

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SULTANİ ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜM ÇEŞİDİNİN (*VITIS VINIFERA*
L.) GÜNEŞ ENERJİLİ TÜNEL TİPİ KURUTUCUDA
KURUTULMASI VE KURUTUCU OTOMASYONU**

Arif KÖKEN

**Danışman
Doç. Dr. Sevil KARAASLAN**

ISPARTA - 2019



© 2019 [Arif KÖKEN]

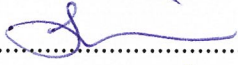
TEZ ONAYI

SULTANİ ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜM ÇEŞİDİNİN (*VITIS VINIFERA* L.) GÜNEŞ ENERJİLİ TÜNEL TİPİ KURUTUCUDA KURUTULMASI VE KURUTUCU OTOMASYONU

Arif KÖKEN tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

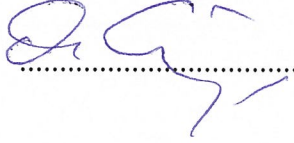
Danışman **Doç. Dr. Sevil KARAASLAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Prof. Dr. Kamil EKİNCİ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye **Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN**
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..../.... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

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 çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

29/08/2019

Arif KÖKEN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Otomasyon	11
3.1.1. Kurutucu	12
3.1.2. Sensörler ve ölçüm cihazlarının yapılandırılması	12
3.1.2.1. Nem ölçümü	14
3.1.2.2. Sıcaklık ölçümü	14
3.1.2.3. Hava hızı ölçümü	15
3.1.2.4. Hava akışı oluşturma	15
3.1.2.5. Ağırlık ölçümü	16
3.1.3. Kontrol kartı	17
3.1.3.1. Regülatör	19
3.1.3.2. Kontrol modülü	19
3.1.3.3. Ethernet	19
3.1.3.4. Ble 4.0	20
3.1.3.5. Anahtarlama modülleri	20
3.1.3.6. Fan modülü	20
3.1.3.7. Sıcaklık ölçüm modülleri	20
3.1.3.8. Nem ölçüm modülleri	21
3.1.3.9. Kontrol kartı yazılımı	21
3.1.4. Yazılım	21
3.1.4.1. Cloud	22
3.1.4.1.1. Database	22
3.1.4.1.2. Servis	23
3.1.4.2. Mobil uygulamalar	23
3.1.4.3. Web uygulaması	25
3.1.5. Güneş enerjili tünel tipi kurutucu otomasyonun çalışma mantığı	27
3.2. Ürün neminin belirlenmesi	29
3.3. Kuruma değişkenlerinin belirlenmesi	29
3.4. Kuruma eğrilerinin matematiksel modellenmesi	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	44

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SULTANİ ÇEKİRDEKSİZ ÜZÜM ÇEŞİDİNİN (*VITIS VINIFERA L.*) GÜNEŞ ENERJİLİ TÜNEL TİPİ KURUTUCUDA KURUTULMASI VE KURUTUCU OTOMASYONU

Arif KÖKEN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sevil KARAASLAN

Bu tez çalışmasında kırsal kesimde yer sergileriyle yapılan kurutmaya, alternatif bir kurutma seçeneği geliştirilmiştir. Kurutma sırasındaki olumsuz kurutma koşullarının istenen aralıklara çekilmesi kurutulan üzümün kalitesini arttırmaktadır.

Kurutma sırasında ölçülen parametreler sisteme kaydedilmektedir. Bu parametreler kurutmanın kalitesini belirlemek ve kurutma işlemi hakkında bilgi almak için yapılması gereken hesaplama işlemlerinin girdisi olarak kullanılmaktadır.

Bu tez kapsamında kurutma ürünü olarak üzüm meyvesi seçilmiştir. Üzüm meyvesi ön işlemsiz, ön işlemlili ve ön işlemlili ve 4 saat arayla tekrar ön işlem sıvısı uygulanan olmak üzere 3 farklı şekilde kurutulmuştur. Bu kurutma işlemleri arasındaki farklar değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmada ön işlemlili ve 4 saatte bir tekrar ön işlem sıvısı uygulanan kurutma örneği en hızlı, ön işlemlili kurutma örneği orta hızda, ön işlemsiz kurutma örneği ise en yavaş şekilde kuruduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurutma, Üzüm, Kurutucu, Otomasyon, Kurutma parametreleri, Tünel tipi kurutucu

2019, 44 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DRYING OF SULTANA SEEDLESS GRAPE (*VITIS VINIFERA L.*) IN SOLAR TUNNEL TYPE DRYER AND AUTOMATION OF DRYER

Arif KÖKEN

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevil KAARAASLAN

In this thesis, an alternative drying option has been developed for drying with rural exhibitions. Attracting negative drying conditions to desired intervals during drying increases the quality of dried grapes.

The parameters measured during drying are stored in the system. These parameters are used as input to the calculation processes to determine the quality of the drying and to obtain information about the drying process.

In this thesis, grape fruit was chosen as the drying product. The grape fruit was dried in 3 different ways, without pretreatment, pretreatment and pretreatment, and the pretreatment liquid was applied again every 4 hours. The differences between these drying processes were evaluated.

In the study, it was observed that the pre-treatment and the pre-treatment fluid was dried at the fastest rate, the pre-treatment sample was dried at medium speed and the non-pre-treatment sample was dried at the slowest rate.

Key Words: Drying, Grape, Dryer, Automation, Drying parameters, Tunnel type dryer

2019, 44 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma boyunca beni ynlendiren, değerli danışman hocam Do. Dr. Sevil KARAASLAN'a ve proje srecinde yardımını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Kamil EKİNCİ'ye teŐekkrlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşim Derya KÖKEN'e ve Oyun saatlerinden fedakrlık eden canım oğlum Umut KÖKEN'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Arif KÖKEN
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Son beş hasat yılı ülkelerin çekirdeksiz kuru üzüm üretim oranları.....	2
Şekil 1.2. Ülkelerin yıllara göre çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları	2
Şekil 1.3. Türkiye’de üretilen üzüm türlerinin 5 yıllık üretim oranları	4
Şekil 1.4. Kırsal bölgelerdeki kurutma örnekleri	5
Şekil 1.5. Ölçülecek parametreler ve ölçülme yöntemleri	6
Şekil 1.6. Ölçülen parametrelerin değerlendirme aşamaları	7
Şekil 3.1. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu: (1) güneş pili, (2) havalandırma fanı, (3) güneş kollektörü ve (4) kurutma tüneli.....	12
Şekil 3.2. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu içerisinde sensör	13
Şekil 3.3. Nem sensörü ve kontrol kartına bağlantısı.....	14
Şekil 3.4. Ağırlık sensörü ve kontrol kartına bağlantı şekli.....	15
Şekil 3.5. Otomasyonda kullanılan anemometrenin görünümü	15
Şekil 3.6. Tartı tasarımında kullanılan sensör ve sensör sinyal kuvvetlendirici	16
Şekil 3.7. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı şeması.....	18
Şekil 3.8. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı ön ve arka görünümü.....	19
Şekil 3.9. Db, service, mobil ve web sayfası şeması.....	22
Şekil 3.10. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonunda kullanılan veri tabanı.....	23
Şekil 3.11. Mobil uygulama örnek ekranlar.....	24
Şekil 3.12. Web projesi giriş sayfası.....	25
Şekil 3.13. Web sayfası yönetici sayfası.....	26
Şekil 3.14. Web sayfası öğrenci sayfası.....	26
Şekil 3.15. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonu çalışma şeması	28
Şekil 4.1. Tane ağırlığında meydana gelen değişim	32
Şekil 4.2. Ön işlemlenmiş üzümlerin tane ağırlığındaki değişim.....	33
Şekil 4.3. Ön işlemlenmiş ve 4 saat’de bir ön işlem sıvısı uygulanan üzümün tane ağırlığında meydana gelen değişim.....	34
Şekil 4.4. Farklı ön işlemlerde kurutulan üzüm meyvesinin nem içeriğindeki değişimi.....	35
Şekil 4.5. Farklı uygulamalarla kurutulan üzüm meyvesinin kuruma hızındaki değişimi.....	35
Şekil 4.6. Ön işlemsiz kurutulan üzüm meyvesinin deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi.....	38
Şekil 4.7. Ön işlemlenmiş kurutulan üzüm meyvesinin deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi.....	38
Şekil 4.8. Ön İşlemlenmiş ve ön işlem tekrarı ile kurutulan üzümün deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları	1
Çizelge 1.2. Türkiye şehirlere göre üzüm üretim miktarlar	3
Çizelge 1.3. Türkiye’de üretilen üzüm türlerinin yıllara göre üzerim oranları	3
Çizelge 3.1. Kuruma eğrileri için uygulanan matematiksel modeller.....	30
Çizelge 4.1. Kuruma eğrilerini açıklamak için kullanılan modeller	36
Çizelge 4.2. Ön işlemsiz kurutma hesaplamaları	36
Çizelge 4.3. Ön işlemlili kurutma hesaplamaları	36
Çizelge 4.4. Ön işlemlili + ön işlem sıvısı tekrarlı kurutma hesaplamaları	37



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Amper
AC	Alternatif Akım
ADC	Analog/Dijital Çevirici
DC	Doğru Akım
F	Frekans
GND	Ground(Toprak)
Hz	Hertz
IDE	Bütünleşik Geliştirme Ortamı
k	Kilo
li	Giriş Akımı
lo	Çıkış Akımı
m	Mili
Np	Transformatörün primer sarım sayısı
Ns	Transformatörün sekonder sarım sayısı
RAM	Read Access Memory
Rx	Alıcı
s	Saniye
Tx	Verici
V	Volt
Vi	Giriş Gerilimi
Vo	Çıkış Gerilimi
W	Watt
Ω	Ohm

1. GİRİŞ

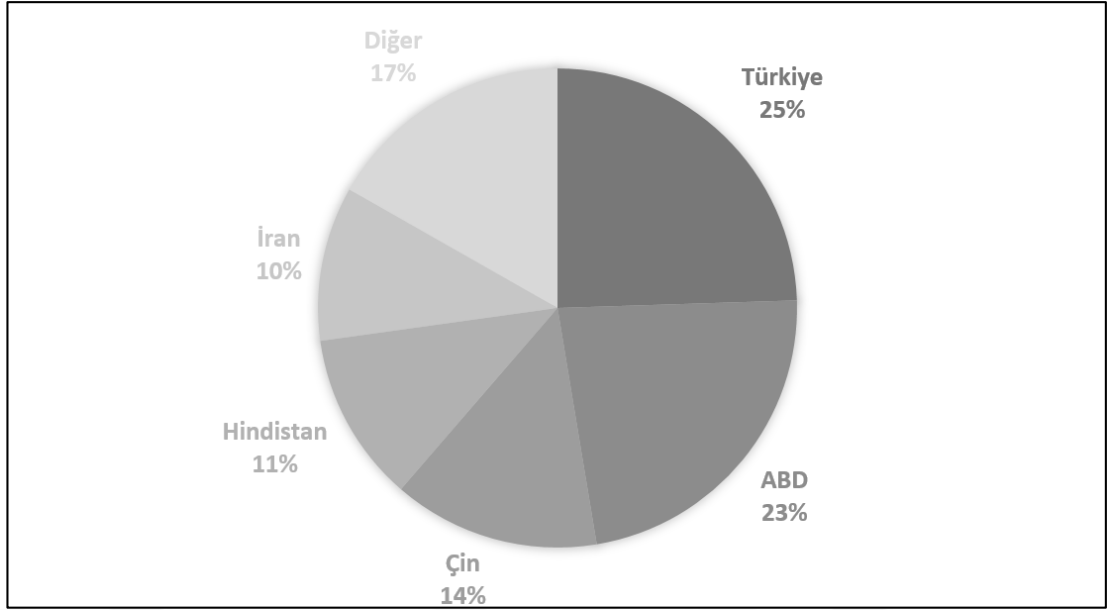
Üzüm meyvesinin familyası asmagiller, cinsi ise Vitis'dir. Yeryüzünde üretimi yapılan en eski meyve türlerinden biridir (Anonim, 2018a). Günümüzde 55-65 türünün üretimi yapılan üzümün 15.000 in üzerinde türünün olduğu tahmin edilmektedir. Anadolu'da yetişen türleri 1200 ün üzerindedir. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünde Anadolu'da yetişen türlerin yetiştirilmesi ve araştırma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. İlk üzümün tarihini araştırdığımızda ise MÖ 5000 yıllarına uzanan bir tarihinin olduğunu görüyoruz. Geçmiş MÖ 5000 yılına dayanan bu meyvenin sofralık, kurutmalık ve şaraplık gibi türleri vardır.

Kurutmalık üzüm çeşidi dünyada önemli bir orana sahiptir. Çizelge 1.1'de Dünya genelinde, 2014 ile 2019 tarihleri arasındaki çekirdeksiz kuru üzüm üretimi verilmiştir. Çekirdeksiz kuru üzüm üretiminin büyük bir kısmını Türkiye, ABD ve Çin oluşturmaktadır. Türkiye 2015/2016 hasat yılı dışında tüm yıllarda birinci sırada bulunmaktadır. 2015/2016 hasat yılında ise ABD Türkiye'den fazla çekirdeksiz kuru üzüm üretmiştir. Dünya ülkelerinin toplam çekirdeksiz kuru üzüm üretim değerleri incelendiğinde ise genel olarak bir düşüşün olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.1. Çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları (Anonim, 2018b)

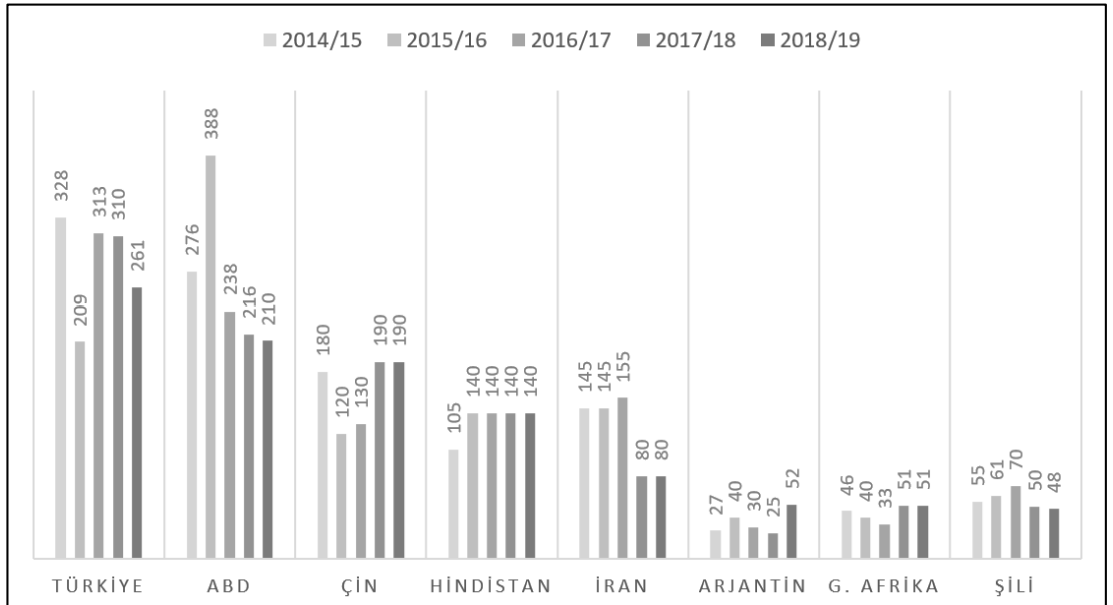
ÜLKELER	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Türkiye	328	209	313	310	261
ABD	276	388	238	216	210
Çin	180	120	130	190	190
Hindistan	105	140	140	140	140
İran	145	145	155	80	80
Arjantin	27	40	30	25	52
G. Afrika	46	40	33	51	51
Şili	55	61	70	50	48
Özbekistan	25	45	45	45	45
Avustralya	13	15	19	13	15
Yunanistan	5	5	0	2	2
Toplam	1.205	1.208	1.173	1.122	1.094

Şekil 1.1'de son beş hasat yılına ait çekirdeksiz kuru üzüm üretiminin ülkeler bazında değişimi verilmiştir. Türkiye %25 üretim oranı ile birinci sırada gelirken, ABD, Çin, Hindistan ve İran sıralamayı takip etmektedirler. Bu 5 ülke dışındaki ülkelerin toplam çekirdeksiz kuru üzüm üretim oranları ise %17 dir.



Şekil 1.1. Son beş hasat yılı ülkelerin çekirdeksiz kuru üzüm üretim oranları

Şekil 1.2 Dünya ülkelerinin yıllara göre bin ton cinsinden çekirdeksiz kuru üzüm üretimini göstermektedir. Bu şekilden Türkiye'nin üzüm üretimini incelediğimizde 2014/2015 hasat yılında 328 bin ton, 2015/2016 hasat yılında 209 bin ton, 2016/2017 hasat yılında 313 bin ton, 2017/2018 hasat yılında 310 bin ton, 2018/2019 hasat yılında ise 261 bin ton çekirdeksiz kuru üzüm ürettiği görülmektedir.



Şekil 1.2. Ülkelerin yıllara göre çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarları

Dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretimini incelediğimizde Türkiye son beş hasat yılında %25 üretim oranıyla dünya ülkeleri arasında ilk sırada yerini almaktadır. Çizelge 1.2

Türkiye’deki çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarlarının illere göre dağılımı verilmiştir. Manisa ili 912 milyon 190 bin ton üreterek birinci sırada yer alırken, İzmir ili 95 milyon 56 bin ton üreterek ikinci sırada, Denizli ili ise 37 milyon 656 bin ton üreterek üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye’de diğer illerin toplam çekirdeksiz kuru üzüm üretim miktarı 1 milyon 443 bin ton olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye şehirlerine göre üzüm üretim miktarları (Anonim, 2018b)

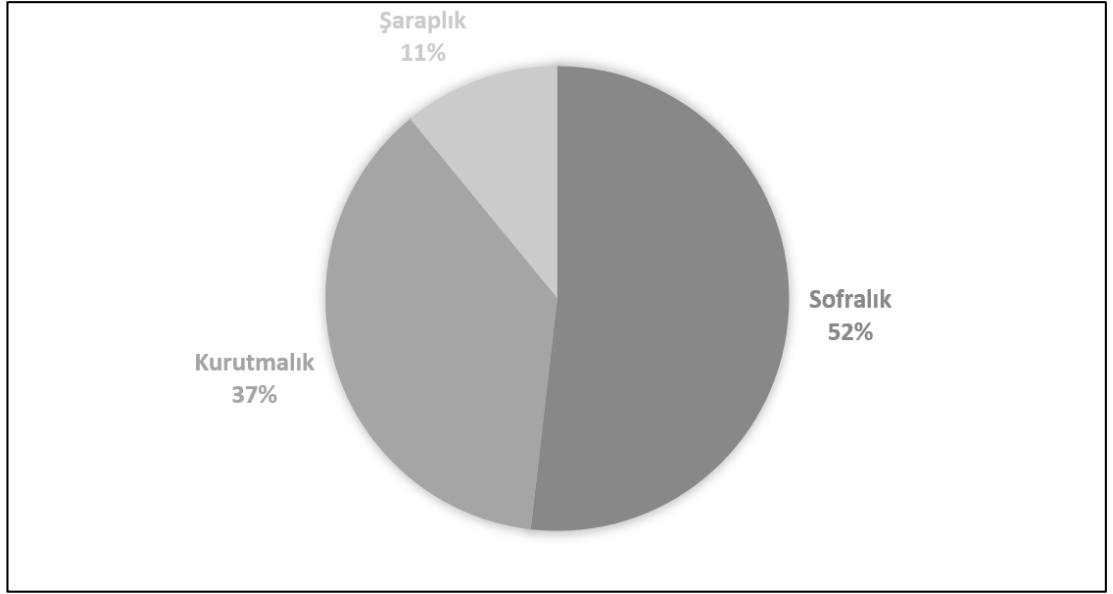
Üretim Yeri	Üretilen Miktar
Manisa	912.190
İzmir	95.056
Denizli	37.656
Diğer	1.443
Türkiye Toplam	1.046.345

Türkiye’de sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim değerleri Çizelge 1.3’te verilmiştir. 2016 yılında sofralık üzüm üretimi 1 milyon 990 bin ton, kurutmalık üzüm 1 milyon 536 bin ton, şaraplık üzüm ise 472 bin ton üretilmiştir. Bu değerler kurutmalık üzüm üretiminin Türkiye üzüm piyasasında önemli yeri olduğu göstermektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye’de üretilen üzüm türlerinin yıllara göre üretim oranları (Geyikçi vd., 2017)

Tür	2012	2013	2014	2015	2016
Sofralık	2219	2132	2166	1891	1990
Kurutmalık	1613	1423	1563	1334	1536
Şaraplık	400	455	445	423	472

Şekil 1.3’de Türkiye’de üretilen üzüm türlerinin 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 yıllarındaki toplam üretim miktarları incelendiğinde sofralık üzüm üretimi toplam üretimin %52’sini, kurutmalık üzüm üretimi toplam üretimin %37’sini, şaraplık üzüm üretimi ise toplam üzüm üretiminin % 11’ini oluşturduğu görülmektedir. Türkiye’deki toplam üzüm üretiminin %37’sini kurutmalık üzümün oluşturması kurutmanın önemini ortaya koymaktadır.



Şekil 1.3. Türkiye’de üretilen üzüm türlerinin 5 yıllık üretim oranları

Kurutma, kurutulmak istenen ürünün içerisindeki suyun uzaklaştırılmasına verilen isimdir. Kurutma işlemi uygun sıcaklıkta olmalıdır. Kurutma ortamından fazla nem uzaklaştırılmalıdır. Eğer kurutma ortamındaki nem uzaklaştırılmaz, ortam sıcaklığı istenilen değerde tutulmazsa kurutulmaya çalışılan ürün içerisinde biyokimyasal reaksiyonlar ve mikroorganizmaların çoğalması hızlanır. Bu durum kurutulan üzümün kalitesini olumsuz yönde etkiler.

Günümüzde kurutma işleminde kullanılan çeşitli makineler ve kurutma yöntemleri vardır. Bu yöntemler değerlendirildiğinde üç temel problemden bahsedebiliriz. Bunlardan birincisi kurutulan ürün üzerinde istenilen kurutma kalitesi elde edilememesidir. İkinci temel sorun kurutucunun ideal enerji tüketiminden çok fazla enerji harcamasıdır. Üçüncü sorun ise kurutma işleminin yapıldığı bölgede elektrik enerjisini sağlayabilecek bir kaynak bulunmadığı için kurutma işleminin farklı bir yerde yapılma zorunluluğudur.

Meyveler olgunlaştıktan kısa bir süre içerisinde tüketilmesi gerekmektedir. Eğer olgunlaşan meyveler kısa bir süre içerisinde tüketilmezse ürün içerisinde biyokimyasal reaksiyonlar ve mikroorganizmalar çoğalmaya başlar. Bu durumların sonucu olarak ürün çürümeye başlamış olur. Tüketim miktarından fazla olan ürünler, çürümeye maruz kalmaması için kurutulması gerekmektedir. Kurutulan ürün uzun süre

bozulmadan durabilmektedir. Hacminde ve ağırlığında meydana gelen küçülmeden dolayı kuru ürünün depolama ve taşıma maliyetleri düşürülmüş olur.

Türkiye güneş enerjisi potansiyeline sahip bir ülkedir. Güneş enerjisi kolay bir şekilde ısı enerjisine dönüştürülebildiğinden yaygın olarak kurutma işleminde kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden kurutma işleminde en yaygın kullanılma biçimi ürünlerin yere serilerek açık havada kurutulmasıdır. Bu kurutma yöntemi kırsal kesimlerde yaygın olarak görülür.

Açık havada yere serilerek yapılan kurutma işleminde ürünler kurutma sırasında yeterli sıcaklığa ulaşmamaktadır ve kurutma işlemi normalden uzun sürmektedir. Bu yüzden ürün içerisinde mikroorganizmalar faaliyet gösterme imkânı bulmaktadır. Bu durumda kurutulan ürünün kalitesini düşürmektedir. Rüzgârın taşıdığı toz, toprak ve çevredeki hayvanlarında kurutulan ürünün kalitesini düşürmektedir.



Şekil 1.4. Kırsal bölgelerdeki kurutma örnekleri

Kurutuma işleminde kullanılan kurutucuları iki başlık altında inceleyebiliriz. Bu kurutucular aktif ve pasif kurutuculardır. Pasif kurutucular kurutma ortamındaki nemi bir baca yardımı ile dışarı atmaya çalışır. Aktif kurutucular ise kurutma ortamındaki nemi sisteme bağlı bir fan yardımı ile dışarı atmaya çalışır. Bu yüksek lisans tezi kapsamında çalışılan kurutucu aktif kurutucu kapsamına girmektedir.

Çevre koşulları kurutmanın kalitesini etkilemektedir. Bu çevre koşullarının başında sıcaklık ve nem değerleri gelmektedir.

Kurutmanın kalitesi konusunda bir yargıya varabilmek için kurutmanın kalitesini etkileyen parametrelerin ölçülmesi gerekmektedir. Proje aşamasında ölçülen parametreleri 3 gruba ayırabiliriz. Bunlar kurutmadan önceki ölçülen parametreler,

kurutma sırasındaki ölçülen parametreler ve kurutma sonrasında ölçülen parametrelerdir. Kurutmadan önce ölçülen parametre üzüm memesinin kurutmaya tabi tutulmadan önceki renk değerleridir. Kurutma sırasında ölçülen değerler, kurutma sırasındaki üzümün ağırlık değişimi, ortam sıcaklığı, rüzgâr hızı, nem, güneş ışınımıdır. Kurutma sonrasında ölçülen parametreler ise kurutulan üzümün renk değerleridir.

Bu parametreler kurutma sırasında iki şekilde ölçüldü. Birinci ölçüm yöntemi geliştirilen otomasyon, ikinci ölçüm yöntemi ise otomasyonla ölçülmesi olanaklı olmayan parametreler manuel olarak yapılan ölçümdür. Üzümün kurutulma esnasındaki Ağırlık Değişimi ise hem otomasyon yardımı ile hem de manuel olarak ölçüldü. Şekil 1.5'de parametrelerin ölçüm yöntemleri ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.



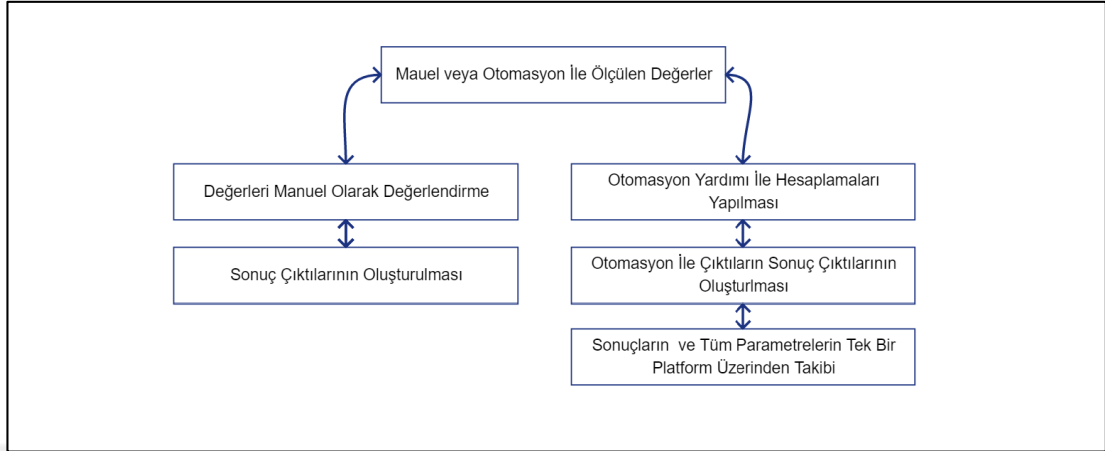
Şekil 1.5. Ölçülecek parametreler ve ölçülme yöntemleri

Üzüm meyvesinin kurutulmadan önce, kurutma sırasında ve kurutmadan sonraki ölçülen parametrelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme sonucunda elde edilen raporlar kurutma işleminin başarısını ortaya koymaktadır.

Kurutmanın başarısını belirleyen sonuç raporlarını oluşturmak için ölçülen parametrelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte Kuruma Hızı, Anlık Nem İçeriği, İlk nem içeriği, Anlık ayrılabilir nem oranı gibi değerlerin hesaplanması gerekmektedir.

Hesaplanması gereken değerler iki şekilde olabilir. Birinci yöntem Microsoft Excel vb. yazılım ile bu hesaplamalar yapılabilir. İkinci yöntem ise geliştirilen Otomasyonun

yazılım bölümünden hesaplanıp ayrıntılı bir şekilde rapor üretilebilir. Aşağıdaki Şekil 1.6 bu süreci özetlemektedir.



Şekil 1.6. Ölçülen parametrelerin değerlendirme aşamaları

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Krokida vd. (2001) elma, muz, havuç ve patatesi 5 farklı yöntemle kurutmuşlar ve kurutmanın renk üzerine etkilerini incelemişlerdir. Elma, muz, havuç patates gibi bazı bitki dokuları, kurutulmaları ve daha sonraki depolama süresince yaygın olarak esmerleşme göstermişlerdir. Kükürtdioksidin, taze sebze ve meyvelerde enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme için iyi bir renk koruyucu olduğu vurgulanmış, ancak insan sağlığı için gıdalarda kullanılmadığı belirtilmiştir. Taze elma, muz, havuç ve patatesler, 20 mm çapında ve 10 mm uzunluğunda kesilmiştir. Hava ile kurutmada, kurutma sıcaklığı $70 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ve havanın nispi nemi %7 ve basınç $1 \text{ bar} \pm \%3$ 'tür. Vakumlu kurutmada, sıcaklık $70 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ve basınç $33 \text{ mbar} \pm \%3$ 'tür. Mikrodalga ile kurutma atmosfer basıncında, 810 W gücünde yapılmıştır. Dondurarak kurutmada, materyaller 20 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda kesilmiştir. Materyaller 48 saat -35°C 'de dondurulmuş, 1 saat sıvı azotta yumuşatılmış ve laboratuvar tipi dondurarak kurutucuda 24 saat kurutulmuştur. Dondurarak kurutmada yüksek vakum (0.04 mbar) uygulanmıştır. Elma ve muz, ozmotik kurutma uygulaması için kullanılmıştır. Elmalar 8 mm çapında ve 30 mm uzunluğunda, muzlar 20 mm kalınlığında ve 8 mm uzunluğunda kesilmişlerdir. Ürünler tartıldıktan sonra, sakkaroz çözeltisine batırılmıştır. 10 saat sonra, ozmotik olarak kurutulan ürünler, 70°C 'de sıcak hava fırınında kurutulmuşlardır. Havayla, mikrodalgayla ve vakumla kurutulmuş ürünler önemli derecede esmerleşmeye maruz kalmışlardır. Dondurarak ve ozmotik kurutmada ürünler renklerini zarar görmeden korumuşlardır.

Mengeş vd. (2004) Golden Delicious elma çeşidinin laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmasında belirli bir andaki nem içeriğini belirlemek amacıyla çeşitli istatistiksel modeller kullanmış ve karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre Midilli vd. modelinin elmanın kuruma davranışını diğerlerinden daha iyi açıkladığı belirlenmiştir. En düşük istatistiksel veriler Midilli vd. modeli ile farklı çalışma koşullarına ait özel a, k, n ve b katsayıların ile elde edilmiştir. Modelleme yeterliliğindeki korelasyon katsayısı 0.99994 ile 0.99972 arasında değişmiştir.

Sham vd. (2001), kalsiyum ön işleminin, vakum düzeyinin ve elma cinsinin; hava ile ve vakumlu mikrodalga ile kurutulmuş elma krakerlerinin yapısı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yerel marketlerden satın alınan Golden Delicious, Red Delicious ve

Fuji cinsi elmalar örnek miktarı 1 kg olacak şekilde tartılmış, yıkanmış, 4 mm kalınlığında dilimlenmiş, 2 dakika buharda haşlanmış. Elma dilimleri nem içeriği kuru baza göre %5 olana kadar 70 °C’de, yaklaşık 3.5 saat, hava akış hızı 1.1 m³/dk olan hava ile bantlı kurutucuda kurutulmuştur. Dondurarak kurutma, 100 µmHg vakum altında, oda sıcaklığı 20°C’de, kondenser sıcaklığı -55°C’de 10.5 saat kurutulmuştur. Vakumlu mikrodalga ile kurutmada yüksek vakum uygulaması yoğunluğu düşürmüş ve gevrekliği arttırmıştır. Ayrıca Fuji cinsi elmaların, Red ve Golden Delicious cinsi elmalara göre daha yüksek kalsiyum içeriğine ve gevrekliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

Cui vd., (2008), havuç ve elma cipslerini mikrodalga ve vakum kombinasyonlu ve dondurarak kurutmuşlardır. İlk mikrodalga vakum kurutma ile serbest suyun çoğunu atıp sonra %7 den daha az neme kadar dondurarak kurutmuşlardır. Bu ürünlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini değerlendirmişler ve sonuçları her bir kurutma şekli için karşılaştırmışlardır.

Kiranoudis vd., (1997), yaptıkları çalışmada bir karakteristik parametre ve bir deneysel kütle transfer modeli içeren 3 çeşit meyveyi (kivi, elma, armut) mikrodalga vakum sisteminde kuruma kinetiklerini araştırmışlardır. Model lineer olmayan regresyon analiz kullanılarak düzenekte test etmişler ve model parametreleri vakum basıncının etkisine rağmen mikrodalga gücü seviyelerinin etkisinin daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Eliçin ve Saçılık, (2005) tünel tipi güneş enerjili kurutucu kullanılarak organik olarak yetiştirilen elmanın kurutma denemeleri Ankara koşullarında deneysel olarak yapmışlardır. Deneysel olarak elde edilen kuruma verileri Page, Logaritmik ve Wang ve Singh modellerinde kullanmışlar modellerin katsayıları doğrusal olmayan regresyon tekniği ile belirlemişlerdir.

Khoshhal vd., (2009) yaptıkları çalışmada elma kurutma prosesinde yapay sinir ağı modeli ve birkaç matematiksel modelleri (Henderson ve Pabis, Logaritmik, Page ve İki Terimli) nem oranının tahmin edilmesinde kullanmışlardır. En iyi modelin yapay sinir ağı olduğunu belirtmişlerdir.

Menges ve Ertekin, (2006) ince tabaka elma kurutma prosesi ve herhangi bir zamandaki nem oranı farklı modeller (Newton, Page, Geliştirilmiş Page, Hendeson and Pabis, Logaritmik İki Terimli, İki Terimli Üssel, Wang ve Singh, Thompson, Geliştirilmiş Henderson ve Pabis, Verma, Midilli vd. ve Difüzyon Yaklaşım) ile karşılaştırmışlardır. Kurutma havası sıcaklığı ve hızının etkisini inceleyerek en uygun modelin Midilli vd. olduğunu belirtmişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Geliştirilen otomasyonda üzüm meyvesi sistemin materyali olarak ele alınmıştır. Üzüm meyvesinin renk ölçümleri, kuruma sırasındaki nem, sıcaklık, rüzgâr hızı, güneş ışınımı, ağırlık değişimi ve elde edilen verilerden kuruma hızı hesaplama, ilk nem içeriği hesaplama, anlık nem içeriği hesaplama ve Anlık Ayrılabilir Nem(ANO) oranı hesaplama tezin ana amacını oluşturmaktadır.

Kurutma denemelerinde, üzüm meyvesi kullanılmıştır. Üzüm, Manisa'nın Sarıgöl ilçesinden temin edilmiştir. Hasat edilen meyveler, +4°C deki buzdolabında bir gece bekletilmiş ve ertesi gün kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

Üzüm örnekleri, öncelikle taneler saplarından koparılmış, seçilen homojen taneler suyla yıkanmıştır. Yıkanan üzüm örnekleri, 5 dakika boyunca %5 potasyum karbonat ve %1 zeytinyağı içeren çözeltisi içine batırılmıştır. Bu yüzden, örnekler, ön işlemsiz, ön işlemler ve ön işlemler tekrarı olarak üç farklı yöntemle kurutulmuştur. Hassas terazi de yaklaşık 1000 ($\pm 0,5$) g tartılan üzüm örnekleri, 30*30 cm boyutundaki tepsilere yerleştirilmiştir. Kurutma denemeleri, yükleme tamamlandıktan sonra saat 9:00'da başlamış ve saat 17:00'de duraklatılmıştır. Üzüm örneklerinin kütle kayıpları, kuruma süresince 4 saatlik aralıklarla hassas terazi ile ölçülmüştür. Tünel tipi güneş enerjili kurutucuda bulunan üzüm örnekleri akşam üzeri saat 17:00'den sonra, çevre şartlarında kurutucuda tutulmuştur. Daha sonra örnekler aynı hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Kurutma işlemleri, kütle kayıplarında bir değişim gözlenmeyene kadar devam etmiştir. Denemeler 30.09.2016 – 05.10.2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Güneş ışınımı değerleri, saat başı (09:00 - 17:00) yatay bir yüzeyde piranometre ile ölçülmüştür.

Kurutma havasının bağıl nemi ve sıcaklığı, kurutma tüneline DHT-11 sensörü ile ölçülmüştür. Kurutma tüneline çıkışındaki hava hızı, anemometre ile ölçülmüştür.

3.1. Otomasyon

Bu bölümde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Biyokütle laboratuvarında bulunan güneş enerjili tünel tipi kurutucuda daha etkin bir şekilde çalışabilmek için otomasyonu gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Kurutucu

Kurutucu elektrik enerjisi olmayan kırsal kesimlerde kurutma işlemini gerçekleştirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu, güneş kollektörü, kurutma tüneli, güneş pili modülü ve fandan oluşmaktadır. Kurutucu üzerindeki tüm parçalar, metal çerçeveye monte edilmiştir (Şekil 3.1). Güneş kollektörünün alt kısmı, altıgen kanallara sahiptir ve doğrudan kurutma tüneline bağlanmıştır. Tünel tipi güneş enerjili kurutucusunun tabanı, radyasyonu emmek için siyahla boyanmıştır. Kollektör ise, şeffaf bir polikarbonat malzeme ile kaplanmıştır. Kurutucuya 150 W güneş paneli eklenmiştir. Kurutma tüneline fan yardımıyla hava verilmektedir. Kollektörün güneş enerjisi emme alanı 2 m uzunluğunda ve 1,9 m genişliğindedir. Kurutma tüneli alanı, kollektörün iki katıdır. Kurutucu doğu-batı yönünde sabah 9:00 ile akşam 17:00 arasında ağaçlar veya binalar tarafından gölgelenmeyecek şekilde konumlandırılmıştır.



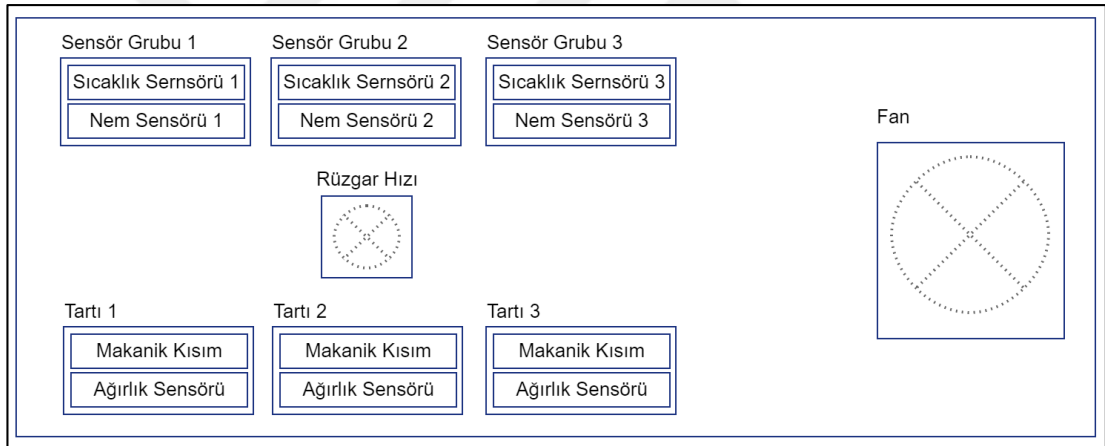
Şekil 3.1. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu: (1) güneş pili, (2) havalandırma fanı, (3) güneş kollektörü ve (4) kurutma tüneli

Kurutucun bu bölümlerine ek olarak sensör ve ölçüm cihazlarının yapılandırıldığı bölüm ve kurutucunun kontrolünü sağlayan kontrol kartı bölümü eklenmiştir. Bu bölümler 3.1.2 ve 3.1.3 numaralı bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştır.

3.1.2. Sensörler ve ölçüm cihazlarının yapılandırılması

Bu bölümde, tünel tipi güneş enerjili kurutucu içerisindeki sensör ve ölçüm cihazlarının yapılandırılması hakkında bilgi verilmektedir. Sensörler ve ölçüm

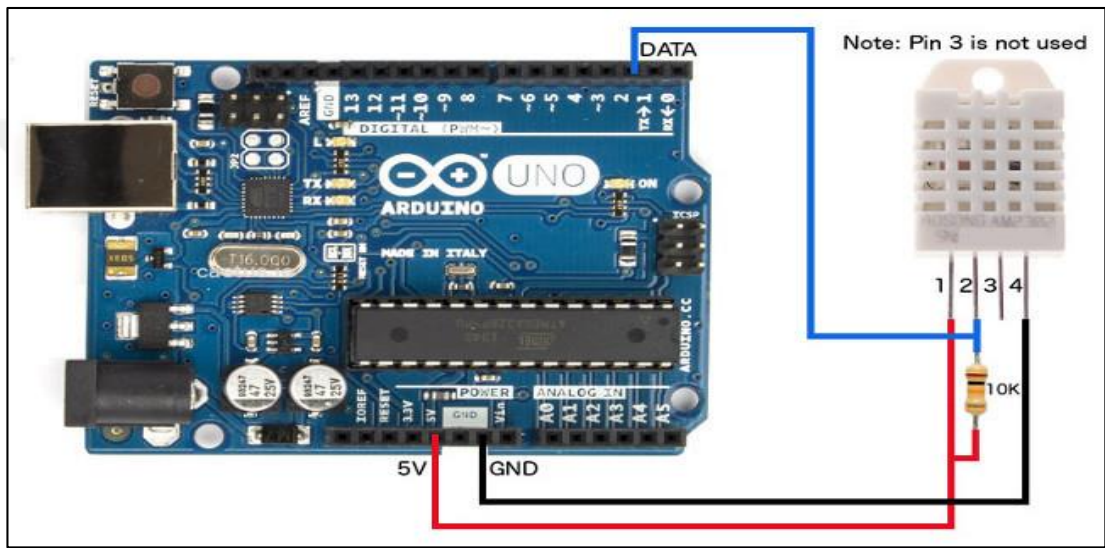
cihazları kurutucunun kurutma tüneli kısmına yerleştirilmiştir. Kurutucu içerisinde 3 farklı noktada sıcaklık ve nem ölçümü yapılmaktadır. Şekil 3.2’de sensör yerleşimi ve ölçüm noktaları verilmiştir. Sensör Grubu 3 kurutma tüneli başlangıcına, Sensör Grubu 2 kurutucunun orta noktasına, Sensör Grubu 1 ise kurutucunun çıkışa yakın kısmındaki sıcaklık ve nem değerlerini ölçmek için kullanılmaktadır. Kurutulan üzümün kuruma hızı, anlık nem içeriği ve anlık ayrılabilir nem içeriği gibi değerlerin hesaplanabilmesi için kuruma esnasında kurutulacak üzümün anlık olarak ağırlık değerlerinin ölçülmesi gerekmektedir. Ağırlık ölçümü için kurutucu içerisine 3 adet tartı eklenmiştir. Her bir tartı mekanik kısım ve ağırlık sensöründen oluşmaktadır. Kurutucu içerisindeki hava akımı sağlamak için kurutucunun ön kısmına fan yerleştirilmiştir. Bu fan kurutucunun kollektör bölümündeki sıcak havayı kurutucu içerisine dağıtmak için kullanılmaktadır. Kurutucu içerisindeki hava hızını ölçmek için kurutucunun orta bölümüne hava hızı sensörü yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu içerisinde sensör

3.1.2.1. Nem ölçümü

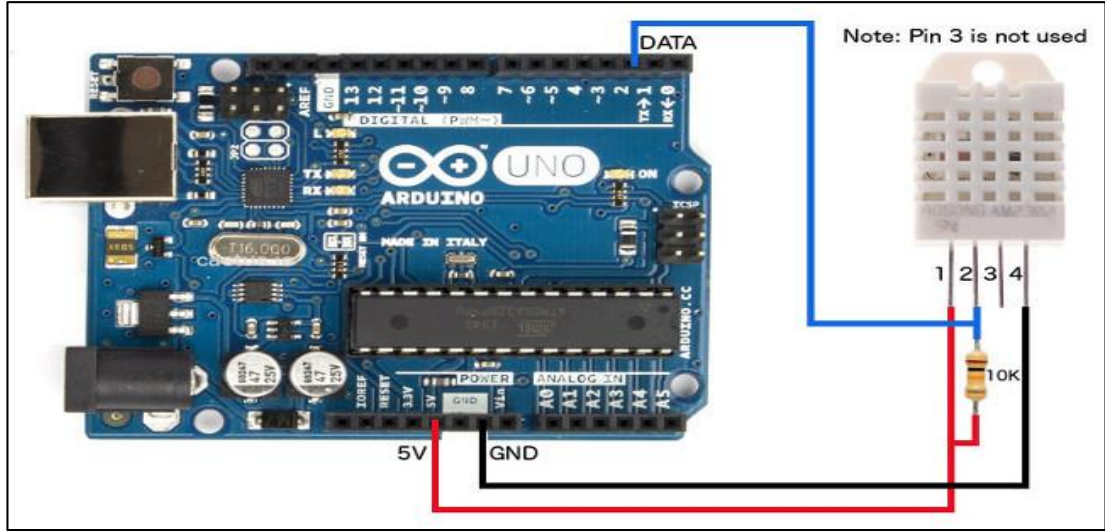
Nem sensörü olarak DHT 11 dijital nem ve sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Sensör 3,3V – 5,5V arasında çalışabilmektedir. Tavsiye edilen çalışma gerilimi 5V'dur. %20-%90 aralığındaki nem değerlerini %5 hassasiyetle ölçebilmektedir. Sensörü kullanmak için 1 adet 10k elektriksel direnç kullanılmıştır. Nem sensörünün kontrol kartına bağlantısı Şekil 3.3'te verilmiştir. Nem sensörü, kurutucu içerisindeki nispi nem değerlerinin zamanın fonksiyonu olarak vermektedir.



Şekil 3.3. Nem sensörü ve kontrol kartına bağlantısı

3.1.2.2. Sıcaklık ölçümü

Kurutucu içerisinde oluşan sıcaklığın zamanın fonksiyonu olarak ölçümünü gerçekleştirmek için sıcaklık sensörü olarak DHT 11 dijital nem ve sıcaklık sensörü kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu çalışmada kurucu içerisinde oluşan sıcaklığın kontrolü sağlanmamıştır. Sensör 3.3V - 5.5V arasında çalışabilmektedir. Tavsiye edilen çalışma gerilimi 5V dur. 0 derece – 50 derece aralığındaki sıcaklık değerlerini 2 derece hassasiyetle ölçebilmektedir. Sıcaklık sensörünün instrumentasyonunu sağlamak için kullanmak için 1 adet 10k'lık direnç kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Ağırlık sensörü ve kontrol kartına bağlantı şekli

3.1.2.3. Hava hızı ölçümü

Tünel tipi güneş enerjili kurutucunun içerisinde hava akımı sağlamak için fan kullanılmıştır. Kurutucu otomasyonunda kullanılan analog voltaj çıkışlı hava hızı ölçer (anemometre) 7V- 24V aralığında çalışabilmektedir. İdeal çalışma gerilimi 9V'dur. 0.4V–2V arasında çıkış gerilimi bulunmaktadır. 0.5m/s – 50m/s aralığında ki hava hızını 1m/s hassasiyetle ölçebilmektedir. 0 m/s hava hızında 0,4V, 32,4 m/s hava hızında ise 2.0V çıkış vermektedir. Hava hızı ölçerin görünümü Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



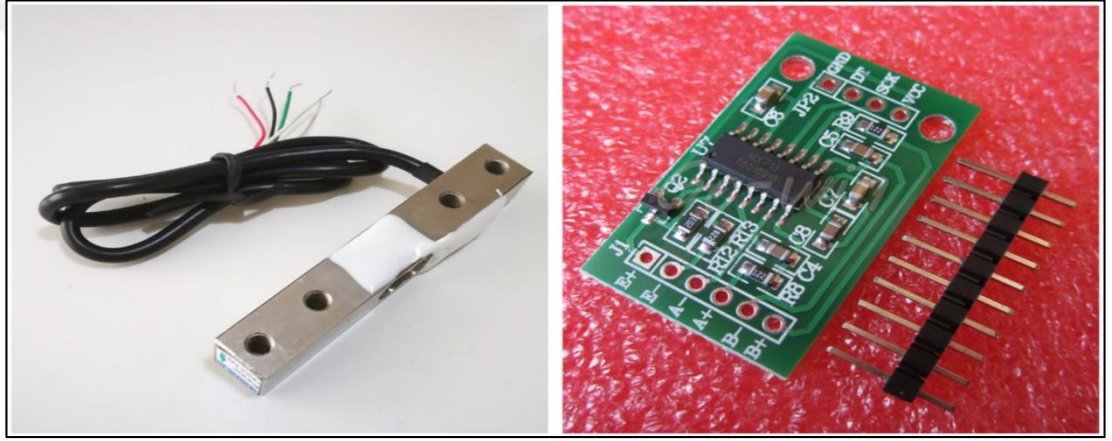
Şekil 3.5. Otomasyonda kullanılan anemometrenin görünümü

3.1.2.4. Hava akışı oluşturma

Kurutucu üzerinde hava akışını sağlayan fanı çalıştırma için DC motor kullanılmıştır. Elektrik enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makinelerine doğru akım motorları denir. Doğru akım motorlarını DC motor veya DA motorda denilmektedir.

3.1.2.5. Ağırlık ölçümü

Kurutucuya yerleştirilen kuruma tepsilerinin içerisindeki üzümün zamana bağlı olarak ağırlığında meydana gelen değişimleri ölçmek için ağırlık sensörleri kullanılmıştır. Tartı içerisinde ağırlık sensörü (TAL220D) ve ağırlık sensör kuvvetlendirici (HX711) kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerin resimleri Şekil 3.5’de gösterilmektedir. Şekilde sol tarafta ağırlık sensörü (TAL220D) sağ tarafta ise ağırlık sensörü kuvvetlendiricisi (HX711) verilmiştir. Şekil 3.6’da ağırlık sensörü ve kontrol kartına bağlantısı verilmiştir.



Şekil 3.6. Tartı tasarımında kullanılan sensör ve sensör sinyal kuvvetlendirici

3.1.3. Kontrol kartı

Sıcaklık, nem, hava hızı ölçer ve ağırlık sensörü kontrol kartına bağlanmıştır. Kontrol kartının tasarlanması sürecinde Proteus (Anonim, 2019a) programı ve Arduino IDE (Anonim, 2019b) kullanılmıştır. Proteus programı ISIS ve ARES olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. ISIS bölümü kontrol kartının çizimi ve devre simülasyon işlemlerinin yapılması için kullanılmıştır. Programın ARES bölümü ise Pcb'nin çizilmesi için kullanılmıştır. Arduino IDE ise kontrol kartının yazılımı ve kart üzerine kodun yüklenmesi için kullanılmıştır. Kontrol kartının yazılımı geliştirilirken Arduino geliştirme kartının kendi yazılım dili kullanılmıştır. Kontrol kartı kurutucu otomasyonundaki sensör ve ölçüm cihazlarının kontrolünü gerçekleştirmek, şebeke gerilimini sensörlerin kullanabileceği gerileme dönüştürmek, kurutucunun ölçümlerini sunucuya göndermek için kullanılmıştır. Kontrol kartı üzerinde yedi adet anahtarlama modülü bulunmaktadır. Bu bölüm sayesinde büyük güçlerle çalışan kurutucu bölümlerinin istenildiği zaman devreye girip çıkması için sağlanmıştır. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı şeması Şekil 3.7'de verilmiştir. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı ön ve arka görünümü Şekil 3.8'de verilmiştir.

Sıcaklık sensörü modülleri, sıcaklık sensörlerinden gelen veriyi anlamlı hale getirmek için tasarlanan elektronik devresinin bir modülüdür. Kontrol kartı üzerinde üç adet sıcaklık sensöründen gelen değeri hesaplayabilecek bileşen bulunmaktadır. Sensörden gelen veriyi sıcaklık değeri olarak ifade edebilmek için bir direnç üzerine gerilimin düşürülmesi gerekmektedir. Daha sonraki adımda ise gerekli düzenlemeler yapılarak sıcaklık hesaplanmaktadır.

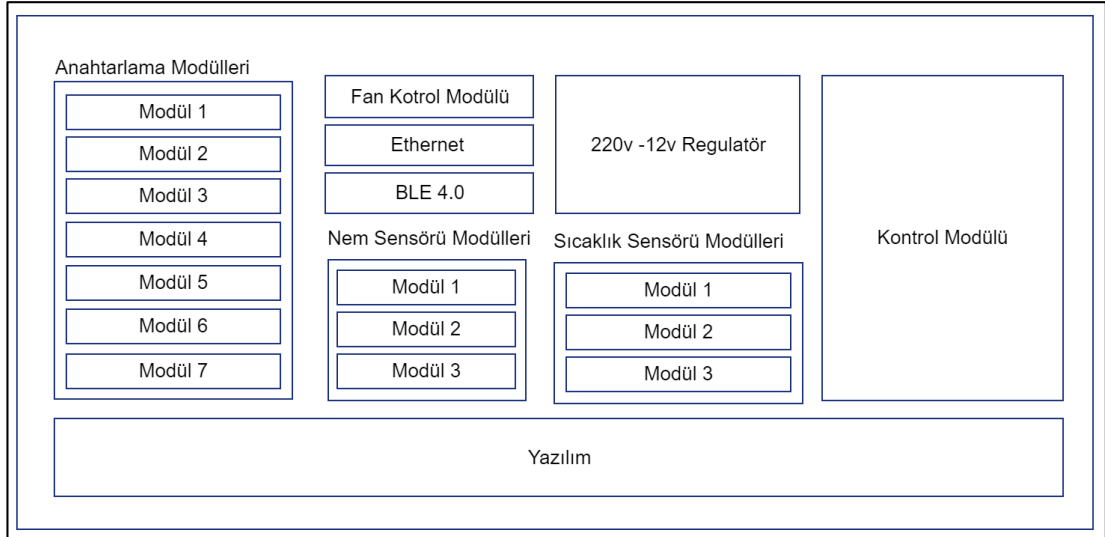
Nem sensörü modülleri nem sensörlerinden gelen veriyi anlamlı hale getirmek için tasarlanan elektronik devresinin bir modülüdür. Kontrol kartı üzerinde üç adet nem sensöründen gelen değeri hesaplayabilen bileşen bulunmaktadır. Sensörden gelen veriyi nem değeri olarak ifade edebilmek için bir direnç üzerine gerilimin düşürülmesi gerekmektedir. Daha sonraki adımda nispi nem değeri hesaplanmaktadır.

Kurutucu içerisinde hava akımını sağlamak için fan kullanılmaktadır. Bu fan ortam sıcaklığı ve ortam nemine göre farklı devirlerde çalışması gerekmektedir. Bu devir sayısını ayarlamak için kontrol kartı üzerine motor sürücü modülü eklenmiştir.

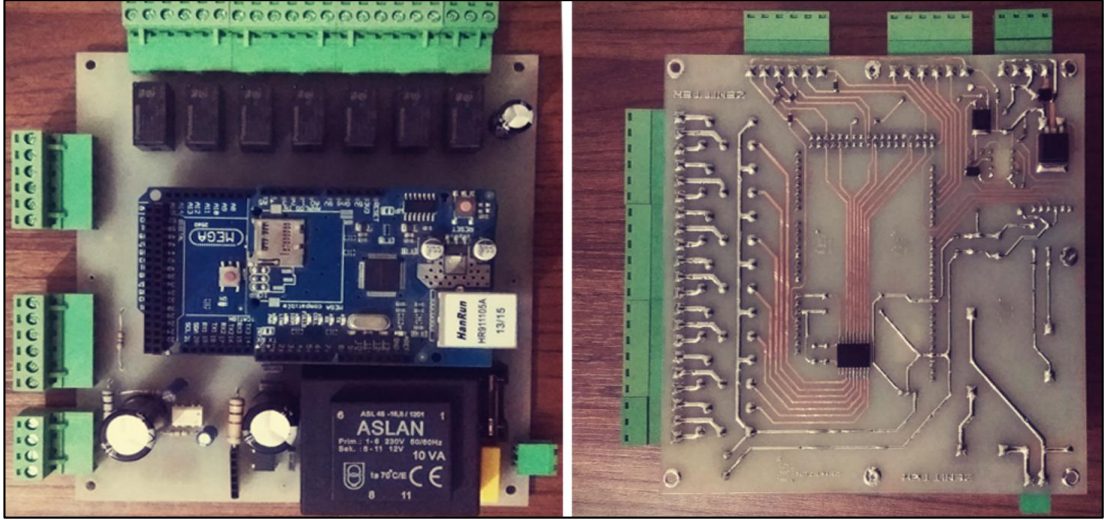
Ethernet modülü kontrol kartının ölçtüğü değerlerin cloud (bulut) tabanlı sistemlere aktarılması için kontrol kartı üzerine eklenen modüldür. Kurutma işleminin olduğu yerde Ethernet kablosuyla İnternet'e bağlanılabiliyorsa, kontrol kartına Ethernet kablosu takılırsa cihaz ölçtüğü değerleri sunucuya Ethernet üzerinden aktarabilmektedir. Kurutmanın yapıldığı ortamda İnternet bağlantısı yoksa kontrol kartı BLE 4.0 ile telefona bağlanabilmektedir. Bağlantı sağlanan telefon kurutucunun ölçtüğü değerleri sunucuya aktarma işlemini gerçekleştirmektedir.

Kontrol kartının çalışması için 9-12 V arasında doğru gerilim olması gerekmektedir. Bu gerilimin sağlanabilmesi için kontrol kartı üzerine regülatör modülü eklenmiştir. Bu regülatör sayesinde kontrol kartının gerekli gerilimi sağlanmaktadır. Bazı sensörler 3,3 V, bazı sensörler ise 5 V gerilim ile çalışmaktadır. Bu gerilimler kontrol modülü olarak kullanılan Arduino Mega 2560 (Anonim, 2019c) üzerinden sağlanmaktadır.

Kontrol kartı üzerine yerleştirilmiş Arduino Mega 2560 (Anonim, 2019c) ile kontrol kartının üzerindeki koordinasyon sağlanmaktadır. Tüm çevre bileşenleri bu karta bağlıdır. Kontrol kartının merkezini oluşturmaktadır. Kurutucu üzerinde yapılan hesaplamalar ve ölçülen değerleri bu kart yönetmektedir. Elektronik modüller için yapılan yazılım bu karta yüklenmektedir.



Şekil 3.7. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı şeması



Şekil 3.8. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonda kullanılan kontrol kartı ön ve arka görünümü

3.1.3.1. Regülatör

Regülatör, kontrol kartının ve kullanılan modüllerin enerjisini sağlamak için gereken 5 ve 9 V gerilimi temin etmek için geliştirilen kontrol kartının üzerindeki bir modüldür. Kontrol kartını beslemek için kullanılan gerilim 220 voltur. Bu 220 V luk gerilim transformatör yardımıyla 12 volta düşürülmüştür. 7809 ve 7805 gibi regülatör entegreleri ile 9 V ve 5 V gerilimler elde edilmiştir. Kontrol kartı üzerinde 3,3 volt ile çalışan modüllerin enerjisi ihtiyacı Arduino üzerindeki 3,3 V çıkışından karşılanmıştır.

3.1.3.2. Kontrol modülü

Kontrol modülü kurutucu içerisine yerleştirilen sensörlerin değerlerini okunması, ölçülen değerlerin istenilen formata getirilmesi, değerlerin sunucuya gönderilmesi ve çevre bileşenlerinin kontrol edilmesi amacı ile kullanılmıştır. Bu işlemler için Arduino Mega 2560 (Anonim, 2019c) kullanılmıştır.

3.1.3.3. Ethernet

Ölçülen değerlerin sunucuya gönderilmesi için kullanılmıştır. Bu işlem için Arduino Ethernet Shield (Anonim, 2019d) kullanılmıştır. Geliştirilen kontrol kartına kablolu Internet bağlantısı yapılması durumunda sunucuya bu modül üzerinden ölçülen datalar

gönderilebilmektedir. Eğer ortamda kablolu internet yoksa ölçülen değerler BLE 4.0 ile kontrol kartına bağlanılan akıllı telefon üzerinden sunucuya gönderilmektedir.

3.1.3.4. Ble 4.0

Eğer kurutucunun bulunduğu ortamda kablolu internet bağlantısı yoksa kontrol kartı üzerindeki değerler bu seçenek yardımıyla sunucuya gönderilir. BLE 4.0 modülü olarak HM-11 (Anonim, 2019e) kullanılmıştır. Android ve IOS cihazlar bluetooth üzerinden kontrol kartına bağlanmaktadır. Telefon üzerine kurulan uygulama bluetooth üzerinden kontrol kartına bağlanmakta ve ölçülen değerleri okuyup ve sunucuya verileri göndermektedir.

3.1.3.5. Anahtarlama modülleri

Kontrol kartı belirli durumlar karşısında otomasyon içerisindeki bir çevre bileşenine anahtarlama yapma ihtiyacı duyabilmektedir. Bu gibi durumlarda kullanılması için kontrol kartı üzerine 7 adet anahtarlama modülü yerleştirilmiştir.

3.1.3.6. Fan modülü

Aktif kurutucularda kurutucu içerisindeki nemin tahliyesi için fan yerleştirilmiştir. Bu fan sayesinde kurutma ortamında bulunan nem kurutucu içerisinden dışarıya atılmaktadır.

3.1.3.7. Sıcaklık ölçüm modülleri

Kurutucu üzerindeki sensörlerin değerlerinin kontrol kartı yardımıyla okunması ve işlenmesi gerekmektedir. Kontrol kartı üzerine yerleştirilen sıcaklık modülü ile sıcaklık değerlerinin okunması sağlanmıştır.

3.1.3.8. Nem ölçüm modülleri

Kurutucu üzerindeki sensörlerin değerlerinin kontrol kartı yardımıyla okunması ve işlenmesi gerekmektedir. Kontrol kartı üzerine yerleştirilen nem modülü sayesinde nem değerlerinin okunması sağlanmıştır.

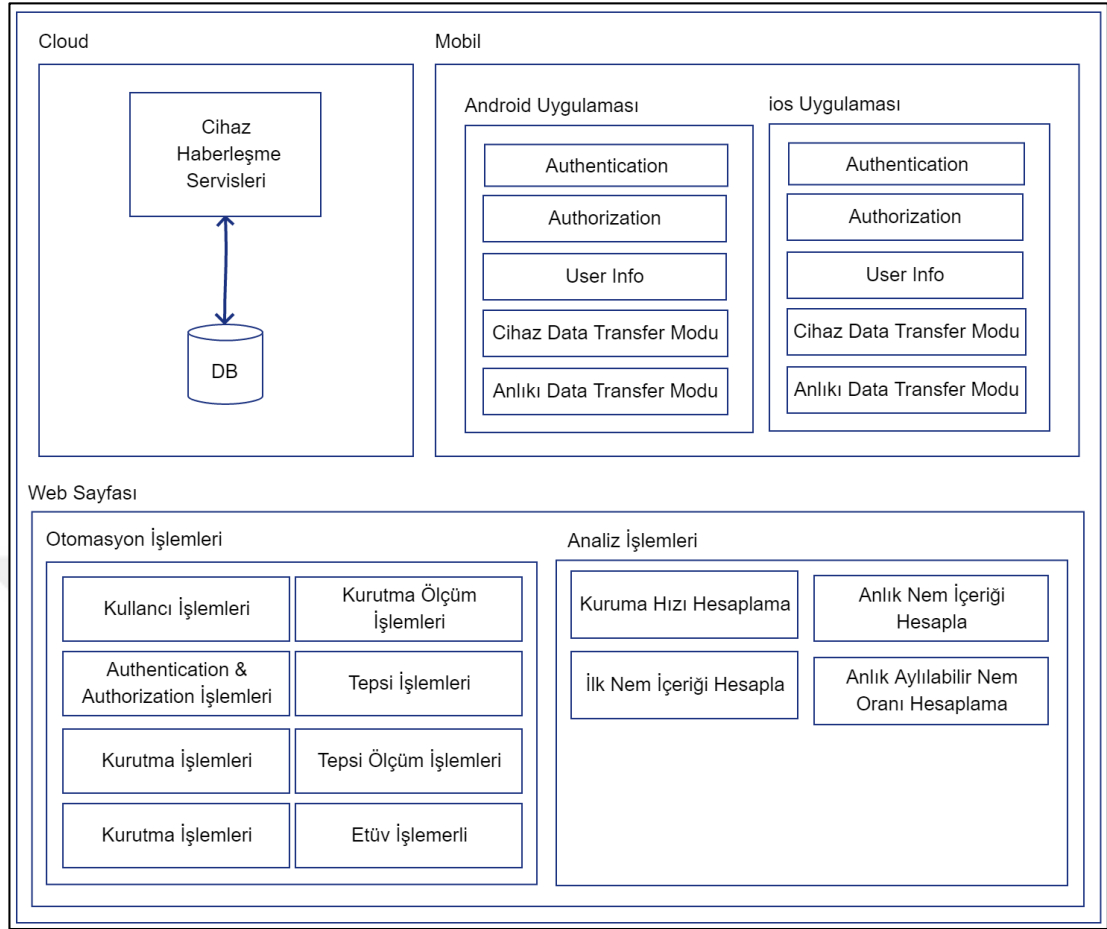
3.1.3.9. Kontrol kartı yazılımı

Geliştirilen otomasyonun önemli bir bölümünü kontrol kartı oluşturmaktadır. Kontrol kartının tüm işlemlerin yürütüldüğü bölüm ise yazılım kısmı oluşturmaktadır. Kontrol kartı üzerindeki tüm süreçlerin nasıl yürütülmesi gerektiğinin kodlandığı bölümdür. Bu bölümde kodlar Arduino IDE (Anonim, 2019b) üzerinde C++ 'dan türetilme bir dil olan arduino kod (Anonim, 2019f) standartlarıyla yazılmıştır. Yazılan kodlar Arduino Mega 2560 (Anonim, 2019c) üzerinde çalıştırılmıştır.

3.1.4. Yazılım

Bilgisayar ortamı yazılımı ölçülen değerlerin bilgisayar ortamında işleme süreçlerini yürütmek için gerçekleştirilmiştir. Yazılım bölümün geliştirilmesi sırasında Microsoft MSSQL Server (Anonim, 2019g), Asp.Net WebApi (Anonim, 2019h), Facebook React Native (Anonim, 2019i) ve Microsoft Asp.Net MVC (Anonim, 2019j) dilleri kullanılmıştır. Bu dillerle yazılımı geliştirirken Visual Studio (Anonim, 2019k), Visual Studio Code (Anonim, 2019l), Microsoft SQL Server Management Studio IDE'leri (Anonim, 2019m) kullanılmıştır.

Yazılım ile ilgili bölüm üç ana kısımdan oluşmaktadır (1) Cloud, (2) Mobil uygulamalar, (3) Web sayfasıdır. Cloud bölümünde kurutucu otomasyonun verilerinin tutulacağı veri tabanı ve bu veri tabanına erişim için Web Servisleri bulunmaktadır. Mobil uygulamalar bölümünde Android ve IOS mobil platformları için geliştirilen uygulamalar bulunmaktadır. Web Sayfası bölümünde ise iki ana kısım bulunmaktadır. Birinci kısımda temel kurutucu yapılandırmaları ve kurutucudan elde edilen veriler görülebilmektedir. İkinci kısımda ölçülen parametrelerin belirli formüllerle hesaplanması ve kurutma işlemi hakkında bilgi edinilmesi sağlanmaktadır. Otomasyonun yazılım kısmının şeması Şekil 3.9'da detaylı olarak gösterilmiştir.



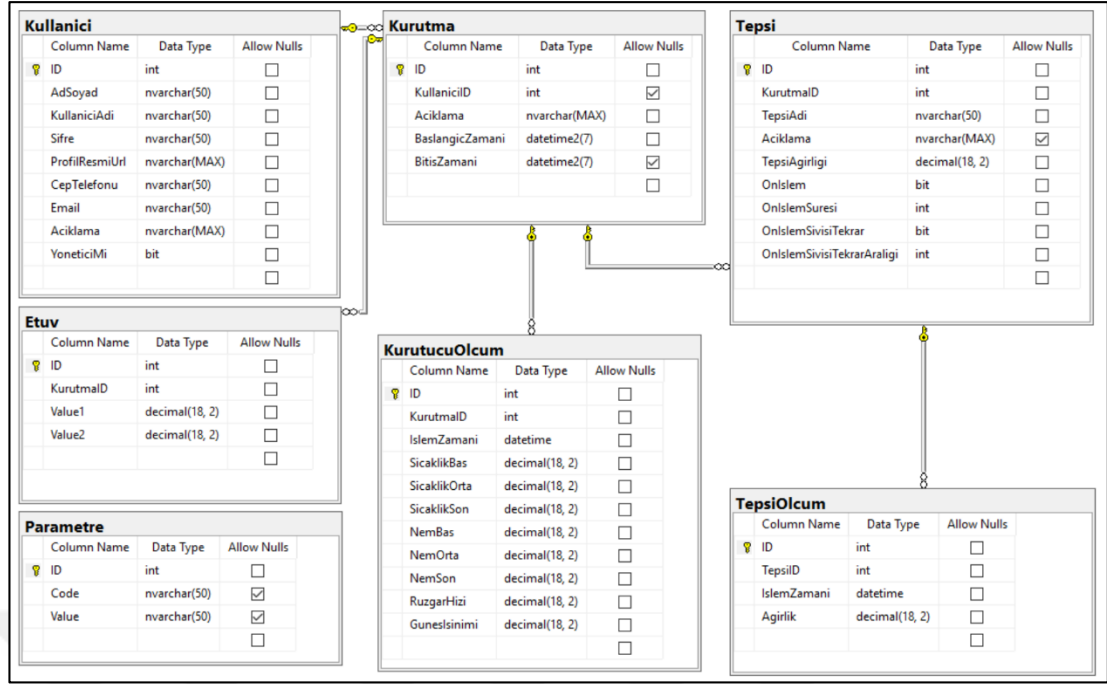
Şekil 3.9. Db, service, mobil ve web sayfası şeması

3.1.4.1. Cloud

Cloud bölümü Database ve Servis bölümü olarak incelenmiştir.

3.1.4.1.1. Database

Microsoft SQL Server Management Studio IDE'si ve Microsoft MSSQL Server kontrol kartının ölçtüğü değerleri saklamak için geliştirilen veri tabanının tasarlama aşamasında kullanılmıştır. Tasarlanan veri tabanı Şekil 3.10'da detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 3.10. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonunda kullanılan veri tabanı

3.1.4.1.2. Servis

Servis bölümü geliştirilirken Asp.Net Web Api kullanılmıştır. Geliştirilen servisler Kontrol kartı ve mobil uygulamalar, veri tabanına erişimini sağlamak için geliştirilmiştir.

3.1.4.2. Mobil uygulamalar

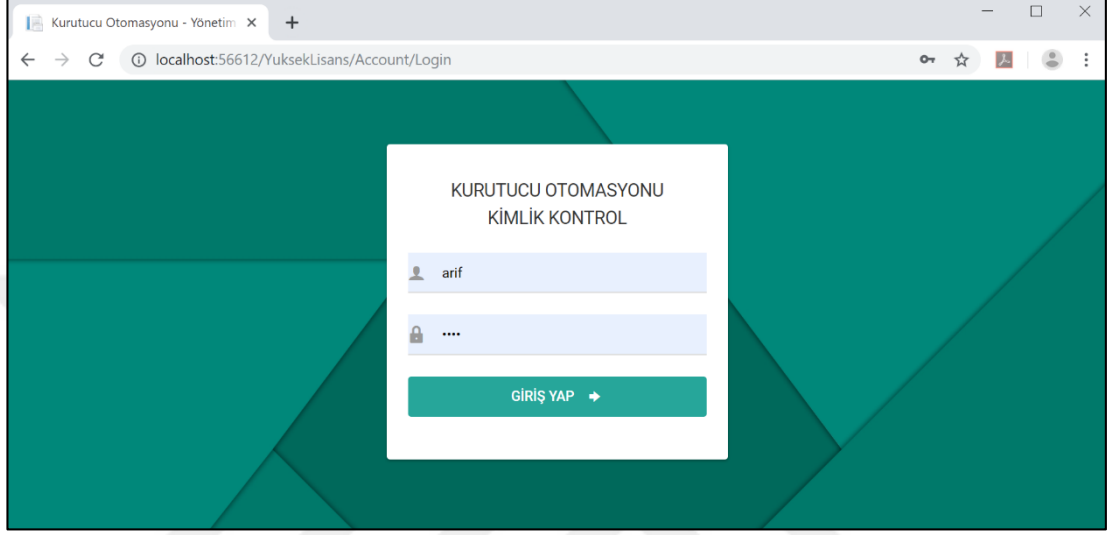
Mobil uygulamaları geliştirilirken, Visual Studio Code IDE'si ve Facebook tarafından geliştirilen React Native Mobil programlama geliştirme dili kullanılmıştır. Geliştirilen Android ve IOS uygulamalarında 2 mod bulunmaktadır. Birinci mod uygulama kontrol kartına bağlanıp ölçülen değerleri kontrol kartından okuma ve okunan değerleri sunucuya gönderme işlemlerini yapacak şekilde kodlanmıştır. İkinci mod çift taraflı ve anlık veri transferi yapmaktadır. Web sayfasından gelen komutlar cihaz üzerinde çalıştırılmaktadır. Aynı zamanda cihazın yaptığı ölçümler anlık olarak sunucuya gönderilmektedir. Mobil uygulama ekranları Şekil 3.11'de gösterilmektedir.



Şekil 3.11. Mobil uygulama örnek ekranlar

3.1.4.3. Web uygulaması

Microsoft Asp.Net MVC ise Web Sayfasının geliştirmesi sırasında kullanılmıştır. Web uygulamasında giriş yapmak için tasarlanan web sayfası aşağıdaki Şekil 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Web projesi giriş sayfası

Üye girişi yapıldıktan sonra sistemde 2 yetki seviyesine sahip kullanıcı türü bulunmaktadır. Birinci yönetici yetkisi ikincisi ise öğrenci yetkisidir. Sisteme giriş yapıldıktan sonra öğrenci ve yöneticileri karşılayan ekranlar Şekil 3.13 ve Şekil 3.14’te gösterilmiştir.

KURUTUCU OTOMASYONU

Doç.Dr.Sevil KARAASLAN
Ziraat Fakültesi / Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği / **Yönetici**

Hesap Detay

KULLANICI İŞLEMLERİ

Kullanıcı

KURUTMA İŞLEMLERİ

Kurutma

LİSTE SAYFASI + Yeni Kayıt Ekle

Arama: Aranacak Metin... Kayıt Sayısı: 10

AdSoyad	Aciklama	YoneticisiMi	İşlemler
Doç.Dr.Sevil KARAASLAN	Kurutucu Otomasyonu Proje Yöneticisi	<input checked="" type="checkbox"/>	⋮
Arif KÖKEN	Yüksek Lisan Öğrencisi(Bilgisayar ve Kontrol Öğretmenliği)	<input type="checkbox"/>	⋮
Arif KÖKEN2	...	<input checked="" type="checkbox"/>	⋮

Showing 1 to 3 of 3 entries

© 2019. TARIM BİLİMLERİ ve TEKNOLOJİLERİ FAKÜLTESİ KURUTUCU OTOMASYONU by Arif KÖKEN

Şekil 3.13. Web sayfası yönetici sayfası

KURUTUCU OTOMASYONU

Arif KÖKEN
Ziraat Fakültesi / Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği / **Öğrenci**

Hesap Detay

KULLANICI İŞLEMLERİ

Kullanıcı

KURUTMA İŞLEMLERİ

Kurutma

LİSTE SAYFASI + Yeni Kayıt Ekle

Arama: Aranacak Metin... Kayıt Sayısı: 10

AdSoyad	Aciklama	YoneticisiMi	İşlemler
Doç.Dr.Sevil KARAASLAN	Kurutucu Otomasyonu Proje Yöneticisi	<input checked="" type="checkbox"/>	⋮
Arif KÖKEN	Yüksek Lisan Öğrencisi(Bilgisayar ve Kontrol Öğretmenliği)	<input type="checkbox"/>	⋮
Arif KÖKEN2	...	<input checked="" type="checkbox"/>	⋮

Showing 1 to 3 of 3 entries

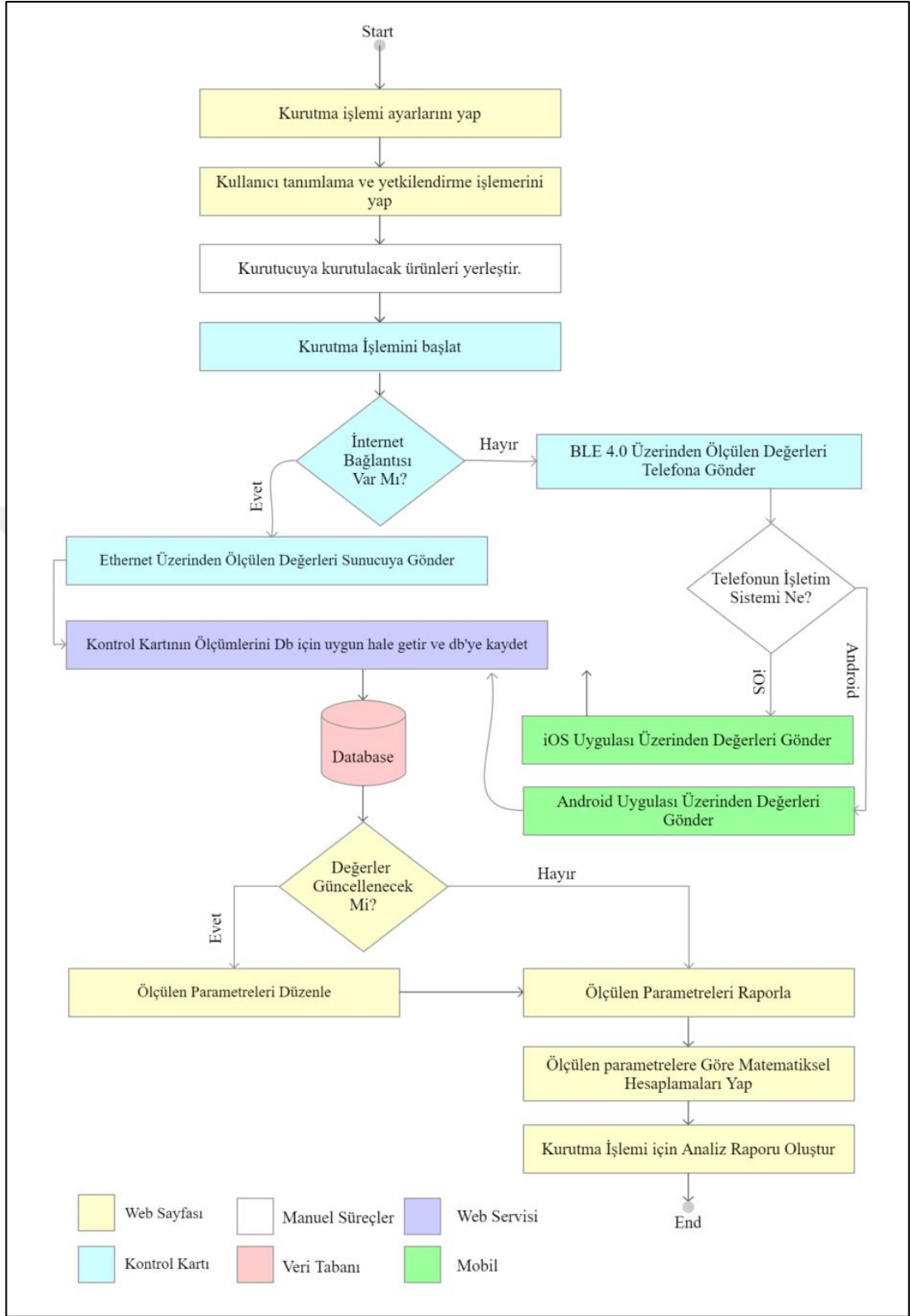
© 2019. TARIM BİLİMLERİ ve TEKNOLOJİLERİ FAKÜLTESİ KURUTUCU OTOMASYONU by Arif KÖKEN

Şekil 3.14. Web sayfası öğrenci sayfası

3.1.5. Güneş enerjili tünel tipi kurutucu otomasyonun çalışma mantığı

Geliştirilen otomasyonun elektrik enerjisinin olmadığı kırsal kesimlerde kullanılması planlanmaktadır. Geliştirilen kurutucu otomasyonunu (1) Web sayfası üzerinden yürütülen süreçler, (2) Manuel olarak yürütülen süreçler, (3) Web Servis süreçleri, (4) Kontrol Kartı süreçleri, (5) Veri Tabanı süreçleri ve (6) Android ve iOS mobil uygulama üzerinde yürütülen süreçler olmak üzere 6 ana kısımdan oluşmaktadır. Otomasyon içerisinde bir ürünün kurutulma süreçleri Şekil 3.15’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.





Şekil 3.15. Tünel tipi güneş enerjili kurutucu otomasyonu çalışma şeması

3.2. Ürün neminin belirlenmesi

24 saat bitiminde etüvden alınan üzüm örnekleri, elektronik hassas terazi ile tartılarak başlangıç nem içeriği bulunmuştur. Kurutma işleminden önce başlangıç neminin belirlenmesi amacıyla 3'er tane 50 gramlık örnekler alüminyum folyo içerisine koyularak 105°C deki etüvde 24 saat süresince bırakılmıştır. Bu işlemler 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve ortalaması alınmıştır.

Kurutma denemelerinde kullanılan ürünlerin nem içeriği yaş baza göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$M = \frac{m_w}{m_w + m_d} \times 100 \quad (3.1)$$

Yukarıdaki denklemde;

M: Yaş baza göre nem içeriği (%),

m_w=Su miktarı (g),

m_d=Kuru madde miktarı (g) ve

Kuruma Hızı ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Doymaz, 2005).

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M_{t+\Delta t} - M_t}{\Delta t} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki denklemde;

dM/Δt: Kuruma Hızı (g_{su} /g_{katı madde.dak})

M_t=t anındaki nem içeriği (g_{su}/g_{katı madde})

t, Δt=zaman (dak)

3.3. Kuruma değişkenlerinin belirlenmesi

Ayrılabilir nem oranı (ANO) belirli bir t anında materyalde bulunan alınabilir nem miktarını gösterir. Boyutsuz bir terim olan ve aşağıdaki eşitlikle ifade edilen (ANO) genel kurutma denklemlerinin sol tarafında yer alan oransal bir ifadedir (Yağcıoğlu, 1999).

$$ANO = \frac{M_1 - M_e}{M_0 - M_e} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki denklemde; M (kg su/kg kuru madde) herhangi bir andaki su miktarını belirtir. Mo, (kg su/kg kuru madde) kurutmaya başlamadan önceki ürünün içerdiği su miktarıdır. Me, kurutma koşullarındaki havanın içerdiği su miktarıdır. Bunu ya bir higrometre ile ya da kurutma dolabındaki yaş ve kuru termometre sıcaklıkları yardımıyla psikometri diyagramından bulunur. Genelde diğer nem miktarlarına göre küçük olduğundan dolayı birçok çalışmada ihmal edilmiştir (Doymaz, 2005).

3.4. Kuruma eğrilerinin matematiksel modellenmesi

Nem içeriği ile kuruma süresi arasında bir ilişki sağlanması amacıyla deneysel verilerden yararlanılacak ve Newton (Ayensu, 1997), Page (Agrawal, 1977), Henderson ve Pabis (Akpınar, Biçer, & Çetinkaya, 2006), Logaritmik (Yıldız, Ertekin, & Uzun, 2001), Midilli ve Küçük (Sacilik & Elicin, 2006), Lojistik (Ayhan, Soysal, & Eştürk, 2009), Difüzyon (Toğrul & Pehlivan, 2003) olmak üzere toplam 7 farklı model eşitlik istatistiksel olarak kıyaslanacaktır. Bu eşitliklerin 7 tanesi Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Kuruma eğrileri için uygulanan matematiksel modeller

No	Model	Adı
1	$MR = \exp(-kt)$	Newton
2	$MR = \exp(-kt n)$	Page
3	$MR = a \exp(-kt)$	Henderson ve Pabis
4	$MR = a \exp(-kt) + b$	Logaritmik
5	$MR = a \exp(-kt n) + bt$	Midilli ve ark
6	$MR = b (1 + a \exp(kt))$	Lojistik
7	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a)\exp(-kbt)$	Difüzyon yaklaşımı

Yapılan denemeler sonucunda elde edilecek veriler, literatürde bulunan 11 farklı ayrılabilir nem içeriği modellerinden elde edilecek verilerle karşılaştırılacak, belirtme katsayısı (R²), kalanların kareleri toplamı (RSS) ve tahminin standart hatası (SEE) değerlerine göre değerlendirilecek ve en uygun model bulunacaktır.

Elde edilen verilen Doğrusal olmayan regresyon analizi yapan sığmaplot-12 ve Excel programlarında kullanılacaktır.

$$RSS = \sum_{i=1}^0 (\square_r - \bar{\square}_r)^2 \quad (3.4)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^0 (\square_r - \bar{\square}_r)^2}{df}} \quad (3.5)$$

Yukarıdaki denklemde; $\bar{\square}_r$, model ile tahmin edilen denge oransal nemi (ondalık); o, veri noktası sayısı, df, serbestlik derecesidir.

Değerlendirme aşamasında;

- Kalanların kareleri toplamı (RSS) en küçük,
- Tahminin standart hatası (SEE) en küçük,
- Belirtme katsayısı değeri (R²) 1,000'a en yakın model en uygun model olarak nitelendirilir.
- Belirtme katsayısı değeri 0,00 değerine yaklaştıkça modelin verileri temsil etme yeteneği de kötüleşir.
- Belirtme katsayısı değerinin %95 gibi yüksek bir değerde olması arzu edilir (Öztekin ve Soysal,2002).

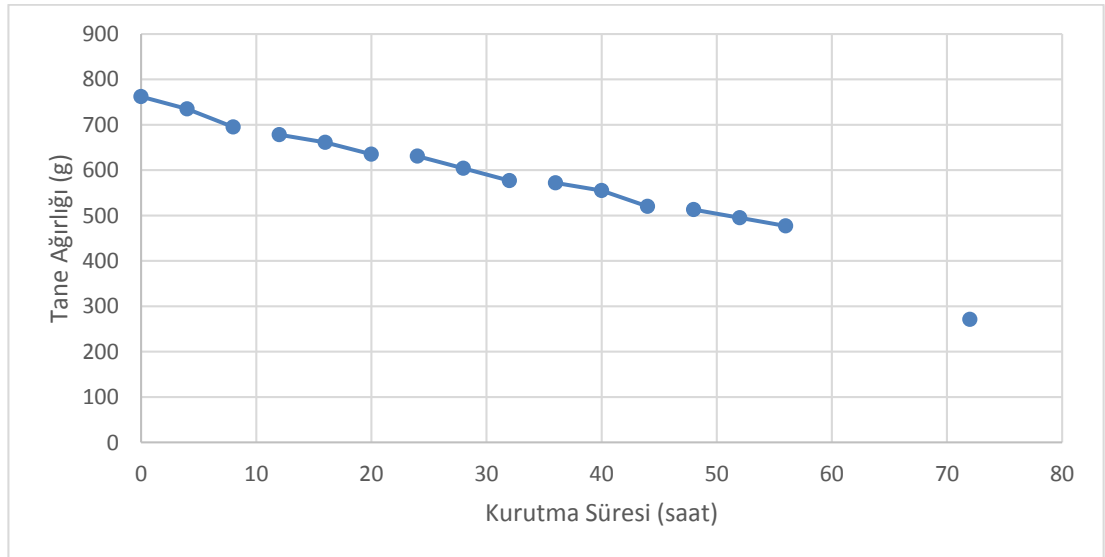
Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Kuruma sabitlerinin hesaplanmasında doğrusal olmayan regresyon analizi yapan SIGMAPLOT ve EXCEL gibi bilgisayar programları kullanılmıştır. Kurutulmuş üzümün renk parametrelerinin değerlendirilmesinde SPSS programı kullanılarak faktöriyel düzende varyans analizi yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, üzüm meyvesinin kurutulmasında uygulanan tünel tipi güneş enerjili kurutma yönteminin kurumaya etkileri incelenmiştir. Üç farklı ön işlem kullanılarak üzüm kurutma konusunda çalışılmış ve bu farklı ön işlemler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu ön işlemler, meyveye ön işlem uygulanmadan, ön işlemler 5 dakika ve ön işlemler 5 dk + 4 saatte bir ön işlem sıvısı tekrarı uygulanan kurutma örnekleri olarak sıralanabilir.

Tünel tipi güneş enerjisiyle gerçekleştirilen kurutma işlemi sırasında meydana gelen değişimler incelendiğinde Şekil 4.1 başlangıçta 762 g olan üzümün tane ağırlığının kuruma süresine bağlı olarak azaldığı ve denemenin sonunda 271 g kadar düştüğü belirlenmiştir. Bu son değer 72 saatlik kurutma süresinden sonra sabit duruma geçmiştir. Üzümün tane ağırlığı 8 saat sonra 695 g, 20 saat sonra 635 g, 32 saat sonra 577 g, 44 saat sonra 520 g, 56 saat sonra 477 g, 72 saat sonra 277 g a kadar düşmüştür. 72 saat ten sonra değerinde bir değişiklik gözlenmemiştir.

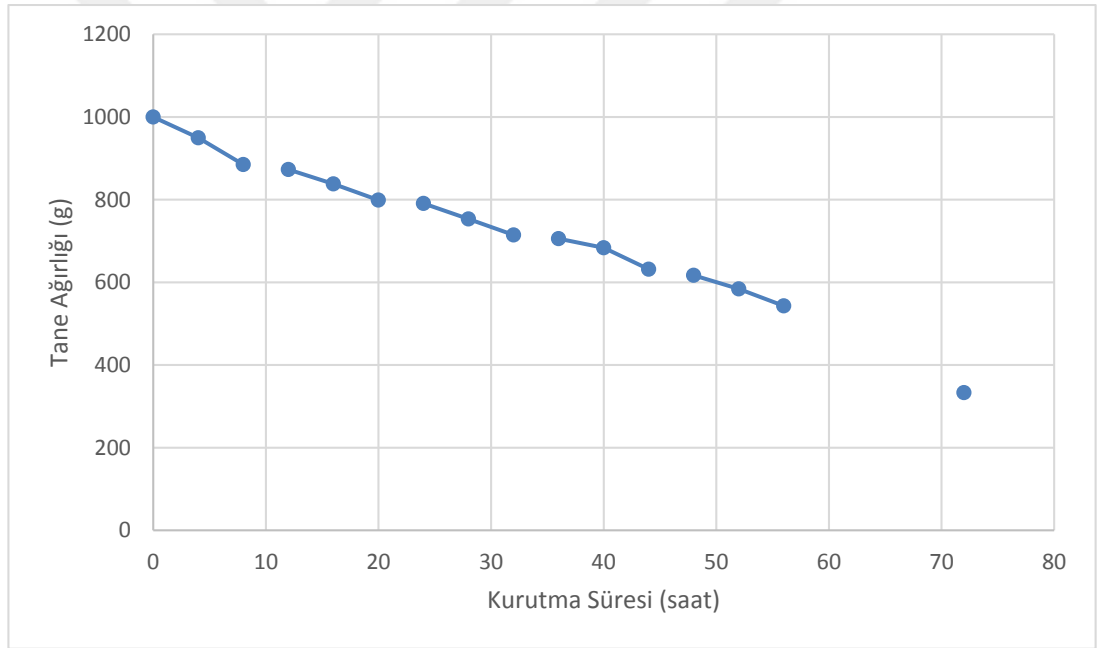
Şekil 4.1 'de ön işlemsiz üzüm çeşidi tanelerinin tünel tipi güneş enerjili kurutucuda kurtulduğunda kurutma süresine bağlı olarak tane ağırlığında meydana gelen değişim gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tane ağırlığında meydana gelen değişim

Üzüm çeşidinin tünel tipi güneş enerjisiyle kurutma yönteminde ikinci olarak uygulanan, 5 dakika ön işlem uygulamasıdır. Bu işlem sırasında meydana gelen değişimler incelendiğinde Şekil 4.2’de başlangıçta 1000 g olan üzümün tane ağırlığının kuruma süresine bağlı olarak azaldığı ve denemenin sonunda 333 g kadar düştüğü belirlenmiştir. Bu son değer 72 saatlik kurutma süresinden sonra sabit duruma geçmiştir. Üzümün tane ağırlığı 8 saat sonra 884 g, 20 saat sonra 799 g, 32 saat sonra 714 g, 44 saat sonra 631 g, 56 saat sonra 543 g, 72 saat sonra 333 g a kadar düşmüştür. 72 saat ten sonra değerinde bir değişiklik gözlenmemiştir.

Şekil 4.2’de ön işlemlili sultaniye üzüm çeşidi tanelerinin tünel tipi güneş enerjili kurutucuda kurtulduğunda kurutma süresine bağlı olarak tane ağırlığında meydana gelen gösterilmiştir.

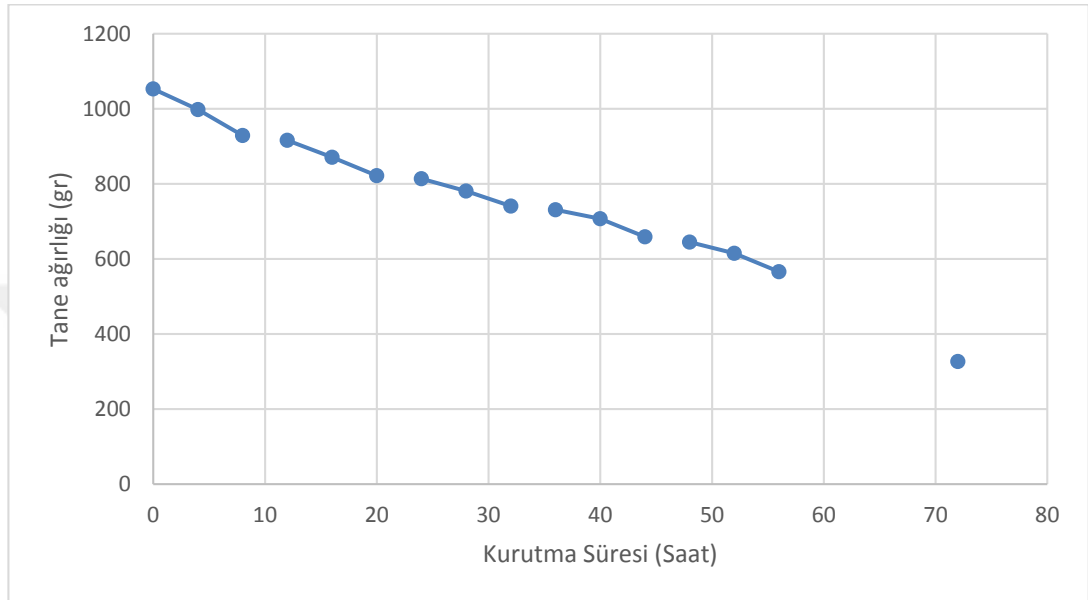


Şekil 4.2. Ön işlemlili üzümün tane ağırlığındaki değişim

Üzüm meyvesine uygulanan son kurutulmuş bölümde sultaniye türündeki üzüm 5 dak ön işlem uygulanmış ve ön sıvısı üzüme her 4 saat’de bir tekrar fisfis yardımıyla uygulanmıştır. Bu uygulamada, meydana gelen değişimler gözden geçirildiğinde, Şekil 4.3’de başlangıç aşamasında 1053 g ağırlığında olan üzüm tanelerinin ağırlığının kuruma süresine bağlı olarak azaldığı ve yapılan denemelerin sonucunda tane ağırlığının 327 g kadar düştüğü saptanmıştır. 72 saatlik kurutma süresinden sonra ulaşılan son değer sabit duruma geçmiştir. Üzümün tane ağırlığı, yapılan kurutma çalışmasının 8 saat sonrasında 929 g, 20 saat sonra 822 g, 32 saat sonra 741 g, 44 saat

sonra 659 g, 56 saat sonra 566 g, 72 saat sonra 327 g' a kadar düşmüştür. 72 saat ten sonra değerde bir değişiklik gözlenmemiştir.

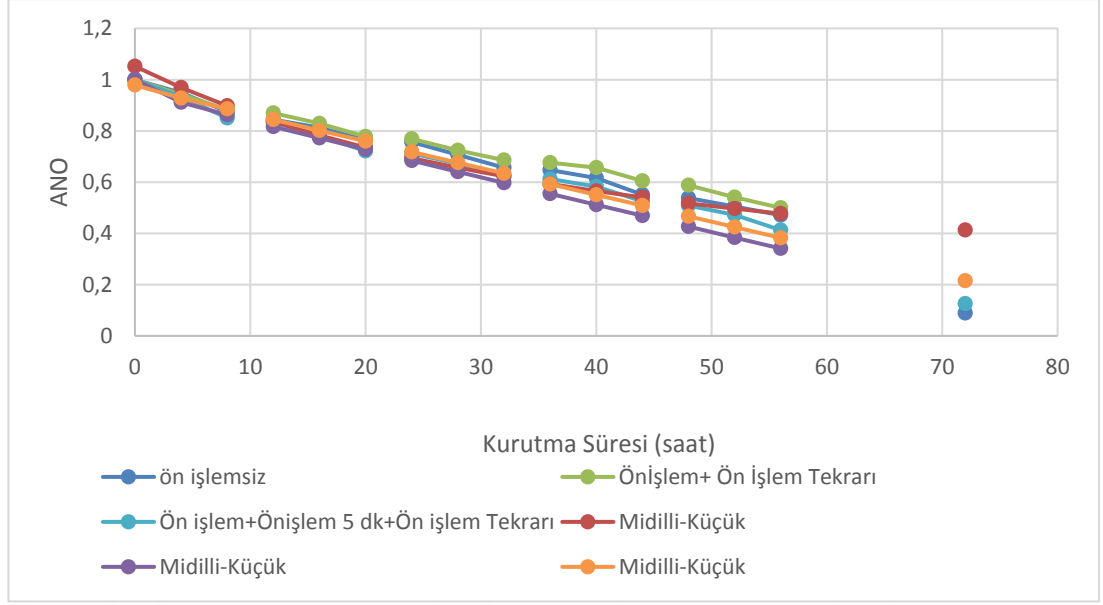
Şekil 4.3'de ön işlemlili ve 4 saat'de bir ön işlem sıvısı uygulanan sultaniye üzüm çeşidi tanelerinin tünel tipi güneş enerjili kurutucuda kurtulduğunda kurutma süresine bağılı olarak tane ağırlığında meydana gelen gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Ön işlemlili ve 4 saat'de bir ön işlem sıvısı uygulanan üzümün tane ağırlığında meydana gelen değişim

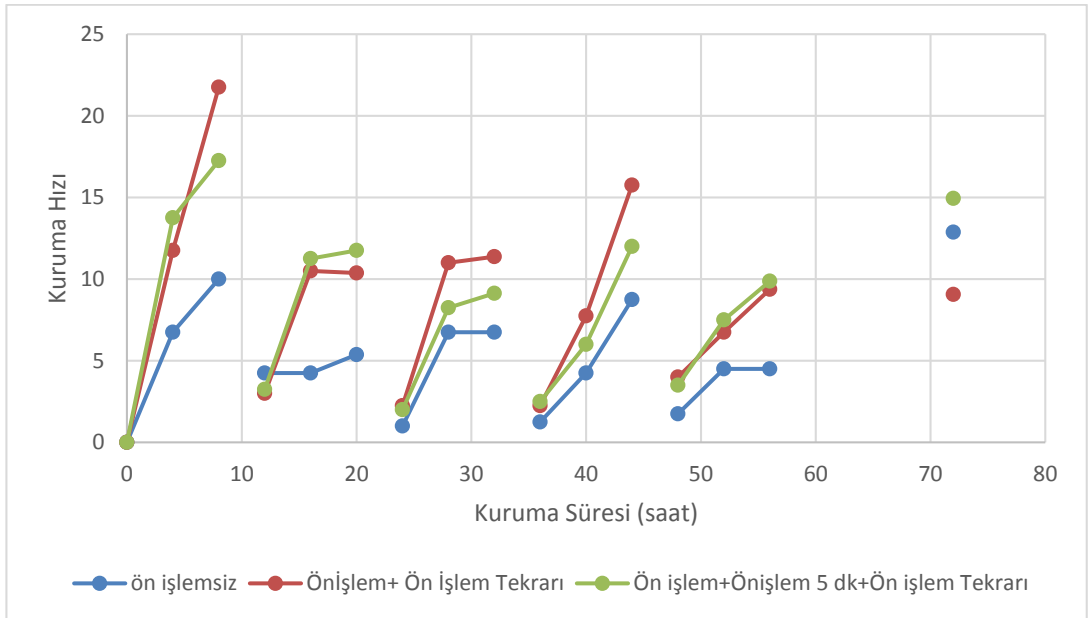
Üzümler, ağırlıklarında değişim gözlemlenmesi duruncaya kadar kurutulmuş ve son nem içeriklerinin kuru maddesi başına 3,54 kg su olduğu belirlenmiştir.

Aynı zamanda, ön işlem uygulanmış üzüm örneklerinde kuruma süreleri aynı olmak şartıyla nem oranlarındaki azalma daha yavaş gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4. Farklı ön işlemlerde kurutulan üzüm meyvesinin nem içeriğindeki değişimi

Kuruma hızlarında ise zamana bağlı olarak giderek azalan bir eğilim sergilenmiştir. Ön işlemsiz üzümlerle kıyaslandığında, Potasa çözeltisi ile muamele edilmiş üzüm örneklerinde kuruma hızı arttığı ancak farklı ön işleme tabi tutularak kurutulan örneklerde ise kuruma hızlarında çok belirgin bir fark olmadığını belirlenmiştir. Tüm detaylar Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı uygulamalarla kurutulan üzüm meyvesinin kuruma hızındaki değişimi

Bu çalışmada üzüm meyvesi için en uygun denge nemi modelleri araştırılmıştır. Bu amaçla toplam 7 farklı model eşitlik istatistiksel olarak kıyaslanmıştır. Bu model eşitlikler aşağıda çizelge de verilmiştir.

Çizelge 4.1’de de örneklerin zamana karşılık nem oranı verilerine uygulanan 7 farklı ince tabaka matematik modelinin verdiği sonuçlar içerisinde en iyi uyum gösteren modellerin sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kuruma eğrilerini açıklamak için kullanılan modeller

	Model	Model adı
1	$MR=\exp(-kt)$	Newton
2	$MR=\exp(-kt^n)$	Page
3	$MR=a \exp(-kt)$	Henderson ve Pabis
4	$MR=a \exp(-kt)+c$	Logaritmik
5	$MR=a \exp(-kt)+(1-a)\exp(-kbt)$	Difüzyon Yaklaşımı
6	$MR=a \exp(-k(t^n))+bt$	Midilli ve Kucuk.
7	$MR=a0/(1+a*\exp(k*x))$	Lojistik

Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4’de üzümün tünel tipi güneş enerjili kurutucu ile kurutma işlemlerine ilişkin kullanılan model eşitliklerin non lineer analiz sonuçları; SEE, tahminin standart hatası; R², belirtme katsayısı değerleri; RSS, kalanların kareleri toplamı gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Ön işlemsiz kurutma hesaplamaları

No	R²	SEE()	RSS
1	0,8849	0,0752	0,0849
2	0,9152	0,0668	0,0625
3	0,8888	0,0765	0,0820
4	0,9079	0,0152	0,112
5	0,8849	0,0808	0,0849
6	0,9491	0,0559	0,0376
7	0,8319	0,0977	0,1240

Çizelge 4.3. Ön işlemlili kurutma hesaplamaları

No	R²	SEE()	RSS
1	0,9301	0,0577	0,0499
2	0,9900	0,0154	0,0031
3	0,9907	0,0149	0,0029
4	0,9918	0,0145	0,0025
5	0,9897	0,0163	0,0032
6	0,9945	0,0125	0,0017
7	0,9804	0,0225	0,0061

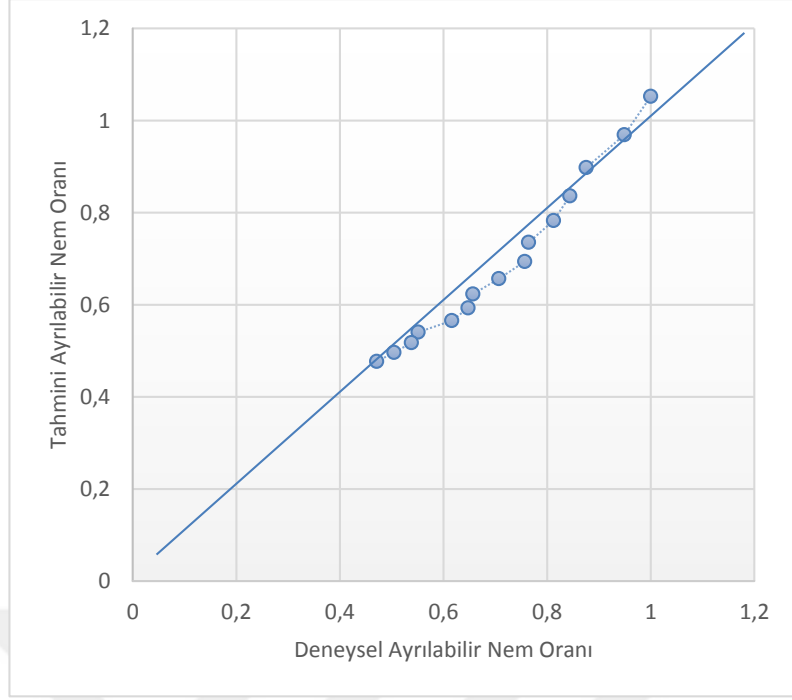
Çizelge 4.4. Ön işlemler + ön işlem sıvısı tekrarlı kurutma hesaplamaları

No	R ²	SEE()	RSS
1	0,9305	0,0573	0,0493
2	0,9404	0,0549	0,0422
3	0,9310	0,0591	0,0489
4	0,9221	0,0222	0,0162
5	0,8928	0,0154	0,0144
6	0,9737	0,0394	0,0186
7	0,8820	0,0803	0,0837

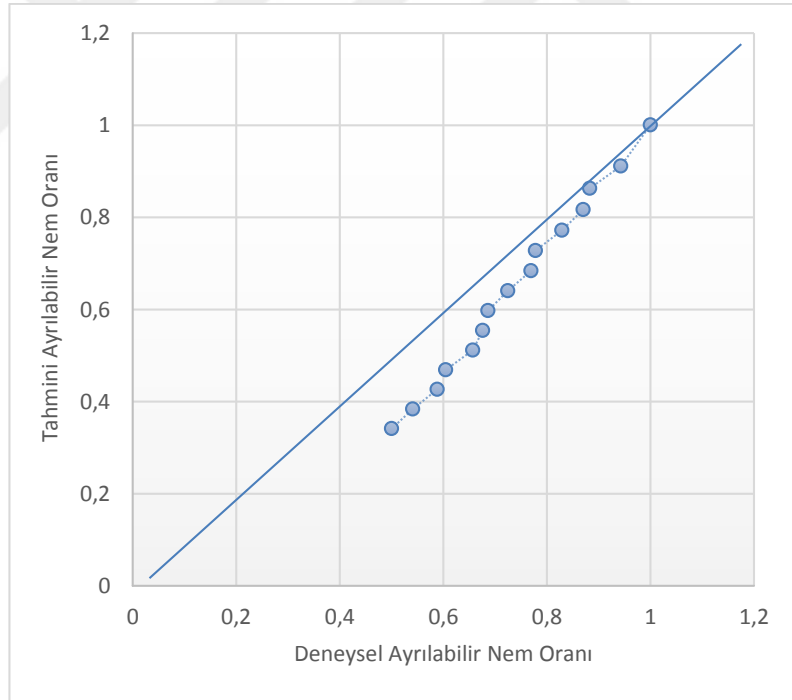
Elde edilen sonuçlara göre belirtme katsayısının en yüksek bulunduğu Midilli-Küçük modelindeki nem içeriğinin zamana göre değişimi $MR=a \exp(-k(t^n))+bt$ eşitliği ile belirlenmiştir.

Modeller, model katsayıları ve hesaplanan değerlerle deneysel değerler arasındaki belirtme katsayıları hesaplandığında en yüksek belirtme katsayısının Midilli- Küçük model eşitliğinde sağlanmış olup, 0,9491-0,9945-0,9737 değerlerindedir. Yukarıda çizelgeden de görüldüğü gibi, SEE ve RSS değerleri diğer model eşitliklerdeki değerlere göre oldukça düşüktür ve farklı ön işlemlerde bu değerler sırasıyla SEE için, 0,0559-0,0125-0,0394 ve RSS için, 0,0376-0,0017-0,0186 arasında değişmektedir.

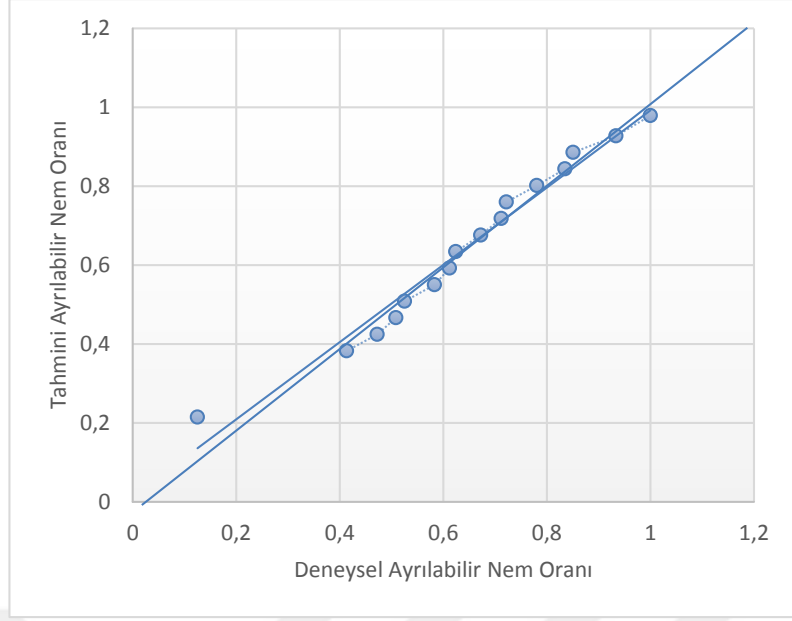
Ayrıca, farklı uygulamalar sonucunda elde edilen deneysel ve tahmini ayrılabilir nem oranı değişiminin dağılımı Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8 de verilmiş ve bu noktaların eğrinin üzerinde ya da eğriye çok yakın mesafelerde olduğu belirtilmiştir. Bunun sonucunda biz modelin bir uyum içerisinde deneysel verileri açıklayabildiğini söyleyebiliriz.



Şekil 4.6. Ön işlemsiz kurutulan üzüm meyvesinin deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi



Şekil 4.7. Ön işlemlili kurutulan üzüm meyvesinin deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi



Şekil 4.8. Ön İşlemler ve ön işlemler tekrarı ile kurutulmuş üzümün deneysel ve geliştirilen tahmini ayrılabilir nem oranı değerlerinin değişimi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kurutma için geliştirilen otomasyonda sensörler ve ölçüm cihazlarının enerji ihtiyaçlarının sağlanması, ölçüm işlemlerinin yapılması, ölçülen parametrelerin değerlerinin ilgili formata dönüştürülmesi, sistemin hava akışını sağlayan fanın hız kontrolünün yapılması ve diğer çevre bileşenlerinin anahtarlama işlemlerinin yapılması ana kontrol kartı üzerinden yapılmaktadır. Tüm bu işlemlerin tek bir kart üzerinden yapılması kontrol kartı üzerinde gerilim dalgalanmasına neden olmaktadır.

Özellikle büyük güç tüketen motorların anahtarlama işlemlerinde devre üzerine yerleştirilen ters EMK boşaltma modülü yeterli gelmemektedir. Bu gibi durumlarda kontrol kartı ve kontrol edilecek çevre bileşeni arasında ekstra bir anahtarlama devresi eklemek sistemin kararlılığını arttırdığı gözlenmiştir.

Röle uçlarında oluşan ters EMK tam olarak söndürülemediği için Kontrol kartı bölümündeki elektrik sinyallerinin dalgalanmasına neden olmaktadır. Elektrik sinyalinin dalgalanması ölçüm için kullanılan sinyalde etkilediği için ölçülen değerlerde hassasiyet azalmaktadır. Bu sorun arduino'nun analog sinyalleri dijital sinyallere dönüştürürken kullandığı referans girişindeki gerilimi farklı bir kaynaktan beslediğinde minimum seviyeye indirilebilmektedir.

Rüzgâr hızı, Anlık Ağırlık ölçümü gibi parametrelerin üzerinden daha hassas değerler alabilmek için bu sensör guruplarına özel kontrol kartı geliştirilmesi uygun olacaktır.

Bu çalışmada, Sultaniye çeşidi kurutulmuş üzüm meyvesinin ön işlemsiz, ön işlemliler ve ön işlemliler üzümüne 4 saatte bir sprey yardımıyla ön işlem sıvısının tekrar uygulandığı üzüm örneklerinin kurutma karakteristiklerinin bazı kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışma ışığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Bu çalışmada, Sultaniye çeşidi kurutulmuş üzüm meyvesinin ön işlemsiz ve ön işlemliler kurutma karakteristiklerinin bazı kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışma ışığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Yapılan denemeler sonucunda, ön işleme kurutulan üzümlerin kuruma hızları ön işlemsiz üzümlere göre daha yüksektir. Bu da ön işlemlili örneklerin daha hızlı kuruduğunu göstermektedir.

Tünel tipi güneş enerjili kurutucuda kurutulan üzüm meyvesinin, her 3 çalışma koşulunda da kuruma kinetiğini en iyi tahminle yen model “Midilli ve Küçük” kuruma modelidir.



KAYNAKLAR

- Agrawal, Y. C. (1977). Thin layer drying studies on short grain rough rice. *American Society of Agricultural Engineers*, 3531.
- Akpınar, E., Biçer, Y., & Çetinkaya, F. (2006). Modeling of thin layer drying of parsley leaves in a convective dryer and under open sun. *Journal of Food Engineering*, 75: 308-315.
- Anonim. (2018a). Haziran 29, 2019 tarihinde <http://www.uregentarim.com.tr/urun-Uzum-1647.html> (Son erişim tarihi: 26.12.2018)
- Anonim. (2018b). *2018 Yılı Çekirdeksiz Kuru Üzüm Raporu*. Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkarlar Ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2019a). <https://www.labcenter.com/> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019b). <https://www.arduino.cc/en/Main/Donate> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019c). <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019d). <https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-shield-2> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019e). http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Hm11%20datasheet&gclid=Cj0KCQjwj_XpBRCCARIsAltJiuQgFRUcbvLkpq2IHbOxDU0w0ZZM-BzM-itUND7WhHM6D99t4s6PEtsaAh_qEALw_wcB (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019f). <https://www.arduino.cc/reference/en/#structure> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019g). <https://docs.microsoft.com/tr-tr/sql/sql-server/sql-server-technical-documentation?view=sql-server-2017> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019h). <https://docs.microsoft.com/tr-tr/aspnet/web-api/> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019i). <https://facebook.github.io/react-native/> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019j). <https://docs.microsoft.com/tr-tr/aspnet/mvc/> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019k). <https://visualstudio.microsoft.com/tr/vs/?rr=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)

- Anonim. (2019l).
<https://visualstudio.microsoft.com/tr/vs/?rr=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Anonim. (2019m). <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/download-sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-2017> (Son erişim tarihi: 28.07.2019)
- Ayensu, A. (1997). Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow. *Solar Energy*, 59 (4-6) 121-126.
- Ayhan, Z., Soysal, Y., & Eştürk, O. (2009). Mikro dalga ile meyve ve sebze kurutmada enerji kullanım verimliliği ve ürün kalitesinin artırılmasında ileri kurutma tekniklerinin uygulaması üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Proje No:105, 547.
- Doymaz, İ. (2005). Drying characteristics and kinetics of okra. *Journal of Food Engineering*.
- Geyikçi, U., Aksoy, Y., Tepeci, M., Gökbnar, R., Özcan, B., Karaa, İ., & Atlı, H. (2017). *Sultaniye Çeşidi Üzümün Üretim Aşamalarının Maliyetlerinin Yarattığı Katma Değerin ve Salihli Ekonomisine Katkılarının Belirlenmesi*. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi.
- Sacılık, K., & Elicin, A. (2006). The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of Food Engineering*, 73, 3, 281-289.
- Toğrul, İ., & Pehlivan, D. (2003). Modeling of drying kinetics of single appricote. *Journal of Food Engineering*, 58:23-32.
- Yağcıoğlu, A. (1999). Drying technique of agricultural products. *Ege University Faculty of Agriculture Publications*, 536.
- Yıldız, O., Ertekin, C., & Uzun, H. (2001). Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes. *Energy*, 457-465.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Arif KÖKEN
Doğum Yeri ve Yılı : Kırkağaç, 1988
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : info@arifkoken.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Kırkağaç Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi, 2007
Lisans : SDÜ, TEF, Bilgisayar ve Kontrol Öğretmenliği, 2012

Mesleki Deneyim

Maxinn Kurumsal Hiz. Tic. Ltd. Şti	2012-2013
Iscam Isparta Cam San. ve Tic. A. Ş	2013-2014
SDÜ Bilgi İşlem Daire Başkanlığı	2014- (halen)