

## Düşük ve Yüksek Sıcaklıklarda Kurutulan Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Dilimlerinin Kurutma Kinetiği ve Renk Değerleri Açısından En Uygun Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi

Muhammed TAŞOVA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60000, Tokat

(İlk Gönderim / Received: 06.09.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

### Anahtar Kelimeler

Patlıcan 1,  
Etüv 2,  
Kuruma Kinetiği 3,  
Renk 4.

**Özet:** Patlıcan taze olarak ve kurutulmuş olarak birçok yemeğin yapımında kullanılmaktadır. Kuru olarak tüketim isteğinde kurutma havası sıcaklık değerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada patlıcan, konvektif bir kurutucu ile 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma havası sıcaklıklarında, 0.5 cm kalınlığında daire şeklinde dilimlenerek kurutulmuş ve kuruma kinetiği ile bir kalite göstergesi olan son renk değerleri belirlenmiştir. Kurutma işlemlerinde ürün nemi içerikleri yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar devam edilmiştir. 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma sıcaklıkları için belirlenen ortalama kuruma süreleri sırasıyla; 1085, 435, 235, 175, 105 ve 90 dakika olarak belirlenmiştir. Üründen birim zamanda uzaklaşan nem oranları ince tabakalı kurutma modellerinde işlenerek kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden matematiksel model belirlenmiştir. Eğriler oluşturulurken literatür de meyve ve sebzeler için en yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-küçük ve Yağcıoğlu modellerinde işlenmiştir. Kullanılan tüm modellerin kabul edilebilir güvenilirlik değerleri  $p < 0.001$  olarak belirlenmiştir. Tüm kuruma modelleri içerisinde en yüksek R<sup>2</sup> değeri Midilli-Küçük modelinde belirlenmiştir. Kurutulmuş son ürünlerin renk kalitesi açısından önemli olan, kroma ve kahverengileşme indeks değerleri bakımından tazeye en yakın değerler 50°C kurutma sıcaklığında belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta belirlenen değerler; kroma (C): 16.47, hue°: 77.49, toplam renk değişimi: 56.02 ve kahverengileşme indeksi ise: 29.79 olarak belirlenmiştir.

## Determination of Optimum Drying Temperature in Terms of Drying Kinetics and Color Values of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Slices Dried at Low and High Temperatures

### Keywords:

Eggplant 1,  
Etuv 2,  
Drying Kinetic 3,  
Color 4.

**Abstract:** Eggplant is used fresh and dried to make many food. Drying temperature must be well determined in the process of drying the eggplant. In this study, it was dried in a hot air convective dryer at the drying air temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C by slicing in 0.5 cm thickness. During the drying process, the content of the product was kept in the range of % 10-13 according to the age base. The average drying times determined for the drying temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C are respectively; 1085, 435, 235, 175, 105 and 90 minutes. The mathematical model, which predicts the drying curves best by processing the moisture rates moving away from the unit time in thin layer drying models, has been determined. While creating the curves, Page, Midilli-Küçük and Yağcıoğlu models which are most commonly used in the literature were selected. Acceptable reliability values of all models used were determined as  $p < 0.001$ . The highest R<sup>2</sup> value in all drying models was determined in the Midilli-Small model. The closest values to the freshness of the dried end products were determined at the drying temperature of 50 °C in terms of the chromaticity and browning index values which are important in terms of color quality. Color values determined at this temperature; chrome (C): 16.47, hue °: 77.49, total color change value: 56.02, and browning index value: 29.79

\*İlgili yazar: hakanciftci86@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde yaygın bir şekilde yetişen *Solanum melongena* L. bitkisi Solanaceae familyasının bir üyesi olup ve tropik-subtropik bölgelerde daha kaliteli bir şekilde yetişmektedir. Yaklaşık 1500 yıldan beri bilinen bu sebze taze tüketim şekline alternatif olarak birçok şekilde tüketilmektedir (Chen and Li, 1996; Karcıoğlu ve ark., 2011). Patlıcan özellikle Çin, Hindistan, İran ve Türkiye’de çok fazla yetiştirilmekte ve ülkemizde ortalama yıllık 800 bin ton üretilmektedir (FAO, 2015; Kutlu ve İşçi, 2016). Yapısındaki besin değerleri incelendiğinde 100 g taze üründe ortalama 24 kalori enerji ve farklı oranlarda ise protein, yağ, karbonhidrat, A, B ve C gibi vitaminlerini içermektedir (Akkuş, 2015; Kamer ve ark., 2016). Bununla beraber kurutulmuş patlıcandaki mineral, karbonhidrat ve protein değerleri tazeye göre kıyaslandığında daha yüksek değerler aldığı bilinmektedir (Ulusal Gıda Kompazisyonu, 2015; Kutlu ve İşçi, 2016).

Taze patlıcanın ortalama nem içeriğinin kuru baza göre 12.75 kg ve ortalama su aktivite değerinin ise 0.925 gibi yüksek nem değerlerine sahip bir ürün olduğu ifade edilmektedir (Adiletta and etl., 2014). Bu nedenle patlıcan hasat edildikten sonra uzun süre bozulmadan saklanamamakta ve bundan dolayı da genellikle ya soğuk ortam koşullarında ya da kurutularak depolanmaktadır.

Patlıcan 15 °C sıcaklığa sahip bir soğuk ortamda ancak 10 gün kadar bozulmadan saklanabilmektedir. Soğukta muhafaza yönteminde hem ürün raf ömrünün kısa olması hem de enerji tüketim ve ilk yatırım maliyetleri açısından pahalı olmasından dolayı çok fazla tercih edilmemektedir (Hu and etl., 2010; Santacatalina and etl., 2016). Soğukta muhafaza yöntemindeki bu olumsuz durumlar, kurutularak depolama yöntemine göre nispeten daha az ve bunun yanında ürünler kurutularak alternatif olarak da tüketilebilmesinden dolayı üreticiler tarafından çok daha fazla tercih edilmektedir. Kurutma işlemiyle tarımsal ve gıda ürünlerinin bünyelerindeki yüksek nemi

içeriği bozulmadan saklanabileceği kritik bir nem seviyesine kadar düşürülmektedir. Bu esnada ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Ürünler kurutulurken renk ve besin değerlerinde önemli değişiklikler olmaktadır. Ürünler kurutulurken genellikle güneşe veya gölgeye serilerek kurutulmaktadır. Ancak yapılan bu doğal kurutma yöntemlerinde, kurutma işlemleri uzun sürmekte ve dolayısıyla besin değerleri çok fazla kaybolmaktadır. Bununla beraber doğal kurutma yöntemlerinde yine çevreden gelen zehirli gaz ve böceklerin ürünlere konarak sağlıksız olmasına neden olmaktadır. Bu sebeple daha hijyenik kuru ürünlerin elde edilebilmesi ve kurutma işlemlerinin daha hızlı gerçekleştirilmesi için kurutma işlemlerinin yapay kurutucularda yapılması gerekmektedir.

Kurutma işlemlerinde özellikle patlıcan gibi piyasa değeri yüksek olan kurutulmuş ürünlere kurutma sıcaklığının iyi belirlenmesi gerekmektedir (Günhan, 2005). Literatürde; Azadbakht and etl. (2017), akışkan yataklı bir kurutucuda üç farklı kurutma havası sıcaklıkları (40, 50 ve 60 °C) ve hızlarında (3, 5 ve 7 m/sn) yapılan kurutma işlemlerinin ekserji analizlerinin belirlenmesi, Brasiello and etl. (2017), 1.2 m/sn hava hızında 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcanın dilimlerinin kuruma ve büzüşme görüntülerini matematiksel modellerle açıklanması, Bulut and etl. (2017), imal ettikleri solar tip bir hibrit kurutucuda ortalama 45 °C hava sıcaklığında kuruttukları patlıcan dilimlerinin kuruma performansının belirlenmesi, Colucci and etl. (2018) patlıcanın ultrason destekli dondurarak yapılan kurutucuda farklı koşullar altında kuruttukları patlıcan dilimlerinin antioksidan değerlerini belirlemesi gibi konularda çalışmalar yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda 70 °C üzerindeki kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcanın renk değerleri ve kuruma performansı konusunda bir bilgiye rastlanılmamıştır.

Tarımsal ve gıda ürünlerin kalite değerleri hakkında en önemli kriterlerden birisi

renktir. Tarımsal ürünlerde meydana gelen olumsuz renk değişimleri ürünlerin market değerlerini önemli seviyede etkilemektedir (Krokida and etl., 2000; Adiletta and etl., 2016). Yüksek sıcaklıklarda (70 °C <) kurutulan patlıcan dilimlerinde renk değerleri konusunda istatistiki tazeye daha açıdan yakın değerlerin alınması durumunda üreticilere yeni bir kurutma havası sıcaklığının da denebilir olduğu tavsiye edilecektir. Eğer bu hedef olumlu sonuçlanırsa bundan sonra yüksek sıcaklıkta yapılacak patlıcan kurutma işlemlerinin daha kısa sürede yapılmasına ve dolayısıyla da ticari açıdan da zaman kazandıracağı düşünülmektedir.

Bu nedenle çalışma kapsamında 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcan dilimlerinin ortalama kuruma süreleri, ince tabakalı kurutma eğrileri ve son kalite değeri açısından en uygun renk değerleri belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kurutma materyali

Nem tayini ve kurutma işlemlerinde kullanılan patlıcan yerel bir pazardan satın alınarak kurutma laboratuvarına getirilmiştir. İşlemler sonlanana kadar ürünler +4±0.5 °C sıcaklığa ayarlanmış bir buzdolabı ortamında saklanmıştır.

### 2.2. Nem tayini

Kurutma işlemlerine başlamadan önce kurutma materyalinin ilk nem içeriği değerleri belirlenmiştir. Nem tayini işleminde ortalama 20±3 g örnek kullanılarak dörder tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma havası sıcaklığı 70 °C değerine ayarlanmış bir etüvde belirli aralıklarda ürünler tartılarak ağırlık değişimi sabitlenene kadar kurutulmuştur (Yağcıoğlu, 1999). İlk ve son ağırlıkları bilinen patlıcanın nem içeriği yaş baza (y.b.) göre hesaplanmıştır.

### 2.3. Kurutma işlemi

Kurutma işlemleri sıcak havalı bir kabin kurutucuda 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma sıcaklıklarında yapılmıştır. Kurutma işlemleri üç'er tekerrür halinde yapılarak her tekerrürde ortalama 20±2 g ürün kullanılmıştır. Kurutucu

içerisindeki ürünler belirli sürelerde etüvden çıkartılarak % 1 g hassasiyetinde tartım yapabilen bir terazi ile tartılarak nem içeriği yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar kurutulmuştur. Karagül ve Taşova (2017), alıç meyvesi kurutma çalışmalarında ürünün nem içeriğini yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar kuruttuklarını ifade etmişlerdir.

### 2.4. Etüv kurutucu

Kurutma işlemlerinde kullanılan kurutucunun markası Şimşek Laborteknik olup ST-120 modelidir. Kurutma havası sıcaklığını ayarlamak için kurutucu üzerinde bulunan PID kontrol denetleyicileri kullanılmaktadır. Kurutucu 30-250 °C hava sıcaklıklarında kullanma imkanı sunmaktadır.

### 2.5. Renk ölçümü

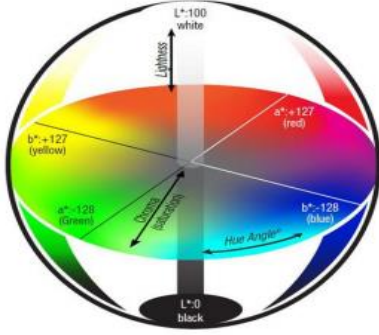
Taze ve kurumuş patlıcan dilimlerine ait renk ölçümleri Japon ürünü Minolta marka CR300 model renk ölçer ile yapılmıştır. Cihaz ile ürünün Hunter Lab Chromameter renk değerleri (L, a, b) değerleri ölçülmüştür.

Bu değerler; " L " patlıcan dilimlerinin parlaklık değerini ifade edip 0-100 arasında değerler almaktadır. " a " kırmızı-yeşil, " b " sarı-mavi renkler ifade etmektedir. Bu değerler (+) işaretli olursa "a" kırmızıyı "b" sarı renkte olduğunu, (-) işaretli değerler alırsa "a" yeşil ve "b" mavi renkte olduğunu ifade etmektedir (McGuire, 1992). Ölçülen L, a ve b değerleri ürün hakkında tek başına bir anlam ifade etmezken bu değerler kullanılarak ürünün ticari renk değerleri hakkında bilgi veren ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan kroma, hue açısı, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler; **Kroma değeri:** Patlıcan dilimlerine ait rengin tonunu ifade etmektedir. Kroma solgun renklerde düşük canlı renklerde ise yüksek değerler almaktadır. Lopez and etl. (2013), çalışmalarında ürünlerin kroma değerlerini hesaplarken 1 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (1)$$

**Hue değeri:** Ürünün ölçülen "a" ve "b" değerleri 360° lik bir renk dairesinde konumlandırarak her açığa karşılık denk gelen

renk ve tonlarının ne olduğu anlaşılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Hue açısının renk radyantı (Agudo and etl., 2014; Sarikulak, 2017)

Şekil 1' e göre kırmızı-yeşil ve sarı-mavi ana renklerle ara renklere karşılık gelen açılar görülebilmektedir. Hue renk açısı değeri hesaplanırken 2 nolu eşitlik kullanılmıştır (Vega-Gálvez and etl., 2012; Taşova ve Güzel, 2017).

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$

**Toplam renk farklılığı:** Taze ürünün renk değerlerine göre kurutma sıcaklıkları altındaki toplam renk değişiminin belirlenmesinde kullanılır. Çakır (2015), Darniadi and etl. (2018) ve Tonin and etl. (2018), çalışmalarında toplam renk değişim değerlerini hesaplamak için 3 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2} \quad (3)$$

Eşitliğe göre;  $L_t$ ,  $a_t$  ve  $b_t$  değerleri sırasıyla taze patlıcan dilimlerinin parlaklık,

kırmızı-yeşillik ve sarılık-mavilik renk değerlerini ifade ederken,  $L_k$ ,  $a_k$  ve  $b_k$  değerleri ise kurutulmuş ürüne ait renk değerlerini ifade etmektedir.

**Kahverengileşme indeksi:** Patlıcanın kahverengileşme indeksini ifade eden " BI " ve bu değer hesaplanmasında kullanılan " x " katsayısının hesaplanmasında sırasıyla Plou and etl. (1999), 4 ve 5 nolu eşitlikleri kullanmışlardır.

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (4)$$

$$x = \frac{a + (1,75xL)}{[(5,645xL) + (a - (3,012xb))]} \quad (5)$$

**Kuruma eğrisi:** Kurutulan dört farklı sıcaklık değerinde ölçülen süreye bağlı ağırlık değişimlerinin kuruma oranları belirlenmiştir. Süreye bağlı ayrılan nem oranı değerlerini hesaplamak için Kılıç (2017), Darniadi and etl. (2018), Pestaño and etl. (2018) 6 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (6)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Ürünün anlık nem içeriği

$M_e$ : Ürüne ait verilen durumdaki denge nemi

$M_0$ : Ürünün başlangıç nem içeriği

En uygun ince tabakalı kuruma eğrilerini oluşturmak için literatürde yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-Küçük ve Yağcıoğlu modelleri seçilmiştir. Modellere ait eşitlikler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. İnce tabakalı matematiksel kuruma modelleri

No	Model İsmi	Eşitlik
1	Page	$MR = \exp(-h \cdot (t^j))$
2	Midilli küçük	$MR = h \cdot \exp(-j \cdot (t^k)) + (1 \cdot t)$
3	Yağcıoğlu	$MR = k \exp(-h \cdot t) + j$

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1. Kuruma verileri

Kurutma patlıcan dilimlerinin yaş baza (y.b.) göre ortalama nem içeriği % 93.10 olarak belirlenmiştir. Uygulanan kurutma şartlarındaki sıcaklık değerleri ürünün kuruma sürelerini etkilediği ve hava sıcaklığı ile kuruma süreleri arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Patlıcanın ortalama son nem değerleri (y.b.) ile kuruma süreleri

Bu bilgiye yapılan farklı kurutma çalışmalarında da rastlanılmıştır. Aral and Beşe (2016), konvektif bir kurutucuda 50, 60 ve 70 °C sıcaklıklarda yaptıkları alıç meyvesi kurutma çalışmasında sıcaklığın, ürünün kurumasında önemli etki ettiği ve sıcaklık değerinin artmasıyla kuruma sürelerinde büyük oranda azalmaların olduğunu belirlemişlerdir. Koukouch and etl. (2015), zeytin posasını konvektif güneş enerjili kurutucu ile 45, 60 ve 80 °C kurutma havası sıcaklarında yaptıkları çalışmada sıcaklığın artmasıyla ürünün kuruma sürelerinde azalmanın olduğu ve ortalama kuruma sürelerini sırasıyla; 220, 195 ve 120

dakika olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir. Naderinezhad and etl. (2016), konvektif kurutucu ile farklı hava sıcaklıkları ve hızlarında yaptıkları kurutma çalışmalarında sıcaklık değerinin artmasıyla ürünün kuruma sürelerinde önemli oranda azalmanın olduğunu ifade etmişlerdir. Huddar and etl. (2018), kaju meyvesi kurutma çalışmalarında sıcaklığın artmasıyla ürünün kuruma oranlarında artma ve kuruma sürelerinde ise önemli oranda azalmalar olduğunu ifade etmişlerdir.

#### 3.2. Kuruma modellerine ait katsayılar, "R<sup>2</sup>" ve "p" değerleri

Uygulanan kurutma sıcaklıklarında patlıcan dilimlerinin süreye bağlı nem oranı değerleri kullanılarak ince tabakalı kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerine ait belirlenen katsayı, güvenilirlik (p) ve kararlılık (R<sup>2</sup>) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3).

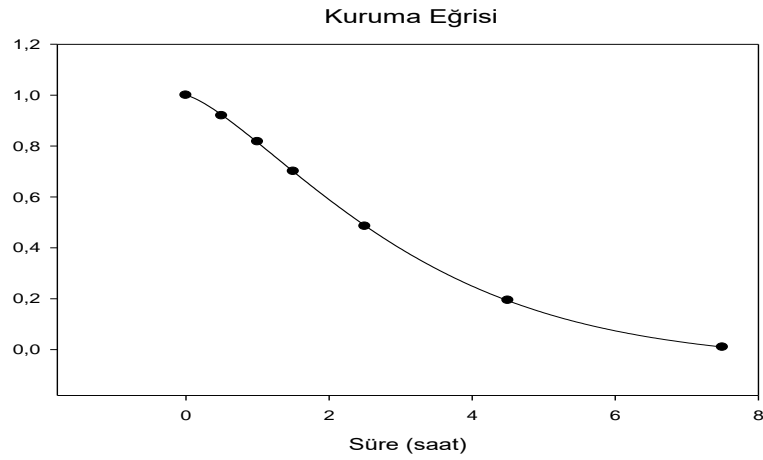
Tüm kurutma şartları için oluşturulan kuruma modellerinin güvenilirlik değeri p< 0.001 olarak belirlenmiştir. Kullanılan modeller içerisinde en yüksek R<sup>2</sup> değeri 50 °C kurutma havası sıcaklığında Midilli Küçük modelinde belirlenmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 2.** Patlıcanın ortalama son nem değerleri (y.b.) ile kuruma süreleri

Sıcaklık Değerleri	Ortalama Son Nem Değerleri (y.b.) (%)	Kurutma Süreleri (dakika)
40 °C	9.29	1085
50 °C	11.82	435
60 °C	10.00	235
70 °C	11.69	175
80 °C	10.21	105
90 °C	11.48	90

**Çizelge 3.** İnce tabakalı kurutma modellerine ait hesaplanan değerler

Sıcaklık Değerleri	Kurutma Modelleri	R <sup>2</sup>	p
40 °C	Yağcıoğlu	0.9890	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9937	p< 0.0001
	Page	0.9697	p< 0.0001
50 °C	Yağcıoğlu	0.9944	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9999	p< 0.0001
	Page	0.9993	p< 0.0001
60 °C	Yağcıoğlu	0.9990	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9993	p< 0.0001
	Page	0.9798	p< 0.0001
70 °C	Yağcıoğlu	0.9988	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9988	p< 0.0001
	Page	0.9870	p< 0.0001
80 °C	Yağcıoğlu	0.9965	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9979	p< 0.0001
	Page	0.9809	p< 0.0001
90 °C	Yağcıoğlu	0.9935	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9995	p< 0.0001
	Page	0.9688	p< 0.0001

**Çizelge 4.** 50 °C kuruma sıcaklığındaki Midilli-Küçük modeline ait kuruma eğrisi

**Çizelge 5.** Ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları

Sıcaklık Değerleri	L	a	b
Taze	72.92 <sup>a</sup>	-0.68 <sup>d</sup>	13.49 <sup>d</sup>
40 °C	67.13 <sup>b</sup>	1.96 <sup>bc</sup>	18.16 <sup>abc</sup>
50 °C	70.75 <sup>ab</sup>	3.64 <sup>a</sup>	16.43 <sup>c</sup>
60 °C	68.01 <sup>b</sup>	2.82 <sup>ab</sup>	19.74 <sup>a</sup>
70 °C	63.20 <sup>c</sup>	2.11 <sup>bc</sup>	17.13 <sup>c</sup>
80 °C	69.12 <sup>ab</sup>	1.20 <sup>c</sup>	19.39 <sup>ab</sup>
90 °C	70.11 <sup>ab</sup>	2.67 <sup>abc</sup>	17.70 <sup>bc</sup>

**Çizelge 6.** Hesaplanan renk değerleri

Kurutma yöntemi ve sıcaklıkları	C	h°	ΔE	BI
Taze	13.51	-87.04	-	-
40 °C	18.31	83.84	55.09	33.19
50 °C	16.84	77.49	56.02	29.79
60 °C	19.99	81.90	52.36	36.86
70 °C	17.32	81.39	49.33	33.37
80 °C	19.54	32.68	55.74	33.87
90 °C	18.07	81.50	56.10	31.29

Bu model aynı zamanda tüm kuruma sıcaklıklarında oluşturulan kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden ince tabakalı matematiksel model olarak ta belirlenmiştir.

### 3.3. Renk değerleri

Taze ve kurutulmuş patlıcan dilimlerine ait ölçülen ortalama renk değerleri belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5' e göre kurutulan ürünlere ait ölçülen L, a ve b değerleri tazeye göre uzaklaşmışlardır. İstatistiksel açıdan tazeye göre ölçülen a ve b değerlerindeki farklılık tüm kurutma havası sıcaklıklarında önemli olurken, L değerinde ise tazeye göre sadece 50, 80 ve 90 °C sıcaklıklarda istatistiksel açıdan farklılığın çok daha az olduğu görülürken,

çalışma kapsamında amaçlanan hedef doğrultusunda patlıcanın parlaklık değeri açısından yüksek sıcaklıklarda da (< 70 °C) kurutma işlemlerinin yapılabileceği tespit edilmiştir. Bununla beraber ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan renk değerleri de belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6' ya göre kurutulmuş ürünlere ait hesaplanan renk değerlerinin hepsi de tazeye göre farklı oldukları belirlenmiştir. Kurutulmuş ürünlerin kalitesi hakkında önemli bilgi veren ve ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan kroma ve kahverengileşme indeks değerleri kurutulmuş patlıcan dilimleri için önemli bir renk kriteridir. Hesaplanan değerler incelendiğinde 50 °C kurutma sıcaklığında

belirlenen renk değerlerinin 90 °C ile kıyaslandığında birbirlerine çok yakın olduğu, ancak tazeye göre 50 °C’ de belirlenen değerlerin biraz daha yakın olduğu görülmektedir. Bulgulara göre patlıcan kurutma işleminde 50 °C kurutma sıcaklığının seçilmesinin renk değerleri açısından daha uygun olacağı, bununla beraber kuruma süresinin daha öncelikli olduğu durumlarda ise alternatif olarak 90 °C’ nin de seçilebileceği belirlenmiştir. Martins and etl. (2011), yaptıkları çalışmalarında, sıcaklık değeri ile üründeki Maillard reaksiyonlarının arttığı ve dolayısıyla renk değerlerini de önemli oranda etkilediğini ifade etmişlerdir. Rufián-Henares and etl. (2013), farklı şartlarında yaptıkları kırmızıbiber kurutma çalışmalarında, 50 °C sıcaklığın üzerindeki şartlarda Maillard reaksiyonunun arttığı ve renk değerlerini büyük miktarda etkilediğini belirlemişlerdir. Aydoğdu and etl. (2015), konvektif ve mikrodalga destekli infrared kurutucularla yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, sıcaklık ve güç değerlerinin artmasıyla parlaklık ve kırmızılık değerlerinin daha fazla değiştiğini belirlemişlerdir. Adiletta and etl. (2016), üç farklı (50, 60 ve 70 °C) kurutma havası sıcaklıklarında yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, L parlaklık değeri istatistiksel açıdan düşük sıcaklıklarda tazeye göre daha yakın değerler alırken a ve b değerlerinde ise önemli farklılıkların oluştuğunu ifade etmişlerdir. Doymaz ve Aktaş (2018), farklı ön uygulama ve kurutma havası (40, 50, 60 ve 70 °C) sıcaklıklarında yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, kararmanın en fazla 70 °C kurutma sıcaklığında meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

#### 4. SONUÇ

Patlıcan içerdiği besin değeri ve gıda alanındaki kullanımlarından dolayı önemli bir tarımsal üründür. Aynı zamanda kurutulmuş en fazla tüketilen ürünlerden birisidir. Çalışma kapsamında etüv kurutucu ile farklı kurutma sıcaklıklarında yapılan patlıcan kurutma çalışmasında ürünün ortalama kuruma süreleri, yaş baza göre son nem değerleri, ince tabakalı kuruma eğrileri, kuruma eğrilerini en tahmin

eden kuruma modelleri ve son kalite değeri bakımından önemli olan renk değeri açısından en uygun kurutma havası sıcaklık değeri belirlenmiştir.

Bulgulara göre belirlenen sonuç ve öneriler;

1) Yapılan çalışmada kurutma sıcaklığının değişimi patlıcanın kuruma kriterleri ve kalite değerlerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğu görülmüştür.

2) Çalışma kapsamında en uzun kurutma işleminin 40 °C kurutma sıcaklığında 1085 dakika sürdüğü ve en kısa olan kurutma işleminin ise 90 °C kurutma sıcaklığında 90 dakika sürdüğü belirlenmiştir.

3) İşlenen kuruma modellerinin hepsi de kullanımlarının güvenilir olduğu ve aralarında en yüksek R<sup>2</sup> değeri Midilli-Küçük modelinde belirlenmiştir.

Kuru patlıcanın piyasa ve kalite değerleri açısından önemli bir göstergesi olan kroma ve kahverengileşme indeksleri açısından, 50 °C kurutma sıcaklığının 90 °C’ ye göre daha uygun olduğu ancak kuruma süresinin daha önemli durumlarda ise alternatif olarak 90 °C kurutma sıcaklığının da kullanılabileceği önerilmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Adiletta G., Iannone G., Russo P., Patimo G., De Pasquale S. Di Matteo M. (2014). Moisture migration by magnetic resonance imaging during eggplant drying: A preliminary study, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2602-2609.
- Agudo J.E., Pardo P.J., Sánchez H., Pérez A.L., Suero M.I. (2014). A Low Cost Real Color Picker Based on Arduino Sensors, 14 (7):11943-11956.
- Akkuş M. (2015). Yarı Kurak İklim Koşullarında, Farklı Su Seviyelerinde Patlıcanın (*Solanum melongena* L.) Sulama Programlarının Belirlenmesi ve Verim Bileşenlerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, syf: 87.
- Aral S., Beşe V. (2016). Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. *Food Chemistry* 210, 577-584.



- Aydoğdu A., Sumnu G. Şahin S. (2015). Effects of Microwave-Infrared Combination Drying on Quality of Eggplants. *Food Bioprocess Technol*, 8:1198–1210, DOI 10.1007/s11947-015-1484-1.
- Azadbakht M., Torshizi M.V., Ziaratban A. Aghili H. (2017). Energy and exergy analyses during eggplant drying in a bed dryer fluidized. *AgricEngInt: CIGR Journal Open access at <http://www.cigrjournal.org>*, 19 (3), 177-182.
- Brasiello A., Iannone G., Adiletta G., De Pasquale S., Russo P. Di Matteo M. (2017). Mathematical model for dehydration and shrinkage: Prediction of eggplant's MRI spatial profiles. *Journal of Food Engineering* 203, 1-5.
- Bulut H., Boloğur H., Beyazıt N.İ., Demirtaş Y. Işiker Y. (2017). Design and Experimental Analysis of A Solar Hybrid Type Drying System. *International Advanced Researches & Engineering Congress-2017 <http://iarec.osmaniye.edu.tr/>* 16-18 Kasım. Osmaniye.
- Chen N.C. Li H.M. (1996). Cultivation and Breeding of Eggplant. Report by Asian Vegetable Research and Development Center. [http://libntrs.avrdc.org.tw/fulltext\\_pdf/eam0137.pdf](http://libntrs.avrdc.org.tw/fulltext_pdf/eam0137.pdf)
- Colucci D., Fissore D., Rosello C. Carcel J.A. (2018). On the effect of ultrasound-assisted atmospheric freeze-drying on the antioxidant properties of eggplant. *Food Research International* 106, 580–588.
- Çakır M.T. (2015). Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 41-56.
- Darniadi S., Ho P. Murray B.S. (2018). Comparison of blueberry powder produced via foam-mat freeze-drying versus spray-drying: evaluation of foam and powder properties. *J Sci Food Agric*; 98: 2002-2010.
- Doymaz İ. Aktaş, C. (2018). Patlıcan dilimlerinin kurutma ve rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, <https://doi.or/10.17341/gazimmfd.416386>.
- FAO. Gıda ve Tarım Örgütü. (2015). Domates üretim istatistikleri <http://www.fao.org/statistics/en/> (Erişim tarihi: 17 Temmuz 2015).
- Günhan T. (2005). Farklı kurutma havası şartlarının rio grande çeşidi domatesin kuruma karakteristiklerine etkilerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilimdalı, Doktora Tezi, Bornova-İzmir.*
- Hu W., Jiang A., Tian M., Liu C. Wang Y. (2010). Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. *J. Sci. Food Agric.* 90, 1323–1326.
- Hudar V. Kamoji M.A. (2018). Experimental Investigations on Electrical Heat Assisted Drying of Cashew Kernels. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 376, 012093 doi:10.1088/1757-899X/376/1/012093.
- Kamer M.S., Şahin H.E., Sönmez K., İmal M. Kaya, A. (2016). Kabak ve Patlıcan Dilimlerinin Kuruma Davranışının Deneysel İncelenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 1-8.
- Karagül Ş. Taşova M. (2017). Determination of the Optimum Drying Method in Terms of Color Value of Cress (*Lepidium sativum* L.) Leaves Dried by Microwave Method with Pre-treatment and without Pre-treatment. *Journal of New Results in Science*, 6 (2), 24-31.
- Karcioğlu L., Çömlekçioğlu N., Keser S., Battaloğlu G., Tanış H. Aygan A. (2011). Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Kurusunun Antimikrobiyel Aktivitesinin Araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1 (2), 40-44.
- Kılıç A. (2017). Lthv (Low Temperature And High Velocity) Drying Characteristics And Mathematical Modeling Of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Gıda The Journal of Food*, 42 (6): 654-665, doi: 10.15237/gida.GD17043.
- Koukouch A., Idliman A., Asbik M., Sarh B., Izrar B., Bostyn S., Bah A., Ansari O., Zegaoui O. Amine A. (2017). perimental determination of the effective moisture diffusivity and activation energy during convective solar drying of olive pomace waste. *Renewable Energy*, 101, 565-574.
- Krokida M.K., Kiranoudis C.T., Maroulis Z.B. Marinos Kouris D. (2000). Effect of pretreatment on color of dehydrated products. *Drying Technology*, 18(6), 1239–1250.
- Kutlu N. İşci A., (2016). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Patlıcanın Kurutma Karakteristikleri Üzerine Etkisi ve Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi. *Akademik Gıda* 14(1), 21-27.
- Lopez J., Vega Galvez A., Torres M.J., Lemus Mondaca R., Quispe Fuentes I. Di Scala K. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chilean Journal Of Agricultural Research* 73(3), 293-300.

- Martins S.I., Jongen W.M., Van Boekel M.A. (2011). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 364-373.
- McGuire R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254 - 1255.
- Naderinezhad S., Etesami N., Najafabady A.P. ve Falavarjani M.G. (2016). Mathematical modeling of drying of potato slices in a forced convective dryer based on important parameters. *Food Science and Nutrition*, 4(1): 110-118, doi: 10.1002/fsn3.258.
- Pestaño L.D., Bautista J.P.T., Leguiab R.J.R.H. Puri S.D.D. (2018). Mathematical Modeling of the Drying Kinetics of Thinly-Sliced Saba (Musa Balbasiana) Using Hot-Air Dryer. *MATEC Web of Conferences* 156, 02004, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815602004>.
- Plo E., Lopez-Malo A., Barbosa-Canovas, G.V., Welti-Chanes J. Swanson, B.G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64, 42-45.
- Rufián-Henare J.Á., Guerra Hernández, E. García Villanova B. (2013). Effect of red sweet pepper dehydration conditions on Maillard reaction, ascorbic acid and antioxidant activity. *Journal of Food Engineering*, 118, 150-156.
- Santacatalina J.V., Soriano J.R., Carcel J.A. Garcia-Perez J.V. (2016). Influence of air velocity and temperature on ultrasonically assisted low temperature drying of eggplant. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 282-291.
- Sarıkulak N. (2017). Kirazın farklı kurutucularda kurutulması ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Taşova M. Güzel, M. (2017). İstanbul Çeşidi Vişnenin (*Prunus cerasus* L.) Fiziko-Mekanik Özellikleri İle Renk Değerlerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, Özel sayı, 1130-1135.
- Tonin I.P., Ferrari C.C., Da Silva M.G., De Oliveira K.L., Berto M.I., Da Silva V.M. Germer S.P.M. (2018). Performance of different process additives on the properties of mango powder obtained by drum drying. *Drying Technology*, 36(3), 355-365. <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.133400>.
- Ulusal Gıda Kompozisyonları Veri Tabanı. (2015). <http://http://www.turkomp.gov.tr/> (Erişim tarihi: 17 Kasım 2015).
- Vega Galvez A., Ah Hen K., Chacana M., Vergara J., Martinez Monzo J., Garcia Segovia P., Lemus Mondaca R. Di Scala K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chemistry*, 132, 51-59.
- Yağcıoğlu A. (1999). Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi ziraat fakültesi yayınları No: 536. Bornova, İzmir.
- Ünlü M. (1990). Linyitlerimizin Yıkanabilme Özellikleri ve Yıkanma Olanakları. 3. *Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*, İstanbul.274-286.
- Zhang Q., Tian Y., Qui Y., Cao J. ve Xiao T., (2011). Study on the washability of the Kaitai coal, Guizhou Province Chani. *Fuel Processing Technology*, 92(3), 692-698.