

## GÜNEŞ ENERJİLİ KURUTMA SİSTEMİ İLE KURUTULAN ÇEKİRDEKSİZ KURU ÜZÜMÜN KALİTE KRİTERLERİ

Burçak İŞÇİ<sup>1</sup>, Ahmet ALTINDİŞLİ<sup>2</sup>, Mert ŞAFAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İZMİR

<sup>2</sup>Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İZMİR

<sup>3</sup>Zir. Müh., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İZMİR

Geliş tarihi / Received: 11.09.2017, Kabul tarihi / Accepted: 20.06.2018

### ÖZET

Bu çalışma raflı kurutma sistemlerinin üzümün kuruma gün sayısı üzerine etkilerini test edebilmek için gerçekleştirilmiştir. Çalışma materyali olan Sultani Çekirdeksiz 22 brix değerinde hasat edilmiştir. Üzümlere, %3 ve %5’lik bandırma eriği ile muamele edilmiştir ve 2 m × 0.7 m ölçülerinde, 5 katlı ve her biri 2 adet raf blokundan oluşan iki farklı kurutma modülü (doğal hava akışlı kurutma modülü ve güneş panelli kurutma modülü) içerisine konulmuştur. Üzümler raflara m<sup>2</sup>’ye 25 kg yaş üzüm olacak şekilde serilmiştir, ayrıca kontrol grubu üzümler (geleneksel yöntem) polipropilen (PP) üzerinde açıkta kurutulmuştur. Çalışmada test edilen farklı iki bandırma eriği konsantrasyonu üzümün kuruma gün sayısını istatistikî anlamda etkilememiştir. Güneş paneli kurutma sistemi içerisinde yer alan üzümler diğer sistemde yer alan üzümlere oranla daha kısa sürede kurumuştur. Çalışmada güneş enerjisinin kurutma sistemlerine entegre edilmesi ile üzümlerin kuruma gün sayısı kısalmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Üzüm, kuru üzüm, bandırma eriği, kurutma sistemi

### QUALITY CRITERIA OF SEEDLESS RAISIN DRYING WITH SOLAR ENERGY SYSTEM

#### ABSTRACT

This study was conducted to test the effect of shelf drying systems on the number of days of drying of grapes. The study material was Sultanina which was harvested at 22 brix. The grapes were treated with 3% and 5% dipping solution and grapes were taken into two different drying module (with natural air flow and, with solar panel) which were 2 m × 0.7 m in size, consisting of 5 floors and 2 shelf blocks each. Grapes were laid on shelves as m<sup>2</sup> to 25 kg grapes, also control group of grapes (traditional method) were dried outdoors on polypropylene (PP) material. Concentration of two different dipping solutions tested in the study was not affect statistically of dry days number. The grapes in the drying module with solar panel were dried in a shorter period than the grapes in the other module. In the study, by integrating solar energy into drying module the number of days of drying of grapes were shortened.

**Keywords:** Grape, raisin, dipping solution, drying system

### GİRİŞ

Eski bir tarım uğraşı olan bağcılık sonucunda elde edilen üzüm, Türkiye’nin ekonomisine döviz girdisi sağlayan önemli bir tarımsal üründür. Ülkemizde üretilen çekirdeksiz kuru üzümün yaklaşık %90’ı ihraç edilmekte olup, dünyadaki ihraç payımız %45 civarındadır. Türkiye, dünya çekirdeksiz kuru üzüm fiyatlarının oluşmasında önemli bir etkiye sahiptir [16].

Üzümün hasattan tüketiciye ulaşana kadar geçen süre içerisinde, besleyici özelliklerini kaybetmeden saklanması için kullanılan

kurutma işlemi, insanoğlunun doğadan öğrenmiş olduğu ve geliştirdiği en eski ve en ekonomik yöntemdir [8]. Üzümler geleneksel olarak, daha çok toprak, beton ve kâğıt sergi yerlerinde direkt olarak güneşe serilerek açıkta; güneş radyasyonu ile kurutulmaktadırlar. Son yıllarda yüksek telli kurutma sistemleri de üzüm kurutmada kullanılmaktadır. Geleneksel olarak uygulanan güneşte kurutma önemini halen devam ettirmektedir [5, 6, 13, 16].

Türkiye’de Ege Bölgesinde “Yuvarlak Çekirdeksiz” ve “Sultani” üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmakta ve

büyük oranda kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde genellikle kurutmalık olarak değerlendirilen ve dış ticarete konu olan çekirdeksiz üzümün hasadı Ege Bölgesinde, Ağustos ayında başlamakta ve Eylül ayında sona ermektedir. Çekirdeksiz üzümler potasyum karbonat–zeytinyağı karışımı ile hazırlanan bandırma solüsyonu (bandırma eriyiği, potasa emülsiyonu) ile muamele ettirildikten sonra kurutulmaktadır. Bu üzümlerin kuruma süreleri ortalama 5–7 gün gibi kısa sürede sona ermektedir. Bu yöntem ile kuruyan çekirdeksiz kuru üzümlerin rengi açık, ince kabuklu; yüzeyi çoğunlukla yağlı ve oldukça tatlı olmaktadır [7, 9].

Ülkemizde yaygın olarak “Soğuk Bandırma Tekniği” denilen, potasyum karbonat–zeytinyağı karışımı ile hazırlanan bandırma solüsyonlarına (bandırma eriyiği) bandırılarak kurutulan üzümlerde, bandırma solüsyonu üzümün kurumasının çabuklaşmasına yardımcı olarak esmerleşme reaksiyonlarına fırsat vermeyecek şekilde, kendine has açık sarı renkli Sultani Çekirdeksiz kuru üzüm elde edilmesini sağlar [1, 2].

Bu çalışmanın temel amacı, üreticilerin üzümlerini polipropilen (PP) örtüler üzerine sererek güneş altında gerçekleştirdikleri geleneksel üzüm kurutma işlemini kapalı ve kontrollü ortamlarda gerçekleştirebilmelerini sağlamak için iki farklı kurutma modülü ile test etmektir. Daha hızlı ve daha temiz kurutma yapılmasını sağlamak üzere üzümün hasat mevsimi olan yaz aylarında yoğun güneş enerjisinden de faydalanmak hedef alınmıştır.

Kurutulacak üzüm örnekleri %3 ve %5’lik bandırma solüsyonuna (bandırma eriyiği) batırıldıktan sonra doğal hava akışlı kurutma modülü ve güneş paneli ile desteklenmiş olan kurutma modülü içerisindeki raflar üzerine ve dış ortamdaki üzüm örnekleri de aynı solüsyonlar ile hazırlanarak doğrudan güneş altında polipropilen (PP) örtüler üzerinde kurutulmak üzere hazırlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

#### *Bitki materyali*

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak *V. vinifera* L. cv. “Yuvarlak Çekirdeksiz” üzümü kullanılmıştır (Şekil 1). Üzümün taneleri küçük ve sapa bağlantısı zayıftır. Salkımın şekli uzun silindirik, sık taneli ve iridir (350–450 g). Ege Bölgesi koşullarında “Yuvarlak Çekirdeksiz” üzüm çeşidinin kış gözlerinin uyanması Nisan ayının başında meydana gelmektedir. Çiçeklenme Mayıs sonu, ben düşme Temmuz ortası, olgunlaşma Ağustos ayının sonlarıdır [4].

#### *Kurutma ortamı*

Çalışmada üzümleri kontrollü koşullarda kurutmak için kullanılan üzüm kurutma modülleri, 2 m × 0.7 m ölçülerinde, 5 katlı ve her biri 2 adet raf blokundan oluşan; doğal hava akışlı panel ile güneş panelli iki farklı sistemdir (Şekil 2 ve 3).

#### *Sıcaklık ve nem ölçme–kaydetme sistemleri*

Kurutma süresince dış ortamda ve kurutma sistemleri içerisindeki sıcaklık (C) ve bağıl nem (%) değerleri taşınabilir veri ölçme–kaydetme sistemleriyle (Data logger: Testo 175, Hobo pro, Yazılım: Testo Comfort, Box Car Pro 3.7) kaydedilmiştir.

### Metot

Araştırma çalışması kurutulacak üzümler 22 SKM (Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı) değerinde hasat edilmiştir. Kurutulacak üzüm örnekleri 25 kg üzüm kapasiteli plastik kelterler ile %3’lük ve %5’lik bandırma solüsyonuna (bandırma eriyiği) bandırılmıştır (Şekil 4).

Bandırılan üzümler kurutucu modüller içerisindeki raf sistemleri üzerine 25 kg/m<sup>2</sup> ürün yoğunluğu sağlayacak şekilde, tek tabaka halinde serilmiştir. Geleneksel olarak kurutulacak üzüm örnekleri de aynı şekilde bandırma eriyikleri ile muamele edildikten sonra doğrudan güneş altında kurutulmak üzere polipropilen (PP) örtüler üzerine serilmiştir (Şekil 5).

### **Kurutma süresi**

İki farklı üzüm kurutma modülü ve geleneksel kurutma yöntemi ile kurutulacak olan üzümlerde kurutma sürelerinin tespiti için, %3'lük ve %5'lik bandırma eriyiği ile uygulama yapılan üzümlerden, doğal hava akışlı kurutma modülü için 7.80 kg'lık, güneş panelli kurutma modülü için 8.50 kg'lık ve geleneksel yöntem (kontrol) için 20.00 kg'lık üzüm örnekleri kurutma süresinin tespiti için tartılmış bu örnekler her gün ölçülmüştür. Bu üzümlere ait ilk kütle ağırlıklarının yaklaşık ¼ oranında bir azalma olunca uygulamalara ait üzümlerin kurutma prosesi sonlandırılmıştır.

### **Tane ağırlığı**

Uygulamalara ait kuru üzüm örneklerinde 100 tanenin hassas terazi ile tartılması sonucu belirlenmiştir.



Şekil 1. *Vitis vinifera* L. cv. "Yuvarlak Çekirdeksiz"

Figure 1. *Vitis vinifera* L. cv. "Sultanina"



Şekil 2. Doğal hava akışlı kurutma modülü  
Figure 2. Drying module with natural air flow

### **Suda çözünür kuru madde miktarı**

Her uygulamaya ait kuru üzüm örnekleri kıyma makinesinden geçirilmiş, parçalayıcıda 20 g örneğe, 100 ml saf su ilave edilerek parçalanmıştır. SKM miktarı el

refraktrometresi (ATAGO, Manuel, Master-M) ile saptanmış ve elde edilen sonuçlar 100 g kuru maddeye çevrilerek g suda çözünür kuru madde olarak verilmiştir. pH ve titrasyon asitliği aynı çözelti kullanılarak ölçülmüştür. Titrasyon asitliği (TA), 0.1 N NaOH ile titrasyona tabi tutularak tartarik asit cinsinden (g TAE/100 ml) verilmiştir [14].

### **Tane uzunluğu ve genişliği**

Kuru üzüm örneklerinde her bir uygulamaya ait 100 tane kuru üzüm kumpas ile ölçülerek kuru üzümün en ve boyu mm cinsinden belirlenmiştir.

### **Çekirdeksiz kuru üzüm tip numarası**

Her uygulamaya ait kuru üzüm örnekleri TS 3411/T1'e göre değerlendirilmiştir.

### **İstatistiksel değerlendirme**

Çalışma Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Minitab® 16.1.1 programı kullanılarak, %95 güven düzeyinde Tukey testi uygulanarak analiz edilmiştir.



Şekil 3. Güneş panelli kurutma modülü  
Figure 3. Drying module with solar panel



Şekil 4. Bandırma eriyiği düzeneği  
Figure 4. Dipping solution system



Şekil 5. Geleneksel kurutma (kontrol)  
Figure 5. Traditional method (control)

## BULGULAR

28.08.2016 tarihinde üzümler kuru madde değeri %22 iken hasat edilmiştir. Hasat edilen üzümler 25 kg üzüm kapasiteli plastik kerteller içerisinde potasyum karbonat–zeytinyağı karışımı ile hazırlanan %3 ve %5’lik konsantrasyona sahip bandırma eriyikleri içerisine bandırılmışlardır.

Bandırılma işlemi biten üzümler daha sonra, iki farklı üzüm kurutma modülü ve geleneksel kurutma yöntemi kullanılarak üzümlerin kurutma prosesi başlatılmıştır.

Üzümlere ait kuruma sürelerinin tespiti için bandırma işlemleri gerçekleştirilen üzümlerden, doğal hava akışlı kurutma modülü için 7.80 kg’lık, güneş panelli kurutma modülü için 8.50 kg’lık ve geleneksel yöntem (kontrol) için 20.00 kg’lık üzüm örnekleri ayrıca tartılmıştır. Tanelerin kuru madde içeriği ile kuruma oranı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Kuru madde içeriği arttıkça, belirli miktar yaş üzümde elde edilen kuru üzüm miktarı da artar. Üzümlerin tam olgunlukta (%22 kuru madde) hasat edilmesi durumunda 4 kg yaş üzümde yaklaşık olarak 1 kg kuru üzüm elde edilir [1, 2]. Çalışmada yer alan üzümlere ait kurutma süresinin tespiti için hazırlanmış olan bu örnek üzümlerin ilk ağırlıklarının yaklaşık 1/4 oranında azalmasına kadar üzüm kurutma prosesi sürdürülmüştür. Bu tartım sonuçları değerlendirilerek kurutma modüller ve geleneksel yöntem ile kurutulan üzümlerin kurutma süreleri sonlandırılmış (Çizelge 1).

Güneş panelli kurutma modülü içerisine 28.08.2016 tarihinde serilen üzümlerin kuruma prosesi 07.09.2016 tarihinde sonlanırken, doğal hava akışlı kurutma modülüyle kurutulan üzümler ve geleneksel yöntem (kontrol) ile kurutulan üzümlerin kuruma süreleri 10.09.2016 tarihinde

sonlandırılmıştır. Bandırma eriyiği konsantrasyonlarındaki farklılığın üzümlerin kuruma sürelerini etkilememiş olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Her bir kurutma modülü ve geleneksel yöntem (kontrol) uygulamaları için tekerrürlere ait 25’er kg olarak hazırlanan üzüm örneklerinden kurutma işlemi sonrasında elde edilen kuru üzümler tartılarak 10 kg’lık çuvallara konulup etiketlenmiş ve bu kuru üzümlerde kalite analizleri gerçekleştirilmiştir.

Uygulamalara ait kuru üzümlerin yüz tane ağırlıkları Çizelge 2’de verilmiştir. Güneş panelli kurutma modülü içerisindeki %3’lük bandırma eriyiği ile muamele edilmiş kuru üzüm ortalama yüz tane ağırlığına ait değerin 49.717 A, geleneksel yöntem (kontrol) ile kurutulmuş %5’lik bandırma eriyiğine ait kuru üzümlerin 47.650 A ve doğal hava akışlı kurutma modülü ile %3’lük konsantrasyona ait üzümlerde ise bu değerin 46.483 AB ile aynı istatistiki sınıfta yer almış olduğu belirlenmiştir.

Doğal hava akışlı kurutma modülü kullanılarak kurutulan %5 konsantrasyondaki bandırma eriyiği ile uygulama yapılmış olan kuru üzümlere ait ortalama titre edilebilir asit (ta) değeri 3.7633 A, güneş panelli kurutma modülü ve %5 konsantrasyondaki bandırma eriyiği ile uygulama yapılmış olan kuru üzümler 3.6700 AB, güneş panelli kurutma modülü ve %3’lük bandırma eriyiği ile uygulama yapılmış olan kuru üzümlere ait ortalama ta değeri 3.5400 AB olarak tespit edilmiştir. Üzüm kurutma modülleri ve geleneksel yöntem ile kurutulan farklı uygulamalar ait diğer örneklerin titre edilebilir asit (ta) verileri Çizelge 3’de görülmektedir.

Kuru üzümlere ait suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) ortalama değerlerine ait, A istatistiki grup, doğal hava akışlı kurutma modülü kullanılarak gerçekleştirilen kurutma prosesinde %3 ve %5’lik konsantrasyon ile bandırma uygulaması yapılmış üzümlerden 11.533 ortalaması ile elde edilmiştir. Güneş panelli kurutma modülü ve %5’lik bandırma eriyiğine ait kuru üzümler 11.267, güneş panelli kurutma modülü ile %3’lük konsantrasyon uygulamalı kuru üzüm SÇKM’si ortalama değeri 11.067 ve %3’lük konsantrasyon ve geleneksel yöntem kullanılarak kurutulan üzümlere ait 11.133

ortalama değeri ile AB önemdeki istatistiki gruba dahil olmuşlardır. Geleneksel yöntem (kontrol) ile kurutulan üzümler 10.933 ortalaması ile ikinci istatistiki grupta (B) yer almıştır (Çizelge 4).

Uygulamalara ait kuru üzümlerin pH değerleri Çizelge 5’de ifade edildiği gibidir.

Kuru üzümlere ait pH değerleri analiz sonuçlarına göre, güneş panelli kurutma modülü ile kurutulan; %5 konsantrasyondaki bandırma eriyiği ile muamele edilmiş olan kuru üzümler 4.2367A, güneş panelli kurutma modülünde yer alan %3’lük konsantrasyona ait kuru üzümler 4.2500A, geleneksel yöntem

(kontrol) ile güneş altında kurutulan bandırma eriyiği konsantrasyonu %5’lik olan kuru üzümlerin 4.2667A, geleneksel yöntem (kontrol) ile kurutulan üzümlerin %3 bandırma eriyiği konsantrasyonu ait kuru üzümlerin ortalama pH değerleri 4.2100 A olarak analiz edilmiştir. Bandırma eriyiği konsantrasyonu %5’lik ve doğal hava akışlı kurutma modülü ile kurutulmuş olan kuru üzümlerin 3.8967B ve doğal hava akışlı kurutma modülündeki %3 bandırma eriyiği kuru üzümlerinin 3.8900B değerleri ile ikinci istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 1. Üzümün ağırlık kaybı (kg)

Table 1. Grape weight loss (kg)

| Üzüm kurutma tarihleri | Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) | Üzüm kurutma tarihleri | Güneş panelli kurutma modülü, %5 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) | Üzüm kurutma tarihleri | Geleneksel yöntem (kontrol), %5 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 28.08.2016             | 7.80                                                                            | 28.08.2016             | 8.50                                                                        | 28.08.2016             | 20.00                                                                      |
| 29.08.2016             | 7.10                                                                            | 29.08.2016             | 7.10                                                                        | 29.08.2016             | 18.50                                                                      |
| 30.08.2016             | 6.40                                                                            | 30.08.2016             | 6.40                                                                        | 30.08.2016             | 16.10                                                                      |
| 31.08.2016             | 6.00                                                                            | 31.08.2016             | 6.00                                                                        | 31.08.2016             | 13.40                                                                      |
| 01.09.2016             | 5.00                                                                            | 01.09.2016             | 5.00                                                                        | 01.09.2016             | 12.00                                                                      |
| 02.09.2016             | 4.40                                                                            | 02.09.2016             | 4.40                                                                        | 02.09.2016             | 11.00                                                                      |
| 03.09.2016             | 3.94                                                                            | 03.09.2016             | 3.50                                                                        | 03.09.2016             | 9.30                                                                       |
| 04.09.2016             | 3.50                                                                            | 04.09.2016             | 3.25                                                                        | 04.09.2016             | 7.70                                                                       |
| 05.09.2016             | 3.05                                                                            | 05.09.2016             | 2.63                                                                        | 05.09.2016             | 6.60                                                                       |
| 06.09.2016             | 3.00                                                                            | 06.09.2016             | 2.50                                                                        | 06.09.2016             | 6.20                                                                       |
| 07.09.2016             | 2.40                                                                            | 07.09.2016             | 2.15                                                                        | 07.09.2016             | 5.50                                                                       |
| 08.09.2016             | 2.20                                                                            | 08.09.2016             | 2.00                                                                        | 08.09.2016             | 5.00                                                                       |
| 09.09.2016             | 2.12                                                                            | 09.09.2016             | 1.80                                                                        | 09.09.2016             | 4.90                                                                       |
| 10.09.2016             | 1.43                                                                            | 10.09.2016             | 1.21                                                                        | 10.09.2016             | 4.70                                                                       |
| Üzüm kurutma tarihleri | Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) | Üzüm kurutma tarihleri | Güneş panelli kurutma modülü, %3 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) | Üzüm kurutma tarihleri | Geleneksel yöntem (kontrol), %3 bandırma eriyiği konsantrasyonlu üzüm (kg) |
| 28.08.2016             | 7.80                                                                            | 28.08.2016             | 8.50                                                                        | 28.08.2016             | 20.00                                                                      |
| 29.08.2016             | 7.00                                                                            | 29.08.2016             | 8.00                                                                        | 29.08.2016             | 18.30                                                                      |
| 30.08.2016             | 6.30                                                                            | 30.08.2016             | 7.20                                                                        | 30.08.2016             | 16.50                                                                      |
| 31.08.2016             | 5.30                                                                            | 31.08.2016             | 6.10                                                                        | 31.08.2016             | 12.80                                                                      |
| 01.09.2016             | 4.80                                                                            | 01.09.2016             | 5.00                                                                        | 01.09.2016             | 10.80                                                                      |
| 02.09.2016             | 3.90                                                                            | 02.09.2016             | 4.50                                                                        | 02.09.2016             | 9.40                                                                       |
| 03.09.2016             | 3.70                                                                            | 03.09.2016             | 3.90                                                                        | 03.09.2016             | 7.20                                                                       |
| 04.09.2016             | 3.00                                                                            | 04.09.2016             | 3.00                                                                        | 04.09.2016             | 6.10                                                                       |
| 05.09.2016             | 2.85                                                                            | 05.09.2016             | 2.90                                                                        | 05.09.2016             | 5.20                                                                       |
| 06.09.2016             | 2.70                                                                            | 06.09.2016             | 2.40                                                                        | 06.09.2016             | 4.90                                                                       |
| 07.09.2016             | 2.20                                                                            | 07.09.2016             | 2.23                                                                        | 07.09.2016             | 4.70                                                                       |
| 08.09.2016             | 2.10                                                                            | 08.09.2016             | 2.20                                                                        | 08.09.2016             | 4.60                                                                       |
| 09.09.2016             | 2.00                                                                            | 09.09.2016             | 2.00                                                                        | 09.09.2016             | 4.50                                                                       |
| 10.09.2016             | 1.49                                                                            | 10.09.2016             | 1.74                                                                        | 10.09.2016             | 4.36                                                                       |

Kuru üzümlere ait en (mm) analiz sonuçlarına göre 2 ana istatistiki grup meydana gelmiştir (Çizelge 6). Bu sonuçlara göre güneş panelli kurutma modülü ile kurutulan bandırma eriyiği konsantrasyonu %5 olan kuru üzümlerin ortalama en (mm) değerleri 14.313A olarak belirlenmiştir. Güneş panelli

kurutma modülü içerisinde %3 bandırma eriyiği konsantrasyonu ile bandırma işlemi gerçekleştirilmiş olan kuru üzümler ile doğal hava akışlı kurutma modülündeki %5 konsantrasyona ait ve doğal hava akışlı kurutma modülünde yer alan %3 bandırma eriyiği konsantrasyonlu kuru üzümler

sırasıyla; 11.810, 10.860, 10.623 değerleri ile AB istatistiki sınıfına ayrılmıştır. Geleneksel yöntem ile kurutulan kuru üzümde %5 konsantrasyonlu kuru üzüm 8.510B ve %3'lük bandırma eriyiği konsantrasyonlu kuru üzümün ortalama en (mm) değeri 7.720B olarak analiz edilmiştir. Kuru üzüm boy (mm) analiz sonuçlarına göre farklı kurutma modülleri ve geleneksel kurutma yönteminin incelenen bu değerle ilgili olarak istatistiki bir önem ortaya çıkarmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 2. Tane ağırlığı kuru üzüm için (g)

Table 2. Grain weight to raisin

| Kurutma sistemleri                                  | Yüz dane ağırlığı (g) | Ortalama          |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür           | 45.05             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 42.75             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 43.80             |
|                                                     |                       | BC±1.151          |
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür           | 47.65             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 44.95             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 46.85             |
|                                                     |                       | AB±1.151          |
| Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür           | 44.00             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 41.70             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 43.25             |
|                                                     |                       | BC±1.173          |
| Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür           | 49.80             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 49.60             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 49.75             |
|                                                     |                       | 49.717<br>A±0.104 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür           | 49.85             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 47.50             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 45.60             |
|                                                     |                       | 47.650<br>A±2.129 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür           | 42.11             |
|                                                     | 2. Tekerrür           | 39.45             |
|                                                     | 3. Tekerrür           | 40.30             |
|                                                     |                       | 40.620<br>C±1.359 |

P=0

Çizelge 3. Titre edilebilir asit (ta)

Table 3. Titratable acid (ta)

| Kurutma sistemleri                                  | Titre Edilebilir Asit (TA) | Ortalama                |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür                | 3.68                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.80                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.81                    |
|                                                     |                            | 3.7633<br>A±0.072       |
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür                | 3.66                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.50                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.76                    |
|                                                     |                            | 3.6400<br>AB±0.131      |
| Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür                | 3.66                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.70                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.65                    |
|                                                     |                            | 3.6700<br>AB±0.026<br>5 |
| Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür                | 3.57                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.53                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.52                    |
|                                                     |                            | 3.5400<br>AB±0.026<br>5 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür                | 3.30                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.58                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.39                    |
|                                                     |                            | 3.4233<br>B±0.1429      |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür                | 3.83                    |
|                                                     | 2. Tekerrür                | 3.78                    |
|                                                     | 3. Tekerrür                | 3.62                    |
|                                                     |                            | 3.7433<br>A±0.1097      |

P=0.08

Çalışmada değerlendirilen her iki kurutma modülü ve geleneksel yönteme ait kuru üzüm

kalite analiz sonuçları dikkate alındığında, güneş panelli kurutma modülü ile kullanılarak kurutulan kuru üzümün incelenen tüm kalite kriterleri göz önüne alındığında öne çıktığı görülmektedir.

Her uygulamaya ait kuru üzüm örnekleri TS 3411/T1'e göre değerlendirilmiştir. Ekspertiz değerlendirmesi sonucunda, güneş panelli kurutma modülünde kurutulan %3 ve %5'lik bandırma eriyiği ile bandırılmış olan çekirdeksiz kuru üzüm 9 tip numarası, doğal hava akışlı kurutma modülü ve geleneksel yöntemine ait kuru üzüm 8 tip numarası değerini elde etmişlerdir.

Çizelge 4. Suda çözünür kuru madde miktarı

Table 4. Water soluble dry matter

| Kurutma sistemleri                                  | Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM) | Ortalama               |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür                            | 11.6                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 11.6                   |
|                                                     |                                        | 11.533<br>A±0.115      |
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür                            | 11.8                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     |                                        | 11.533<br>A±0.231      |
| Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 11.0                   |
|                                                     |                                        | 11.267<br>AB±0.23<br>1 |
| Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür                            | 11.2                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.0                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 11.0                   |
|                                                     |                                        | 11.067<br>AB±0.11<br>5 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür                            | 11.0                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.0                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 10.8                   |
|                                                     |                                        | 10.933<br>B±0.115      |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür                            | 11.4                   |
|                                                     | 2. Tekerrür                            | 11.2                   |
|                                                     | 3. Tekerrür                            | 10.8                   |
|                                                     |                                        | 11.133<br>AB±0.30<br>6 |

P=0.014

Çizelge 5. pH

Table 5. pH

| Kurutma Sistemleri                                  | pH          | Ortalama           |
|-----------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür | 3.94               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 3.91               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 3.84               |
|                                                     |             | 3.8967<br>B±0.0513 |
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür | 3.85               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 3.86               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 3.96               |
|                                                     |             | 3.8900<br>B±0.0608 |
| Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür | 4.23               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 4.24               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 4.24               |
|                                                     |             | 4.2367<br>A±0.0058 |
| Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür | 4.25               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 4.26               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 4.24               |
|                                                     |             | 4.2500<br>A±0.0100 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür | 4.25               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 4.28               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 4.27               |
|                                                     |             | 4.2667<br>A±0.0153 |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür | 4.23               |
|                                                     | 2. Tekerrür | 4.21               |
|                                                     | 3. Tekerrür | 4.19               |
|                                                     |             | 4.2100<br>A±0.0200 |

P=0



Çizelge 6. Kuru üzüm en (mm), boy (mm)

Table 6. Size of raisin (mm)

| Kurutma sistemleri                                  | Kuru üzüm en (mm) |       | Ortalama        | Kurutma sistemleri                                  | Kuru üzüm boy (mm) |       | Ortalama     |
|-----------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------|-------|--------------|
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür       | 10.24 | 10.860 AB±0.546 | Doğal hava akışlı kurutma modülü, %5 potasa eriyiği | 1. Tekerrür        | 14.28 | 14.353±1.621 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 11.27 |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 12.77 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 11.07 |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 16.01 |              |
| Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür       | 11.02 | 10.623 AB±0.428 | Doğal hava akışlı kurutma modülü, %3 potasa eriyiği | 1. Tekerrür        | 15.13 | 15.013±0.161 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 10.17 |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 15.08 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 10.68 |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 14.83 |              |
| Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür       | 12.41 | 14.313 A±3.819  | Güneş panelli kurutma modülü, %5 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür        | 14.76 | 16.260±2.650 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 18.71 |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 14.70 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 11.82 |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 19.32 |              |
| Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür       | 12.12 | 11.810 AB±0.469 | Güneş panelli kurutma modülü, %3 potasa eriyiği     | 1. Tekerrür        | 15.63 | 14.727±1.696 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 11.27 |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 12.77 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 12.04 |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 15.78 |              |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür       | 7.95  | 8.510 B±0.490   | Geleneksel yöntem (kontrol), %5 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür        | 13.35 | 13.920±1.689 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 8.72  |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 12.59 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 8.86  |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 15.82 |              |
| Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür       | 7.91  | 7.720 B±0.213   | Geleneksel yöntem (kontrol), %3 potasa eriyiği      | 1. Tekerrür        | 15.80 | 14.807±1.055 |
|                                                     | 2. Tekerrür       | 7.49  |                 |                                                     | 2. Tekerrür        | 13.70 |              |
|                                                     | 3. Tekerrür       | 7.76  |                 |                                                     | 3. Tekerrür        | 14.92 |              |

En, P=0.004; Boy, P=0.644

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Ege bölgesinde üzümlerin hasat ve kuruma süresi uzayıp, mevsim olarak geç döneme kalındığında Ağustos ayı sonu yağmurlarına yakalanma riski artmaktadır. Mevsimsel olarak Eylül ayı civarında bağıl nem yüksek olduğundan kuruma hızı düşmekte, üzümlerin sergide kalma süresi uzamaktadır [17, 18, 19, 3, 1]. Bu çalışmanın temel amacı üreticilerin üzümlerini polipropilen (PP) örtüler üzerine sererek güneş altında gerçekleştirdikleri geleneksel üzüm kurutma işlemini kapalı ve kontrollü ortamlarda gerçekleştirebilmelerini sağlayabilecekleri iki farklı kurutma modülünün etkinliğinin geleneksel kurutma tekniği ile birlikte test edilmesidir. Üzümlerin daha kısa sürede ve hızlı kurutulmasını sağlamak üzere üzümün hasat mevsimi olan yaz aylarında yoğun güneş enerjisinden de faydalanılmıştır.

Uygun olmayan meteorolojik şartlarda tanede gerçekleşen tane-su hareketliliği, taneden su kaybı yerine geriye dönüşümlü olarak, kuruyan taneye atmosferden nem transferi şeklinde olur. Tanede nem miktarının artması ile taneden su atılma süresi uzadıkça, ya da yağmur nedeni ile ıslanan kuru meyvedeki şeker konsantrasyonu artışı yavaşladıkça ve enzim aktivitesi uzun bir süre devam ettikçe üzümlerde renk esmerleşmeleri gibi ürün kalitesini bozucu etkiler meydana gelmektedir [15, 10, 11, 12, 20, 1]. Bu bilgiler

ışığında, kuruma süresi uzadıkça kuru üzüm kalite kriterlerinin olumsuz yönde etkilendiğini net olarak ifade edebilmekteyiz. Bu durumda da tüketicinin beğenisi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Güneş panelli kurutma modülü kullanılarak gerçekleştirilen üzüm kurutmada 28.08.2016 tarihinde başlatılan proses, 07.09.2016 tarihinde tamamlanırken, doğal hava akışlı kurutma modülünde kurutulan üzümler ve geleneksel yöntem ile kurutulan üzümlerin kuruma süresi 10.09.2016 tarihinde sonlanmıştır. Güneş panelli kurutucu modülü hava dağılımının ve ısı korunumunun sağlanmış olması sebebiyle üzümün kurutma sürecini hızlandırmıştır. Bu modül, doğal hava akışlı kurutma modülü ve dış ortamda doğrudan güneş altında geleneksel yöntemle kıyasla üzümlerin kurumasında 3 günlük bir erkencilik sağlamıştır.

Çalışmadaki her iki kurutma modülü ve geleneksel yöntemle ait kuru üzüm kalite analiz sonuçları dikkate alındığında, güneş panelli kurutma modülü ile kullanılarak kurutulan kuru üzümler, ekspertiz değerlendirmesi sonucunda 9 tip numarası, doğal hava akışlı kurutma modülü ve geleneksel yöntemle ait kuru üzümler 8 tip numarası değerini elde etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre güneş panelli kurutucu modülü üzümlerde kuruma süresini kısaltarak ve daha iyi ürün kalitesi sağlayarak önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

Son yıllarda üreticilerin hasat ettikleri üzümleri toprak ya da asfalt zeminde kurutma alışkanlıklarını giderek terk ettiklerini belirtmek olumlu bir gelişmedir. Üzüm kurutmada temel amaç, işletme masraflarını en düşük düzeyde tutarak, dış etkenlerden yalıtılmış bir ortamda ürünü kurutmak olmalıdır. Çalışmada üreticinin dış ortamda direkt güneş altında yaptığı geleneksel kurutma işlemini kapalı ve kontrollü bir ortama alarak, hem daha kısa sürede kuruma elde edilmiş hem de daha kaliteli kuru üzüm elde edilmiştir. Üretici düzeyinde daha kaliteli kuru üzüm elde etmek için yerel olanaklarla kurulabilecek olan güneş panelli kurutma sistemleri seçilebilir. Pratikte güneş panelli kurutucu modülünün üretici tarafından kabul görmesi için öncelikle gıda güvenliği ve kalitesi yönünden bilinen olumlu etkilerinin bilimsel araştırmalar ile çok iyi ortaya konulması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Akdeniz, B., 2011. Geleneksel Usullerde Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Kurutulması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, e-ISSN:13067648, 6(1):13-22.
2. Altındişli, A. ve B. İşçi, 2005. Kuru Üzüm Elde Edilmesinde Kullanılan Bandırma Eriyiğindeki Yağ Miktarının Tespiti İçin Yeni Bir Analiz Yönteminin Kullanılabilirliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(3):13-19.
3. Anonim, 2010. TS3411 Çekirdeksiz Kuru Üzüm Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
4. Çelik, H., 2002. Üzüm Çeşit Kataloğu. Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 2, Ankara.
5. Ertürk, M. ve Z. Oktay, 2007. Güneş Enerjisi Destekli Mekanik Buhar Sıkıştırılmalı Isı Pompasıyla Kurutma Fırını Tasarımı ve Termodinamik Analizi. 8. Ulusal Tesizat Mühendisliği Kongresi, 25-28.10.2007, 961.
6. Garg, H.P., R. Kumar and G. Data, 1998. Simulation Model of the Thermal Performance of a Natural Convection-Type Solar Tunnel Dryer. International Journal of Energy Research, 22.
7. Ilgın, C., H. Öztürk, S. Kader, A. Erdem ve E. Gökçay, 1999. Ege Bölgesinde Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerine Ait Tiplerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Manisa Bağcılık Araştırma Enst. Yayın No:80, 48s, Manisa.
8. İnan, M.S., 2012. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Kurutulmasında  $K_2CO_3$  Çözeltilisinin püskürtme Yöntemi ile Uygulanmasının Kuruma Özelliklerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 31s.
9. Kader, S. ve C. Ilgın, 2002. İntroduksiyon Yolu İle Getirilen Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özellikleri ile Sofralık Kalitelerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. 5. Bağcılık Sempozyumu, Nevşehir, 05-09.10.2002, 352-359s.
10. Kerridge, G.H., 1970. Study of Sultana Raisins in Turkey. Report Prepared for The Government of Turkey by FAO of The United Nations Acting as Executing Agency for UNDP, Roma.
11. Köylü, M.E., 1984. Çekirdeksiz Üzümlerin Telde Kurutulmasında Uygulanan Kimi Teknolojik İşlemlerin Kurutma Hızı ve Üzüm Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırma. Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Projesi, 336-3-590.
12. Köylü, M.E. ve E. Karagözoğlu, 1995. Yuvarlak Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin kurutulmasında Etil Oleatin Kullanımının Kuruma Hızı ve Kuru Üzüm Kalitesine Etkisinin Araştırılması. TAGEM-GY-13-M-2.
13. Nagarajan, S. and P.M. Kumar, 2014. Analysis of Thermal Performance in Solar Dryer. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN:2320334X, 11(3):71-74. Ver.2, (www.iosrjournals.org), (May-Jun. 2014).
14. Nelson, K.E., 1985. Harvesting and Handling California Table Grapes for Market. Bull. 1913, Univ. California, DANR Publication, Oakland, CA.
15. Radler, F., 1964. The Prevention of Browning during Drying by the Cold Dipping Treatment of Sultana Grapes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 15:864-869.



16. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2016 yılı Çekirdeksiz Kuru Üzüm Raporu, Mart 2017.
17. Özel, T., 1976. Üzüm Kurutma Tekniğinde Son Gelişmeler. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM Tarım Ürünleri Teknolojisi Semineri 14–18.06.1976, Çanakkale.
18. Özel, T., 1979. Çekirdeksiz Üzüm Kurutulmasında Raf Tipi Sergilerin Kullanılması Üzerinde Araştırmalar. Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi, Erdemli/İçel.
19. Özel, T. ve İ. İlhan, 1980. Bandırma Eriyiklerinin Kuru Üzüm Kalitesine Etkisi. Tarım ve Orman Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Tarımsal Araştırma Dergisi 2(3).
20. Yelmen, B., 2010. Polietilen Yüksek Tünel Sera Tipi Kurutucuda Baharatlık Kırmızıbiberin Kurutulması (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 159s.