağlı ANO değişimi

Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, en kısa kuruma süresi 70°C de meydana gelmiştir. Bu süreyi takiben 60 ve 50°C de kurutulan örnekler izlemektedir. Kuruma süresi kısa olmasına karşın en fazla ağırlık kaybı 70°C de kurutulan taze fasulye örneklerinde görülmüştür.

Açıkta güneş ve gölgede kurutmada kuruma özellikleri

Açıkta dış ortamda yapılan kurutma denemeleri Ağustos ve Eylül aylarında olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. Taze fasulye örneklerine laboratuvarında kurutucuda yapılan ön işlemler aynı şekilde açıkta yapılan denemelerde de uygulanmıştır.

Çizelge 4.1’de açıkta güneş ve gölge ortamlarda yapılan denemelerde taze fasulye örneklerine uygulanan ön işlemler ve kuruma süreleri verilmiştir.

Açıkta güneşte yapılan denemelerde en uzun kuruma süresi bütün ve ön işlem uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En kısa kuruma süresi ise dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. Ağustos ve Eylül aylarında en kısa kuruma süresi güneşte dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmış örneklerde 3 gün olarak bulunmuştur. En uzun kuruma süresi ise gölgede bütün ve ön işlem uygulanmayan örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Dış ortamda yapılan denemelerin kuruma süreleri

Kurutma Yöntemi	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ön İşlem		Kuruma Süresi (gün)
		Bütün	Haşlamalı	
Açıkta-Güneş (Ağustos)	33.90	Bütün	Normal	8
			Haşlamalı	5
		Dilimlenmiş	Normal	5
			Haşlamalı	3
Açıkta- Gölge (Ağustos)	27.32	Bütün	Normal	13
			Haşlamalı	6.7
		Dilimlenmiş	Normal	12
			Haşlamalı	6
Açıkta-Güneş (Eylül)	29.50	Bütün	Normal	8
			Haşlamalı	5
		Dilimlenmiş	Normal	5
			Haşlamalı	3
Açıkta- Gölge (Eylül)	25.00	Bütün	Normal	13
			Haşlamalı	6.7
		Dilimlenmiş	Normal	12
			Haşlamalı	6

4.2. Kuruma Verilerinin Matematiksel Modellenmesi

Kuruma eğrileri, zamana bağlı olarak nem oranındaki değişimleri ifade etmektedir. Kuruma eğrileri 1'den başlayarak sıfıra doğru yaklaşır. Eğri sıfır olduğunda ya da sıfıra çok yaklaşıldığında kurutulan materyalde alınabilir nem kalmadığı ifade edilmektedir. Diffusion Approach modelinde yöntemlere göre belirlenen model katsayıları, R² ve p değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Diffusion Approach modeli katsayı değerleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Ön İşlem		k	h	j	R ²	P
50	Bütün	Normal	-3.4873	0.5936	0.8271	0.9994	<0.0001
		Haşlamalı	0.2378	0.1066	1.0392	0.9795	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	-0.2193	1.2113	0.2951	0.9996	<0.0001
		Haşlamalı	0.1711	1.1471	0.0785	0.9999	<0.0001
60	Bütün	Normal	0.0176	3.4799	0.0593	0.9975	<0.0001
		Haşlamalı	-3.1067	0.3314	0.8606	0.9963	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	0.1430	1.4178	0.1701	0.9992	<0.0001
		Haşlamalı	0.0591	5.8983	0.0361	0.9944	<0.0001
70	Bütün	Normal	-5.6575	0.5557	0.8915	0.9982	<0.0001
		Haşlamalı	-6.2698	0.6904	0.8932	0.9988	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	0.0337	7.2318	0.0474	0.9972	<0.0001
		Haşlamalı	0.0272	5.3364	0.0640	0.9962	<0.0001

$$\text{Model eşitliği : } f = k \exp(-h t) + (1-k) \exp(-h j t)$$

Çizelge 4.2'ye göre, tüm kurutma yöntemleri arasında en yüksek R² değeri deneysel kurutucuda 50 °C dilimlenerek haşlanmış örneklerde tespit edilmiştir. Kurutucuda en düşük R² değeri 50 °C bütün haşlama ön uygulaması yapılmış işlemde bulunmuştur.

Midilli-Küçük modelinde belirtilen yöntemlere göre tespit edilen model katsayıları, R² ve p değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Midilli Küçük modeli katsayı değerleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Ön İşlem		k	h	j	m	R ²	P
50	Bütün	Normal	1.3395	0.9895	0.1869	0.0011	0.9996	<0.000
		Haşlamal	0.6278	0.9999	0.0620	-0.045	0.9974	<0.000
	Dilimlenmiş	Normal	1.2224	0.9970	0.2389	0.0037	0.9999	<0.000
		Haşlamal	0.6661	1.0024	0.2038	-0.005	0.9994	<0.000
60	Bütün	Normal	0.8434	0.9995	0.2110	-0.015	1.0000	<0.000
		Haşlamal	0.9351	0.9953	0.1384	-0.023	0.9995	<0.000
	Dilimlenmiş	Normal	0.8369	1.0022	0.3440	-0.001	0.9993	<0.000
		Haşlamal	0.8340	0.9896	0.2561	-0.006	0.9969	<0.000
70	Bütün	Normal	1.2662	0.9860	0.1946	-0.002	0.9987	<0.000
		Haşlamal	1.3417	0.9871	0.2331	-0.003	0.9991	<0.000
	Dilimlenmiş	Normal	0.9164	0.9920	0.3594	-0.006	0.9983	<0.000
		Haşlamal	0.9202	0.9912	0.3497	-0.007	0.9982	<0.000

$$\text{Model eşitliği : } f = h \exp (-j (t^2 k)) + (m t)$$

Çizelge 4.3'e göre, tüm kurutma yöntemleri arasında en yüksek R² değerleri kurutucuda 60 °C bütün haşlama ön uygulaması yapılmamış işlemde tespit edilmiştir. En düşük R² değeri 50 °C bütün haşlama ön uygulaması yapılmış işlemde bulunmuştur. Modified Page modelinde belirtilen yöntemlere göre tespit edilen model katsayıları, R² ve p değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

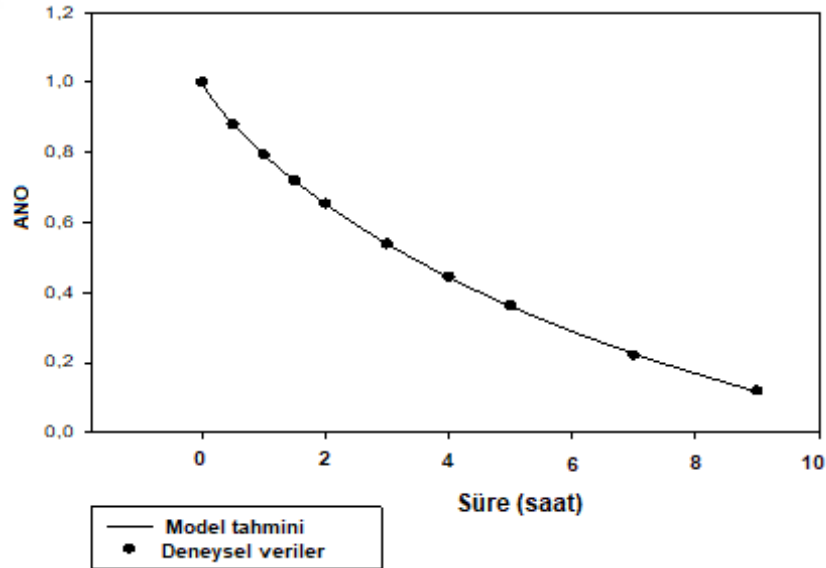
Çizelge 4.4'e göre, tüm kurutma yöntemleri arasında en yüksek R² değerleri deneysel kurutucuda 50 °C bütün haşlama ön uygulaması yapılmamış ve 50 °C dilimlenerek haşlama ön uygulaması yapılmamış işlemlerde tespit edilmiştir. En düşük R² değeri ise 50 °C bütün haşlama ön uygulaması yapılmış işlemde bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Modified Page modeli katsayı değerleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Ön İşlem	Ön İşlem	k	n	R ²	P
50	Bütün	Normal	0.2849	1.2902	0.9993	<0.0001
		Haşlamalı	0.1146	1.1731	0.9881	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	0.2979	1.1634	0.9993	<0.0001
		Haşlamalı	0.1104	0.7229	0.9990	<0.0001
60	Bütün	Normal	0.2122	0.9910	0.9971	<0.0001
		Haşlamalı	0.1881	1.1386	0.9950	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	0.2889	0.8745	0.9988	<0.0001
		Haşlamalı	0.2313	0.9427	0.9919	<0.0001
70	Bütün	Normal	0.2867	1.2671	0.9980	<0.0001
		Haşlamalı	0.3429	1.3138	0.9989	<0.0001
	Dilimlenmiş	Normal	0.3590	0.9816	0.9965	<0.0001
		Haşlamalı	0.3553	0.9968	0.9957	<0.0001

$$\text{Model eşitliği : } f = \exp((-k t)^n)$$

Midilli-Küçük modeline ait 60 °C’ de taze fasulye örneklerinin bütün ve ön işlemsiz olarak kurutulmasında ANO değerlerinin tahmini ve deneysel veriler Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Midilli-Küçük modeline ait 60 °C’ de bütün ve ön işlemsiz olarak kurutmada ANO değerlerinin tahmini

4.3. Renk Analizi Sonuçları

Tarımsal ürünlerin kurutma işlemlerinde renk kriteri en önemli kalite özelliklerinden biridir. Kurutma işlemlerinde belirlenen kuru ürün renginin mümkün olduğunca taze ürün rengine yakın olması arzu edilir.

Kurutma yöntemlerine göre elde edilen kurutulmuş taze fasulye örneklerine ait ölçülen renk değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Taze ve kurutulmuş üründe ölçülen renk değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Ön İşlem		L	a	b
Taze	-	-	-	57.40 ^b	-26.31 ^m	34.52 ^a
DeneySEL Kurutucu	50	Bütün	Normal	49.16 ^{ef}	-6.98 ^k	14.3 ^{ghi}
			Haşlamalı	43.64 ^{gh}	-1.12 ^f	12.82 ⁱ
		Dilimlenmiş	Normal	56.06 ^{bc}	-12.26 ^l	23.97 ^{def}
			Haşlamalı	55.42 ^{bc}	-4.34 ⁱ	22.6 ^f
	60	Bütün	Normal	46.90 ^{fg}	-0.26 ^{ef}	14.49 ^{ghi}
			Haşlamalı	43.98 ^{gh}	-0.47 ^f	13.34 ^{hi}
		Dilimlenmiş	Normal	49.27 ^{ef}	-5.54 ^j	25.7 ^{bcde}
			Haşlamalı	40.77 ^{hi}	-2.63 ^g	22.4 ^f
	70	Bütün	Normal	43.07 ^{gh}	0.73 ^{de}	16.06 ^g
			Haşlamalı	41.78 ^h	-0.12 ^{ef}	15.56 ^{gh}
		Dilimlenmiş	Normal	55.22 ^{bc}	-3.21 ^{ghi}	26.92 ^{bc}
			Haşlamalı	52.49 ^{cde}	-2.79 ^{gh}	26.86 ^{bc}
Açıkta-Güneş (Ağustos)	Bütün	Normal	44.07 ^{gh}	1.2 ^d	22.53 ^f	
		Haşlamalı	50.83 ^{def}	2.99 ^{bc}	27.34 ^b	
	Dilimlenmiş	Normal	66.07 ^a	0.89 ^{de}	24.06 ^{def}	
		Haşlamalı	54.65 ^{bcd}	2.51 ^c	27.04 ^b	
Açıkta- Gölge (Ağustos)	Bütün	Normal	57.70 ^b	-1.27 ^f	26.64 ^{bcd}	
		Haşlamalı	34.20 ^j	5.77 ^a	24.25 ^{cdef}	
	Dilimlenmiş	Normal	56.37 ^{bc}	-3.84 ^{hi}	26.01 ^{bcde}	
		Haşlamalı	36.99 ^j	3.84 ^b	23.61 ^{ef}	
Açıkta-Güneş (Eylül)	Bütün	Normal	44.22 ^{gh}	-1.26 ^f	13.11 ^{hi}	
		Haşlamalı	47.99 ^{ef}	5.85 ^a	16.96 ^g	
	Dilimlenmiş	Normal	50.46 ^{def}	-1.7 ^f	16.48 ^g	
		Haşlamalı	45.82 ^{fg}	5.1 ^a	15.31 ^{gh}	
Açıkta- Gölge (Eylül)	Bütün	Normal	47.83 ^{ef}	-5.75 ^j	14.5 ^{ghi}	
		Haşlamalı	45.34 ^{fg}	4.55 ^a	16.11 ^g	
	Dilimlenmiş	Normal	47.51 ^{ef}	-5.26 ^j	15.66 ^{gh}	
		Haşlamalı	44.18 ^{gh}	4.41 ^a	15.22 ^{gh}	

Parlaklık değeri (L)

Renk analizi tablosuna bakıldığında, L parlaklık değeri taze üründe en yüksek değeri alırken en düşük ise Ağustos ayında güneşte bütün ve ön işlem uygulanan örnekte belirlenmiştir. Taze fasulyenin parlaklık değerini yapılan tüm işlemler arasında en iyi muhafaza eden yöntemin Ağustos ayında gölgede dilimlenerek ve ön işlem uygulanmadan yapılan örneklerde tespit edilmiştir.

Kırmızılık değeri (a)

Taze ve kurutulan fasulyeler arasında ölçülen kırmızılık değerinin en büyük Eylül ayında güneşte bütün ve ön işlem uygulanarak gerçekleştirilen kurutma yönteminde elde edilirken, en küçük değer ise taze fasulyede bulunmuştur.

Taze fasulyenin kırmızılık değerine yapılan tüm işlemler arasında en yakın olan kurutma yönteminin deneysel kurutucuda 50 °C hava sıcaklığında dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmamış örneklerde belirlenmiştir.

Sarılık değeri (b)

Sarılık değerinin en büyük olduğu değer taze örneklerde elde edilirken, en küçük sarılık değerinin ise Eylül ayında güneşte bütün ve ön işlem uygulanmayan kurutma yönteminde tespit edilmiştir.

Taze fasulyenin sarılık değerini yapılan tüm işlemler arasında en iyi muhafaza eden yöntem deneysel kurutucuda 70 °C de dilimlenmiş ve ön işlem uygulanmamış halde kurutulan örneklerde belirlenmiştir.

Açıkta güneşte kurutulan taze fasulye örneklerine ait resimler Şekil 4.6' da verilmiştir.



Şekil 4.6. Açıkta güneşte kurutulan taze fasulye örnekleri

Açıkta gölgede kurutulan taze fasulye örneklerine ait resimler Şekil 4.7' de verilmiştir.



Şekil 4.7. Açıkta gölgede kurutulan taze fasulye örnekleri

Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda ön işlemlili ve ön işlemlisiz olarak kurutulan taze fasulye örneklerine ait resimler Şekil 4.8' de verilmiştir.



Şekil 4.8. Kurutucuda kurutulan taze fasulye örnekleri

Farklı şekillerde kurutulan taze fasulye örneklerine ait ölçülen renk değerleri (L, a, b) kullanılarak hesaplanan renk değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Kurutma yöntemlerinin taze fasulyenin renk özelliklerine yaptığı etki Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.6. Taze ve kurutulmuş üründe hesaplanan renk değerleri

Kurutma Yöntemi	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Ön İşlem		C (Kroma)	h° (Hue açısı)	BI (Kahverengilik)
Taze	-	-	-	43.40	-52,69	42,75
Deneysel Kurutucu	50	Bütün	Normal	15.91	-63,98	22,08
			Haşlamalı	12.87	-85,01	31,89
		Dilimlenmiş	Normal	26.92	-62,91	35,31
			Haşlamalı	23.01	-79,13	44,31
	60	Bütün	Normal	14.49	-88,97	35,57
			Haşlamalı	13.35	-87,98	34,38
		Dilimlenmiş	Normal	26.29	-77,84	60,81
			Haşlamalı	22.55	-83,30	70,21
	70	Bütün	Normal	16.08	87,40	46,64
			Haşlamalı	15.56	-89,56	45,00
		Dilimlenmiş	Normal	27.11	-83,20	59,29
			Haşlamalı	27.00	-84,07	64,07
Açıkta-Güneş (Ağustos)	Bütün	Normal	22.56	86,95	70,63	
		Haşlamalı	27.50	83,76	78,19	
	Dilimlenmiş	Normal	24.08	87,88	45,05	
		Haşlamalı	27.16	84,70	69,14	
Açıkta- Gölge (Ağustos)	Bütün	Normal	26.67	-87,27	57,81	
		Haşlamalı	24.93	76,62	124,51	
	Dilimlenmiş	Normal	26.29	-81,60	53,93	
		Haşlamalı	23.92	80,76	102,64	
Açıkta-Güneş (Eylül)	Bütün	Normal	13.17	-84,51	32,03	
		Haşlamalı	17.94	70,97	51,81	
	Dilimlenmiş	Normal	14.60	-83,31	30,38	
		Haşlamalı	16.90	72,43	50,73	
Açıkta- Gölge (Eylül)	Bütün	Normal	17.45	-70,77	31,31	
		Haşlamalı	15.97	73,45	47,85	
	Dilimlenmiş	Normal	16.52	-71,43	29,98	
		Haşlamalı	15.85	73,84	48,81	

Kurutulmuş örnekler kroma değerleri açısından incelendiğinde, kurutma yöntemleri içerisinde taze fasulyenin renk değerini en iyi muhafaza eden yöntem güneşte bütün ve haşlama işlemi yapılmış örneklerde tespit edilmiştir. Taze fasulyenin kroma değerini en az koruyan kurutma yöntemi ise deneysel kurutucuda 50 °C sıcaklıkta haşlanmış ve bütün olarak kurutulan ürünlerde elde edilmiştir.

Kurutma sonrası ürün örnekleri hue açısı bakımından incelendiğinde, taze fasulyeye göre en yakın değer deneysel kurutucuda 50 °C sıcaklıkta haşlanmış ve bütün olarak kurutulan örneklerde bulunmuştur.

Kurutma sonrasında oluşan kahverengilik değerleri açısından tazeye göre örnekler kıyaslandığında en yakın değer deneysel kurutucuda 50 °C sıcaklıkta haşlama işlemi uygulanmış ve bütün olarak kurutulan örneklerde belirlenmiştir.

Yapılan tüm kurutma uygulamaları renk değerleri ve kuruma süreleri açısından incelendiğinde, en uygun kurutma yönteminin deneysel kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında dilimlenerek ve haşlama işlemi uygulanarak kurutulan örneklerde olduğu belirlenmiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sebze ve meyvelerin birçoğunun taze olarak tüketimi yanında kurutulmuş olarak da tüketimi tercih edilmektedir.

Çalışmada, Tokat ilinde yetiştirilen Gina çeşidi taze fasulye örnekleri hasat sonrasında farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmuşlardır. Kurutma işlemleri Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda 50 °C, 60 °C ve 70 °C hava sıcaklıklarında yürütülmüştür. Ayrıca kontrol amaçlı olarak dış ortamda açıkta güneş ve gölgede kurutma denemeleri yapılmıştır. Kurutma öncesi taze fasulyeler bütün ve dilimlenmiş halde ve haşlama işlemi yapılarak kurutma denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Kurutma denemeleri sonucunda en hızlı kuruma laboratuvar tipi deneysel kurutucuda 70 °C sıcaklıkta dilimlenmiş ve haşlama işlemi uygulanmış örneklerde gözlenmiştir. Kurutmanın en uzun sürdüğü yöntem ise 13 gün ile açıkta gölgede bütün ve ön işlemsiz örneklerde yapılan kurutma işleminde belirlenmiştir.

Taze fasulyelerin dilimlenmiş ve bütün olarak, ön işlemlili ve ön işlemsiz gerek kurutucuda gerekse dış ortamda güneş ve gölgede yapılan tüm kurutma denemelerinde taze örneklere göre önemli oranda renk değişimi oluştuğu görülmüştür.

Kurutulan taze fasulyede, L (parlaklık) değerini en iyi muhafaza eden yöntemin gölgede dilimlenerek ve ön işlem uygulanmadan yapılan kurutma olduğu görülmüştür. Taze fasulyenin a (kırmızılık) değerine en yakın değer elde edildiği kurutma yönteminin deneysel kurutucuda 50 °C de dilimlenerek ön işlem uygulanmadan yapılan kurutma işlemi olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde taze fasulyenin b (sarılık) değerine en yakın değer deneysel kurutucuda 70 °C de dilimlenerek ön işlem uygulanmayan örneklerde tespit edilmiştir.

Kurutma kinetiğini belirlemek için denemelerden elde edilen nem oranı kuruma süresi eğrileri, Modified Page, Midilli-Küçük ve Diffision Approach olmak üzere üç yarı teorik model kullanılarak modellenmiştir. Sonuç olarak taze fasulyenin sıcak hava ile kurutulmasında Midilli ve Küçük modelinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Yapılan tüm kurutma uygulamaları renk değerleri ve kuruma süreleri açısından birbirilerine göre kıyaslandığında en uygun kurutma yönteminin deneysel kurutucuda 50 °C kurutma sıcaklığında dilimlenerek ve haşlama ön uygulaması yapılarak kurutulan örneklerde tespit edilmiştir.

Laboratuvar tipi deneysel kurutucuda elde edilen kurutulmuş taze fasulyeler açıkta kurutmaya göre daha kısa sürede, rengini koruyarak ve kurumanın yanında çevresel etkilerden (toz, yağmur, kuş, böcek vb) uzak kalarak daha temiz ürün edilmesine olanak sağlamıştır.

Sıcak hava ile kontrollü şartlarda kurutma işleminin belirtilen olumlu tarafları yanında, enerji maliyeti ve ilk yatırım masrafı olumsuz tarafı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, tarımsal ürünleri kurutma döneminde güneş enerjisi potansiyelinin de yüksek olması dikkate alınarak özellikle yöresel ölçekli kurutma sistemlerinde güneş enerjili ya da güneş enerjisi destekli kurutucu sistemlerin devreye sokulması uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2003. Türkiye İstatistik Yıllığı, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2005. <http://ianrpubs.unl.edu/horticulture/g993.htm#cultiv>
- Anonim, 2005. <http://www.oznet.ksu.edu/library/hort2/mf2076.pdf>
- Anonim, 2005. http://www.vitaminexpress.com/drmumaynewsletter2005_03_02.htm
- Anonim, 2018. FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü), FAO İstatistikleri. <http://faostat.fao.org>.
- Anonim, 2019. Bitkisel üretim istatistikleri, Meyvesi için yetiştirilen sebzeler. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Akyüz, O., 2010. Kontrollü şartlar altında kurutulan bamyanın kurutma karakteristiğinin ve renk özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Konya.
- Arda, S.O., 2017. Mikrodalga ve güneş enerjisi kombinasyonlu kurutucu kullanılarak kurutma davranışının deneysel olarak incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Bozoğlu, H., 1995. Kuru Fasulyede Bazı Tarımsal Özelliklerin Genotip x Çevre İnteraksiyonu ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.
- Doymaz, İ., 2005. Drying behaviour of green beans. Journal of Food Engineering 69 (2005), 161-165.
- Doymaz, İ., 2011. Drying of green bean and okra under solar energy. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ, 17(2),199-205.
- Doymaz, İ. ve Kocayiğit, F., 2011. Drying and rehydration behaviors of convection drying of green peas. Drying Technology, 29(11), Grain Drying.
- Doymaz, İ. ve Aktaş, C., 2018. Patlıcan dilimlerinin kurutma ve rehidrayon karakteristiklerinin belirlenmesi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 33(3),833-841.
- Erbay, B ve Küçüköner, E., 2008. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Ertekin, C. ve Yıldız, O., 1998. Bazı Meyve, Sebze ve Baharlı Bitkilerin Kurutulma Yöntemleri ve Kullanılan Güneş Enerjili Kurutucular. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ.
- FAO, 2005. FAO(Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü), <http://www.fao.org>., Google Akademik.
- Gatea, A.A., 2010. Design, construction and performance evulation of solar maize dryer. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development, 2(3), 39-46.
- Kara, T., 2008. Muzun farklı kurutma şartlarındaki kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Konya.
- Keçebaş, T., 2007. Farklı haşlama uygulamalar ile saklamanın kurutulmuş brokolinin renk ve antioksidan aktivitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

- Kılıç, E.E., 2014. Konvektif Koşullarda Kurutulan Sebze ve Meyvelerin Kuruma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş.
- Mengeş, G., 2005. Patatesin farklı kurutma şartlarındaki kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Konya.
- Mohapatra, D., Rao, P.S., 2005. A thin layer drying model of paraboiled wheat. *Journal of Food Engineering*, 66 (4), 513-518.
- Mutlu, A. ve Ergüneş, G., 2008. Tokat'ta Güneş Enerjili Rafli Kurutucu ile Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi. *TABAD-Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (1), 61-68.
- Müftügil, N., 1984. Bazı sebzelerin peroksidaz enzim içerikleri ve bu enzimin ısıya karşı direnci. TÜBİTAK, Marmara Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi, Gebze.
- Özden, C., 2015. Dünya ve Türkiye baklagil piyasaları ve ihracat rekabeti açısından Türkiye'nin konumu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Yayın No:250, ISBN:978-605-9975-19-7.
- Pardeshi, I.L., Arora, S., Borker, P.A., 2009. Thin layer drying of green peas and selection of a suitable thin-layer drying model. *Drying Technology*, 27 (2).
- Perumal, R., 2007. Comparative performace of solar cabinet, vacum assisted solar and open sun drying methods. Department of Bioresource Engineering, McGill University, Montreal, Canada.
- Saldamlı, İ. ve Saldamlı, E., 2000. Gıda endüstrisi makinaları. Ankara: Savaş Yayınevi.
- Şat, I.G. ve Öz, Ö., 2015. Haşlama ve kurutmanın bazı sebzelerin bileşimi üzerine etkisi. *Adıyaman Üniveritesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3, 54-62.
- Şehirli, S., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1089. Ders Kitabı, 435s, Ankara.
- Tarhan, S., Ergüneş, G., Güneş, M. ve Mutlu, A., 2009. Farklı kurutma koşullarının Amasya elmasının kuruma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *TABAD-Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, cilt:2, sayı:2, s:1-6.
- TÜİK, 2013. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), <http://www.turkstat.gov.tr>., Google Akademik.
- Yağcıoğlu, A., 1999, Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536, 348 s., Bornova-İzmir.
- Yağcıoğlu, A., 1996. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536, 348 s. Bornova-İzmir.
- Yaldız, O. ve Ertekin, C., 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19 (3-4), 583-597.
- Yoğurtçu, H., 2016. Experimental study and mathematical modeling on thin layer microwave drying of Zucchini (C. pepo) slices. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (3), 347-353.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatma Kübra İNAH
Doğum yeri : Tokat/Merkez
Doğum Tarihi : 19/02/1991
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Gazi Osman Paşa Anadolu Lisesi 2005-2009
Lisans : Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Bölümü 2010-2014
Yüksek Lisans : Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı 2014-2019

Çalıştığı Kurum ve Yıllar

Funda Danışmanlık Ofisi 2016-2018