

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA BİLİMLERİ BİLİM DALI**

ÜZÜMÜN ELEKTROMANYETİK IŞIMA İLE KURUTULMASI

Özgün KAYA

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. İsmail EREN**



MANİSA-2017

**Özgün
KAYA**

ÜZÜMÜN ELEKTROMANYETİK IŞIMA İLE KURUTULMASI

2017

TEZ ONAYI

Özgün KAYA tarafından hazırlanan "**Üzümün Elektromanyetik Işıma İle Kurutulması**"adlı tez çalışması xx/xx/xxxx tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak savunulmuş ve **oyçokluğu / oybirliği** ile başarılı olarak kabul edilmiştir.

Danışman Yrd. Doç. Dr. İsmail EREN
Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. Filiz İÇİER
Ege Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU
Celal Bayar Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Özgün KAYA



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
TABLO DİZİNİ	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ÖZET.....	VII
ABSTRACT	I
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Sultani Çekirdeksiz Üzüm	5
2.2. Kurutma	6
2.3. Güneşte Kurutma	7
2.3.1. Üzümün Geleneksel Yöntemle Güneşte Kurutulması.....	7
2.3.2. Güneş Işınımı.....	9
2.3.3. Kızılötesi (Infrared) Işınlarda Gıdalarda Kullanımı.....	10
2.3.4. Mor Ötesi (Ultraviyole) Işınlarda Gıdalarda Kullanımı.....	10
2.4. Üzümün Kurutulmasında Kuruma Kinetiğinin Araştırılması	11
2.4.1. Güneşte Kurutmanın Kuruma Kinetiğine Etkisi	12
2.4.2. Kızılötesi Kurutmanın Kuruma Kinetiğine Etkisi	13
2.5. Kurutma İşleminin Üzümün Kalitesi Üzerine Etkileri	16
2.5.1. Renk	16
2.5.2. Parçacık ve Yığın Yoğunluğu	18
2.5.3. Büzülme	21
2.5.4. Tekstür.....	23
2.5.6. Rehidrasyon Oranı.....	25
2.5.7. Toplam Küf Maya	28
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	30
3.1. Materyal	30
3.2. Yöntemler	30
3.2.1. İşleme Yöntemleri	30
3.2.1.1. Güneşte (Geleneksel) Kurutma.....	30
3.2.1.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutma	31
3.2.2. Kurutma Sonrası Uygulanacak İşlemler	32
3.2.2.1. Sıcaklık Dağılımının Tespit Edilmesi ve Emisivite Değerinin Bulunması (Termal Kamera ile)	32
3.2.2.2. Toplam Kuru Madde (TKM) Tayini	33
3.2.2.2.1. Vakumlu Etüv Yöntemi	33
3.2.2.2.2. Hızlı Kuru Madde (Nem) Tayin Yöntemi	33
3.2.2.3. Su Aktivitesi Tayini	34
3.2.2.4. Renk.....	34
3.2.2.5. Rehidrasyon Oranı	35
3.2.2.6. Yığın Yoğunluğu	36
3.2.2.7. Parçacık Yoğunluğu.....	36
3.2.2.8. Büzülme.....	36
3.2.2.9. Tekstür (TPA).....	37
3.2.2.10. Toplam Küf/maya Tayini	38
3.2.2.11. İstatistiksel Analiz	39

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	40
4.1. Kurutma Kinetikleri.....	40
4.1.1. Güneşte Kuruma Kinetiği.....	40
4.1.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutma Kinetiği...	41
4.2. Sıcaklık Dağılımı ve Emisivite Değerleri	42
4.2.1. Güneşte Kurutmada Sıcaklık Dağılımı	42
4.2.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Sıcaklık Dağılımı ..	44
4.2.3. Emisivite Değerleri	47
4.3. Kurutma İşleminin Üzümün Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri	48
4.3.1. Taze ve Kuru Üzümün Genel Özellikleri.....	48
4.3.2. Taze ve Kuru Üzümün Kalite Özellikleri.....	49
4.3.2.1. Taze ve Kuru Üzümün Renk Özellikleri	49
4.3.2.2. Kuru Üzümün Rehidrasyon Oranı	61
4.3.2.3. Taze ve Kuru Üzümün Yığın ve Parçacık Yoğunluğu	62
4.3.2.4. Kuru Üzümün Büzülmesi	65
4.3.2.5. Kuru Üzümün Tekstürel Özellikleri	68
4.3.2.6. Taze ve Kuru Üzümün Küf-Maya İçeriği.....	75
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	76
KAYNAKLAR	78
EKLER.....	83
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

GKY	Güneşte Kurutma yer sergisi
GKT	Güneşte Kurutma tel sergi
EI-50	Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında %50 güç
EI-75	Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında %75 güç
EI-100	Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında %100 güç



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.3.2.1. Elektromanyetik Spektrum	9
Şekil 3.2.1.1.1 Yer sergisi ve tel sergisi.....	30
Şekil 3.2.1.2.1. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazı	31
Şekil 3.2.2.4.1 Hunter renk sistemi	35
Şekil 4.1.1.1 Yer Sergisinde ve Tel Sergide Kurutulan Üzümlerin Ağırlık Takibi	40
Şekil 4.1.2.1. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutulan Üzümlerin Ağırlık Takibi.....	41
Şekil 4.2.1.1. Tel Sergide ve Yer Sergisinde Ürünün Günlük Sıcaklık Değişimi	42
Şekil 4.2.1.2. Güneşte Kurutma İşleminde Termal Kamera ile Sıcaklık Dağılımı	43
Şekil 4.2.2.1. %50, %75 ve 100 güçte, ürünün yüzey sıcaklığının, kurutma boyunca değişimi	44
Şekil 4.2.2.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Yapılan Kurutma İşleminde Termal Kamera ile Sıcaklık Dağılımı	45
Şekil 4.2.3.1 Nem İçeriğine Karşı Emisivitenin Değişimi.....	47
Şekil 4.3.2.1.1. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutulan üzümlerin görüntüleri.....	60
Şekil 4.3.2.1.2. Güneşte Kurutma ile kurutulan üzümlerin görüntüleri.....	61

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Doğal Kurutma ve Yapay Kurutmanın Karşılaştırılması	1
Tablo 1.2. 2016 yılında Türkiye’de ve Manisa’da üretilen üzüm miktarı	2
Tablo 1.3. Dünyada çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları (bin ton)	3
Tablo 2.1.1. Çekirdeksiz kuru üzümlerde bazı temel besin öğelerinin miktarı ..	5
Tablo 3.2.2.9.1. Tekstürel parametrelerin tanımları.....	38
Tablo 4.3.1.1. Taze ve Kuru Üzümlerin Nem İçerikleri	48
Tablo 4.3.1.2. Taze ve Kuru Üzümlerin Su Aktiviteleri.....	49
Tablo 4.3.2.1.1. Taze ve Kuru üzümlerin renk değerleri	49
Tablo 4.3.2.1.2. Kuru üzümün L değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	51
Tablo 4.3.2.1.3. Kuru üzümün a değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	53
Tablo 4.3.2.1.4. Kuru üzümün b değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	54
Tablo 4.3.2.1.5. Kuru üzümün ΔE değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	55
Tablo 4.3.2.1.6. Kuru üzümün Hue Açısı değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	57
Tablo 4.3.2.1.7. Kuru üzümlerin ekspertiz puanlarıyla renk değerleri	58
Tablo 4.3.2.2.1. Kuru üzümlerin rehidrasyon oranları.....	61
Tablo 4.3.2.2.2. Kuru üzümlerin rehidrasyon oranlarının kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Tablo 4.3.2.3.1. Kuru üzümlerin Yığın Yoğunluğu ve Parçacık yoğunluğu değerleri.....	63
Tablo 4.3.2.3.2. Kuru üzümlerin Yığın Yoğunluğunun kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	64
Tablo 4.3.2.3.3. Kuru üzümlerin Parçacık Yoğunluğunun kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Tablo 4.3.2.4.1. Kuru üzümlerin büzülme değerleri	66
Tablo 4.3.2.4.2. Kuru üzümlerin Büzülme Özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	67
Tablo 4.3.2.5.1. Kuru üzümlerin tekstürel özelliklerinin değerleri.....	68
Tablo 4.3.2.5.2. Kuru üzümlerin sertlik özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Tablo 4.3.2.5.3. Kuru üzümlerin yapışkanlık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	70
Tablo 4.3.2.5.4. Kuru üzümlerin esneklik özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	71
Tablo 4.3.2.5.5. Kuru üzümlerin iç yapışkanlık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	72
Tablo 4.3.2.5.6. Kuru üzümlerin sakızimsılık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	73
Tablo 4.3.2.5.7. Kuru üzümlerin çiğnenebilirlik özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Tablo 4.3.2.6.1. Taze ve kuru üzümün toplam küf-maya içeriği	75

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail EREN'e, zor zamanlarımda yanımda olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum Sayın Prof. Dr. Filiz İÇİER'e, tekstür analizi sırasında bilgisiyle bana yol gösteren, destekleyen Yrd. Doç. Dr. Nazlı SAVLAK'a, toplam küf maya analizi konusunda her türlü imkan ve desteği veren Ar. Gör. Betül KAYA'ya, çalışmalarım sırasında manevi desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Gıda Mühendisi Dilay KART'teşekkür ederim.

Özgün KAYA
Manisa, 2017

ÖZET

Yüksek Lisans

Üzümün Elektromanyetik Işıma İle Kurutulması

Özgün KAYA

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İsmail EREN

Sultani üzüm Türkiye’ de kurutmalık olarak en çok tercih edilen çeşittir. Üzümler geleneksel olarak, güneş altında tel veya yer sergisinde kontrolsüz ortam koşullarında kurutulur. Geleneksel kurutma işleminin enerji maliyetleri açısından sağladığı avantajları yanında, uzun işlem süresi ve ürünün çevre koşulları ile doğrudan teması sonucunda tozlanma, mikrobiyal gelişim, besinsel kayıplar, yüksek işçilik maliyeti ve meteorolojik şartlara bağlılık gibi birçok olumsuz yönü bulunmaktadır. Belirtilen problemlerin giderilmesinde, düşük işletim maliyeti ile çalışan ve daha üstün kalitede üzüm üretimine olanak sağlayan yenilikçi yapay kurutma sistemleri önemli bir alternatif oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında kurutulan ve geleneksel yöntemle kurutulan üzümlerin kalite özellikleri açısından karşılaştırılması ve farklı güçlerde uygulanan ışınların üzümün kuruma süresi ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sultani çeşidi üzümler %5’lik K_2CO_3 çözeltisine batırıldıktan sonra hem güneşte (tel ve yer sergisinde) geleneksel yöntemle bağlı kalarak, hem de kurutucuda %14 kuru madde içeriğine kadar kurutulmuştur. Kurutucuda sıcaklık ve hava hızı sırasıyla $30^{\circ}C$ ’de ve $1,2\text{ m/s}$ ’ de sabit tutulmuş ve kurutucuda bulunan kızılötesi ve mor ötesi lambaların gücü 600, 450, 300 W olarak üç farklı seviyede uygulanmıştır. Üzümlerin kuruma süresi belirlenmiş, ürünlerin renk, tekstür, büzüşme, parçacık yoğunluğu, serbest yığın yoğunluğu, rehidrasyon oranı ve mikrobiyal kaliteleri (toplam küf/maya) karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

%14 nem içeriğine kurutulan üzümlerin su aktiviteleri 0,6 değerinin altında ve dolayısıyla mikrobiyolojik açıdan güvenli bulunmuştur. Güneşte Kurutma, yer sergisinde 7 gün, tel sergide ise 12 gün sürmüştür. Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında lambaların gücü sırasıyla %100, %75 ve %50 (600 W, 450 W ve 300 W) olduğunda üzümlerin kuruma süresi sırasıyla 19,75 saat, 49,41 saat, 68,25 saat bulunmuştur. Yer sergisindeki üzümün yüzey sıcaklığı $55-60^{\circ}C$ arasında, tel sergide $35-45^{\circ}C$ arasında ölçülmüştür. %50 güçte sıcaklık $30-40^{\circ}C$ aralığında, %75 güçte $40-50^{\circ}C$ aralığında ve %100 güçte $50-92^{\circ}C$ aralığında ölçülmüştür. Taze üzümün emisivite değeri 0,85 civarı iken, nem içeriği %14 olan kuru üzümün ise emisivite değeri 0,55 civarındadır.

Kurutma sırasında ürün yüzey sıcaklığı, uygulanan güce bağlı olarak arttıkça L değeri de artmıştır. EI100 ($15,33 \pm 1,38$) en yüksek L değerine sahiptir. GKY ($0,73 \pm 0,68$), GKT ($0,89 \pm 0,83$), EI50 ($0,78 \pm 0,25$) birbirine yakın sıcaklıklarda kurudukları için birbirlerine yakın a değerleri almıştır. Sıcaklığın arttığı EI75 ($1,77 \pm 0,23$) ve EI100 ($1,41 \pm 1,10$) ise daha yüksek a değerlerine sahiptir. GKY' de ($0,14 \pm 0,87$) ve GKT' de ($0,24 \pm 0,74$) kurutucuya göre düşük b değerinde bulunmuştur. Kurutucuda ise EI50 ($1,76 \pm 1,77$), EI75 ($2,037 \pm 0,39$), EI100 ($0,913 \pm 1,27$)'e göre daha yüksek b değerine sahiptir. En çok renk değişimi (ΔE) EI100 ($7,81 \pm 1,02$)'de en az EI75 ($4,04 \pm 0,31$) ve ardından EI50 ($6,10 \pm 3,06$)'de görülmüştür. En yüksek ve en kabul edilebilir hue değeri EI50 ($78,9 \pm 1,56$)'de gözlemlenirken kurutucuda sıcaklık arttıkça hue değeri düşmüştür. Ekspertiz tarafından en yüksek puan verilen EI50 (10,5-11) ile kurutulmuş üzümlere verilmiştir. En düşük rehidrasyon oranı en yüksek sıcaklıklarda kuruyan EI100 ($0,67 \pm 0,02$)'de, en yüksek rehidrasyon oranı ise en düşük sıcaklıklarda kuruyan GKT ($0,78 \pm 0,01$)'de çıkmıştır. Tüm denemeler sonucunda elde edilen kuru üzümlerin yığın yoğunluğu, önerilen 0,6 g/mL alt değerinde veya 0,6 g/mL değerine yakındır. EI100 sayısal değer olarak en yüksek parçacık ve yığın yoğunluğuna sahiptir. Örnekler arasında en düşük büzülme değerine GKT ($1,22 \pm 0,31$), en yüksek büzülme değerine ise EI100 ($1,31 \pm 0,17$) sahiptir. Kurutma süresi arttıkça da sertlik değeri artmıştır. Yer sergisinde kuruyanlar, tel sergide kuruyan örneklerden sayısal olarak daha yüksek bir sertlik değerine sahiptir. Elektromanyetik ışıma ile kurutmada ise %100 güç en yüksek %50 güç ise en düşük sertlik değerine sahiptir. Yapışkanlık, esneklik, çiğnenebilirlik özellikleri bakımından örnekler arasında anlamlı fark yoktur. Sıcaklık artışı ve ürünün kurutma süresinin artması iç yapışkanlık ve sakızimsılık değerini artırmıştır en yüksek iç yapışkanlık değeri ve sakızimsılık değeri EI100'de bulunmuştur. Yer sergisinde ($1,6 \times 10^4$) ve tel sergide ($3,6 \times 10^4$) kurutma sonrası yapılan analizde hammaddeye göre toplam küf maya içeriği artmıştır. EI50, EI75 ve EI100'de ise hammaddeye göre küf maya tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: sultani üzüm, güneşte kurutma, elektromanyetik ışıma ile kurutma, kalite, toplam küf-maya

2017, 86 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Drying the grapes with Electromagnetic Radiation

Özgün KAYA

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Asist. Prof. Dr. İsmail EREN

Sultani is the most preferred grape variety for raisin production in Turkey. Traditionally, grapes are dried by direct exposure to sunlight under uncontrolled conditions. Spreading the bunches over the covers laid around or hanging the bunches on string racks are the common applications in sun drying of grapes. Traditional solar drying processes have many negative effects besides their benefits in terms of energy costs. Exposure to environmental conditions (i.e. dust contamination), microbial growth, nutritional deterioration and high labor costs can be considered as important disadvantages. Also, dependence on meteorological conditions may result in long process times and product quality deficiency. Innovative artificial drying systems, which operate at low operating costs and enable grape production in superior quality, are an important alternative in solving the problems mentioned.

In this study, it was aimed to compare the grape quality of dried grapes dried by conventional methods and determine the effects of the different types of grains on the drying time and quality of the grains applied at different powers. Sultani variety grapes were immersed in a 5% K_2CO_3 solution and then dried up to 14% dry matter content in the dryer as well as adhering to the traditional method (on wire and floor display). The temperature and air velocity in the dryer were kept constant at 30°C and 1.2 m / s respectively, and the infrared and ultraviolet lamps in the dryer were applied at three different levels: 600, 450 and 300 W. The drying time of the grapes was determined and the color, texture, shrinkage, particle density, free heap density, rehydration rate and microbial qualities (total mold / yeast) of the products were compared. The obtained data were analyzed statistically by one way analysis of variance.

The water activities of grapes dried to 14% moisture content were below 0.6 and thus found to be microbiologically safe. Drying in the sun lasted 7 days in the ground show and 12 days in the wire show. The drying times of the grapes were found to be 19,75 hours, 49,41 hours, 68,25 hours respectively when the power of the lamps in the electromagnetic radiation dryer was 100%, 75% and 50% (600 W, 450 W and 300 W) respectively. The grape surface temperature is between 55-60°C and the wire is measured between 35-45°C. The 50% power is measured at 30-40°C, 75% power at 40-50°C and 100% power at 50-92°C. Fresh grapes have an emissivity value of about 0.85, whereas dry grapes with a moisture content of 14% have an emissivity value of about 0.55.

The product surface temperature during drying increased as L increased depending on the applied strength. EI100 ($15,33 \pm 1,38$) has the highest L value. GKY ($0,73 \pm 0,68$), GKT ($0,89 \pm 0,83$), EI50 ($0,78 \pm 0,25$) were close to each other because they dried at temperatures close to each other. EI75 ($1,77 \pm 0,23$) and EI100 ($1,41 \pm 1,10$) increase in temperature have higher a values. It was found to be low b value in GCF ($0,14 \pm 0,87$) and GKT ($0,24 \pm 0,74$) according to the dryer. In the dryer, EI50 ($1,76 \pm 1,77$) has higher b value than EI75 ($2,037 \pm 0,39$) and EI100 ($0,913 \pm 1,27$). The highest color change (ΔE) was seen in EI100 ($7,81 \pm 1,02$) at least EI75 ($4,04 \pm 0,31$) followed by EI50 ($6,10 \pm 3,06$). The highest and most acceptable hue value was observed at EI50 ($78,9 \pm 1,56$), while the hue value decreased as the temperature increased in the dryer. Dried grapes were given EI50 (10,5-11) given the highest score by expertise. The lowest rehydration rate was found in EI100 ($0,67 \pm 0,02$), which dried at the highest temperatures, and the highest rehydration rate was found in the GKT ($0,78 \pm 0,01$), which dried in the lowest temperatures. The bulk density of raisins obtained as a result of all experiments is close to the recommended value of 0.6 g / mL or 0.6 g / mL. EI100 has the highest numerical value of particle and bulk density. Among the samples, the lowest shrinkage value is GKT ($1,22 \pm 0,31$) and the highest shrinkage value is EI100 ($1,31 \pm 0,17$). As the drying time increased, the hardness value increased. Dryers on the ground show a numerically higher hardness value than the samples dried on wire. In case of electromagnetic radiation, 100% power is the highest and 50% power is the lowest. There is no significant difference between the samples in terms of tackiness, flexibility, chewability. The increase in temperature and the drying time of the product increased the value of internal viscosity and gumminess. The highest internal viscosity value and gumminess value were found at EI100. In the analysis made after drying in the ground exhibit (1.6×10^4) and wire show (3.6×10^4), the total yeast content increased according to the raw material. In EI50, EI75 and EI100, mold yeast was not detected according to the raw material.

Keywords: Sultani grape, sun drying, electromagnetic radiation drying, quality, total mold-yeast

2017, 86 pages

1. GİRİŞ

Gıdaların kurutulması insanın doğadan öğrendiği, ilk çağlardan beri uyguladığı en eski dayandırma yöntemidir. Doğada pek çok bitki kendi kendine daha tarladayken kurur. Kurutma, özellikle yüksek oranda (%75-95) su içeren meyve ve sebzeler gibi gıdaların uzun süre dayandırılabilmesi amacıyla uygulanır [1].

Ülkemizde sebze ve meyve kurutma işlemi doğal bir kurutma yöntemi olan güneş altında sergide kurutma işlemi ile yapılmaktadır ve işlem sonucunda da sebze ve meyvelerde istenilen kalite özelliklerine ulaşılmaktadır. Ancak Geleneksel kurutmada ürünlerin kurutulması uzun zaman aldığından ve ürün dış ortamdan doğrudan etkilendiğinden tozlanma, mikrobiyal riskler, bozulma ve meteorolojik şartlara bağlılık gibi birçok olumsuzluk içerir. Ekonomik açıdan iç ve dış pazarda, meyvelerin bu şekilde kurutulması sonucu kalite ve değer kaybı gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Diğer ülkelerle rekabet edebilmek, hijyenik koşulları sağlayan ürünler üretmekle bağlantılı olduğundan, gelişmiş teknoloji ve üretim yöntemlerinin de kurutma işlemlerine uygulanması zorunlu görülmektedir. Bu sebeple araştırmacılar yapay kurutma yöntemlerine yönelmişlerdir [2].

Tablo 1.1. Doğal Kurutma ve Yapay Kurutmanın Karşılaştırılması [3]

Doğal Kurutma	Yapay Kurutma
Kurutma süresi uzundur.	Kurutma süresi kısadır.
Geniş alan gerektirir.	Az alan gerektirir.
Mikrobiyolojik açıdan kontrolü zor olduğu için riskler taşır.	Mikrobiyolojik açıdan daha kontrollü şartlar sağlanabilir.
Genellikle daha düşük kaliteli ürün elde edilir. Ancak bazı ürünlerde renk ve lezzet daha iyi gelişir.	Genellikle daha yüksek kaliteli ürün elde edilir.
Sıcaklık, hava hızı, vb. açılardan kontrolsüz kurutma işlemi gerçekleştirilir.	Kontrollü kurutma işlemi gerçekleştirilir.
Ürün randımanı düşüktür.	Ürün randımanı yüksektir.
Daha ucuz bir yöntemdir.	Daha pahalı bir yöntemdir.

Kurutma işleminin kapalı alanlarda ve kontrol edilebilir koşullarda yapılması yöntemine "yapay kurutma" denir. Yapay kurutmada, güneşte kurutmanın birçok

sakıncaları ortadan kaldırılmış olup genellikle daha iyi kalitede ürün alınabilmektedir [1]. Tablo 1.1 'de de görüldüğü üzere doğal kurutmanın yapay kurutmaya göre tek avantajı daha ucuz bir yöntem olmasıdır.

Ülkemizde çekirdekli üzüm de çekirdeksiz üzüm de kurutulur ancak hem iç tüketimde hem ihracatta çekirdeksiz üzüm daha çok öne çıkmaktadır. Ülkemiz çekirdeksiz üzüm üretiminde dünyada ön sıralarda yer almaktadır [1]. Ülkemizde üzüm üretim miktarı 2001 yılına 3,250,000 ton olup zamanla artmıştır ve 2016 yılına gelindiğinde üretilen üzüm miktarı 4,000,000 ton olmuştur. Sofralık üzümle karşılaştırıldığında neredeyse 3,5 katı kurutmalık üzüm üretilmiştir. Tablo 1.2.'de de görüldüğü gibi bu kurutmalık üzümlerin de büyük kısmı Manisa'da üretilmektedir [4].

Tablo 1.2. 2016 yılında Türkiye'de ve Manisa'da üretilen üzüm miktarı [4]

	Sofralık (ton)	Kurutmalık Çekirdeksiz (ton)
Türkiye	1.990.604	1.141.130
Manisa	390.280	966.450

Ülkemiz, dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde uzun yıllardır ABD ile birlikte ilk iki sırayı paylaşmaktadır. Türkiye'de özellikle çekirdeksiz üzümünden elde edilen kuru üzümler dünya çapında ünlüdür. Bu nedenle Ege Bölgesi'ndeki bağlarda, değerli ihraç ürünü olan ve dış piyasalarda aranan çekirdeksiz kuru üzüm elde edilmesine yönelik olarak üretim yapılmaktadır. Tablo 1.3'de görüldüğü üzere 2012/2013 sezonu verilerine göre, dünya üretiminin %27,45'ini Türkiye gerçekleştirmektedir. Ülkemizi önemli üretici ülke olarak ABD (%21,99), Çin (%13,29), İran (%11,96) ve Hindistan (%11,07) izlemektedir [5].

Tablo 1.3. Dünyada çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları (bin ton) [5]

Ülkeler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
Türkiye	225	310	270	249	269	310
ABD	241	255	243	259	270	248.27
İran	70	50	100	135	135	135
Şili	25	50	64	60	62	83
Arjantin	27	26	28	30	40	26
G. Afrika	29	28	17	29	19	19.2
Avustralya	15	9	14	12	5	10.6
Yunanistan	5	-	5	5	5	5
Çin	*	*	*	130	120	150
Hindistan	*	*	*	120	135	125
Özbekistan	*	*	*	25	25	25
TOPLAM	637	728	741	1.053	1.085	1.129.07

Üzümün kurutulmasında yapay kurutucular kullanılarak güneşte kurutmadan kaynaklı sorunlara çözüm getirilebilse de güneş altında kurutulan ürüne ait duyusal kalite elde edilememektedir. Özellikle güneş ışınlarının etkisiyle gelişen renk ve lezzet değişimi güneşte kurutulmuş ürüne özgüdür. Güneş ışınlarının ve hava hızı koşullarının simüle edilerek oluşturulduğu bir kurutucu ile güneşte kurutmaya yakın kalitede ürün elde edilmesi ve yılın her mevsimi, gece-gündüz ayrımı olmaksızın kurutma yapma imkanı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Üzüm mevsimlik bir bitkidir ve çabuk bozulur, bu nedenle bir sezonun tüm kurutulacak üzümleri, 4-5 gün gibi kısa bir süre içinde kurutulmaya başlanmalıdır. Doğal kurutmada üzüm yaklaşık 10-15 günde kurur, elektromanyetik ışıma ile kurutucuda ise kurutma süresi önemli ölçüde kısaltılarak riskler azaltılır ve maliyet düşer. Ayrıca, ortam koşullarının üzüm yetiştirmek için oldukça elverişli olduğu, ancak kuru üzüm üretiminin mümkün olmadığı yerler de vardır. Elektromanyetik ışıma ile kurutucuyla üzüm kurutma sezonunun uzatılması, sezon boyunca aynı kalitede ürün alınabilmesi ve üzümün her yerde kurutulabilmesi sağlanır.

Elektromanyetik ışıma ile kurutucuda ürünün mikrobiyal kalitesinin daha iyi olması beklenir. Ayrıca güneşte kurutma uygulamasında, 20 dönümlük bir tarım alanı için yaklaşık 1 dönümlük bir kurutma alanı ayrılmak zorundadır. Öte yandan kuru üzüm üretiminin fazla olması nedeniyle, sağlanacak küçük boyutlu iyileştirmelerin ekonomik boyutu büyük olacaktır. Bu sebeplerle çalışmada Sultani çeşidi üzümler

bölümümüzün alt yapısında bulunan elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında (güneşte kurutulan dönemin ortalama sıcaklığı ve hava hızı değerleri kullanılarak) ve kontrol grubu olarak geleneksel yöntemle güneşte (yer tipi polipropilen sergide ve yüksek sistem telde kurutma) kurutulmuştur.

Çalışmanın amacı; elektromanyetik ışıma ile kurutucuda ve güneşte kurutulmuş Sultani çeşidi üzümün kuruma süresini, ürünün kalite özelliklerini (toplam kuru madde tayini, renk, tekstür, büzüşme, parçacık yoğunluğu, serbest yığın yoğunluğu, rehidrasyon oranı) ve mikrobiyal kalitelerini (toplam küf/maya) karşılaştırmak, üzümün hammaddeden ürüne dönüşürken değişen emisivite değerlerini ortaya koymak, kurutma sırasındaki sıcaklık davranışlarının belirlemektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sultani Çekirdeksiz Üzüm

TS 3411/2011 standardına göre çekirdeksiz üzüm “*Vitis vinifera L.* türüne giren çekirdeksiz taze üzümlerin kurutulmuş meyveleri” diye tanımlanır [4]. Sultani Çekirdeksiz çeşidi büyük oranda kurutmalık olarak değerlendirilir. Ancak sofralık ve şıralık olarak da kullanılan önemli miktarda Sultani üzüm vardır. Yapılan araştırmalarda Sultani ve Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin Anadolu’da kendiliğinden meydana geldiği ve birbirinden farklı 38 tipinin olduğu belirtilmiştir. Bu durum Sultani ve Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin anavatanının Anadolu olduğu fikrini desteklemektedir. Dünyada en çok kurutulan üzüm çeşitleri Sultani Çekirdeksiz, İskenderiye Misketi, Razaki ve Kuş üzümüdür. Çekirdeksiz üzümün beyaz ve siyah çeşitleri ile yuvarlak ve uzun tipleri bulunmaktadır [6].

Sultani Çekirdeksiz üzüm, orta mevsimde olgunlaşan bir çeşittir. Gelişmesi kuvvetli, salkımı kanatlı şekildedir. Taneleri normal sıklıktadır ve ovaldir. Bunun yanında küçük taneli, tane kabukları normal kalınlıktadır. Sofralık ve kurutmalık üretimde Ege Bölgesi’nde kullanılan en yaygın üzüm çeşididir [7].

Tablo 2.1.1. Çekirdeksiz kuru üzümlerde bazı temel besin öğelerinin miktarı [8]

Besin Öğesi	Birim	Çekirdeksiz kuru üzüm (32.5 g)
Su	G	5
Enerji	kJ	408
Karbonhidrat	G	25.7
Toplam Şeker	G	19.6
Glikoz	G	9
Fruktoz	G	9.7
Sakkaroz	G	0.14
Demir	Mg	0.6
Magnezyum	Mg	10.6
Potasyum	Mg	243

Kurutulmuş çekirdeksiz üzümlerin bazı temel besin öğeleri Tablo 2.2.1.’de görülmektedir. Kurutulmuş gıdalar, diğer yöntemlerden farklı olarak besin öğeleri

açısından yoğunlaştırılmış bir nitelik kazanmışlardır. Kuru zm de bazı maddelerce yaş üzümden daha zengindir. Williamsom, kuru üzümdeki en bol tanenlerin, flavonoller olan kuersetin, kaempferol, kaftalik ve koutarik asit olan fenolik asitler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, yaş bazda, protokateşik asit, yükseltgenmiş sinamik asitler gibi bazı tanenlerin kuru üzümde üzümden daha yüksek seviyede bulunduğunu belirtmiştir. Kuru zm, yemek sonrası insülin tepkisini düşürebilir, şeker emilimini (glisemik indeksi) hafifletebilir, belli başlı oksidatif biyolojik belirteçleri etkileyebilir ve leptin ve girelin aracılığıyla tokluğa teşvik eder [8].

2.2. Kurutma

Kurutma gıdanın içindeki nemin buharlaştırılması yoluyla uzaklaştırılması işlemidir. Gıdaların kurutulmasındaki en önemli amaç gıdanın dayanma süresini artırmaktır. Kurutmayla, deniz ürünleri, et ürünleri, tüm meyve ve sebzeler muhafaza edilir. Gıda rnlerinin nem içeriği, mikrobiyal açıdan kabul edilebilir bir değere düşürülmesi gerekir (r., kavun, %93 kadar nem içeriğine sahiptir). Kurutma, eř zamanlı ısı ve kötü aktarımını içeren karmaşık bir işlemdir. Fiziksel veya kimyasal dönüşümler gibi süreçler ile birlikte, ürün kalitesinde, ısı ve kötü transfer mekanizmalarında değişikliklere neden olabilir. Kurutulmuş gıdaların en büyük avantajlarından biri konserve veya dondurulmuş gıdalardan çok daha az depolama alanı gerektirmesidir [9].

Gıdalarda bulunan su gıdanın tekstürel yapısını, duyuasal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini belirler. Gıdalarda su, gözenekli kapiler boruların içinde absorbe olmuş şekilde bulunur. Suyun uzaklaştırılmasında katı maddeyle su arasındaki bağ çok önemlidir. Kurutmanın zorluğu bu bağların tipine göre değişmektedir. Gıda maddesinden ilk önce serbest su uzaklaştırılır. Daha sonra hidrojen bağlı su ve en son iyonik bağlı su uzaklaşır [10].

Gıda maddelerinin kurutulabilecekleri maksimum sıcaklıklar ve kuruma özellikleri birbirinden farklıdır. Kurutmada kullanılan havanın sıcaklığı, bağlı nemi, hızı ve ürüne göre akım yönü, ısı ve kötü transfer olaylarını etkileyen etmenlerdir. Katı maddelerin kurutulması sırasında kuruma başlıca iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada kuruma debisi sabit olur ve ürünün yüzey sıcaklığı kurutma havasının ıslak

termometre sıcaklığındadır. İkinci aşamada, kuruma debisi, sürekli olarak azalır ve sistem dengeye ulaştığı zaman buharlaşma durur. Denge halinde gıda maddesinin su aktivitesi kurutmada kullanılan havanın bağıl nemine eşittir. Azalan debide kuruma periyodu sırasında, ürünün yüzey sıcaklığı artmaya başlar ve ürün kurudukça sıcaklık kurutma havasının kuru termometre sıcaklığına yaklaşır [10].

Gıdaların kurutulmasında uygulanan kurutma yöntemleri başlıca aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

1. Doğal Kurutma Yöntemleri (Geleneksel Güneşte kurutma)
2. Yapay Kurutma Yöntemleri
3. Alternatif Kurutma Yöntemleri
4. Kombine Kurutma Yöntemleri [9].

2.3. Güneşte Kurutma

2.3.1. Üzümün Geleneksel Yöntemle Güneşte Kurutulması

Güneş ısısından yararlanılarak ürünün yapısındaki su oranının azaltılması için uygulanan basit yöntem "doğal(güneşte) kurutma" denir. Bilinen en eski kurutma yöntemlerinden biri güneşte kurutmadır. Mevsimsel kurutmanın sağlanabilmesi için iklim koşullarının çok uygun olduğu yörelerde üretim, yüksek enerji maliyeti gerektirmeden güneş enerjisinden yararlanarak daha yüksek kalitede yapılabilir [3].

Ülkemizde kuru üzüm kendine özgü yöntemlerle üretilir. Kurutulacak üzümler salkımlar halinde delikli ve kulplu kaplara yerleştirilip içerisinde bandırma çözeltisi denen alkali eriyiği bulunan başka bir kaba birkaç dakika süreyle daldırılıp çıkarılmaktadır [1]. TS 3411 'e göre bandırma çözeltisi (potasa) 100 L suya 5-8 kg arasında potasyum karbonat (K_2CO_3) ve 0,6-0,9 kg arasında zeytinyağı katılarak hazırlanmalıdır [4]. Potasaya batırmadaki amaç üzüm tanesi üzerindeki pus tabakasının (mumsu tabaka) yapısının bozulması ve bunun sonucunda üzüm tanesinin su tutma özelliği kaybolmasını sağlamaktır. Böylece kuruma hızlanmaktadır. Ayrıca hızlı şekilde kuruyan üzümün kabuğundaki renk koyulaştırıcı polifenol oksidaz enziminin faaliyeti durdurularak, kuru üzümün istenen sarı renkte kuruması sağlanır.

Bandırma solüsyonunda bulunan K_2CO_3 bileşiği hidroskopik bir madde olduğundan üzümün yapısında bulunan nemi havaya geçirme çabukluğunu ve kolaylığını sağlar. Zeytinyağının işlevi ise üzüm tanesinin üzerinde bulunan pus tabakasını tane üzerinden silmek ve tane içindeki nemin hızlı bir şekilde tane kabuğundan geçmesini sağlamaktır [11].

Ülkemizde sergi yeri, bağın boş bir alanının temizlenip ıslatıldıktan sonra taş silindire düzleştirilmesiyle oluşturulur. Üzüm yaklaşık 10 günde kurur. Bu süre zarfında üzerine 2-3 defa potasa püskürtülür. 3,5-4 kg taze üzümünden 1 kg kuru üzüm elde edilir. Üzümler çiftçiler tarafından işletmelere verilir. Üzüm işletmesinde kurutma sırasında tozlandıkları için üzümler basınçlı su ile yıkanır. Yıkama sonrasında üzümün yüzeyinde kalan suyun giderilmesi ve nemin dengelenmesi için yapay bir kurutucuda kurutma işlemi uygulanır. Kuruma sırasında oluşan esmerleşmeyi önlemek için 1,5 ton kuru üzüme 1 kg күкүрт yakılmak suretiyle oluşturulmuş SO_2 gazında üzümler 10 dakika tutulur [1].

Üzümler genellikle yer tipi sergilerde kurutulur. Yer tipi sergiler başlıca 4 farklı tiptedir;

1. Toprak Sıvama Sergiler
2. Kağıt Sergiler
3. Polipropilen Kanaviçe Sergiler
4. Beton Sergilerdir [12].

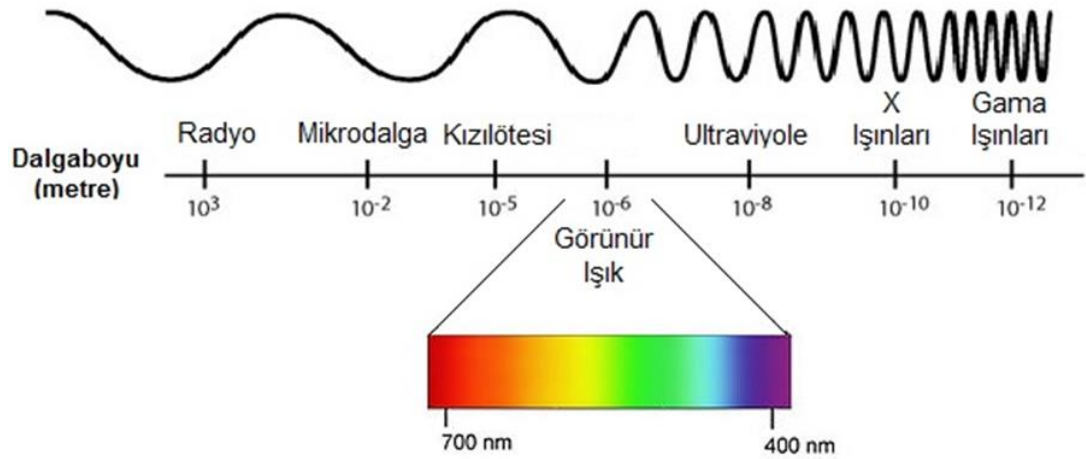
Diğer bir serme şekli de yüksek sistem (tel) sergilerdir. Yer tipi sergiler yapısı gereği bazı dezavantajlara sahiptir. Yapılan çalışmalarda yer tipi sergiye göre telde kuruyanların daha açık renkte, daha az kontamine olduğu tespit edilmiştir. Telde üzümler yağmurdan daha az etkilenmektedir. Tel sergilerde ihtiyaç duyulan alan yer sergilerindekinin 1/5'i kadardır. Fakat yer sergilerinde 10 gün olan kurutma süresi tel sergilerde 10-15 gündür [13].

Beton sergi yerleri temizlik yönünden önemli yararlar sağlamıştır. Ancak maliyetinin yüksek olması ve kurutma mevsimi dışında başka amaçlarla kullanılmaması gibi sakıncaları vardır. Yüksek telli kurutma sistemlerine yer tipi sergilere göre birim alana daha fazla üzüm serilebilmektedir. Böylece kurutma mevsiminde önemli bir sorun olan yer problemi de azalmış olmaktadır. Yağmur ve

diğer çevre şartlarından ürünü korumak daha kolay olmakta, daha temiz ve kaliteli ürün elde edilebilmektedir. Bununla birlikte kuruma süresi birkaç gün uzamaktadır. Ayrıca yağmur sonrası ürünün kararmasını önlemek amacıyla potasa eriği yüksek sitem sergilere kolayca uygulanabilmektedir [6].

2.3.2. Güneş Işınımı

Dünyaya gelen güneş enerjisi, çeşitli dalga boylarındaki ışıklardan oluşur. Hava küre dışından gelen güneş ışınlarının dalga boyları kırmızıya kadar uzanır. Yani güneş ışınlarının dalga boyları 0.1-3µm arasında değişir. Güneşten gelen ışının dağılımı %9 morötesi bölgede, %45 görünür ışık bölgesinde ve geri kalan %46 kızılötesi bölgesinde yer alır [14].



Şekil 2.3.2.1. Elektromanyetik Spektrum [15]

Şekil 2.3.2.1’de görüldüğü gibi elektromanyetik spektrum bazı dalga boyu aralıklarına ayrılabilir. Bu dalga boyu aralıklarından sadece 400-700 nm dalga boyları arasında yer alan dar bir bölge insan gözü tarafından algılanabilir. Dalga boyu aralıklarında kesin bir ayrım yoktur. Şekil 2.2.1’de görülen sınırlar yaklaşık değerlerdir. Dünya yüzeyinden yansıtılan güneş ışınımının başlıca kızılötesi bileşenleri yakın kızılötesi ve kısa dalga boylu kızılötesi ışıdır. Yeryüzündeki güneş enerjisi ölçümlerinin çoğu, yaklaşık olarak eşit oranlarda enerji içeren, görünür ve yakın kızılötesi dalga boylarıyla sınırlıdır. İnsan gözünün duyarlı olduğu ışınım dalga boyu mavi (400 nm), yeşil (550 nm), kırmızı (700 nm) aralığındadır [14].

2.3.3. Kızılötesi (Infrared) Işınlarda Gıdalarda Kullanımı

Gıda maddeleri, kızılötesi radyasyona maruz bırakıldıklarında, ortaya çıkan enerjiyi değişen oranlarda soğurma kabiliyetine sahiptirler. Son zamanlarda kızılötesi radyasyon, gıda endüstrisinde yaygın olarak kurutma, pişirme, çözündürme, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısı işlemlerde kullanılmaktadır. Kızılötesi ısıtmanın konvansiyonel ısıtmaya göre avantajları, kısa sürede düzgün ısıtma sağlaması, kalite kayıplarının ve besinsel kayıpların azaltılması, ekipmanların basit ve esnek kullanım alanlarına sahip olmaları ve önemli oranda enerji tasarrufu sağlaması şeklinde sıralanabilir. Diğer avantajları ise kurutma süresinin kısalması, alternatif enerji kaynağı olması, yüksek enerji verimliliğine sahip olması, kurutma sırasında ürün sıcaklığının düzgün dağılması, işlem parametrelerinin kolay kontrol edilebilir olması ve yer tasarrufu sağlaması şeklinde sıralanabilir. Uzak-kızılötesi kurutma son yıllarda başarılı bir şekilde meyve ve sebzelerin kurutulmasında kullanılmaktadır [16].

Kızılötesi ışınım uygulanarak birçok gıdanın direkt kurutulması mümkün olmakla birlikte, diğer kurutma yöntemleri ile kombine halde de kullanılabilir. Kızılötesi ısıtma hem daha az ısıtma ortamı ihtiyacına sahiptir hem de daha kısa sürede, daha verimli kurutma sağlayabilir [17].

Kızılötesi ışınım ısı transfer özelliği, ürüne direkt nüfuz etme ve hızlı proses kontrolü özellikleri sayesinde diğer kurutuculardan ayrılarak ideal enerji kaynağı olduğunu göstermektedir. İlk kurulum ve işletme maliyetinin düşük olması çevreye zarar vermeyişi ve kullanımında mevsim değişikliklerinden etkilenmemesi özellikleri sayesinde kurutma alanında tercih edilebilir [18].

2.3.4. Mor Ötesi (Ultraviyole) Işınlarda Gıdalarda Kullanımı

Mor ötesi veya UV ışınlar görünen ışın ve X ışınları arasında kalan dalga boyları 10-400 nm arasında değişen elektromanyetik ışınlardır. Mor ötesi ışınların en büyük kaynağı güneştir. Mor ötesi ışınlama, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 2000 yılında meyve suları için ısısal yonteme alternatif olarak onaylandı. Bunun sonucunda gıda alanındaki uygulamaları ve üzerine yapılan çalışmalar hız kazandı [19].

Mor ötesi ışınlamanın biyomoleküller ve organik moleküllerde bulunan değişik bağlar üzerindeki fotokimyasal etkisi nedeniyle mikroorganizmalar üzerinde inaktivasyon özelliği vardır. Mor ötesi ışınlar mikroorganizmaların DNA ve RNA zincirlerine zarar verir. Çünkü DNA ve RNA molekülleri 200-310 nm dalga boyundaki mor ötesi ışınları absorbe eder. Çoğalmalarını engelleyerek inaktif hale getirir [19].

Nölle ve ark. [20], mantarları güneşte kurutmuş ve kurutmanın doğal veya yapay UV ışığı ile mantarlarda D2 vitamini zenginleştirmesini incelemiştir. Kurutma boyunca ticari mor ötesi ışık kullanımının mantarların D₂ vitamini içeriğinde artış sağladığını belirtmişlerdir.

Literatürde üzüm suyu ve şarapta mor ötesi ışınlama uygulamalarına denk gelinmişse de üzüm kurutma çalışmaları için bulunamamıştır.

2.4. Üzümün Kurutulmasında Kuruma Kinetiğinin Araştırılması

Kuruma kinetiği, materyal ile çevresindeki hava arasındaki nem alışverişi, kuruma sürecinde geçen zaman dikkate alınarak incelenir. Kuruma zamanı; örneklerin ilk nem içeriklerinden son nem içeriklerine ulaşmaya kadar geçen süre olarak belirtilmiştir. Kuruma hızı; birim zamanda örnekten uzaklaştırılan su miktarı olarak tanımlanmıştır [21].

Margaris ve Ghiaus [22], bir sıcak hava kurutucu tasarlamış ve bu kurutucuda Sultani üzümü kurutmuşlardır. Üzümler %18 nem içeriğine kadar kurutulmuştur ve kuruma süresi 72 saat olarak belirtilmiştir. Nem içeriği, kuruma oranları ve göreceli nem içeriği hesaplanmıştır. Üzümlerin istenen kuru maddeye kadar kurutulması sırasında ince tabaka model ve Page denklemi kullanılan çalışmada, araştırmacılar ölçümler ve Page denklemi tahminlerinin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Bingöl [23], tez çalışmasında Sultani çeşidi üzüm kullanmıştır ve farklı ön işlemler ile farklı kurutucular kullanarak üzümleri kurutmuştur. Çalışmasında kuruma ve renk kinetiğini incelemiştir. Üzümler ortalama hava hızı 1,8 m/s olan konvektif bir kurutucuda kurutulmuşlardır. 50°C hava sıcaklığında, ön işleme tabi tutulmayan üzümler, 92,5 saatte kururken bu süre 60°C'de 37 saate ve 70°C'de ise 17 saatte kurumuştur. Fakat 70°C'de kurutulan üzümlerin görsel kalitesi tatmin edici bulunmamıştır. Hava sıcaklığını 50°C'den 60°C'ye arttırmak, 40°C sıcaklığındaki

Çözeltiye (etil oleat, potasyum karbonat çözeltisi) 3 dakika süreyle daldırılan üzümlerin kuruma süresini yarıya, 90 C sıcaklıktaki buhar ile haşlanmış üzümlerin kuruma süresini ise üçte birine indirmiş fakat kabuğu soyulan üzümlerin kuruma sürelerinde bir fark gözlenmemiştir.

Doymaz ve Pala [24],  ekirdeksiz  z mleri potasaya batırdıktan sonra  z mleri 50, 55, 60 ve 70 C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta sıcak hava kurutucuda kurutmuşlardır ve kurutma sürelerini sırasıyla 2430, 1830 1320, 870 dakika olarak belirtmişlerdir.

2.4.1. Güneşte Kurutmanın Kuruma Kinetiğine Etkisi

Abuşka ve Doğan [25], Sultani tip  ekirdeksiz üzümün, kapalı ve kontrollü şartlarda endüstriyel çapta kurutulmasını amaçlamış ve endüstriyel tip ısı pompalı kurutucuda  z mleri potasaya batırdıktan sonra kurutmuştur. %14,08-20,71 nem miktarına kadar  ekirdeksiz üzümler 52 saatte kurutulmuştur. Kurutma havası sıcaklığı ortalaması 60,2 C ve kurutma havası hızı tünel sonunda ortalama 3,2 m/s ölçülmüştür. Kurutucuda yapılan kurutma deneyi ile eř zamanlı olarak açık havada beton üzeri bez sergi üzerinde yapılan kurutma deneyinde ise üzüm numunesi %14,60 nem oranına 199 saatte kurumuştur.

Tiris ve ark [26]., gıda ürünlerinin kurutulması için fanı, güneş enerjisini kullanan ısıtıcısı ve kurutma odası bulunan yeni bir güneşte kurutucu geliştirmiştir. Bu kurutma sistemi ile, Sultani  z m, yeşil fasulye, tatlı biber ve  ili biberi kurutmuşlardır. Geleneksel güneşte kurutma ve bu kurutucuda kurutulan ürünler karşılaştırılmıştır ve bu kurutucunun kurutma süresini önemli ölçüde düşürdüğünü ve daha iyi ürün kalitesi sağladığını belirtmişlerdir.

Mahmutoğlu ve ark. [27], farklı ön işlemler uyguladıkları ve  n işlemsiz Sultani  eşidi  z mleri solar sistem kurutucuda ve geleneksel güneşte kurutmayla kurutmuşlardır.  r nlerin kurutma sürelerini ve renklerini karşılaştırmışlardır ve denge nem içeriklerini, difüzyon kat sayılarını ortaya koymuşlardır. Solar sistem kurutucuda kurutulmuş üzümlerin nem içeriği ve renk yoğunluğu, güneşte kurutulmuş üzümlere kıyasla daha belirgin bulunmuştur.

Yaldız ve ark. [28], solar sistem bir kurutucuda %16 kuru maddeye kadar Sultani üzüm kurutmuşlardır. Sultani üzümlerinin kuruma davranışlarını açıklamak için, belirleme katsayısı ve azaltılmış ki-kare değerlerine göre sekiz farklı ince tabaka kurutma modelini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, iki dönem kurutma modelinin, Sultani üzümlerinin ince tabaka güneşte kurutma davranışını yeterince açıkladığını vurgulamışlardır.

İnan [29], yaptığı tez çalışmasında farklı konsantrasyonlarda potasa püskürterek sultani çeşidi üzümlerin güneşte kurutulmasını amaçlamıştır. Bu amaçla üzümleri yer sergisinde (beton), tel sergide ve hamak tipi sergide kurutmuştur. Yer sergisinde 8 günde tel sergide ve hamak sergide 22 günde kurutma tamamlanmıştır.

2.4.2. Kızılötesi Kurutmanın Kuruma Kinetiğine Etkisi

Utgihar ve ark. [30] iklim koşullarını taklit eden deneysel bir kurutma odası tasarlamış ve kurmuştur. Üzüm üretimine uygun kontrollü bir çevre, kapalı odanın içinde simüle edilmiştir. Simülasyonu üç bölümden oluşturmuşlardır. Birincisi kızılötesi kaynak, ikincisi, haznenin içinde gelişen enerji kaynağı ile üzümler arasındaki nemli havayı temizlemek için haznenin içine, ortam sıcaklığına bağlı olarak verilen temiz hava ve üçüncüsü üzüm ağırlığı başlangıç ağırlığının yaklaşık %25'ine düşünce uyaran mikro denetleyicidir. Ön işlem olarak potasyum karbonat ve etil oleat içeren çözeltilisine batırılmış üzümleri kullanmışlardır. Araştırmacılar kızılötesi kaynak ile üzüm örnekleri arasındaki mesafeyi arttırdığında için üzümde daha hoş bir renk elde ettiklerini ancak kuruma süresinin arttığını belirtmişlerdir. Üzümün dış yüzeyinin kararması önlemek için, kızılötesi değeri 2,63 W'dan fazla olursa, üzümün yüzeyinin yanacağını belirtmişlerdir. Üzümün biyokütle yapısından dolayı deneysel olarak 1,5439 g su içeriğine sahip üzümün kurutulmasında hesaplanan kuruma süresinden 2 saat farklı bulunduğunu açıklamışlardır. Üzüm boyutunun kurutma sırasında da çok önemli bir faktör olduğunu, üzüm boyutunun arttıkça kuruma süresinin de artacağını ve üzüm boyutunun kuruma hızı grafiğini de etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Santosh ve Vishnu [31] fan ve kızılötesi ledlerden oluşan bir kurutucu tasarlamış ve bu kurutucuda üzüm kurutma denemeleri yapmışlardır. Mumsu tabakayı

yok etmek için NaOH ve etil oleat kullanmışlardır. Ledlerin sıklığını değiştirerek ya da fan hızını değiştirerek denemeler yapmışlardır. Sonuçta kurutucunun düşük güç tüketimi ile yumuşak üzüm ürettiğini 15-20 günlük güneşte kurutma süresini 16-20 saate indirdiği belirtmişlerdir.

Çağlar ve ark. [32], çekirdeksiz üzümü kızılötesi kurutucuda kuruttukları çalışmada nem içeriğinin ve kurutma sıcaklığının (50, 60, 70, 80°C’de) kurutmaya etkilerini araştırmışlardır. Üzümün kızılötesi kurutulmasının azalan hız döneminde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmada nem ve ısı difüzivitelerinin nemin azalması ve sıcaklığın artmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bu çalışmada verilen modellerin sıcaklık ve nem değerlerinin, üzümün ısı ve nem difüzivitesi üzerine etkisini tahmin etmek için başarılı bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Aktaş ve ark. [33], yaptıkları çalışmada, kızılötesi ışınlı bir kurutucu tasarlanmış ve bu kurutucuda ayva kurutmuşlardır. Ayva dilimleri, 3,89g su/g kuru madde başlangıç nem miktarından 0,16 g su/g kuru madde son nem miktarına kadar kurutulmuştur. Kurutma sisteminde 4-5 mm kalınlığında dilimlenmiş ayvalar 35°C ve 40°C kurutma hava sıcaklığında ve 1,22 m/s, 1,83 m/s ve 2,45 m/s kurutma havası hızlarında kurutulmuştur. Tüm kurutma denemelerinde, ürün kuruma süresinin kurutma havası hızının artmasıyla arttığı, kurutma havası sıcaklığının artırılmasıyla azaldığı belirtilmiştir. Hava hızının daha yüksek olduğu deneylerde kurutma süresinin azalan kütle geçişinden dolayı uzadığı ifade edilmiş ve daha düşük hava hızında buharlaşmadan dolayı ürün yüzey sıcaklığının azaldığı ve kurutma süresinin de buna bağlı olarak kısaldığı belirtilmiştir.

Tezer [34], iki farklı giriş havası sıcaklığı, üç farklı infrared radyasyon yoğunluğu ve üç farklı hava hızı kullanılarak domates kurutma çalışması yapmış ve domates kurutmada infrared kurutma tekniğinin kullanılabilirliğini incelemiştir. 30 °C giriş havası sıcaklığında ve 1.0, 1.5 ve 2.0 m/s hava hızında yapılan kurutma denemelerinde sırasıyla kuruma süresi değerleri; 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda 363-530 dak, 1506 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda 261-291 dak, 1715 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda 195-273 dak arasında değişiklik göstermiştir. 45 °C giriş havası sıcaklığında 1.0, 1.5 ve 2.0 m/s hava hızında ise 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda 186-192 dak, 1506 W/m² infrared radyasyon

yoğunluğunda 141-153 dak, 1715 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda 133-162 dak değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Ürün kuruma süresi giriş havasının sıcaklığının ve infrared radyasyon yoğunluğunun artmasıyla azalmasına karşın hava hızının artmasıyla artış göstermiş göstermiştir. Kuruma hızı giriş havasının sıcaklığı ve infrared radyasyon yoğunluğunun artırılmasıyla artış göstermiştir. Hava hızının artmasıyla kuruma hızında azalış göstermiş fakat üç farklı hava hızındaki kuruma hızı değerleri aynı nem içeriği değerinde birbirine çok yakın olmuş ve üç farklı kuruma hızı eğilimi gözlenmiştir.

Kırmızı biber, elma ve pırasanın infrared konvektif kurutucuda kurutulmasında üç infrared radyasyon yoğunluğu (300, 400 ve 500 W) ve üç giriş havası hızı (1.0, 1.5 ve 2.0 m/s) kullanılmıştır. İnfrared gücün ve giriş havasının ürünlerin ince tabaka kuruma kinetikleri (kuruma süresi, kuruma hızı vb) ve kurutulmuş ürünlerin bazı kalite özelliklerine (renk, rehidrasyon ve C-vitamini değişimi) etkileri incelenmiştir. Ayrıca ürünlerin kurutulması için gerekli özgül enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Ürünlerin kuruma süreleri 1.0 – 2.0 m/s kurutma hava hızı aralığında ve 300, 400 ve 500 W infrared güçlerinde sırasıyla kırmızı biber için 315-455 dakika, 213-297 dakika, 196-230 dakika, elma için 198-274 dakika, 171 -261 dakika, 137-170 dakika ve pırasa için ise 305-341 dakika, 195-244 dakika, 183-241 dakika arasında değiştiğini ve ürünlerin kuruma süresinin hava hızının artmasıyla arttığını, infrared radyasyon yoğunluğunun artmasıyla azaldığını belirtmiştir. Kırmızıbiber, elma ve pırasa dilimlerin kurutulmasında infrared radyasyon yoğunluğunun artırılmasıyla her üç ürünün kuruma hızının artış gösterdiği ifade edilmiştir. Aynı ürünlerin rehidrasyon değerlerinin kırmızıbiberde hava hızının artırılmasıyla azaldığı, infrared radyasyon yoğunluğunun artırılmasıyla arttığı belirtilmiş, elma dilimlerinde ise hız ve gücünün değişmesiyle rehidrasyon değişimlerinde tekdüze değişkenliklerin görülmediği belirtilmiştir. Ürünlerin kurutma öncesi ve sonrasında yapılan renk ölçümlerinde, renk değerleri arasında küçük farklılıklar olduğu ifade edilmiştir [35].

2.5. Kurutma İşleminin Üzümün Kalitesi Üzerine Etkileri

2.5.1. Renk

Kurutulmuş ürünün kalitesini etkileyen en önemli olumsuzluk renk esmerleşmesidir. “Maillard Tepkimesi” adı verilen renk esmerleşmesinde şekerlerin aldehit ve proteinlerin amino grupları rol oynar. Daha çok enzimatik olmayan bu esmerleşme tepkimeleri sıcaklık dereceleri arttıkça ve tepkimeye giren öğelerin 21 ortamdaki konsantrasyonları yükseldikçe hızlanmaktadır. %2 nemin altında esmerleşme tepkimeleri olmazken %15–20 arasında Maillard tepkimeleri en hızlı şekilde oluşur. Depolamada her 10°C sıcaklık artışının, esmerleşme tepkime hızının (ürünün su oranına bağlı olarak) 6–8 kat artışına sebep olduğu anlaşılmıştır [21].

Son ürünün rengi taze meyve durumundan etkilenebilir. Güneş ışığına maruz kalması üzümün kompozisyonunu, özellikle yüzeydeki fenolik bileşikleri etkiler ve kurutma prosesinde üzümün esmerleşmesinde önemli bir rol oynar. Araştırmacılar kurutulmuş üzümlerin kalitesini değerlendirmek için renk parametrelerini bir indeks olarak seçmişlerdir. Üzümlere uygulanan kimyasal ön işlemlerin, polifenoloksidaz enziminin inhibisyonundan dolayı açık renkli kuru üzüm üretimine yol açtığını belirtmişlerdir. Üzümlerin güneşte kurutulmasında, polifenoloksidaz enziminin ana substratı olan kaftalik asit hızla kaybolur ve bu esmerleşmenin başlangıcı olarak düşünülür [36].

TS 3411 [3]’e göre çekirdeksiz kuru üzüm rengine göre 7, 8, 9, 10, 11 numara olmak üzere 5 tiptedir. Abuşka ve Doğan [25], ısı pompalı kurutucuda kurutulan üzümlerin, güneş altında açık alanda kurutulan üzümlere kıyasla renklerinin daha açık olduğunu ve toz/toprak bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Açık havada sergide kurutulan üzüm numuneleri 9 numara, kurutucuda kurutulan üzüm numuneleri ise 10 numara renk değeri elde edilmiştir.

Çekirdeksiz üzümlerin potasaya batırılmış ve batırılmamış olarak 55, 65, 75°C sıcaklıkta, 2 m/s hava hızında kurutulduğu çalışmada Lewis, Henderson ve Pabis ve Parabolik modeller kullanıldı. Ön işlemin ve sıcaklık değerinin, çekirdeksiz üzüm renk değişiklikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Kurumuş ürünlerde daha yüksek L değerleri ve daha düşük a / b değerleri istendiğini ortaya

koyan araştırmacılar kurutma süresi ve renk için en iyi sıcaklık değeri 75°C olduğunu vurgulamışlardır [38].

Dev ve ark. [39], vurgulu elektrik alan, mikrodalga ve kimyasal (%0,5 sodyum hidroksit + %2 etil oleat) ön işlem uyguladıkları ve hiç ön işlem uygulamadıkları (kontrol) kurutmalık üzümleri 65°C’de konvektif kurutucuda kurutmuşlardır. Parlaklık (L değeri) ve hue açısı istatistiksel olarak tüm ön işlemlerde benzer bir eğilim göstermekte olduğunu belirtmişlerdir. Sadece mikrodalga ön işleminde L değerinde belirgin bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Vurgulu elektrik alan uygulanmış üzümler mikrodalga ile işlenmiş üzümlerle kıyaslandığında belirgin derecede daha koyu bulunmuş ancak L değeri kontrol grubuyla ve kimyasalla muamele edilmiş örneklerle karşılaştırıldığında yakın değerde bulunmuştur. Kuru üzümlerde esmerleşmenin antosiyanin, esmerleşme enzimleri ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olduğu belirtilmiştir.

Bai ve ark. [40], yüksek nemli sıcak hava vurgulu haşlama ön işlemi uyguladıkları çekirdeksiz üzümleri sıcak hava kurutucuda 55-70°C arasında kurutmuş ve kuru üzümün rengine önemli bir faktör olan polifenoloksidaz enziminin aktivitesine ve üzümün rengine bakmışlardır. Araştırmacılar üzümde istenen rengin sarı-yeşil olduğunu ve bu ön işlemin üzümü yeşilden sarı yeşile döndürmede başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Matteo ve ark. [41], çekirdeksiz üzümü aşındırma ön işlemine ve etil oleat potasyum karbonat çözeltisine daldırma ön işlemine tabi tutmuş ardından konveksiyonel kurutucuda 50°C sıcaklıkta ve 0,5 m/s hava hızında kurutmuşlardır. Kuruma sonucunda L değişkeni, tüm numunelerde az da olsa azalma eğilimi gösterdi; ancak ön işleme tabi tutulmuş numunelerde, hiçbir işleme tabi tutulmayan numunelerdekinden her zaman daha yüksekti. b değişkeni, ön işlem uygulanan tüm üzümlerde artmışsa da, kimyasal olarak muamele edilmiş numuneler için daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, aşındırılmış üzümlerde açık rengin beğenildiği belirtilmiştir.

Doymaz ve Pala [24], çekirdeksiz üzümleri iki farklı çözeltiye batırmışlardır. Bunlardan ilki geleneksel potasa çözeltisi diğeri ise zeytin yağı yerine etil oleat kullanılan çözeltidir. Bunların yanı sıra çözeltiye batırılmamış üzümler de

kullanılmıştır. Ön işleme tabi tutulan ve tutulmayan üzümleri 50, 55, 60 ve 70°C sıcaklıkta sıcak hava kurutucuda kurutmuşlardır. Araştırmacılar üzümde arzu edilen renk özelliklerinin daha yüksek L ve daha düşük a/b oranı olduğunu belirtmişlerdir. Etil oleat çözeltisine batırılmış üzümlerin L (parlaklık) değerleri, çoğu durumda, potasalı ve doğal olarak kurutulmuş üzümlere göre daha yüksek bulunmuştur. Örneğin, L değeri, sırasıyla 60°C'de kurutulan üzümler için 21.03, 20.29 ve 17.74 ölçülmüştür. Kırmızılık/sarıklık renginin bir ölçüsü olan a/b değeri sırasıyla 0.74, 0.81 ve 1.05'dir. Bu nedenle, etil oleat ve potasa kodlu üzümler sırasıyla %18.54 ve %14.3 oranında natürel kodlu olanlardan daha açık ve parlak bulunmuştur.

Kocabıyık ve Demirtürk [42], nane yapraklarının infrared enerji ile kurutulması ile ilgili bir araştırmada kurutma denemeleri 1080 W/m² infrared radyasyon yoğunluğunda dört farklı hava hızında (0,5, 1, 1,5, 2 m/s) gerçekleştirilmiştir. Farklı hava hızlarında kurutulmuş nane yapraklarının L*, a* ve b* değerlerinin, kurutma öncesi değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Araştırmacılar tüm kuruma koşullarında kurutulan nane yaprakları daha koyu bir parlaklık, yeşil tonda artış ve sarılık tonunda azalmış bir renge sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Kurutulmuş nane yapraklarında en fazla toplam renk değişimi (ΔE) 1,5 m/s hava hızında 23.740, en düşük renk değişimi ise 2,0 m/s hava hızında 12,34 olarak elde edilmiştir.

2.5.2. Parçacık ve Yığın Yoğunluğu

Yığın yoğunluğu, özellikle mineral bileşenler, kimyasal maddeler, katkı maddeleri, gıda maddeleri veya diğer parçacıklar veya partikül madde kütleleri için kullanılan tozlar, granüller ve diğer katıların bir özelliğidir. Materyalin birçok partikülünün kütlesi, işgal ettiği toplam hacme bölünerek bulunur. Toplam hacim, parçacık hacmi, parçacıklar arası boşluk hacmi ve iç gözenek hacmini içermektedir [43].

Dev ve ark. [39], vurgulu elektrik alan, mikrodalga ve kimyasal (%0,5 sodyum hidroksit + %2 etil oleat) ön işlem uyguladıkları ve hiç ön işlem uygulamadıkları (kontrol) kurutmalık üzümleri 65°C'de konvektif kurutucuda kurutmuşlardır. Kontrolün yığın yoğunluğu ile ön işlemlili üzümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol, daha uzun bir kuruma süresinden ötürü ciddi

büzülme oranının göstergesi olan daha yüksek bir yığın yoğunluğuna sahip olmuştur. Kontrolün yığın yoğunluğu ile ön işlem uygulanmış ürünlerin yığın yoğunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Kontrol, daha uzun bir kuruma süresinden ötürü ciddi büzülme oranının göstergesi olan daha yüksek bir yığın yoğunluğunu gösterdi. Daha düşük yığın yoğunluğu değerlerinin, çok daha istenen ve daha açık gözenekli kaliteye işaret etmekte olduğunu belirtmişlerdir. 0,6-0,7 g = mL yığın yoğunluğunun üzüm çeşitliliğine bağlı olarak önerildiğini ve bu çalışmada elde edilen değerlerin çoğu 0.55 g = mL'den daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Düşük yoğunluklu kuru üzüm, daha fazla gözeneklilikten dolayı yumuşak bir dokuya sahip olduğu için doku açısından önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gabas ve ark. [44], çekirdeksiz üzümelerde ön işlem olarak etil oleat konsantrasyonunu değiştirerek farklı etil oleat + potasyum karbonat çözeltilerini test etmişlerdir. Ön işleme tabi tutulan üzümleri ve ön işlemsiz üzümleri 40, 50, 60, 70, 80°C'de sıcak hava kurutma ile kurutmuşlardır. Üzümün kuruma sırasındaki yoğunluğunun beklendiği gibi, nem içeriğine bağlı olduğu belirtilmiştir. Nem içeriği azaldıkça yoğunluğun arttığı görülmüştür. Yığın yoğunluğu, tüm deneylerde, hiperbolik bir eğri izleyerek, uzaklaştırılan suyla birlikte artmıştır. Bunun, ana bileşenleri çözünebilir katı maddeler olan meyveler gibi ürünlerin tipik bir davranışı olduğu belirtilmiştir. Bu, elde edilen üzümlerin, daha düşük nem içeriğinde, yüksek gözeneklilik ve daha düşük yığın yoğunluğuyla sonuçlanacak olan yapısal katılık göstermediği anlamına gelir.

Koç ve ark. [45], ayvaları akışkan yatak kurutucuda, tepsili kurutucuda, kızılötesi kurutucuda, ozmotik dehidrasyon + tepsili kurutucuda ve dondurarak kurutma yöntemiyle kurutmuş, kurutma yönteminin yığın yoğunluğunda önemli olduğunu belirtmiştir. Dondurarak kurutulmuş yığınların yığın yoğunluğunun azalan nem içeriği ile azaldığı belirtilmiştir. Ve dondurularak kurutulmuş numuneler, numuneler arasında en düşük yığın yoğunluğu değerlerine sahip olmuş çünkü dondurarak kurutmanın buzun mükemmel bir şekilde büzülmeden yapı içindeki boşlukları terk etmesine izin verdiği belirtilmiştir.

Mitrevesky ve ark. [46], patates ve havuç dilimlerini konvektif kurutucuda 40, 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta 1, 2 ve 3 m/s hava hızında kurutmuşlardır. Kurutma boyunca

patates ve havuç dilimlerinin paracak yoğunluğu incelemişlerdir. Sonuçta ise boyutsuz paracak yoğunluğunu, boyutsuz malzeme nem içeriğiyle ilişkilendiren bazı yeni matematiksel modeller önermişlerdir.

Krokida ve Maroulis [47], tarafından kurutma yönteminin elma, muz, patates ve havuç yoğunluğu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla örnekler konvansiyonel kurutucuda, vakumlu kurutucuda, mikrodalga kurutucuda, dondurarak ve ozmotik kurutmaya kurutulmuştur. Paracak yoğunluğunun kurutma yönteminden etkilenmediği, yığın yoğunluğunun dehidrasyon işleminden kuvvetle etkilendiği ve paracak yoğunluğunun, kurutma yöntemiyle değil malzeme türüne göre değiştiği sonucuna varılmıştır.

Baysal ve ark. [48], tarafından yapılan bir çalışmada havuç ve sarımsak örneklerinin yığın yoğunluğu serbest yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu şeklinde verilmiştir. 84.02 g/100 g kuru madde içeriğine sahip havuç örneğinde sıcak havada kurutma yöntemi sonucu elde edilen değerler serbest yığın yoğunluğunda 0.14 g/ml iken sıkıştırılmış yığın yoğunluğunda 0.16 g/ml olarak kaydedilmiştir. %10 kuru madde içeriğine sahip sarımsak örneğinde ise sıcak havada kurutma işlemi sonunda elde edilen değerler serbest yığın yoğunluğunda 0.28 g/ml iken sıkıştırılmış yığın yoğunluğunda 0.29 g/ml olarak ölçülmüştür.

Eroğlu [49], yaptığı tez çalışmasında ekirdeksiz siyah üzümlerin n kurutma olarak uygulanan ozmotik kurutulması sırasında şeker konsantrasyonunun artması nedeniye yığın yoğunluğunun yüksek çıktığını belirtmiştir. Son kurutmaya %80 kuru madde içeriğine kurutulmuş örneklerin paracak yoğunluğu değerleri üzerine kurutma yöntemlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunduğunu ifade etmiştir. Son ürünün yığın yoğunluğunda hammaddeye göre azalma, paracak yoğunluğunda ise artış saptandığını belirtmiştir. Mikrodalga+kızılötesi kombinasyonu ve tepsili kurutucu ile son kurutma işlemleri yapılan örneklerin paracak yoğunluğu arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken mikrodalgada kurutulmuş üzüm örneklerinin paracak yoğunluğu değerleri diğer yöntemlere oranla düşük bulunmuştur.

2.5.3. Büzülme

Kurutma sırasında çoğu gıda maddesinin boyutlarında önemli oranda küçülme gözlenmektedir. Büzülme adı verilen bu şekilsel deformasyonun büyüklüğü kurutulmuş ürünün kalitesi açısından önemlidir. Kurutma süresince gıda materyalinde oluşan en önemli fiziksel değişimlerden biri onun dış hacminde gerçekleşir. Su kaybı ve ısıtma, gıdanın boyutunda küçülmeye ve şeklinde değişikliğe neden olduğundan, gıdaların hücresel yapısında bir zorlamaya sebep olur. Gıda materyallerinin büzülmesi dehidrate ürünlerin kalitesi üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Şekil değişikliği, hacim azalması ve sertliğin artması tüketici üzerinde negatif etkiye neden olur [50].

Hava sıcaklığı sadece yüzey güvenliğini etkilemez aynı zamanda kurutma işlemi sırasında meyve dokusunda mikro ve makro büzülme üzerinde önemli etkiye sahiptir. Büzülme kurutulmuş ürünün kalitesini etkiler ve kuruma sırasında ürünün nem içeriğini ve sıcaklığını öngörürken göz önüne alınmalıdır. Öte yandan üzüm büzülmesine yüzeyin önemli derecede buruşması eşlik eder. Kuru üzümün arzu edilen bir görünümü, genellikle büzüşmüş parlak yüzeyi ile tanımlanır. Araştırmacılara göre, üç işlemin (ön işlem, kurutma ve işleme) ürünün kalite ve depolama stabilitesini etkilemektedir ve bu nedenle, kaliteli bir kuru üzüm elde etmek için kurutma işlemi, bu adımları dikkate alarak her şey dahil bir yöntemle tasarlanmalıdır [36].

Gıda maddelerinin büzülmesi, kurutulmuş ürünün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olur ve uzaklaşan suyun hacmiyle birlikte büzülme artar. Siyah ve beyaz üzümlere aşındırma ön işlemi uygulanan çalışmada üzümler konveksiyon kurutucuda kurutulmuş ve büzülme özelliği incelenmiştir. Beklendiği gibi, üzüm hücrelerinin aşamalı olarak tamamen büzülmesi kuruma süresince gözlemlenmiştir. Hücresel çöküş sonucunda hücresel duvarların bozulması deneylerde açıkça gözlenmiştir. Kurumanın sonunda, beyaz üzüm için, ön işlem uygulanmamış üzümlerin hacim değişimi %35, ön işlem uygulanan üzümlerin ise %19 olmuştur. Kırmızı üzümler için ise, ön işlem uygulanmamış üzümlerin hacim değişimi %40 uygulanan üzümlerin ise %35 olmuştur. Beyaz üzüm için, ön işlem uygulanmış üzümler, özellikle $V/V_0 > 0,6$ için ön işlem uygulanmış üzümlerde bütün kurutma işlemi sırasında çıkarılan suyun hacminden daha düşük numune hacminde bir azalma göstermiştir. Ön işlem uygulanmamış üzümler ise, çıkarılan suyun hacminin, numune hacmindeki azalmaya benzer olduğunu göstermiştir. Ön işlem uygulanmamış kırmızı üzümlerde de benzer

davranışlar gözlemlenmiştir. İşlem görmüş kırmızı üzüm, kurutma işleminin başlangıç aşamalarında çıkarılan suyun hacminden daha yüksek bir azalan hacim göstermiş, ancak son aşamalarda işlem görmemiş olanlardan daha düşük bir büzülme ($V/V_0 > 0,6$) göstermiştir. Bu sonuçlarla, kurutma işleminin sonunda aşındırma ön işleminin beyaz ve kırmızı üzümlerde daha az büzülmeye neden olduğu sonucuna varılabileceği belirtilmiştir. Muhtemelen, kabuk üzerinde mumsu tabakanın olmamasının, iç bölgeden dış bölgeye daha hızlı bir su difüzyonunu sağlamış olduğunu ve yüzeyin hızla sertleşip büzülmeyi durdurduğunu belirtmişlerdir [51].

Eroğlu [49], çekirdeksiz siyah üzümle farklı ozmotik çözeltiler kullanarak ön kurutmasını yaptığı daha sonra sıcak hava, mikrodalga ve mikrodalga+kızılötesi dalgaları kullanarak kurutma yaptığı tez çalışmasında büzülme değerini literatüre göre daha düşük (0.75 0.77) bulmuştur. Bunun nedeninin son ürünün kuru madde içeriğinin (%80) düşük olmasına ve %80 kuru madde içeriğine ulaşılırken başlangıçta ozmotik kurutma yönteminin uygulanmış olmasının etkili olduğunu belirtmiştir. Ardından %60'lık früktoz çözeltisinde ozmotik ön kurutma işlemi yapmış ardından farklı kurutma yöntemleri kullanılarak %80 kuru madde içeriğine kurutulmuş örneklerin büzülme değerleri üzerine kurutma yöntemlerinin istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmadığını belirtmiştir.

Gabas ve ark. [44], çekirdeksiz üzümlerde ön işlem olarak etil oleat konsantrasyonunu değiştirerek farklı etil oleat + potasyum karbonat çözeltilerini test etmişlerdir. Ön işleme tabi tutulan üzümleri ve ön işlemsiz üzümleri 40, 50, 60, 70, 80°C'de sıcak hava kurutma ile kurutmuşlardır. Hacimsel büzülme katsayısı, artan kurutma sıcaklığı ile küçük bir artış göstermiştir.

Nasıroğlu [35], gerçekleştirdiği yüksek lisans tez projesinde kırmızı biber dilimleri 3 farklı hava hızında (1.0, 1.5 ve 2.0 m/s) ve 3 farklı infrared lamba gücünde (300, 400 ve 500W) kurutulmuştur. İnfrared gücün ve giriş havasının kurutulmuş ürünlerin büzülme katsayılarına etkileri incelenmiştir. Ürünün büzülme katsayıları sabit infrared radyasyon yoğunluğunda hava hızının artmasıyla azalmıştır.

Rizzolo ve ark. [52], çalışmada sıcak hava ile kurutulmuş elma dilimlerinin kalite özellikleri üzerine depolama süresinin etkisini incelemiştir. Üç farklı olgunluk derecesindeki elma dilimleri konvektif kurutucuda 80°C'de kurutulmuş ve normal

atmosferde, 1 °C'de 5 ay süre ile depolanmıştır. Elma örneklerinde olgunluk derecesinin ürünün büzülme katsayısı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin büzülme katsayılarında düşüş gözlenmiştir.

Seiiedlou ve ark. [53], elma dilimlerinin konvektif yöntemle kurutulması ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Kurutma denemeleri üç farklı sıcaklık (50, 60 ve 70°C) ve üç farklı hava hızında (0.6, 1.2 ve 1.8 m/s) gerçekleştirilmiştir. Farklı kurutma koşullarının elma dilimlerinin büzülme katsayıları üzerine etkisi incelenmiştir. Kurutma koşullarının örneklerin büzülme katsayısı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Urun [21], Patlıcan ve kabak örneklerinin farklı kurutma şartlarındaki büzülme katsayıları incelediğinde, kurutma yöntemlerinin örneklerinin büzülme katsayıları üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Ayrıca aynı sıcaklıkta kurutulan patlıcan ve kabak örneklerinin büzülme katsayıları incelendiğinde, farklı kurutma yöntemlerinin patlıcan ve kabak örneklerinin büzülme katsayısı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Koç ve ark. [45], yaptığı çalışmada büzüşme değerinin kurutulan materyalin nem içeriğine bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Yığın yoğunluğu nem içeriğinin azalması ile artmış dolayısıyla ürün daha fazla büzüşmüştür. Ayrıca büzüşmenin rehidrasyon hızı ve kapasitesinde azalmaya neden olduğu belirtmişlerdir.

2.5.4. Tekstür

Tekstür genel olarak gıdanın yapısal özelliklerinden kaynaklanan, dokunma duyusuyla hissedilen, gıdaya uygulanan belli bir kuvvet karşısında gıdada meydana gelen deformasyon, disintegrasyon veya akmaya bağlı olan fiziksel özelliklerin tümü olarak tanımlanabilir. Gıdanın kalite kriterlerinden biri olan tekstür tüketici kabul edilebilirliği önemli derecede etkilemektedir. Gıdanın tekstürü; sertlik, yumuşaklık, çiğnenebilirlik, kumluluk, unluluk, yapışkanlık, sululuk, yağlılık vb. gibi duyuşal karakteristiklerinden oluşmaktadır [54].

Kurutma ısı ve kütle transferini aynı anda gerçekleştiren fiziksel bir prosestir. Kurutma sırasında ısı ve kütle aktarımının etkisiyle gıda ürünlerinin gözenek yapısı

değişmekte, bu nedenle ürünün tekstürel özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir [21].

Salatalık örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine kurutma uygulamalarının etkisini incelemiştir. Örnekler kabin kurutucuda 40 ve 60°C sıcaklıkta, tünel kurutucuda 60°C sıcaklıkta ve dondurarak kurutma ile -50°C sıcaklıkta kurutulmuş ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Kabin kurutucuda 40°C'de kurutulan örneklerin sertlik değeri, taze örneğin sertlik değerine yakın çıkmıştır. En yüksek sertlik değeri, 60°C'de kabin kurutucuda kurutma kurutulan örneklerde gözlemlenmiştir [55].

Henriques ve ark. [56], balkabağı örneklerinin fiziksel özellikleri üzerine kurutma uygulamalarının etkisini incelemiştir. Örnekler kabin kurutucuda 40 ve 60°C sıcaklıkta, tünel kurutucuda 60°C sıcaklıkta ve dondurarak kurutma ile -50°C sıcaklıkta kurutulmuş ve sertlik, esneklik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri incelenmiştir. Tüm kurutma yöntemlerinin örneklerin dokusal özelliklerini önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır. Taze örneklerle kıyaslandığında, 40°C'de kabin kurutucuda kurutulan örneklerin sertlik değeri %75, tünel kurutucuda kurutulan örneklerin sertlik değeri %90 düşüş göstermiştir. Esneklik değerlerindeki en büyük değişim 40°C'de kabin kurutucuda kurutulan örneklerde görülmüştür. Diğer yöntemlere göre dondurarak kurutma yöntemiyle kurutulan örneklerin yapışkanlık değeri oldukça düşük bulunmuştur. Tüm kurutulmuş örneklerde çiğnenebilirlik değerlerinin önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir

Kayısıda kükürt giderilmesi için hidrojen peroksit kullanılan ve duyuusal tekstürel vitamin ve renk üzerine etkisine bakılan bir çalışmada tekstürel özellikleri açısından örnekler arasındaki farklılıklar gözlenmiştir. Sertlik derecesindeki değişimler daldırma işleminden sonraki nem içeriği farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Diğer özellikler açısından da örnekler birbirleri ile karşılaştırıldığında uygulanan yöntemler ile istatistiksel olarak bir farklılık saptanamamıştır. Bu çalışmada TPA analizi uygulanmış, sertlik (hardness, N), esneklik (springiness), katılık (stiffness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve kırılma kuvveti (fracture force) değerleri okunmuştur [57].

Sertlik, bir gıdayı dişler arasında veya dil ve ağız arasında sıkıştırmak için gereken kuvvet, yani deformasyona neden olmak için gereken kuvvettir. Esneklik, sıkıştırma sonrasında şekil kazanma yeteneğidir; çiğnenebilirlik ise yiyeceği yutabilmek için bir gıdayı parçalamak için gereken enerjiyi ölçer [51].

Adiletta ve ark. [51], aşındırma ön işlemi uyguladıkları siyah veya beyaz üzümleri, 50°C sıcaklıkta ve 2,3 m/s hava hızında konvektif kurutucuda kurutmuşlardır ve kuru üzümler için enstrümantal TPA özelliklerinin sonuçlarını bildirmişlerdir. İstatistiksel analiz, her iki çeşit için ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış kuru numunelerin sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik bakımından benzer olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitlerin arasında kurutulmuş numuneler esneklik açısından önemli ölçüde benzerlik göstermiştir. Ancak kurutulmuş beyaz üzümler, kırmızı üzümde daha zordu ve buna karşılık kırmızı üzüm açısından daha yüksek çiğnenebilirlik değerleri ölçülmüştür.

2.5.5. Rehidrasyon Oranı

Kurutulmuş bir üründe aranan en önemli nitelik, kurutulması sırasında verilen su ile, eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün suda bekletilince taze halinde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse, mükemmel niteliklerde olduğu kabul edilir. Bu özellik dondurularak kurutulmuş ürünlerde önemli ölçüde sağlanabilse de, geleneksel kurutma yöntemleriyle kurutulanlarda büyük oranda kaybedilmiş olur. Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon yeteneği fiziksel bir olaydır ancak kurutma sırasında azalması, materyaldeki kimyasal, fiziko-kimyasal ve fiziksel değişimlerle ilgilidir. Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucu kazandığı su miktarıyla ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süre, rehidrasyon yeteneği üzerine son derece etkilidir. Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyonu sırasında kaybedilen kuru madde, kuru ürünün kalitesinin bir ölçüsüdür. Rehidrasyonda, sadece yeterli miktar su kullanılarak bu kayıp azaltılabilir [58].

Rehidrasyon, kuru üzüm kalitesini ölçmek için kullanılan önemli özelliklerden biridir. Kuruma sırasında bitkisel dokulardaki ve gıda materyalindeki hücrelerdeki yapısal değişikliklere bağlı olarak büzülme, çökme ve su emme kapasitesini düşürerek kurutulmuş ürünün tamamen rehidrasyonunu engeller. Daha önce uzun süreler

boyunca kurutulan numuneler daha az rehidrasyon gösterdi ve bu da modifiye yapıların varlığını gösterir. Ayrıca, literatür, farklı ön rehidrasyon üzerinde belirgin bir etkisinin olduğunu bildirmektedir [51].

Beyaz ve kırmızı üzümlerin rehidrasyon oranının incelendiği çalışmada üzümler aşındırma ön işleminin ardından konveksiyonel kurutucuda kurutulmuştur ve hem beyaz hem de kırmızı işlem görmemiş örneklerin daha uzun kuruma sürelerinden sonra daha az rehidrasyon oranına sahip olduğu ve kuru üzüm içinde suyun difüzyonunu önleyen büzülmüş ve kapalı yapıların varlığına işaret ettiği görülmüştür. Özellikle, işlenmiş kırmızı üzüm, işleme tabi tutulmuş beyaz üzümünden daha yüksek bir rehidrasyon oranını göstermiştir [51].

Gabas ve ark. [44], çekirdeksiz üzümlerde ön işlem olarak etil oleat konsantrasyonunu değiştirerek farklı etil oleat + potasyum karbonat çözeltilerini test etmişlerdir. Ön işleme tabi tutulan üzümleri ve ön işlemsiz üzümleri 40, 50, 60, 70, 80°C'de sıcak hava kurutma ile kurutmuşlardır. Örneklerin etil oleat konsantrasyonunun artmasına göre daha yüksek bir rehidrasyon oranı sergileme eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Ön işlem uygulanmış üzümlerin daha yüksek rehidrasyon oranına sahip olduğu görülmüştür. Kurutma işlemi esnasında daha az büzülme derecesine sahip olan numuneler, daha gözenekli bir yapı sağlayarak daha hızlı bir rehidrasyona neden olmuştur.

Arısoy [50], vişne ve kirazları laboratuvar tipi kurutucuda, 4 farklı sıcaklıkta (75, 65, 55, 45°C) ön işlemsiz ve 3 ayrı ön işlem uygulanarak kurutmuş, sonra oda sıcaklığında distile su ile rehidre edilmiştir. Farklı sıcaklıkta ve farklı ön işlem uygulayarak kurutmanın örneklerin rehidrasyon yeteneğine etkisini incelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulan vişne ve kirazların daha hızlı su aldığı ancak dengeye ulaşım süresinde bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Urun [21], yaptığı tez çalışmasında kabak ve patlıcan dilimlerini farklı kurutucularda kurutmuş ve patlıcan örneklerinin rehidrasyon oranları incelendiğinde, farklı kurutma yöntemlerinin patlıcan örneklerinin rehidrasyon oranı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Kurutma sıcaklıkları arttıkça patlıcan örneklerin rehidrasyon oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Kabak örneklerinin rehidrasyon

oranları incelendiğinde ise aynı sıcaklıkta kurutulan kabak örneklerinin rehidrasyon oranlarına bakıldığında, farklı kurutma yöntemlerinin kabak örneklerinin rehidrasyon oranları üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmiştir.

İntepe [59], kayısının rehidrasyon yeteneğine farklı ön işlem uygulamanın ve farklı kurutma sıcaklığının etkisini incelemiştir. Malatya'dan temin edilen kayısılar 4 farklı sıcaklıkta (75, 65, 55°C, güneşte), ön işlemsiz ve ön işlem gördükten sonra kurutulmuştur. Yüksek sıcaklıkta kurutulan kayısıların daha hızlı su aldığı ancak dengeye ulaşım süresinde bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Santos-Sanchez ve ark. [60], bir çalışmada domates dilimlerinin rehidrasyon oranı üzerine döner tepsili kurutucuda kurutma işleminin etkisini incelemiştir. Kurutma denemelerinde 3 farklı sıcaklık (60, 50, 45°C), 2 farklı hava hızı (0,6, 1,2 m/s) ve 2 farklı dönüş hızı (0, 20 rpm) kullanılmıştır. En yüksek rehidrasyon oranı, 60 °C sıcaklıkta, 0,6 m/s hava hızında ve 20 rpm dönüş hızında kurutulmuş domateslerde elde edilmiştir.

Sharma ve ark. [61], soğan dilimlerinin kızılötesi kurutucuda kurutulması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kurutma denemelerinde 3 farklı infrared güç seviyesi (300, 400 ve 500W), 3 farklı hava sıcaklığı (35, 40 ve 45°C) ve 3 farklı hava hızının (1,0, 1,25 ve 1,5 m/s) kullanmışlardır. Sonuçta konvektif yöntemle kurutulmuş örneklerin rehidrasyon katsayıları ile kıyasladıklarında kızılötesi destekli konvektif yöntemle kurutulmuş soğanların rehidrasyon katsayıları daha yüksek çıkmıştır.

Eroğlu [49], farklı ozmotik çözeltiler kullanarak ön kurutması yapılan siyah üzümün kurutulmasında sıcak hava, mikrodalga ve mikrodalga ile kızılötesi dalgalarının birlikte kullandığı tez çalışmasında, elde edilen rehidrasyon oranlarının literatüre göre düşük bulunduğunu bunun sebebinin bahsedilen çalışmalarda materyal olarak kullanılan elma, patates, havuç, biber, soğan, sarımsak gibi ürünlerin dış kabuğu soyularak kurutulup rehidrasyona bırakıldığı için ürünün nem çekme yeteneğinin üzümden (kabuklu olması sebebiyle) daha yüksek olmasının beklenen bir durum olduğunu belirtmiştir.

2.5.6. Toplam Küf Maya

Ökaryotik hücre yapısına sahip mikroorganizmalar içinde yer alan mayalar genellikle tek hücreli yapılar gösterir. Buna karşın küfler hif adı verilen ve ard arda dizilmiş dallanmış, ipliksi görünüşte, çok sayıda hücrenin oluşturduğu miselyum olarak anılan hücre yapıları oluştururlar. Maya ve küfler işlenmiş veya işlenmemiş gıdalarda bozulmaya sebep olurlar. Geniş bir pH aralığında (pH 2-10) gelişebilirler. Ayrıca gıda kaynaklı birçok küf türü insan sağlığı açısından önemli risk oluşturan mikotoksinleri oluşturur [58].

Üzümlerde görülen mikotoksinlerden en önemlisi okratoksin A'dır. Okratoksinler, *Penicillium* ve *Aspergillus* cinsi küfler tarafından üretilmektedir. Türk Gıda Kodeksi (2008/26)'ne göre kuru üzümde okratoksin A miktarının maksimum limiti 10 µg/kg'dır. 1999 yılından bu yana kuru üzümün okratoksin A içerdiği bilinmektedir. Kuru üzümler, şarap ve üzüm suyuna göre genellikle daha fazla okratoksin A içermektedir. Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmalarda kuru üzümlerin ortalama 2,3 µg/kg okratoksin A içerdiği saptanmıştır [62]. Araştırmalar okratoksinlerin kanserojenik, genotoksik, teratojenik, immunotoksik ve nefrotoksik olduğunu ortaya koymaktadır. Okratoksinler insanlarda Balkan Endemik Nefropatisi, domuzlarda Danimarka Böbrek Nefropatisi ve ayrıca fare ve kümes hayvanları embriyosuna teratojenik etki göstermektedir. Nefrotoksinlerin en önemlisidir. Gelişmiş canlılarda kansere ve kusurlu organ gelişmelerine neden olduğu bilinir. Hamilelik döneminde bir kez alınması bile doğacak bebeklerde şekil bozukluklarının oluşmasına neden olabilmektedir [63]. Bu nedenlerle üzümde küf maya oluşumunun engellenmesi önemlidir.

Toplam maya küf sayımında ve bunların izolasyonunda kullanılan besiyerleri ve uygulanan yöntemlere ilişkin temel ilke gıdalarda bu mikroorganizmalarla birlikte bulunabilen bakterilerin, kullanılan besiyeriyle gelişiminin engellenmesive böylece sadece maya küflerin gelişmesini sağlamak, sadece onları saymaktır. Bu sebeple kullanılan besiyerlerine asit ya da antibiyotik ilave edilir. Son yıllarda asitlendirilmiş besiyerlerine oranla antibiyotik katkılı besiyerleri daha çok kullanılmaya başlanmıştır [58].

Tran ve Farid [64], portakal suyuna mor ötesi ışınlama uygulamış ve maya küf sayımı yapmıştır. Maya ve küflerin daha büyük boyutta olmaları, genetik malzemelerinde daha az pirimidin bazının bulunması, hücre zarlarının farklı yapıda ve farklı kalınlıkta olması gibi nedenlerden mor ötesi ışınlarına bakterilerden daha dirençli olduklarını belirtmiştir.

Kızılötesi ışınlama DNA, RNA, ribozom, hücre kılıfı ve hücredeki proteinler gibi hücre içi bileşenlere hasar vererek proteinleri inaktive etmektedir. Gıda içeriğindeki ve mikroorganizmalardaki su kızılötesi enerjiyi kolayca absorbladığı için ve sıcaklıkta artışa neden olduğu için su moleküllerinin varlığı mikrobiyal inaktivasyondaki en önemli faktörlerdendir. Kızılötesi ışınların penetrasyon derinliği çok düşüktür. Kızılötesi ışınlama uygulanan gıda örneğinin derinliğindeki artış, örnek yığınının sıcaklığındaki artışı yavaşlatır. Kızılötesi ışınların penetrasyon derinliğinin düşük olmasına rağmen hızlı bir şekilde ısıtma sağlayabildiği ve örnek materyalin içinde iletimle transfer olabildiği için etkilidir [17].

Hamanaka ve ark. [65], incir meyvesinde kızılötesi ısıtma ve mor ötesi ışınlama uygulamıştır. 30 sn kızılötesi ısıtma ve 30 sn mor ötesi ışınlama kullandıklarında maya ve küf gelişiminin olumsuz etkilendiği, depolamada kalite kriterlerinde olumsuz değişikliklerin olmadığı belirtilmiştir. Çalışma mor ötesi ışınlama nedeniyle hücrelerde oluşan hasarın onarılmasının engellenmesinde daha sonra uygulanan kızılötesi ısıtmanın termal enerjisinin de ilave etkisinin olduğunu göstermektedir.

Pakbin ve ark. [66], üzümleri farklı kurutucularda kurutmuş, hammadde ve son üründe küf ve maya sayımı yapmışlardır. Güneşte kurutma için üzümler tel tepsilere serilip doğrudan güneş ışığına maruz bırakılan açık ortama yerleştirilmiştir. Kurutma esnasında sıcaklık aralığı 18-39°C'dir. Küf ve maya sayımı sonuçları güneşte kurutmada daha yüksek çıkmıştır ve hammaddeye göre kuru üzümde daha fazla bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

Denemelerde Sultani çeşit çekirdeksiz üzüm kullanılmıştır. Taze üzüm Meyve-Sebze halinden temin edilmiş ve üretime alınıncaya kadar kontrollü koşullarda (4°C sıcaklık ve %90 bağıl nemde) depolanmıştır.

3.2. Yöntemler

3.2.1. İşleme Yöntemleri

Kurutulacak üzümler %5'lik potasyum karbonat çözeltisine batırılmış ve iki farklı yöntemle kurutulmuştur. Bunlar güneşte kurutma ve elektromanyetik ışıma ile kurutmadır.

3.2.1.1. Güneşte (Geleneksel) Kurutma

Üzümler küçük küçük kesilmiş salkım halinde potasa çözeltisine 1 dak daldırılıp çıkartılmış sonra 5 dak süreyle süzölmeye bırakılmıştır. Üzüm salkımları güneşte kurutulmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Birinci kısım yer sergisinde ikinci kısım tel sergide (askıda) kurutulmuştur. Sergi biçimleri Şekil 3.2.1.1.1'de görölmektedir. Güneşte kurutma, aynı zamanda, farklı sergilerde 3 tekerrür şeklinde yapılmıştır.

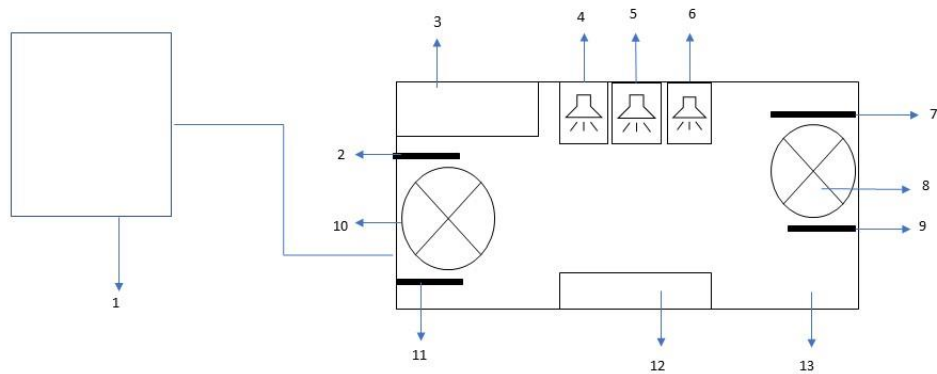


Şekil 3.2.1.1.1 Yer sergisi ve tel sergisi

Yer sergisi, 50 x 50cm kare şeklinde polipropilen malzeme gerilmiş çıtalarla oluşturulmuştur. Tel sergi (askı), 50 cm uzunluğunda iki çubuk arasına 50 cm telle bağlanmıştır. Tartıma uygun tasarımda ayarlanmıştır. Üzümlerin son kuru madde içeriğine (%86) ulaşip ulaşmadıkları, kuruma süresi boyunca ağırlıklarının takip edilmesiyle belirlenmiştir. Tartımlar sırasında numune kaybını ve ürünün zarar görmesini önlemek amacıyla üzümler sergi platformları ile birlikte tartılmıştır.

3.2.1.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutma

Üzüm salkımlarının elektromanyetik ışıma ile kurutulması, güneşte kurutma koşullarına (ışın kompozisyonu, sıcaklık, hava hızı) benzer şartlarda gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünün alt yapısında bulunan elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazı kullanılmıştır. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazı Şekil 3.2.1.2.1’de görülmektedir. Cihaz voltajın ayarlanabildiği bir potansiyometreye, çıkış sıcaklığının ($^{\circ}\text{C}$), ortam sıcaklığının ($^{\circ}\text{C}$), ortam neminin (%RH), çıkış neminin (%RH) ve hava hızının (m/s) ayarlanabildiği bir dokunmatik ekrana sahiptir. Kabin içerisinde 3 adet lamba olup bunlardan biri 300 W gücünde Xenon lambadır. Diğer ikisi ise herbiri 150 W gücünde kızılötesi lambalardır. Cihaz terazisi ve yazılımı sayesinde ağırlık takibini istenen aralıkta süreyle yapabilmektedir. Bilgisayar aracılığıyla otomatik kaydedilen tüm veriler alınabilmektedir.



Şekil 3.2.1.2.1. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazı

- | | |
|--|----------------------|
| 1. Kumanda paneli | 8. Fan |
| 2. Giriş sıcaklığı için sıcaklık ölçer | 9. Çıkış nemi ölçer |
| 3. Rezistans | 10. Fan |
| 4. Kızılötesi lamba | 11. Giriş nemi ölçer |
| 5. Xenon lamba | 12. Hassas terazi |
| 6. Kızılötesi lamba | 13. Kabin |
| 7. Çıkış sıcaklığı ölçer | |

Cihazda çalışılacak sıcaklık ve hava hızı, üzümlerin güneşte kurutulduğu günlerdeki ortalama sıcaklık ve rüzgar hızına eşit olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden edinilmiştir. Üzümlerin %86 kuru madde içeriğine ulaşip ulaşmadıkları ağırlık ölçümleri ile takip edilerek belirlenmiştir. Üzümler cihaza da güneşte kurutmada olduğu gibi küçük salkımlar halinde koyulmuştur.

Elektromanyetik ışıma ile kurutucuda sıcaklık 30°C ve hava hızı 1,2 m/s olup sabit tutulmuştur. Lamba gücü ise %50, %75 ve %100 olarak değiştirilmiştir. Üzümler eşit miktarda ve eşit sürelerde kızılötesi ve Xenon lamba altında bırakılmıştır.

Cihazda kurutma 6 saatlik periyotlarla yapılmıştır. Periyot aralığında üzümlerin yerleri farklı ışınlara maruz kalmaları için değiştirilmiş üzümler güneşte kurutmada olduğu gibi ters yüz edilmiştir. Gün sonunda cihaz açık bırakılamadığı için üzümler cam kavanozlara koyulup +4°C'de muhafaza edilmiştir. Kızılötesi ve mor ötesi ışına maruz bırakılan üzüm miktarı her periyotta aynı olup buzdolabına koyulması sırasında birbirleriyle karışmaları önlenmiştir.

3.2.2. Kurutma Sonrası Uygulanan İşlemler

Salkım halinde kurutulmuş üzümler öncelikle sap ve zeneplerinden ayrılmıştır. Kuru üzüm taneleri hava almayacak şekilde cam kavanozlarda analize alınincaya kadar 5°C'de muhafaza edilmiştir. Tüm analizler 3 paralel şekilde yapılmıştır.

3.2.2.1.Sıcaklık Dağılımının Tespit Edilmesi ve Emisivite Değerinin Bulunması (Termal Kamera ile)

İşlem sırasında elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında kurutulan örneklerin üst yüzeylerinden elde edilen kesitlerinden alınan termal kamera (Testo

880-3, Almanya) görüntüleri, cihaza ait görüntü işleme paket programı kullanılarak işlenmiş ve sıcaklık dağılımları elde edilmiştir. Aynı zamanda cihazda kurutma işlemi sırasında izole edilmiş K-tipi sıcaklık ısıleşler (Picolog, UK) kullanılarak kurutma işlemi sırasında örneklerin farklı noktalarından temaslı sıcaklık ölçümleri de alınmıştır. Temas eden bu sıcaklık ölçerler kullanılarak belirlenen sıcaklık dağılımları ile temassız ölçüm alan termal kamera sıcaklık dağılımları karşılaştırılmıştır. Üzümün kurutulması boyunca termal kameranın ölçtüğü sıcaklığın, sıcaklık ölçer ile ölçülen sıcaklıkla eşitlenmesi yoluyla nem içeriğine bağlı emisivite değerleri belirlenmiştir. Eşitleme işlemi, termal kameraya ait görüntü işleme paket programı ile yapılmıştır.

3.2.2.2. Toplam Kuru Madde (TKM) Tayini

Çalışmada nem miktarı vakumlu etüvle ve hızlı nem tayin cihazı kullanılarak yapılacaktır. Bunun nedeni üzümlerin kurutma işlemi sırasında istenilen kuru madde içeriğine gelip gelmediğinin tartım yöntemi ile beraber toplam kuru madde içeriklerinin de hızla ölçülerek (hızlı nem tayin yöntemi ile) takip edilebilmesidir. Vakumlu etüv yöntemi ise referans yöntem olarak kullanılmıştır.

3.2.2.2.1. Vakumlu Etüv Yöntemi

Toplam kuru madde tayini AOAC, 2005a [67]'ya göre vakumlu etüv kullanılarak, örneklerin sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmesi prensibine göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla üzüm taneleri küçük parçalar halinde kesilmiş ve camdan yapılmış vezin kaplarına yaklaşık 3 g numune tartılıp vezin kapları vakumlu etüvde 70°C ve 600 mm-Hg vakumda sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir.

3.2.2.2.2. Hızlı Kuru Madde (Nem) Tayin Yöntemi

Toplam kuru madde tayini, hızlı kurutma cihazı kullanılarak (Radwag, MAC 110/NH, Polonya) gerçekleştirilmiştir. Üzüm küçük parçalar halinde kesilmiş ve alüminyum tartım kaplarda yaklaşık 1.5-2.0 g numune tartılmıştır. Cihaz çalıştırılarak sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir.

3.2.2.3. Su Aktivitesi Tayini

Su aktivitesi tayini, veri kaydediciye (Testo 400, Almanya) bağı, su aktivitesi ölçüm probu içeren ölçüm seti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla üzüm taneleri küçük parçalara kesilip ve yaklaşık 3 g numune ölçüm haznesine yerleştirilmiş ve su aktivitesi dengeye ulaşınca kadar beklendikten sonra su aktivitesi değeri okunmuştur.

3.2.2.4. Renk

Renk tayini, renk ölçüm cihazı (Minolta CR-4, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla üzüm tanelerinin aralarında boşluklar kalmayacak şekilde yığın haline getirilmiş ve renk değerleri bu yığının üst kısmından ölçülmüştür. Elde edilen L, a, b renk değerleri kullanılarak, taze üzümün (hammadde) renk değerleri referans alınarak toplam renk farkı (ΔE) değeri Eşitlik 1 ve Hue açısı Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{[(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]} \quad (\text{Eşitlik-1})$$

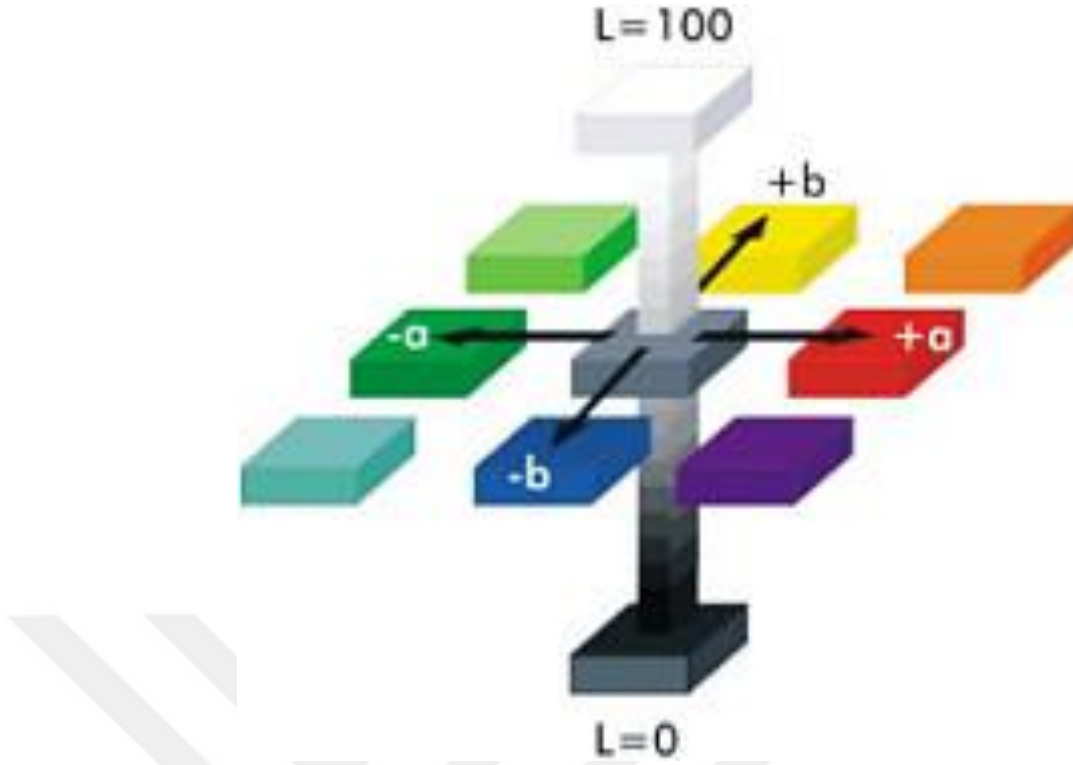
$$\text{Hue açısı} = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (\text{Eşitlik-2})$$

Burada;

L, a, b : Numuneye ait renk değerleri,

L_{ref} , a_{ref} , b_{ref} : Referans alınan hammaddeye (taze üzüm) ait renk değerleridir [49].

Şekil 3.2.2.4.1’de görüldüğü üzere Hunter renk sisteminde L olarak ifade edilen renk parlaklık değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasındadır. a değeri kırmızı-yeşil, b değeri ise sarı-mavi renk değerlerini ifade etmektedir. Modelde L, a ve b değerleri x ve y eksenlerinde gösterilirken, rengin bir başka ifadesi olan renk bileşeni (hue) x ve y eksenlerini çevreleyen 360°’lik açı ile somutlaştırılmaktadır. Renk bileşeni (hue) bir rengi diğerinden ayıran özellik olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı, sarı, yeşil ve mavi 0°, 90°, 180° ve 270° açılarda konumlanmıştır [68].



Şekil 3.2.2.4.1 Hunter renk sistemi [68]

Kuru üzüm numunelerinin renk özellikleri, Hunter renk sistemine göre değerlendirilmesinin yanı sıra, Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü üzüm ekspertizleri tarafından da değerlendirilmiştir. Üzümler renklerine göre ekspertizler tarafından TS 3411'e göre puanlandırılmıştır. Ts 3411'e göre üzümler renklerine göre; Tip 7, Tip 8, Tip 9, Tip 10, Tip 11 olmak üzere beş tipe ayrılır. En çok arzu edilen üzüm 11 puan alan üzümdür.

3.2.2.5. Rehidrasyon Oranı

Rehidrasyon oranı Eroğlu [49] modifiye edilerek uygulanmıştır. Son ürünün rehidrasyon oranının ölçülmesi amacıyla 5 g numune 1:30 (meyve/su) oranında distile su içerisinde 30°C'de 24 saat süreyle bekletilmiş ve bu süre sonundaki süzölmüş ağırlığı belirlenerek Eşitlik-3 ile rehidrasyon oranı hesaplanmıştır.

$$RO = \frac{m_2}{m_1} \quad (\text{Eşitlik-3})$$

RO: Rehidrasyon oranı

m_1 : Kuru materyalin başlangıç ağırlığı, g

m₂: Rehidrasyon süresi sonundaki ağırlık, g

3.2.2.6. Yığın Yoğunluğu

Yığın yoğunluğunun belirlenmesinde 500 ml'lik cam bir ölçü silindiri kullanılmıştır. Bir miktar örnek ölçü silindirine dökülmüş ve silindirin hacim skalasından karşılık geldiği değer okunmuştur. Büyük ölçekli yığın yoğunluğu Eşitlik-4 kullanılarak hesaplanmıştır [58].

$$Y_y = \frac{M}{V^*} \quad (\text{Eşitlik-4})$$

M= örnek miktarı (g)

V*= örnek hacmi (ml)

Y_y= Yığın yoğunluğu

3.2.2.7. Parçacık Yoğunluğu

100 ml hacimli ölçü silindirine kerosen (gazyağı) koyulmuş ve bir miktar örnek, solüsyon içerisine eklenmiştir. Silindirin skalasındaki son hacim değeri okunmuştur. Eşitlik-5 kullanılarak numunenin parçacık yoğunluğu (g/ml olarak) hesaplanmıştır [48].

$$P_y = \frac{M}{V_s - V_i} \quad (\text{Eşitlik-5})$$

P_y = Parçacık yoğunluğu (g/ml)

M= örnek miktarı (g)

V_s= Silindirin skalasından okunan son kerosen hacmi (ml)

V_i= Silindirin skalasından okunan ilk kerosen hacmi (ml)

3.2.2.8. Büzülme

Büzülme Koç [45]' a göre yapılmıştır. Büzülme (S), belirli bir kuruma derecesindeki numunenin mevcut hacmi (V) ile taze numune hacmi (V₀) arasındaki orandır. Çoğunlukla Eşitlik-6 ile bulunur.

$$S = \frac{V}{V_0} \quad (\text{Eşitlik-6})$$

3.2.2.9. Tekstür (TPA)

Örneklerin doku özellikleri TA-XT Plus (Stable Microsystems, Surrey, UK) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Bu testte doku profil analizi (TPA) ölçüm yöntemi uygulanmıştır. Ölçümlerde 10 cm çapa sahip silindirik sıkıştırma levhası kullanılmış ve iki sıkıştırma levhası arasına yerleştirilen örneklere 50 kg yük uygulanmıştır. Örneklerin 1 mm sıkıştırılıp, 5 saniye sonra tekrar 1 mm sıkıştırılması suretiyle ölçüm gerçekleştirilmiştir. Uygulanan işlemin ürün dokusunda meydana getirdiği değişim; elde edilen kuvvet-zaman diyagramlarındaki pik alanlarının ve pikler arası uzaklıkların farklı kombinasyonlarla kullanılması ile değerlendirilmiştir. Bu testin sonunda örneklerin sertlik, yapışkanlık, iç yapışkanlık, esneklik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 2.3.2.9.1’de tekstürel parametrelerin fiziksel ve duyusal tanımları yapılmıştır. Kuru üzümün analiz sonucu bulgularan sertlik, yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik değerleri bu tabloya göre değerlendirilmiştir.

Tablo 3.2.2.9.1. Tekstürel parametrelerin tanımları

Tekstürel Parametre	Tanımı
Sertlik	Gıdadaki sertlik değeri, fiziksel anlamda deformasyon için gerekli güç anlamına gelirken, duyuşsal anlamda ön dişlerin arasındaki gıdayı sıkıştırmak için gereken güç anlamına gelir [69].
Yapışkanlık	İç bağların dayanma gücünü ifade eder. Madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı anlamına gelir [69].
Esneklik	Deforme eden gücün ortadan kalkması ile birlikte materyalin deforme olmamış haline dönme oranını ifade eder. Duyusal olarak ise azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve hızı anlamına gelir [69].
İç Yapışkanlık	Bir gıdanın kırılmadan önce deforme olabileceği ile ilgili mekanik dokusal özellik anlamına gelir. Azı dişleri ile ürünü sıkıştırılması ve ürünün kırılması öncesi deformasyonun miktarını belirleme anlamına gelir [70].
Sakızımsılık	Yarı katı bir gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gereken enerjiyi ifade eder. [71].
Çiğnenebilirlik	Katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji anlamına gelir. Maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme sayısı ve gücü [69].

3.2.2.10. Toplam Küf/maya Tayini

Toplam küf/maya tayini Kaya [72] modifiye edilerek kuru üzümde ve hammaddede yapılmıştır. Analiz için her bir örnekten aseptik koşullarda 10'ar gram tartım alınacaktır ve 90 ml peptonlu su çözeltisi ile seyreltilerek 10^{-1} 'lik dilüsyon hazırlanmıştır. 10^{-1} 'lik dilüsyondan 1 ml alınarak 9ml'lik peptonlu su çözeltisine aktarılmış böylece 10^{-2} 'lik dilüsyon hazırlanmıştır. 10^{-2} 'lik dilüsyondan 1ml alınarak yine 9ml'lik peptonlu su çözeltisine aktarılmış ve 10^{-3} 'üncü dilüsyon hazırlanmıştır. Dilüsyon sayısına ön denemelerle karar verilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan 1'er ml alınarak steril petri kaplarına paralelli olarak aktarılmış ve üzerine 45- 50°C 'de 15-20

ml DRBC agar (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) dökülerek inokulum ile besiyeri karıştırılmıştır. Petri kapları besiyeri donduktan sonra inkübatöre kaldırılmış ve 25 -27°C’de 5 gün inkübe edilmiştir. Sayımlar 3. veya 5. gün alınmıştır. Örneklerin kurutma süreleri farklı olduğu için sonuçlar her bir örneğin hammaddesine göre kıyaslanarak verilmiştir. Bunun için yaş üzüm ve kuru üzüm örnekleri analize alınmış ve kob/g cinsinden, hammaddeye göre azalış ya da artış olması durumu incelenmiştir.

3.2.2.11. İstatistiksel Analiz

Varyans analizi, normal dağılım gösteren bağımlı ya da bağımsız toplamaların ortalamalarına ilişkin hipotezlerin test edilmesinde yararlanılan bir analiz yöntemidir. Tek yönlü varyans analizi, bağımsız $k > 2$ gruplu bir çalışma dizaynında, incelenen bir değişkene ait elde edilen verilerin analizinde yararlanılan bir yöntemdir. Tek yönlü varyans analizi sonucuna göre F’in olasılığı önemli olarak nitelendiriliyor ise diğer bir ifadeyle p değeri 0.05’den küçük ise grup ortalamalarından en az bir tanesi diğerlerinden farklıdır hipotezi kabul edilir. Farklı olan grupların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılır. Çok sayıda çoklu karşılaştırma testi (post hoc) vardır [73].

Tek ya da çok değişkenli varyans analizinden sonra, bilimsel dayanağı sağlam olabilecek post-hoc test türünün seçimi oldukça önemli görülmektedir. Varyans ve örneklem büyüklüklerinin eşit olup-olmama durumu, post-hoc istatistik türünün seçiminde oldukça etkili olabilmektedir. Bundan dolayı, araştırmacıların ilgili araştırma desenlerine uygulayacağı post-hoc istatistikleri, tutarlı ve uygun bir yaklaşım gerektirmektedir. Gruplararası varyansın eşit olmaması durumunda ise kullanılacak post-hoc istatistikleri değişmektedir. Bu durumda kullanılacak istatistikler: Games-Howell, Tamhane’s T2, Tamhane’s T3, Dunnet’s C ve Dunnet’s T3 şeklindedir ve sadece “çoklu aralık testi” olarak işlem görmektedirler [73].

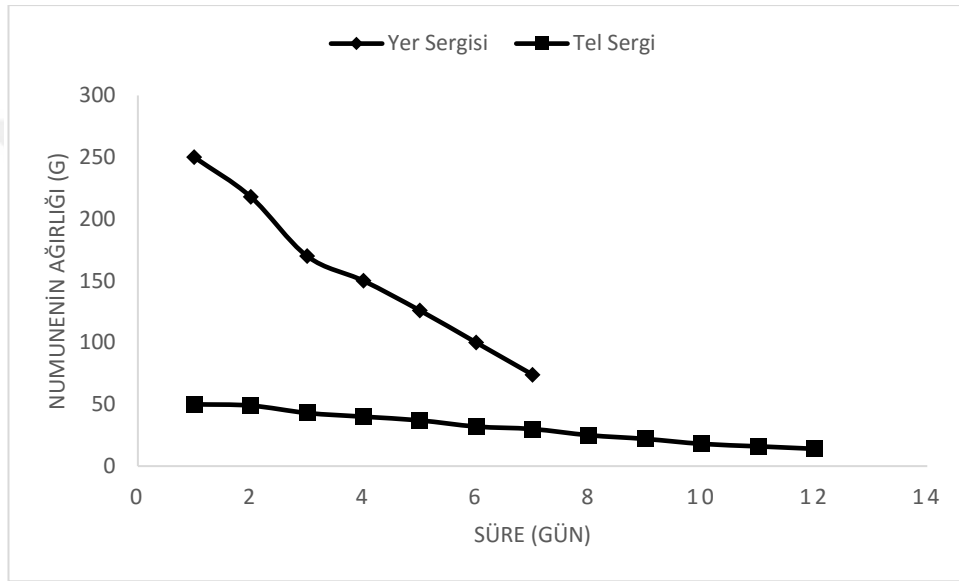
Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 22.0 (SPSS, 2013) paket programı kullanılmıştır. Son üründe işlemlerin etkileri arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Gruplararası varyans eşit olmadığı için Tamhane’s T2 kullanılmıştır. Buna ön denemelerle karar verilmiştir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kuruma Kinetikleri

4.1.1. Güneşte Kuruma Kinetiği

Güneşte Kurutma, yer sergisinde 7 gün, tel sergide ise 12 gün sürmüştür. Şekil 4.1.1.1’ de yer sergisine ve tel sergiye serilmiş üzüm numunesinin ağırlığının %86 kurumaddeye gelinceye kadar günden güne değişimi görülmektedir.



Şekil 4.1.1.1 Yer Sergisinde ve Tel Sergide Kurutulan Üzümlerin Ağırlık Takibi

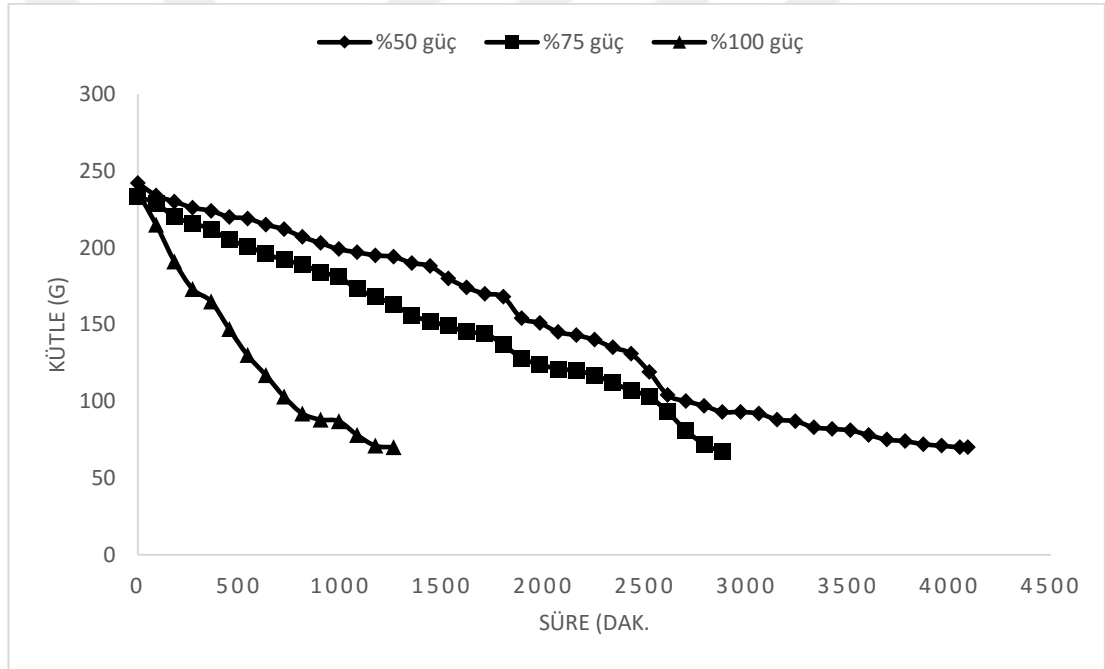
Akdeniz [12]’e göre üzümlerin yer sergilerde kuruma süresi 5-9 günde tamamlanır. Aynı şartlarda yüksek sistem sergilerde kuruma 1-2 gün daha geç tamamlanır. Havaaların bulutlu, durgun ve az güneşli gittiği yıllarda kuruma süresi yer sergilerde 10-12 güne, yüksek sistem sergilerde ise 14-15 güne çıkabilmektedir.

Kaya [13] tarafından yapılan benzer bir çalışmada tel ve yer sergilerinde kurutulan çekirdeksiz üzümlerin kurutma süreleri sırasıyla 10 gün ve 15-17 gün olarak belirlenmiştir. Yer sergisinde üzümlerin kurutma süresinin kısılması, sergi yüzeyinin ısınması ve üzüm numunesiyle ısı alışverişi yapması ile ilişkilendirilmektedir. Tel sergide ise üzümler hava akımına maruz kalır ve daha düşük bir yüzey sıcaklığına ulaşabilir. Her iki kurutma sisteminde de kurutma sürelerinin literatüre göre daha kısa çıkmasının sebebi üzüm salkımlarının cihaza uygun hazırlanmasıdır. Üzüm salkımları

daha küçük olduklarından literatürde belirtilenden daha kısa süreler kaydedilmiştir. Ayrıca iklimsel koşullar ve mevsimsel etkilerin kurutma süresi üzerinde etkili olmaktadır.

4.1.2. Elektromanyetik Işıma ile Kurutma Cihazında Kurutma Kinetiği

Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında lambaların gücü sırasıyla %100, %75 ve %50 (600 W, 450 W ve 300 W) olduğunda üzümlerin kuruma süresi sırasıyla 19,75 saat, 49,41 saat, 68,25 saat bulunmuştur. Üzüm örneklerine uygulanan kızılötesi lambanın gücü arttıkça kuruma süresi kısalmıştır. Üzüm salkımlarının kurutma işlemi sırasında kütle değişimleri Şekil 4.1.2.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1.2.1. Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında kurutulan üzümlerin ağırlık takibi

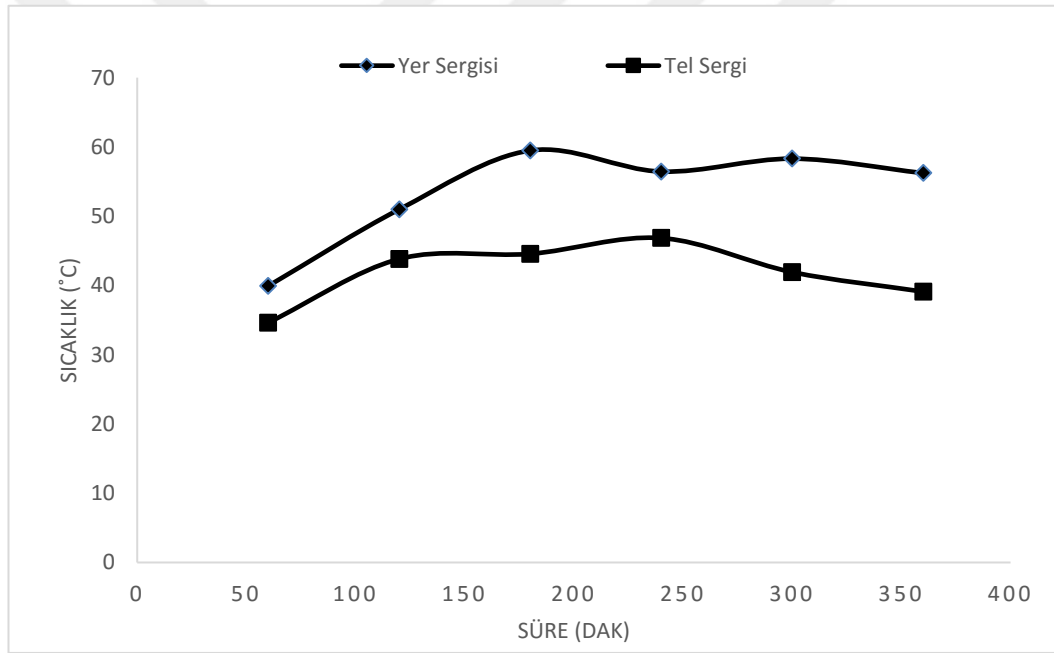
Santosh ve Vishnu [31], kızılötesi ledler ile desteklenmiş bir hava sirkülasyonlu kurutucuda 3 farklı kızılötesi kaynak uzaklığı kullanarak çekirdeksiz üzümlerin kuruma davranışını incelemişlerdir. Kaynak uzaklığı sırasıyla 10, 8, 5 cm uygulandığında, son ürünün %18 (w/w) nem içeriğine ulaşması için gerekli işlem süreleri sırasıyla 22, 20, 16 saat bulgulanmıştır. Belirtilen çalışmada kaynak uzaklığıyla güç değiştirilmiştir ve güç arttıkça süre kısalmıştır. Çünkü tüm

elektromanyetik ışınların enerjileri kaynağa olan uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır [31, 14].

4.2. Sıcaklık Dağılımı ve Emisivite Değerleri

4.2.1. Güneşte Kurutmada Sıcaklık Dağılımı

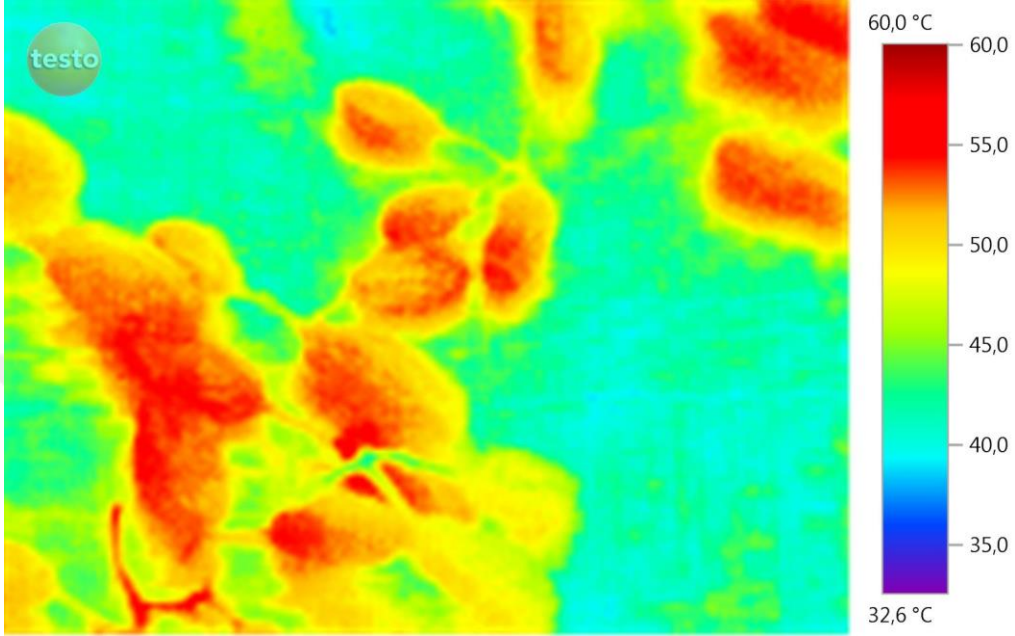
Güneşte kurutma sırasında hava sıcaklığı ortalama 30°C'dir. Bu verilere Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden ulaşılmıştır. Üzümlerin güneşte kurutulması işleminin 5. gününde, üzüm salkımlarının yüzey sıcaklığı termal kamerayla 1 gün boyunca ölçüldüğünde, tel sergide ve yer sergisinde sıcaklık değişimi şekil 4.2.1.1.'de görüldüğü gibi olmuştur.



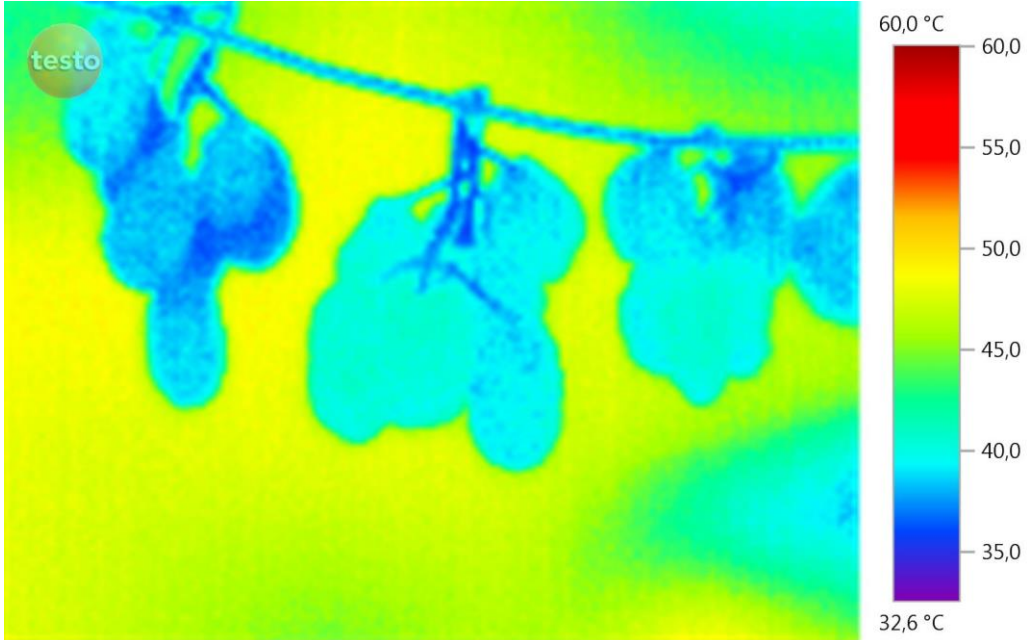
Şekil 4.2.1.1. Tel Sergide ve Yer Sergisinde Ürünün Günlük Sıcaklık Değişimi

Güneşte kurutmanın 5. gününde, saat 11:00'de çekilen termal kamera görüntüleri şekil 4.2.1.2'de görülmektedir. Çekilen görüntülerden görüldüğü üzere yer sergisindeki üzümün yüzey sıcaklığı tel sergide kuruyan üzümleiden yüksektir. Skalada, aynı saatte yer sergisindeki üzümün yüzey sıcaklığı 55-60°C arasında, tel sergide 35-45°C arasındadır. Bunun nedeni yer sergisinde sergi yüzeyinden de ısı alışverişi olmasıdır. Yer sergisi görüntüsünde üzümleiden yüzeyi kırmızı renklidir ve üzümleiden kenarında sarı renk gözlemlenmektedir. Sarı renk üzümleiden yaydığı ısıyı göstermektedir. Yüzey beyaz seçildiği için sergi yüzeyi üzümleiden daha soğuktur.

Numuneler sari-yeşil taze üzüm renginden uzaklaştıkça sergi ile arasındaki sıcaklık farkı da artmıştır. Bu koyu rengin ışığı soğurması, açık rengin ise ışığı yansıtması ile ilgilidir. Tel sergide 50°C sıcaklıkta görünen beton zemindir. Yer sergisinde olduğu kadar belirgin olmasa da tel sergide de üzümün yüzeyinden yayılan ısı görülmektedir.



(a) Yer Sergisi

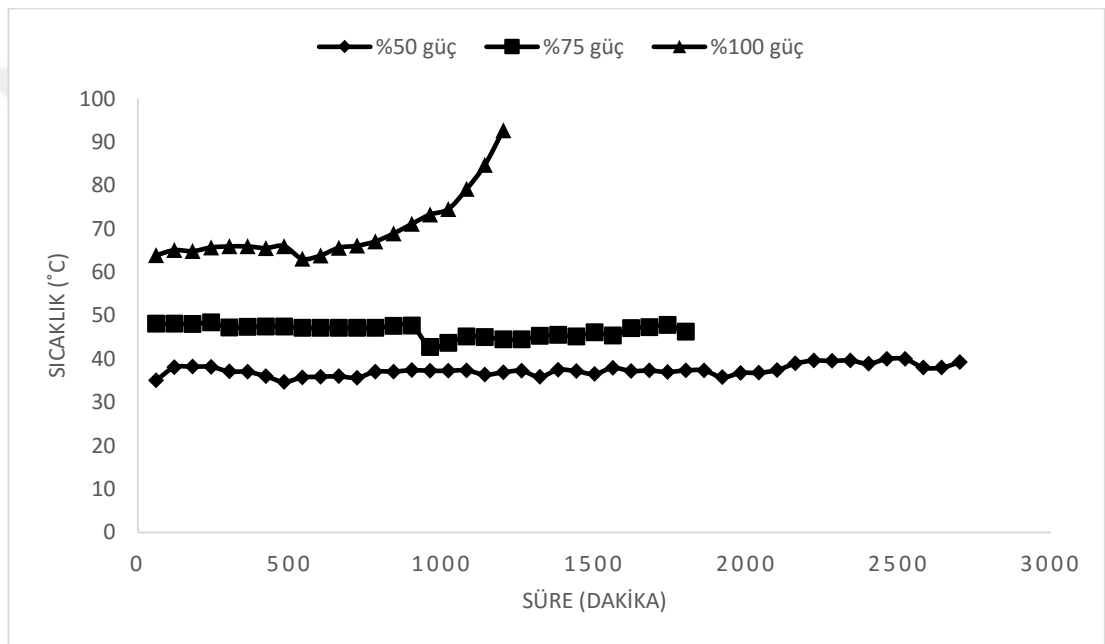


(b) Tel Sergi

Şekil 4.2.1.2. Güneşte Kurutma İşleminde Termal Kamera ile Sıcaklık Dağılımı

4.2.2. Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında Sıcaklık Dağılımı

Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında sıcaklık dağılımı kurutma işlemi sırasında örneklerin farklı noktalarından temaslı sıcaklık ölçümleri ile sağlanmıştır. Şekil 4.2.2.1’de görülen sıcaklıklar kızılötesi lambaların tam altından, üzüm örneklerinin kabuğuna yerleştirilmiş ısıleşler ile kaydedilmiştir. %50 güçte sıcaklık 30-40°C aralığında, %75 güçte 40-50°C aralığında ve %100 güçte 50-92°C aralığındadır. Grafiklerdeki düzensizlikler üzümlerin yerlerinin değişmesine ve kesikli kurutma prosesinden kaynaklanmaktadır.

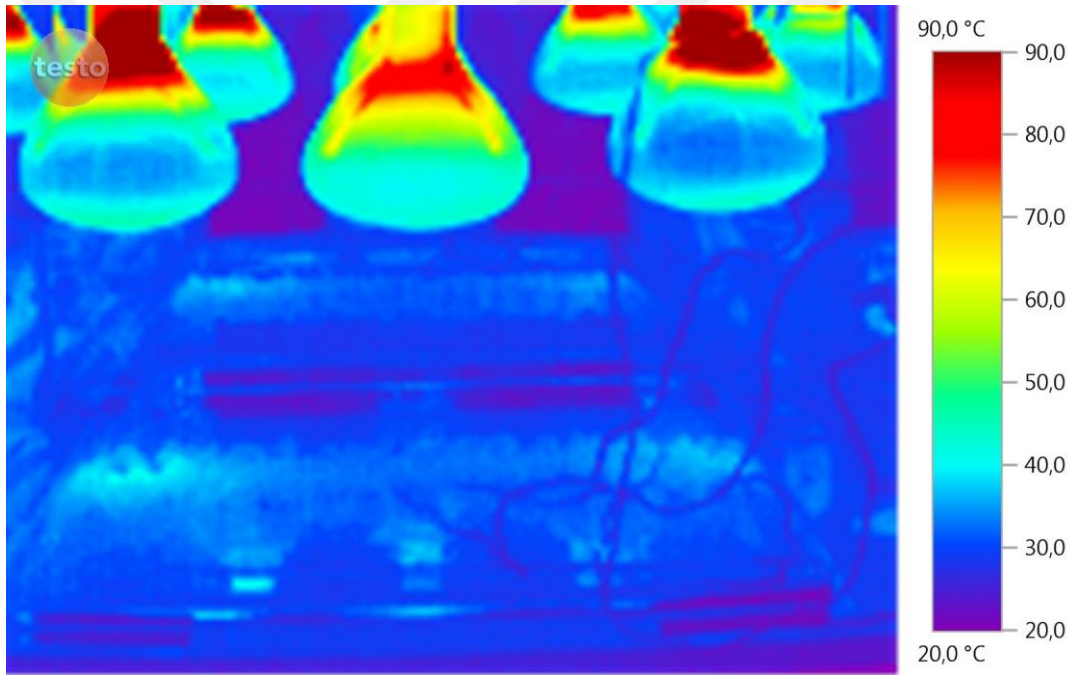


Şekil 4.2.2.1. %50, %75 ve 100 güçte, ürünün yüzey sıcaklığının, kurutma boyunca değişimi

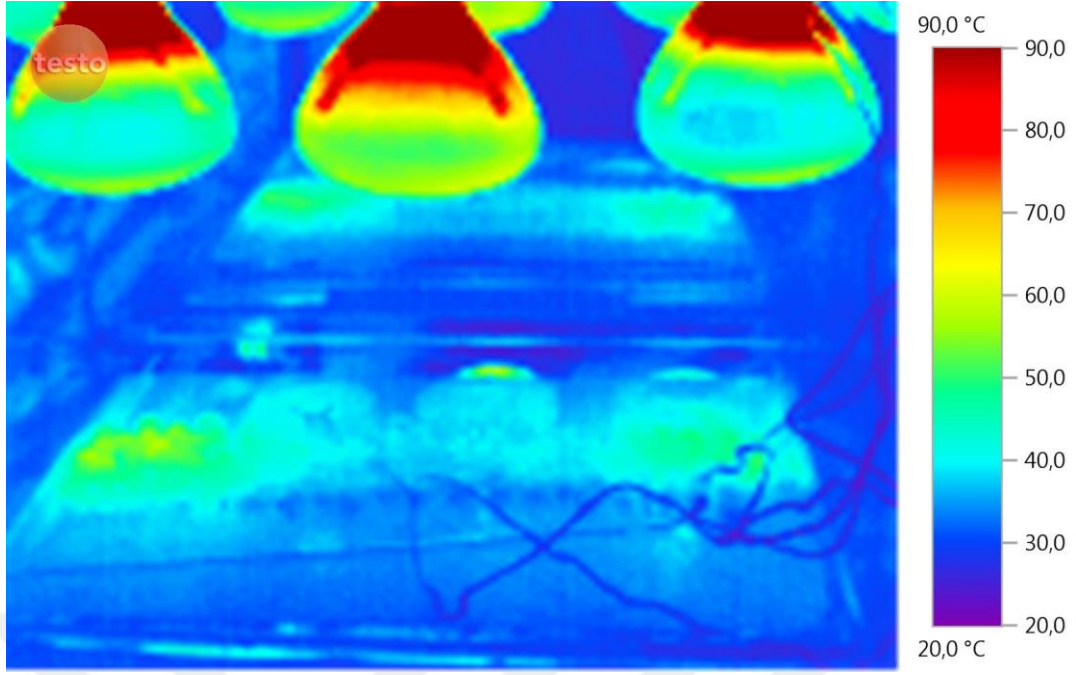
Şekil 4.2.2.1 incelendiğinde, %50 ve %75 güçte çalıştırılan kızıl ötesi lambalardan radyasyonla ürüne aktarılan ısı enerjisi miktarı ile 30°C ve 1.2 m/s hızla akan havaya konveksiyonla aktarılan ısı enerjisinin kararlı hale ulaştığı gözlemlenmiştir. Lambaların gücünün artırılmasıyla yüzey sıcaklığının arttığı gözlemlenmiştir. %50 ve %75 güçte gerçekleştirilen kurutma işlemlerinde, ortalama yüzey sıcaklıkları sırasıyla $37,36 \pm 1,26^{\circ}\text{C}$ ve $46,38 \pm 1,41^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. %100 güçte ise ortalama yüzey sıcaklığı $70,23 \pm 7,59^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Isıl dengeye

ulaşılamadığı ve ürün yüzey sıcaklığının işlem boyunca doğrusal olarak artış gösterdiği ve işlem sonunda 92°C'ye ulaştığı gözlemlenmektedir. Elde edilen sonuçlar lambaların gücü arttıkça yayılan dalgaların daha yüksek enerjili (kısa boylu) olduğu ve lambalara aktarılan güçle doğrusal olmayan bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir.

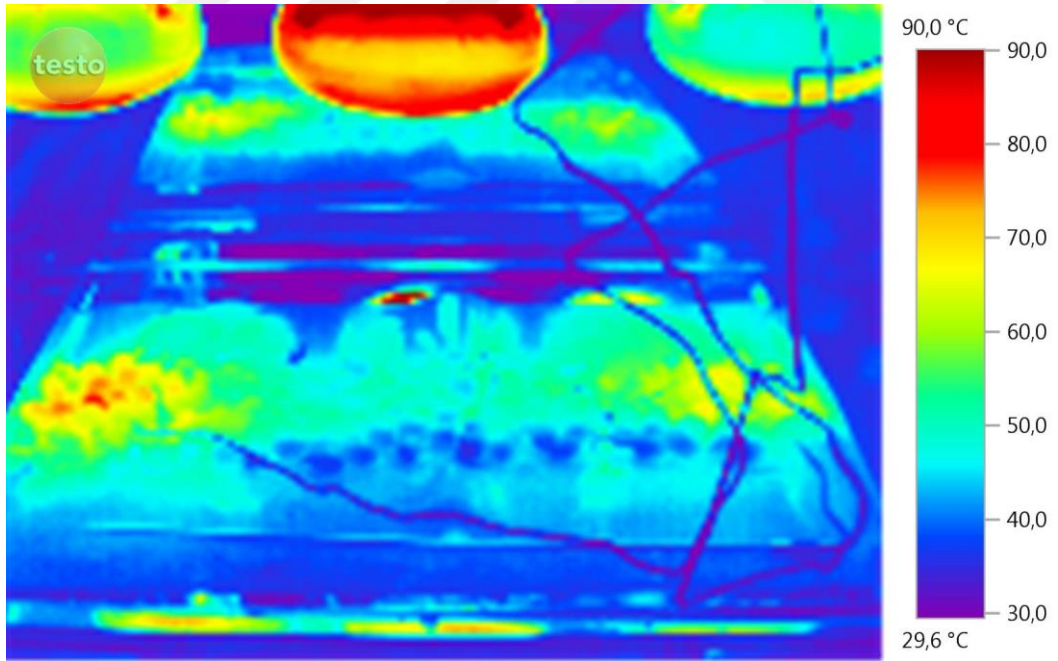
Grafiklerin eldesinde ısıleşler ile yapılan ölçümlere ilave olarak termal görüntü de alınmıştır. Cihazda kurutma işleminin 1. Saati sonunda alınan termal görüntü örnekleri şekil 4.2.2.2'de görülmektedir. Görüntülerde de görüldüğü gibi güç arttıkça üzümün yüzey sıcaklığı artmıştır.



(a) %50 güç



(b) %75 güç

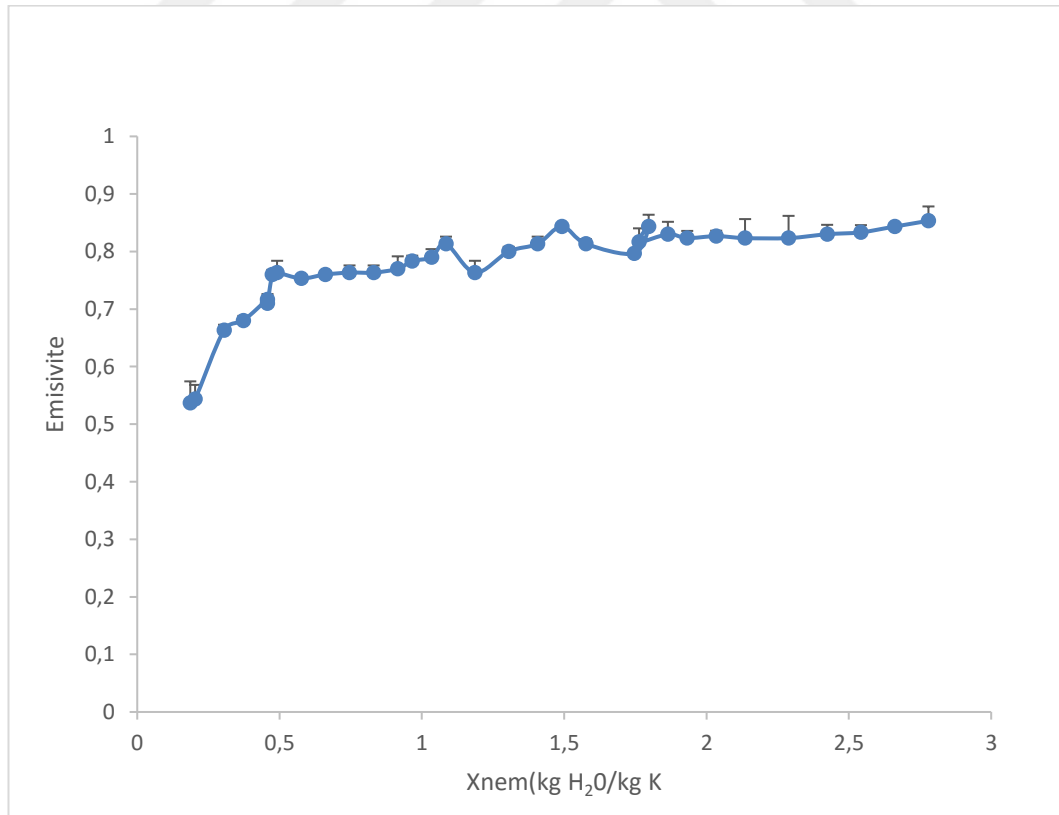


(c) %100 güç

Şekil 4.2.2.2. Elektromanyetik Işıma İle Kurutma Cihazında Yapılan Kurutma İşleminde Termal Kamera ile Sıcaklık Dağılımı

4.2.3. Emisivite Değerleri

Emisivite değeri cismin yüzeyinin ışıyım yayma özelliğini belirtir. Bir maddenin emisivite özelliği maddenin yüzey düzgünlüğüne ve sıcaklığına bağlı olarak değişir. Bu değer 0-1 aralığında değişen birimsiz bir büyüklüktür. Üzüm örneklerinin nem miktarına karşı emisivite değerleri Şekil 4.2.3.1’de görülmektedir. Literatürde kurutulmuş üzümün emisivite değerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar ile karşılaşılmamıştır. Soğurucu yüzeyin emisivite değeri ne kadar yüksek ise enerji etkinliği de o kadar yüksektir. Siyah soğurucu yüzeyin etkinliği en yüksek değerdedir (Emisivite=1). Soğurucu yüzey sıcaklığının düşük olması durumunda etkinlik artar[14]. Taze üzümün emisivite değeri 0,85 civarı iken, nem içeriği %14 olan kuru üzümün ise emisivite değeri 0,55 civarındadır. Sıcaklığın düşmesi etkinliği artırır dolayısıyla emisivite artar. Yüzey sıcaklığının temaslı ölçümleri sırasında kurutmanın sonuna doğru sıcaklık artışı kaydedilmiştir (Bkz. Şekil 4.2.2.1.). Kurutmanın başlangıcında düşük sıcaklıkta emisivite yüksektir. Sonlara doğru artmıştır.



Şekil 4.2.3.1 Nem İçeriğine Karşı Emisivitenin Değişimi

4.3. Kurutma İşleminin Üzümün Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

4.3.1. Taze ve Kuru Üzümün Genel Özellikleri

Taze ve kuru üzümün ortalama nem içerikleri ve standart sapmaları Tablo 4.3.1.1’de verilmiştir. TS 3411’e göre kuru üzümün nem içeriği en fazla %16 olmalıdır. Ancak endüstriyel tip üzümler %20 nem içerikli olabilir. Ekspertizlerin önerisine göre üzümlerin %14 nem içeriğine kurutulmasına karar verilmiştir.

Tablo 4.3.1.1. Taze ve Kuru Üzümlerin Nem İçerikleri

Hammadde	GKY	GKT	EI50	EI75	EI100
74,66±0,65	14,06±0,12	14,39±0,18	14,11±0,20	14,40±0,18	14,10±0,11

Su aktivitesi (a_w) gıda maddeleri tarafından tutulan suyun özelliğini gösteren bir terimdir. Gıdanın içerdiği suyun buhar basıncının, aynı sıcaklıkta saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanır. Nem içeriği belli bir gıda sıcaklığı ve bağıl nemi sabit bir ortamda yeterli süre bekletilirse gıda nem alır veya nem verir. Denge halinde gıdada gözlenen ağırlık değişimi durur. İçinde bulunduğu havayla denge halinde olan gıdanın nem miktarına denge nemi denir [74]. Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında farklı lamba güçlerinde denge nem içeriği %50, %75 ve %100 güç için ölçülmüş ve sırasıyla yaş temelde %2,98, %3,01 ve %2,85 bulgulanmış olup ortalama %2,95’tir.

Taze üzümün ve farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin su aktiviteleri ortalama değerleri Tablo 4.3.1.2’de verilmiştir. Değerler riskli kabul edilen 0,6 değerinin altındadır ve mikrobiyolojik açıdan güvenlidir. Meyve ve sebzeler için en önemli mikrobiyolojik risk kaynaklarından biri olan küflerin 0,80 aralığı altındaki su aktivitesi değerlerinde faaliyet gösteremedikleri bilinmektedir. Bir diğer risk faktörü olan mayaların gelişme gösterememesi için ise su aktivitesinin 0,60’ın altına düşürülmesi gerekmektedir. 0,60 su aktivitesi %15-20 su içeren kurutulmuş meyvelerde görülebilecek bir su aktivitesi değeridir. Gıdalar, nem içerikleri açısından yüksek (a_w 0.90-1.00), orta (a_w 0.60-0.90) ve düşük nemli (a_w <0.60) olarak gruplandırılabilir. Su aktivite değeri 0.60’ın altına düştüğünde herhangi bir

mikrobiyolojik faaliyet görülmemektedir. Genel olarak kuru meyveler 0.60 ile 0.75 su aktivitesi değerine sahiptir.

Tablo 4.3.1.2. Taze ve Kuru Üzümlerin Su Aktiviteleri

Hammadde	GKY	GKT	EI50	EI75	EI100
0,94±0,01	0,57±0,02	0,59±0,02	0,58±0,01	0,59±0,01	0,58±0,01

Eroğlu [49], tez çalışmasında taze üzümlerde 0.98 olan su aktivitesi değerinin, ozmotik kurutmayla kuruttuktan sonra, Mikrodalga+kızılötesi, tepsili kurutucu ve mikrodalgada kurutmuştur. Üzümlerde son kuru ürünün su aktivitesinin 0.47- 0.55 aralığına düştüğünü ve bu değerlerin mikrobiyolojik açıdan güvenli olduğunu belirtmiştir. Çalışmada bulgularan değerler daha yüksek olsa da 0,6 değerinin altındadır ve mikrobiyolojik açıdan güvenlidir.

4.3.2. Taze ve Kuru Üzümün Kalite Özellikleri

Farklı yöntemlerle kurutulmuş kuru üzümlerde, kurutma yöntemlerinin etkileri arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test sonuçlarına göre deneysel veriler normal dağılım göstermektedir (Tablo Ek A.1). Grup ortalamalarından en az bir tanesi diğerlerinden farklıdır hipotezi kabul edilmiştir. Farklı olan grupların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmış ve gruplararası varyans eşit olmadığı için Tamhane's T2 kullanılmıştır.

4.3.2.1. Taze ve Kuru Üzümün Renk Özellikleri

Taze ve kuru üzümün L, a, b, ΔE, Hue açısı değerleri Tablo 4.3.2.1.1 'de verilmiştir.

Tablo 4.3.2.1.1. Taze ve Kuru üzümlerin renk değerleri

	L	a	b	ΔE	Hue Açısı
Hammadde	22,42±0,90	-0,24±0,26	3,02± 0,75	-	-
GKY	17,02±3,03	0,73±0,68	0,14±0,87	7,34±2,61	38,62±0,75
GKT	16,30±3,33	0,89±0,83	0,24±0,74	7,17±2,71	43,71±3,71
EI50	17,51±4,08	0,78±0,25	1,76±1,77	6,10±3,06	78,9±1,56
EI75	19,30±0,43	1,77±0,23	2,037±0,39	4,04±0,31	55,48±0,43
EI100	15,33±1,38	1,41±1,10	0,913±1,27	7,81±1,02	41,04±0,13

L değerinin yüksek olması renkteki açıklığı ifade etmekte olup ve kuru üzümde yüksek olması istenir. Hammaddenin L değeri $22,42 \pm 0,90$ 'dir. Tablo 4.3.2.1.1 'de belirtilen L değerleri incelendiğinde, daha düşük sıcaklık uygulanan EI50, $17,51 \pm 4,08$, EI75, $19,30 \pm 0,43$ ve yüksek sıcaklık uygulanan EI100 $15,33 \pm 1,38$ olarak bulunmuştur. GKY $17,02 \pm 3,03$ bulunmuş olup GKT ise $16,30 \pm 3,33$ olarak kaydedilmiştir.

Uygulanan kurutma yöntemlerinin kuru üzümün L değerleri açısından oluşturduğu farklılıklar Tamhane ikili karşılaştırma testleri ile %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak belirlenmiştir. Tablo 4.3.2.1.2'de görüldüğü üzere istatistiksel olarak EI75 ile EI100 arasında anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Güneşte kurutulan üzümler (GKT ve GKY) ile %50 lamba gücünde kurutulan üzümlerin L değerlerindeki yüksek standart sapma, heterojen bir renk dağılımı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.3.3.1). Yüksek standart sapma GKY, GKT, EI50 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına sebep olmuştur ($p > 0,05$).

Doymaz ve Altiner, taze Sultani üzümün L değerini 48.18 bulgulamıştır. Potasaya batırılan ve ardından 55, 65, 75°C sıcaklıkta kurutululan üzümlerin L değerlerini sırasıyla 22.15, 32.02, 37.36 ve hiçbir ön işlem uygulanmadan 55, 65, 75°C sıcaklıkta kurutulan üzümlerin L değerlerini sırasıyla 23.26, 29.02, 29.70 olarak kaydetmişlerdir. Sıcaklık arttıkça L değeri artmıştır ve ön işlem uygulanmış üzümlerin L değerleri uygulanmamış üzümlere kıyasla daha yüksek bulgulanmıştır. Mumsu tabakanın giderilmesi ve buna bağlı olarak kuruma süresinin düşmesi de parlaklığın yüksek bulunmasına neden olmuştur. EI100'de kurutma esnasında yapılan yüzey sıcaklığı ölçümlerinde sıcaklık en yüksek bulunmuştur fakat literatür bilgisinin tersine EI100 ile kurutulan örneklerin L değeri yüzey sıcaklığı daha düşük olan EI75'den düşüktür. Bu sonuç EI100'ün sıcaklık değerinin literatürde yüksek olarak belirtilen sıcaklıktan (75°C) daha yüksek olmasına bağlanabilir.

Bai ve ark. [40], taze üzümde ortalama 54,33 buldukları L değerinin kurutma işlemi sonrası 22-32 arasına düştüğünü belirtmiş ve ön işlem süresinin artmasının ayrıca sıcaklığın düşmesinin L değerinin düşmesine sebep olduğunu bulgulamışlardır. Doymaz ve Pala [24] da çalışmalarında sıcaklık artışının L değerini artırdığını

belirtmişlerdir. EI100’de sıcaklık en yüksek ve kurutma süresi en kısadır. Fakat literatür bilgisinin tersine EI100 ile kurutulan örneklerin L değeri yüzey sıcaklığı daha düşük olan ve daha uzun sürelerde kuruyan EI75’den düşüktür.

Cihazda kurutulan tüm örneklerin L değerleri güneşte kurutulan örneklerin L değerine benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Elektromanyetik ışınlara ile kurutma cihazı L değeri açısından kuru üzüm üretmede başarılı bulunmuştur.

Tablo 4.3.2.1.2. Kuru üzümün L değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

L		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,83300	1,62016	1,000	-6,2079	4,5419
	EI50	-1,71689	1,74793	,985	-7,4792	4,0454
	EI75	-3,50356	,99811	,060	-7,1229	,1157
	EI100	,45756	1,10048	1,000	-3,2375	4,1526
GKT	GKY	,83300	1,62016	1,000	-4,5419	6,2079
	EI50	-,88389	1,93223	1,000	-7,2141	5,4463
	EI75	-2,67056	1,29401	,551	-7,8051	2,4639
	EI100	1,29056	1,37452	,991	-3,7611	6,3422
EI50	GKY	1,71689	1,74793	,985	-4,0454	7,4792
	GKT	,88389	1,93223	1,000	-5,4463	7,2141
	EI75	-1,78667	1,45079	,945	-7,2827	3,7094
	EI100	2,17444	1,52303	,870	-3,2880	7,6369
EI75	GKY	3,50356	,99811	,060	-,1157	7,1229
	GKT	2,67056	1,29401	,551	-2,4639	7,8051
	EI50	1,78667	1,45079	,945	-3,7094	7,2827
	EI100	3,96111*	,51049	,000	2,1157	5,8065
EI100	GKY	-,45756	1,10048	1,000	-4,1526	3,2375
	GKT	-1,29056	1,37452	,991	-6,3422	3,7611
	EI50	-2,17444	1,52303	,870	-7,6369	3,2880
	EI75	-3,96111*	,51049	,000	-5,8065	-2,1157

a değeri yeşillik-kırmızılık değeridir. Yeşillik negatif yönde, kırmızılık pozitif yöndedir. Hammaddenin yeşillik değeri ortalama $-0,24 \pm 0,26$ ölçülmüştür. Kurutulan üzümlerde beklenildiği gibi kırmızılık artmış ve a değeri pozitif değerler almıştır.

GKY, $0,73\pm0,68$, GKT $0,89\pm0,83$, IE50 $0,78\pm0,25$, IE75, $1,77\pm0,23$ ve IE100, $1,41\pm1,10$ değerlerini almıştır. Güneşte kuruyan üzümelerin a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur($p>0,05$). Cihazda kurutulan örneklerden IE50 ve IE100 örnekleri de güneşte kurutmaya benzer a değerine sahiptir ($p>0,05$). IE75 ise güneşte kurutulan tel sergideki örneklerle benzerlik gösterse de IE50 ve GKY örneklerinden farklıdır ($p<0,05$).

Doymaz ve Pala [24], çekirdeksiz üzümeleri iki farklı çözeltiye batırmışlardır. Ön işleme tabi tutulan ve tutulmayan üzümeleri 50, 55, 60 ve 70°C sıcaklıkta sıcak hava kurutucuda kurutmuşlardır. a değeri sıcaklık yükseldikçe ön işlem uygulaması fark etmeksizin yükselmiştir. a değeri en yüksek etil oleat çözeltisine batırılan örneklerde olup sırasıyla 5,23'tür. Kurutulan üzümelerde ön işlemsiz olanların daha çok karardığı belirtilmiştir. En düşük a değeri ön işlem uygulanmayan üzümelerde görülmüştür. Bu sonuçlardan a değerinin kuruma süresi arttıkça düştüğü sonucuna varılabilir.

Tablo 4.3.2.1.3. Kuru üzümün a değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

a		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,17575	,39351	1,000	-1,5102	1,1587
	EI50	-,04256	,23187	1,000	-,8352	,7500
	EI75	-1,04144*	,22865	,007	-1,8308	-,2521
	EI100	-,67367	,44311	,810	-2,1724	,8251
GKT	GKY	,17575	,39351	1,000	-1,1587	1,5102
	EI50	,13319	,34184	1,000	-1,1707	1,4371
	EI75	-,86569	,33967	,299	-2,1721	,4407
	EI100	-,49792	,50935	,985	-2,1684	1,1725
EI50	GKY	,04256	,23187	1,000	-,7500	,8352
	GKT	-,13319	,34184	1,000	-1,4371	1,1707
	EI75	-,99889*	,11953	,000	-1,3869	-,6108
	EI100	-,63111	,39793	,798	-2,1016	,8394
EI75	GKY	1,04144*	,22865	,007	,2521	1,8308
	GKT	,86569	,33967	,299	-,4407	2,1721
	EI50	,99889*	,11953	,000	,6108	1,3869
	EI100	,36778	,39607	,991	-1,1039	1,8395
EI100	GKY	,67367	,44311	,810	-,8251	2,1724
	GKT	,49792	,50935	,985	-1,1725	2,1684
	EI50	,63111	,39793	,798	-,8394	2,1016
	EI75	-,36778	,39607	,991	-1,8395	1,1039

b değeri sarılık-mavilik değeridir. Mavilik negatif yönde, sarılık pozitif yöndedir. Örneklerin b değeri tablo 4.3.2.2.1’de görülmektedir. Hammaddenin sarılık değeri ortalama $3,02 \pm 0,75$ ’dir. Üzüm kurudukça sarılık azalmıştır. GKY’de, $0,14 \pm 0,87$ ve GKT’de, $0,24 \pm 0,74$ b değeri bulunmuştur. Cihazda ise b değerleri EI50 $1,76 \pm 1,77$, EI75, $2,037 \pm 0,39$, EI100, $0,913 \pm 1,27$ bulunmuştur.

İstatistiksel olarak EI75, GKY ve GKT’den farklıdır ($p < 0,05$). EI50 ve EI100 ile güneşte kurutulan üzümler arasında ise istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Doymaz ve Pala [24], çekirdeksiz üzümleri iki farklı çözeltiye batırmışlardır. Ön işleme tabi tutulan ve tutulmayan üzümleri 50, 55, 60 ve 70°C sıcaklıkta sıcak hava kurutucuda kurutmuşlardır. b değeri sıcaklık yükseldikçe ön işlem uygulaması fark etmeksizin yükselmiştir. b değeri en yüksek etil oleat çözeltisine batırılan örneklerde olup 6,65'tir. Kurutulan üzümlerde ön işlemsiz olanların daha çok karardığı belirtilmiştir. En düşük b değeri ön işlem uygulanmayan üzümlerde görülmüştür. Tablo 4.3.2.2.1'de güneşte kurutulan üzümlere göre daha yüksek sıcaklıklarda kurutulan EI75 oldukça yüksektir.

Tablo 4.3.2.1.4. Kuru üzümün b değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

b		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,16925	,40319	1,000	-1,4831	1,1446
	EI50	-1,64633	,68557	,300	-4,0326	,7399
	EI75	-1,41856*	,30850	,005	-2,4542	-,3829
	EI100	-,79633	,52652	,811	-2,5528	,9601
GKT	GKY	,16925	,40319	1,000	-1,1446	1,4831
	EI50	-1,47708	,69261	,437	-3,8763	,9222
	EI75	-1,24931*	,32385	,031	-2,4057	-,0929
	EI100	-,62708	,53566	,952	-2,4143	1,1601
EI50	GKY	1,64633	,68557	,300	-,7399	4,0326
	GKT	1,47708	,69261	,437	-,9222	3,8763
	EI75	,22778	,64213	1,000	-2,1514	2,6069
	EI100	,85000	,77096	,967	-1,6900	3,3900
EI75	GKY	1,41856*	,30850	,005	,3829	2,4542
	GKT	1,24931*	,32385	,031	,0929	2,4057
	EI50	-,22778	,64213	1,000	-2,6069	2,1514
	EI100	,62222	,46855	,911	-1,0738	2,3183
EI100	GKY	,79633	,52652	,811	-,9601	2,5528
	GKT	,62708	,53566	,952	-1,1601	2,4143
	EI50	-,85000	,77096	,967	-3,3900	1,6900
	EI75	-,62222	,46855	,911	-2,3183	1,0738

ΔE değeri toplam renk değişimidir. Genel olarak düşük ΔE değeri, uygulanan işlem sırasında daha az renk değişikliği olduğunu ifade etmektedir ve bu durum ürünün tüketici tarafından daha çok kabul etmesini sağlar [40].

Tablo 4.3.2.1.1’de belirtildiği üzere cihazda kurutulan üzümlerin renk değişimi EI100, $7,81 \pm 1,02$, EI75, $4,04 \pm 0,31$ ve EI50 $6,10 \pm 3,06$ ’dir. Güneşte kurutmada ise GKY, $7,34 \pm 2,61$ değerinde, GKT ise $7,17 \pm 2,71$ değerinde bulunmuştur.

Tablo 4.3.2.1.5’de görülmektedir ki EI50 ve EI100 güneşte kurutmaya benzer ΔE değerine sahiptir. EI75 ise tel sergiyle benzer ΔE değerine sahipken yer sergisiyle arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). Ayrıca EI75, EI100 arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Tablo 4.3.2.1.5. Kuru üzümün ΔE değerinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

	ΔE	Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	,62339	1,34399	1,000	-3,8075	5,0543
	EI50	1,42575	1,37391	,977	-3,0439	5,8954
	EI75	3,49231*	,85525	,025	,3791	6,6056
	EI100	-,28255	,92190	1,000	-3,4258	2,8607
GKT	GKY	-,62339	1,34399	1,000	-5,0543	3,8075
	EI50	,80236	1,50157	1,000	-4,1158	5,7205
	EI75	2,86893	1,04811	,251	-1,2993	7,0372
	EI100	-,90594	1,10317	,997	-5,0065	3,1946
EI50	GKY	-1,42575	1,37391	,977	-5,8954	3,0439
	GKT	-,80236	1,50157	1,000	-5,7205	4,1158
	EI75	2,06656	1,08621	,623	-2,0506	6,1838
	EI100	-1,70830	1,13943	,836	-5,7996	2,3829
EI75	GKY	-3,49231*	,85525	,025	-6,6056	-,3791
	GKT	-2,86893	1,04811	,251	-7,0372	1,2993
	EI50	-2,06656	1,08621	,623	-6,1838	2,0506
	EI100	-3,77487*	,37700	,000	-5,1411	-2,4086
EI100	GKY	,28255	,92190	1,000	-2,8607	3,4258
	GKT	,90594	1,10317	,997	-3,1946	5,0065
	EI50	1,70830	1,13943	,836	-2,3829	5,7996
	EI75	3,77487*	,37700	,000	2,4086	5,1411

Hue açısı bir rengi diğerinden ayıran özellik olarak bilinir. Hue açısı diğer renk parametreleriyle kıyaslandığında en görsel renk parametresidir ve 77.00'dan daha yüksek olan renk açısı, kuru üzüm için kabul edilebilir ve değer arttıkça renk de o kadar iyi olmaktadır. Hue açısı genellikle 111.00-açık yeşilden 64.00-sarıya değişirken, renk açısının değişimi kurutma işlemi sırasında meydana gelen esmerleşme reaksiyonu ve klorofil bozunmasından kaynaklanır [40]. Tablo 4.3.2.1.1'de örneklerin hue açısı değerleri görülebilmektedir. En yüksek ve en kabul edilebilir hue değeri EI50 ($78,9 \pm 1,56$)'de gözlemlenirken cihazda sıcaklık arttıkça hue değeri düşmüştür. Bu verilerden esmerleşme reaksiyonu ve klorofil bozunması miktarı en az EI50'de olmuştur sonucuna varılabilir. Tablo 4.3.2.1.6'da görüldüğü üzere EI50 ile yer sergisi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). EI50'nin güneşte yer sergisine göre üstün olduğu sayısal değerinden de görülmektedir. EI50'nin tel sergisiyle arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). EI75 ile yer sergisi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). EI75 yer sergisinden daha düşük hue açısı değerine sahiptir.

Tablo 4.3.2.1.6. Kuru üzümün Hue Açısı değerinin kurutma kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Hue Açısı		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-16,81737	19,63522	,911	-72,8974	39,2626
	EI50	-61,69808*	19,01955	,019	-116,0196	-7,3765
	EI75	-63,87989*	19,01955	,014	-118,2014	-9,5583
	EI100	-27,36629	19,01955	,607	-81,6879	26,9553
GKT	GKY	16,81737	19,63522	,911	-39,2626	72,8974
	EI50	-44,88071	20,11420	,189	-102,3287	12,5673
	EI75	-47,06251	20,11420	,154	-104,5105	10,3855
	EI100	-10,54892	20,11420	,984	-67,9969	46,8991
EI50	GKY	61,69808*	19,01955	,019	7,3765	116,0196
	GKT	44,88071	20,11420	,189	-12,5673	102,3287
	EI75	-2,18181	19,51364	1,000	-57,9146	53,5509
	EI100	34,33178	19,51364	,411	-21,4010	90,0645
EI75	GKY	63,87989*	19,01955	,014	9,5583	118,2014
	GKT	47,06251	20,11420	,154	-10,3855	104,5105
	EI50	2,18181	19,51364	1,000	-53,5509	57,9146
	EI100	36,51359	19,51364	,349	-19,2192	92,2463
EI100	GKY	27,36629	19,01955	,607	-26,9553	81,6879
	GKT	10,54892	20,11420	,984	-46,8991	67,9969
	EI50	-34,33178	19,51364	,411	-90,0645	21,4010
	EI75	-36,51359	19,51364	,349	-92,2463	19,2192

Çekirdeksiz üzümlerin yüksek nemli sıcak hava vurgulu haşlama ön işlemi sonrası sıcak hava kurutucuda 55-70°C arasında kurutulduğu çalışmada taze üzümde 108,36 olan hue açısı değeri 66-84 arasında değerlere düşmüştür. En yüksek Hue açısı değeri 110°C'de 90 saniye boyunca ön işlem uygulanan ve ardından 55°C'de kurutulmuş kuru üzümlerden elde edilmiştir. Ön işlem süresi arttıkça hue açısı değerinin de arttığı bulgulanmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş kuru üzümler arasında önemli fark bulunmuştur. Sıcaklık 55°C'den 70°C'ye yükseldiğinde hue açısının değeri 84.08'den 77.70'e düşmüştür. [40].

Tablo 4.3.2.1.7'de görüldüğü üzere TS 3411 [37]'e göre yapılan değerlendirmede en yüksek puanı sıcaklığın en düşük olduğu EI50 almıştır. Onun

hemen ardından EI100 yüksek puan almıştır. Tel sergi renk bakımından yer sergisine göre daha yüksek puan almıştır. Cihazda kurutulan üzümlerin güneşte kurutulanlara göre daha homojen olduğu genel olarak güneşte kurutulan üzümlere göre daha yüksek puanlı olduğu ekspertiz tarafından belirtilmiştir.

Abuşka ve Doğan [25], kurutulan çekirdeksiz üzümdeki nem miktarını tam kuru madde bazında %324,45-331,26 aralığında bulmuş olup, bu nem miktarından %14,08-20,71 nem miktarına kadar çekirdeksiz üzümler 52 saatte kurutulmuştur. Açık havada sergide kurutulan üzüm numuneleri 9 numara, kurutucuda kurutulan üzüm numuneleri ise 10 numara renk değeri elde edilmiştir.

Ekspertiz tarafından en yüksek puan verilen EI50 hue açısı değeri olarak en yüksek bulunmuştur. EI100 renk açısından ekspertiz tarafından uygun bulunsa da şekil 4.3.2.1.1’de de görüldüğü üzere mat bir rengi vardır. Parlaklık açısından da en düşük bulunmuştur.

Tablo 4.3.2.1.7. Kuru üzümlerin ekspertiz puanlarıyla renk değerleri

GKY	8,75
GKT	9,5-10
EI50	10,5-11
EI75	9,5
EI100	10



(a) %50 güç



(b) %75 güç



(c) %100 güç

Şekil 4.3.2.1.1. Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında kurutulan üzümün görüntüleri



(a) Yer Sergisi



(b) Tel Sergi

Şekil 4.3.2.1.2. Güneşte Kurutma ile kurutulan üzümün görüntüleri

4.3.2.2. Kuru Üzümün Rehidrasyon Oranı

Rehidrasyon, kuru üzüm kalitesini ölçmek için kullanılan önemli özelliklerden biridir. Kuru üzümün rehidrasyon oranının yüksek olması istenir. Tablo 4.3.2.2.2’de görüldüğü üzere istatistiksel olarak GKT ve diğerleri arasında önemli fark vardır ($p<0,05$). EI100 ve diğerleri arasında da önemli fark vardır ($p<0,05$). Tablo 4.3.2.2.1’de görüldüğü üzere kurutma sıcaklığının en yüksek olduğu EI100 en düşük rehidrasyon oranında bulunmuştur. Kurutma sırasında yer sergisine ve cihazda kurutulan üzümlere göre en düşük yüzey sıcaklığında olan GKT ise en yüksek rehidrasyon oranına sahiptir.

Tablo 4.3.2.2.1. Kuru üzümün rehidrasyon oranları

	Rehidrasyon Oranı
GKY	0,74±0,01
GKT	0,78±0,01
EI50	0,76±0,02
EI75	0,75±0,01
EI100	0,67±0,02

Literatürde yöntem, çeşit farklılığından kaynaklı olarak rehidrasyon oranları çok farklı kaydedilmiştir. Eroğlu [49] siyah üzümleri kuruttuğu çalışmada rehidrasyon oranlarını 1,38-1,40 bulmuştur. Bu değerler bu çalışmada bulgularan değerlerden yüksektir. Bu çeşit farklılığından olduğu kadar kurutma yönteminin de farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.3.2.2.2. Kuru üzümlerin rehidrasyon oranlarının kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Rehidrasyon Oranı		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,03915*	,00722	,000	-,0598	-,0185
	EI50	-,01380	,00699	,298	-,0338	,0062
	EI75	-,00173	,00699	,999	-,0217	,0182
	EI100	,07349*	,00699	,000	,0535	,0935
GKT	GKY	,03915*	,00722	,000	,0185	,0598
	EI50	,02535*	,00740	,012	,0042	,0465
	EI75	,03742*	,00740	,000	,0163	,0585
	EI100	,11264*	,00740	,000	,0915	,1338
EI50	GKY	,01380	,00699	,298	-,0062	,0338
	GKT	-,02535*	,00740	,012	-,0465	-,0042
	EI75	,01206	,00718	,457	-,0084	,0326
	EI100	,08728*	,00718	,000	,0668	,1078
EI75	GKY	,00173	,00699	,999	-,0182	,0217
	GKT	-,03742*	,00740	,000	-,0585	-,0163
	EI50	-,01206	,00718	,457	-,0326	,0084
	EI100	,07522*	,00718	,000	,0547	,0957
EI100	GKY	-,07349*	,00699	,000	-,0935	-,0535
	GKT	-,11264*	,00740	,000	-,1338	-,0915
	EI50	-,08728*	,00718	,000	-,1078	-,0668
	EI75	-,07522*	,00718	,000	-,0957	-,0547

4.3.2.3. Taze ve Kuru Üzümün Yığın ve Parçacık Yoğunluğu Özellikleri

Taze ve kuru üzümün yığın yoğunluğu ve parçacık yoğunluğu değerleri tablo 4.3.2.3.1’de verilmiştir. Beklenildiği üzere kuru ürünün parçacık ve yığın yoğunlukları hammaddeye göre tüm denemelerde artmıştır. Bununla birlikte, uygulanan kurutma yönteminin parçacık ve yığın yoğunlukları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı bulgulanmıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.3.2.3.1. Kuru üzümün Yığın Yoğunluğu ve Parçacık yoğunluğu değerleri

	Yığın Yoğunluğu (g/mL)	Parçacık Yoğunluğu (g/mL)
Hammadde	0,50±0,002	1,10±0,11
GKY	0,59±0,013	1,16±0,17
GKT	0,59±0,009	1,35±0,35
EI50	0,59±0,004	1,29±0,27
EI75	0,58±0,006	1,43±0,13
EI100	0,60±0,009	1,45±0,18

Dev ve ark. [39], daha düşük yığın yoğunluğu değerlerinin, çok daha istenen ve daha açık gözenekli kaliteye işaret etmekte olduğunu belirtmişlerdir. 0,6-0,7 g / mL yığın yoğunluğunun üzüm çeşitliliğine bağlı olarak önerildiğini belirtmişlerdir. Düşük yığın yoğunluklu kuru üzüm, daha fazla gözeneklilikten dolayı yumuşak bir dokuya sahip olduğu için doku açısından önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Tablo 4.3.2.3.1’de görüldüğü üzere kuru üzümün yığın yoğunluğu önerilen 0,6 g/mL alt değerinde veya 0,6 g/mL değerine yakındır. Cihazda kurutulan üzümler güneşte kurutmaya benzerdir.

Tablo 4.3.2.3.2. Kuru üzümün Yığın Yoğunluğunun kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yığın Yoğunluğu		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	,001810002	,005549483	1,000	-,01618199	,01980199
	EI50	,006615225	,004352799	,816	-,00841396	,02164441
	EI75	,009521208	,004542132	,439	-,00574213	,02478455
	EI100	-	,005152995	1,000	-,01867177	,01461049
		,002030644				
GKT	GKY	-	,005549483	1,000	-,01980199	,01618199
	EI50	,004805223	,004059500	,955	-,00998916	,01959961
	EI75	,007711206	,004261883	,645	-,00721404	,02263645
	EI100	-	,004907754	,997	-,02007246	,01239117
		,003840645				
EI50	GKY	-	,004352799	,816	-,02164441	,00841396
		,006615225				
	GKT	-	,004059500	,955	-,01959961	,00998916
		,004805223				
	EI75	,002905983	,002512716	,954	-,00532849	,01114046
	EI100	-	,003498020	,263	-,02069772	,00340598
		,008645869				
EI75	GKY	-	,004542132	,439	-,02478455	,00574213
		,009521208				
	GKT	-	,004261883	,645	-,02263645	,00721404
		,007711206				
	EI50	-	,002512716	,954	-,01114046	,00532849
		,002905983				
	EI100	-	,003730984	,079	-,02399147	,00088777
		,011551852				
EI100	GKY	,002030644	,005152995	1,000	-,01461049	,01867177
	GKT	,003840645	,004907754	,997	-,01239117	,02007246
	EI50	,008645869	,003498020	,263	-,00340598	,02069772
	EI75	,011551852	,003730984	,079	-,00088777	,02399147

Tablo 4.3.2.3.3’de görüldüğü üzere kurutma işlemleri arasında parçacık yoğunluğu açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Koç ve ark. [45], küp halinde kesilmiş ayvaları kurutmuş ve parçacık yoğunluğunun, nem içeriği düştükçe arttığını belirtmiştir. Ayrıca parçacık yoğunluğunun, farklı kurutma işlemlerinin türüne bağlı kalmadan arttığını bulgulamışlardır. Tablo 4.3.2.3.1’de görüldüğü üzere

kuru üzümün parçacık yoğunluğu değerleri hammaddenin parçacık yoğunluğu değerlerinden yüksektir. Kurutma denemeleri arasında parçacık yoğunluğu arasında fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.3.2.3.3. Kuru üzümün Parçacık Yoğunluğunun kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Parçacık Yoğunluğu		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,19435	,11767	,475	-,5304	,1417
	EI50	-,12036	,11398	,828	-,4459	,2052
	EI75	-,26739	,11398	,152	-,5929	,0582
	EI100	-,28445	,11398	,112	-,6100	,0411
GKT	GKY	,19435	,11767	,475	-,1417	,5304
	EI50	,07399	,12054	,972	-,2703	,4183
	EI75	-,07303	,12054	,973	-,4173	,2713
	EI100	-,09009	,12054	,944	-,4344	,2542
EI50	GKY	,12036	,11398	,828	-,2052	,4459
	GKT	-,07399	,12054	,972	-,4183	,2703
	EI75	-,14702	,11695	,718	-,4810	,1870
	EI100	-,16409	,11695	,629	-,4981	,1699
EI75	GKY	,26739	,11398	,152	-,0582	,5929
	GKT	,07303	,12054	,973	-,2713	,4173
	EI50	,14702	,11695	,718	-,1870	,4810
	EI100	-,01706	,11695	1,000	-,3511	,3169
EI100	GKY	,28445	,11398	,112	-,0411	,6100
	GKT	,09009	,12054	,944	-,2542	,4344
	EI50	,16409	,11695	,629	-,1699	,4981
	EI75	,01706	,11695	1,000	-,3169	,3511

4.3.2.4. Kuru Üzümün Büzülmesi

Örneklerin büzülme değerleri tablo 4.3.2.4.1’de görülmektedir. Tablo 4.3.2.4.2’de görüldüğü üzere istatistiksel olarak sadece GKY, EI75 ve EI100’den farklıdır ($p<0,05$). GKY, EI75 ve EI100’den daha yüksek büzülmeye sahiptir. EI75 ve EI100, GKY ile benzerlik göstermese de GKT ile istatistiksel olarak benzerdir ($p>0,05$). EI50 ise yer sergisi ve tel sergiye benzer özellik göstermektedir.

Tablo 4.3.2.4.1. Kuru üzümün büzülme değerleri

	Büzülme (V/V_0)
GKY	0,96�0,15
GKT	0,86�0,22
EI50	0,88�0,17
EI75	0,77�0,06
EI100	0,77�0,10

Adiletta [51], kurutma işleminin sonunda aşındırma  n işleminin beyaz ve kırmızı üzümlerde daha az b z lmeye neden olduğunu bulgulamıştır. Kabuk üzerinde mumsu tabakanın uzaklaştırılması ile i  bölgeden dış bölgeye daha hızlı bir su difüzyonunu sağlamış ve yüzeyin hızla sertleşip büzülmeyi durdurduğunu belirtmişlerdir. Yer sergisine göre daha hızlı kuruyan EI75 ve EI100 daha düşük b z lmeye sahiptir.

Gabas ve ark. [44],  ekirdeksiz üzümlerde ön işlem olarak etil oleat konsantrasyonunu değiştirerek farklı etil oleat + potasyum karbonat   z ltlerini test etmişlerdir.  n işleme tabi tutulan  z mleri ve  n işlemsiz  z mleri 40, 50, 60, 70, 80 C’de sıcak hava kurutma ile kurutmuşlardır. Büzülme katsayısı, artan kurutma sıcaklığı ile küçük bir artış göstermiştir. Bu çalışmada ise işlem koşullarındaki değişim bu etkiyi göstermemiştir. Kurutma esnasında düşük yüzey sıcaklığına sahip olan GKY daha yüksek bir büzülme değerine sahiptir.

Tablo 4.3.2.4.2. Kuru üzümelerin Büzülme Özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır	Ortalama Fark
GKY	GKT	,09467	,09520	,985	-,2360	,4254
	EI50	,07387	,07277	,980	-,1621	,3098
	EI75	,18898*	,05087	,027	,0171	,3608
	EI100	,19137*	,05688	,039	,0069	,3758
GKT	GKY	-,09467	,09520	,985	-,4254	,2360
	EI50	-,02080	,10053	1,000	-,3609	,3193
	EI75	,09431	,08602	,974	-,2349	,4235
	EI100	,09670	,08970	,975	-,2307	,4241
EI50	GKY	-,07387	,07277	,980	-,3098	,1621
	GKT	,02080	,10053	1,000	-,3193	,3609
	EI75	,11511	,06026	,586	-,0983	,3285
	EI100	,11750	,06540	,634	-,1023	,3373
EI75	GKY	-,18898*	,05087	,027	-,3608	-,0171
	GKT	-,09431	,08602	,974	-,4235	,2349
	EI50	-,11511	,06026	,586	-,3285	,0983
	EI100	,00239	,03962	1,000	-,1295	,1343
EI100	GKY	-,19137*	,05688	,039	-,3758	-,0069
	GKT	-,09670	,08970	,975	-,4241	,2307
	EI50	-,11750	,06540	,634	-,3373	,1023
	EI75	-,00239	,03962	1,000	-,1343	,1295

4.3.2.5.Kuru Üzümün Tekstürel Özellikleri

Kuru üzümün kurutuldukları yöntem ve güce göre sertlik, yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik değerleri tablo 4.3.2.5.1’de görülmektedir.

Tablo 4.3.2.5.1. Kuru üzümün tekstürel özelliklerinin değerleri

	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Esneklik	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)
GKY	1603,31±668,79	0,87±0,06	0,67±0,03	1065,07±420,28	823,56±270,68	0,39±0,06
GKT	598,18±134,30	0,90±0,07	0,68±0,01	437,83±135,44	319,08±72,80	0,37±0,03
EI50	496,09±193,97	0,87±0,12	0,69±0,01	317,20±116,84	280,64±106,54	0,43±0,11
EI75	650,74±149,61	0,82±0,07	0,67±0,03	403,95±136,74	347,85±105,37	0,35±0,07
EI100	923,11±472,82	0,85±0,08	0,67±0,02	640,84±268,60	505,26±205,28	0,39±0,03

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin sertlik değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.2’de görülmektedir. Bu verilere göre kuru üzüm örneklerinden sadece GK Y ve diğer örneklerin arasında sertlik özelliği bakımından anlamlı fark vardır ($p<0,05$). GK Y diğer kurutma yöntemlerinden daha fazla sertlik değerine sahiptir. Güneşte kurutulan üzümlerden yer sergisinde kuruyanlar, tel sergide kuruyan örneklerden sayısal olarak daha yüksek bir sertlik değerine sahiptir. Sertlik gıdayı sıkıştırmak için gerekli güç olduğu için gıdanın sertliğinin çok yüksek olması istenmez. Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında ise %100 güç en yüksek %50 güç ise en düşük sertlik değerine sahiptir. Bu sonuçlardan sıcaklık artışının sertlik değerini artırdığı sonucuna ulaşılabilir. Fakat standart sapmaların yüksek olması nedeniyle istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Tel sergi ve cihazda kurutulan üzümler yer sergisinden daha az serttir ve tüketici açısından daha arzu edilir bir sertliğe sahiptir.

Tablo 4.3.2.5.2. Kuru üzümün sertlik özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sertlik		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	926,81830*	204,96428	,000	341,4216	1512,2150
	EI50	1016,57502*	198,53746	,000	449,5339	1583,6161
	EI75	834,34091*	198,53746	,001	267,2998	1401,3820
	EI100	589,55613*	198,53746	,038	22,5150	1156,5972
GKT	GKY	-926,81830*	204,96428	,000	-1512,2150	-341,4216
	EI50	89,75672	209,96414	,993	-509,9200	689,4335
	EI75	-92,47739	209,96414	,992	-692,1541	507,1994
	EI100	-337,26217	209,96414	,502	-936,9389	262,4146
EI50	GKY	-	198,53746	,000	-1583,6161	-449,5339
	GKT	1016,57502*	209,96414	,993	-689,4335	509,9200
	EI75	-89,75672	203,69514	,897	-764,0060	399,5378
	EI100	-182,23411	203,69514	,242	-1008,7908	154,7530
EI75	GKY	-427,01889	198,53746	,001	-1401,3820	-267,2998
	GKT	-834,34091*	209,96414	,992	-507,1994	692,1541
	EI50	92,47739	203,69514	,897	-399,5378	764,0060
	EI100	182,23411	203,69514	,750	-826,5567	336,9871
EI100	GKY	-244,78478	198,53746	,038	-1156,5972	-22,5150
	GKT	-589,55613*	209,96414	,502	-262,4146	936,9389
	EI50	337,26217	203,69514	,242	-154,7530	1008,7908
	EI75	427,01889	203,69514	,750	-336,9871	826,5567

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin yapışkanlık değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.3’de görülmektedir. Bu verilere göre yapışkanlık özelliği bakımından örnekler arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$). Örnekler arasında sayısal anlamda da belirgin fark görülmemesi iç bağların dayanma gücünün tüm örneklerde benzer olduğu anlamına gelmektedir. Elektromanyetik ısıma ile kurutma yapışkanlık özelliği bakımından güneşte kurutmaya iyi bir alternatif olacaktır.

Tablo 4.3.2.5.3. Kuru üzümün yapışkanlık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yapışkanlık		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,03525	,03344	,975	-,1463	,0758
	EI50	-,00522	,04646	1,000	-,1650	,1545
	EI75	,05767	,03219	,620	-,0468	,1621
	EI100	,01767	,03368	1,000	-,0922	,1276
GKT	GKY	,03525	,03344	,975	-,0758	,1463
	EI50	,03003	,04953	1,000	-,1357	,1957
	EI75	,09292	,03647	,204	-,0268	,2127
	EI100	,05292	,03779	,866	-,0709	,1767
EI50	GKY	,00522	,04646	1,000	-,1545	,1650
	GKT	-,03003	,04953	1,000	-,1957	,1357
	EI75	,06289	,04869	,915	-,1006	,2263
	EI100	,02289	,04969	1,000	-,1425	,1883
EI75	GKY	-,05767	,03219	,620	-,1621	,0468
	GKT	-,09292	,03647	,204	-,2127	,0268
	EI50	-,06289	,04869	,915	-,2263	,1006
	EI100	-,04000	,03668	,968	-,1590	,0790
EI100	GKY	-,01767	,03368	1,000	-,1276	,0922
	GKT	-,05292	,03779	,866	-,1767	,0709
	EI50	-,02289	,04969	1,000	-,1883	,1425
	EI75	,04000	,03668	,968	-,0790	,1590

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin esneklik değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.4’de görülmektedir. Bu verilere göre esneklik özelliği bakımından örnekler arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.3.2.5.4. Kuru üzümün esneklik özelliğinin kurutma kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Esneklik		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	-,01235	,00973	,927	-,0462	,0215
	EI50	-,01904	,01034	,601	-,0536	,0155
	EI75	,02384	,01461	,729	-,0236	,0713
	EI100	,00296	,01108	1,000	-,0331	,0391
GKT	GKY	,01235	,00973	,927	-,0215	,0462
	EI50	-,00669	,00575	,953	-,0258	,0124
	EI75	,03619	,01181	,123	-,0068	,0792
	EI100	,01531	,00699	,395	-,0086	,0392
EI50	GKY	,01904	,01034	,601	-,0155	,0536
	GKT	,00669	,00575	,953	-,0124	,0258
	EI75	,04289	,01232	,052	-,0003	,0861
	EI100	,02200	,00782	,123	-,0036	,0476
EI75	GKY	-,02384	,01461	,729	-,0713	,0236
	GKT	-,03619	,01181	,123	-,0792	,0068
	EI50	-,04289	,01232	,052	-,0861	,0003
	EI100	-,02089	,01294	,757	-,0648	,0230
EI100	GKY	-,00296	,01108	1,000	-,0391	,0331
	GKT	-,01531	,00699	,395	-,0392	,0086
	EI50	-,02200	,00782	,123	-,0476	,0036
	EI75	,02089	,01294	,757	-,0230	,0648

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin iç yapışkanlık değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.5’de görülmektedir. Bu verilere göre iç yapışkanlık özelliği bakımından GK Y örnekleri istatistiksel olarak GKT, EI50 ve EI75 örneklerinden farklıdır ($p<0,05$), EI100 ile arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$). Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında kurutulan EI50, EI75, EI100 tel sergide, güneşte kurutulan üzümlerle benzer özelliktedir. Fakat GK Y (1065,07±420,28) ve EI100 (640,84±268,60) yüksek değerde iç yapışkanlık değerinde bulgulanmıştır.

Tablo 4.3.2.5.5. Kuru üzümün iç yapışkanlık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

İç Yapışıklık		Ortalama Fark	Standart Hata	P-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	573,75947*	154,96384	,032	38,1543	1109,3646
	EI50	689,25004*	151,01665	,009	156,4000	1222,1001
	EI75	539,70338*	153,09110	,047	5,8600	1073,5468
	EI100	365,60727	173,54467	,415	-201,4112	932,6258
GKT	GKY	-573,75947*	154,96384	,032	-1109,3646	-38,1543
	EI50	115,49057	67,97459	,696	-111,1807	342,1619
	EI75	-34,05610	72,46654	1,000	-272,6133	204,5011
	EI100	-208,15221	109,23492	,565	-578,0514	161,7470
EI50	GKY	-689,25004*	151,01665	,009	-1222,1001	-156,4000
	GKT	-115,49057	67,97459	,696	-342,1619	111,1807
	EI75	-149,54667	63,58961	,279	-356,4247	57,3313
	EI100	-323,64278	103,55920	,093	-685,0018	37,7162
EI75	GKY	-539,70338*	153,09110	,047	-1073,5468	-5,8600
	GKT	34,05610	72,46654	1,000	-204,5011	272,6133
	EI50	149,54667	63,58961	,279	-57,3313	356,4247
	EI100	-174,09611	106,56154	,747	-538,8610	190,6688
EI100	GKY	-365,60727	173,54467	,415	-932,6258	201,4112
	GKT	208,15221	109,23492	,565	-161,7470	578,0514
	EI50	323,64278	103,55920	,093	-37,7162	685,0018
	EI75	174,09611	106,56154	,747	-190,6688	538,8610

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin sakızimsılık değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.6’de görülmektedir. Bu verilere göre sakızimsılık özelliği bakımından GK Y, GKT, EI50 ve EI75 örneklerinden farklıdır ($p<0,05$), EI100 ile arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$). EI100 örnekleri diğer örneklerden farklı değildir ($p>0,05$). Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında kurutulan EI50, EI75, EI100 tel sergide, güneşte kurutulan üzümlerle benzer özelliktedir. Fakat GK Y (823,56±270,68) ve EI100 (505,26±205,28) yüksek değerlerde sakızimsılık değerinde bulunmuştur.

Sakızımsılık gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gereken enerjiyi ifade ettiği için az olması beklenir.

Tablo 4.3.2.5.6. Kuru üzümün sakızımsılık özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sakızımsılık		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	472,55455*	99,11616	,007	122,4022	822,7069
	EI50	500,70941*	102,60321	,004	148,3036	853,1152
	EI75	424,59286*	102,45183	,014	72,3372	776,8485
	EI100	276,08263	119,90020	,298	-111,4527	663,6179
GKT	GKY	-472,55455*	99,11616	,007	-822,7069	-122,4022
	EI50	28,15486	46,20024	1,000	-124,9079	181,2177
	EI75	-47,96169	45,86306	,977	-199,7768	103,8535
	EI100	-196,47192	77,35050	,256	-471,6510	78,7071
EI50	GKY	-500,70941*	102,60321	,004	-853,1152	-148,3036
	GKT	-28,15486	46,20024	1,000	-181,2177	124,9079
	EI75	-76,11656	52,97950	,845	-247,8303	95,5972
	EI100	-224,62678	81,77106	,163	-503,8656	54,6121
EI75	GKY	-424,59286*	102,45183	,014	-776,8485	-72,3372
	GKT	47,96169	45,86306	,977	-103,8535	199,7768
	EI50	76,11656	52,97950	,845	-95,5972	247,8303
	EI100	-148,51022	81,58104	,627	-427,4813	130,4608
EI100	GKY	-276,08263	119,90020	,298	-663,6179	111,4527
	GKT	196,47192	77,35050	,256	-78,7071	471,6510
	EI50	224,62678	81,77106	,163	-54,6121	503,8656
	EI75	148,51022	81,58104	,627	-130,4608	427,4813

Farklı yöntemlerle kurutulan üzümlerin çiğnenebilirlik değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 4.3.2.5.7’de görülmektedir. Bu verilere göre çiğnenebilirlik özelliği bakımından örnekler arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.3.2.5.7. Kuru üzümün çignenebilirlik özelliğinin kurutma yöntemine göre çoklu karşılaştırma test sonuçları

Çignenebilirlik		Ortalama Fark	Standart Hata	p-değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
GKY	GKT	,01368	,02207	1,000	-,0601	,0875
	EI50	-,03887	,04383	,993	-,1891	,1114
	EI75	,07858	,03027	,178	-,0194	,1765
	EI100	,00036	,02307	1,000	-,0753	,0760
GKT	GKY	-,01368	,02207	1,000	-,0875	,0601
	EI50	-,05254	,04056	,924	-,2012	,0961
	EI75	,06490	,02531	,234	-,0233	,1531
	EI100	-,01332	,01603	,996	-,0659	,0393
EI50	GKY	,03887	,04383	,993	-,1114	,1891
	GKT	,05254	,04056	,924	-,0961	,2012
	EI75	,11744	,04555	,207	-,0357	,2706
	EI100	,03922	,04112	,989	-,1093	,1877
EI75	GKY	-,07858	,03027	,178	-,1765	,0194
	GKT	-,06490	,02531	,234	-,1531	,0233
	EI50	-,11744	,04555	,207	-,2706	,0357
	EI100	-,07822	,02619	,106	-,1674	,0110
EI100	GKY	-,00036	,02307	1,000	-,0760	,0753
	GKT	,01332	,01603	,996	-,0393	,0659
	EI50	-,03922	,04112	,989	-,1877	,1093
	EI75	,07822	,02619	,106	-,0110	,1674

Adiletta ve ark. [51], aşındırma ön işlemi uyguladıkları siyah veya beyaz üzümleri, 50°C sıcaklıkta ve 2,3 m/s hava hızında konvektif kurutucuda kurutmuşlardır ve kuru üzümler için enstrümantal TPA özelliklerinin sonuçlarını bildirmişlerdir. İstatistiksel analiz, her iki çeşit için ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış kuru numunelerin sertlik, esneklik ve çignenebilirlik bakımından benzer olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise GKY diğer yöntemlere göre daha yüksek sertlik değerinde, GKY ve EI100 diğer yöntemlere göre daha yüksek iç yapışkanlık ve sakızimsılık değerinde bulunmuştur. Diğer tekstürel özellikler bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. GKY belirgin şekilde tekstürel olarak farklıdır.

4.3.2.6. Taze ve Kuru Üzümün Küf-Maya İçeriği

Taze ve kuru üzümün toplam küf maya içeriği incelendiğinde tablo 4.3.8.1’de de görüldüğü üzere yer sergisinde ve tel sergide kurutma sonrası yapılan analizde hammaddeye göre toplam küf maya içeriği artmıştır. EI50, EI75 ve EI100’de ise hammaddeye göre küf maya tespit edilememiştir. Burada görüldüğü üzere GKY ve GKT’de ortam koşullarına bağlı olarak ürün kontamine olmuştur. Cihazda ise hem kapalı ortam olduğundan hem ışınların etkisiyle küf-maya tespit edilememiştir.

Tablo 4.3.2.6.1. Taze ve kuru üzümün toplam küf-maya içeriği

Yöntem	Toplam Küf-Maya İçeriği (kob/g)	
	Hammadde	Ürün
GKY	$9,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$
GKT	$9,7 \times 10^3$	$3,6 \times 10^4$
EI50	$1,22 \times 10^3$	*TE
EI75	$4,4 \times 10^3$	*TE
EI100	1×10^3	*TE

*TE: Tespit edilemedi

Hamanaka ve ark. [65], incir meyvesinde kızılötesi ısıtma ve mor ötesi ışınlama uygulamıştır. 30 sn kızılötesi ısıtma ve 30 sn mor ötesi ışınlama kullandıklarında maya ve küf gelişiminin olumsuz etkilendiği, depolamada kalite kriterlerinde olumsuz değişikliklerin olmadığı belirtilmiştir. Çalışma mor ötesi ışınlama nedeniyle hücrelerde hasar oluştuğu ve bu hasarın onarılmasının engellenmesinde daha sonra uygulanan kızılötesi ısıtmanın termal enerjisinin de ilave etkisinin olduğunu göstermektedir. Elektromanyetik ısıma ile kurutma cihazında, üzümlere, eşit sürelerde kızılötesi ve Xenon ışın uygulanmış olup analizler sonucunda bu uygulanan ışınların toplam küf maya içeriğini olumlu yönde etkilediği bulgulanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazı, geleneksel kurutmada 7-12 gün süren kurutma süresini 19,75 saate kadar indirmiştir. Bu yönüyle üreticiye büyük ölçüde yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazının kuru üzüm sektöründe çok önemli bir sorun olan Okratoksin A sorununa çözüm olabileceği görülmüştür. Çünkü Okratoksin A, bazı küf çeşitlerinin oluşturduğu mikotoksinlerdendir. Küfler inhibe edilirse Okratoksin A inhibe olur. Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında elde edilen yüksek kurutma hızı ve ışınlama prensibinin küf ve maya gelişimini inhibe ettiği ve mikrobiyal kaliteyi olumlu etkilediğini toplam küf maya analiz sonuçları göstermektedir.

EI50, L, a, b ve ΔE değerlerinde güneşte kurutmaya benzer özellik göstermiştir. Hue açısı değerinde ise sadece EI50 kabul edilebilir değer almıştır. Renk özelliği bakımından güneşte kurutmaya benzer hatta üstün bulunmuştur. Ekspertiz puanlamasından en yüksek puanı almıştır. EI50 rehidrasyon oranı, yığın ve parçacık yoğunluğu bakımından güneşte kurutmaya benzer özellik göstermiş olup büzülme değerleri açısından güneşte kurutmaya benzer olmasının yanı sıra EI75 ve EI100'den daha düşük büzülmeye sahiptir. EI50 tekstürel parametrelerde sertlik açısından GKT ile benzerlik göstermiş ve yüksek sertlik değerine sahip GKY'den daha düşük sertlik değerinde bulunmuştur. EI50'nin yapışkanlık ve esneklik değerleri güneşte kurutmaya benzerdir. İç yapışkanlık ve sakızimsılık değerleri ise GKT ile benzer fakat GKY'den düşük bulunmuştur. Bu verilere bakılarak elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazında %50 güçte kurutulan EI50'nin güneşte kurutmaya alternatif yüksek kalitede kuru üzüm sağlayabileceği görülmüştür.

EI75, L değeri açısından güneşte kurutmaya benzerlik gösterir. Fakat a, b, ΔE ve hue açısı değerleri açısından yer sergisine benzemez. Rehidrasyon oranı, parçacık ve yığın yoğunluğu açısından güneşte kurutmaya benzemektedir. Büzülme değeri ise güneşte kurutmadan farklıdır ve daha düşüktür. EI75 sertlik açısından yer sergisine göre daha düşük değer almıştır. Yapışkanlık ve esneklik bakımından güneşte kurutmaya benzerdir. İç yapışkanlık ve sakızimsılık parametreleri bakımından tel sergisine benzemektedir. EI75 çoğu kalite parametresi açısından güneşte kurutmaya

alternatif olabilir. Ekspertiz puanlamasından 9,5 almıştır ve EI50'den yaklaşık 18 saat daha kısa sürmüştür.

EI100 kuruma süresi 19,75 saattir. EI50 ve EI75'e göre çok kısa sürede kurumuştur. EI100 renk parametreleri açısından güneşte kurutmaya benzerlik göstermektedir. Bu konuda alternatif olabilir. Ancak EI100'ün çok hızlı kuruması sebebiyle rehidrasyon yeteneğinde kayıp meydana gelmiştir. Diğer kurutma yöntemlerine göre düşük rehidrasyon oranına sahiptir. Yığın ve parçacık yoğunluğu bakımından da güneşte kurutmaya benzerdir. EI100'ün büzülme değeri GKY'den farklıdır ve daha düşüktür. Tekstürel olarak güneşte kurutmaya benzer bulunmuştur. EI100 çok kısa kurutma süresiyle dikkat çekse de olumsuz parametrelerin giderilmesi ve kısa kurutma avanajını sağlamak için ileriki çalışmalarda gücün optimize edilmesi önerilebilir.

Yeni tasarlanmış, Elektromanyetik ışıma ile kurutma cihazının, sultani üzüm kurutmada kullanılabilirliğinin ölçüldüğü bu çalışmada üzüm kurutulabilmiştir fakat üzümün homojen bir biçimde kuruması için yapılan yer değişimleri sıcaklık dağılımlarının düzgün bir grafik göstermemesine neden olmuştur. Kızılötesi lamba altındayken hızlı bir kuruma davranışı gösteren üzümlerin sıcaklığı, Xenon lamba altına geçtiğinde düşmüş ve kuruma hızı yavaşlamıştır. Cihazın lamba sıklığının artırılması ve her bölgenin eşit şiddette hem mor ötesi hem kızılötesi ışın alması sağlanarak bu sorun çözülebilir. Ayrıca cihazın bantlı bir sistem yardımıyla ürünün hareketli hale getirilmesi yoluyla da homojen ışınlama sağlanabilir ve mevcut sorunlar ortadan kaldırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Cemeroğlu, B. S. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt 2. Bizim grup yayınları, Ankara, Türkiye, 2013, 582 s.
2. Çakmak, G. Çekirdekli üzüm kurutmada güneş enerjisi destekli dönel akışlı kurutucu tasarımı. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora tezi, Elazığ, 2007, 2 s.
3. Ayan, H. Güneşte ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitcum esculentum*) Üretimi ve Proses Sırasındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2010, 22 s.
4. Türkiye İstatistik Kurumu, 2001-2016 üzüm üretimi. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, Son erişim tarihi: 23 Mayıs 2017.
5. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Çekirdeksiz Kuru Üzüm Raporu, 2016.
6. İnan, M. S. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Kurutulmasında K₂CO₃ Çözeltisinin Püskürtme Yöntemi ile Uygulanmasının Kuruma Özelliklerine Etkisi. Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 11-18 s.
7. Boztepe, Ö. Sultani Çekirdeksiz Üzümlerinin Kükürtlenerak Kurutulmasında Farklı Kükürtleme Uygulamalarının Kuru Üzüm Randımanı Ve Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 10 s.
8. Williamson G., Carughi A. Polyphenol Content And Health Benefits Of Raisins. Nutrition Research. 2010, 30, 511 – 519.
9. Hii C. L., Jangam S. V., Ong S.P., and Mujumdar A.J., 2012. Solar Drying: Fundamentals Applications and Innovations.
10. Evranuz, Ö. Gıda Maddelerinin Kurutulması Sırasında Kuruma Kinetiğini Kontrol Eden Faktörler ve Kalite Üzerine Etkileri. Gıda Dergisi. 1988, 13/1, 51-58.
11. Oktar, G., 2014, Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Farklı Giberlik Asit(GA3) Dozlarının Hasat Zamanlarının ve Bandırma Eriğinin Konsantrasyonlarının Kuru Üzüm Verim Ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
12. Akdeniz B., 2011, Geleneksel Usullerde Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Kurutulması, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 6, No: 1, 13-22 s.
13. Kaya C.,1995, Çekirdeksiz Üzümlerin Kurutulmasında Değişik Bandırma Yöntemlerinin ve Sergi Sistemlerinin Kuruma Süresi ve Kuru Üzüm Kalitesine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
14. Öztürk H. Güneş Enerjisi ve Uygulamaları. Birsan Yayınevi, İstanbul, 2012, 354 s.
15. Anon., 2017. Elektromanyetik Spektrum. <https://www.google.com.tr/search?q=%C4%B1%C5%9F%C4%B1n+spektru+pdf&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjA9vLCubbTAhX>

[FA5oKHUGcBZsQ_AUICCGb&biw=1366&bih=589#imgsrc=ZrWXyuoNcFnM](https://doi.org/10.1501/FA5oKHUGcBZsQ_AUICCGb&biw=1366&bih=589#imgsrc=ZrWXyuoNcFnM):

16. Özkoç, S. Ö. Kızılötesi ve kızılötesi-kombinasyon ısıtma teknolojilerinin gıda işleme uygulamalarında kullanımı. *Gıda dergisi*. 2010, 35(3), 211-218 s.
17. Baysal, T., İçier, F., Baysal, A.H., Güncel Elektriksel Isıtma Yöntemleri. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, 2011, 348 s.
18. Aktaş, M., İlbaş M., Yalçın A., Şahin M. Kızılötesi Işınımlı Bir Kurutucuda Kuruma Davranışlarının Deneysel İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 2013, 28(4), 767-775 s.
19. Baysal, T., Filiz, İ. Gıda Mühendisliğinde Isıl Olmayan Güncel Teknikler. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara, 2012, 434 s.
20. Nölle N., Argyropoulos D., Ambacher S., Müller J., Biesalski H. K. Vitamin D2 enrichment in mushrooms by natural or artificial UV-light during drying. *LWT- Food Science and Technology*. 2016, 1-5.
21. Bayraktaroğlu Urun G. Organik Patlıcan ve Kabağın Farklı Kurutma Şartlarında Kuruma Karakteristiklerinin Ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, 2015, 210 s. (Doktora Tezi)
22. Margaris D. P., Ghiaus A. G. Experimental study of hot air dehydration of Sultana grapes. *Journal of Food Engineering*. 2007, 79, 1115–1121.
23. Bingöl, G. The Effects of Different Pretreatments on Drying Rate and Color Kinetics of Convective and Microwave Assisted Convective Drying of Thompson Seedless Grapes. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2008, 140 s. (Doktora Tezi)
24. Doymaz, İ., Pala, M. The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 2002, 52, 413–417.
25. Abuşka, M., Doğan, H. Endüstriyel tip ısı pompalı kurutucuda çekirdeksiz üzümün kurutulması. *Politeknik Dergisi*. 2010
26. Tiris, Ç., Tiris, M., Dinçer, İ. Experiments on a new small-scale solar dryer. *Applied Thermal Engineering*. 1996, 16(2), 183-187.
27. Mahmutoglu, T., Emir, F., Saygi, Y. B. Sun/Solar Drying of Differently Treated Grapes and Storage Stability of Dried Grapes. *Journal of Food Engineering*. 1996, 29, 289-300.
28. Yıldız, O., Ertekin, C., Uzun, H. İ. Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes. *Energy*. 2001, 26 457–465.
29. İnan, M. S. Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kurutulmasında K₂CO₃ çözeltisinin püskürtme yöntemi ile uygulanmasının kuruma özelliklerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Tokat, 2012, 31 s.
30. Utgikar, A. H. Drying of grape with an infrared radiation heating mechanism. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*. 2013, 2(4), 1-6.
31. Santosh, C. H., Vishnu J. S. Grape dryer using infrared radiation : an experimental study. *Journal Food Science Technology*. 2013, 8,18-22.
32. Çağlar, A., Toğrul, İ. T., Toğrul, H. Moisture and thermal diffusivity of seedless grape under infrared drying. *Food and Bioproducts Processing*, 2009, 87, 292–300.

33. Aktaş, M., İlbaş, M., Yalçın, A., Şahin, M. Kızılötesi ışınlımlı bir kurutucuda kuruma davranışlarının deneysel incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 2013, 28(4), 767-775.
34. Tezer-Or, D. İnfrared Enerji ve İnfrared Enerji-Sıcak Hava Kombinasyonu ile Domatesin Kurutulması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Çanakkale, 2010, 38s. (Yüksek Lisans Tezi).
35. Nasıroğlu, Ş. Kırmızı Biber, Elma ve Pırasanın Kurutulmasında İnfrared Kurutma Tekniğinin Kullanılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Çanakkale, 2007, 43s. (Yüksek Lisans Tezi).
36. Esmaili, M., Sotudeh-Gharebagh, R., Mousavi, M. A. E., Rezazadeh, G. Influence of dipping on thin-layer drying characteristics of seedless grapes. Biosystems Engineering, 2007, 98, 411–421.
37. Anon, 2011. Türk Standardları Enstitüsü, “TS Çekirdeksiz Kuru Üzüm”. http://dtsdenizli.awardspace.com/articles.php?article_id=73. Son erişim tarihi: 23 Haziran 2016.
38. Doymaz, İ., Altın, P. Effect of pretreatment solution on drying and color characteristics of seedless grapes. Food Science Biotechnology, 2012,21(1), 43-49.
39. Dev, S. R. S., Padmini, T., Adedeji, A., Gariépy, Y., Raghavan, G. S. V. A Comparative Study on the Effect of Chemical, Microwave, and Pulsed Electric Pretreatments on Convective Drying and Quality of Raisins. Drying Technology, 2008, 26, 1238–1243.
40. Bai, J., Sun, D., Xiao, H., Mujumdar, A.S., Gao, Z. Novel high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) pretreatment enhances drying kinetics and color attributes of seedless grapes. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2013,20, 230–237.
41. Matteo, M. D., Cinquanta, L., Galiero, G., Crescitelli, S. Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes. Journal of Food Engineering, 2000, 46, 83-89.
42. Kocabıyık, H., Demirtürk, B. S. Nane yapraklarının infrared radyasyonla kurutulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2008, 5(3), 239-246.
43. Charrondiere, U. R., Haytowitz, D., Stadlmayr B. FAO/INFOODS. Density Database Version 2.0. 2012.
44. Gabas, A.L., Menegalli, F.C., Telis-Romero, J. Effect of chemical pretreatment on the physical properties of dehydrated grapes. Drying Technology. 1999, 17(6), 1215-1226.
45. Koc, B., Eren, İ., Kaymak-Ertekin F. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: the effect of drying method. Journal of Food Engineering. 2008, 85, 340–349.
46. Mitrevski, V., Popovski, F., Lutovska, M., Popovski, D. Density of some vegetables during convective drying. 2011, 15 (1), 39-41.
47. Krokida, M. K., Maroulis, Z. B. Structural properties of dehydrated products during rehydration. International Journal of Food Science and Technology. 2001, 36, 529-538.
48. Baysal, T., İçier, F., Ersus, S., Yıldız, H., 2003. Effects of microwae and infrared drying on the quality of carrot and garlic. European Food Research and Technology. 218: 68-73.

49. Eroğlu, E. Farklı Ozmotik Çözeltiler Kullanarak Ön Kurutması Yapılan Siyah Üzümlerin Kurutulmasında Sıcak Hava, Mikrodalga Ve Mikrodalga+Kızılötesi Dalgaların Kullanılması. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa, 2012, 177 s. (Yüksek Lisans Tezi)
50. Arısoy, İ. Vişne ve Kirazın Kurutması Sırasında Büzülmenin İncelenmesi. Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, 2010, 89s. (Yüksek Lisans Tezi).
51. Adiletta, G., Russo, P., Senadeera, W., Matteo, M. D. Drying characteristics and quality of grape under physical pretreatment. *Journal of Food Engineering*. 2016, 172, 9-18.
52. Rizzolo, A., Vanoli, M., Cortellino, G., Spinelli, L., Torricelli, A. Quality characteristics of air-dried apple rings: influence of storage time and fruit maturity measured by time resolved reflectance spectroscopy. *Procedia Food Science*. 2011, 1, 216 – 223.
53. Seiedlou, S., Ghasemzadeh, H. R., Hamdami, N., Talatı, F., Moghaddam, M. Convective drying of apple: Mathematical modeling and determination of some quality parameters. *International Journal Of Agriculture & Biology*. 2010, 12, 2, 171-178.
54. Yurdakul, E. Kahvaltılık Gevrekleri Zenginleştirmek Amacıyla Üretilen Dondurarak Kurutulmuş Kestane Kalite Kriterlerinin Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 2008, 184s. (Yüksek Lisans Tezi)
55. Guine, R. P. F., Henriques, F., Barroca, M. J. Influence of drying treatment on the physical and chemical properties of cucumber. *Food Measure*. 2014, 8, 195-206.
56. Henriques, F., Guine, R. P. F., Barroca, M. J. Influence of drying treatment on the physical properties of pumpkin. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*. 2012, 7, 53-58
57. Demir, D. Kurutma İşlemi ve Öncesinde Uygulanan Farklı Haşlama Tekniklerinin Siyah Havucun Antioksidan Etkili Bileşikleri Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 2010, 57s. (Yüksek Lisans Tezi).
58. Cemeröğlu, B. S. Gıda Analizleri Gıda. Teknolojisi Derneği yayınları. Ankara, 2013, 480 s.
59. İntepe, M., Türk-Toğrul, İ. Farklı Şekillerde Kurutulmuş Kayısların Rehidrasyon Yeteneklerinin İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, 2010, 70s. (Yüksek Lisans Tezi).
60. Santos-Sanchez, N. F., Valadez-Blanco, R., Gomez-Gomez, M. S., PerezHerrera, A., Salas-Coronado, R. Effect of rotating tray drying on antioxidant components, color and rehydration ratio of tomato saladette slices. *LWT- Food Science and Technology*. 2012, 46, 298-304.
61. Pathare, P. B., Sharma, G. P. Effective moisture diffusivity of onion slices undergoing infrared convective drying. *Biosystems Engineering*. 2006, 93(3), 285– 291.
62. Dündar D. İstanbul İlinde satışa sunulan kuru incir ve kuru üzümde Aflatoksin Ve Okratoksin A varlığı. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 2008, 64 s. (Yüksek Lisans Tezi)

63. Çelik C. Adana’da bazı marketlerde satışa sunulan çekirdeksiz kuru üzümelerde Ochratoxin A varlığının Hplc Yöntemi ile araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 2008, 55 s. (Yüksek Lisans Tezi).
64. Tran, M. T. T., Farid, M. Ultraviolet treatment of orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2004, 5, 495– 502.
65. Hamanaka, D., Norimura, N., Baba, N., Mano, K., Kakiuchi, M., Tanaka F., Uchino, T. Surface decontamination of fig fruit by combination of infrared radiation heating with ultraviolet irradiation. *Food Control*. 2011, 22, 375-380.
66. Farahbakhsh, E., Pakbin, B., Mahmoudi, R. Katirae F., Kohannia, N., Valizade, S. Microbiological Quality of Raisin Dried by Different Methods. *International Journal of Food Nutrition and Safety*. 2015, 6(2), 62-66.
67. AOAC, 2005a. Metot No:934.06 Moisture in Dried Fruits.
68. Erbay, B. Taze kesilmiş elma dilimlerinde renk değişiminin bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta, 2007, 75 s. (Yüksek Lisans Tezi).
69. Gerçekaslan, K. E., Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin bayatlamasının çeşitli yöntemlerle takibi ve Francala ekmeği ile mukayesesi. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum, 2006, 120 s. (Yüksek Lisans Tezi).
70. Monaco, R. D., Cavella, S., Masi P. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*. 2008, 29, 129–149.
71. Demiray., E., Çelik, E., Nogay, O., Tülek, Y. Denizli Karaköy ekmeği Zığır’ın renk ve tekstürel özellikleri. *Akademik Gıda*. 2015, 13(3), 223-228.
72. Kaya, S. B. Bazı organik tarım ürünlerinde aflatoxin Ochratoxin A ve fumonisin varlığının araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Manisa, 2012, 84 s. (Yüksek Lisans Tezi).
73. Kayri, M. Araştırmalarda gruplar arası farkın belirlenmesine yönelik çoklu karşılaştırma (post-hoc) teknikleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2009, 19 (1), 51-64.
74. Evranuz, Ö. Gıda maddelerinin kurutulması sırasında kuruma kinetiğini kontrol eden faktörler ve kalite üzerine etkileri. *Gıda*. 1988, 13(1), 51-58.

EKLER

Tablo EK A. 1 İstatistiksel Analizin Normal Dağılıma Uygunluk Testi

Test of Normality		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Yığın Yoğunluğu	GKY	,176	10	,200*	,935	10	,503
	GKT	,167	8	,200*	,965	8	,853
	EI50	,376	9	,001	,790	9	,016
	EI75	,308	9	,014	,822	9	,036
	EI100	,214	9	,200*	,924	9	,428
L	GKY	,344	10	,001	,738	10	,003
	GKT	,260	8	,119	,818	8	,044
	EI50	,295	9	,023	,832	9	,047
	EI75	,238	9	,151	,916	9	,358
	EI100	,344	9	,003	,713	9	,002
a	GKY	,304	10	,009	,832	10	,036
	GKT	,265	8	,104	,762	8	,011
	EI50	,166	9	,200*	,951	9	,697
	EI75	,221	9	,200*	,895	9	,225
	EI100	,190	9	,200*	,896	9	,232
b	GKY	,294	10	,015	,800	10	,015
	GKT	,181	8	,200*	,896	8	,266
	EI50	,237	9	,155	,867	9	,114
	EI75	,249	9	,113	,899	9	,245
	EI100	,177	9	,200*	,900	9	,253
Parçacık Yoğunluğu	GKY	,259	10	,056	,917	10	,331
	GKT	,240	8	,194	,795	8	,025
	EI50	,246	9	,122	,803	9	,022
	EI75	,381	9	,000	,663	9	,001
	EI100	,256	9	,093	,835	9	,050
Büzüşme	GKY	,259	10	,056	,917	10	,331
	GKT	,240	8	,194	,795	8	,025
	EI50	,246	9	,122	,803	9	,022
	EI75	,381	9	,000	,663	9	,001
	EI100	,256	9	,093	,835	9	,050

Rehidrasyon oranı	GKY	,293	10	,015	,781	10	,008
	GKT	,231	8	,200*	,835	8	,067
	EI50	,212	9	,200*	,823	9	,037
	EI75	,223	9	,200*	,814	9	,029
	EI100	,363	9	,001	,701	9	,001
Hardness	GKY	,171	10	,200*	,886	10	,154
	GKT	,185	8	,200*	,907	8	,334
	EI50	,188	9	,200*	,867	9	,113
	EI75	,191	9	,200*	,924	9	,425
	EI100	,231	9	,181	,855	9	,084
Springiness	GKY	,275	10	,031	,803	10	,016
	GKT	,269	8	,092	,770	8	,014
	EI50	,260	9	,080	,842	9	,060
	EI75	,250	9	,111	,783	9	,013
	EI100	,271	9	,055	,757	9	,007
Cohesiveness	GKY	,259	10	,056	,836	10	,040
	GKT	,131	8	,200*	,953	8	,740
	EI50	,193	9	,200*	,945	9	,640
	EI75	,170	9	,200*	,937	9	,553
	EI100	,263	9	,072	,913	9	,339
Gumminess	GKY	,198	10	,200*	,898	10	,206
	GKT	,225	8	,200*	,863	8	,129
	EI50	,142	9	,200*	,943	9	,616
	EI75	,170	9	,200*	,937	9	,553
	EI100	,198	9	,200*	,886	9	,180
Chewiness	GKY	,191	10	,200*	,939	10	,546
	GKT	,234	8	,200*	,819	8	,045
	EI50	,186	9	,200*	,911	9	,322
	EI75	,227	9	,199	,883	9	,169
	EI100	,196	9	,200*	,921	9	,402
Resilience	GKY	,156	10	,200*	,941	10	,565
	GKT	,223	8	,200*	,910	8	,351
	EI50	,194	9	,200*	,896	9	,228
	EI75	,214	9	,200*	,923	9	,417
	EI100	,216	9	,200*	,932	9	,501
ΔE	GKY	,339	10	,002	,759	10	,005
	GKT	,233	8	,200*	,819	8	,045
	EI50	,235	9	,166	,852	9	,078
	EI75	,264	9	,070	,927	9	,451
	EI100	,323	9	,007	,731	9	,003
Hue Açısı	GKY	,235	10	,126	,883	10	,141

GKT	,207	8	,200*	,881	8	,194
EI50	,233	9	,173	,859	9	,093
EI75	,240	9	,145	,911	9	,321
EI100	,312	9	,012	,727	9	,003



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özgün KAYA

Doğum Yeri ve Yılı : İzmir, 1990

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ozgun--kaya@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Hoca Ahmet Yesevi Lisesi

Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Yayınları

Kaya, Ö., Yıldız, H. Isıl Olmayan Gıda Uygulamalarının Baharatların Mikrobiyal Kalitesine Etkileri. 5. Gıda Güvenliği Kongresi, 7-8 Mayıs 2015, İstanbul.

Kart, D., Yıldız, H., Kaya, Ö. Comparison Of Pekmez Produced By Traditional and Modern Methods. 3rd Traditional Foods “From Adriatic to Caucasus”, 1-4 Ekim 2015, Saraybosna.

Kaya, Ö., Yıldız, H. Çileğin Ürüne İşlenmesinde Biyoaktif Maddelerin Değişimi. 5. Üzümsü meyveler sempozyumu, 27-30 Eylül, 2016. Adana.

Yıldız, H., Kaya Ö. Üzümün Kurutulmasında Uygulanan Kimyasal ve Fiziksel Ön işlemlerin Kurutma Süresine ve Kuru Üzüm Kalitesine Etkileri. 12. Gıda Kongresi, 5-7 Ekim 2016, Edirne.

Kaya Ö., Yıldız, H. Güneşte kurutmada kombine yöntemler. 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, 12-14 Kasım, 2015, İzmir.

