

“Diyarbakır’da Mühendislik ve Enerji” adlı bu kitap, Diyarbakır ili ve çevresinde mühendislik disiplinleri ile enerji alanında yapılan çeşitli araştırmaları bir araya getirmektedir. Kitap, bölgedeki iklim değişikliği, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği, jeotermal enerji kullanımı gibi konuları ele almaktadır.

Bu eser, uzmanlar tarafından kaleme alınan makalelerden oluşmakta ve bölgenin enerji potansiyelini, çevresel etkileri, sürdürülebilirlik açısından değerlendirmeleri ve geleceğe yönelik önerileri içermektedir. Kitap, mühendislik ve enerji alanındaki gelişmeleri akademik bir perspektifle sunarken, bölgenin sürdürülebilir kalkınması için stratejik bir rehber olmayı hedeflemektedir.

Diyarbakır ve çevresinin doğal kaynaklarından örnekler vererek, teknik detaylarla desteklenen bu kitap, akademisyenler, araştırmacılar, mühendisler ve enerji uzmanları için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır. Bölgedeki mühendislik ve enerji çalışmalarına ilgi duyan herkes için değerli bir referans olacaktır.

ISBN: 978-625-6506-94-7



9 786256 506947

DIYARBAKIR’IN
GELECEK
TASAVVURU

ŞEHİR VE KALKINMA
Diyarbakır’da Mühendislik, Enerji ve Sanayi

Editörler:
Ali Karakaş
Recep Çelik
Kasım Şimşek
Nesrin İlgin Beyazıt



ŞEHİR VE KALKINMA

Diyarbakır’da Mühendislik, Enerji ve Sanayi

EDITÖRLER: Ali Karakaş - Recep Çelik
Kasım Şimşek - Nesrin İlgin Beyazıt



e
ensar

ŞEHİR VE KALKINMA

Diyarbakır'da Mühendislik, Enerji ve Sanayi

Editörler

Ali Karakaş

Recep Çelik

Kasım Şimşek

Nesrin İlgin Beyazıt



ENSAR NEŞRİYAT TİC. A.Ş.

© Eserin her türlü basım hakkı anlaşmalı olarak Ensar Neşriyat'a aittir.

ISBN: 978-625-6506-94-7

Sertifika No: 50201

Kitabın Adı

Diyarbakır'ın Gelecek Tasavvuru

Şehir ve Kalkınma

Diyarbakır'da Mühendislik, Enerji ve Sanayi

Editörler

Ali KARAKAŞ

Recep ÇELİK

Kasım ŞİMŞEK

Nesrin İLGİN BEYAZIT

Yayın Yönetmeni

Hüseyin KADER

Adem SAYDAN

Kapak

Halil YILMAZ

Baskı-Cilt

ÇINAR MAT. ve YAY. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

100. Yıl Mahallesi Matbaacılar Caddesi

Ata Han No:34 / 5 Bağcılar - İSTANBUL

Tel: 0212 628 96 00 - Faks: 0212 430 83 35

Sertifika No: 45103

1. Basım

Temmuz 2024

İletişim

Ensar Neşriyat Tic. A.Ş.

Düğmeciler Mah. Karasüleyman Tekke Sok. No: 7 Eyüpsultan / İstanbul

Tel: (0212) 491 19 03 - 04 Faks: (0212) 438 42 04

www.ensarnesriyat.com.tr siparis@ensarnesriyat.com.tr

DİYARBAKIR ERGANİ, ÇERMİK VE ÇÜNGÜŞ İLÇELERİ YÖRESİNDE YÜZEYLENEN FIRAT FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ AGREGA OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ	267
<i>Heybet DANIŞ - M. Şefik İMAMOĞLU - Orhan KAVAK</i>	
DİYARBAKIR LİCE VE HAZRO İLÇELERİ YÖRESİNDE YÜZEYLENEN HOYA FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ AGREGA ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ	283
<i>Heybet DANIŞ - M. Şefik İMAMOĞLU - Orhan KAVAK</i>	
DİYARBAKIR KARACADAĞ VOLKANİK BAZALTININ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA KULLANILMASI VE BAZALTTAN ARINDIRILAN TOPRAKLARIN TARIMA GERİ KAZANDIRILMASI	299
<i>M. Hayrullah AKYILDIZ - M. Enes TÜRK</i>	
ÖN ISITMALI HAVALI GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ İLE SERA TİPİ KURUTUCUNUN PERFORMANSI	309
<i>Nergiz ÜLKER - Hüsamettin BULUT</i>	

ÖN ISITMALI HAVALI GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜ İLE SERA TİPİ KURUTUCUNUN PERFORMANSI

Nergiz ÜLKER*
Hüsamettin BULUT**

GİRİŞ

Sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için tüketilen gıdaların kalitesi önem arz etmektedir. Dünyadaki hızlı nüfus artışına bağlı olarak gıdaların tedarik sürecinde sıkıntı yaşanmaktadır. Bu duruma yönelik çevre dostu bir çözüm olarak pek çok araştırmacı sürdürülebilir gıda üretim sistemlerinin kullanılmasını önermektedir. Gıda ihtiyacındaki arz-talep ilişkisinin dengesiz olduğu durumlarda gıdaların muhafaza edilmesi anlık sorunlar için pratik bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumu sağlayabilmek için fosil yakıtlar veya güneş enerjisi gibi temiz enerji kaynağı kullanılmaktadır.¹

Güneş enerjisi çevre kirliliği ve enerji tasarrufu sorunlarının çözümünde kilit bir rol oynamaktadır. Geçmişten günümüze kadar insanlar gıdaları muhafaza etmek ve kurutabilmek amacıyla güneş enerjisinden faydalanmaktadır. Güneş enerjisinin önemli uygulamalarından biri olan güneş enerjili kurutucuların temel prensibi gıdalara sıcak hava temin ederek nemin buharlaştırılmasıdır.²

Güneş enerjisi ile kurutma geleneksel yöntemlere göre daha temizdir ve yer açısından daha verimlidirler. Ayrıca enerji ve zamandan tasarruf sağlayarak hem süreci daha verimli hale getirmekte hem de çevre dostu bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistemler ile sektöre daha sağlıklı ve yüksek kaliteye sahip gıdalar küçük veya büyük ölçekli sağlanabilmektedir.³

* Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa, Türkiye, nergizulker@harran.edu.tr

** Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa-Türkiye, hbulut@harran.edu.tr

1 A. A. Abueluor, M. T. Amin, M. A. Abuelnour, and O. Younis, "A comprehensive review of solar dryers incorporated with phase change materials for enhanced drying efficiency," *Journal of Energy Storage*, vol. 72, p. 108425, 2023.

2 Abueluor; Amin; Abuelnour, and Younis, "A comprehensive review of solar dryers incorporated with phase change materials for enhanced drying efficiency,"; A. Tiwari, "A review on solar drying of agricultural produce," *Journal of Food Processing & Technology*, vol. 7, no. 9, pp. 1-12, 2016.

3 A. Sharma, C. Chen, and N. V. Lan, "Solar-energy drying systems: A review," *Renewable and sustainable*

Güneş enerjili kurutucular kontrollü kurutucu sistemler ve açık kurutucu sistemler olarak 2 ye ayrılmaktadır. Kontrollü kurutucular hava akışının düzenlendiği bir kurutma ortamı sunmaktadır.⁴ Güneş enerjili kurutucularda hava, doğal ve zorlanmış taşınım ile sistemde dolaştırılmaktadır. Gıda mahsulleri kurutma sisteminde sıcak hava akışının termosifon etkisi ile doğal sirkülasyonla sirküle edilmesiyle ısıtılmaktadır. Mahsullerin nemi baca aracılığı ile atmosfere verilmektedir.

Güneş enerjili kurutucular mahale gerekli miktarda ısı vererek mahsul içine hapsedilmiş olan nemin buhar basıncını artırır ve kurutma havasının bağıl nemini azaltır. Böylece havanın nem taşıma kapasitesi artırılarak kurutmanın gerçekleştirilmesi sağlanır.⁵ Ortam havasının ısıtılmasıyla buhar basıncı düşmektedir. Bu da havanın su emme kabiliyetini arttırmaktadır. Böylece mahsuller nemden arındırılarak kurutulabilmektedir. Fosil yakıtların yakılması ile elde edilen ısıyı kullanmak yerine güneş enerjisinden faydalanmak, kurutma için gerekli olan büyük miktarda ısıнын yenilenebilir bir kaynaktan ücretsiz bir şekilde temin edilmesini sağlamaktadır. Geleneksel yöntem olan açık güneşte kurutma düşük maliyetli ve uygulanabilirlik açısından kolay olmasına karşın verimsiz sıcak kontrolüne sebep olmaktadır. Ayrıca hijyenik olmamakla birlikte gıda kalitesini de düşürebilmektedir. Bu nedenle kontrollü kurutucu sistemler ön plana çıkmaktadır.⁶

Havali güneş kolektörleri mahal ısıtmasında ihtiyaç duyulan sıcak hava temininde yaygın olarak kullanılan pratik bir cihazdır. Hava bir fan vasıtasıyla kolektöre verilir ve kolektörden geçen hava ısınarak mahale aktarılır.⁷

Sera etkisi nedeniyle kurutucu içindeki sıcaklık yükselir. Güneş enerjili kurutucular ürünün toz böcek vb. kirlenmesini önleyerek kaliteyi garanti eder. Sebze, meyve ve etlerin termal enerji ile kurutulması, daha uzun saklama süreleri ve daha kolay taşıma (nem içeriğini azaltarak) sağlar. Doğru şekilde yapılırsa kurutma, gıdanın besin değerinin korunmasına ve gıdadaki zararlı patojenlerin/bakterilerin büyümesinin azaltılmasına da yardımcı olabilir. Kurutma, enerji yoğun bir işlemdir ve kurutma hızı, ürünün türü (nem içeriği), ürünün şekli ve boyutu (her bir parçanın kalınlığı), kurutma rafına nasıl yayıldığı gibi bir dizi faktöre bağlıdır. deneyin (her

energy reviews, vol. 13, no. 6-7, pp. 1185-1210, 2009.

- 4 A. B. Lingayat, V. Chandramohan, V. Raju, and V. Meda, "A review on indirect type solar dryers for agricultural crops—Dryer setup, its performance, energy storage and important highlights," *Applied Energy*, vol. 258, p. 114005, 2020.
- 5 Tiwari, A review on solar drying of agricultural produce.
- 6 H. Mehling, "Use of phase change materials for food applications—State of the art in 2022," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 5, p. 3354, 2023.
- 7 Tiwari, A review on solar drying of agricultural produce; H. Bulut, H. Boloğur, N. İ. Beyazıt, Y. Demirtaş, and Y. İşiker, "Design and Experimental Analysis of A Solar Hybrid Type Drying System," in *International Advanced Researches & Engineering Congress, Osmaniye*, 2017, pp. 16-18.

kurutma katmanının kalınlığı nedir) ve kurutma işlemi sırasında ne sıklıkla döndürülürler. Optimum kurutma için, kurutma yolunun aşırı kalabalık olmaması ve ürünün eşit şekilde kuruması için düzenli olarak döndürülmesi önemlidir.⁸

Bala vd., düz plakalı bir kollektör ile bir güneş modülü ile çalıştırılan iki DC fan kullanarak bir sistem kurmuştur. Sıcak hava temini için birbirine seri bağlanmış bir güneş tüneli oluşturularak kabinlerdeki mahsullerin kurutulması sağlanmıştır. Her bir kurutucuya yaklaşık 120 kg ananas konularak 8 kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak güneşte kurutmaya kıyasla kurutma sürelerinde önemli ölçüde azalma sağlanmış ve kaliteli ürünler elde edilmiştir.⁹

Eltawil vd., PV ve düz plakalı güneş kollektörü kullanılarak hibrit bir taşınabilir kurutma sistemi geliştirmiş ve nanaların kurutulma performansı incelenmiştir. Sonuç olarak %9,38 PV verimliliği, %30,71 kurutucu verimliliği elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen kurutulmuş nanelerin açık güneşte kurutulanlara göre doğal rengi korunmuştur. Daha yüksek kalitede ürün elde edilmiştir.¹⁰

Kaewkiew ve Janjai, büyük ölçekli sera tipi güneş enerjili kurutucunun biber kurutmadaki performansını araştırmıştır. Doğal güneşte kurutulmasında ihtiyaç duyulan 5 gün, kurulan bu sistem ile 3 güne düşürülmüştür. Ayrıca elde edilen mahsullerin kalitesinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.¹¹

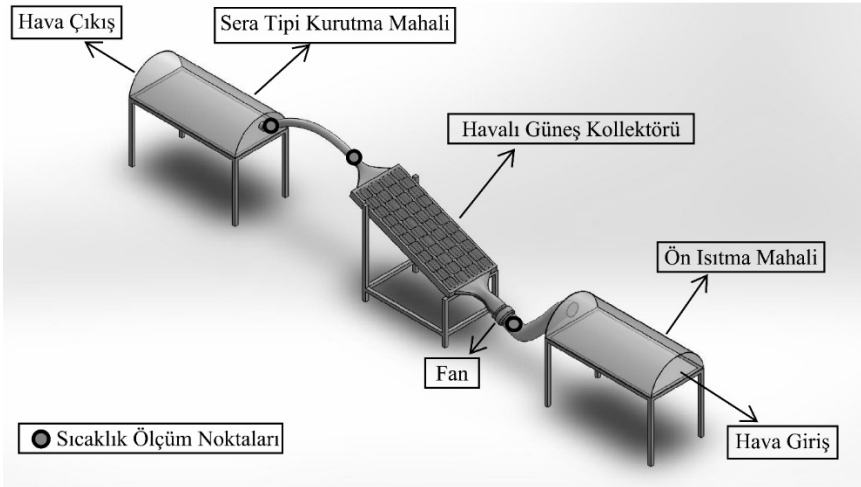
Amer vd., hibrit güneş enerjili kurutucu tasarlamış ve muzun kurutulmasındaki performansını incelemiştir. Yaklaşık 30 kg muz diliminin başlangıçta %82 olan nem içeriğini 8 saatte %18'e düşürmüştür. Ayrıca ürünün rengi ve aromasıyla güneşte kurutulan ürünlerden daha iyi olduğu ortaya konmuştur.¹²

Materyal ve Yöntem

Şanlıurfa ilinde Harran Üniversitesinde kurulan güneş enerjili kurutucuda nane, armut ve muz gıdalarının kurutulması araştırılmıştır. Kurutucu tüm deney süreci boyunca ağaç veya binaların gölgesinde uzakta, yükseltilmiş bir platform üzerine yerleştirilmiştir. Sistem 2 adet sera, havalı güneş kollektörü ve elektrikli

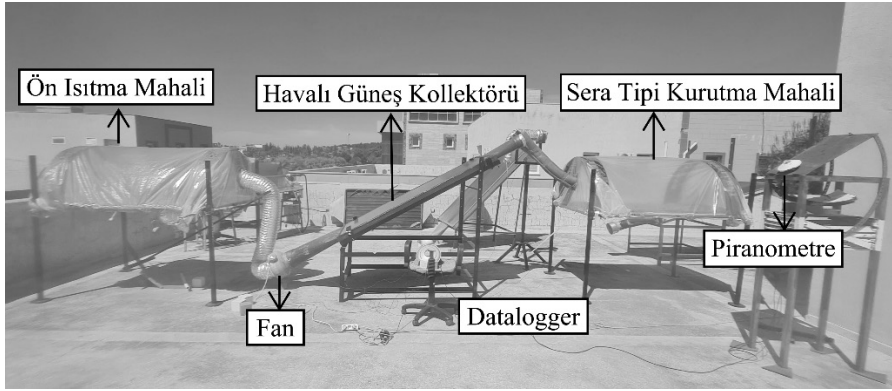
- 8 M. G. Green and D. Schwarz, "Solar drying technology for food preservation," *GTZ publication Eschborn, Germany*, 2001.
- 9 B. Bala, M. Mondol, B. Biswas, B. D. Chowdury, and S. Janjai, "Solar drying of pineapple using solar tunnel drier," *Renewable Energy*, vol. 28, no. 2, pp. 183-190, 2003.
- 10 M. A. Eltawil, M. M. Azam, and A. O. Alghannam, "Energy analysis of hybrid solar tunnel dryer with PV system and solar collector for drying mint (*Mentha Viridis*)," *Journal of cleaner production*, vol. 181, pp. 352-364, 2018.
- 11 J. Kaewkiew, S. Nabnean, and S. Janjai, "Experimental investigation of the performance of a large-scale greenhouse type solar dryer for drying chilli in Thailand," *Procedia Engineering*, vol. 32, pp. 433-439, 2012.
- 12 B. Amer, M. Hossain, and K. Gottschalk, "Design and performance evaluation of a new hybrid solar dryer for banana," *Energy conversion and management*, vol. 51, no. 4, pp. 813-820, 2010.

fandan oluşmaktadır. Kollektörde, gelen ışınmı absorbe edebilmesi için mat siyah boyalı galvanizli sac kullanılmıştır. Metal galvanizli sacın üzerine 5 mm kalınlığında cam kaplama yerleştirilerek üst kayıplar en aza indirilmiş olup, yan ve arka izolasyon olarak iki paralel galvanizli sac arasına sıkıştırılmış cam yünü izolasyon tabakası kullanılmıştır. Seralar kollektör giriş ve çıkışına hava kanalları aracılığıyla bağlanmıştır. Girişteki sera ön ısıtma görevini görürken çıkıştaki sera kurutma kabini olarak kullanılmıştır. Kurutma tepsisi mahsulleri tutmak için dört tarafı ahşap bir çerçeveden oluşan ve alt kısmında bir tel ağdan yapılarak dört bölmeye ayrılmıştır. Deney düzeneğinin şematik görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sistemin Şematik Görüntüsü

Kollektör giriş/çıkış hava sıcaklıkları, dış hava sıcaklığı ve kurutma kabini içerisindeki hava sıcaklıkları serada açılan kanallara konulan T tipi termokupllar ile ölçülmüştür. Kurutma havasının hızı anemometre ile ölçülmüştür. Kollektör yüzeyine gelen güneş ışınmı ise piranometre ile ölçülmüştür. Tüm değerler dataloggerda kaydedilmiştir. Ayrıca kurutma işlemi sonrasında mahsullerde meydana gelen kütle değişimini belirleyebilmek amacıyla hassas terazi kullanılmıştır. Şekil 2'de kurulmuş olan kurutma sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2. Kurutma Sistemi

Bulgular ve Tartışma

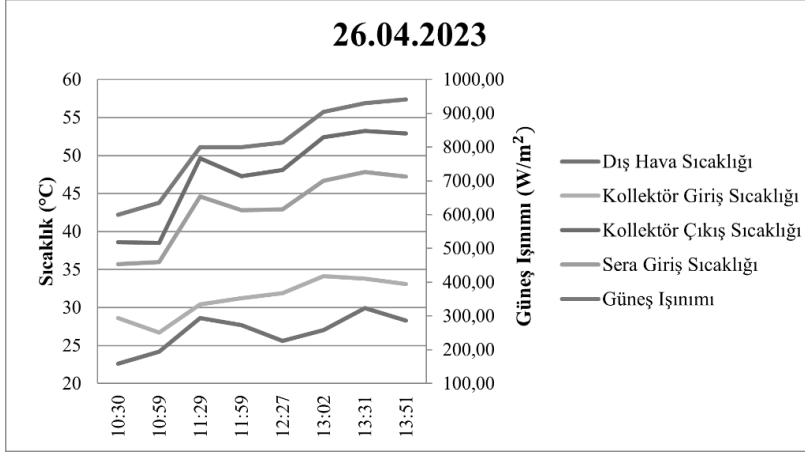
Kurutucunun performansını değerlendirebilmek için bahar sezonunda ölçümler alınmıştır. Şanlıurfa ili için güneşlenme süresi uzun olduğundan dolayı bahar ayından itibaren verimli ölçümler alınabilmektedir. Bahar aylarında hava sıcaklıklarında meydana gelen ani düşüşler sebebiyle mahsullerin kurutulması için yeterli sıcaklığın sağlanamamasının önüne geçebilmek için sera etkisi yaratılarak dış hava sıcaklığı ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Yapılan bu deneyde hava hızı 5 m/s hızda kollektöre verilmiştir.

Farklı tarihlerde 3 gıda ile 3 adet deney yapılmıştır. Deney sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Nanelerin kurutulduğu Deney 1 ve Deney 2’de ortalama kurutma süresinin 1 saat 40 dk ve toplam kütle kaybının yaklaşık %90 olduğu belirlenmiştir. Deney 3’te ise muz ve armut meyveleri aynı anda kurutma kabine konularak kurutulmuştur. Sonuç olarak aynı süre sonunda armut ve muz gıdalarında sırasıyla %73,9 ve %63 oranında kütle kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum meyvelerin su ve nem içeriğinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Gıdaların Kurutma Sonuçları

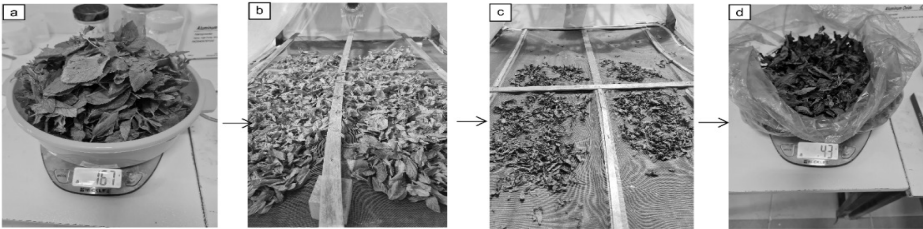
Tarih	26.04.2023 (Deney 1)	27.04.2023 (Deney 2)	18.05.2023 (Deney 3)	18.05.2023 (Deney 3)
Mahsul	Nane	Nane	Armut	Muz
İlk Kütle (gr)	480	547	993	367
Son Kütle (gr)	43	64	259	136
Kütle Kaybı (%)	91	88,4	73,9	63
Kurutma Süresi (dk)	100	105	110	110
Ortalama Dış Hava Sıcaklığı (°C)	26,6	27,2	31,8	31,8
Ortalama Kurutma Kabini Sıcaklığı (°C)	42,7	46	40	40

Deney 1'e ait sıcaklık ve ısıtım şiddetinin zamana bağlı değişimleri Şekil 3'te verilmiştir. Sera etkisiyle yapılan ön ısıtma sonucunda dış havaya göre kollektöre giren havanın sıcaklığında yaklaşık 5°C'lik ek bir artış sağlanmıştır. Saat 11:30 itibarıyla artan ısıtım şiddetine bağlı olarak kollektör çıkış sıcaklığında da artış meydana gelmiştir. Böylece kurutma kabine de yüksek sıcaklıkta hava sağlanmıştır.



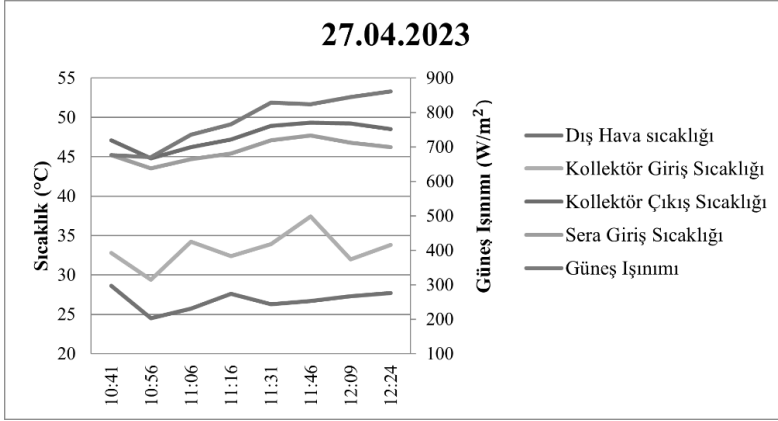
Şekil 3. Deney 1'e ait sıcaklık-zaman grafiği

Deneyde 90 dakika sonunda mahsuller yeniden tartılmıştır. İlk tartı sonucunda nane ağırlığının 91 grama düşerek %81 oranında ağırlık kaybettiği ve çok az nem içerdiği gözlenmiştir. Bu doğrultuda 10 dakika daha ürünler tekrar kabine konulmuş ve yeniden tartılmıştır. Böylece kalan nemin de buharlaşmasıyla nanelerin tümünün kuruduğu gözlemlenmiştir. Toplanan nanelerin son ağırlık ölçümüyle %52 oranında ağırlık kaybederek 43 gr'a düştüğü belirlenmiştir. Böylece toplam 100 dk sonunda %91 oranında ağırlık kaybı sağlanarak nanelerin tümü kurutulmuştur. Kurutma süreci Şekil 4'te gösterilmiştir.



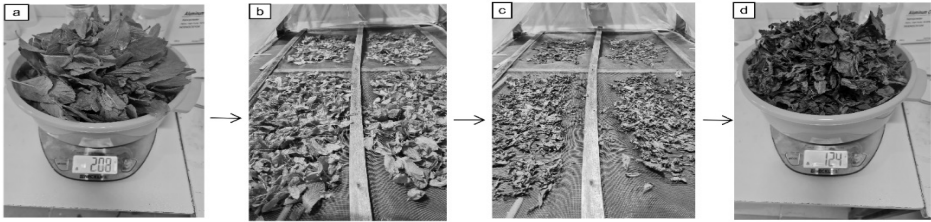
Şekil 4. Deney 1'e ait kurutma süreci: a-b)Taze nane, c-d) Kurutulmuş nane

Deney 2'ye ait sıcaklıkların ve ışınlam şiddetinin zamana bağlı değişimleri Şekil 5'te verilmiştir. Ön ısıtma sonucunda yaklaşık dış havaya göre kollektöre giren havanın sıcaklığında yaklaşık 6°C'lik ek bir artış sağlanmıştır.



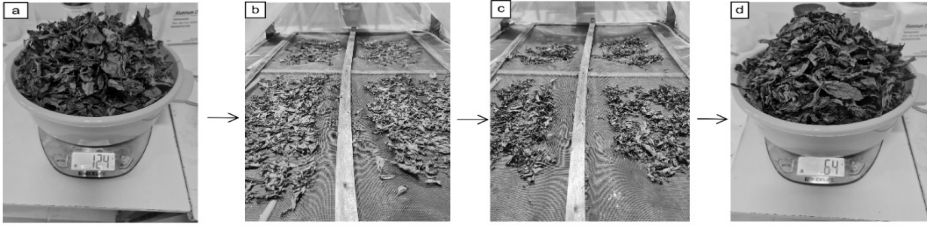
Şekil 5. Deney 2'ye ait sıcaklık-zaman grafiği

Deneyde 70 dakika sonunda mahsuller yeniden tartılmıştır. İlk tartı sonucunda nane ağırlığının 124 grama düşerek %77,3 oranında ağırlık kaybettiği ve nemli olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 6'da ilk durum gösterilmiştir.



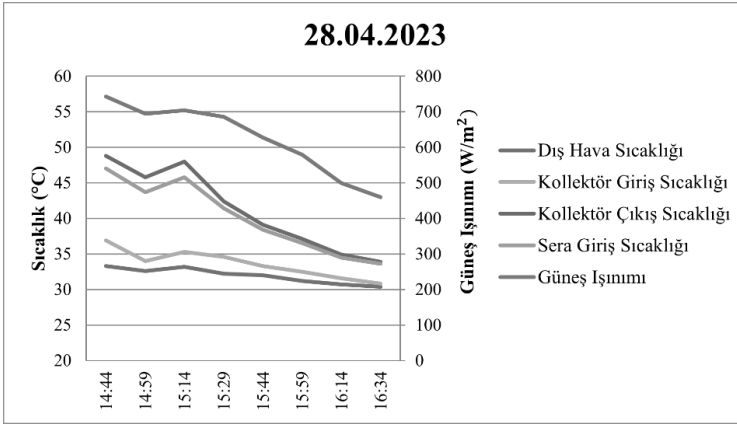
Şekil 6. Deney 2'ye ait ilk aşama: a-b)Taze nane, c-d) Yarı kuru nane

İkinci kurutma süreci 35 dakika sürmüş ve yeniden tartılmıştır. Böylece kalan nemin de buharlaşmasıyla nanelerin tümünün kuruduğu gözlemlenmiştir. Toplanan nanelerin son ağırlık ölçümüyle %48,3 oranında ağırlık kaybederek 64 gr'a düştüğü belirlenmiştir. Böylece toplam 105 dk sonunda %88,4 oranında ağırlık kaybı sağlanarak nanelerin tümü kurutulmuştur. İkinci aşama Şekil 7'de gösterilmiştir.



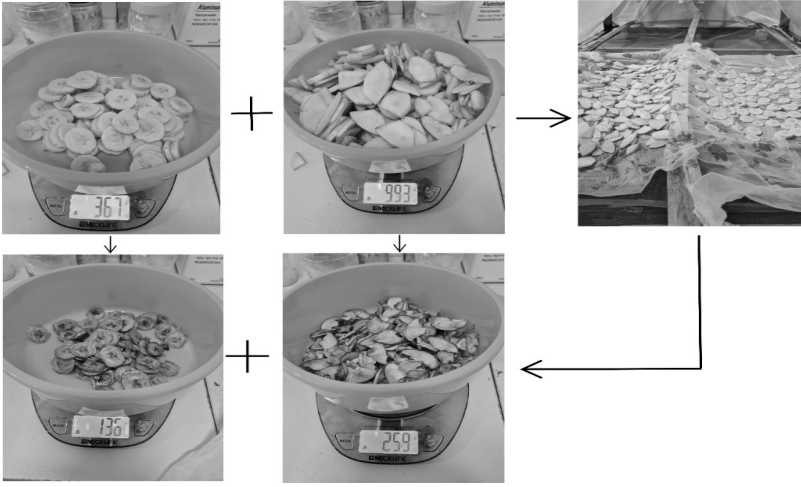
Şekil 7. Deney 2'ye ait ikinci aşama: a-b) Yarı kuru nane, c-d) Kuru nane

Deney 3'e ait sıcaklıkların ve ısıtım şiddetinin zamana bağlı değişimleri Şekil 8'de verilmiştir. Ön ısıtma sonucunda yaklaşık dış havaya göre kollektöre giren havanın sıcaklığında yaklaşık 2°C'lik ek bir artış sağlanmıştır. Deney öğleden sonra saat 14:45'te yapıldığından dolayı ısıtım şiddetinin düşük olmasına bağlı olarak beklenenden daha düşük sıcaklık değerleri elde edilmiştir.



Şekil 8. Deney 3'e ait sıcaklık-zaman grafiği

Deneyde 110 dakika sonunda armutun ağırlığında %73.9 oranında kayıp olmuş ve 259 grama düşmüştür. Muzun ağırlığında ise %63 oranında kayıp meydana gelmiş ve 136 grama düşmüştür. Fakat armut ve muzun su ve nem içeriği naneye göre daha fazla olduğundan dolayı ağırlık kaybı olmasına rağmen ürünler tam olarak kurumamıştır. Öğleden sonra düşük ısıtım şiddetinden dolayı istenen yüksek sıcaklık tam olarak sağlanamadığından dolayı tam kurutma sağlanamamıştır. Süreç Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Deney 3'e ait kurutma süreci

SONUÇ

Genellikle düz plakalı güneş kollektörleri düşük ve orta sıcaklıklarda sıcak hava üretmektedir. Ayrıca tarım ürünlerinin kurutulması için uygun bulunmaktadır. Dolayısıyla güneş kollektörleri güneş enerjili kurutucular için temel bileşenlerden olmaktadır. Bu kapsamda güneşlenme süresi açısından verimli bir iklime sahip olan Şanlıurfa ili için kanatçıklı bir havalı güneş kollektörü ile seradan oluşan güneş enerjili kurutucu sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sistemin kurutma performansını inceleyebilmek için nane, armut ve muz kurutulmuştur.

Yapılan deneyler sonucunda kollektör çıkış sıcaklığının gelen güneş ışıını ile orantılı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca kollektör yüzeyine ışıının dik geldiği öğle vakitlerinde sıcaklık artışının maksimum olduğu belirlenmiştir. Öğleden sonra düşen ışıının şiddetine bağlı olarak sıcaklıklarda da düşüş meydana gelmiştir. Sisteme ek bir sıcaklık artışı sağlayabilmek için ilave edilen ön ısıtıcıda meydana gelen sera etkisi vasıtasıyla dış hava sıcaklığı 5-6°C artırılarak daha sıcak bir havanın kollektöre girişi sağlanmıştır.

Sonuçlarda tüm ürünler için açık güneşte kurutmaya göre daha kısa sürelerde kurutmanın sağlandığı ortaya konmuştur. Ürünlerin nem içeriğine göre kurutma süresi ve ağırlık kaybı farklı oranlarda değişmiştir. Fakat genel olarak 100 dakika sonunda ürünlerin ağırlıkları %70 oranında azalmıştır. Ayrıca açık güneşte kurutmaya göre daha temiz ve kaliteli ürünler kurulan bu sistem vasıtasıyla sağlanmıştır.

KAYNAKÇA

- A. A. Abueluor, M. T. Amin, M. A. Abuelnour, and O. Younis, "A comprehensive review of solar dryers incorporated with phase change materials for enhanced drying efficiency," *Journal of Energy Storage*, vol. 72, p. 108425, 2023.
- A. Tiwari, "A review on solar drying of agricultural produce," *Journal of Food Processing & Technology*, vol. 7, no. 9, pp. 1-12, 2016.
- A. Sharma, C. Chen, and N. V. Lan, "Solar-energy drying systems: A review," *Renewable and sustainable energy reviews*, vol. 13, no. 6-7, pp. 1185-1210, 2009.
- A. B. Lingayat, V. Chandramohan, V. Raju, and V. Meda, "A review on indirect type solar dryers for agricultural crops—Dryer setup, its performance, energy storage and important highlights," *Applied Energy*, vol. 258, p. 114005, 2020.
- H. Mehling, "Use of phase change materials for food applications—State of the art in 2022," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 5, p. 3354, 2023.
- H. Bulut, H. Boloğur, N. İ. Beyazıt, Y. Demirtaş, and Y. İşiker, "Design and Experimental Analysis of A Solar Hybrid Type Drying System," in *International Advanced Researches & Engineering Congress, Osmaniye*, 2017, pp. 16-18.
- M. G. Green and D. Schwarz, "Solar drying technology for food preservation," *GTZ publication Eschborn, Germany*, 2001.
- B. Bala, M. Mondol, B. Biswas, B. D. Chowdury, and S. Janjai, "Solar drying of pineapple using solar tunnel drier," *Renewable Energy*, vol. 28, no. 2, pp. 183-190, 2003.
- M. A. Eltawil, M. M. Azam, and A. O. Alghannam, "Energy analysis of hybrid solar tunnel dryer with PV system and solar collector for drying mint (*Mentha Viridis*)," *Journal of cleaner production*, vol. 181, pp. 352-364, 2018.
- J. Kaewkiew, S. Nabnean, and S. Janjai, "Experimental investigation of the performance of a large-scale greenhouse type solar dryer for drying chilli in Thailand," *Procedia Engineering*, vol. 32, pp. 433-439, 2012.
- B. Amer, M. Hossain, and K. Gottschalk, "Design and performance evaluation of a new hybrid solar dryer for banana," *Energy conversion and management*, vol. 51, no. 4, pp. 813-820, 2010.