



**ÜZÜM POSASI KURUTMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE DENEYSEL
ANALİZİ**

Tuğçe TUNÇTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2021

TUĞÇE TUNÇTÜRK tarafından hazırlanan “ÜZÜM POSASI KURUTMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE DENEYSEL ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

.....

Başkan:

.....

Üye:

.....

Üye:

.....

Tez Savunma Tarihi: 29/01/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Cevriye GENCER
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

.....
Tuğçe TUNÇTÜRK
29/01/2021

ÜZÜM POSASI KURUTMA SİSTEMİNİN TASARIMI VE DENEYSEL ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğçe TUNÇTÜRK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2021

ÖZET

Üzüm tarımsal faaliyet sonucu elde edilen bir besin maddesi olup meyve suyu, pekmez ve şarap üretim tesislerinde preslenerek suyunun sıkılıp, üzüm suyu üretildikten sonra posanın atılması şeklinde yaygın olarak tüketilmektedir. Atık üzüm posası içerisinde barındırdığı antioksidanlar, fenolik bileşikler, protein ve yağlar ile ilaç, kozmetik ve yem sanayilerinde kullanılabilecek kaynak teşkil etmektedir. Posanın hem raf ömrünün uzatılması hem de kabuk ve çekirdek kısımlarının ayrıştırılması amacıyla kurutulması gerekmektedir. Atık bir ürünün ekonomiye kazandırılmasında çevreci, ekonomik ve enerji verimli sistemler kullanılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, havalı güneş kolektörlü kurutma sistemi tasarımı yapılarak üzüm posası kurutma deneyleri yapılmıştır. Güneş enerjisinden maksimum verim elde edebilmek amacıyla güneş kolektörü emici plakasına kanatçıklar eklenmiştir. Deneysel çalışmalar 1,5; 2 ve 2,5 m/s kurutma kabinine giriş hava hızlarıyla gerçekleştirilmiştir. Üzüm posasının başlangıçta yaş baza göre nem içeriği %55 olarak belirlenmiş ve deneyler sonucunda %5'e kadar indirilmiştir. Üzüm posası havalı güneş kolektöründe 1,5 m/s hava hızında 200 dakikada, 2 m/s hava hızında 220 dakikada ve 2,5 m/s hava hızında ise 400 dakikada kurutulmuştur. Elde edilen sonuçlarla 1,5; 2 ve 2,5 m/s hava hızlarına göre sırasıyla havalı güneş kolektörün ortalama termal enerji verimleri sırasıyla %42, %51, %47 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma ile üzüm posasının tasarlanan güneş enerjili kurutma sistemi ile başarılı bir şekilde kurutulabildiği görülmüştür.

Bilim Kodu : 92802

Anahtar Kelimeler : Güneş enerjisi, Havalı güneş kolektörü, Kurutma, Üzüm posası

Sayfa Adedi : 49

Danışman : Prof. Dr. Mustafa AKTAŞ

DESIGN AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF GRAPE POMACE DRYING SYSTEM

(M. Sc. Thesis)

Tuğçe TUNÇTÜRK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2021

ABSTRACT

Grape is a substance obtained as a result of agricultural activity and is commonly consumed in the form of pulp by pressing it in fruit juice, molasses and wine production facilities. The waste grape pomace is a resource that can be used in pharmaceutical, cosmetic and feed industries with the antioxidants, phenolic compounds, proteins and oils it contains. It is appropriate to dry the grape pomace in order to extend its shelf life and to separate the skin and seed parts. It is important to use environmentally friendly, economical and energy efficient systems in bringing a waste product to the economy. In this study, drying experiments were carried out by designing a drying system with air solar collector. Fins were added to the solar collector absorber plate in order to obtain maximum efficiency from the system. Experimental studies were conducted with 1,5; 2 and 2,5 m/s inlet air velocities to the drying chamber. Moisture content of the grape pomace has initially been determined to be %55 relative to the wet base and was reduced to %5 at the end of the experiments. Grape pomace was dried in the solar air collector at 1,5 m/s air velocity for 200 minutes, 2 m/s air velocity for 220 minutes and 2,5 m/s air velocity for 400 minutes with this design. According to the results, the average thermal energy efficiencies of the solar air collector have been calculated as %42, %51, %47 in the air velocities of 1,5; 2 and 2,5 m/s, respectively. With this study, it has been seen that grape pulp can be dried successfully with the designed solar drying system.

Science Code : 92802

Key Words : Solar energy, Solar air collector, Drying, Grape pomace

Page Number : 49

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa AKTAŞ

TEŞEKKÜR

Lisans öğrenimimden başlayarak yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam boyunca bilgi birikimi, tecrübeleri ve değerli görüşleriyle beni yönlendiren, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mustafa AKTAŞ'a, değerli bölüm hocalarıma, yaptığım deneyler boyunca beni yalnız bırakmayan, tez çalışması süresince bilgisine başvurduğum sayın Arş. Gör. Meltem KOŞAN'a, üzüm posasının temini ile çalışmalarına katkılarından dolayı Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'ne ve sayın Levent TAŞERİ'ye teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Hayatım boyunca olduğu gibi tez çalışmam süresince beni destekleyen, bana inanan annem Şerife TUNÇTÜRK, babam Eyup TUNÇTÜRK ve ağabeyim Mustafa TUNÇTÜRK'e, tez çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen, sabırla beni çalışmaya teşvik eden arkadaşlarıma ve bu süreçte iş yükümü göğüsleyen çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
3. GÜNEŞ ENERJİSİ	9
3.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi	10
3.2. Ankara'da Güneş Enerjisi	12
4. KURUTMA TEKNİKLERİ VE KURUTUCU ÇEŞİTLERİ	15
4.1. Kurutma Teknikleri	15
4.2. Kurutucu Çeşitleri	16
4.3. Kurutucu Seçimi	20
4.3.1. Güneş enerjili kurutucu seçimi	21
5. KURUTMA TEORİSİ	23
6. ÜZÜM VE ÜZÜM POSASI	25
7. KURUTUCU TASARIMI	29
8. DENEYLERİN YAPILIŞI	33

Sayfa

9. BULGULAR	35
10. SONUÇ VE TARTIŞMA	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	49

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.1. FAO Türkiye ve Dünya'daki üzüm tarımı	25
Çizelge 6.2. TÜİK Türkiye'de üzüm kullanım alanları	25
Çizelge 7.1. Kurutma sistemi parçalarının özellikleri	31
Çizelge 8.1. Ölçüm ekipmanlarının özellikleri	33
Çizelge 9.1. Deney sonuçları	35

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Türkiye global radyasyon değerleri (kWh/m^2 -gün)	11
Şekil 3.2. Türkiye güneşlenme süreleri (saat)	11
Şekil 3.3. Ankara global radyasyon değerleri (kWh/m^2 -gün)	13
Şekil 3.4. Ankara ili güneşlenme süreleri (saat)	13
Şekil 4.1. Paralel akış tünel kurutucu	16
Şekil 4.2. Zıt akış tünel kurutucu	16
Şekil 4.3. Döner kurutucu	17
Şekil 4.4. Akışkan yataklı kurutucu	18
Şekil 4.5. Güneş enerjili kurutucu çeşitleri	19
Şekil 4.6. Güneş enerjili kurutucu	19
Şekil 7.1. Sistem tasarımı	29
Şekil 9.1. 1. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı	36
Şekil 9.2. 2. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı	36
Şekil 9.3. 3. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı	37
Şekil 9.4. Nem içeriğinin zamana bağlı değişimi	37
Şekil 9.5. Ayrılabilir nem oranının zamana bağlı değişimi	38
Şekil 9.6. Kurutma hızı ve nem içeriğinin değişimi	39
Şekil 9.7. 1. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi	39
Şekil 9.8. 2. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi	40
Şekil 9.9. 3. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi	41

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 7.1. Deney sistemi görüntüsü	30
Resim 9.1. Yaş üzüm posası	41
Resim 9.2. Kuru üzüm posası	42

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Dünya'daki Güneş enerjisi potansiyeli dağılımı	9
Harita 3.2. Türkiye Güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)	10
Harita 3.3. Ankara ili Güneş enerjisi potansiyel atlası	12

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

$\dot{m}_{gh}$	Kurutucu giriş hava debisi, [kg/h]
$\dot{m}_{\dot{c}h}$	Kurutucu çıkış hava debisi, [kg/h]
$\dot{m}_{su}$	Suyun kütleli debisi, [kg/h]
Q_{gk}	Güneş kolektöründen elde edilen enerji, [Wh]
W_f	Fanın tükettiği enerji, [Wh]
V_{gh}	Kurutucu giriş havası hacmi, [m ³]
ρ_{gh}	Kurutucu giriş havası yoğunluğu, [kg/m ³]
c_{gh}	Kurutucu giriş havası özgül ısı, [kJ/kg. K]
T_{gh}	Kurutucu giriş havası sıcaklığı, [°C]
$T_{\dot{c}h}$	Kurutucu çıkış havası sıcaklığı, [°C]
P	Açık hava basıncı, [Pa]
V	Havanın hacmi, [m ³]
R	İdeal gaz sabiti, [kJ/kg. K]
A_{gk}	Kolektör yüzey alanı, [m ²]
dt	Zaman değişimi, [dk]
I	Güneş ışıması, [W/m ²]
L	Suyun buharlaşma gizli ısı, [kJ/kg]
$\dot{Q}_{güç}$	Sistemde birim zamanda harcanan enerji, [W]
DE	Kurutma verimi, [%]
DR	Kurutma hızı, [g su/g kuru madde.zaman]
MC	Nem içeriği
MC_{YA}	Yaz baza göre nem içeriği, [g su/g yaş madde]
MC_{KA}	Kuru baza göre nem içeriği, [g su/g kuru madde]
$MC_{KA(t)}$	t anındaki nem içeriği, [g su/g kuru madde]
$MC_{KA(0)}$	Başlangıç nem içeriği, [g su/g kuru madde]

Kısaltmalar**Açıklamalar**

M_{t+dt}	t+dt anındaki nem içeriği
MC_e	Denge nem içeriği, [g su/g kuru madde]
MER	Nem alma hızı, [kg su/h]
MR	Ayrılabilir nem oranı, [%]
SEC	Özgöl enerji tüketimi, [kJ/kg su]
SMER	Özgöl nem çekme oranı, [kg/kWh]
AB	Avrupa Birliği
BM	Birleşmiş Milletler
COP_{gk}	Güneş kolektörü performans katsayısı
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ITK	Isıtma tesir katsayısı
ITK_{ip}	Isı pompası ısıtma tesir katsayısı
ITK_{sis}	Sistemin ısıtma tesir katsayısı
MFA	Ministry of Foreign Affairs
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

Enerji, insanlığın başlangıcından beri önem arz etmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç artmış, enerji kaynakları için savaşlar verilmiştir. Sanayileşme, nüfusun artması, insanların yaşam kalitelerinin artması; enerjiye duyulan ihtiyacın artmasının en önemli sebeplerindendir. Uğruna savaşlar verilen, ekonominin en önemli unsurları arasında yer alan enerji, dolayısıyla ülke politikalarının en önemli başlıkları arasında yer almıştır. Bu doğrultuda ülkeler enerji arz talep dengeleri oluşturabilmek, enerjinin devamlılığını sağlayabilmek adına kısa, orta ve uzun vadeli enerji politikaları benimsemişlerdir.

Dünya enerji piyasasındaki önemli paylardan birine sahip olan Avrupa Birliği (AB), 1973 ve 1979 yıllarında yaşanan petrol krizinden sonra AB enerji tüketimin azaltılması, öz kaynaklarla enerji üretilip ihtiyaçların karşılanması, ithalatın azaltılarak dışa bağımlılığın minimize edilmesi şeklinde bir politika belirlemiştir. AB üye ülkelerinin uyguladığı bu politikanın yanı sıra üyelik sürecindeki ülkelerin de bu politikalara uyumları, süreçte önemli yer tutmuştur (Yorkan, 2009). Türkiye de AB üyelik süreciyle birlikte AB enerji politikalarıyla paralel politikalar benimsemiştir.

Ülkemizde 1981 yılında Başbakanlık talimatı ile “Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu”nun kurulmasıyla birlikte enerji verimliliği süreci başlamıştır. 2 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Enerji Verimliliği Kanunu” ve sonrasında hazırlanan yönetmeliklerle devam ederken enerji sarfiyatının önlenmesi düşünülmüştür (Yorkan, 2009; Şevik, 2012).

Sürdürülebilirlik, ilk olarak Birleşmiş Milletler bünyesi altında çalışmakta olan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987 tarihli “Ortak Geleceğimiz” raporunda yer alan bir kavram olarak doğmuştur. Raporda sürdürülebilirliğin tanımı insanlığın, doğanın gelecek nesillerin gereksinimlerine yanıt verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçları sağlayabilmesi olarak yapılmıştır (Yeni, 2014). Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için enerjinin yenilenebilir olması, sıfır atık anlayışıyla üretim ve tüketimin her aşamasında geri dönüşümün benimsenmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Sürdürülebilirliği sağlayabilmek için günlük yaşantımızda ısınma, temizlik, aydınlanma ve

beslenme gibi alışkanlıklarımızı değiştirmemiz gerekirken; en büyük ayağını endüstriyel tesisler ve enerji üretimi oluşturmaktadır.

Konvensiyonel (geleneksel) enerji kaynakları; kömür, petrol ve doğalgaz yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Sanayileşmedeki ve nüfustaki hızlı artış, enerjiye ihtiyaçı her geçen gün artırmaktadır. Artan enerji ihtiyacına karşılık konvensiyonel enerji kaynakları kısıtlı kalmakta, aynı zamanda rezervlerinin tükenme tehlikesiyle birlikte maliyetleri artırmaktadır. Geleneksel kaynakların kullanımı karbon ve çeşitli gazların salınımıyla insanın dünya üzerindeki karbon ayak izinin büyümesine, atmosfer ve yerküre üzerinde tamiri mümkün olmayacak tahribatlara neden olmaktadır. Konvensiyonel kaynakların çevreye verdiği bu tahribatlar, sürdürülebilir olmamaları ve maliyetlerindeki artışlar düşünüldüğünde; ülkeler yeni enerji kaynakları arayışlarına ve sahip olunan enerjinin verimli kullanılması yönündeki çalışmalara yönelmişlerdir.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullandıkça tükenmeyen enerji kaynağıdır. Güneş, rüzgar, hidrojen, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjileri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hava kirliliğine yol amadığı veya konvensiyonel kaynaklarla kıyaslandıkında bu oranın çok düşük olduğu görülmektedir. Yenilenebilir olması, sürdürülebilir olmasını ve arz güvenliğini sağlamaktadır. Sağlamış olduğu avantajlar göz önünde bulundurulduğunda ülkelerin yatırımlarını yenilenebilir enerji üzerine yapmalarının nedeni anlaşılabilmektedir.

Türkiye'de de ekonomik büyüme ve nüfus artışına başlı olarak enerjiye ihtiyaç artış göstermiştir. Enerjide dışa bağlılığın azaltılması, evre kirliliği sorunları ve iklim değişikliği sorunlarıyla mücadele edebilmek, yerli kaynak kullanımını ön planda tutabilmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir (Ministry of Foreign Affairs [MFA]).

Sürdürülebilirliği sağlamak doğadaki tüm kaynakların verimli kullanılmasıyla mümkündür. Konvensiyonel kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının yanı sıra atık enerjiden yararlanılabilmesi, endüstriyel atıklarının yeniden işlenerek kullanıma sunulabilmesi bu sayede eldeki kaynaklardan maksimum fayda sağlanabilmesi, israfın önlenmesi, hava ve su kirliliğinin en aza indirgenebilmesi gelecek nesillere yaşanabilir güvenli bir dünya bırakılmasını sağlayabilecektir.

Bu tez çalışmasında, endüstriyel tesis atığı olan üzüm posasının ekonomiye kazandırılması amaçlanmıştır. Posanın gıda özellikleri ve kuruma kinetikleri araştırılarak, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanıldığı kurutma sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin coğrafi konumu düşünüldüğünde en verimli enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi kullanılmıştır. Yürütülen çalışmada hem kaynakların verimli kullanılarak atık malzemelerin yeniden ekonomiye kazandırılabilmesi hem de yenilenebilir enerjiyle sürdürülebilirliğe katkı sağlanması hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Gıdaların doğal yöntemlerle kurutulması işlemi eski dönemlerden beri yapılmakta olup günümüzde endüstriyel uygulamalar ile kurutma işlemleri ön plana çıkmıştır. Her bir gıdanın kurutulması için gereken kurutma yöntemi, sistemi, sıcaklık ve hava hızı değişiklik göstermektedir. Kurutma, güneş enerjisi ile kurutma ve üzüm posası kurutulması ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır.

Yamankaradeniz vd. (2012) ısı pompalı kurutma sistemlerinde by-pass oranının kurutma performansına etkisini incelemek amacıyla kapalı sistem ısı pompası destekli kurutucu tasarımı yapmışlardır. Fan kademesi ortalama 1,52 m/s ve 2,3 m/s hava hızlarında ayarlanarak 1050 ve 1590 m³/h iki farklı debi değerinde; farklı by-pass oranlarında deneyler yapmışlardır. By-pass oranı yarıdan fazla olması halinde ısıtma tesir katsayısı ve özgül nem çekme oranlarının azaldığını görmüşler ve sistemdeki hava debisinin artırılmasının fanın enerji tüketimini artırdığından sistemin performansının düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Kocabıyık vd. (2012) infrared kurutucuda domates kurutmuş ve kurutma parametrelerini incelemişlerdir. Orta ve kısa dalga boylu infrared ısı kaynağı ile 5 farklı radyasyon değerinde ve 3 farklı hava hızı ile deneyler yaparak infrared kurutmanın domates kurutma için uygun bir yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar; infrared yoğunluğunun artması kuruma süresini kısaltmakta, hava hızının artması kuruma süresini uzatmaktadır. Kısa dalga boylu ve orta dalga ısı kaynağıyla yapılan deneme sonuçlarında giriş havasının ısıtılması kuruma süresinin kısalmasına neden olmuş, sabit bir giriş havası sıcaklığında ve hava hızında infrared radyasyonun artmasıyla kuruma süresi kısalmıştır. Giriş havasının ısıtılması, kuruma süresinin yaklaşık %20 oranında kısalmasına neden olmuştur.

Brushlyanova vd. (2013) ısı pompalı sistem ile farklı meyvelerin kurutma kinetiklerini incelemişlerdir. Elma, yaban mersini, ahududu, aronya ve vişne posalarını kurutmuşlar ve ahududu dışındaki posaların kuruma süresinin sabit kaldığı ve düştüğü görülmüştür. Kuruma sürelerindeki farklılıkların nedeni hem yapılarının farklı olmasından hem de meyvelerin nem içeriklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Doğan (1999) ısı borulu güneş kolektörü ile kurutma gerçekleştirmiş; doğal kurutmaya göre kurutma süresinin kısaldığı ve ürünler güneşe direk maruz kalmadığından güneş radyasyonu sonucunda ürünlerin üzerinden oluşan lekelerin oluşmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Yazıcı ve Daş (2018) tasarladıkları güneş enerjisi destekli kurutma sistemi ve doğal kurutma yöntemi ile elma kurutmuşlardır. Yapay sinir ağı kullanarak güneş enerjisi destekli kurutma sisteminde konvektif ısı transfer katsayısı için model oluşturmuşlardır. Kurutma kinetiklerini karşılaştırdıklarında güneş enerjisi destekli sistem ile kurutma süresinin daha kısa ve kurutmanın daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Atalay (2010) 3 farklı yöntemle yarım ve çeyrek dilimlere bölünmüş domatesleri kurutmuş ve kurutma zamanı, ürün geometrisi, enerji tüketimleri, fiziksel görünimleri gibi parametreleri incelemiştir. Deneyleri 0,5; 1 ve 2 m/s hava hızlarında yapmıştır. Doğal kurutmaya ve güneş enerjisi destekli kurutmaya kıyasla ısı pompalı sistemin kurutma süresi sırasıyla %50 ve %30 daha iyi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nem alma oranının en yüksek değeri dörtte bir olarak dilimlenmiş domateslerde, en düşük değeri dörtte bir olarak dilimlenmiş doğal yolla kurutulan domateslerde elde edilirken; özgül nem alma oranının en yüksek değeri dörtte bir dilimlenmiş domateslerin güneş enerjili sistemle, en düşük değeri yarım olarak dilimlenmiş ısı pompalı kurutucuda kurutulmasında elde edilmiştir.

Şevik (2011) hem mahal ısıtması hem de kurutma işlemi yapabilmek amacıyla güneş enerjisi ve ısı pompası ile birlikte bir sistem tasarlamıştır. Sistemde PLC ve Scada kullanarak verileri kaydetmiştir. Tasarlamış olduğu sistemde 4 mm kalınlığında dilimlenmiş mantarları güneş enerjili sistem, ısı pompalı sistem ve güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemiyle farklı hava hızları ve sıcaklıklarda kurutmuştur. En verimli sistemin güneş destekli ısı pompası kullanılan durum olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Mutlu ve Ergüneş (2008) güneş enerjili raflı tip kurutucu ve güneşte doğal kurutma yöntemiyle Yüksel çeşidi domates kurutmuştur. Güneş enerjili sistemde kurutma odasına raflar belirli aralıklarla üst üste yerleştirilmiştir. Güneş kolektörüyle ısınan hava kurutma odasına girdiği için ilk sıradaki domateslerin kuruma hızının son raftaki kuruma süresinin daha kısa olduğu ve doğal kurutmaya kıyaslandığında güneş enerjili raflı tip kurutucuda kısmen de olsa ortalama kurutma süresinin daha kısa olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yıldız ve Gökayaz (2019) raflı güneş enerjili sistemde, güneşte doğal kurutma ve gölgede doğal kurutma olmak üzere 3 farklı şekilde starking cinsi elma kurutmuştur. Güneş enerjili sistemle raflı kurutucuda kurutma odasına gelen havanın daha yüksek sıcaklıkta ve düşük nemde olmasından dolayı daha hızlı kuruma gerçekleşmiş yine aynı sistemde yapılan çalışmada en az renk kaybı gerçekleşmiştir.

Kumar vd (2010) havuç posasının ince bir tabaka halinde kurutulması işlemini sıcak hava kaynaklı konvektif bir kurutucuda gerçekleştirmişlerdir. 0,5; 0,7 ve 1,0 m/s hava hızlarında 60 ile 75 °C arasında 4 ayrı sıcaklıkta yaptıkları deneylerde elde ettikleri sonuçlar ile test modellerini kıyasladıklarında Midilli-Küçük test modelini önermişlerdir.

Rawal ve Masih (2014) elma posasını tepsili kurutucu ve güneşte doğal kurutma ile kurutarak elmanın kalite özelliklerini incelemişlerdir. Elma posasına farklı sıcaklıklarda hava (60, 70, 80°C) ile tepsili kurutma ve doğal kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Kurutma hızının sıcaklıkla orantılı olarak arttığını, güneşte doğal kurutmanın hava durumuna bağlı olarak zaman aldığı sonucuna ulaşmışlardır. Kurutulmuş elma çekirdeği tozunda lif, yağ ve protein değerlerini ölçmüşler ve 70°C sıcaklıkta tepsi kurutucuda en yüksek protein değerine ulaşılmıştır. 70°C üzeri sıcaklıklarda şeker ve protein oranının düştüğünü gözlemişlerdir. Düşük nem seviyelerine ulaşılabilirdi için 80°C de kurutmanın raf ömrünü arttırdığını, doğal kurutmanın nem oranı yüksek olduğu için raf ömrünü kısalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Uslu ve Dardeniz (2009) Çanakkale bölgesinde yetişen üzüm çeşitlerinin çekirdeklerinin bileşenlerini laboratuvar ortamında analiz etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda kullanılan üzüm çeşidine göre değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık palmitik asit %8,40-%6,51; oleik asit %16,10-%11,62; linoleik asit %77,59-%72,50; stearik asit %3,86-%3,07; linolenik asit %0,46-%0,11 ve araşidik asit %0,68-%0,10 şeklinde yağ asidi içeriklerini saptamışlardır. Üzüm çeşitlerine göre doymamışlık oranları %88,10 ile %90,12 arasında değişirken yemeklik yağ olarak kullanılabilir nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Clemente vd (2014) sıcaklık, hava hızı ve ultrason uygulamasının üzüm çekirdeğinin kuruma kinetiklerini nasıl etkilediğini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Üzüm çekirdeğini 4 ayrı sıcaklık değerinde (40, 50, 60 ve 70°C) , 4 ayrı hava hızında (1; 1,5; 2 ve 3 m/s) kurutma deneyleri yaparak kurutma kinetiğini incelemişlerdir. Ultrason uygulamalı

ve uygulamasız olarak deneyler yapılarak ultrason uygulamasının etkileri ortaya konulmak istenmiş ancak üzüm çekirdeğinin sert yapıya sahip olmasından dolayı ultrason uygulamasının etkili olmadığı görülmüştür.

Gıdık (2020), Kalecik Karası üzümün çekirdeklerini ayırarak laboratuvar ortamında kurutarak öğütmüş ve ekstraksiyon ile içerisindeki yağ asitlerini belirlemiştir. %5,91 oranında oleik asit, %0,91 oranında linoleik asit, %0,21 oranında linolenik ve %50,83 oranında da bütirik asit içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir.

Taşeri vd (2018) ısı pompalı kurutucu tasarımı yaparak üzüm posası kurutmuş; kurutma kinetiği ve kalite parametrelerini incelemiştir. Nem içeriği 2,57 gr su/ gr kuru madde'den 0,1 gr su/ gr kuru madde'ye kadar 45°C'de 1,5; 2,0 ve 2,5 m/s olmak üzere 3 farklı kurutma hava hızında yaptıkları deneylerde kurutma havası hızlarına bağlı sırasıyla 1040, 840 ve 720 dakika kuruma sürelerine ulaşmışlardır. Ayrıca ısı pompalı sistemin konvansiyonel sisteme oranla enerji tüketiminin %51 daha az olduğunu belirlemiştir.

Aktaş vd (2018) çift geçişli havalı güneş kolektöründe üzüm çekirdeğinin kurutulması ve kurutma kinetiklerinin incelenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. 0,01 g su/ g kuru nem seviyesine kadar hava koşullarına bağlı 100-250 dakika arası sürelerde ulaşmışlardır. Çift geçişli havalı güneş kolektörü ortalama termal verimini %79,77; 79,85; ve 69,46 kurutucu ortalama performans katsayısını 5,32; 5,13 ve 4,32 olarak belirlemiştir.

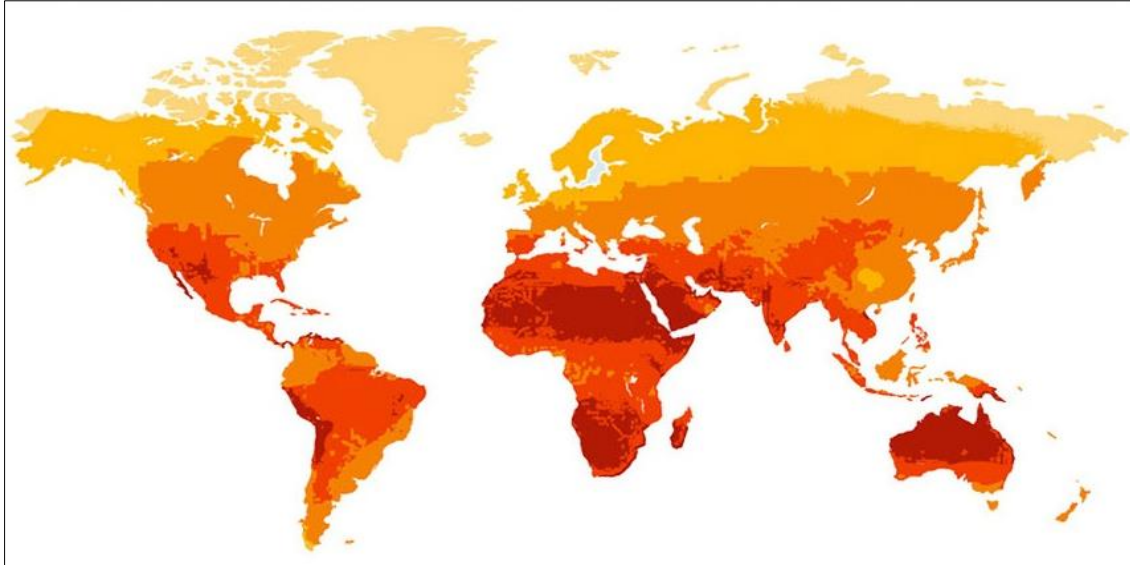
Goula vd (2016) üzüm posasının kurutulmasıyla ilgili çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında 30 cm x 19 cm plaka üzerinde 6 mm kalınlığında olacak şekilde 60-85°C arası sıcaklıklarda 5'er °C'lik sıcaklık farkları ile 6 sıcaklık değerinde ve 1.2 m/s hava hızında kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Yaş bazda ilk nem içeriği %81,7 olan posanın son nem içeriği %4,5 olana kadar kurutulmuştur. Numunelerin kurutma süreleri sıcaklığa bağlı olarak sırasıyla 1560, 1170, 950, 710, 420, 300 dakika olarak kaydetmişlerdir. Kurutma havası sıcaklığının artması kurutma süresini kısalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

3. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş, doğal enerji kaynağıdır. Çekirdeğinde gerçekleşen füzyon reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan enerjiyi yaymaktadır. Bütün enerji kaynaklarının temelini oluşturması nedeniyle Dünya için en önemli enerji kaynağıdır.

Dünya atmosferinin dışında Güneş ışıyım şiddeti sabit ve 1370 W/m^2 iken yeryüzünde bu değer 0 ila 1100 W/m^2 arasında değişim göstermektedir (Wikipedia, Güneş Enerjisi).

Harita 3.1 'de de görüldüğü üzere Türkiye ile birlikte Avrupa ülkeleri; Yunanistan, İtalya, İspanya, Ortadoğu ülkeleri; İsrail, Suriye, Mısır, Suudi Arabistan, İran, Uzakdoğu ülkeleri; Çin, Japonya, Meksika ve Avustralya yer aldığı coğrafi konum itibariyle yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir (Wikipedia, Güneş Enerjisi).



Harita 3.1. Dünya'daki Güneş enerjisi potansiyeli dağılımı

26 Ocak 2009 yılında Almanya'nın Bonn kentinde düzenlenen BM iklim konferansında Türkiye de bulunmuş ve sonunda imzalanan anlaşma ile Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) kurucu üyeleri arasında yer almıştır. (Ministry of Foreign Affairs [MFA]). Bu sayede Türkiye'de de yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır.

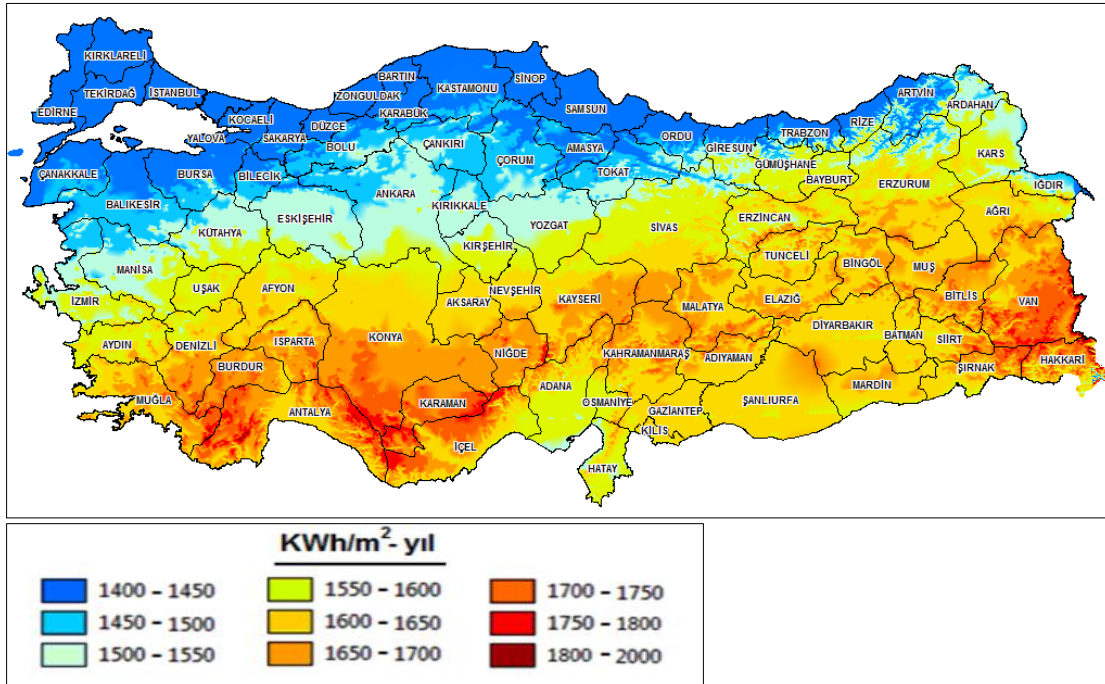
3.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerjinin önem kazanmasıyla birlikte ülkemizin coğrafi konumu göz önünde bulundurulduğunda sahip olduğu en önemli enerji potansiyellerinden biri olan güneş enerjisi ön plana çıkmıştır.

Türkiye'de Güneş enerjisinden yaygın olarak su ısıtmada yararlanılmaktadır. Özellikle Akdeniz ve Ege'de ev, iş yeri, otel, misafırhane gibi yerlerde kullanılan sıcak su güneş kolektörü yardımıyla güneş enerjisinde faydalanılarak elde edilmektedir. Güney illerimizde evlerin çatılarında güneş kolektörlerini görmek mümkündür.

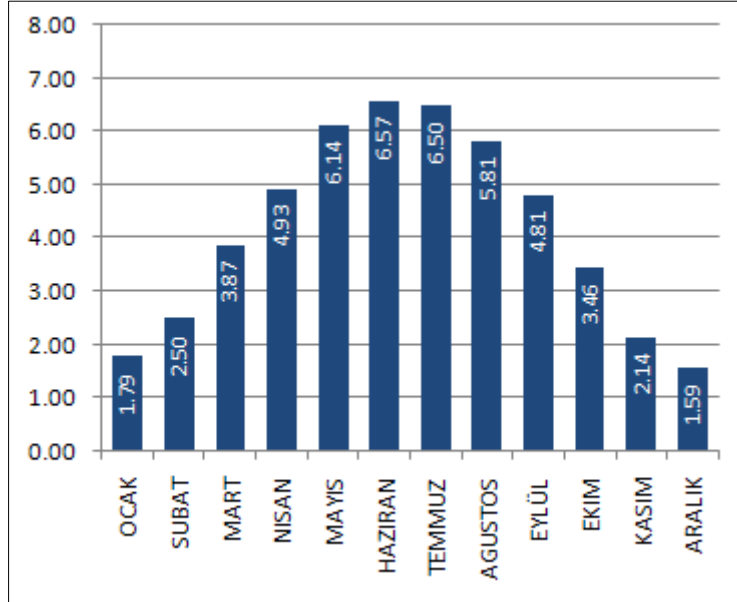
Güneş enerjisinin önem kazanmasıyla beraber ısıtmada kullanımının yanı sıra fotovoltaik ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi de ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu amaçla güneş tarlaları kurulması yaygınlaşmıştır.

Harita 3.2 ve Şekil 3.1'de Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi radyasyon değerleri ve güneşlenme süreleri yer almaktadır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü [YEGM]).



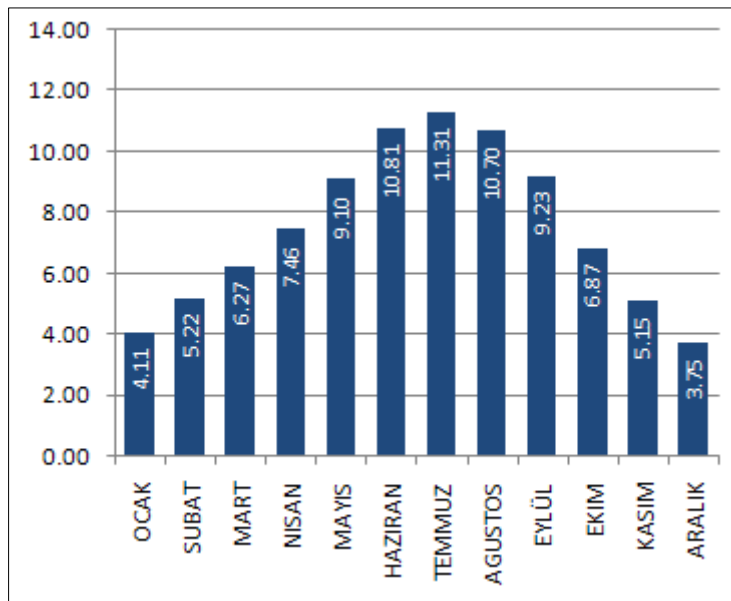
Harita 3.2. Türkiye Güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)

Türkiye'de radyasyon değerleri Şekil 3.1'de görüldüğü üzere 1,79-6,57 kWh/m² -gün arasında aylara göre değişiklik göstermektedir (YEGM).



Şekil 3.1. Türkiye global radyasyon değerleri (kWh/m² -gün)

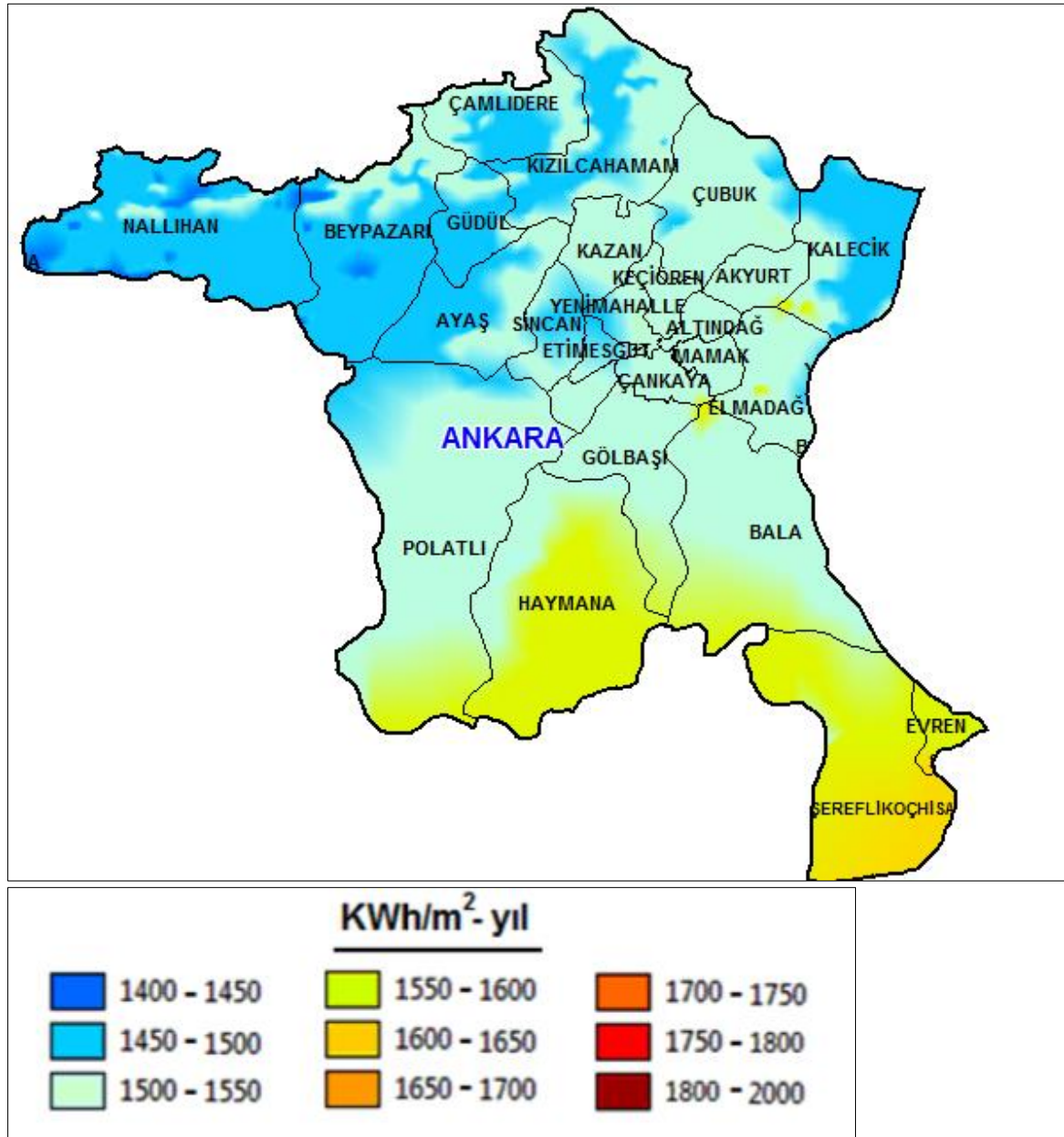
Bunun yanı sıra yıl içerisinde güneşlenme süreleri de özellikle yaz aylarında artış göstermekte olduğu Şekil 3.2'de görülmektedir (YEGM).



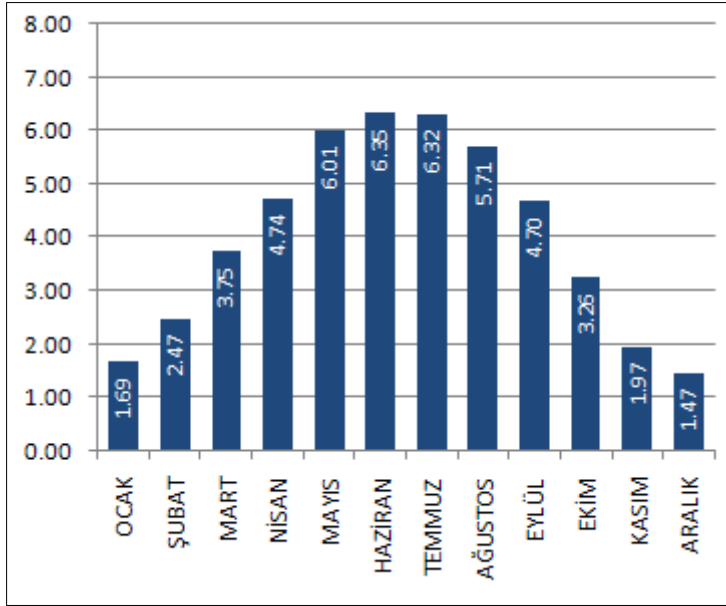
Şekil 3.2. Türkiye güneşlenme süreleri (saat)

3.2. Ankara'da Güneş Enerjisi

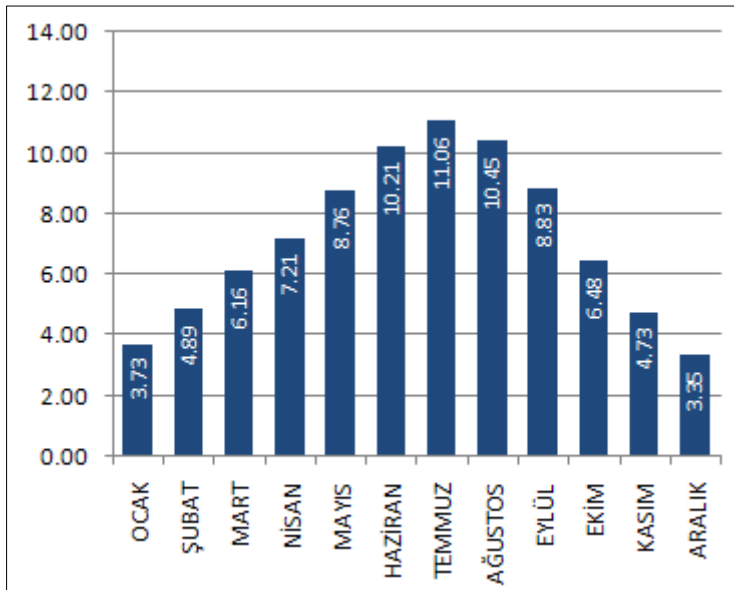
Ankara, Akdeniz ve Ege illerine kıyasla yıllık ortalama güneş radyasyonu potansiyeli oranları düşük olmasına rağmen özellikle yaz aylarında 11 saatleri bulan güneşlenme süreleri ile kendi enerjisinin bir kısmını sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te Ankara ilinin aylara göre güneşlenme süresi ve radyasyon değerleri görülmektedir.



Harita 3.3. Ankara ili Güneş enerjisi potansiyel atlası



Şekil 3.3. Ankara global radyasyon değerleri (kWh/m²-gün)



Şekil 3.4. Ankara ili güneşlenme süreleri (saat)

Yaz aylarına göre daha düşük radyasyon değerlerine sahip olmasına rağmen üzüm hasatının yapıldığı ekim ayı içerisinde Ankara ili şartlarında deneyler gerçekleştirilmiştir.

4. KURUTMA TEKNİKLERİ VE KURUTUCU ÇEŞİTLERİ

Kurutma, malzeme içerisindeki suyun malzemeden uzaklaştırılarak nemin istenilen düzeye indirilmesi işlemidir. Kurutma işlemi depolama ve taşıma kolaylığı, raf ömrünün uzaması gibi avantajlar sağlamaktadır. Yüzyıllardır kurutma işlemi insanlar tarafından gıdaların uzun süre muhafaza edilebilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Ceylan ve Doğan 2004). Kurutma işlemi için çeşitli sistemler ve yöntemler kullanılmaktadır ki sistem seçimlerinde ve yöntem belirlemelerinde en önemli kriter ürün fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olmasıdır.

4.1. Kurutma Teknikleri

İletimle kurutmada, ısıtılan yüzey malzeme ile temastadır. Kurutulacak olan malzemeye ısı, iletim yoluyla ısıtılan yüzeyden aktarılır. Bu yöntem ile homojen kuruma sağlanamaması dezavantajıdır (Günerhan 2005).

Morötesi radyasyonla kurutmada gerekli enerji elektromagnetik spektrumun morötesi radyasyonlarıyla sağlanır. Morötesi radyasyonun enerjisiyle kurutma işlemi gerçekleştirilir (Güngör ve Özbalt 1997).

Kızılötesi radyasyonla kurutma, kurutma için gerekli enerji kızılötesi ışınlarla sağlandığı yöntemdir. Kızılötesi radyasyonun yüzeye yakın noktalara temas edebilmesine bağlı olarak kurutulacak malzemenin ince tabaka şeklinde olması önemlidir (Günerhan 2005).

Dondurarak kurutma, nemi alınacak malzemenin dondurularak vakum odasında içerisindeki donmuş suyun çeşitli yöntemlerle ayrıştırılması işlemidir (Güngör ve Özbalt 1997).

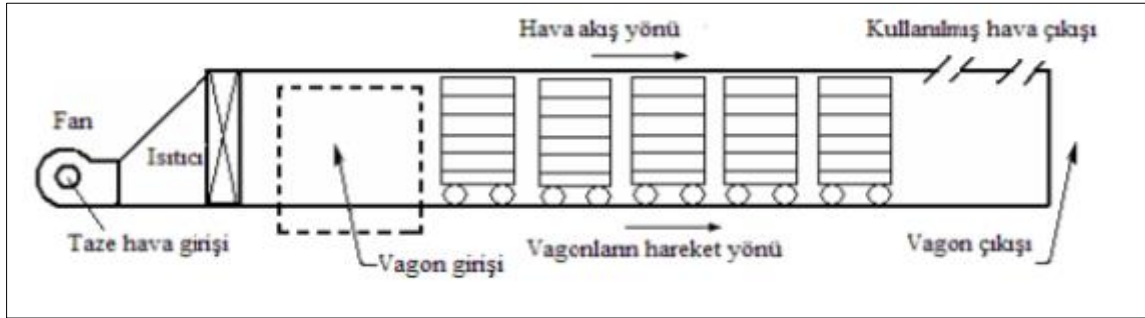
Taşınım ile kurutma işleminde ısı kaynağı olarak hava veya diğer gazlar kullanılmaktadır. Temelde ısı kaynakları farklılık gösterse bile kurutma işlemine kaynaklık eden ısınmış gazlardır (Günerhan 2005).

Püskürtmeli kurutma, kurutulmak istenilen çözelti, çok hızlı dönen ve merkezkaç kuvvetinin etkisiyle çözeltinin çok küçük parçacıklar halinde saçılmasını sağlayan disk ile püskürtülür. Çözelti damlacıkları, aynı veya zıt yönden gelen sıcak hava akımı ile kurur. Tozlar siklon ayırıcının iç çeperinden akarak toplama kabında biriktirilir. Çözeltilerin ve süspansiyonların kurutulmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Güngör ve Özbalta 1997).

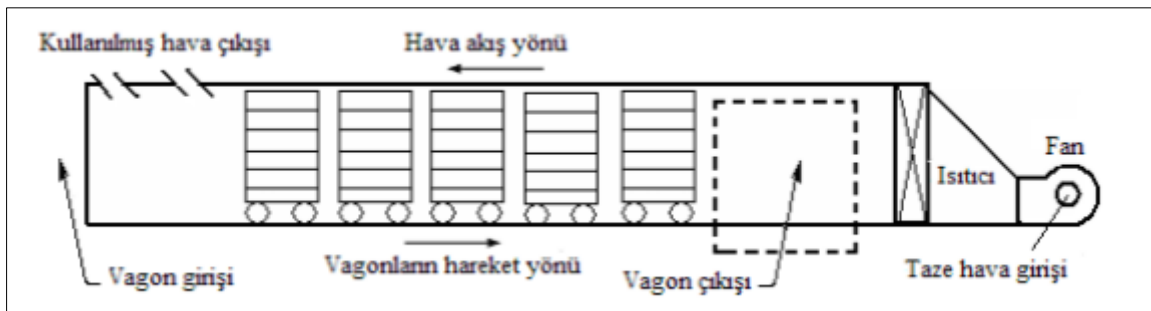
4.2. Kurutucu Çeşitleri

Tünel kurutucu

Yaş madde tepsiler üzerine yerleştirilerek, tepsilerin tünel şeklindeki kurutuculardan geçirilerek kurumasının sağlandığı sistemlerdir. Tepsiler hava akımına zıt veya paralel yönde ilerler. Şekil 4.1'de paralel akışlı kurutucu, Şekil 4.2'de zıt akışlı kurutucu görülmektedir. Tünel kurutucular kurutma işleminde çok miktardaki ürünlerin kurutulabilmesine olanak sağladığından endüstriyel kurutma için çok uygun bir yöntem olarak görülmektedir (Günerhan 2005).



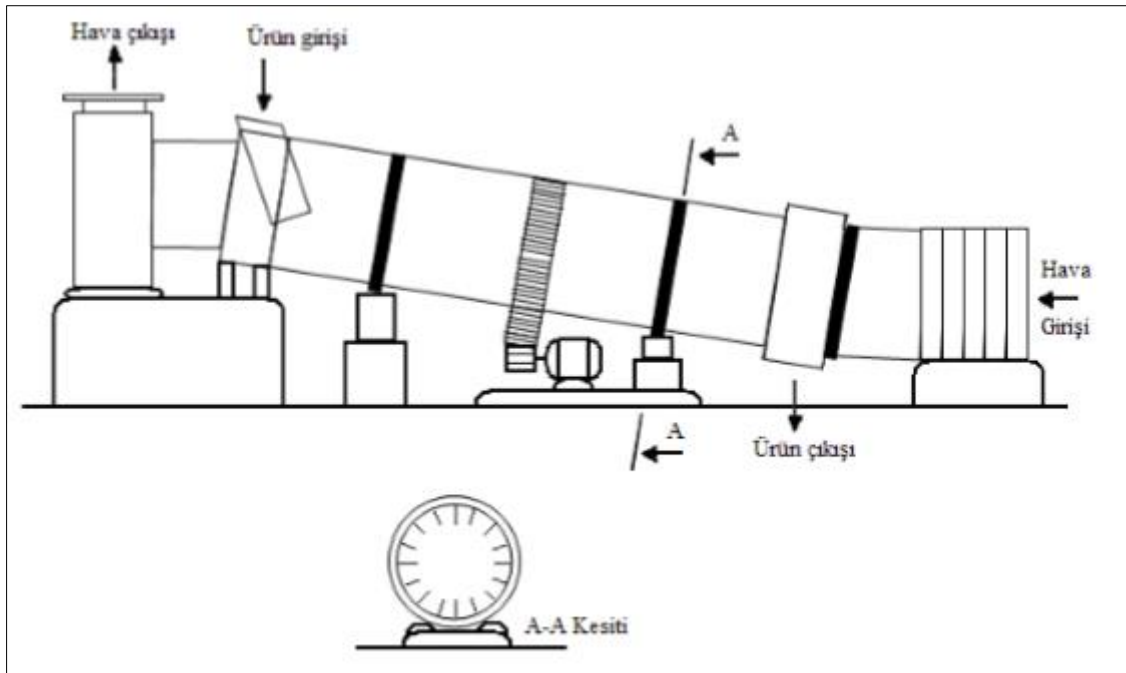
Şekil 4.1. Paralel akış tünel kurutucu



Şekil 4.2. Zıt akış tünel kurutucu

Döner kurutucu

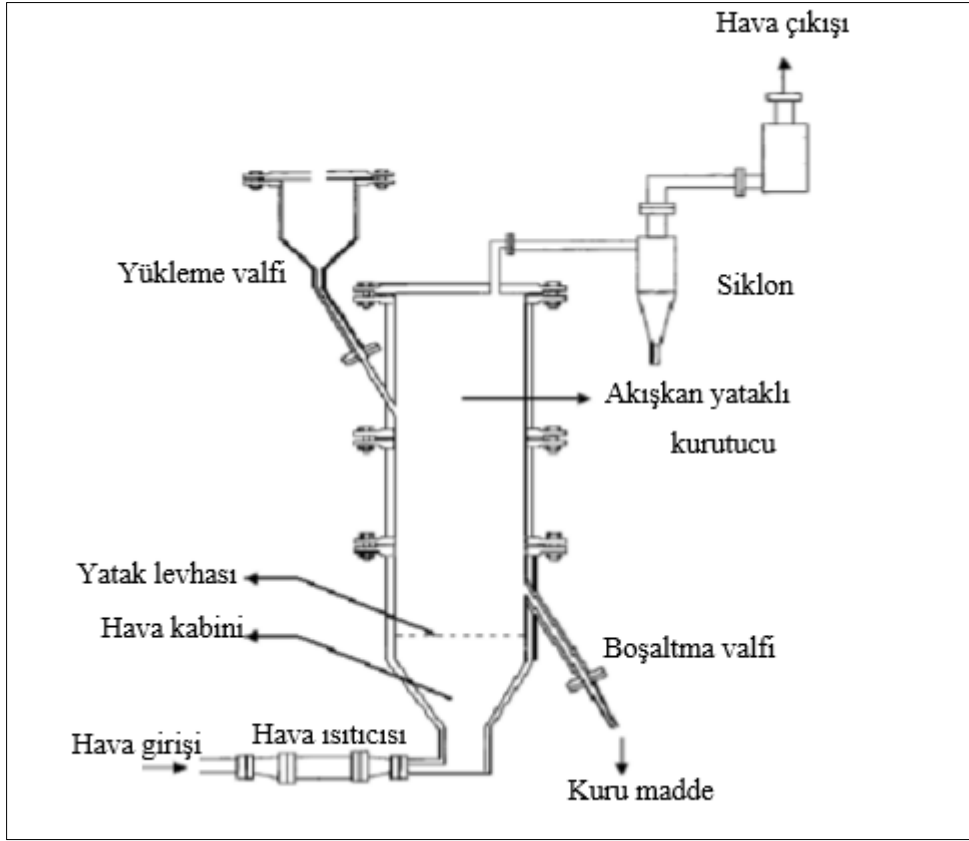
Yatay olarak rulmanlar üzerine silindirin yerleştirildiği sistemlerdir. Akışı sağlayabilmek için silindir eğimli olarak yerleştirilmektedir. Silindirin yukarı ucundan yaş malzeme beslemesi sürekli olarak yapılabilirken kurutma havası malzeme akışına ters yönde verilerek kurutma işlemi yapılmaktadır. Malzemenin silindir içerisindeki akışını eğim ve döndürme etkisi sağlamaktadır (Biçer vd 1999). Şekil 4.3'te döner kurutucu modeli görülmektedir.



Şekil 4.3. Döner kurutucu

Akışkan yataklı kurutucu

Kurutulmak istenilen yaş malzemenin altından sıcak hava verilerek ürüne akışkanlık kazandırılması prensibine dayanan bir kurutma yöntemidir. Ürünün akması ile homojen kurutma sağlanabilmektedir. Kurutulacak malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre kurutma hava sıcaklığı tayin edilirken tanecik boyutlarına uygun hava hızı belirlenmesi gerekmektedir. Genellikle ilaç, gıda ve kimya sektörlerinde tercih edilmektedir (Güngör ve Özbalta 1997, Günerhan 2005). Şekil 4.4'te akışkan yataklı kurutucunun yapısı görülmektedir.

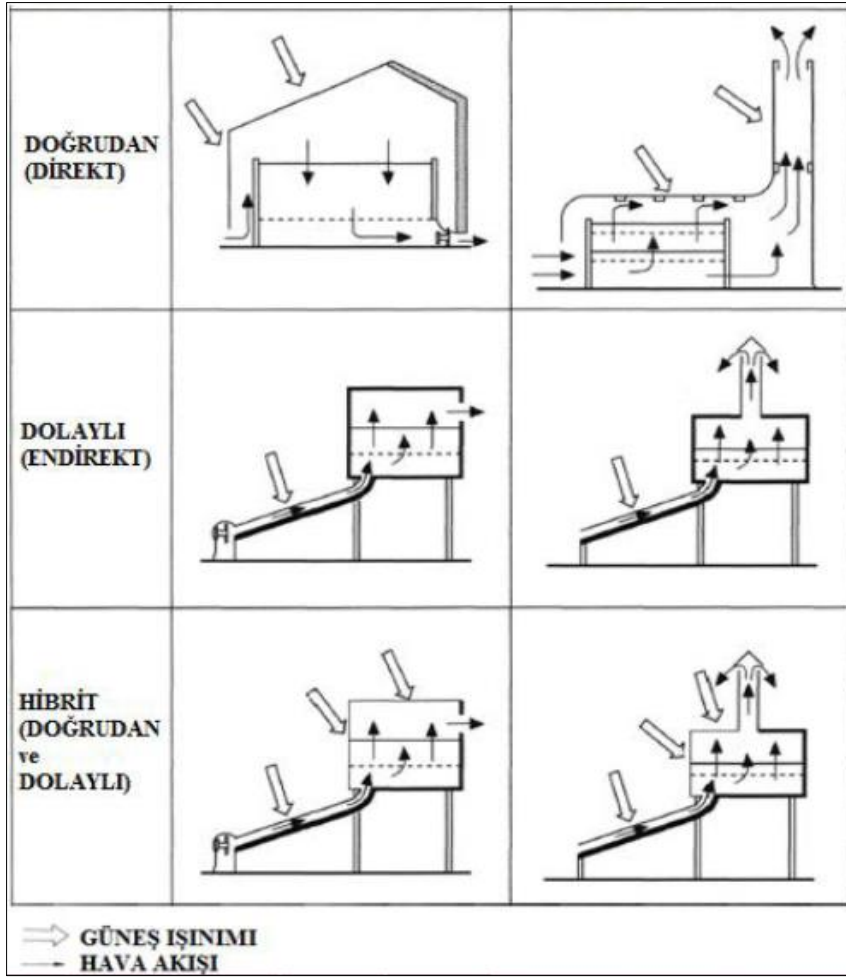


Şekil 4.4. Akışkan yataklı kurutucu

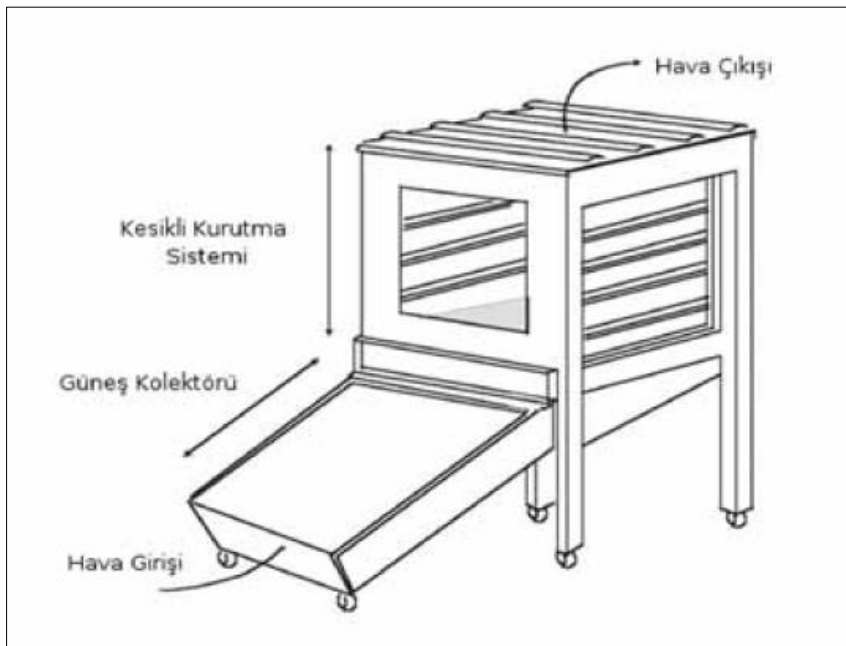
Güneş enerjili kurutucu

Güneş enerjisinin doğrudan veya dolaylı yollarla yaş maddenin kurutulmasında ısı kaynağı olarak kullanıldığı sistemlerdir. Pasif güneş enerjili sistemler geleneksel kurutma yöntemine benzerken, aktif güneş enerjili sistemlerde havanın sirkülasyonu fan yardımı ile sağlanmaktadır (Atalay 2010).

Pasif ve aktif güneş enerjili sistemler; doğrudan, dolaylı ve hibrit olmak üzere 3 kategoride sınıflandırılır (Ekechukwu ve Norton 1999). Bu sınıflandırma Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5. Güneş enerjili kurutucu çeşitleri



Şekil 4.6. Güneş enerjili kurutucu

4.3. Kurutucu Seçimi

Kurutulacak olan malzemelerin kuruma karakteristikleri, kullanılacakları yerlere göre ürün kaliteleri farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar kurutma yöntemini dolayısıyla kurutucu tipini belirlemektedir. Kurutucunun doğru seçilememesi sonucu ürünün kimyasal yapısı bozulabilmekte, istenilen son nem miktarına ulaşamamakta hatta malzeme kurutucuya zarar verebilmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı kurutucu seçiminde malzemelerin özelliklerinin çok iyi biliniyor olunması gerekmektedir. Kurutucu seçiminde dikkat edilmesi gereken parametreler aşağıdaki şekildedir.

Yaş maddenin özellikleri;

- Nem içeriği
- Fiziksel özellikleri
- Kurutma süresi
- Kurutma sıcaklığı

Kuru maddenin özellikleri;

- Partikül büyüklüğü
- Nem içeriği
- Fiziksel özellikleri
- Korozyon etkisi
- Zehirliliği

Kurutma şekli ile ilgili özellikler;

- Sürekli veya kesikli işlem
- Kurutma öncesi veya sonrası işleme tabii olup olmama gerekliliği
- Yaş maddenin kurutucuya beslenme şekli
- Kuru maddenin kurutucudan alınış şekli
- Birim zamanda alınmak istenilen madde miktarı
- Kurutucu kapasitesi

Kurutucunun özellikleri;

- Kaplayacağı alan

- Kurutma havasının sıcaklığı, nemi, temizliği
- Kullanılacak yakıt çeşidi ve enerji tüketimi
- Yaş madde beslemesi
- İzin verilen ses, titreşim ve toz seviyesi (Güngör ve Özbalta 1997).

4.3.1. Güneş enerjili kurutucu seçimi

Gıdaların uzun süre saklanabilmesi amacıyla yüzyıllardır güneş enerjisinden yararlanılarak kurutma işlemi yapılmaktadır. Geleneksel olarak uygulanan açık alanda güneş enerjisi ile kurutma işlemi zamanla yerini güneş enerjisinin kaynak olarak kullanıldığı kurutucu sistemlerine bırakmıştır.

Güneş enerjili kurutucu sistemi seçiminde izlenilmesi gereken adımlar;

- Güneş kurutucularının ilk seçimi

Islak malzeme ve kuru ürüne uygun, istenilen ürün özelliklerini sağlayabilecek güneş kurutucu tipinin belirlenmesi;

- Güneş kurutucularının ilk karşılaştırması

İlk adımda seçilen kurutucuların maliyet ve performans kıyaslamalarının yapılması;

- Güneşle kurutma testleri

Az miktarlarda malzeme için kurutma testleri yapılarak kuru malzemenin istenilen fiziksel parametreleri, ürün kalitesi kontrol edilir. İlk yatırım ve işletme maliyetleri kıyaslanır;

- Güneş enerjili kurutucunun son seçimi

İlk üç adımda elde edilen sonuçlar ile en uygun kurutucu seçimi yapılır. Yapılan seçim yatırım maliyeti, boyutları, yaş madde ve kuru madde özellikleri açısından tekrar değerlendirilerek uygunluğuna karar verilir (Güngör ve Özbalta 2019).

5. KURUTMA TEORİSİ

Tezin amacı tasarlanmış olduğumuz güneş enerjili sistem ile üzüm posası içerisindeki nemin uzaklaştırılması yani kurutulmasıdır. Kurutma işleminin deneysel bulgularını değerlendirip analizini yapabilmesi gerekmektedir. Analizlerin yapılabilmesi için bilinmesi gereken nem içeriği, kurutma hızı, verimi, özgül enerji tüketimi gibi parametreler söz konusudur.

Kurutma sisteminde kütle ve enerji dengesi

$$\text{Kurutma sisteminin enerji girdisi} = \text{Güneş kolektöründe elde edilen enerji} + \text{Fanda tüketilen enerji} \quad (5.1)$$

$$\sum \dot{m}_{gh} = \sum \dot{m}_{\dot{c}h} \quad (5.2)$$

Güneş kolektöründen elde edilen enerji ve güneş kolektör verimi

$$Q_{kol} = V_{gh} \cdot \rho_{gh} \cdot c_{gh} \cdot (T_{\dot{c}h} - T_{gh}) \quad (5.3)$$

$$c_{gh} = 1009.26 - 0.0040403 \cdot T_{gh} + 0.00061759 \cdot T_{gh}^2 - 0.0000004097 \cdot T_{gh}^3 \quad (5.4)$$

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (5.5)$$

$$\rho_{gh} = \frac{P}{R \cdot T_{gh}} \quad (5.6)$$

$$\eta = \frac{Q_{gk}}{A_{gk} \cdot I} \quad (5.7)$$

Nem içeriği: Kuru madde ve yaş madde miktarlarına oranla malzemenin içerisinde bulunan nem miktarıdır. Yaş baza ve kuru baza göre değerlendirilmektedir.

$$MC_{YA} = \frac{YA-KA}{YA} \quad (5.8)$$

$$MC_{KA} = \frac{YA-KA}{KA} \quad (5.9)$$

Ayrılabilir nem oranı: Kurutulacak ürünün belli bir zamanda içerdiği nemin ürünün ilk nem içeriğine oranıdır.

$$MR = \frac{MC_{KA(t)} - MC_e}{MC_{KA(0)} - MC_e} \quad (5.10)$$

Kurutma hızı: Kurutulan maddeden birim zamanda uzaklaştırılan nem miktarını ifade etmektedir.

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt} \quad (5.11)$$

Kurutma verimi: Birim zamanda harcanan enerjiyle buharlaştırılan su miktarını ifade etmektedir.

$$DE = \frac{\dot{m}_{su} \cdot L + \dot{m}_{ü} \cdot C_{ü} \cdot \Delta T}{\dot{Q}_{güç}} \quad (5.12)$$

Özgül nem alma oranı: 1 kWh enerji tüketimi olduğunda üründen uzaklaştırılan nem miktarını ifade eder. Kurutucuların enerji verimliliği genellikle özgül nem alma oranı ile bulunur.

$$SMER = \frac{\text{üründen uzaklaştırılan nem kütlesi}}{\text{enerji girişi}} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \quad (5.13)$$

Nem alma hızı: Kurutulan maddedeki uzaklaştırılan nemin birim zamandaki değişim miktarını göstermektedir.

$$MER = \frac{\text{üründen uzaklaştırılan nem kütlesi}}{\text{kurutma süresi}} \left(\frac{kg}{h} \right) \quad (5.14)$$

Özgül enerji tüketimi: Kurutma işlemi sırasında üründen birim miktarda (kg) nemi uzaklaştırmak için harcanan enerji miktarıdır. Özgül enerji tüketimini etkileyen parametreler; psikometrik şartlar, ısı geri kazanımı, kullanılan yöntem, kurutucu tipi, kullanılan enerji çeşidi ve ürünün cinsidir.

$$SEC = \frac{\text{sisteme giren toplam enerji}}{\text{üründen uzaklaştırılan suyun kütlesi}} \left(\frac{kJ}{kg} \right) \quad (5.15)$$

Performans katsayısı: Sistemden elde edilen iş veya enerjinin sisteme sağlanan enerjiye oranı olarak ifade edilmektedir.

$$COP_{gk} = \frac{\dot{Q}_{gk}}{\dot{W}_f} \quad (5.16)$$

6. ÜZÜM VE ÜZÜM POSASI

Üzüm yüzyıllardır tarımsal faaliyetleri yürütülen bir besin maddesidir (Rajhavd. 2014). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün yayınlamış olduğu son beş yılın Çizelge 6.1'de yer alan verilerine bakıldığında üzüm dünyada 7 milyon hektar alanda, 75 milyon ton yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise 440 bin hektar alanda 4 milyon ton üzüm yetiştirilmektedir. Türkiye, dünya üzüm üretimine %5'lik katkı sağlamaktadır.

Çizelge 6.1. FAO Türkiye ve Dünya'daki üzüm tarımı

		2014	2015	2016	2017	2018
TÜRKİYE	Toplam Ekim Alanı (bin ha)	467	462	435	417	417
	Üretim Miktarı (bin ton)	4175	3650	4000	4200	3933
	Üretim Verimi (ton/ha)	8,9	7,9	9,2	10,1	9,4
DÜNYA	Toplam Ekim Alanı (bin ha)	7021	7118	6945	6919	7157
	Üretim Miktarı (bin ton)	73910	76346	74089	73007	79125
	Üretim Verimi (ton/ha)	10,5	10,7	10,7	10,6	11,1

Üzüm sofralık, kuru üzüm, reçel, meyve suyu, sirke, şarap, pekmez gibi çok çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Çizelge 6.2'deki verilere bakıldığında ülkemizde yetiştirilen ortalama 4 milyon ton üzümün yaklaşık yarısı sofralık olarak tüketilirken yaklaşık %39 'u kurutulmakta, %11'i ise meyve suyu, sirke, şarap, pekmez üretim endüstrilerinde kullanılmaktadır.

Çizelge 6.2. TÜİK Türkiye'de üzüm kullanım alanları

Kullanım Alanı	2015	2016	2017	2018	2019
Sofralık	1 891910	1.990.604	2.109.000	1.945.262	2.050.000
Kurutmalık	1.334.563	1.536.862	1.603.000	1.524.091	1.599.000
Şarap-Sirke-Meyve suyu	423.527	472.534	488.000	463.647	451.000
Toplam	3.650.000	4.000.000	4.200.000	3.933.000	4.100.000

Meyve suyu, sirke, şarap ve pekmez üretim tesislerinde kullanılırken üzüm preslenerek suyu ayrılmakta; kalan kabuk, sap ve çekirdekten olan kısmı atık olarak çıkmaktadır.

Preslenen üzümün yaklaşık %20'lik (yaş ağırlığın) kısmı posa olarak kalmaktadır. Dünya'daki üzüm üretim miktarı göz önüne alındığında ciddi miktarda posa oluşmaktadır (Laufenberg vd. 2003). Cibre olarak adlandırılan bu kısmın %50'si kabuk, %25'i çekirdek ve %25'i sap kısımlarından oluşmaktadır (Sarıçiçek vd. 2002).

Dünya genelinde, kısıtlı kaynakların verimli kullanılmasını amaçlayan çalışmalar önem kazanmıştır. Değerli bir besin olduğu bilinen ve pek çok şekilde yararlanılan üzümün posası da ilgi odağı olmaya başlamıştır. Geçmiş yıllarda bu atıklar gübre olmak üzere bırakılıyor olsa da son dönemlerde yapılan araştırmalar neticesinde yapılarında değerli bileşikler bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmalara bağlı olarak arıtma, gıda işleme gibi yöntemlerle içerilerindeki değerli bileşiklerin yeniden kullanılması amaçlanmaktadır (Laufenberg vd. 2003).

Meyve ve sebzelerin dış kabukları fitokimyasallar açısından oldukça zengin olan kısımları olup fitokimyasallar, bitkilerin hayatta kalabilmek için ürettikleri doğal kimyasallardır. Araştırmalar bu kimyasalların insan vücuduna alınması durumunda bitkilerde olduğu gibi insan vücudunda da hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fenolik bileşikler fitokimyasalların en büyük sınıflarından bir tanesidir (Keskin vd. 2017). Bitki kaynaklı fenolik bileşikler ve bitki yağları antioksidan özellikleri ile gıda, ilaç ve kozmetik sektöründe ön plana çıkmaktadır (Femenia vd. 2007). Üzümün fenolik bileşikler açısından zengin olduğunu gösteren çalışmalar bu bileşiklerin üzümün etinden daha çok çekirdek ve kabuğunda bulunduğunu ortaya koymaktadır (Rajha vd. 2014), (Cantos vd. 2002).

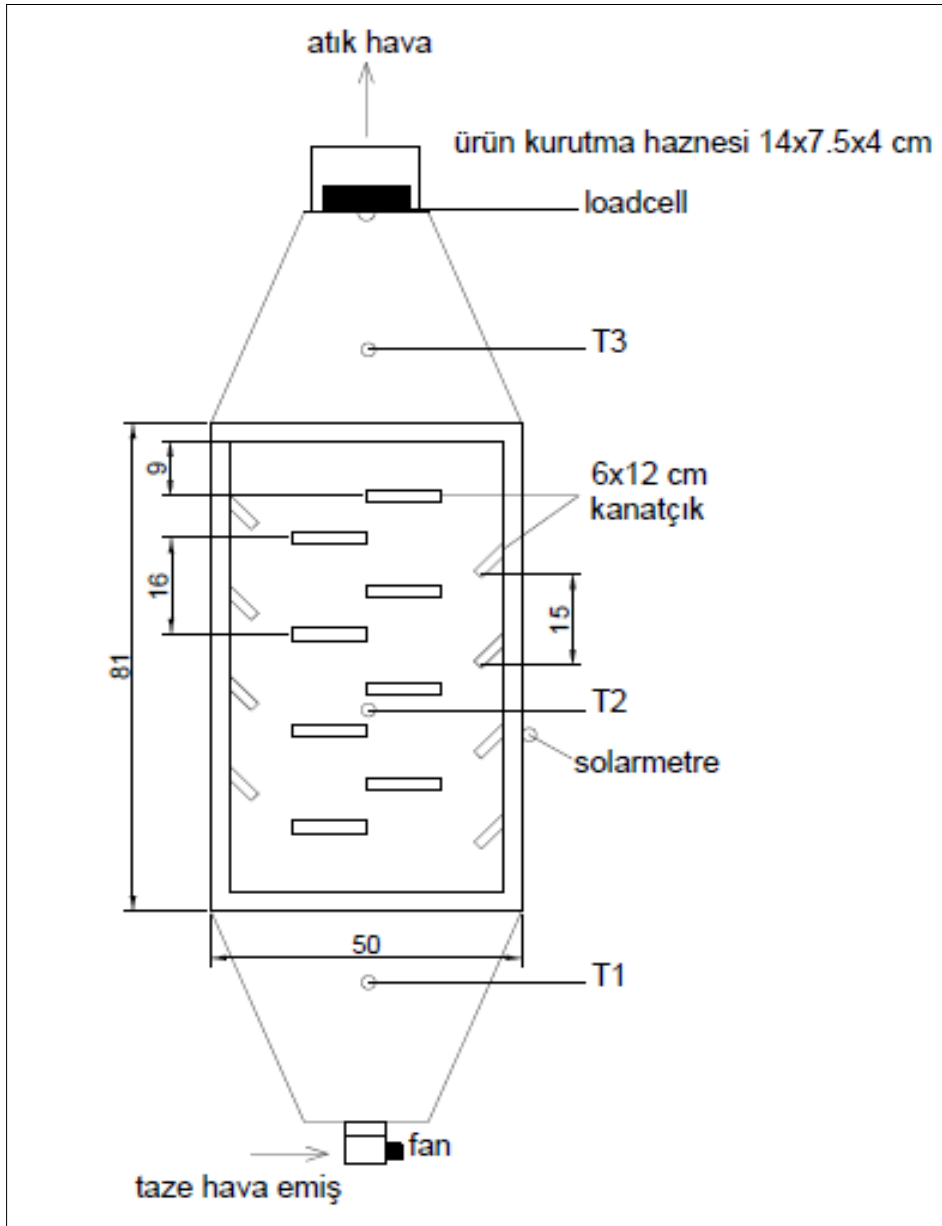
Üzüm çekirdeğinin yapısında yaklaşık %10-%20 arasında yağ bulunduğu belirtilmektedir (Schuster 1992). Doymamış yağ asitlerinden oleik asit ve linoleik asitlerinin yanısıra bütirik asit yönünden zengin, antioksidan özelliğinin yüksek olduğu bilinmektedir (Gıdık 2020), (Uslu ve Dardeniz 2009).

Linoleik asit, omega 6 yağ asidi olup kalp damar hastalıkları, bağışıklık sistemi üzerinde etkisiye sahiptir (Çelebi ve Kaya 2008). Oleik asit kalp damar ve kanser gibi hastalıklarda etkilidir (Duru ve Konuşkan 2014). Bütirik asit kolonik sağlığı etkileyen bir bileşik olup crohn hastalığı tedavisinde de kullanılmaktadır (Çağlar vd. 2017).

Çalışmamızda tarımsal faaliyetler sonucu hasat edilen üzümün, üzüm suyu üretim tesislerinde preslendikten sonra yan ürün olarak açığa çıkan üzüm posasının içeriğinde yer alan değerli bileşiklerin ilaç, kozmetik ve gıda sanayilerinde kullanılabilmesine olanak sağlamak amacıyla posanın kurutması işlemi yapılmıştır.

7. KURUTUCU TASARIMI

Yapmış olduğumuz çalışmanın en önemli amacı yan ürün olan ve atık olarak görülen üzüm posasının işlenerek yeniden ekonomiye kazandırılmasıdır. Atık malzeme ekonomiye kazandırılıp doğanın üzerindeki yükü almaya çalışırken yeni bir yük oluşturmamak, karbon salınımına neden olmamak amacıyla tasarlanan kanatçıklı hava akışlı güneş kolektörü destekli kurutma odası tasarımı Şekil 7.1'de gösterilmiştir.



Şekil 7.1. Sistem tasarımı

Güneş kolektörü tasarımı hava emiş yönüne dik kanatçıklar ve hava emiş yönüyle 45° açı oluşturacak şekilde yerleştirilmiş kanatçıklar ile türbülans oluşturularak kolektör içerisindeki ısı transfer yüzey alanı arttırılmış böylece çıkış havası sıcaklığının daha yüksek olması planlanmıştır. Kolektör girişine bir fan yerleştirilerek taze hava emişi sağlanmıştır. Kolektör çıkışında tasarımı yapılan kurutma odasında etkili bir kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kolektördeki ısı kaybını azaltmak için uygun şekilde ısı yalıtımı yapılmıştır. Resim 7.1'de tasarlanan deney setinin görüntüsü verilirken sistemin özelliklerine Çizelge 7.1'de yer verilmiştir.



Resim 7.1. Deney sistemi görüntüsü

Çizelge 7.1. Kurutma sistemi parçalarının özellikleri

Ekipman	Teknik Özellikleri
Güneş kolektörü	42,5 x 73,2 cm ² yüzey alan, siyah boyalı emici plaka, yüzey alana dik kanatçıklar
Kurutma odası	17,3x11x11,3 cm ³ hacimli dikdörtgenler prizması şeklinde
Tel kafes	4x7,5x14 cm ³ hacimli dikdörtgenler prizması şeklinde
Kanatçık	0,2 cm x 6 cm x 12 cm dikdörtgen plaka şeklinde

8. DENEYLERİN YAPILIŞI

Tasarlanan güneş kolektörlü kurutma sisteminde kurutma işlemine başlamadan önce posanın kuru madde ağırlığını belirlemek için 100 g yaş üzüm posası $103 \pm 2^\circ\text{C}$ fırında kurutulmuştur. 60 dakikada bir posanın kütlesi ölçülerek iki ölçüm arasındaki kütle değişimi %1'den az olana kadar devam edilmiştir. Kurutma işlemi sonucunda kuru ağırlık 45 g olarak belirlenmiştir.

Deneyler üzüm hasatının yapıldığı Ekim ayında üç farklı günde benzer meteorolojik hava şartlarında farklı hava hızlarında yapılmıştır. 10 dakikada bir sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri, 20 dakikada bir de kütle ve hava hızı ölçümleri alınmıştır. Kullanılan ölçüm ekipmanları ve özellikleri Çizelge 8.1'de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Ölçüm ekipmanlarının özellikleri

Ekipman	Üretici/Model	Şartname	Hassasiyet	Miktar
Anemometre	Kimo, VT 200	0-20 m/s, -20...+80 °C	$\pm 0,03 \text{ m/s}, \pm 0,1^\circ\text{C}$	2
Solarmetre	Kimo, SL 100	0-1300 W/m ²	$\pm 5\%$	1
Sıcaklık ve Bağıl Nem Sensörleri	Kimo, HD 100	-20...+70 °C	$\pm \%1.8 \text{ RH}, \pm 0.3^\circ\text{C}$	2
Veri Kaydedici (termokupl)	Elimko, E-680	K type, -200... +1200 °C	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	6
Loadcell	Zemic, L6D, OIMLC3	Kapasitesi en fazla 5000 g	$\pm 0,01 \text{ g}$	1

Yaş baza göre nem içeriği daha önce 0,55 g su/g yaş madde olarak belirlenen 250 g yaş üzüm posası kurutma odasına yerleştirmek üzere tel kafes içerisine eklenmiştir. Yaş baza göre nem içeriği 0,05 g su/g yaş madde olana kadar deneylere devam edilmiştir.

Aynı şartları sağlayabilmek ve karşılaştırmak için 3 gün boyunca deneylere saat 10:00'da başlanmış, 1. gün 2,5 m/s, 2. gün 1,5 m/s, 3. gün 2 m/s hava hızlarında gerçekleştirilerek veriler kaydedilmiştir.

9. BULGULAR

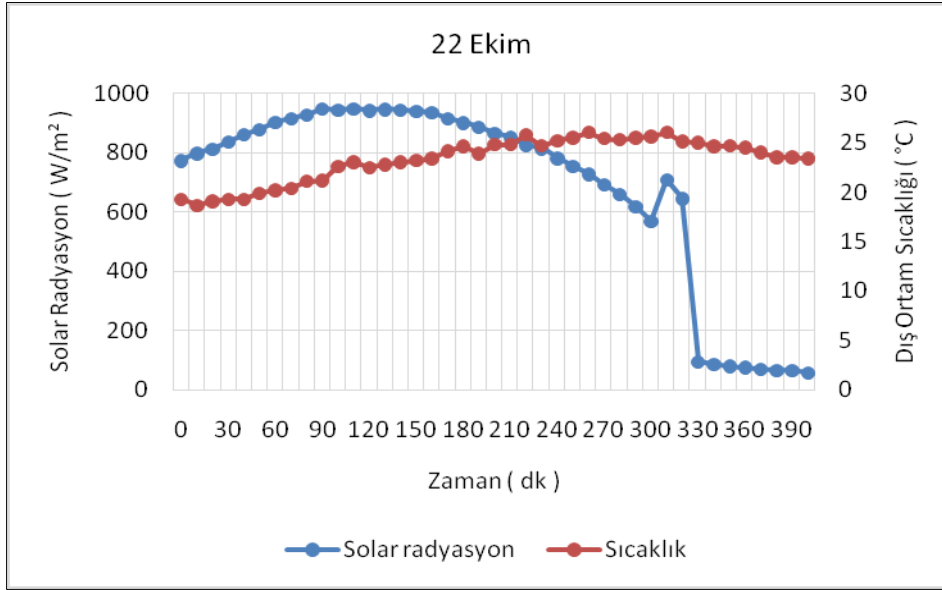
Atık üzüm posasının havalı güneş kolektörlü kurutma kabini içinde kurutulması deneyleri art arda 3 gün saat 10.00'da başlanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler kaydedilmiş ve teorik analizleri yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçların ortalama değerleri Çizelge 9.1'de sunulmuştur.

Çizelge 9.1. Deney sonuçları

	1. Gün	2. Gün	3. Gün
Kurutma Odası Giriş Hava Hızı (m/s)	2,5	1,5	2
Ortalama Güneş Işınımı (W/m ²)	684	942	920
Ortalama Güneş Kolektör Verimi (%)	47	42	51
Kurutma Süresi (dakika)	400	200	220
Başlangıç Nem İçeriği (g su/g yaş madde)	0,55	0,55	0,55
Son Nem İçeriği (g su/g yaş madde)	0,0420	0,0450	0,0410
Kuruma Hızı (g su/g kuru madde.dakika)	0,0029	0,0058	0,0053
Nem Alma Hızı (kg su/saat)	0,0200	0,0401	0,0379
Özgül Nem Alma Oranı (g/Wh)	0,2060	0,2872	0,2270

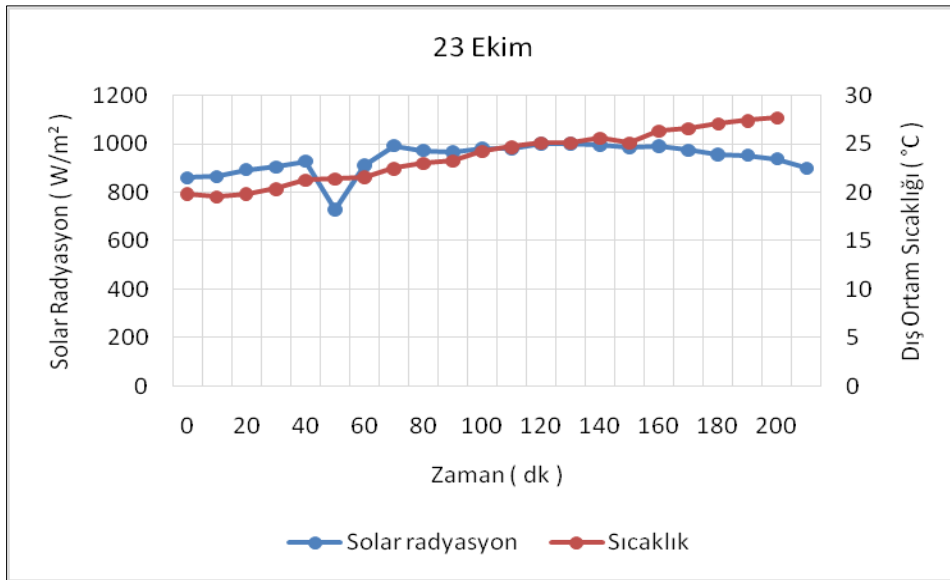
Şekil 9.1, Şekil 9.2 ve Şekil 9.3'de deneylerin yapıldığı 22, 23 ve 24 Ekim 2020 tarihlerinde kaydedilmiş olan solar radyasyon ve ortam sıcaklığı değerleri verilmiştir. 3 günde de deneyler boyunca dış ortam sıcaklığı ortalama 23 °C olarak kaydedilmiştir. Güneş radyasyon değerlerinin ortalaması 1, 2 ve 3. gün sırasıyla 684, 942 ve 920 W/m² olarak hesaplanmıştır.

1. gün açık bir gün olmasına nazaran kurutma işleminin uzun sürmesi ve Ekim ayı koşullarında havanın erken kararmasına bağlı olarak öğleden sonra saat 3'ten sonra bulutlanma başlamış ve Şekil 9.1'de verilen solar radyasyon değerinde gözle görülür bir azalma olmuştur.



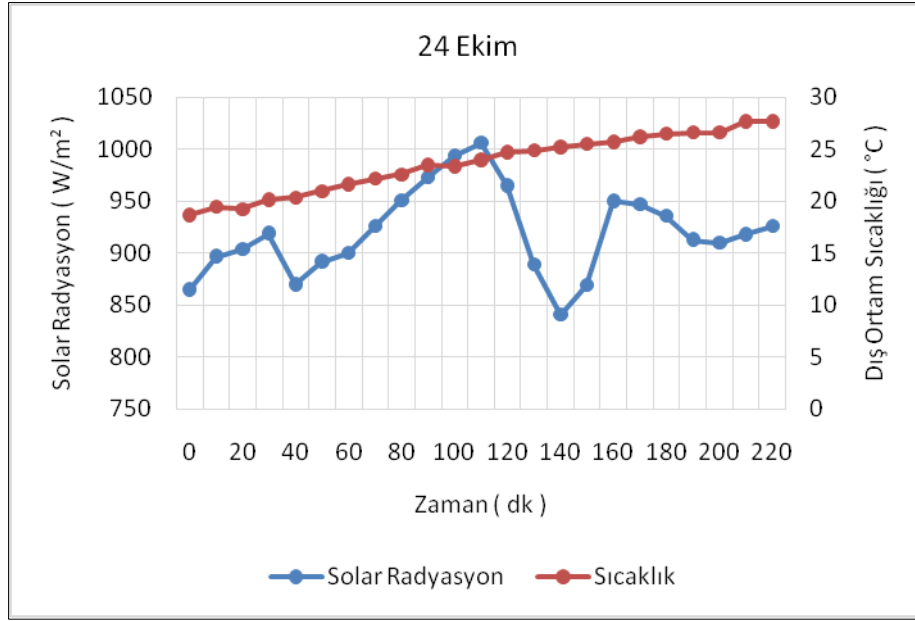
Şekil 9.1. 1. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı

2. gün güneşli ve açık bir gün olup ortalama 942 W/m^2 solar radyasyon değeri kaydedilmiştir. 50. dakikada gerçekleşen bulutlanmadan kaynaklı radyasyon değerinde anlık düşüş Şekil 9.2'de görülmektedir.



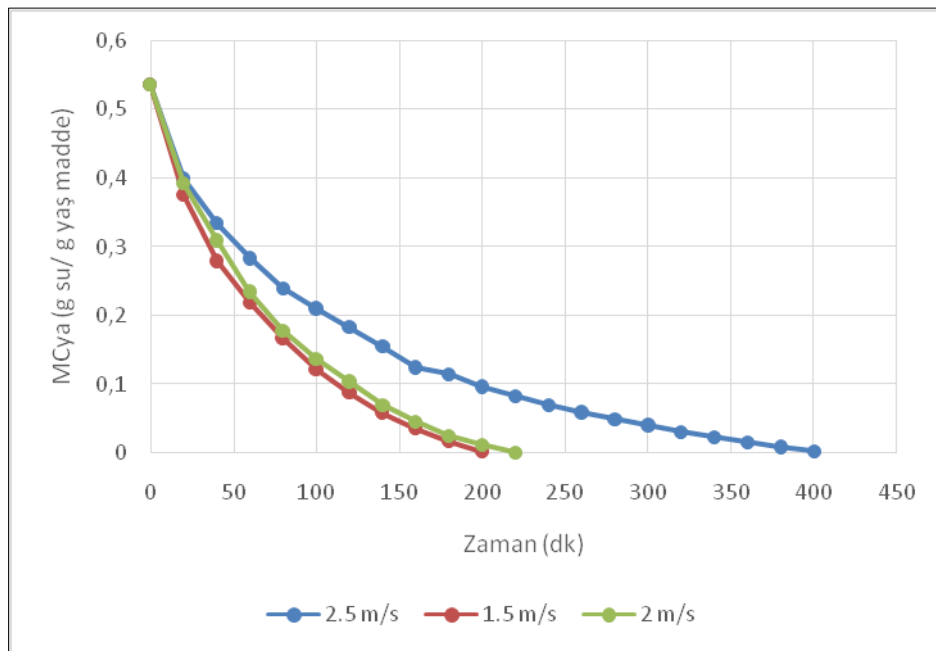
Şekil 9.2. 2. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı

3. gün açık bir gün olup zaman zaman yaşanan bulutlanma güneş kolektörünün doğrudan güneş ışını almasını engellemiştir. Radyasyon ve sıcaklık değerleri Şekil 9.3'te görülmektedir. Ortalama 920 W/m^2 solar radyasyon hesaplanmıştır.



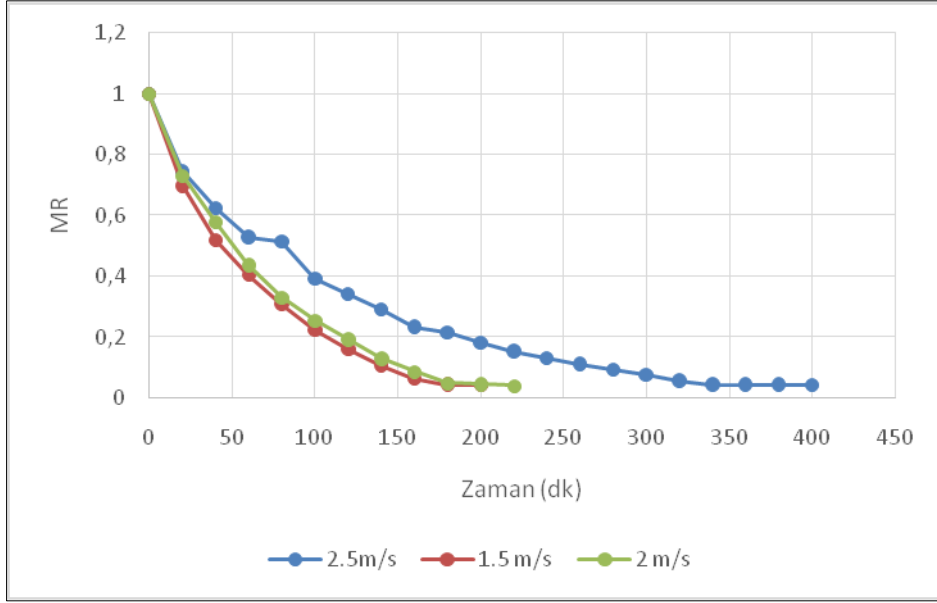
Şekil 9.3. 3. Gün solar radyasyon ve ortam sıcaklığı

Başlangıçta nem içeriği yaş baza göre 0,55 olan üzüm posası kolektör verimi, kurutma hava hızı ve sıcaklığı gibi etkenlere bağlı olarak 0,05 nem içeriğine farklı sürelerde kurutulmuştur. Kurutma işlemi boyunca alınan verilerle Eş.5.8 ile hesaplanan üzüm posasının nem içeriğindeki değişim Şekil 9.4 'de verilmiştir.



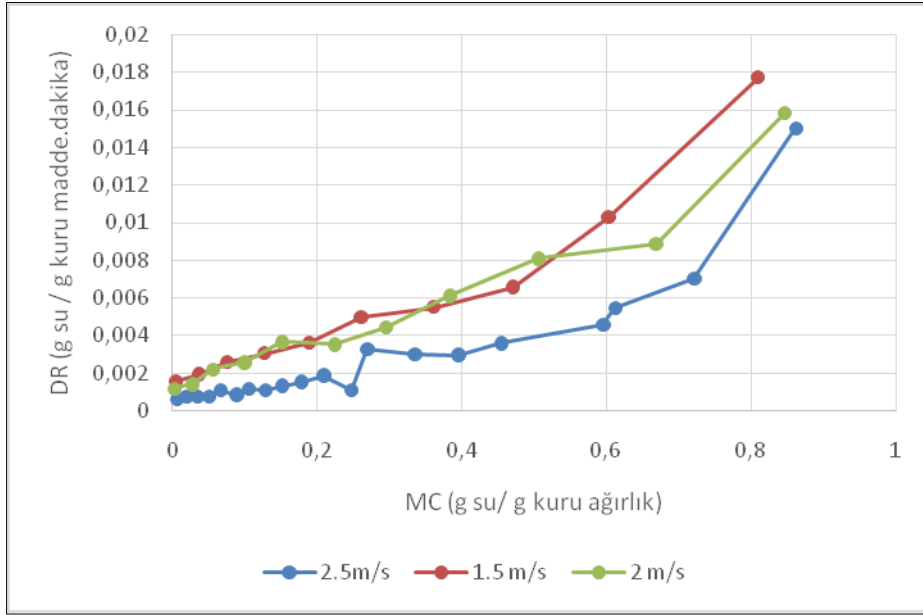
Şekil 9.4. Nem içeriğinin zamana bağlı değişimi

Eş. 5.10 ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen ayrılabilir nem oranı verileri Şekil 9.5'teki grafikte yer almaktadır. Yaş posadaki ayrılabilir nem oranı 1 iken kurutma işlemi sonucunda nem oranı 0,005 değerinin altına indirilmiştir. 2,5 m/s kurutma hava hızında posa içerisindeki nem yavaş bir seyirde düşüş gösterirken 1,5 ve 2 m/s 'deki kurutma hava hızlarında posadaki su miktarı daha hızlı uzaklaştırılmıştır.



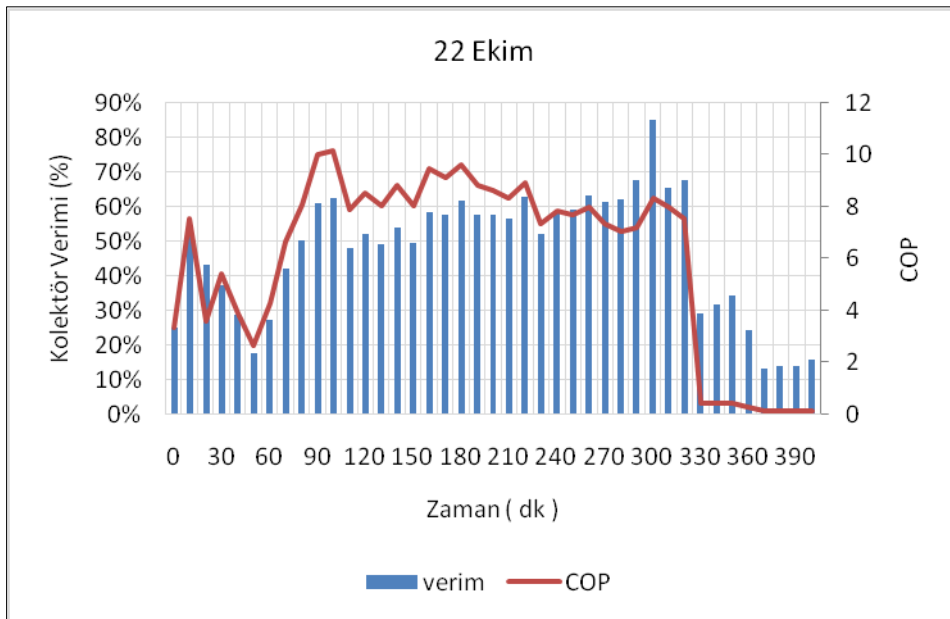
Şekil 9.5. Ayrılabilir nem oranının zamana bağlı değişimi

Eş. 5.9 ve Eş. 5.11 ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen kuru baza göre nem içeriği ve kurutma hızı değerlerinin değişimi Şekil 9.6'da verilmiştir. Üzüm posası içerisindeki nem miktarı arttıkça kurutma hızı da artmakta iken nem içeriği azaldıkça birim zamanda uzaklaştırılabilen nem azalmakta ve kurutma hızı düşmektedir.



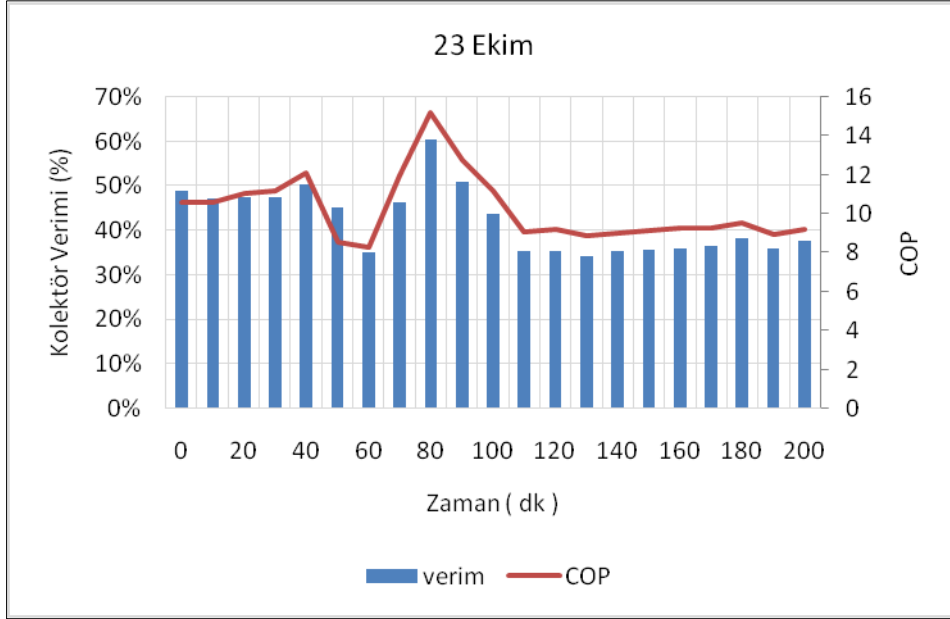
Şekil 9.6. Kurutma hızı ve nem içeriğinin değişimi

3 ayrı günde yapılan deneylerin güneş kolektör verimleri ve güneş kolektörünün performans katsayıları (COP) hesaplanmış Şekil 9.7, Şekil 9.8 ve Şekil 9.9'da verilmiştir. Güneş kolektörünün verimi Eş.5.7 ile hesaplanırken COP değeri Eş.5.16 ile hesaplanmıştır. COP_{gk} kolektörden elde edilen ısı enerjisinin fanın tükettiği enerjiye oranı olduğundan, COP_{gk} ve kolektör verimi birbiri ile orantılı artış azalış göstermektedir.



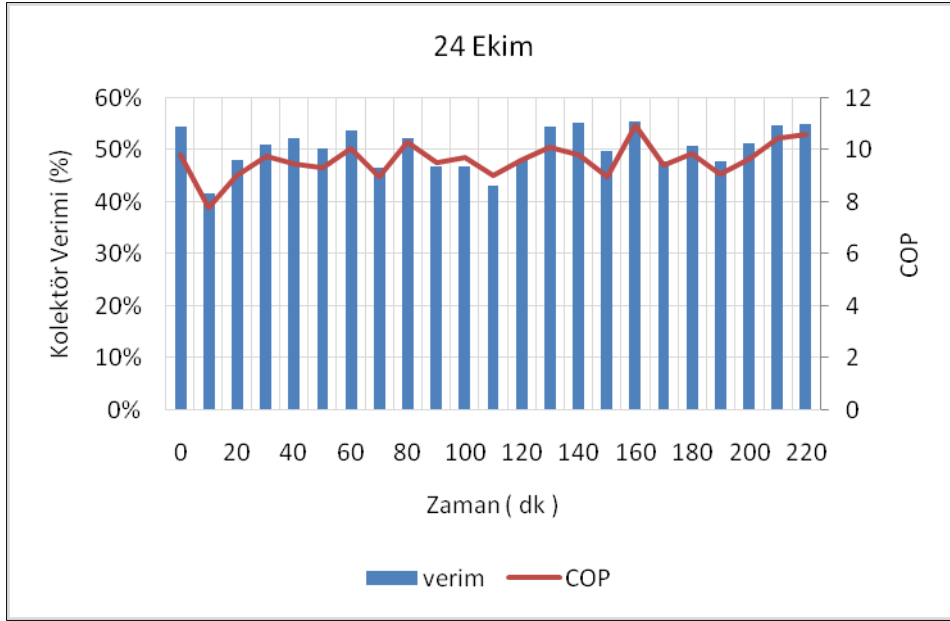
Şekil 9.7. 1. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi

1. gün 2,5 m/s kurutma hava hızında yapılan deneyde ortalama radyasyon miktarını düşük, hava hızının yüksek olmasına bağlı olarak güneş kolektör veriminin düşük olduğu görülmektedir. Kolektör verimi düşük olduğundan kurutma havası yeterince ısınamamıştır. Belirtilen parametreler kurutma süresinin çok daha uzun, kuruma hızı ve özgül nem alma hızının düşük olmasına neden olmuştur.



Şekil 9.8. 2. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi

2. gün 1,5 m/s kurutma hava hızında yapılan deneyde ortalama radyasyon değeri yüksek, hava hızının düşük olmasına rağmen giriş hava sıcaklığı ile dış ortam hava sıcaklığı arasındaki fark fazla olmadığı için güneş kolektör verimi düşüktür. Kurutma süresi 200 dakika olup en kısa sürede kurutma gerçekleştirilen sistem olmuştur.



Şekil 9.9. 3. gün kolektör verimi ve sistem performans katsayısının zamanla değişimi

3. gün 2 m/s kurutma hava hızında yapılan deneyde giriş hava sıcaklığı ile dış ortam hava sıcaklığı arasındaki fark fazla olması ısı transferini dolayısıyla güneş kolektör termal verimini artırmaktadır. Kurutma süresi 220 dakikadır.

Resim 9.1'de üzüm posasının kurutma işlemi öncesindeki fotoğrafı verilmiştir.



Resim 9.1. Yaş üzüm posası

Resim 9.2'de yaş üzüm posasının tasarlanan güneş kolektörlü kurutma sisteminde kurutulduktan sonraki kuru üzüm posasının fotoğrafı verilmiştir.



Resim 9.2. Kuru  z m posası

 z m posasının Resim 9.1'de yer alan yaş, Resim 9.2'de yer alan kuru hallerinin görüntülerine bakıldığında kurutma işlemi sırasında renginde bozulma olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra geleneksel kurutma yöntemi olan doğrudan güneş enerjisi ile kurutmaya kıyasla posa üzerinde güneş lekeleri veya yanıklar oluşmamıştır.

10. SONUÇ VE TARTIŞMA

Üzüm posası kurutma için güneş enerjili bir kurutma sistemi tasarımı yapılmış ve farklı kurutma hava hızlarındaki ve meteorolojik şartlarda elde edilen veriler kıyaslanmıştır. Üzüm posası 0,05 g su/ g yaş madde yaş bazda nem içeriğine kadar 1,5 m/s; 2 m/s; 2,5 m/s kurutma hava hızlarında kurutulmuş ve kurutma işlemi sırasıyla 200 dakika, 220 dakika ve 400 dakika sürmüştür.

3 ayrı günde yapılan deneylerdeki ölçümlerde ortalama ışıınım değeri 1. gün 684 W/m², güneş kolektör verimi %47, güneş kolektörü performans katsayısı (COP_{gk}) 6,07; 2. gün ortalama ışıınım değeri 942 W/m², güneş kolektör verimi %42, COP_{gk} 10,23 ve 3. gün ortalama ışıınım değeri 920 W/m², kolektör verimi %51, COP_{gk} 9,61 olarak kaydedilmiştir.

1. gün kurutma hızı 0,0029 g su/g kuru madde.dakika, nem alma hızı 0,0200 kg su/saat, özgül nem alma oranı 0,2060 g/Wh olup üç ayrı gün yapılan en düşük değerleridir. 2. gün kuruma hızı 0,0058 g su/g kuru madde.dakika, nem alma hızı 0,0401 kg su/saat, özgül nem alma oranı 0,2872 g/Wh olup üç ayrı gün yapılan en yüksek değerleridir. 3. gün kuruma hızı 0,0053 g su/g kuru madde.dakika, nem alma hızı 0,0379 kg su/saat, özgül nem alma oranı 0,2270 g/Wh olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak antioksidanlar, yağ asitleri, fenolik bileşikler ve proteinler açısından zengin üzüm cibresi; üzüm suyu, pekmez, şarap üretim tesislerinde atık olarak açığa çıkmaktadır. Yapısındaki değerli bileşiklerden ilaç, kozmetik yem, gıda gibi sanayilerde yararlanmak amacıyla yaş olarak saklanması durumunda raf ömrü kısa, kaplayacağı alan açısından ekstra maliyetli ve işlenmesi zor olacaktır. Kurutma işlemi muhafazasını, transferini ve içerisindeki bileşiklerin ayrıştırılması işlemlerini kolaylaştıracaktır. Atık bir yan ürün olan posanın ekonomiye kazandırılması amaçlanırken bu çalışmada kullanılacak yöntemin de çevre dostu, ekonomik olması önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, çevre dostu olması ve enerji maliyetinin en aza indirgenebilmesinden dolayı güneş enerjisi kullanımı tercih edilmiştir. Yeni bir tip havalı güneş kolektörü ve kurutma kabini tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan sistem ile üzüm posası kurutulmuş ve test edilmiştir. Yaş üzüm posalarının havalı güneş kolektörlü kurutucu ile başarılı olarak kurutulabildiği

tespit edilmiştir. Bu çalışmada kolektör verimliliği açısından en uygun hava hızının 2 m/s, kurutma hızı, özgül nem alma oranı ve kurutma süresi değerlendirildiğinde ise en uygun hava hızının 1,5 m/s olduğu görülmüştür.

Güneş enerjili sistem ile üzüm posasının başarılı bir şekilde kurutulabileceği tespit edilmiş olup, güneş enerjili sistemin ısı pompası, rüzgar enerjisi ve biyokütle enerjisi ile desteklendiği sistem tasarımları yapılarak kurutma kinetikleri incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M., Şevik, S., Dolgun, E. C., Demirci, B. (2018). Drying of Grape Pomace with a Double Pass Solar Collector. *Drying Technology*, 105-117
- Atalay, Ö. (2010). Güneş Enerjisi Destekli Nem Almalı Isı Pompalı Kurutucunun Tasarımı ve Termodinamik Analizi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli.
- Bıçer, Y., Kavak, E., Yıldız, C. (1999). Teknik Kurutmada Kurutucu Seçimi. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bilim Günleri, Denizli, 221, 606-612
- Brushlyanova, B., Petrova, T., Penov, N., Karabadzov, O., Katsharova, S. (2013). Drying Kinetics of Different Fruit Pomaces in a Heat Pump Dryer. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (4), 785-787.
- Cantos, E., Espin, J. C., Tomás-Barberán, F. A. (2002). Varietal Differences Among the Polyphenol Profiles of Seven Table Grape Cultivars Studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(20), 5691–5696.
- Ceylan, İ., Doğan, H. (2004). Nem Kontrollü Kondenzasyonlu Kereste Kurutma Fırını. II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 155-166.
- Clemente, G., Sanjuán, N., Cárcel, J. A., Mulet, A. (2014) Influence of Temperature, Air Velocity and Ultrasound Application on Drying Kinetics of Grape Seeds. *Drying Technology*, 32(1), 68-76.
- Çağlar, A., Tomar, O., Ekiz, T. (2017). Bütirik Asit: Yapısı, Özellikleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(3): 213-225.
- Çelebi, Ş., Kaya, A. (2008). Konjuge Linoleik Asitin Biyolojik Özellikleri ve Hayvansal Ürünlerde Miktarını Artırmaya Yönelik Bazı Çalışmalar. *Hayvansal Üretim*, 49(1), 62-68.
- Doğan, H. (1999). Isı Borulu Güneş Kolektörü ile Kurutma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1), 921-925.
- Duru, S., Konuşkan, D. B. (2014). Bitkisel Yağlarda Oleik Asit Miktarının Arttırılması ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 39 (6), 1-7.
- Ekechukwu O. V., Norton B. (1999). Review of Solar-energy Drying Systems II: an Overview of Solar Drying Technology. *Energy Conversion & Management*, 40(6) 615-655.
- Femenia, A., Waldron, K., (2007). High-value co-products from plant foods: Cosmetics and pharmaceuticals. In *Handbook of Waste Management and Co-Product Recovery in Food Processing*; 470–501.

- Gıdık, B. (2020). Çorum İli Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Kalecik Karası Üzüm (*Vitis vinifera* L.) Çeşidinin Çekirdek Yağ Asidi Kompozisyonu. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(100), 27-34.
- Goula, A. M., Thymiatis, K., Kaderides, K. (2016). Valorization of Grape Pomace: Drying Behavior and Ultrasound Extraction of Phenolics. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 132-144.
- Günerhan, H. (2005). Endüstriyel Kurutma Sistemleri. *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi*, 36(13), 1-10.
- Güngör, A., Özbalta, N., (1997). Endüstriyel Kurutma Sistemleri. III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, İzmir, (2), 737-747.
- Güngör, A., Özbalta, N., (2019). Güneş Enerjili Kurutma Teknolojileri ve Uygulamalarda Gelişmeler. 8. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, Mersin.
- İnternet: Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL:<http://www.fao.org/home/en/>. Son Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- İnternet: Ministry of Foreign Affairs. URL: http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa. Son Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu. URL: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/>. Son Erişim Tarihi: 02.01.2021
- İnternet: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. URL: <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>. Son Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- İnternet: Wikipedia Güneş Enerjisi. URL:https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_enerjisi. Son Erişim Tarihi: 02.01.2021.
- Keskin, N., Gökçen, İ. S., Kunter, B., Cantürk, S., Karadoğan, B. (2017). Üzüm Fitokimyasalları ve Türkiye’de Yetiştirilen Üzüm Çeşitleri Üzerindeki Araştırmalar. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(1), 93-111.
- Kırmacı, V. (2008). Dondurarak Kurutma Sisteminin Tasarımı, İmalatı ve Performans Deneylerinin Yapılması, Doktora Tezi, Gazi Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kocabıyık, H., Sümer, S. K., Tuncel, N. B., Büyükcan, M. B., Yılmaz, N. (2012). İnfrared Kurutma Yönteminin Domates Kurutmada Kullanılması ve Kurutulmuş Domatesin Bazı Kalite Özellikleri ve Özgül Enerji Tüketimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tübitak Projesi*, No:109 O 578.
- Kumar, N., Sarkar, B. C., Sharma, H. K. (2010). Effect of Air Velocity on Kinetics of Thin Layer Carrot Pomace Drying. *Food Science and Technology International*, 17(5), 459-469.

- Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. (2003). Transformation of Vegetable Waste into Value Added Products: A the Upgrading Concept; B Practical Implementations. *Bioresource Technology*, 87(2), 167–198.
- Mutlu, A., Ergüneş, G. (2008). Tokat'ta Güneş Enerjili Raflı Kurutucu ile Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 61-68.
- Rajha, H. N., Ziegler, W., Louka, N., Hobaika, Z., Vorobiev, E., Boechzelt, H. G., Maroun, R. G. (2014). Effect of the Drying Process on the Intensification of Phenolic Compounds Recovery from Grape Pomace Using Accelerated Solvent Extraction. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(10), 18640-18658.
- Rawal, R., Masih, D. (2014). Study of the Effect on the Quality Attributes of Apple Pomace Powder Prepared by Two Different Dryers. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(8), 54-61.
- Sarıçiçek, B. Z., Kılıç, Ü. (2002). Üzüm Cibresinin in situ Rumen Parçalanabilirliğinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 289-292.
- Schuster, W. H. (1992) . Ölpflanzen in Europa, DLG-Verlag, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 95(3), 121.
- Şevik, S. (2011). Isı Pompası ve Güneş Kolektörünün Birlikte Kullanıldığı, Isıtma ve Kurutma Amaçlı Sıcak Hava Üretim Sisteminin Tasarımı, İmalatı ve Deneysel İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Şevik, S. (2012). Türkiye'nin Enerji Verimliliği Süreci. *TTMD Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi*, 79, 32-43.
- Taşeri, L., Aktaş, M., Şevik, S., Gülcü, M., Seçkin, G. U., Aktekeli, B. (2018). Determination of Drying Kinetics and Quality Parameters of Grape Pomace Dried with a Heat Pump Dryer. *Food Chemistry*, 260, 152–159.
- Uslu, A., Dardeniz, A. (2009). Bazı Üzüm Çeşitlerinin Çekirdeklerindeki Yağ Asitleri Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48), 13-19.
- Yamankaradeniz, N., Coşkun, S., Pastakkaya, B., Can, M. (2012). Isı Pompası Destekli Kurutma Sistemlerinde By-pass Oranının Kurutma Performansına Etkisinin Deneysel Analizi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(2), 17-35.
- Yazıcı, A. D., Daş., M. (2018). Güneş Enerjisi Destekli Kurutma Sistemi ile Elma Ürününün Kurutulması ve Kurutma Değerlerinin Yapay Sinir Ağı İle Modellenmesi. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*. 2(1), 08-13.
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 181-208.

- Yıldız, Z., Gökayaz, L. (2019). Elma Dilimlerinin Farklı Güneş Kurutma Yöntemleri ile Kurutulması. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 22, 29-36.
- Yorkan, A. (2009). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri. *Bilge Strateji*, 1(1), 24-39

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :TUNÇTÜRK, Tuğçe
 Uyuğu :T.C.
 Doğum tarihi ve yeri :21.03.1994, Ankara
 Medeni hali :Bekar
 Telefon :0(506) 307 21 60
 e-mail :tugcetunturk@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Enerji Sistemleri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi/Enerji Sistemleri Mühendisliği	2016
Lise	Manavgat Anadolu Lisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Wilo Pompa Sistemleri	Satış Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Tunçtürk, T., Koşan, M., Aktaş, M. (2020). Havalı Güneş Kolektörlü Üzüm Posası Kurutma Sistemi Tasarımı ve Deneysel Analizi. 4. Icar Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, Aralık, 247-256.

Hobiler

Ebru, Kaatı, Treking



GAZİ GELECEKTİR..