

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞANLIURFA ŞARTLARINDA PATLİCANIN KURUTULMASINDA
GÜNEŞ ENERJİLİ KURUTMA MAKİNESİ GELİŞTİRİLMESİ**

Reşit GÜLTEKİN

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞANLIURFA ŞARTLARINDA PATLİCANIN KURUTULMASINDA
GÜNEŞ ENERJİLİ KURUTMA MAKİNESİ GELİŞTİRİLMESİ**

Reşit GÜLTEKİN

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2016**

Yrd.Doç.Dr.Bülent PİŞKİN danışmanlığında, Reşit GÜLTEKİN' in hazırladığı “Şanlıurfa şartlarında patlıcanın kurutulmasında güneş enerjili kurutma makinesi geliştirilmesi” konulu bu çalışma 19/02/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Bülent PİŞKİN

Üye : Prof.Dr. Ramazan SAĞLAM

Üye : Prof.Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Bu Tezin Tarım Makineleri Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 15074

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Üretim ve Potansiyel.....	1
1.2. Kurutma.....	3
1.2.1. Kurutmanın avantajları.....	5
1.2.2. Kurutmanın yöntemleri.....	5
1.2.3. Kurutucu tipleri.....	5
1.2.3.1. Tepsili kurutucular.....	5
1.2.3.2. Tünel kurutucular.....	6
1.2.3.3. Konveyör(bantlı) kurutucular.....	6
1.2.3.4. Akışkan yataklı kurutucular.....	6
1.2.3.5. Püskürtmeli kurutucular.....	6
1.2.3.6. Valsli kurutucular.....	6
1.2.3.7. Güneş enerjili kurutucular.....	7
1.3. Güneş Enerjisi ve Güneş Enerjili Kurutucular.....	7
1.3.1. Güneş enerjili kurutucuların sınıflandırılması.....	10
1.3.1.1. Pasif kurutucular (doğal taşınım).....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Patlıcan.....	18
3.1.2. Kurutma ortamı.....	18
3.1.3. Güneş enerjili kurutma makinesi(GEKM).....	19
3.1.3.1. Güneş enerjili kurutma makinesinin teknik çizimi.....	20
3.1.3.2. İmalat aşamaları.....	22
3.1.3.3. Güneş enerjili kurutma makinesinde kullanılan malzemeler.....	25
3.1.4. Kurutma odası.....	27
3.1.5. Nem ölçme cihazı.....	29
3.1.5.1. Nem ölçme cihazının teknik özellikleri.....	29
3.1.6. Dijital kumpas.....	30
3.1.6.1. Dijital kumpasın teknik özellikleri.....	30
3.1.7. Dijital termometre.....	30
3.1.7.1. Dijital termometrenin teknik özellikleri.....	30
3.1.8. Anemometre.....	31
3.1.8.1. Anemometre teknik özellikleri.....	31
3.1.9. Hassas terazi.....	32
3.1.9.1. Hassas terazinin teknik özellikleri.....	32
3.1.10. Kurutma sehpası.....	32
3.1.11. Etüv fırını.....	33
3.1.11.1. Etüv fırınının teknik özellikleri.....	33
3.1.12. Renk analiz cihazı.....	34
3.1.12.1. Renk analiz cihazının teknik özellikleri.....	34
3.1.13. Ambalaj malzemesi.....	34
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Patlıcanların hazırlanışı ve ön işlemler.....	35
3.2.2. Ölçüm metotları.....	36
3.2.2.1. Renk ölçümleri.....	36
3.2.2.2. Kurutma havası sıcaklığı ve bağıl nemin ölçülmesi.....	38
3.2.2.3. Ürün neminin belirlenmesi.....	38

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	40
4.1. Birinci Kurutma Denemesi.....	40
4.2. İkinci Kurutma Denemesi.....	42
4.3. Üçüncü Kurutma Denemesi.....	45
4.4. Renk Analizi.....	47
4.5. Nem Analizi.....	49
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	56
EKLER.....	57



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA ŞARTLARINDA PATLICANIN KURUTULMASINDA GÜNEŞ ENERJİLİ KURUTMA MAKİNESİ GELİŞTİRİLMESİ

Reşit GÜLTEKİN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Bülent PİŞKİN
Yıl : 2016, Sayfa: 61

Tarımsal ürünlerin güvenli olarak bozulmadan saklanabilmeleri için uygulanan yöntemlerden birisi olan kurutma ilk çağlardan beri yapılmaktadır. Kurutma işleminin amacı yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların faaliyetlerini durdurmaktır. Kurutma işlemleri gıdaların daha uzun süre saklanmalarını sağlayan işlemlerdir. Bu işlemler esnasında gıdaların su aktiviteleri düşürülerek bozulmaları önlenir. Kurutma işleminde kuruma süresince gıdaya ısı verilir ve uygulanan sıcaklık için birçok enerji kaynağı kullanılabilir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi 2993 saat/yıl ile Türkiye'de güneşlenme saati potansiyeli olarak en yüksek olan bölgemizdir. Şanlıurfa da bu bölgemizde ve bölge içinde en yüksek güneşlenme saatine sahip il olması sebebiyle; Güneş enerjisi ile kurutma için önemli bir bölgedir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinden faydalanılacaktır. Ucuz, kaliteli ve sürdürülebilir bir sistem olması amacıyla güneş enerjisinden faydalanarak Güneş enerjili kurutma makinesi tasarlanmıştır. Şanlıurfa ili sınırları içerisinde üretimi ve tüketimi önemli miktarlarda yapılan patlıcan kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Patlıcan kurutmalık olarak tüketimi ve ihracat imkanının bulunması sebebiyle özellikle tercih edilmiştir. Geleneksel yöntemlerle yapılan kurutmada ürünler ortam şartlarından etkilenmekte ve zarar görebilmektedir. Bu çalışmada; hem bu zararları ortadan kaldırmak, hem de kurutma süresini azaltarak ürünlerin sağlıklı bir şekilde kurutulmasının sağlanması amaçlanmıştır. Bütün bu gerçekler dikkate alındığında, Şanlıurfa şartlarında güneş enerjisinden faydalanılarak patlıcan kurutmanın hem ekonomik hem de teknik temeli mevcuttur. Sistemin deneysel olarak incelenmesinde kurutma işlemi için bir alan seçilmiş ve bu alanda güneş enerjili kurutucu ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma sisteminde ağırlığı 500 g olan patlıcanlar 10 mm kalınlığında dilimlenmiş, 1,2 m/s ve 1.7 m/s hava hızlarında % 92 nem (yaş bazda) miktardan % 8 son nem (kuru baz) değerine kadar 30-65 °C sıcaklıklarda deneyler yapılmıştır. Denemelerde patlıcan numuneleri ortalama %92 nem(yaş bazda) değerinden %84 nem miktarı uzaklaştırılarak %8 nem(kuru baz) değerine getirilmiştir. Ayrıca yapılan denemelerde renk analizlerinin sonuçlarını değerlendirdiğimizde, patlıcanların iç renkleri(beyaz bölge) için ortalama L değeri 80, kroma değeri 24, hue açısı ise 88 ve patlıcanların kabuklarının renkleri(siyah bölge) ise ortalama L değeri 22, kroma değeri 3, hue açısı ise 74 olarak bulunmuştur. Yapılan uygulamalar ve analizler sonucunda elde edilen veriler, tasarlanan sistemin amaçlanan hedef için uygun ve verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER : Şanlıurfa, Güneş enerjili kurutma, Kurutma, Patlıcan, Kabin

ABSTRACT

MSc Thesis

THE DEVELOPMENT OF SOLAR DRYERS TO DRY THE EGGPLANT IN ŞANLIURFA CONDITIONS

Reşit GÜLTEKİN

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bülent PİŞKİN
Year : 2016, Page: 61**

One of the methods used in order to hide from degradation as a safe drying of agricultural products , which are made since an early ages. Aim of removing free water in dried product is to stop the activity of microorganisms and biochemical reactions that can occur in products. Drying operations are providing for longer storage of food. This reduced water activity of food spoilage is prevented during operations . Heat is supplied to the food during the drying in the drying process , and many sources of energy available for the applied temperature. South Eastern Anatolia Region 2993 hours / year with a sun clock in our region with the highest potential in Turkey. Sanliurfa city also has the highest sunshine hours in this region due to our region and province; for solar drying is an important region. This work will benefit from solar electricity from renewable sources . Inexpensive, quality and utilizing solar energy to be a sustainable system is designed solar dryer . Production and consumption in the province of Sanliurfa was subject to significant amounts of eggplant drying process. Due to absence of dried eggplant consumption and export opportunities as particularly preferred. Drying conditions are influenced by the products made by traditional methods and media may be damaged. In this study and to eliminate these losses , both aimed to ensure that the product is dried in a healthy way , reducing the drying time. Considering all these facts, it uses solar energy in Sanliurfa conditions , both economic and technical basis of drying eggplant is available. The system can be investigated experimentally chosen for the drying operation and that location of a space solar dryer and drying were performed. Weight in the drying system 500 g with eggplant sliced 10 mm thick , 1.2 m / s and 1.7 m / s air velocity 92% humidity in the (wet basis) final moisture 8% of the amount (dry basis) until the value is made experiments in 30-65 °C temperature . Average humidity 92% eggplant samples in Experiments (wet basis) 84% moisture content removal than 8% moisture (dry basis) was adjusted to value. We also evaluate the results of the experiment in color analysis , internal color of eggplant (white area) average L value of 80, chroma value of 24, while the angle of hue 88 and shell the color of eggplant (black area) the average value of L 22 , chroma value of 3, the angle of hue 74 , respectively. The implementations and analyzes data obtained as a result, it was concluded that appropriate and efficient for the intended target of the designed system.

KEY WORDS : Sanlurfa, Solar energy dried, Drying, Eggplant, Cabinet

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐmasının bütn aŐamalarında grŐ ve nerilerinden faydalandığım sayın hocalarım Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM ve Yrd. Do. Dr. Bülent PİŞKİN'e, tez süresi boyunca desteklerinden dolayı teşekkür eder, sayĐırlarımı sunarım. Ayrıca, Patlıcanın Laboratuar ortamında analiz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisliği bölümü hocalarından Doç. Dr. Hasan VARDİN ve Yrd. Doç. Dr. Ali YILDIRIM' a teşekkür eder sayĐırlarımı sunarım.

Bu tez alıŐması Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından **15074** nolu proje ile desteklenmiştir. Bu nedenle; Harran Üniversitesi Rektörlüğü ve Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi çalıŐanlarına ve bu tez çalışması sırasında bana yardımcı olan iŐ arkadaşlarıma da teŐekkürlerimi ve sayĐırlarımı sunarım.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Doğal taşınımlı pasif kurutma sistemleri şeması.....	11
Şekil 3.1. Güneş enerjili raflı kurutucunun şematik görünüşü	19
Şekil 3.2. Güneş enerjili kurutma makinesi yandan görünüş	20
Şekil 3.3. Güneş enerjili kurutma makinesi önden görünüş	21
Şekil 3.4. Güneş enerjili kurutma makinesi üstten görünüş	22
Şekil 3.5. Kesilen plywood (ahşap) parçaların tutkal ve cıvatalarla birbirine tutturulması.....	23
Şekil 3.6. Kurutma makinesinin ısı yalıtımı ile kaplanması	23
Şekil 3.7. Lastik tekerlek düzeni	24
Şekil 3.8. Geliştirilmiş olan güneş enerjili kurutma makinesi.....	24
Şekil 3.9. Ahşap(Plywood).....	25
Şekil 3.10. Alüminyum panel.....	26
Şekil 3.11. Alüminyum folyo kaplı ısı yalıtım malzemesi	26
Şekil 3.12. GEKM' nin önden ve yandan görünüşü	27
Şekil 3.13. GEKM'nin arkadan görünüş ve yan tarafta ise ölçüm cihazları	28
Şekil 3.14. GEKM' nin taze hava giriş kapağı ve baca delikleri	28
Şekil 3.15. GEKM' nin kurutma kabini ve kurutma tepsilerinin dizilişi	28
Şekil 3.16. Nem ölçme cihazı.....	29
Şekil 3.17. Dijital termometre	30
Şekil 3.18. Elektronik hassas terazi.....	32
Şekil 3.19. Farklı açılardan kurutma sehpasının görünüşü.....	33
Şekil 3.20. Güneş enerjili kurutma makinesine yerleştirilmiş taze ve kurutulmuş patlıcanlar	35
Şekil 3.21. Patlıcanların açık havada kurutma sehpası üzerine yerleştirilmesi	36
Şekil 4.1. Birinci denemede kabin iç ve dış ortam sıcaklık farkı	42
Şekil 4.2. Ön işlemlerin yapılışı	43
Şekil 4.3. İkinci deneme kabin içi ve dış ortam sıcaklık farkı grafikli gösterim	44
Şekil 4.4. İkinci ve üçüncü deneme dış ortam nem ölçümleri.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Türkiye'de patlıcanın üretim miktarları (Anonim, 2015a)	1
Çizelge 1.2. Şanlıurfa'da patlıcan üretim miktarları (Anonim, 2015b).....	2
Çizelge 1.3. 1995-2015 Yılları itibariyle Türkiye'nin kurutulmuş patlıcan ihracatı (Anonim, 2015c)	3
Çizelge 1.4. Bölgelere göre güneşlenme saati (Anonim, 2010)	8
Çizelge 1.5. Şanlıurfa'nın güneşlenme saati (Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1950- 2014))(Anonim, 2016).....	8
Çizelge 4.1. Birinci denemede ölçülen iç ortam ve dış ortam sıcaklıkları	41
Çizelge 4.2. İkinci denemede(19/09/2015) patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları.....	43
Çizelge 4.3. İkinci denemede (19.09.2015) yapılan ölçümler	44
Çizelge 4.4. Üçüncü denemede (29.09.2015) yapılan ölçümler	45
Çizelge 4.5. Üçüncü denemede(29/09/2015) patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları.....	47
Çizelge 4.6. GEKM ve kurutma sehpası ile yapılan kurutma işleminin renk analizi ve aritmetik ortalamaları.....	48
Çizelge 4.7. Laboratuarda numuneler üzerinde yapılan nem analizi sonucunda elde edilen son nem değerleri.....	51

SİMGELER DİZİNİ

A,B,C,D,E	Güneş enerjili Kurutma makinesi ile yapılan denemelerin Laboratuarda analizi
F,G	Telli Sehpa ile yapılan denemelerin Laboratuarda analizi
a	HunterLab Kolorimetrisinde Kırmızılık değeri
b	HunterLab Kolorimetrisinde Sarılık değeri
C	Kroma değeri(Rengin Doygunluğunu gösterir)
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GEKM	Güneş Enerjili Kurutma Makinesi
H	Hue açısı(Renk Tonu)
L	HunterLab Kolorimetrisinde Parlaklık değeri
M_1	Kurutmadan önceki nem (%)
M_2	Kurutmadan sonraki nem (%) olarak verilir.
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
T_1	Sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı(Boş Petri ağırlığı)(g.)
T_2	Analize alınan kurutulmuş patlıcanın ağırlığı(g.)
T_3	Petri + Analize alınan numunenin ağırlığı($T_1 + T_2$)
T_4	Analiz sonundaki son sabit tartımdaki ağırlık(g.)
USD	United State Dollar (Amerika Para Birimi)
W	Ağırlık kaybı (g.)
W_1	İlk ağırlık (g.)
W_2	Son ağırlık (g.)
W_s	Su ağırlığı (g.)
W_k	Ürünün kuru ağırlığı (g.)
$\% N_{y.b}$	Yas baza göre nem oranı (%)
$\% N_{k.b}$	Kuru baza göre nem oranı (%)

1. GİRİŞ

1.1. Üretim ve Potansiyel

Şanlıurfa ili sınırları içerisinde çok değişik tarımsal ürünler yetiştirilmektedir. Yetiştirilen çok çeşitli sebze ve meyveler hem taze olarak hem de çeşitli endüstriyel işlemlere tabi tutularak tüketime sunulmakta ve ihraç edilmektedir. Bu çalışmanın konusunu oluşturan patlıcan dikkate alındığında, ülkemiz 2015 yılı verilerine göre patlıcan üretim miktarları Çizelge 1.1.' de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de patlıcanın üretim miktarları (Anonim, 2015a)

Yıllar	Patlıcan(ton)
2009	816.134
2010	846.998
2011	821.770
2012	799.285
2013	826.941
2014	827.380

Ülkemizde yetiştirilen 28 milyon ton sebzenin yaklaşık olarak 800 bin tonunu patlıcan üretimi oluşturmaktadır. Çizelge 1.1' de üretilen patlıcanların yıllar içindeki üretim miktarları görülmektedir. Yaklaşık 827 bin ton olan ülkemiz patlıcan üretiminin %3,09 yaklaşık olarak 25 bin tonu ise Şanlıurfa ilinde yetiştirilmektedir. Şanlıurfa'da yetiştirilen patlıcanların yıllar içindeki üretim miktarlarını Çizelge 1.2.' de görebiliriz.

Çizelge 1.2. Şanlıurfa'da patlıcan üretim miktarları (Anonim, 2015b)

Yıllar	Patlıcan(ton)
2008	74.540
2009	74.249
2010	57.103
2011	58.865
2012	31.566
2013	29.084
2014	25.573

Kurutulmuş patlıcan kurutulmuş sebze ihracatı içerisinde %1,4 (2004 yılı) gibi küçük bir orana sahip olmakla beraber Güneydoğu Anadolu Bölgesinde üretilen ve tüketilen önemli bir ürün olduğundan incelenmesini gerekli kılmaktadır. Ülkemizin yıllık patlıcan ihracatı miktar olarak 49 ile 94 ton miktarları arasında seyretmiştir Çizelge 1.3. İhraç fiyatları ise ortalama olarak 6,0 USD/kg civarındadır. Kurutulmuş patlıcan maliyeti ve ihraç satış fiyatları dikkate alındığında arada çok büyük farkların olduğu ve ihracat için önerilebileceği görülmektedir. Ancak satış miktarlarına bakıldığında çok yüksek olmadığı dikkati çekmektedir. Nitekim Ege bölgesi kurutulmuş sebze ihracatçıları ile yapılan görüşmelerde fiyatın çok cazip olmasına karşı kurutulmuş patlıcan satışının son derece kısıtlı olduğu ithalatçı bulmakta zorlandıkları bildirilmiştir (Vardin, 2006).

Çizelge 1.3. incelendiğinde 2007 sonrası patlıcan ihracatındaki ciddi bir azalma görülmektedir. Buna sebep olarak USD/Kg. fiyatının çok yüksek olması gösterilebilir. Çünkü 2007 yılı sonrası USD/Kg. fiyat bazında ciddi bir artış görülmektedir. Oysa 2009 yılında USD/Kg. fiyatının düşük olması ile beraber ihracat miktarının arttığı görülmektedir. 2015 yılı itibariyle kurutulmuş patlıcan ihracatı kurutulmuş sebze ihracatının % 0,7 sını oluşturmaktadır.

Çizelge 1.3. 1995-2015 Yılları itibariyle Türkiye'nin kurutulmuş patlıcan ihracatı (Anonim, 2015c)

Yıllar	ihracat Miktarı(Ton)	İhracat Değeri(USD)	Fiyat(USD/Kg.)
1995	60	335596	5,6
1996	52	334044	6,4
1997	81	246254	3
1998	42	254924	6,1
1999	38	236455	6,1
2000	94	387004	4,1
2001	67	317867	4,7
2002	60	296788	5
2003	57	267901	4,7
2004	70	444053	6,4
2005	49	300377	6,1
2006	80	611180	7,6
2007	101	813359	8
2008	71	723157	10,1
2009	95	677376	7,1
2010	59	680521	11,1
2011	46	581072	12,6
2012	47	703663	14,8
2013	37	603613	16,4
2014	38	633339	16,8
2015	26	392002	14,9

1.2. Kurutma

Tarımsal ürünlerin uzun süre saklanabilmeleri için uygulanan yöntemlerden birisi olan kurutma, en eski ve uygulama alanı en geniş olan yöntemdir. Tarımsal ürünlerin soğutularak, dondurularak, kimyasal maddelerle işlemlerden geçirilerek, oksijensiz ortamda depolanarak, ultraviyole ve radyoaktif ışıklardan yararlanarak da uzun süre saklanması mümkün olmakla birlikte bu uygulamalar içerisinde kendine en geniş uygulama alanı bulan yöntem kurutma yöntemidir (Yağcıoğlu, 1996).

Kurutma, bir madde içindeki su veya sıvının uzaklaştırılması olarak tanımlanabilir. Meyve ve sebzelerin bünyesindeki %80-95 oranlarındaki su %10-20 oranlarına düşürülerek kurutma ile uzun süre dayanması sağlanır.

Kurutmadan amaç, yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların gelişmesini durdurmak ve üreyemeyeceği bir orana indirerek gıda maddelerinin bozulmadan uzun süre dayanmalarını sağlamaktır. Ayrıca hacim ağırlığını düşürerek maddelerin taşınma, depolanma ve kullanılma işlemlerini daha kolay ve ekonomik hale getirmek mümkün olur. Taşıma maliyeti, maddenin içerdiği nem miktarı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Onun için özellikle, uzak mesafelere taşınan maddelerin nem oranlarının mümkün olduğu kadar düşük olması gerekmektedir.

Diğer saklama ve değerlendirme yöntemlerine göre kurutma daha az teknoloji gerektirir, alet ve makine isteği azdır. Bu nedenle daha ucuz bir işlemdir.

Yurdumuz genelinde meyve ve sebzelerin çoğu açık havada güneşte bırakılarak kurutulmaktadır. Açık havada kurutma bilinen en eski yöntemlerdendir. Bazı sebzeler iplere dizilip asılarak, bazı sebze ve meyveler ise güneş gören yerlerde sergilere serilerek kurutulur. Güneşte kurutma hiçbir enerji ve bakım masrafı istemediğinden ekonomik bir yöntemdir. Yalnız ürünün kalitesi hava şartlarına bağlı olarak değişir. Havalar açık, güneşli olursa iyi kalitede ürün elde edilebildiği halde; yağışlı havalarda kuruma süresi uzar, ürünün kalitesi bozulmaya başlar ve ürün çürür. Açık sergilerde kurutmanın diğer bir sakıncası da meyveleri kuşların yemesi, toz, toprak, böcek artıkları gibi yabancı maddelerin kolaylıkla bulaşabilmesidir. Bu olumsuz faktörleri ortadan kaldırmak için değişik kurutma tesis ve düzenleri geliştirilmiştir.

Kurutmada enerji tüketiminin azaltılması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar daha çok doğal hava ile kurutma, kurutmada güneş enerjisinden yararlanma ve yüksek sıcaklıkta kurutma ile düşük sıcaklıkta kurutma yönteminin diğer yöntemlerle birleştirilmesi imkanları üzerinde yoğunlaşmıştır.

1.2.1. Kurutmanın avantajları

Kurutmanın avantajlarını sıraladığımızda;

- a) Kurutulan ürünün su içeriği azaltılarak enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmaları azaltılır.
- b) Ürünün, ağırlık ve hacmi azalacağından dolayı taşıma ve depolanması daha kolay olur.
- c) Yetiştirilen fazla ürünlerin yeniden değerlendirilmesini sağlar.
- d) Ürünlerin kalite ve besin değerleri korunur ve uzun süre tüketilebilir.
- e) Kurutulmuş ürünler tüketime kolay ve çabuk hazırlanırlar.
- f) Kurutma diğer muhafaza ve işleme yöntemlerine göre daha az teknoloji, işçilik ve makineye ihtiyaç duyduğundan, en ucuz ürün değerlendirme yöntemlerinden biridir.

1.2.2. Kurutma yöntemleri

Gıda sanayinde kurutulacak ürüne göre ve uygulanacak prosese göre farklı tipte kurutma yöntemleri mevcuttur. Bu kurutma yöntemleri; güneşe maruz bırakarak kurutma, dondurularak kurutma, sıcak hava ile sirkülasyonu sağlanan fırınlarda kurutma olarak sıralanabilir (Yağcıoğlu, 1999).

1.2.3. Kurutucu Tipleri

Kurutucu tipleri ise, ortam koşulları, istenilen kurutma zamanı ve gıdaya göre seçilir. Kurutucu tipleri aşağıda verilmiştir.

1.2.3.1. Tepsili kurutucular

Bu tip kurutucular sıvı ürünler için kullanılmaz. Dilimlenmiş katı ürünlerin tepsilere konularak, ısıtılmış havanın bir fan yardımı ile tepsideki ürünle muamele edilmesi prensibine dayanır.

1.2.3.2. Tünel Kurutucular

Bu kurutucular ile yüksek kapasitede ve nispeten kısa zamanda kurutma işlemi yapılır. Ürün tünele girişten çıkışa kadar maruz kaldığı sıcak hava ile kurutulur. Bu tip kurutucularda enerji verimliliği yüksek, işgücü maliyeti düşük ve ürün kalitesi yüksektir.

1.2.3.3. Konveyör (bantlı) kurutucular

Bu tip kurutucularda ürünler bir veya daha fazla bant ile ilerlerken alttan veya üstten fanlar yardımıyla gönderilen sıcak hava ile muamele edilirler. Böylece istenilen özellikte ürünler elde edilir.

1.2.3.4. Akışkan yataklı kurutucular

Bu tip kurutucuların avantajı sirküle ettirilen sıcak havanın kurutulmak istenen ürünün yüzeyinin her noktasına teması ile kurutmanın gerçekleştirilmesidir.

1.2.3.5. Püskürtmeli kurutucular

Bu kurutucularda diğerlerinde olduğu gibi ısıtılan hava atomizör yardımı ile çok küçük partiküllere ayrılan ürünle muamele edilerek kurutma işlemi sağlanır ve kurutulmuş ürün hava karışımı siklon separatör yardımı ile ayrılır. Bu işlem daha çok toz ürün eldesi için gıda sanayinde kullanılır.

1.2.3.6. Valsli kurutucular

Bu kurutucularda ilke; içten buhar, sıcak su ya da ısı iletimi yüksek bir sıvı ile ısıtılan ve ekseni etrafında belirli bir hızla dönmekte olan dökme demirden yapılmış bir silindirin sıcak yüzeyine ince bir katman halinde yayılan sıvı gıda maddesinin silindirin dönüşü esnasında yüzeyde kuruması ve buradan kazınıp alınması olarak özetlenebilir. Çift ve tek valsli olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

1.2.3.7. Güneş enerjili kurutucular

Bu kurutucularda güneş bir enerji kaynağı olarak bir akışkanın (genellikle su veya hava) ısıtılmasında kullanılır. Akışkanlara ısıyla yüklenen bu enerji gıdaların kurutulmasında direkt veya endirekt olarak kullanılmaktadır.

1.3. Güneş Enerjisi ve Güneş Enerjili Kurutucular

Güneş enerjisi, rezervi bitmeyen ve çevreyi kirletmeyen temiz bir enerji kaynağı olup kolayca ısı enerjisine çevrilebilme özelliğinden dolayı dünya genelinde tarımsal ürünlerin kurutulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Alışılmış enerji kaynaklarının sınırlı olduğu dünyamızda yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu enerji kaynakları arasında güneş enerjisi; ulaşım, dağıtım ve çevre sorunlarının bulunmaması, tükenmemesi ve dışa bağımlı olmamasından dolayı diğer enerji kaynaklarına göre daha çok tercih edilmektedir.

Gelişmekte olan ülkemizin sanayi ve tarımsal yönden istenilen düzeye gelebilmesi için daha çok enerji kullanımına ihtiyacı olduğu bir gerçektir. Ülkemizin zengin sayılabilecek güneş enerjisi potansiyeline sahip olması ve tarımsal ürünleri kurutma işleminin güneş enerjisinin yoğun olduğu döneme rastlaması bu enerjinin kontrollü olarak kurutma işleminde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Güneş enerjisi, rezervi bitmeyen ve çevreyi kirletmeyen temiz bir enerji kaynağı olması yanında kolayca ısı enerjisine çevrilebilme özelliğinden dolayı da kurutma tekniğinde kullanılan enerji kaynaklarının başında gelmektedir (Mutlu, 2007).

Çizelge 1.4.'de görüldüğü üzere en çok güneşlenme süresi 2993 saat/yıl ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi'ndedir. Bunu 2956 saat/yıl ile Akdeniz ve 2738 saat/yıl ile Ege Bölgesi takip etmektedir. Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından iyi durumda olmasına rağmen bu potansiyeli yeterince etkin kullanamamaktadır.

Çizelge 1.4. Bölgelere göre güneşlenme saati (Anonim, 2010)

BÖLGELER	TOPLAM ENERJİ(kWh/m ² yıl)	GÜNEŞLENME SAATİ(h/yıl)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Ege Bölgesi	1304	2738
Marmara Bölgesi	1168	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971

Şanlıurfa'nın güneşlenme saatini incelediğimizde uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerlere göre en çok Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 10-12 saat olduğu Çizelge 1.5.'de görülmektedir.

Çizelge 1.5. Şanlıurfa'nın güneşlenme saati (Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1950- 2014))(Anonim, 2016)

Şanlıurfa	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Ortalama Güneşlenme süresi(Saat)	4,1	5,1	6,2	7,5	10,1	12,2	12,3	11,4	10,1	8,6	5,6	4

Güneş enerjisinin kullanıldığı kurutma sistemlerinin geliştirilmesi, kalite ve hijyenik yönden önem taşımaktadır. Bu enerjinin kurutma işlemindeki en basit yararlanma şekli, ürünlerin değişik sergi yerlerinde açık havada kurutulmasıdır. Bu tür doğal ortamlarda yapılan kurutma uzun zaman aldığından, kurutulan ürün çevredeki kirlenme etmenlerinden etkilenmekte ve ayrıca ürünün besleyici özelliklerin de önemli ölçüde kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle, daha kaliteli ve hızlı kurutma uygulamaları için öncelikle güneş enerjili kurutuculara ihtiyaç vardır.

Tarımsal ürünlerin güneşe serilerek kurutulması ve korunması çok ekonomik bir yöntem olmakla birlikte, ürünlerin kirlenme dış etkenlerin etkilerine açık olması nedeniyle kirlenmesi sonucu hijyenik ürün elde edilememektedir. Buna ek olarak

yere serilerek yapılan kurutma işlemi dış hava şartlarına bağlı olduğundan ve hava koşullarının ürün kalitesine olan direkt etkilerinden dolayı her zaman hijyenik, sağlıklı, ve yüksek kalitede ürünler elde edilememektedir.

Güneşte kurutulan patlıcanlarda yapılan kurutma uzun zaman aldığından, kurutulan ürün çevredeki kirletici etmenlerden etkilenmekte ve ayrıca besleyici özelliklerinden de önemli ölçüde kayıplara uğramaktadır. Bu nedenle, ürünün kuruma süresini kısaltmak, istenilen nem içeriğinde ürün elde etmek, ürünlerin daha temiz ve kaliteli kurutulması ve besleyici özelliklerini kaybetmemeleri için özellikle güneş enerjili kurutuculara önem vermek gerekmektedir.

Bir güneşli kurutucu, yapı bakımından güneş enerjisinin toplandığı ısıtıcı ve kurutulacak materyalin konulduğu depo bölümlerinden oluşmaktadır. Bazı kurutucularda ısıtıcı ve depo bir bütün olarak yapılmaktaysa da, çoğunlukla birbirlerinden ayırılırlar. Ancak hangi tip olursa olsun, kurutulacak materyal bütünüyle dış ortamdan izole edilmiş bulunmakta ve kuruma kapalı yerlerde sağlanmaktadır. Güneş ışınımından doğrudan yararlanan kurutucularda duvarlar cam veya geçirgen plastik örtülerden yapılmaktadır. Yazları atıl durumda bulunan seralar kurutma işleminde kullanılabilirler ki, bunlar güneş enerjisinden doğrudan yararlanan kurutucular olarak değerlendirilebilirler (Yağcıoğlu, 1999).

Kabin kurutucular; meyve, sebze ve diğer tarımsal ürünlerin bir tabla içinde kurutulduğu ısı kutusu şeklindedir. Üst yüzeyi güneş ışınımını geçiren saydam örtüyle kaplanmaktadır. Hava kurutucuya genellikle alttan girmekte, rafların altından, üstünden ve arasından geçerek üstten çıkmaktadır. Güneşli kurutucularda aranan en büyük özellik işletme giderinin az olması, yerel malzeme ve işçilikle yapılabilmesidir. Kuruma süresini azaltması ve sürekli çalışabilirliği yani kapasitesinin yüksek olarak tasarlanabilmesi istenen diğer özelliklerdir (Yağcıoğlu, 1999).

1.3.1. Güneş enerjili kurutucuların sınıflandırılması

Kurutulan ürünün güneş etkisinde kalış biçimine göre güneş enerjili kurutucular:

- ❖ Doğrudan güneş enerjili kurutucular
- ❖ Dolaylı güneş enerjili kurutucular
- ❖ Birleşik tip güneş enerjili kurutucular

Kurutucudan geçen kurutma havasının akış biçimine göre güneş enerjili kurutucular:

- ❖ Pasif (Doğal Taşınım) Kurutucular
- ❖ Aktif (Zorlamalı Taşınım) Kurutucular

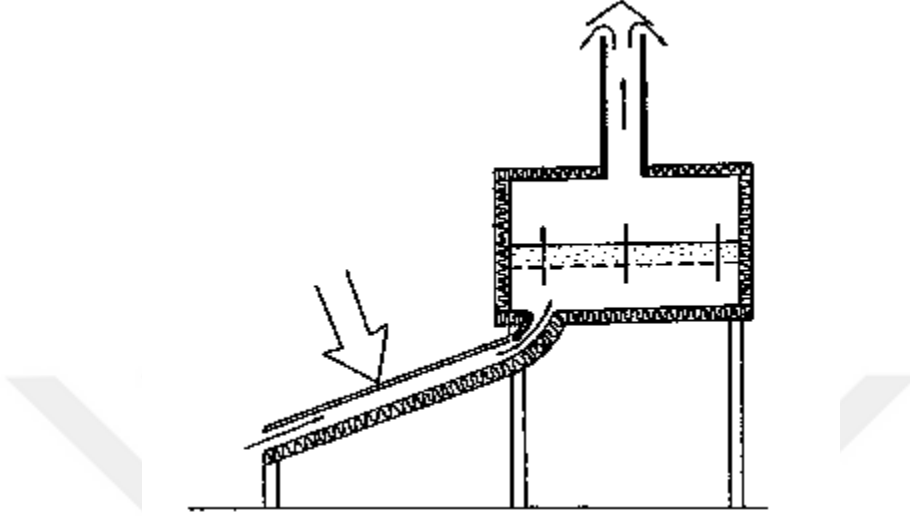
1.3.1.1. Pasif kurutucular (Doğal taşınım)

Bu tip kurutucularda yalnızca güneş enerjisinden yararlanır. Herhangi bir yardımcı enerji kaynağı yoktur. Bu şekilde yapılan kurutma işlemlerinde sıcaklık kontrol edilemez fakat yatırım maliyetleri düşüktür. Pasif tipli kurutucular;

- ❖ Güneş kabinleri,
- ❖ Çadır veya seralar
- ❖ Baca tipi kurutuculardır.

Kabin tipi kurutucular, en basit yapılı kurutuculardan bir tanesidir. Genelde kabin tipi kurutucular, tek veya iki kat saydam örtüyle kaplanmış, belirli bir eğimle kapanan bir kapak ile yan yüzeyleri ve tabanı yalıtım maddeleri ile kaplanmış, ahşap veya metal sacdan yapılan, yan görünüşü yamuk şeklinde olan kabinden oluşmaktadır. Ayrıca havalandırma için tabanına, ön ve arka kenarlarına delikler açılır(Şekil 1.1). Kurutucunun iç yüzeyleri gelen güneş enerjisini daha iyi tutmak için siyaha boyanmalıdır. Kurutucu içinde hava hareketi; tabanda ve ön kenarda bulunan deliklerden çevre havasının içeri girmesiyle ve ısınmış ve nemli havanın arka

kenardaki üst deliklerden kabini terk etmesiyle meydana gelmektedir (Tarhan ve ark., 2007).



Şekil 1.1. Doğal taşınımlı pasif kurutma sistemleri şeması

Bu çalışmadaki amaç, Şanlıurfa ili koşullarına uygun olarak güneş enerjili doğal taşınımlı raflı tip bir kurutucu tasarlayarak, ilimizde yoğun olarak üretimi yapılan patlıcanın değişik dönemlerde kurutulma koşullarını araştırmaktır. Aynı zamanda bu araştırma ile, yerel imkanlarla imal edilebilecek, basit yapılı ve düşük maliyetli farklı tip güneşli kurutucuların yörede patlıcan, diğer sebze ve meyvelerin kurutulmasında kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

Bu amacı yerine getirmek için şu işlemler yapılmıştır.

- 1- Güneş enerjili doğal taşınımlı bir kurutucu tasarımı ve imalatı
- 2- Patlıcanın kurutulmasında kurutma süresi, renk özellikleri ve nem değerlerinin belirlenmesi.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Selçuk ve ark. (1974), en basit tasarımı, en az toprak kullanımı, en düşük maliyeti saptayacak şekilde kombine raflı bir tip güneş kurutucusunu inşa ederek meyve kurutma deneyleri yapmışlardır. Bu kurutma ünitesinde ahşap çatı, geçirgen örtü olarak polietilen film tabakası kullanılmıştır. Güneş ışınımının emilmesi için iki kümes teli tabakasının arasına ince metal yongalardan yapılmış Matriks tipi hava ısıtıcısı toplayıcı oluşturulmuştur. Bu araştırmada kombine raf tipi kurutucu için ısı ve kütle transfer bağıntılarının matematiksel formulasyonu sabit hava debisi için bulunmuştur. Ölçülen verilerden bulunan değerlerin matematiksel formülasyonundan bulunan değerlerle sıcaklık için %3 °C nem için %8 farkla uyduğu rapor edilmiştir.

Akyurt ve ark. (1976), ürünün kuruma hızının; kurutulan ürünün biyolojik özelliklerinin, şeklinin, ürünün kurutma havasına göre yerleştirilişinin, birim alandaki ürün miktarının ve kurutma havası sıcaklığı ile hızının etkilendiğini belirtmiştir.

Demir (1989), sera tipi bir kurutucu içerisinde ve dış ortamda çekirdeksiz üzüm ve incir kurutmuştur. Sera içerisinde kurutma bandı yer almakta olup, bu bandın bir kısmı parabolik yansıtıcılarla desteklenmiştir. Kurutma öncesi çekirdeksiz üzümün bir kısmı K_2CO_3 ve zeytinyağı içeren çözeltiye bandırılarak kurutulmuştur. Ön işlem uygulanan üzümler sera içinde 4 günde, sera dışında ise 7 günde ticari nemliliğe ulaşırken, bandırılmadan kurutulan üzümler ise sera içinde 7 günde, sera dışında ise 15 günde istenilen nem düzeyine inmiş olduğunu açıklamışlardır.

Yaşartekin (1991), Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsünde kabinet tipi, güneşi dikey ekseninde belirli aralıklarla izleyen, güneş enerjili kurutucu ile elma kurutma deneylerinde kurutucunun kullanım olanaklarını ve verimliliklerini incelemiş ve açık havada kurutmaya karşılaştırmıştır. Kurutucuda kuruma hızının doğal kuruma hızından daha düşük olmasının nedeninin kurutucu içerisinde hava dolaşımının zayıf olmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Harrison ve Andress (1993)'e göre, gıdaların saklanmasında kullanılan en eski yöntemlerden biri kurutmadır ve temeli; ürün içerisindeki suyu belli bir orana kadar düşürmek ve böylece çeşitli canlıların ve enzimlerin ürüne zarar vermesini engellemektir. ürünlerin bu şekilde korunması etkili, ucuz ve yaygın bir yöntemdir. kurutma işlemi için değişik enerji kaynakları kullanılmaktadır, ancak güneş enerjisi en ucuz ve en yaygın olanıdır.

Afzal ve Abe (1999), yapmış oldukları çalışmada, patates kurutmak amacı ile deneysel bir hava kurutucusunu; hava sıcaklığı, patates çapı ve CO_2 üflenmesinin etkilerini görmek için kullanmışlardır. Bu çalışma sonucunda kuruma oranının artan hava sıcaklığı ve küçülen patates çapına bağlı olarak arttığını ve CO_2 üflemenin kuruma oranına olumlu yönde etki ettiğini belirtmişlerdir.

Yağcıoğlu ve ark. (1999), yapmış oldukları çalışmada; farklı kurutma durumlarında defne yaprağının kurutma karakteristiklerini incelemişlerdir. Geleneksel güneşte kurutma metodunda uygun olmayan hava koşulları ile karşılaşıldığını ve kayıpların meydana geldiğini ve ayrıca uzun kuruma zamanı gibi avantajsız durumların ortaya çıktığı görülmüştür. Kontrollü koşullarla kurutmanın geleneksel kurutmaya göre bir çok problemi ortadan kaldırdığı gözlenmiştir. 50 °C yada 60 °C sıcaklıkta kurutma ile defne yapraklarının temel yağ bileşim miktarları ve kalitesinde bir kayıp olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca yaprakların % 10 nem içeriğine kadar kurutma zamanı, geleneksel kurutma işlemine göre 120 kez yada 40 °C sıcaklıkta kurutma şartlarına göre 8 kez daha kısaldığını ve hiçbir kayıp olmadığını ifade etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada kabin tipi bir kurutma sistemi kullanmıştır. Bu kurutma sistemi bir hava kolektörü, kurutma odası ve hava dolaşım sisteminden oluşmaktadır. Kurutma havasının dolaşması için fotovoltaiik panellerden üretilen 45W'lık güç, fanı çalıştırmak için kullanılmıştır.

Hava kolektörü 27,50 m² 'lik alana sahiptir ve kabin içerisinde 8 tane 2,8 m² lik raf bulunmaktadır. Soğurucu değişik tip siyaha boyanmış alüminyum telefon

telinden yapılmıştır. Kurutucunun kapasitesi 25 kg taze domates alacak şekildedir. Buna göre yük oranı 9kg/m² dir. Bu kurutucuda materyalin nem içeriğinin kurutma mevsimi sırasında 5 günde %95 ten %17 ye düşürüldüğünü ifade etmişlerdir.

Ertekin ve ark. (2001) Yıldız (2001)'a göre sıcak hava ile ürün kurutma, kurutma havasının belli bir sıcaklığa kadar ısıtılması böylece havanın nem alabilme özelliğinin artırılması ve doğal veya zorlamalı(fan yardımıyla) olarak kurutulacak ürün üzerine havanın belli bir hızda gönderilmesi esasına dayanır. Ürün ile temas eden sıcak hava ürünün nemini alır. Bu işlem ürün istenilen nem oranına gelene kadar devam eder. Kurutma süresi ve kalitesine kurutma havasının sıcaklığı, hızı, nem oranı etki etmektedir. Kontrollü kurutma sistemlerinde (kabin, tünel ve sera tipi) ürünlerin kurutulması daha çabuk olmaktadır. Kontrollü kurutma ile kurutulan ürünler, açıkta güneş altında kurutulan ürünlere göre daha temiz ve kurutma sonrasında ürünün doğal renk, tat, koku ve besin maddelerinde fazla değişiklik olamamaktadır. Kontrollü kurutma ile ürün olumsuz atmosfer şartlarından(yağmur, rüzgar ve vb.) korunmaktadır.

Dalgıç ve Vardin (2001) Güneydoğu Anadolu bölgesi güneş yoğunluğu yüksek olan bir bölgedir. Bu durumun, güneş enerjisinin kurutma işleminde kullanılması için büyük bir avantaj sağlayacağını belirtmişlerdir.

El-Sebaai et al., (2002), oluşturdukları güneş enerjili endirekt kurutucuda çekirdeksiz üzüm, incir, elma, domates, soğan ve bezelye kurutmuşlardır. Kurutma havasını ısıtmak için kullandıkları güneş kolektörünün alanı 1m² olup, absorbe edici yüzeyi siyaha boyanmış 2 mm kalınlığından bakır levha, kolektörün örtü malzemesi de 5 mm kalınlığındaki camdır. Cam ile absorbe edici yüzey arasındaki boşluk 80 mm'dir. Kolektörün arka yüzeyinden oluşabilecek ısı kaybını önlemek için 80 mm kalınlığındaki saman tabakası izolasyon malzemesi olarak kullanılmıştır. Prototip kurutma kabini 1x1x1,5 m boyutlarında imal edilmiştir. Siyaha boyanmış 500 mm uzunluğundaki baca, doğal dolaşımı hızlandırmak için kurutucunun üzerine bağlanmıştır. 0,855 x 0,8 m boylarındaki alüminyum çerçeveye takılmış olan örgü teller kurutma tepsisini oluşturmuştur. Kolektörde ısıtılan hava doğrudan kurutma

hücrelerine girmektedir. Kolektörün absorbe yüzeyi ile izolasyon malzemesinin arasında kalan 0,1 m kalınlığındaki kısmı gece koşullarında da kurutmanın devam edebilmesi amacıyla ısı depolayıcı kil, granit, kum gibi malzemelerle de doldurularak kurutma denemeleri yapılmıştır. Domateslerle yaptıkları denemelerde kesilerek kurutulan domateslerin %7 nem içeriğine 28 saat içinde ulaştığı belirlenmiştir. Araştırmacılar hazırladıkları kurutucu ünitesinin 45-55 °C aralığında denemelerde inceledikleri tarımsal ürünlerin kurutulması için uygun olduğunu, ısı depolama materyali kullanmanın gece boyunca da nem azalmasına yardım ettiğini sistemin tam kapasiteyle kullanılması halinde homojen bir kurutma için belli süre sonra tepelerin yerlerinin değiştirilmesi gerektiğini, büyük materyallerin parçalara ayrılarak kurutulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Tarhan ve ark. (2005), Günümüzde ticari olarak kullanılan kurutucuların hiçbiri tam olarak en ekonomik ve en kaliteli kurutma işlemini bir arada sağlayamadığını ifade etmişlerdir. Bu makalede, güneş enerjili kurutuculardan beklenen başarı kriterleri ve kurutulmuş ürün kalitesi ile ilgili faktörler ve kavramlar açıklanmıştır. Kurutucu tasarımı ile ilgili gerekli veriler ve güneş enerjili kurutucu tasarımı ile ilgili pratik kurallar verilmeye çalışılmıştır. Güneş enerjili kurutucuların ekonomik ve uzun süreli kullanımları için üreticinin yapması gereken işler açıklanmıştır.

Akın (2006), Güneş enerjili kurutucunun tasarım parametrelerinin araştırılması konulu çalışmasında aşağıdaki bilgileri sunmuştur. “Bu çalışmada birbirine seri hâlinde bağlanmış iki güneş enerjili toplayıcıdan geçen kurutma havası kapalı bir ortama verilerek kurutma yapılmıştır. Ürün olarak çarliston biber kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle başlangıç nem değerleri belirlenmiş olan ürünün denge nem içerikleri bulunmuştur. Bu nedenle sorpsiyon izotermi oluşturulmuştur. Sorpsiyon izoterm diyagramı, nem içeriğine karşılık su aktivitesi alınarak çizilmiş ve su aktivitesinin fonksiyonu olan sorpsiyonların davranışını belirleyen uygun matematik modeller 30 ve 60 °C için lineer olmayan regresyon metodundan yararlanılarak belirlenmişlerdir.”

Gülçimen (2008) Bu çalışmada, yeni geliştirilen havalı güneş kolektörleri kullanılarak reyhan ve nane kurutulması sağlanmış ve kurutma parametreleri deneysel ve teorik olarak araştırılmıştır.

Çeşitli yüzey profillerine sahip havalı güneş kolektörleri, hava sirkülasyonu sağlayan radyal fan ve kurutma odasından oluşan, deney düzeneği kurulmuş ve deneyler yapılmıştır. Kurutma deneylerinde nane ve reyhana uygun kurutma sıcaklıkları seçilmiş ve farklı debilerde deneyler gerçekleştirilmiştir.

Deney sonuçlarından yararlanarak, nane ve reyhan için ayrı ayrı deneysel bağıntılar elde edilmiş. Elde edilen deneysel bağıntılar literatür ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca nane ve reyhan kurutulması için matematik modelleme geliştirilmiştir.

Kocabıyık ve Ark (2008) Nane yapraklarının infrared enerji ile kurutulmasında nanenin kuruma karakteristikleri, kuruma süresi, kuruma hızı incelenmiş ve özgül enerji tüketimi ile kurutulmuş nane yapraklarının renk özellikleri araştırılmıştır. Denemeler 1080 W/m^2 infrared radyasyon yoğunluğunda dört farklı hava hızında (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m/s) gerçekleştirilmiştir. Bütün kuruma koşullarında kuruma süresi 64 -180 dk arasında değişmiştir. Kuruma hızı hava hızının azalmasıyla artış göstermiştir. Özgül enerji tüketimi tüm kuruma koşulları için 37.04 ile 106.58 MJ/kg-buharlaşan su arasında değişmiştir. Kuru nanenin renk özellikleri işlem değişkenlerinden etkilenmiştir.

Bayhan(2011), Bu tez çalışmasında farklı iki kabin tipi kurutucuda eşit ağırlıklardaki nane numunelerinin kurutulması incelenmiştir. Böylece aynı tip ve aynı miktarda numuneler her iki deney setinde de kurutularak kurutma sürecini etkileyen parametreler karşılaştırılmış ve grafiksel olarak incelenmiştir.

1. deney setinde yapılan kurutma deneyi 40-60-70 °C sıcaklık ve 0.8-1.5 m/s hava hızlarında ızgara altından, 2. deney setinde yapılan kurutma deneyi 60 °C sıcaklık ve 0.8-1.5 m/s hava hızlarında ızgara üzerinden üflenerek incelenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda 2.deney setinde yapılan kurutma da, 1. deney setinde

yapılan kurutmaya göre daha kısa sürede kuruma gerçekleştiği ve kuruma hızının da daha yüksek olduğu görülmüştür.

60 °C sıcaklık ve 0.8m/s hava hızındaki sıcak havanın iki farklı kurutucuda yapılan kurutmaya ait deney sonuçları, literatür de verilen ve sıkça kullanılan bağıntılar üzerinde uygulanmış ve nane için uygun model belirlenmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Patlıcan

Patlıcan Solanaceae familyasının, Solanum cinsine dâhil olup ılık iklimlerde yıllık, tropik iklimlerde ise ufak bir ağaç şeklinde büyüyen birkaç yıllık bir kültür bitkisidir. Bilimsel adı *Solanum melongena L.*'dir.

Patlıcanın ana vatanı Hindistan'dır. Buradan bütün Asya ülkelerine, Anadolu üzerinden de Avrupa'ya kadar yayılmıştır. Ülkemizde patlıcanın 17. yüzyıl başlarından beri yetiştirilmekte olduğu tahmin edilmektedir. Patlıcan, bizde çok sevilen, aynı zamanda fazla tüketilen makbul ve lezzetli bir yazlık sebzedir. Ülkemizde Karadeniz, İç ve Doğu Anadolu Bölgelerimizin bazı yerleri dışında hemen her yerde yetiştirilmektedir.

Patlıcan numuneleri dijital kumpas yardımıyla 1 cm kalınlığında bıçakla dilimlenerek hazırlanmış olup rastgele seçilerek 500 g'lık olarak denemeye tabi tutulmuştur.

3.1.2. Kurutma ortamı

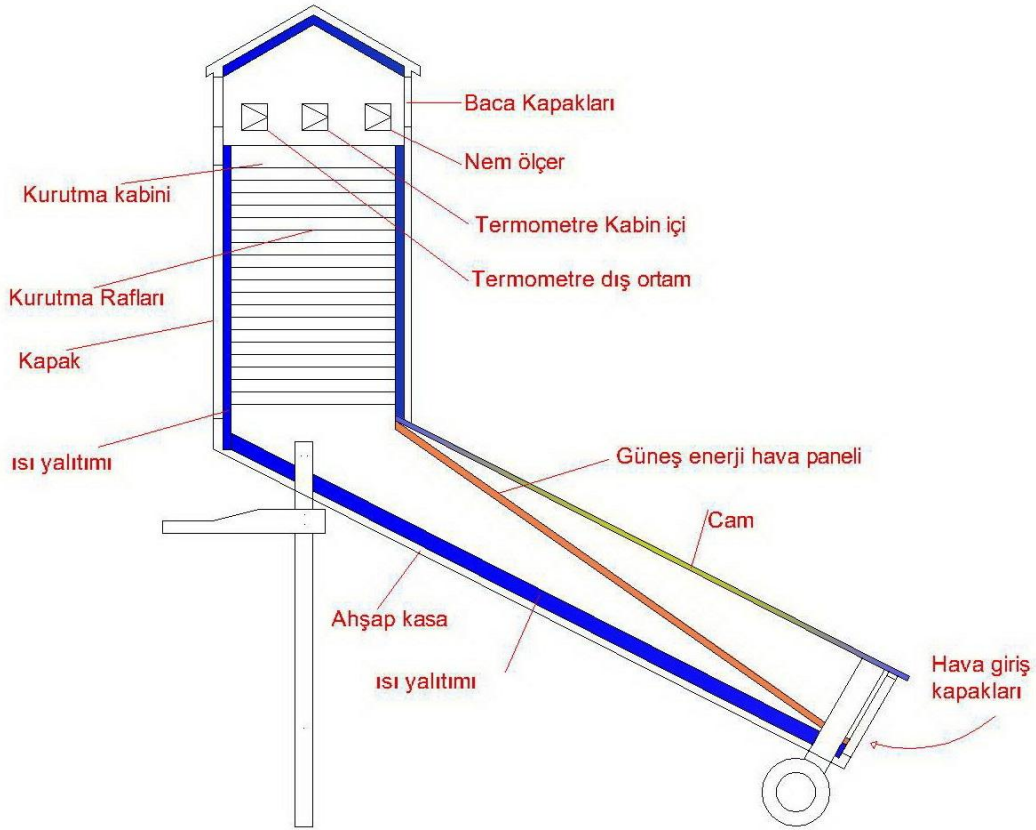
Şanlıurfa ili Güneydoğu Anadolu Bölgesindedir ve 37 derece 08 dakika kuzey enlemi ile 38 derece 46 dakika doğu boylamında olup rakımı 518 metredir.

Kurutma denemeleri Şanlıurfa ili sınırları içerisinde olan Harran Üniversitesi Rektörlüğüne ait Osmanbey Kampüsü yerleşkesinde Güneş Enerjili raflı kurutucuda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, aynı mahal ve aynı şartlarda eşzamanlı olarak açık havada ayaklı ve tel örgülü sehpa üzerinde yapılan kurutma yöntemi de kontrol olarak denenmiştir.

3.1.3. Güneş enerjili kurutma makinesi (GEKM)

Kurutma denemelerinin yapıldığı Ahşap(Plywood) malzemeden imal edilen raflı tip kurutucu, hava akışlı güneş toplayıcı (Alüminyum kollektör), güneş bacası ve kurutma odası bölümlerinden oluşmaktadır. Güneş enerjili kurutucunun şematik görünümü Şekil 3.1. 'de verilmiştir.

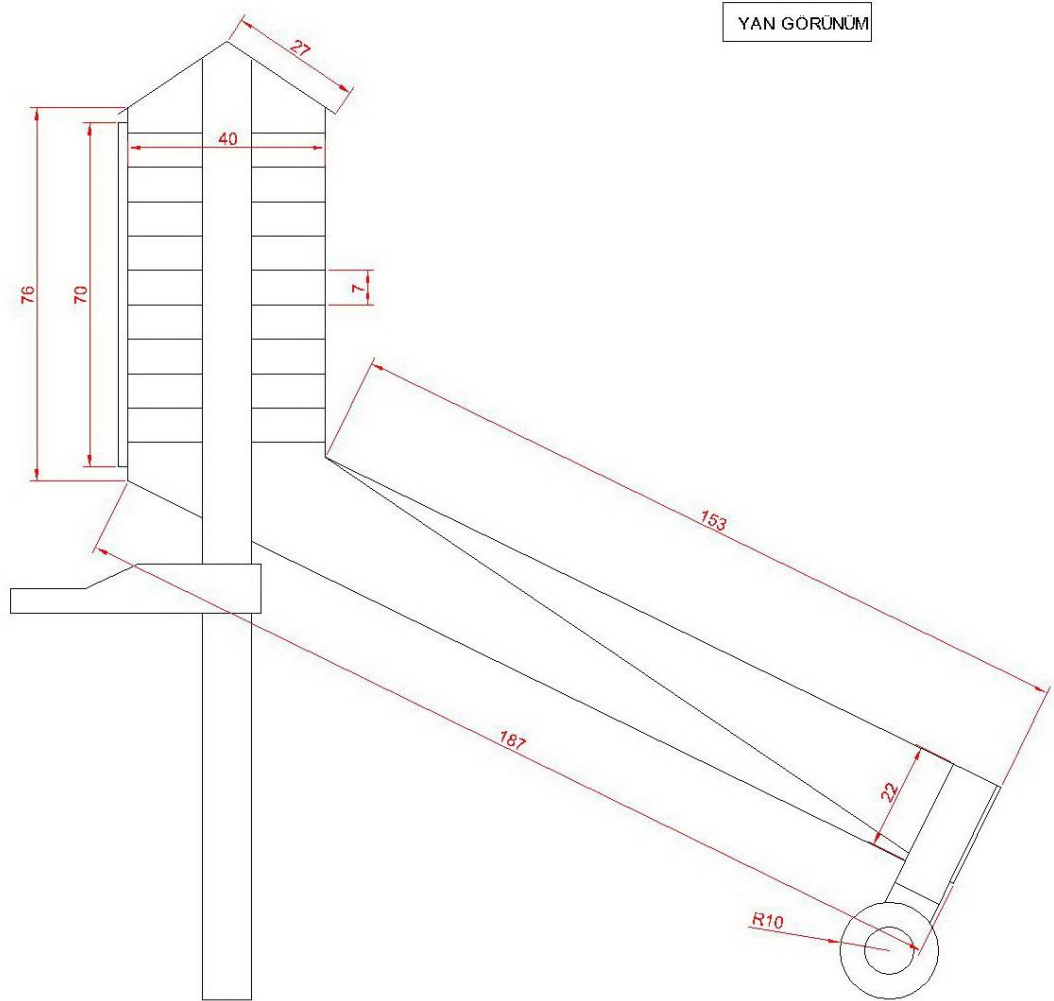
Güneş enerjili kurutma makinesinin görevi, üzerine gelen güneş ışınımını tutarak ısı enerjisine çevirmek ve kurutma havasına aktarmaktır. Toplaç içinde ısınan hava termal kuvvet etkisiyle kurutma odasına girer; raflar halinde yerleştirilmiş ve patlıcan bulunan kurutma tepsilerinden geçerek ürünün nemini alıp, bacadan dışarı çıkarmaktadır.



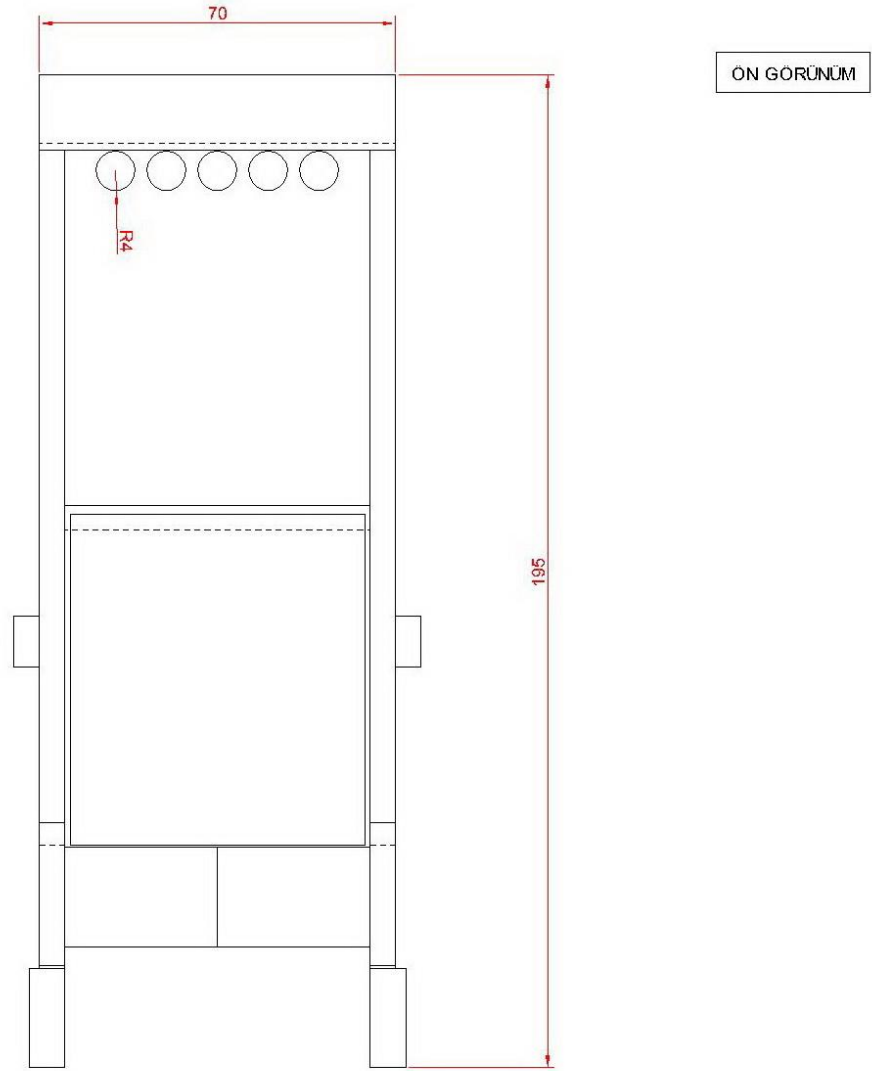
Şekil 3.1. Güneş enerjili raflı kurutucunun şematik görünüşü

3.1.3.1. Güneş enerjili kurutma makinesinin teknik çizimi

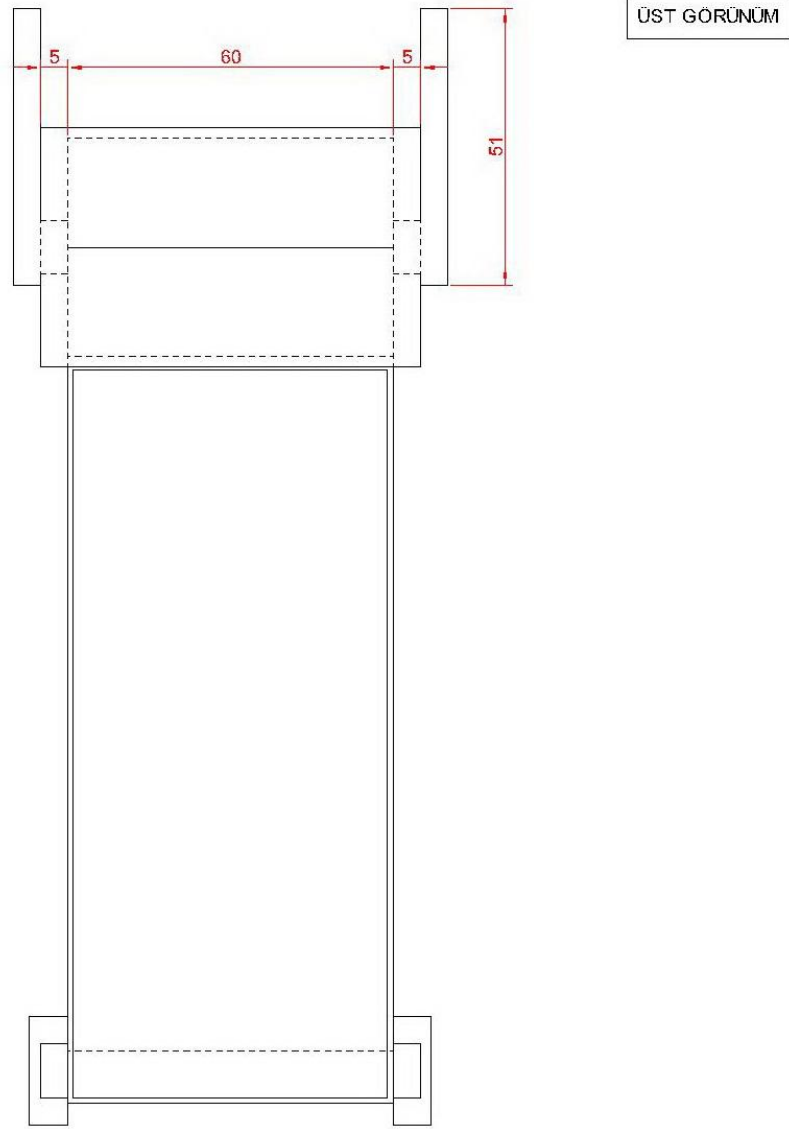
Güneş enerjili kurutma makinesinin ölçekli çizimi Autocad programında çizilmiştir. Güneş enerjili kurutma makinesinin yandan görünümü Şekil 3.2.'de, önden görünümü Şekil 3.3.'de ve üstten görünümü ise Şekil 3.4.'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Güneş enerjili kurutma makinesi yandan görünüş



Şekil 3.3. Güneş enerjili kurutma makinesi önden görünüş



Şekil 3.4. Güneş enerjili kurutma makinesi üstten görünüş

3.1.3.2. İmalat aşamaları

Güneş enerjili kurutma makinesinin imalatı, Şanlıurfa merkezde bulunan Evren Sanayi'deki bir mobilya imalat atölyesinde yapılmıştır. Güneş enerjili kurutucunun ana gövdesini plywood malzeme oluşturmaktadır. Önce plywood tabakasından gerekli ölçülerde planya yardımıyla kesilerek çıkarılan parçalar tutkal ve cıvatalarda birbirine Şekil 3.5.' deki gibi tutturulmuştur.



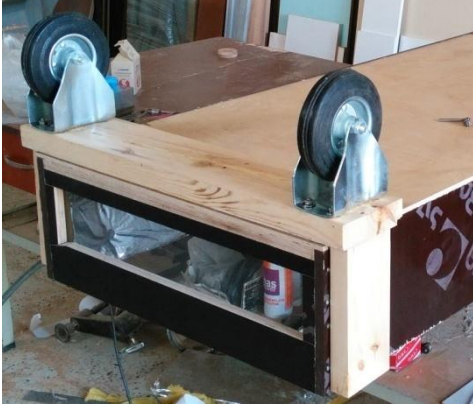
Şekil 3.5. Kesilen plywood (ahşap) parçaların tutkal ve cıvatalarla birbirine tutturulması

Şekil 3.6.' da ısı yalıtım malzemesi olan cam yünü ile Güneş enerjili kurutma makinesinin iç tarafı tamamen yalıtım için kaplanmıştır. Böylece Güneş enerjili kurutma makinesinin güneş toplayıcısının ürettiği ısının daha uzun süre korunması amaçlanmıştır.



Şekil 3.6. Kurutma makinesinin ısı yalıtımı ile kaplanması

Kurutma esnasında daha iyi bir şekilde kurutucuyu konumlandırabilmek için Şekil 3.7.' deki gibi Güneş enerjili kurutma makinesine lastik tekerlekler takılmıştır.



Şekil 3.7. Lastik tekerlek düzeni

Güneş ışınımını toplayıcı olarak Alüminyum panel yerine yerleştirildikten sonra cam ile üzeri kapatılmıştır. Kurutma odasına 10 adet kurutma tepsisini konulabilecek şekilde raf sistemli olarak tasarlanmış olup tepsiler yerlerine yerleştirilmiştir. Baca delikleri Güneş enerjili kurutma makinesinin hem ön yüzüne hem de arka yüzünde 8 cm çapında her iki taraftan da 5'er adet olarak imal edilmiştir. Giriş ve çıkış kapakları sürgülü olarak imal edilip taşıyıcı ayakları 5cm*10cm ölçülü dikdörtgen kesitli ahşaplardan yapılarak Şekil 3.8.'deki gibi son haline getirilmiştir.



Şekil 3.8. Geliştirilmiş olan güneş enerjili kurutma makinesi

3.1.3.3. Güneş enerjili kurutma makinesinde kullanılan malzemeler

Ahşap (Plywood)

Kontrplak ağaç tabakalarından oluşan bir paneldir. Çok iyi mekanik dayanıklılığa sahip olmasına karşın hafif olan bir malzemedir. Katman sayısı genelde tek sayı olacak şekilde üretilir. Dış katmanlar genellikle panelin uzun ölçüsüne paralel yöndedir. Birbirini izleyen katmanlar birbirine dik olacak şekilde yapıştırılır. Dış yüzü film tabakadan oluşmaktadır. Bu yüzden su ve neme karşı dayanıklıdır.

Güneş enerjili kurutma makinemiz bu malzemedен imal edilmiştir(Şekil 3.9.).

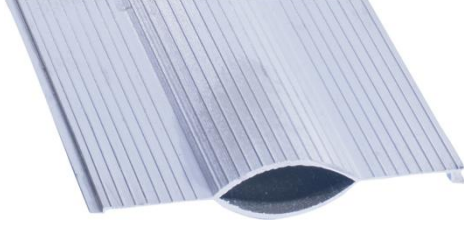


Şekil 3.9. Ahşap(Plywood)

Alüminyum panel

Güneş enerjili kurutma makinesinde güneş ışınımını toplayıcı olarak alüminyum kollektör bulunmaktadır. Alüminyum kollektörlerin panelleri kendinden kanatlı ekstrüze alüminyum profillerin birbirine kaynatılmasıyla oluşur. Paneller özel siyah mat kollektör boyası ile boyanarak ısı geçirgenliği artırılmıştır. 1,5 mm. Kalınlığında ekstrüze alüminyum, kendinden kanatlı oval borudan imal edilmiştir. Her panel 12 borulu olup, toplayıcı borular 30 mm. çapındadır. Yüzeyi kollektör boyası ile boyalıdır. Bu panel 120*60 cm ebatlarında kesilerek Güneş enerjili

kurutma makinemizin güneş enerjisini absorbe etmesi amacıyla yatayla 28 derece olacak şekilde yerleştirilmiştir(Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Alüminyum panel

Cam Yünü Isı Yalıtımı

Silis kumunun yüksek sıcaklıkta ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile üretilmektedir. Isı yalıtımı amacıyla kullanılmıştır. Bir yüzü alüminyum folyo kaplıdır. Levhalar istenilen boyutlarda kesilerek Güneş enerjili kurutma makinesinin tüm iç yüzeylerinde uygulanmıştır. Birleşme noktaları da yine alüminyum folyo bant ile birleştirilmiştir. Böylece ısıtılan hava kayba uğramadan kurutma odasında bulunan telli raflardaki patlıcanın kurutulması amaçlanmıştır(Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Alüminyum folyo kaplı ısı yalıtım malzemesi

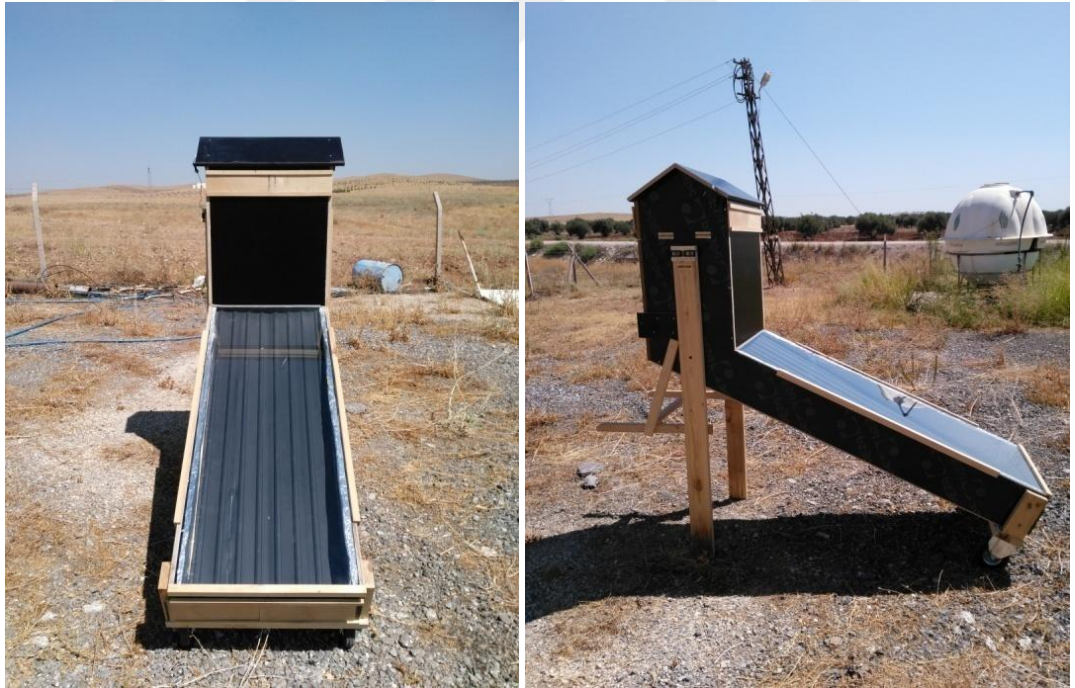
Cam

4 mm kalınlıktaki cam Güneş Enerjili kurutma makinesinin ön tarafında güneş kollektörünün üstünü kapatmak ve kurutucu içerisine toz ve benzeri partiküllerin girişini azaltmak için kullanılmıştır.

3.1.4. Kurutma odası

Kurutucu odası içerisine 35 x 60 cm ölçülerinde 10 adet raf yerleştirilmiştir. Raf kasaları ahşap malzemeden yapılmış, hava geçişini kolaylaştırmak için çelik elek teli kullanılmıştır. Arka cephede rafların kurutucu içine yerleştirilebilmesi için menteşeli bir kapak konulmuştur.

Denemede kullanılan Güneş Enerjili kurutma makinesinin şematik görünümü Şekil 3.1.' de, Güneş Enerjili kurutma makinesinin önden ve yandan görünüşü Şekil 3.12.' de, Güneş Enerjili kurutma makinesinin arkadan görünüşü (Kurutma kabini kapağı) ve yan tarafta ise kurutucunun iç ortam ve dış ortam Sıcaklık-Nem ölçüm cihazları Şekil 3.13.' de, Güneş Enerjili kurutma makinesinin taze hava girişi (kapak açık konumda) ve İç ortamın nemini dışarıya atılmasını sağlayan baca delikleri (Sürgülü kapak açık konumda) Şekil 3.14.' de, Kurutma kabini ve kurutma tepsilerinin görünüşü Şekil 3.15.' de verilmiştir.



Şekil 3.12. GEKM' nin önden ve yandan görünüşü



Şekil 3.13. GEKM'nin arkadan görünüş ve yan tarafta ise ölçüm cihazları



Şekil 3.14. GEKM' nin taze hava giriş kapağı ve baca delikleri



Şekil 3.15. GEKM' nin kurutma kabini ve kurutma tepsilerinin dizilişi

3.1.5. Nem ölçme cihazı

TFA marka 30.5013 model bir Nem ölçme cihazı kullanılmıştır. Bu cihazla hem iç ortam hem de dış ortamın nemi ölçülebilmektedir. Cihazı dış ortamda tutarak prob ucunu kurutma odasına bırakılmak şartıyla ölçümler yapılmıştır(Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Nem ölçme cihazı

3.1.5.1. Nem ölçme cihazının teknik özellikleri

1.5 m uzayabilen kablosu sayesinde iç ve dış ortamdaki sıcaklık ve nem değerlerini dijital ekranda görebilirsiniz.

- Sıcaklık ölçüm aralığı : -10°C...+60 °C
- Nem ölçüm aralığı : 10...99%
- Hassasiyet : ± 2
- Çözünürlük : 0.1°C
- Ebatları : 110mm X 101mm X 20mm
- Ağırlığı : 185 g.
- Maksimum – minimum fonksiyonu
- 1.5V AAA pil

3.1.6. Dijital kumpas

BTS marka ve 12044 model bir dijital kumpas kullanılarak kurutulacak olan patlıcanların istenilen kalınlıklarda kesilmesi sağlanmıştır.

3.1.6.1. Dijital kumpasın teknik özellikleri

Ölçüm aralığı : 0 - 150 mm

Gövde yapısı : Metal

Maks.Ölçme hızı : 1.5 m/s

Hassasiyet : 0.01mm

3.1.7. Dijital termometre

-40 ° C +70 ° C Sıcaklık aralığında okuma yapabilen, LCD boyutu 36 mm * 17 mm olan ve 1 metre kablolu prob ucuyla kurutma odası içindeki kurutma havası sıcaklığını ve dış ortam mahal sıcaklığı ölçülmüştür(Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Dijital termometre

3.1.7.1. Dijital termometrenin teknik özellikleri

Sıcaklık ölçüm aralığı : -50 °C +70 °C

Sıcaklık hassasiyet : ± 1 °C

Sıcaklık çözünürlük : 0,1 °C

Ekran : LCD

Kablo uzunluğu	: 1 metre
Güç kaynağı	: 1 adet GP186 pil
Ebat	: 28 mm x 48 mm x 15 mm

3.1.8. Anemometre

CFM marka ve DT 619 model bir anemometre kullanılarak rüzgar hızı değerleri ve kurutma hava hızı m/s olarak ölçülmüştür. Dış ortam rüzgar hızı ölçüldükten sonra kurutma makinesinin girişinden ve kurutma odasının çıkış deliklerinden kurutma havası hızı m/s olarak ölçülmüştür.

3.1.8.1. Anemometre teknik özellikleri

Ölçüm aralığı (hız)	: 0.4 ile 45.0m/s
Ölçüm aralığı (sıcaklık)	: -10 °C +60 °C
Doğruluk (hız)	: $\pm 3\% \pm 0,20\text{m/s}$
Doğruluk (sıcaklık)	: $\pm 1,5$ °C
Çözünürlük (hız)	: 0,1 m/s
Çözünürlük (sıcaklık)	: 0,1 °C
Ekran aydınlatma	: Var
Pervane çapı	: 65 mm
Ekran	: LCD
Ağırlık	: 210 g.
Güç kaynağı	: 9 V pil
Boyutları	: 15x72x35 cm.
Pil azalıyor ikazı	: Var
Taşıma çantası	: Var

3.1.9. Hassas terazi

TEM marka ve EGE-SB model hassas elektronik terazi ile patlıcanların numuneleri hazırlanırken yaş ve kuru haldeki tartımları yapılmıştır. Numuneler 500 g. olarak hazırlanmış ve kurutma sonrası ölçümleri de yapılmıştır(Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Elektronik hassas terazi

3.1.9.1. Hassas terazinin teknik özellikleri

Tartım kapasitesi	: 15 Kg.
Hassasiyet	: 0.5 g.
Kefe çeşidi	: Çukur ve düz
Akülü kullanım	: 400 saat

3.1.10. Kurutma sehpası

Ahşap iskeletten oluşan ve paslanmaz çelik telden yapılmış, 120 cm *70 cm ölçülerinde ve yerden yüksekliği(Ayakların boyu) ise 60 cm olarak imal edilmiştir. Kurutmalık patlıcan numuneleri kurutma sehpasının üzerinde Şekil 3.19.'daki gibi konularak dış ortamda kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.19. Farklı açılardan kurutma sehpasının görünüşü

3.1.11. Etüv fırını

Etüv, belirli sıcaklıklarda mikrop üretme, sterilize etmekte, ısıtma, pişirme, veya kurutma amaçlı kullanılan laboratuvar fırınıdır. Etüvler değişik hacimlerde olup, sıcaklık +5 °C ile +300 °C arasında analog veya dijital termostat ile ayarlanabilen, iki kat saç levhadan oluşmuş, hava geçirmez yapıdadırlar. Patlıcan numunelerinin ilk nemini ve ideal kurutma değerlerini bulmak için etüv fırınından yararlanılmıştır.

3.1.11.1. Etüv fırını teknik özellikleri

Sıcaklık aralığı	: +5 °C ~ +230°C
Sıcaklık doğruluğu	: ± 0.3 °C
Kapasite	: 155 litre
İç yüzey yapısı	: Paslanmaz çelik
Dış yüzey yapısı	: Toz boyalı çelik yüzey
Raf	: Ayarlanabilir krom raflar
Voltaj	: AC 220 V 50/60 Hz.

3.1.12. Renk analiz cihazı

Hunter Lab marka ve Color Quest XE modeldeki renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. EasyMatch QC yazılımı sisteme dahil olup, bilgisayar ile kontrol edilmektedir.

Kurutulmuş patlıcan numunelerinin renk analizleri Hunter Lab kolorimetresi (Color Quest XE, USA) kullanılarak L* (Parlaklık), a* (Kırmızılık), b* (Sarılık) değerleri belirlenmiştir.

3.1.12.1. Renk analiz cihazının teknik özellikleri

Ölçüm prensibi	: Çift ışınlı - spektrofotometrik
Dalga boyu	: 400 nm - 700 nm
Çözünürlük	: 10 nm
Küre çapı	: 152 mm
Fotometrik aralık	: % 0 - 200
Fotometrik çözünürlük	: % 0,003
Spektrofotometre	: 256 eleman diyot dizisi ve yüksek çözünürlüklü içbükey holografik ızgara
Yazılım	: EasyMatch QC

3.1.13. Ambalaj malzemesi

Kurutulmuş olan patlıcanlar analizlerin yapılacağı zamana kadar 20*30 cm' lik şeffaf torbalarda muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

Şanlıurfa şartlarında farklı tarihlerde (14 - 29.09.2015) güneş enerjili kurutma makinesi ve kontrol amaçlı açık havada kurutma sehpası üzerinde kurutma denemeleri yapılmıştır. Güneş enerjili kurutma makinesinin ve kurutma sehpasının performansları karşılaştırılmıştır.

3.2.1. Patlıcanların hazırlanışı ve ön işlemler

Şanlıurfa şartlarında eylül ayı başlarında olgunlaşan patlıcanlar seçilerek, denemeye alınmıştır. Ürün boyutlarının homojen olmasına dikkat edilmiştir.

Kurutma işlemine tabi tutulacak olan patlıcanlar elektronik kumpas yardımıyla 1 cm kalınlığında kesildikten sonra rastgele seçilerek 500 gr. lık örnekler hazırlanmıştır. Güneş enerjili kurutma makinesi ve açık havada kurutma sehpası üzerinde kurutma işlemi eş zamanlı olarak başlatılmıştır.

Patlıcanlar Güneş enerjili kurutma makinesi kurutma odasına Şekil 3.20.' deki gibi ve kontrol amaçlı açık havada kurutma sehpası üzerinde patlıcan numunelerinin yerleştirilmiş şekli Şekil 3.21.' de görülmektedir.



Şekil 3.20. Güneş enerjili kurutma makinesine yerleştirilmiş taze ve kurutulmuş patlıcanlar



Şekil 3.21. Patlıcanların açık havada kurutma sehpası üzerine yerleştirilmesi

3.2.2. Ölçüm metotları

Yapılan denemelerde renk ölçümleri, kurutma havası sıcaklıkları, bağıl nemin ölçülmesi ve ürün neminin ölçüm işlemleri yapılmıştır.

3.2.2.1. Renk ölçümleri

Patlıcanların kurutulması sırasında, kurutma şartlarının patlıcanın rengi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, Güneş enerjili kurutma makinesinde kurutulan patlıcan numuneleri ile açık havada kurutma sehpası (telli sehpa) üzerinde kurutulmuş patlıcan numunelerinin renk ölçümleri yapılmıştır.

Bu amaçla Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümün de bulunan Hunter Lab ColorQuest Xe cihazı kullanılmıştır. Kurutulan patlıcan numunelerinin renk analizi bu cihaz yardımıyla yapılmıştır.

Renk ölçer her okumasında üç farklı renk skalasına (L^* , a^* , b^*) ait sayısal değer vermektedir “L” değeri parlaklığı ifade etmekte, 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. L, 0 değerini siyah renkte hiçbir yansımanın olmadığı durumda

alırken 100 değerini ise mükemmel yansımanın olduğu beyaz renkte almaktadır. “a” renk skalası, kırmızılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif "a" değerleri kırmızılığı gösterirken, negatif "a" değerleri yeşil rengi temsil etmektedir. “b” renk skalası sarılık değeri olarak bilinmektedir. Pozitif "b" değerleri sarılığı temsil ederken, negatif "b" değerleri maviliği temsil etmektedir. Sıfır kesim noktasında (a = 0 ve b= 0) renksizlik yani grilik olmaktadır (McGuire, 1992).

Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra kuruyan patlıcanların içerisinde 6'şar tekerrürlü olarak seçilen kurumuş patlıcanların renk ölçümleri hem güneş enerjili kurutma makinesi için hem de açık havada telli sehpa üzerinde kuruyan patlıcan numuneleri için yapılmıştır. Analiz sonucunda kurutma sonundaki renk değerleri belirlenmiştir.

L, a ve b değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden hue açısı ve kroma değerleri hesaplanmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değerinde almakta ve mavimsi yeşil rengi de 180° ve 270° açı değerlerinde almaktadır. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir. *C* ve *H* değerlerinin elde edilmesinde yararlanılan eşitlikler aşağıda belirtilmiştir (Mc Guire, 1992).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.1)$$

$$H = \arctan \frac{b}{a} \quad (3.2)$$

3.2.2.2. Kurutma havası sıcaklığı ve bağıl nemin ölçülmesi

Kurutma süresince dış ortamın ve Güneş enerjili kurutma makinesi kurutma odasının sıcaklık ve bağıl nem değerleri dijital termometre ve dijital nem ölçme cihazlarıyla belirli periyotlarla ölçülmüştür. Dijital termometrenin ve dijital nem ölçme cihazının prob uçları, Güneş enerjili kurutma makinesinin kurutma odasındaki en alt rafına gelecek şekilde konumlandırılmıştır.

3.2.2.3. Ürün neminin belirlenmesi

Tarım ürünlerinde bulunan nem miktarı, bünyede tutulmuş bulunan su miktarı olarak bilinmektedir. Su miktarı, % olarak oransal biçimde tanımlanır.

Nem miktarının belirlenmesinde “Yaş baz” (y.b.), “Kuru baz” (k.b.) olmak üzere iki tanımdan biri kullanılmaktadır. Yaş baza göre nem, üründeki su ağırlığının ürünün tüm ağırlığına oranı olarak tanımlanır (ASAE,1983).

$$\%N_{y.b} = \frac{W_s}{W_s + W_k} * 100 \quad (3.3)$$

Kuru baza göre nem ise, üründeki su ağırlığının ürünün kuru ağırlığına oranıdır.

$$\%N_{k.b} = \frac{W_s}{W_k} * 100 \quad (3.4)$$

Kuru ve yaş baza göre saptanan nem oranları aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla birbirine çevrilebilir.

$$\%N_{k.b} = \frac{N_{y.b}}{100 - N_{y.b}} * 100 \quad (3.5)$$

Bu eşitliklerde;

W_s = Su ağırlığı (g.)

W_k = Ürünün kuru ağırlığı (g.)

% $N_{y.b}$ = Yas baza göre nem oranı (%)

% $N_{k.b}$ = Kuru baza göre nem oranı (%) dir.

Yaş baza göre saptanan nem miktarı genel olarak ürün alım satımlarında, kuru baza göre saptanan değerler ise kurutma çalışmalarında kullanılmaktadır (Akpınar, 2002).

Kurutma sırasında ürün nem kaybedeceğinden ağırlığı azalacaktır. Nem kaybı nedeniyle oluşacak ağırlık azalması aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanabilir (Yağcıoğlu, 1999).

Ürünün ilk ağırlığı biliniyorsa,

$$W = W_1 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2} \quad (3.6)$$

Ürünün son ağırlığı biliniyorsa,

$$W = W_2 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_1} \quad (3.7)$$

Bu eşitliklerde,

W = Ağırlık kaybı (g.)

W_1 = İlk ağırlık (g.)

W_2 = Son ağırlık (g.)

M_1 =Kurutmadan önceki nem (%)

M_2 =Kurutmadan sonraki nem (%) olarak verilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, Şanlıurfa ilinde Güneş enerjili ve doğal taşınımı rafli tip kurutucuda, patlıcan örnekleri değişik çalışma koşullarında kurutulmuştur. Aynı çevre şartlarında eşzamanlı olarak açık havada kurutma sehpası üzerinde de patlıcanlar kurutulmuştur. Kurutulan patlıcanlar, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan patlıcanların ilk nem içeriği ortalama % 92 bulunmuştur.

4.1. Birinci Kurutma Denemesi

Patlıcan kurutma işleminin birinci denemesi 14.09.2015 – 17.09.2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Birinci denemenin başlangıcında deneme materyalleri dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilerek 14/09/2015 tarih ve 09:30 'da, küçük dikdörtgenimsi (yaklaşık 2 cm*1cm kalınlığında) parçalar halinde kesilerek hazırlanan numuneler ise 16/09/2015 tarih ve 09:30'da ön işlemler yapıldıktan sonra tartılarak raflara yerleştirilmiştir.

Kurutucu içerisinden geçen havanın sıcaklığı ve nemi gün içerisinde farklı saat ve zamanlardaki dış ortam şartlarına bağlı olarak değişmiştir. Fakat, deneme süresince elde edilen kurutma kabini sıcaklığı ortalama 50,7, dış ortam sıcaklık değerlerinin ortalamaları 38,7 °C olarak hesaplanmıştır(Çizelge 4.1.).

Ortalama dış hava sıcaklığı 38,7 °C ve ortalama dış hava bağıl nemi % 11 olmuştur. Güneş enerjili kurutma makinesi, toplayıcı sayesinde ortalama olarak 12 °C daha sıcak hava sağlamıştır. Fakat kurutma kabini iç hava sıcaklığı 71,4 °C ye kadar yükselmiş, diğer taraftan, dış ortam hava sıcaklığı 42,5 °C'e kadar yükselmiştir.

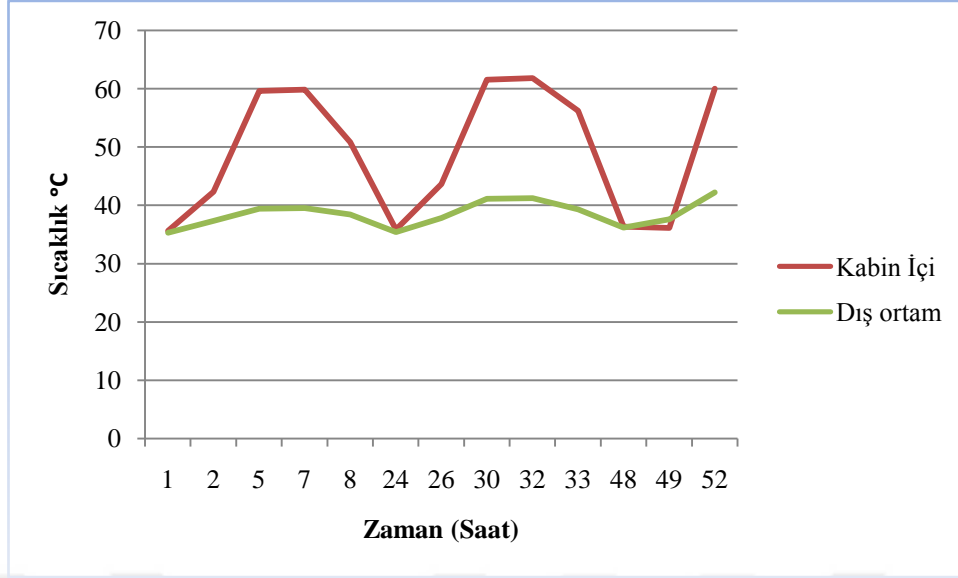
Kurutma denemeleri süresince kurutucu içi ve dışındaki havanın sıcaklık değerlerinin birinci deneme dönemi boyunca değişimleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Birinci denemede ölçülen iç ortam ve dış ortam sıcaklıkları

TARİH	SAAT	SICAKLIK(°C)		
		İÇ	DIŞ	
14.09.2015	09:30	35,6	35,3	Numuneler kurutma mak. Yerleştirildi.
14.09.2015	11:30	42,3	37,3	
14.09.2015	14:45	59,6	39,4	
14.09.2015	16:00	59,8	39,5	
14.09.2015	17:15	50,8	38,4	
15.09.2015	09:30	35,8	35,4	
15.09.2015	11:30	43,6	37,8	
15.09.2015	14:45	61,5	41,1	
15.09.2015	16:00	61,8	41,2	
15.09.2015	17:15	56,2	39,3	
16.09.2015	09:30	36,3	36,2	Numuneler kurutma mak. Yerleştirildi.
16.09.2015	10:00	36,1	37,6	
16.09.2015	13:10	60	42,2	14.09.2015 tarihinde konulan numuneler çıkartıldı.
16.09.2015	14:45	63,2	42,5	
16.09.2015	17:15	48,6	38,6	
17.09.2015	15:00	39,2	34,6	
17.09.2015	15:30	71,4	40,8	16.09.2015 tarihinde konulan numuneler çıkartıldı.

Çizelge 4.1. incelendiğinde gündüz vakitlerinde sıcaklığın arttığı görülmektedir. Ayrıca kurutma kabini içerisinde ölçülen sıcaklık değerleri dış ortamda ölçülen sıcaklıktan daha yükseğe çıktığı Şekil 4.1.'deki grafikten okunmaktadır.

Birinci denemede 14/09/2015 tarihinde ve 09:30 'da Güneş enerjili kurutma makinesine yerleştirilen dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilen patlıcan numuneleri 52 saat sonunda kurutucudan çıkartılmıştır. Patlıcan numuneleri ilk ağırlıklarının yaklaşık olarak %91'ini kaybetmiştir. 16/09/2015 tarih ve 09:30'da Güneş enerjili kurutma makinesine yerleştirilen dikdörtgenimsi (yaklaşık 2 cm*1cm kalınlığında) kesilen patlıcan numuneleri 30. saatte kurutucudan çıkartılmıştır. Bu denemede patlıcan numuneleri ilk ağırlıklarının yaklaşık olarak %91'sini kaybetmiştir. Görülüyor ki daha küçük parçalar halinde kesilen patlıcanlardan nem daha çabuk bir şekilde uzaklaştırılmıştır.



Şekil 4.1. Birinci denemede kabin iç ve dış ortam sıcaklık farkı

4.2. İkinci Kurutma Denemesi

Bu denemede kontrol amaçlı olarak açık havada Kurutma sehpası üzerinde de patlıcan kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Patlıcan kurutma işleminin ikinci denemesi 19.09.2015 tarihinde yapılmıştır. İkinci denemenin başlangıcında deneme materyalleri dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilerek 19/09/2015 tarih ve 09:00 'da ön işlemler yapıldıktan sonra tartılarak(500 g.'lık numuneler halinde) hem Güneş enerjili doğal taşınımlı kurutma makinesi raflarına hem de açık havada kurutma sehpası üzerine yerleştirilmişlerdir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Ön işlemlerin yapılışı

İkinci denemede 19/09/2015 tarihinde ve 09:00 'da Güneş enerjili doğal taşınımlı kurutma makinesine ve Açık havada kurutma sehpa üzerine yerleştirilen dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilen patlıcan numuneleri 12, 24 ve 36 saatlik zaman dilimlerinde toplanarak analiz edilmiştir Çizelge 4.2.' de 29/09/2015 tarihinde yapılan denemedeki patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları görülmektedir.

Çizelge 4.2. İkinci denemedeki(19/09/2015) patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları

Tarih		19.09.2015	
Saat		09:00	
		İlk Ağırlık(g.)	Son Ağırlık(g.)
12 Saat	GEKM	500	43
	K. Sehpa	500	53
24 Saat	GEKM	500	40
	K. Sehpa	500	40
36 Saat	GEKM	500	41
	K. Sehpa	500	42

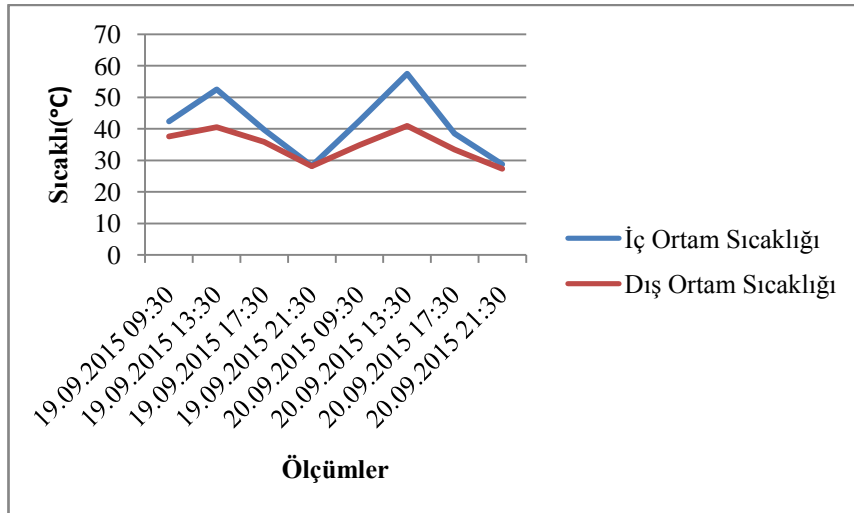
Çizelge 4.2. incelendiğinde patlıcan numunelerinin ilk 12 saatte daha hızlı bir şekilde ağırlık kaybına uğradığı 24 ve 36 saatlik dilimlerde ise aynı derecede ağırlık kaybettiği ölçülmüştür.

İkinci deneme süresinde farklı saatlerde hem Güneş enerjili kurutma makinesi kurutma kabini içerisinde hem de dış ortamın sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. İkinci denemede (19.09.2015) yapılan ölçümler

	SAAT	SICAKLIK(°C)		NEM(%)	
		İÇ	DIŞ	İÇ	DIŞ
19.09.2015	09:30	42,3	37,5	19	18
	13:30	52,5	40,5	12	10
	17:30	39,7	35,8	13	14
	21:30	28,2	28,1	16	20
20.09.2015	09:30	42,5	34,8	16	12
	13:30	57,5	40,9	10	10
	17:30	38,5	33,4	17	13
	21:30	28,7	27,3	27	26
	09:30	40,1	33,6	16	21

Çizelge 4.3. incelendiğinde gündüz vakitlerinde sıcaklığın arttığı görülmektedir. Ayrıca kurutma kabini içerisinde ölçülen sıcaklık değerleri dış ortamda ölçülen sıcaklıktan daha yükseğe çıktığı Şekil 4.3.' deki grafikten okunmaktadır.



Şekil 4.3. İkinci deneme kabin içi ve dış ortam sıcaklık farkı grafikli gösterim

Ayrıca kurutma işlemi gerçekleştiği esnada Güneş enerjili kurutma makinesi kurutma kabini içerisinde ve dış ortamda nem ölçümü yapıldığında Çizelge 4.3.'de nem değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise kuruyan patlıcan numunelerinin üzerinde bulunan nemi dışarı atmasından kaynaklanıyor.

4.3. Üçüncü Kurutma Denemesi

Bu denemede kontrol amaçlı olarak açık havada kurutma sehpası üzerinde de patlıcan kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Patlıcan kurutma işleminin üçüncü denemesi 29.09.2015 tarihinde yapılmıştır. Üçüncü denemenin başlangıcında deneme materyalleri dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilerek 29/09/2015 tarih ve 09:00 'da ön işlemler yapıldıktan sonra tartılarak (500 g.'lık numuneler halinde) hem Güneş enerjili kurutma makinesi raflarına hem de açık havada kurutma sehpası üzerine yerleştirilmişlerdir.

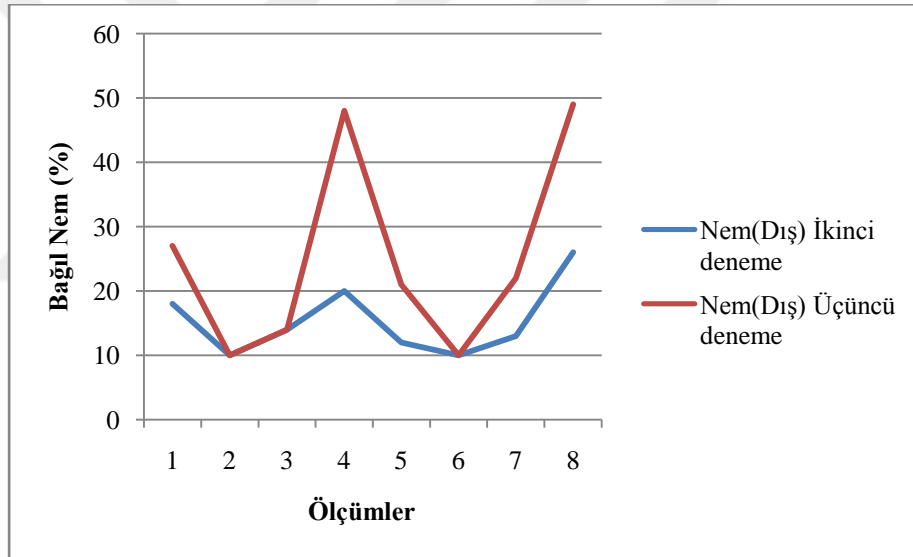
Üçüncü deneme süresinde farklı saatlerde hem Güneş enerjili kurutma makinesi kurutma kabini içerisinde hem de dış ortamın sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüştür(Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Üçüncü denemede (29.09.2015) yapılan ölçümler

	SAAT	SICAKLIK(°C)		NEM(%)	
		İÇ	DIŞ	İÇ	DIŞ
29.09.2015	09:00	36,4	28,2	28	27
	13:30	48,2	36,2	23	10
	17:30	39,1	31,4	14	14
	21:30	25	25	48	48
30.09.2015	09:30	36,6	29,6	47	21
	13:30	46,1	34,5	20	10
	17:30	36,5	32,3	20	22
	21:30	24	22	49	49
	09:00	35,3	29,2	46	23

Üçüncü denemede 29/09/2015 tarihinde ve 09:00 'da Güneş enerjili kurutma makinesine ve Açık havada kurutma sehpası üzerine yerleştirilen dairesel olarak 1 cm kalınlığında kesilen patlıcan numuneleri 12, 24 ve 36 saatlik zaman dilimlerinde toplanarak analiz edilmiştir.

İkinci deneme ile üçüncü deneme arasında kıyaslama yapıldığında ise; ikinci denemede aynı zaman dilimlerinde kurutulan patlıcan numunelerinin ağırlıkları farklı olduğu ve üçüncü denemede patlıcan numunelerinin daha ağır olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin de üçüncü deneme zamanında hava sıcaklığının düştüğü ve havadaki bağıl nemin arttığı Şekil 4.4.' deki grafikte görülmektedir. Özellikle üçüncü denemede güneşin batışıyla beraber havadaki bağıl nemin arttığı Çizelge 4.4.' de görülmektedir.



Şekil 4.4. İkinci ve üçüncü deneme dış ortam nem ölçümleri

Çizelge 4.5.'de Üçüncü (29/09/2015) denemede patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları görülmektedir.

Çizelge 4.5. incelendiğinde patlıcan numunelerinin ilk 12 saatte daha hızlı bir şekilde ağırlık kaybına uğradığı 24 ve 36 saatlik dilimlerde ise aynı derecede ağırlık kaybettiği ölçülmüştür.

Çizelge 4.5. Üçüncü denemede (29/09/2015) patlıcan numunelerinin ilk ve son ağırlıkları

Tarih	29.09.2015		
Saat	09:00		
		İlk Ağırlık(g.)	Son Ağırlık(g.)
12 Saat	GEKM	500	111
	K.Sehpa	500	139
24 Saat	GEKM	500	102
	K.Sehpa	500	85
36 Saat	GEKM	500	56
	K.Sehpa	500	51

4.4. Renk Analizi

12,24 ve 36 saatlik zaman dilimlerinde kurutulan patlıcan numunelerinin 6'şar tekrarlı renk analizleri için laboratuvar ortamında bilgisayar destekli Hunter Lab kolorimetresi (Qolor Quest XE,USA) kullanılarak L*,a* ve b* değerleri belirlenmiştir. Elde edilen L* değeri parlaklık, a* değeri kırmızılık, b* değeri sarı rengi ifade etmektedir.

Patlıcanların kurutma sırasındaki hue(h) açısal değeri ile kroma(C*) değeri Hunter Lab. Kolorimetresinde belirlenen a*, b* renk parametreleri kullanılarak aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplanmıştır.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4.1)$$

$$H = \arctan \frac{b}{a} \quad (4.2)$$

Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değerinde almakta ve mavimsi yeşil rengi de 180° ve 270° açı değerlerinde almaktadır. Kroma değeri, rengin

doğunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir.

Renk analizi sonuçları incelenip aritmetik ortalamalarına bakıldığında, Güneş enerjili kurutma makinesi ile yapılan kurutma işleminin açık havada kurutma sehpası üzerinde yapılan kurutma işlemine nazaran renklerin daha canlı, daha parlak ve pazarlama açısından daha cazip olduğu Çizelge 4.6.' da görülmektedir.

Çizelge 4.6. GEKM ve kurutma sehpası ile yapılan kurutma işleminin renk analizi ve aritmetik ortalamaları

	L*	a*	b*	Aritmetik Ortalama		
GEKM-1	85,67	-0,53	21,89	80,193	0,973	23,655
GEKM-2	78,63	-0,01	23,5			
GEKM-3	80,08	3,17	26,39			
GEKM-4	76,62	3,09	22,69			
GEKM-5	84,78	-0,70	23,27			
GEKM-6	75,38	0,82	24,19			
GEKM-Kabuk-1	24,31	0,31	3,04	22,42	0,880	3,102
GEKM-Kabuk-2	23,79	0,42	1,28			
GEKM-Kabuk-3	19,4	1,20	0,93			
GEKM-Kabuk-4	27,12	1,82	9,74			
GEKM-Kabuk-5	20,77	0,59	0,4			
GEKM-Kabuk-6	19,13	0,94	3,22			
Kurutma Sehpası -1	75,5	5,60	28,21	75,41	4,513	26,163
Kurutma Sehpası -2	84,04	1,12	23,57			
Kurutma Sehpası -3	83,01	1,24	23,46			
Kurutma Sehpası -4	75,01	4,99	27,21			
Kurutma Sehpası -5	66,51	7,69	27,58			
Kurutma Sehpası -6	68,39	6,44	26,95			
Kurutma Sehpası -Kabuk-1	37,93	1,31	11,1	25,245	1,375	4,397
Kurutma Sehpası -Kabuk-2	23,28	1,03	3,53			
Kurutma Sehpası -Kabuk-3	24,19	1,53	3,42			
Kurutma Sehpası -Kabuk-4	22,83	1,69	5,35			
Kurutma Sehpası -Kabuk-5	22,49	1,54	2,23			
Kurutma Sehpası -Kabuk-6	20,75	1,15	0,75			

Çizelge 4.6.' daki sonuçlar dikkate alındığında; Güneş enerjili kurutma makinesinin açık havada kurutma sehpası üzerinde patlıcan kurutmaya kıyasla kısmen bir kuruma avantajı sağladığı görülmektedir. Bu avantaj gündüz saatlerinde

kurutucuda daha yüksek kurutma sıcaklığı sağlayarak patlıcanın kurutma denemesinin hızlı bir ağırlık kaybı sağladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Güneş enerjili kurutma makinesinde olası olumsuz çevre şartlarından (yağmur, toz, böcek vb.) patlıcanları koruduğu gerçeği dikkate alındığında, Şanlıurfa şartlarında güneş enerjili kurutma makinesinin avantaj sağladığı söylenebilir.

Yalnız kurutucudan patlıcanların toplandığı saate dikkat edilmelidir. Çünkü patlıcanlar eğer havadaki bağıl nemin arttığı bir zamanda toplanırsa tekrar üzerlerindeki nem değeri artacaktır.

Ayrıca, geceleri de kurutma işleminin devam etmesi için bir ısıtıcı rafların bulunduğu kurutma odasının alt kısmına yerleştirilebilir. Böylece geceleri de kurutma işlemi devam etmiş olur.

4.5. Nem Analizi

Gıdalarda nem miktarı, genelde etüvde kurutma yöntemi ile yapılmaktadır. Belli bir sıcaklık altında örnekteki suyun uçurulması ve ağırlık kaybından nem miktarının bulunması ilkesine dayanır. Örnekteki nem uçurulduktan sonra geriye kalan kuru maddedir.

Kurutma öncesinde patlıcanlar dilimlenerek yaş örneklerin ilk ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutma sonrası patlıcan numunelerinin kuru halde iken ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulmuş haldeki patlıcanlar sıcaklığı 105 °C'de 100 mmHg basınç altında 5 saat etüvde ağırlıkları sabitlenene kadar bırakılmış ve daha sonra tartılmıştır. (AOAC,2000)

Sabit tartıma getirilen petri kutuları veya nikel kurutma kaplarının ağırlığı belirlenir. Petri kutularının içerisine 2 - 2,5 gr. homojen hale getirilmiş örnekten konularak tartım yapılır. Kurutma kabı etüve yerleştirilir. Etüvün 105 °C'a getirilir. 5 saat sonunda kurutma kapları desikatöre alınarak soğuması beklenir. Ve son tartım alınır.

Aşağıdaki formül kullanılarak analiz sonucu olarak kurutulmuş olan numunenin % olarak nem değeri (M_2) hesaplanır. Hesaplanan değerler Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

$$Nem(\%) = \left[\frac{(T_3 - T_4)}{(T_3 - T_1)} \right] * 100 \quad (4.3)$$

Laboratuar çalışması sonunda kurutulan numunelerin nem değerlerinden yararlanılarak ve aşağıdaki formül yardımıyla patlıcanların kurutma öncesi nem değerleri hesaplanmıştır.

$$W = W_1 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2} \quad (4.4)$$

Yapılan hesaplamalarda patlıcanların ilk nem değeri ortalama olarak % 92 bulunmuştur. Bulunan ilk nem (M_1) ile Kurutulmuş numune üzerinde yapılan nem analizi sonucunda bulunan son nem (M_2)'in farkını aldığımızda; yapılan denemelerde yaklaşık %84 oranında nem uzaklaştırılmıştır.

Bu eşitliklerde;

W = Ağırlık kaybı (g.)

W_1 = İlk ağırlık (g.)

W_2 = Son ağırlık (g.)

M_1 = Kurutmadan önceki nem (%)

M_2 = Kurutmadan sonraki nem (%) olarak verilir.

T_1 = Sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı(Boş petri ağırlığı)(g.)

T_2 = Analize alınan kurutulmuş patlıcanın ağırlığı(g.)

T_3 = Petri + Analize alınan numunenin ağırlığı($T_1 + T_2$)

T_4 = Analiz sonundaki son sabit tartımdaki ağırlık(g.)

Çizelge 4.7. Laboratuarda numuneler üzerinde yapılan nem analizi sonucunda elde edilen son nem değerleri

		Boş Petri Ağırlığı(g) (T_1)	Öğütülmüş Numune(g) (T_2)	$T_1 + T_2$ (g) (T_3)	Son Tartım (g) (T_4)	Son Nem miktarı(%) (M_2)
GEKM	A	48,9674	2,0063	50,9737	50,8258	7,3763
	B	49,7082	2,0071	51,7153	51,5739	7,0449
	C	49,6852	2,0095	51,6947	51,5328	8,0567
	D	49,2700	2,0010	51,2710	51,0725	9,9200
	E	48,9693	2,0075	50,9768	50,7782	9,8929
KURUTMA SEHPASI	A	49,7209	2,0271	51,7480	51,5570	9,4223
	B	42,4785	2,0051	44,4836	44,2894	9,6853

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Şanlıurfa Osmanbey kampüsünde gerçekleştirilen denemelerde patlıcanlar çeşitli ebatlarda kesilerek Güneş Enerjili Kurutma Makinesinde kurutulmuş ve aynı mahal ve aynı şartlarda eşzamanlı olarak açık havada kurutma sehpası üzerinde de kurutulan ürünlerin kuruma zamanı, yüzde ağırlık kaybı ve ürün kalitesi açısından karşılaştırılmıştır.

Yapılan denemelerde Güneş enerjili kurutma makinesinin açık havada kurutma sehpası üzerinde patlıcan kurutmaya kıyasla kısmen bir kuruma avantajı sağladığı görülmüştür. Bu avantaj ile gündüz saatlerinde Güneş Enerjili Kurutma Makinesinin daha yüksek kurutma sıcaklığı sağladığı gözlemlenmiştir.

14-30.09.2015 tarihleri arasında 3 farklı deneme yapılmıştır.

Birinci deneme 14-17.09.2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Birinci deneme sonucunda kurutucu içerisinde yuvarlak olarak kesilen numunelerle yapılan deneme 52 saat içerisinde ve küçük dikdörtgenimsi parçalar halinde kesilen numunelerle yapılan deneme de ise 30 saatte patlıcanlar kurumuşlardır.

İkinci deneme 19-21.09.2015 tarihleri arasında yapılmıştır. İkinci deneme sonucunda kurutucu içerisinde ürünler 36 saat içerisinde kurumuşlardır.

Üçüncü deneme 29-31.09.2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Üçüncü deneme sonucunda kurutucu içerisinde 36 saat içerisinde kurumuşlardır. Bu denemelerde patlıcan numunelerinin ilk nem değeri ile son nem değerinin farkını aldığımızda yaklaşık %84 oranında nem uzaklaştırıldığı görülmektedir.

Ayrıca yapılan denemelerde renk analizlerinin sonuçlarını değerlendirdiğimizde, patlıcanların iç renkleri(beyaz bölge) için ortalama L değeri 80, kroma değeri 24 ,hue açısı ise 88 ve patlıcanların kabuklarının renkleri(siyah bölge) ise ortalama L değeri 22, kroma değeri 3, hue açısı ise 74 olarak bulunmuştur.

Güneş Enerjili Kurutma Makinesinde kurutulan patlıcanların, toz, yağmur gibi olumsuz hava şartlarından ve böcekler gibi dış etmenlere karşı korunduğu, temizlik açısından da, açık alanda kurutma sehpası üzerinde kurutulan patlıcanlardan daha temiz olduğu görülmüştür.

Kurutulan patlıcanlar renk açısından Güneş Enerjili Kurutma Makinesinde kurutulan patlıcanlar açık havada kurutma sehpası üzerinde kurutulan patlıcanlara göre daha canlı ve daha parlak bir renklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu pazarlama açısından bir avantaj sağlayacaktır.

Sonuç olarak Güneş enerjili kurutma makinesi Şanlıurfa şartlarında kullanılması tavsiye edilmektedir. Şanlıurfa şartlarında güneşli kurutucunun avantaj sağladığı söylenebilir. Ama kurutulan ürünler Güneş enerjili kurutma makinesinden gündüz saatlerinde ve havadaki nem değerinin minimum olduğu saatlerde çıkartılması önerilmektedir. Çünkü kurutulan ürün havadaki nem değerinin arttığı zamanlarda toplanırsa tekrar üzerine nem alacaktır.

Geceleri havadaki nem değerlerinin artması sebebiyle kurutma işlemi durmaktadır. Eğer geceleri de kurutmanın devam etmesi istenilirse, kurutma odasına konulacak bir ısıtıcı ile kurutma işleminin geceleri de devam etmesi sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- AFZAL, T.A. and ABE, T., 1999. Some Furdamental Attributes of Far Infrared Radiation Drying of Potato Drying Technology, Vol. 17 P. 137-155.
- AKIN, A. 2006. Güneş Enerjili Kurutucunun Tasarım Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir. 154s.
- AKPINAR,E.K.,2002.Tarımsal Ürünler İçin Siklon Tipi bir Kurutucunun Geliştirilmesi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 253s.
- AKYURT, M., SEVİLİR, E., SÖYLEMEZ, E. ve SELÇUK, K.. 1976. Güneş Enerjisi ve Bazı Yakıtlarla Meyve ve Sebze Kurutulması. Tübitak Yayınları.
- ANONİM, 2010. Bölgelere göre güneşlenme gün sayıları.(www.eie.gov.tr)
- ANONİM, 2015a. 2009-2014 yılları arasında Türkiye'de patlıcanın üretim miktarları. (www.tuik.gov.tr)
- ANONİM, 2015b. 2008 - 2014 yılları arasında Şanlıurfa'da patlıcan üretim miktarları. (www.tuik.gov.tr)
- ANONİM, 2015c. 1995 - 2015 yılları itibariyle Türkiye'nin kurutulmuş patlıcan ihracatı. Dış ticaret istatistikleri.(www.tuik.gov.tr)
- ANONİM, 2016. Şanlıurfa'nın güneşlenme gün saati.(1950 - 2014 yılları içinde gerçekleşen ortalama değerler.(<http://www.mgm.gov.tr>)
- AOAC,2000. Official Methods of Analysis(17th Ed.). AOAC İnternational, GaitHersburg, MR, Method 934.01.
- APAYDIN,N.,2007.Aydın yöresinde İncir kurutmada kullanılacak olan doğal akımlı bir güneş enerjili kurutucunun modellenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Aydın, 95s.
- ASAE.,1983. Ventilation of Agricultural Structures (edited: Mylo A. Hellickson and John N. Walker). ASAE monograph, numbers:6,St.Joseph,Michigan.
- DALGIÇ,A,C. ve VARDİN, H.,2001.Gap ile üretim artışı beklenen gıdaların kurutularak değerlendirilmesinde Güneş Enerjili kurutucular. GAP II. Tarım Kongresi,317-326
- BAYHAN, H, A., 2011. Kabin tipi bir kurutucuda kurutma sürecini etkileyen parametrelerin deneysel olarak incelenmesi.Süleyman Demirel Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans,104s.
- DEMİR, Ş., 1989. Bazı Meyvelerin Sera içinde Kuruma Karakteristikleri. Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü,Doktora Tezi,İzmir.62s.
- EL-SEBAİİ, A.A., ABOUL-ENEİN, S., RAMADAN, M.R.I., and EL-GOHARY, H.G., 2002. Experimental Investigation of an Indirect Type Natural Convection Solar Dryer, Energy Conversion and Management, 43:2251-2266.
- ERTEKİN C., YALDIZ O.,2001. Patlıcan Kurutmada Kurumanın Çeşitli Modeller İle Açıklanması.Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi. 13–15 Eylül 2001, Şanlıurfa, 399-404s.
- GÜLÇİMEN, F., 2008. Yeni tasarlanan havalı kollektörler yardımı ile reyhan ve nane kurutulması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 152s.

- KOCABIYIK,H. ve DEMİRTÜRK,B,S.,2008.Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi,5(3):239-246.
- MC GUIRE, R.G.,1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27, 1254-1255.
- MUTLU, A., 2007. Tokat'ta Güneş enerjili raflı kurutucu ile Domates kurutma koşullarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi,Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans, Tokat, 81s
- SCANLİN, D., RENNEN, M., DOMERMUTH, D. and MOODY, H., 1999. Improving Solar Food Dryers. Home Power 69, February/March, 1999, s. 24-33.
- SELÇUK, K.M., ERSOY, O. ve AKYURT, M., 1974. Development, Theoretical Analysis and Performance Evaluation of Shelf Type Solar Dryers. Solar Energy vol.16 pp 81-88.
- TARHAN, S., ERGÜNEŞ, G. ve TEKELİOĞLU, O. 2005. Tarımsal Ürünler için Güneş Enerjili Kurutucuların Tasarım ve İşletme Esasları. Yeni ve Yenilebilir Enerji Kaynakları. Enerji Yönetimi Sempozyumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No:E/2005/371, 3-4 Haziran 2005, Kayseri, s.51-58.
- TARHAN, S., ERGÜNEŞ, G. ve TEKELİOĞLU, O. 2007. Tarımsal Ürünler İçin Güneş Enerjili Kurutucuların Tasarım ve İşletme Esasları. Tesisat Mühendisliği dergisi, Sayı:9,(<http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/99/2/>) Erişim Tarihi:03.08.2007.
- TOY, M., 2004.Şanlıurfa ili şartlarına uygun güneş enerjili bir kurutucu tasarımı ve Kırmızı biber kurutulması.Harran Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans,Şanlıurfa, 99s.
- VARDİN, H., 2006. Güneş Enerjisi ile Kurutulmuş Gıda ürünleri ve Pazar potansiyeli.Gap Girişimcileri Destekleme Projeleri,Ankara,104s
- YAĞCIOĞLU, A., 1996. Ürün işleme Tekniği, EÜZF Yayınları No:536,İzmir, 348s.
- YAĞCIOĞLU, A. 1999. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536.
- YAŞARTEKİN, Y. 1991. Kabinet Tipi, Güneşi Dikey Eksende Belirli Aralıklarla İzleyen, Güneş Enerjili Kurutucunun Tasarımı ve Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Denenmesi. Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 154s.
- YILMAZ, H.Ö., GÜNGÖR, D. ve ÖZBALTA, N., 1999. Domates için Kabin Tipi Bir Güneşli Kurutucunun Performans Analizi. 7. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Reşit GÜLTEKİN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa - 02.04.1975
Telefon : 0 544 514 08 05
e-mail : resitgultekin@harran.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı	İl, İlçe	Bitirme Yılı
Lise	Bilecik İmam Hatip Lisesi	Bilecik	1995
Üniversite	Kontrol Sistemleri Teknolojisi Teknikerliği	Mersin	1997
Üniversite	Harran Üniversitesi Tarım Makineleri	Şanlıurfa	2013
Yüksek Lisans	Harran Üniversitesi Tarım Makineleri	Şanlıurfa	-----

İŞ DENEYİMLERİ

YIL	KURUM	GÖREVLERİ
1999 - 2004	SEKA Kağıt İşletmeleri	Tekniker
2004 - 2013	Harran Üniversitesi Rektörlüğü	Tekniker
2013 -	Harran Üniversitesi Rektörlüğü	Mühendis

YABANCI DİL

İngilizce

EKLER

EK 1 : HESAPLAMALAR

Renk Analizindeki kurutulmuş numunelerin Kroma ve Hue açısını bulmak için;

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$H = \arctan \frac{b}{a}$$

GEKM BEYAZ RENK İÇİN

$$C = \sqrt{(0,973)^2 + (23,655)^2}$$

$$C = 23,675$$

$$H = \arctan \frac{23,655}{0,973}$$

$$H = 87,645$$

GEKM KABUK RENGİ İÇİN

$$C = \sqrt{(0,880)^2 + (3,102)^2}$$

$$C = 3,224$$

$$H = \arctan \frac{3,102}{0,880}$$

$$H = 74,162$$

SEHPA BEYAZ RENK İÇİN

$$C = \sqrt{(4,513)^2 + (26,163)^2}$$

$$C = 26,549$$

$$H = \arctan \frac{26,163}{4,513}$$

$$H = 80,211$$

SEHPA KABUK RENGİ İÇİN

$$C = \sqrt{(1,375)^2 + (4,397)^2}$$

$$C = 4,606$$

$$H = \arctan \frac{4,397}{1,375}$$

$$H = 72,634$$

Nem analizindeki kurutulmuş numunelerin son nem değerlerini bulmak için;

$$Nem(\%) = \left[\frac{(T_3 - T_4)}{(T_3 - T_1)} \right] * 100$$

GEKM "A" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(50,9738 - 50,8258)}{(50,9738 - 48,9674)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 7,3763$$

GEKM "B" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(51,7153 - 51,5739)}{(51,7153 - 49,7082)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 7,0749$$

GEKM "C" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(51,6947 - 51,5328)}{(51,6947 - 49,6852)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 8,0567$$

GEKM "D" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(51,2710 - 51,0725)}{(51,2710 - 49,2700)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 9,9200$$

GEKM "E" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(50,9768 - 50,7782)}{(50,9768 - 48,9693)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 9,8929$$

TELLİ SEHPA "F" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(51,7480 - 51,5570)}{(51,7480 - 49,7209)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 9,4223$$

TELLİ SEHPA "G" ANALİZ HESABI

$$Nem(\%) = \left[\frac{(44,4836 - 44,2894)}{(44,4836 - 42,4785)} \right] * 100$$

$$Nem(\%) = 9,6853$$

Pathcan Numunelerinin ilk nem değerlerini bulmak için;

$$W = W_1 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2} \implies M_1 = \left[\frac{(W * (100 - M_2) + (W_1 * M_2))}{W_1} \right]$$

GEKM "A" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 41) * (100 - 7,3763) + (500 * 9,8929))}{500} \right]$$

$$M_1 = 91,7580$$

GEKM "B" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 42) * (100 - 7,0449) + (500 * 9,4223))}{500} \right]$$

$$M_1 = 91,7373$$

GEKM "C" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 42) * (100 - 8,0567) + (500 * 9,6853))}{500} \right]$$

$$M_1 = 92,0691$$

GEKM "D" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 41) * (100 - 9,9200) + (500 * 9,9200))}{500} \right]$$

$$M_1 = 92,6134$$

GEKM "E" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 41) * (100 - 9,8929) + (500 * 9,8929))}{500} \right]$$
$$M_1 = 92,6112$$

TELLİ SEHPA "F" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 42) * (100 - 9,4223) + (500 * 9,4223))}{500} \right]$$
$$M_1 = 92,3914$$

TELLİ SEHPA "G" ANALİZ HESABI

$$M_1 = \left[\frac{((500 - 42) * (100 - 9,6853) + (500 * 9,6853))}{500} \right]$$
$$M_1 = 92,4135$$

GEKM A,B VE C ANALİZLERİNİN ORTALAMASI

Ortalama = 91,8548

GEKM D VE E ANALİZLERİNİN ORTALAMASI

Ortalama = 92,6123

TELLİ SEHPA F VE G ANALİZLERİNİN ORTALAMASI

Ortalama = 92,4025