



Süleyman Demirel  
Üniversitesi  
**YEKARUM e-DERGI**  
(Journal of YEKARUM)  
2022/ Volume 7/Issue 2  
E - ISSN: 1309-9388



---

## Güneş Enerjili Gıda Kurutucusu Tasarımı ile Kurutma Performans Değerlendirmeleri

Ezgi MEMUR<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Yenilenebilir Enerji ABD, Batı Yerleşkesi Blok Çünür/ISPARTA  
<sup>a</sup>Sorumlu yazar e-posta adres: ezgimemur@gmail.com

---

### **ÖZET:**

Gıda ürünlerinin tüketilmesinde, ürünün besin ve kalite özelliklerini yitirmeden raf ömürlerinin uzatılması için bazı işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemlerin başında kurutma uygulamaları gelmektedir. Ürünlere kurutma uygulama yapılmasındaki amaç ürün içerisindeki su aktivitesinin azaltılarak nem içeriğinin düşürülmesidir. Bu çalışmada, armut kurutma uygulamalarının yapıldığı kurutma sistemlerinin karşılaştırılması amacıyla Antalya ilinde kurutma denemeleri yapılmıştır. Geleneksel kurutma sistemi ve tasarımı yapılan güneş enerjili kurutma sistemlerinde armut dilimleri numuneleri eş zamanlı şekilde kurutulmuştur. Tasarımı yapılan sistemin etkinliği ve kurutma kalitesi üzerindeki etkileri irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kurutma, Güneş Enerjili Gıda Kurutucusu, Kurutulmuş Armut, Geleneksel Kurutma

### **ABSTRACT**

In the consumption of foods, some processes are not carried out to extend the shelf life without losing the product and quality characteristics. At the beginning of these processes, drying should be performed. The purpose of drying the product is to reduce the moisture content by decreasing the water activity in the outcome. In this study, drying experiments were achieved in order to compare the drying systems in which pear drying practices are made in Antalya. The pear slice samples were dried simultaneously in the conventional drying system and the designed drying system. The efficiency of the designed system and its effects on the drying quality were examined during this experiment.

**Keywords:** Drying, Solar Energy Systems Food Dryer, Dried Pear, Traditional Drying

---

<sup>a</sup>[ezgimemur@gmail.com](mailto:ezgimemur@gmail.com)

## 1. GİRİŞ

Kurutma kavramı kısaca; gıda ya da diğer maddelerin yapısında bulunan nem içeriğinin uzaklaştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Kurutma yöntemi ile gıdaların saklama koşullarının iyileştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması ve dayanıklı ürünlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ürünün boyutları, ürünün kurutulması gereken sıcaklık, nem içeriği, kurutucu seçimi ve ürünün sığağa olan duyarlılığı gibi durumlar baz alınarak kurutma yapılmaktadır. Meyve ve posalarına ait nem seviyelerinin düşürülmesi amacıyla genellikle güneşli kurutma, gölgede kurutma ve yapay kurutucular kullanılmaktadır. Doğal kurutma yöntemi ile kurutma süresinin uzun olmakta ve besin değerlerinin çok fazla kaybolmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca, zehirli gaz ve böceklerin ürünlerin üzerine konarak sağlık açısından uygun olmayan durumların oluşmasına sebebiyet vermektedir (Polatçı vd., 2020).

Geleneksel kurutma güneş enerjisi ile gerçekleşmektedir. Her kurutmanın bu şekilde yapılması olanaksızlığından dolayı farklı kurutma sistemleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen bu sistemlerde yapılan kurutmaların kalite özelliklerine etkileri araştırılarak sistemlerin avantaj ve dezavantajları değerlendirilmiştir (Doğan, 1999; Alibaş vd., 2021).

Geleneksel kurutmanın olumsuzluklarından dolayı ısı kaynaklı kurutucu tipleri geliştirilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Kurutma işleminin çok hızlı olduğu zamanlarda ürün yüzeyinde hızlı bir kuruma gerçekleşerek, ürün içerisindeki suyun dışarı çıkmasına engel olan durum oluşmaktadır. Bunlar baz alınarak kurutma sisteminde, ürün özelliklerine uygun şekilde ısı transferi ve nem alma şartlarının sağlanması için dikkat edilmesi gerekmektedir (Çay vd.,2017). Bu çalışmalarda, ürünlerin nem içerikleri, ürünlerin kurutma sıcaklıkları, üründen uzaklaştırılacak olan nem miktarı, kurutulan ürün miktarı ve atık ısı gibi parametrelerin de baz alındığı farklı kurutucu tipleri geliştirilmiştir. Buna dayalı yapılan çalışmalarda geliştirilen endüstriyel kurutma sistemleri ısının verimli şekilde kullanılması ve kaliteli kurutmanın yapılmasını hedeflemektedir (Güngör ve Özbalta, 1997; Kocayiğit, 2010). Üretici ve tüketicinin istek ve ihtiyaçlarına göre tasarlanan ürün kurutma yöntemleri ile kurutma teknolojisi geniş uygulama alanlarına sahip olmuştur (Karakaya, 2017). Isı kaynaklı geliştirilen kurutma sistemlerinde tüketilen enerji maliyetinin yüksek olmasından dolayı çalışmalar yenilenebilir enerji kaynaklı kurutma sistemlerin geliştirmesine doğru yönelmiştir. Kurutma sektöründe yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanımı ile enerji verimliliğinin artırılması ve çevreye en düşük seviyede zarar için sistem etkinliği artırılması hedeflenmektedir. Bu sistemlerde kurutucu kaynağı güneş olduğundan dolayı işletme maliyeti düşüktür (Yıldız ve Gökayaz, 2019).

Bu çalışmada, güneş enerji kaynaklı kurutulacak ürünün sıcaklık ve nem değerlerine göre çalışan bir sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem ve geleneksel yöntemler kullanılarak Armut meyvesinin kurutmaları yapılmış ve yapılan kurutma sonuçları analiz edilerek, tasarımı yapılan sistemdeki kurutma performansı ve kurutulan ürün kalitesi özelliklerine etkinliği araştırılmıştır.

## 2. GÜNEŞ ENERJİSİ KAYNAKLI KURUTMA ÇALIŞMALARI

### 2.1. Gıda Kurutması

Gıda kurutmasında amaç, gıdadaki su oranı azaltılarak gıdanın birim ağırlıktaki katı/sıvı oranı yükseltilmesi sonucu gıdanın su aktivitesi düşürülmesi ile kimyasal değişimlerle bozulmaya sebebiyet veren mikroorganizmaların gelişmesini engellenmektedir. Gıdada su aktivitesinin 0.85' in altında olması durumunda bakteri oluşumu, 0.65' in altında olması durumunda küf gelişimi, 0.60' ın altında olması durumunda maya oluşumu engellenmektedir. Genel olarak,

0.50-0.60 değerlerinin altındaki bölge bakteri, küf ve maya gelişimi oluşmazken, su aktivitesinin 0.80’ nin üzerinde olduğu durumlarda hızlı bozulmalar meydana gelmektedir (Duckworth, 1975).

## 2.2. Geleneksel Kurutma Yöntemi

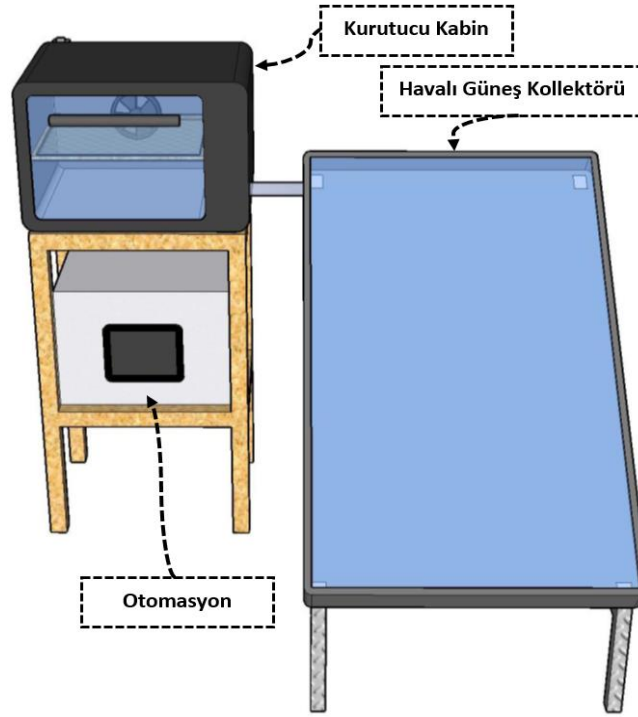
Güneş enerjisini kullanarak açık havada kurutma uygulaması çok eski yıllardan beri süregelen ve uygulanan bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem uzun bir süreçte gerçekleşmenin yanında çevre şartlarının olumsuz etkilerine karşı korumanın sağlanamamasından ve sürecin denetimli takibinin olmamasından dolayı gerek ürün tekstüründe, gerekse ürün renginde ve tadında bozulmaların oluşması olasılığı oldukça yüksektir. Bu yöntemle yapılan kurutmada, homojen olmayan kurutulmuş ürünlerin ve kimyasal bozulmalara yüksek oranda rastlanmaktadır. Buda saklama koşulları ve uzun raf ömrünü olumsuz olarak etkilemektedir.

## 2.3. Güneş Enerjisi İle Gıda Kurutma Sistemi

Geleneksel kurutma yönteminin uzun süreç ve geniş alanlar gereksinimi, çevre ve dış şartlara bağlılığı, ürün kalitesindeki düşüklükler ve sürecin denetiminin kontrollü sağlanamaması gibi olumsuzluklardan dolayı, ısı kaynağına dayalı kurutma sistemleri geliştirilerek kurutma sürecinin kısaltılması ve kurutma kalitesinin yükseltilmesi amaçlanmıştır. Sebze ve meyvelerin kurutulmasında en popüler yöntemlerden biri; düşük maliyetli olmaları ve geniş kapasitede ürün kurutmaları sebebiyle sıcak hava kurutma yöntemi olmaktadır. (Michalska vd., 2016). Fakat bu yöntem ürünlerde tat ve besin bileşiklerinde bozulmalara neden olmasının yanında sıcaklıktan dolayı meydana gelen olumsuz renk değişikliklerine de neden olmaktadır (Calin-Sanchez vd., 2014). Kullanılan ısı kaynaklarının enerji tüketimi kurutma maliyetini olumsuz yönde etkilemesi başta olmak üzere geliştirilen sistemin tasarımı ve çalışma yapısı da kurutma kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Kurutmada kullanılan enerji tüketiminin ve zamanın düşürülmesi, ürün kalitesinin artırılması için çalışmalar yoğunlaşmış ve bu amaçla birçok çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmıştır. Güneş enerjisinin ulaşılabilirliği ve sürekliliği kurutma sistemleri için oldukça elverişli ve temiz bir kaynak sunmaktadır.

Güneş enerjinin kontrol edilememesi ve gün boyu sabit bir kaynak olarak kullanılamaması ise dezavantaj sunmaktadır. Kurutma sisteminin tasarımı ve çalışma yapısı, kurutulacak olan ürünün istenilen kalite ve tekstürde kurutulabilmesi için önemlidir. Kurutma araştırmalarında kurutma sistemlerinde genelde güneş enerjisinin kullanıldığı görülmektedir (Cankurtaran, 2018).

Kurutmada temiz bir ısı kaynağı ile ısı kaynağının maliyetini düşürmek amacıyla güneş enerjisi kullanılarak sürekli denetime sahip kurutma sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem; güneş enerjisini ısı kaynağına çeviren havalı güneş kollektörüne, ürünlerin kurutulduğu bir kurutucu kabine, denetimin ve kontrollerin yapıldığı bir otomasyonlu denetleyiciye sahiptir. Şekil 1’de tasarlanan sistemin görseli sunulmuştur.



**Şekil 1.** Tasarlanan Güneş Enerjili Kurutma Sisteminin Görseli

Tasarlanan sistem kolektör üzerine yerleştirilmiş değişken hızlı emiş fanı vasıtasıyla dış havayı kolektör içine almaktadır. Hava kolektör içinde sıcaklığı yükseltilecek kurutucu kabine transfer edilmektedir. Gıda kurutması kurutucu kabin içinde gerçekleşmektedir. Kolektör hava girişinde, kolektör hava transfer hattında, kurutucu kabin içinde ve kurutucu kabin çıkışında sıcaklık ve nem sensörleri bulunmaktadır. Sıcaklık değerleri otomasyon sistemi ile sürekli kontrol edilmekte fan hızı değiştirilecek kolektör içinde havanın istenen sıcaklığa gelmesi için otomasyon sisteminin kontrol senaryosu yürütülmektedir. Kurutucu kabin içine alınan hava istenen sıcaklığa ulaşmamış ise kurutucu kabin içinde bulunan destek ısı üreticileri kullanılarak sıcaklık arttırılmaktadır. Kurutucu kabin içindeki hava karıştırıcı fan ile kabin içindeki hava homojen olarak sirkülasyon yapılmaktadır. Kabin içi hava nem değeri sürekli kontrol edilerek istenen nem doygunluğuna ulaşıncaya tahliye klapesi açılarak tahliye fanı ile kabin içi hava tahliye edilmektedir. Ürünlerin bulunduğu kurutma tepsisi ağırlık sensörleri ile sürekli olarak ölçülmekte ve ağırlığın istenen değere düşmesi ile kurutma süreci tamamlanmaktadır. Bu sistemde amaç kabin içi sıcaklığı ürüne özgü kurutma değerinde tutmak ve kabin içi havanın nem değerini belirli bir doygunluğa ulaşıncaya tahliye etmektir. İstenen çalışma senaryoları otomasyon sistemi ile denetlenmekte ve kontrol edilmektedir.

### 3. DENEY SONUÇLARI VE ANALİZLER

#### 3.1. Kurutulan Materyal

Armut (*Pyrus communis* L.), gülgiller familyasının alt familyasına ait bir meyvedir ve içeriğinde bulunan antioksidanlar; kalp damar sağlığını koruduğu, beyin işlevselliğini arttırdığı ve içerdiği K vitamininin kanın pıhtılaşmasını engelleyerek proteinlerin aktivitesini hızlandırdığı bilinmektedir (Özaydın ve Özçelik, 2014). Kurutma için kullanılacak olan armut meyvesinin numunenin kuru madde oranının belirlenmesi için etüv kullanılmış ve nu oranın %16,85-17 olduğu sonucuna varılmıştır.

Su içeriği yüksek olan armut meyvesinin geleneksel şekilde kurutulması ve tasarımı yapılan yenilenebilir enerji kaynaklı sistem ile kurutulması çalışmaları karşılaştırılmıştır.

### 3.2. Geleneksel Kurutma Sistemi

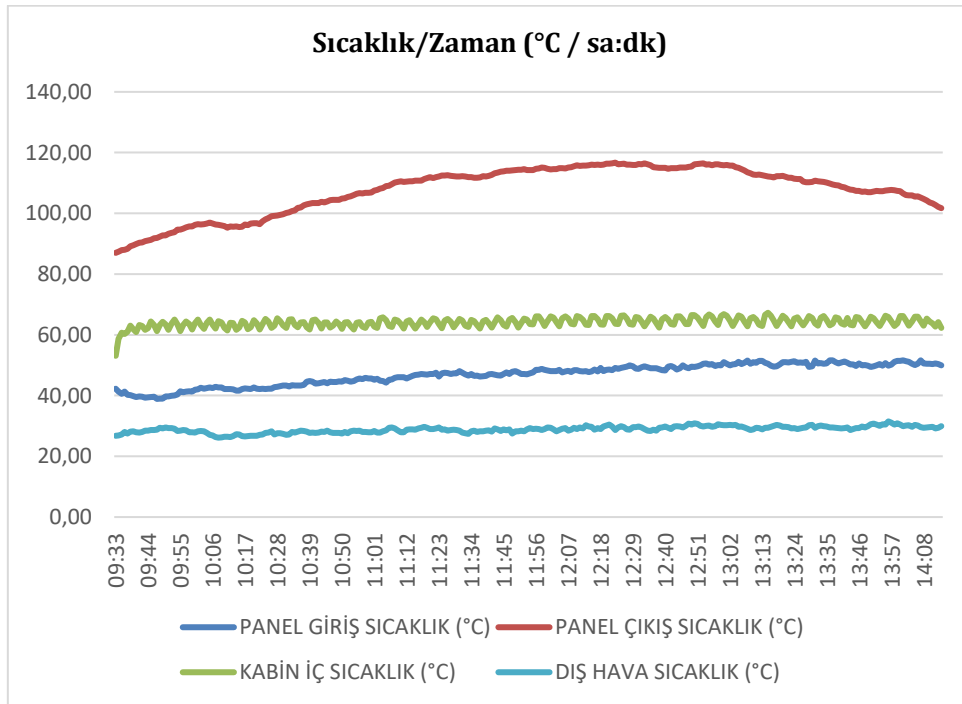
Geleneksel kurutma işleminde armut numuneleri  $4 \pm 1$  mm kalınlığında yarım ay şeklinde dilimlenmiş ve Antalya ilinde yere serilerek yapılmıştır. Kurutma, 08.10.2022 tarihinde saat 15:00’da 105,5 gr ürünle başlatılmış ve 08.10.2022 saat 15.00 civarında sonlandırılmıştır. Bu zaman diliminde hava sıcaklığı en yüksek  $28^{\circ}\text{C}$ , en düşük  $16^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Tasarlanan sisteme ait kurutma ile karşılaştırmanın yapılması için ara ölçümler yapıldığında 08.10.2022 tarihinde saat 14:30 civarında armut numunelerinin ağırlığının 61,1 olduğu ölçülmüştür. Geleneksel kurutma işlemi 1760 dk (29 saat 20dk) sürmüş ve kurutma sonunda ürünün ağırlığı 21,1gr olarak ölçülmüştür.

### 3.3. Kurutma Deneyi Çalışmaları ve Sonuçları

Tasarımı yapılan kurutma sistemi ile yapılan kurutma çalışmalarında armut numuneleri  $4 \pm 1$  mm kalınlığında yarım ay şeklinde dilimlenmiştir. Armut uzun özellikleri baz alınarak kurutucu kabin sıcaklığı  $65^{\circ}\text{C}$ ’ ye, kabin içi nem oranı alt sınır % 20’ ye ve üst sınır % 30’ a

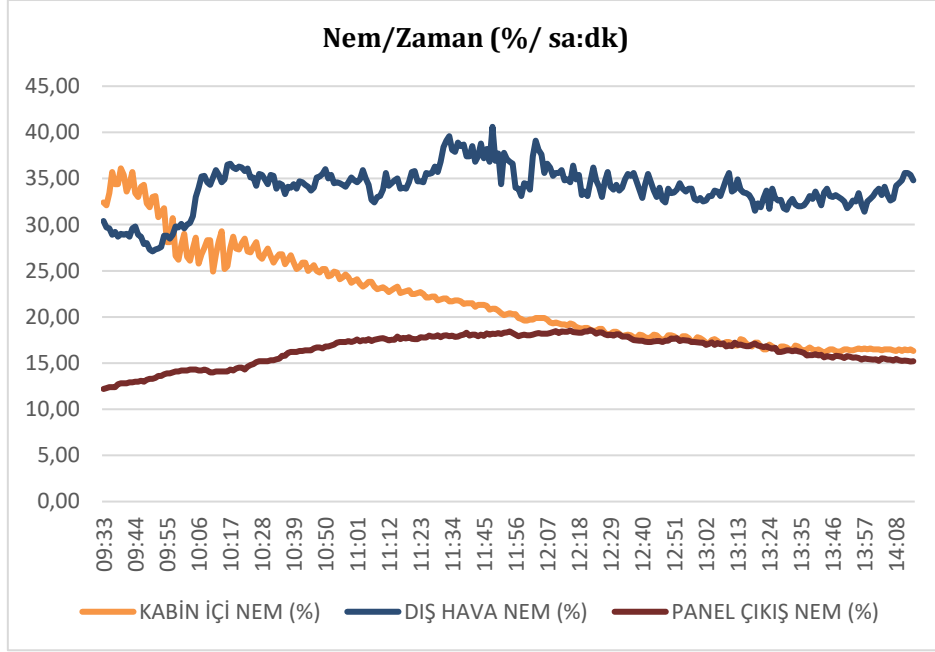
ayarlanmıştır. Sıcaklık ve nemin belirlenen değerlere göre sistemde ayarlanmasının sebebi, kurutulan armut numunelerindeki kalite kriterlerinin sağlanması ve kurutulan üründe tekstür ve duyuşal olarak iyi bir ürün elde edilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Tasarımı yapılan sistemde kurutma işlemi 8 Ekim saat 09:30 civarında ürün başlangıç ağırlığı 104,7 gr olarak başlatılmıştır. Aynı gün saat 14:20 civarında kurutma sonlandırılmış ve ürün ağırlığı 20,8 gram olarak ölçülmüştür.

Kurutma esnasında Şekil 2’ de kurutma sıcaklık değerleri, Şekil 3’ de kurutma nem değerleri, Şekil 4’ de ürün ağırlığının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.



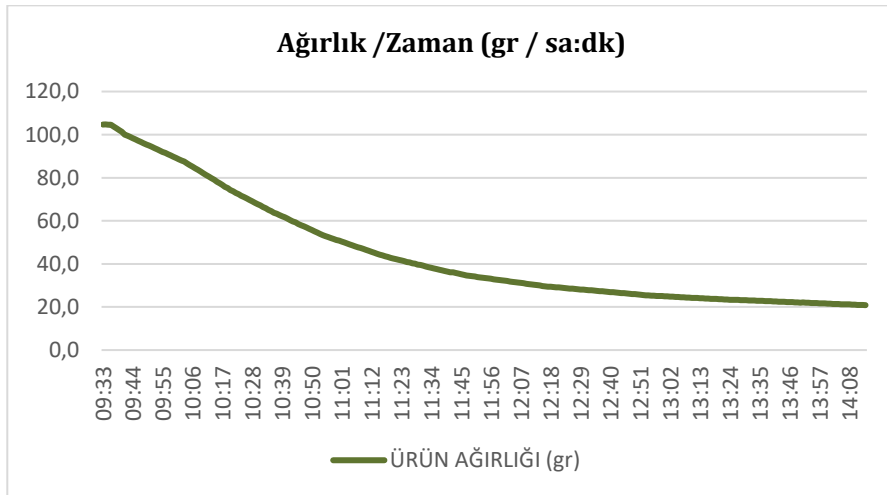
Şekil 2. Kurutma Sıcaklık Değerleri

Şekil 2’de görüldüğü üzere, panel giriş sıcaklığı, panel çıkış sıcaklığı, kabin iç sıcaklığı ve dış hava sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimleri verilmiştir. Şekil 2’de görülen bu grafikte, panel giriş sıcaklığı hava sıcaklığı ile paralel yönlü bir yükseliş gerçekleştirmiştir. Panel e giren sıcak hava, havalı güneş kollektöründe fanın etkisi ile hızlanarak yukarı yönlü bir artış göstermiştir.



Şekil 3. Kurutma nem değerleri

Şekil 3’de, kabin içi nem, dış hava nem ve panel çıkış nem değerleri verilmiştir. Zamana bağlı kabin içi nemin, ürünün kuruma durumuna göre azalarak sabit bir değere geldiği görülmüştür. Panel çıkış nemi yani kurutma kabinine giren nem değerinin dış hava nemi ile kurutma başlangıcında ters yönlü değerlerde olduğu görülmüştür.



Şekil 4. Ürünün Zamana Bağlı Ağırlık Değişimi

Şekil 4’de kurutulan ürünün zamana bağlı ağırlık değişimi görülmüştür. Şekil 4’de görüldüğü üzere kuruyan armut numunesinin zamana bağlı ağırlığının azaldığı ve kuruma sonunda sabit bir kurutma evresine geldiği görülmüştür.

### 3.4 Kurutulan Gıda Ürünlerinin Analiz Sonuçları

Geleneksel kurutma ve tasarımı yapılan sistemle yapılan kurutma sistemi ile gerçekleştirilen kurutulmuş gıdaların su aktivite ve nem değerleri Çizelge 1’ de sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Kurutulan Gıda Ürünlerinin Nem ve Su Aktivitesi Analiz Sonuçları

Kurutma Yöntemi	Su Aktivitesi (Aw)	Nem Miktarı (%)
Geleneksel Kurutma	0,533	% 13,720
Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Kurutma	0,477	% 13,171

Çizelge 1’de kurutulan armut numunelerinin nem ve su aktiviteleri sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre su aktivitesi 0,60 değeri altında olduğunda mikrobiyolojik faaliyet olmadığı görülmektedir. Su aktiviteleri 0,60 ile 0,70 değerlerinde olan ürünler kurutulmuş meyve olarak değerlendirilmektedir.

Yapılan nem tayini sonucu kurutulmuş armut meyvesinin nem oranının %17’ in altında olduğu belirlenmiştir. İki uygulamada yapılan denemeler sonucunda kurutulan armut numuneleri nem içeriklerinin, ürün için istenen nem değerlerinde olduğu sonucu görülmüştür (Ferreira vd., 2008).

Geleneksel kurutma denemelerinde kurutulan armut numuneleri renk tayini analiz sonuçları Çizelge 2’ de, tasarımı yapılan yenilenebilir enerji kaynaklı gıda kurutma sisteminde kurutulan armut numunelerine ilişkin renk tayini analizlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’ de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Geleneksel Kurutma Sistemi İle Kurutulan Armut Dilimleri Renk Tayini Sonuçları

GELENEKSEL KURUTMA NUMUNELERİ				L		a		b	
	L	a	b	ORT.	STD. SAPMA	ORT.	STD. SAPMA	ORT.	STD. SAPMA
1. NUMUNE (1. YÜZEY)	67.24	16.30	31.40	66.80	6.84	13.35	7.34	26.05	7.36
2. NUMUNE (1. YÜZEY)	63.46	20.44	34.07						
3. NUMUNE (1. YÜZEY)	56.91	22.52	32.66						
1. NUMUNE (2. YÜZEY)	76.40	5.62	18.70						
2. NUMUNE (2. YÜZEY)	72.11	7.42	20.31						
3. NUMUNE (2. YÜZEY)	64.68	7.77	19.16						

Çizelge 2’de görüldüğü üzere, geleneksel kurutma sistemi ile kurutulan armut numunelerinin 1. ve 2.yüzeylerinde renk analizleri yapılmıştır. Bu kurutma sonuçları tasarımı yapılan sistemdeki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

**Çizelge 3. Tasarımı Yapılan Güneş Enerji Kaynaklı Gıda Kurutma Sisteminde Kurutulan Armut Numuneleri Renk Tayin Sonuçları**

DENEY-1 NUMUNELERİ				L		a		b	
	L	a	b	ORT.	STD. SAPMA	ORT.	STD. SAPMA	ORT.	STD. SAPMA
1. NUMUNE (1. YÜZEY)	78.03	4.25	16.98	79.18	2.22	5.02	1.43	17.74	1.27
2. NUMUNE (1. YÜZEY)	78.00	4.69	17.11						
3. NUMUNE (1. YÜZEY)	81.65	3.48	16.36						
1. NUMUNE (2. YÜZEY)	80.08	6.63	19.27						
2. NUMUNE (2. YÜZEY)	75.97	6.95	19.39						
3. NUMUNE (2. YÜZEY)	81.34	4.10	17.32						

Çizelge 3’te tasarımı yapılan sistemde kurutulan numunelerden 2.gün kurutmasına ait renk tayini sonucu verilmiştir. Bu anaiz sonuçlarının  $L^*a^*b^*$  değerlerine bakılarak geleneksel sistem ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

$L^*$  değeri değişimi, yarım ay şeklinde dilimlenerek kurutulmuş armut dilimlerinin 1. ve 2. yüzey renk değerlerindeki  $L^*a^*b^*$  değerlerine bakılmış ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Geleneksel kurutmadaki  $L^*$  değerlerinin ortalaması 66,80 iken, tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sistemin  $L^*$  değerlerinin ortalaması 79,18 olarak ölçülmüştür. Bu karşılaştırmaya göre tasarımı yapılan sistemdeki kurutma denemeleri sonucundaki kurutulmuş armut dilimlerinin parlaklığının daha yüksek olduğu ve ürünün kurutma sonrası renginin, açık havada yapılan geleneksel kurutma sonucu kuruyan armut dilimleri numunelerine göre parlaklığının yüksek olduğu ve kaliteli bir kurutma yapıldığı görülmektedir.

$a^*$  değeri değişimi, kurutulmuş armut dilimlerinin 1. ve 2. yüzey renk değerlerine bakılarak  $a^*$  değeri ölçümleri yapılmıştır. Bu değerlere göre açık havada yapılan geleneksel kurutmadaki  $a^*$  değerleri ortalaması 13,35 iken, tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sistemimizin  $a^*$  değerlerinin ortalaması 5,02 olarak ölçülmüştür. Geleneksel kurutma ile tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sistemin  $a^*$  değerleri karşılaştırıldığında; açık havada direkt güneş ile temas eden geleneksel kurutma sonucunda kuruyan armut dilimlerinin, tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucuda kuruyan armut dilimlerine göre  $a^*$  değerlerinin yaklaşık 2 buçuk kat daha fazla olduğunu ve üründe kızarma olduğu görülmektedir. Bu durum için açık havada kurutmanın gece gündüz sürmesi, kurutma süresinin uzun olması durumlarının sebep olduğu sonucuna varılmaktadır. Tasarımı yapılan sistemde, güneş enerjisi ile direkt temas etmediğinden ve fırın içindeki sıcaklık dağılımından eşit şekilde etkilenmesinden dolayı kızarma durumunun çok az olduğu görülmektedir.

Kurutulmuş armut dilimleri numunelerinin  $b^*$  değerlerine bakıldığında; açık havada yapılan geleneksel kurutmadaki 1. ve 2. yüzey  $b^*$  değerleri ortalaması 26,05 iken, tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sistemimizin 1. ve 2. yüzey  $b^*$  değerleri ortalamasının 17,74 olarak ölçülmüştür. Geleneksel kurutma ile tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sisteminin  $b^*$



değerleri karşılaştırıldığında; b\*değerinin açık havada yapılan geleneksel kurutmada yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerde geleneksel kurutmadaki armut dilimlerinin güneşin doğrudan etkisinden dolayı ve açık havada uzun süre kalmasından dolayı, kurutma süresi gece gündüz sürmesi sebebiyle sararmanın fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Tasarımı yapılan güneş enerjili kurutucu sisteminde kuruyan armut dilimleri numunelerinin, açık havada yapılan kurutmaya göre b\* değeri düşüktür ve üründeki sararma az miktardadır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında tasarımı yapılan yenilenebilir enerji kaynaklı gıda kurutucu sisteminde armut ürünü kurutulmuştur. Kurutma denemeleri sonucunda armut numunelerinin %83,3 nem içeriğinden %19-20 nem içeriklerine düşürülmüştür. Eş zamanlı olarak geleneksel kurutma denemesi yapılmıştır. Yapılan kurutmaların süreleri hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra tasarımı yapılan sistem ile açık havada geleneksel kurutma yapılan armut numunelerinin, kurutma sonrası su aktivitesi, nem ve renk kalite özelliklerinin kıyaslanması ve tasarımı yapılan sistemin etkinliği araştırılmıştır. Tasarımı yapılan sistemde sıcaklık ve nem dengesi değerleri sabit bir değere ayarlanarak yakın sonuçlar alınması hedeflenmiştir.

Kurutma çalışmalarında geleneksel kurutma 29 saat 20 dk sürede tamamlanırken, tasarlanan sistemde 4 saat 45 dk sürede kurutma tamamlanmıştır. Geleneksel kurutma süresi tasarlanan sisteme göre yaklaşık 6 kat daha yavaş tamamlanmıştır. Kurutulmuş ürünlerin su aktivite değerleri değerlendirildiğinde, geleneksel kurutma ile sağlanan ürünlerin su aktivite değerleri, tasarlanan sisteme göre %10 daha fazladır. Nem içerikleri değerlendirildiğinde ise her iki yöntem içinde ürünlerin nemlilik oranı yakın seviyededir. Yöntemlerin renk tayini incelendiğinde, tasarlanan sistem ile elde edilen kurutulmuş ürünlerin renk tayini değerleri arzulanan değerlere çok daha yakındır. Yüksek L\* değerleri daha parlak kurutmanın sağlandığını, çok daha düşük a\* değerleri ile kızarmanın oluşmadığı, çok daha düşük b\* değerleri ile sararmanın oluşmadığı gözlemlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Alibaş, İ., Yılmaz, Aslıhan., Günaydın, S., Arkain, B. 2021. “Kurutma Yöntemlerinin Deveci Armutunun Kurutma Kinetiği ve Renk Parametreleri Üzerine Etkisi”. Türkiye Tarım Dergisi-Gıda Bilimi ve Teknolojisi, 9(5), 897-908.
- Cankurtaran, E., 2018. Güneş Enerjili Kurutma Sisteminde Çileğin Kurutma Karakteristiğinin Belirlenmesi. Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 128s, Yozgat.
- Doğan, H. 1999. “Isı Borulu Güneş Kollektörü ile Kurutma”. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1, 921- 925.
- Duckworth RB. 1975. “Mossel DAA. Water and Microorganisms in Foods”. Water Relations of Foods, London, 347-361.
- Ferreira, D., Lopes da Silva, DA., Pinto, G., Santos, C., Delgadillo, I., Coimbra, M.A. 2008. “Effect of sun-drying on microstructure and texture of S. Bartolomeu pears (Pyrus communis L.). Eur Food Res Technol”, 226, 1545–1552.
- Güngör, A., Özbalta. 1997. “Endüstriyel Kurutma Sistemleri”, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 20-23 Kasım, İzmir, 737-747.

- Karakaya, H. 2017. “Güneş Enerjisi Destekli Doğal Taşınımlı Kurutma Sisteminde Kurutma Parametrelerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 152,
- Kocayiğit, F. 2010. “Bazı Sebzelerin Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 107.
- Michalska, A., Wojdyło, A., Lech, K., Łysiak, G.P., Figiel, A. 2016. “Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies”. *Food Chem*, 207,223-232.
- Özaydın, A.G., Özçelik, S. 2014. “Ankara Armudunun Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Fırında Kurutma İşleminin Etkisi”, *Akademik Gıda*, 12(4), 17-26.
- Polatçı, H., Taşova, M., Saraçoğlu, O. 2020. “Armut (*Pirus communis L.*) Posasının Bazı Kalite Değerleri Açısından Uygun Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi”, *Akadamik Platform Mühendislik ve Bilim Dergisi*, 8(3), 540-546.
- Yıldız, Z., Gökayaz, L. 2019. “Elma Dilimlerinin Farklı Güneş Kurutma Yöntemleri İle Kurutulması”, *Gıda ve Yem Bilimi- Teknoloji Dergisi*, 22, 29-36.