

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EV TİPİ BUZDOLAPLARI İÇİN AKILLI TAZELİK ÇEKMECESİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstem ÖZKAN

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

ARALIK 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EV TİPİ BUZDOLAPLARI İÇİN AKILLI TAZELİK ÇEKMECESİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İstem ÖZKAN
(518101021)**

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Pınar BOYRAZ

ARALIK 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 518101021 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **İstem ÖZKAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**EV TİPİ BUZDOLAPLARI İÇİN AKILLI TAZELİK ÇEKMECESİ TASARIMI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Pınar BOYRAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Şeniz ERTUĞRUL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Figen ÖZEN
Haliç Üniversitesi

Teslim Tarihi : **8 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **26 Aralık 2014**

Eşime ve aileme,

ÖNSÖZ

Öncelikle, yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan ve bu yüksek lisans tez çalışması süresince her zaman yardım ve desteğiyle yanımda olan, yaptığımız her görüşmede bana yeni şeyler katan çok değerli hocam Sn. Doç. Dr. Pınar BOYRAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan BSH Soğutucu Araştırma ve Geliştirme Merkezi'ne, başta şimdiki yöneticilerim Sn. Andreas MOLNAR ve Sn. Serdar UYAN'a ayrıca çalışmanın başlamasına vesile olan ve her zaman beni destekleyen eski yöneticim Sn. Arif YILMAZ'a teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalardaki özverili yardımlarından dolayı Sn. Kaan KANDEMİR'e ve tüm BSH Soğutucu Araştırma ve Geliştirme Merkezi çalışanlarına teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi manevi destek, sabır ve sevgilerini esirgemeyen anneme, babama, yardımlarından dolayı biricik kardeşim Övgü ÖZDEMİR'e, sevgisi ve desteğiyle her zaman yanımda olan eşim Reha ÖZKAN'a ve tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2014

İstem Özkan
(Geliştirme Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çürümeyi Etkileyen Faktörler	2
1.1.1 Solunum hızı	2
1.1.2 Su kaybı – terleme.....	3
1.1.3 Etilen gazı salınımı.....	3
1.2 Literatür Araştırması	4
2. OZON VE NEM KONTROL SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI	7
2.1 Ozon Sistemi	8
2.1.1 Ozon jeneratörü seçimi	9
2.1.2 Ozon sensörü seçimi ve ozon limit değerlerinin belirlenmesi	10
2.1.3 Ozon kontrol sistemi algoritma akış diyagramı	11
2.2 Nem Kontrol Sistemi.....	11
2.2.1 Nem sensörü seçimi	12
2.2.2 Servo motor seçimi	13
2.2.3 Nem kontrol sistemi algoritma akış diyagramı	16
3. SİSTEMİN KURULMASI VE SEBZELİK İÇİNE UYGULANMASI	17
3.1 Sistem Bağlantıları	17
3.1.1 DHT22 nem sensörü bağlantısı.....	17
3.1.2 MG996R servo motor bağlantısı.....	18
3.1.3 MQ131 ozon sensörü bağlantısı.....	18
3.1.4 Ozon jeneratörü bağlantısı	18
3.1.5 Monitör bağlantısı	18
3.2 Prototip Yapımı	20
4. TEST SONUÇLARI	23
4.1 Referans Testler ve Sonuçları	23
4.1.1 Sıradan sebzelik test sonuçları	23
4.1.2 Nemi hapseden bir sebzelikte test sonuçları	25
4.2 Sistem Test Sonuçları.....	26
5. SONUÇLARI GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRME	29
5.1 Sıradan Sebzelik Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri	30
5.2 Nem Hapseden Sebzelik Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri.....	31
5.3 Sistem Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri	34
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	37
6.1 Öneriler.....	38

KAYNAKLAR.....	41
EKLER.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	51

KISALTMALAR

OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
Ppb	: Parts per billion
Ppm	: Parts per million
HSV	: Hue Saturation Value
RGB	: Red Green Blue

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Meyve ve sebzeler için uygun saklama koşulları [14].	13
Çizelge 6.1 : Marul testi sonuçları.	37

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 1927 yılında üretilen bir buzdolabı [1].....	1
Şekil 1.2 : Muzun etilenin etkisiyle olgunlaşma ve çürüme evreleri	3
Şekil 1.3 : LCD monitörlü bir Samsung buzdolabı.	4
Şekil 2.1 : Sebzelik sistem modeli.....	7
Şekil 2.2 : Ozon kontrol sistemi blok diyagramı.	8
Şekil 2.3 : Ozon üretiminin temsili gösterimi.....	9
Şekil 2.4 : TFB-YA2102DJ1 ozon sensörü.	10
Şekil 2.5 : MQ131 ozon sensörü.	10
Şekil 2.6 : Ozon kontrol sistemi akış diyagramı.....	11
Şekil 2.7 : Nem sistemi genel blok diyagramı.	12
Şekil 2.8 : DHT22 nem ve sıcaklık sensörü.	13
Şekil 2.9 : Motor kolunun açısal konumunun hesaplanması.	14
Şekil 2.10 : Sebzelik kapağının basit mesnet sistemine indirgenmesi.....	15
Şekil 2.11 : MG996R servo motor.....	15
Şekil 2.12 : Nem kontrol sistemi akış diyagramı.....	16
Şekil 3.1 : Arduino UNO üzerinde pin yerler gösterimi.....	17
Şekil 3.2 : LCD shield üzerinde pin yerleri gösterimi.	19
Şekil 3.3 : Nem ve ozon değerlerini monitörden görüntüleme.....	19
Şekil 3.4 : Sebzelik kapağının manuel çalışması.	20
Şekil 3.5 : Motor kolunun açık ve kapalı durumdaki konumu.	21
Şekil 3.6 : Ozon ve nem sensörünün sebzelik içerisindeki konumu.	21
Şekil 3.7 : Sebzelik içerisinde sistemin genel görünümü.	22
Şekil 4.1 : Nem kontrolü için manuel kontrol düğmesi.	24
Şekil 4.2 : Sebzelik kapağının açık konumundaki test sonuçları.....	24
Şekil 4.3 : Nemi hapseden bir sebzelikte test sonuçları.	25
Şekil 4.4 : Deney düzeneğinin test sonuçları.	26
Şekil 5.1 : LabVIEW Vision Assistant programı arayüzü.....	29
Şekil 5.2 : RGB renk uzayında birincil ve ikincil renklerin gösterimi.	30
Şekil 5.3 : Sıradan sebzelik sonuçları RGB grafikleri.	31
Şekil 5.4 : Sıradan sebzelik sonuçları HSV grafikleri.	31
Şekil 5.5 : Nemi hapseden sebzelik sonuçları RGB grafikleri.	32
Şekil 5.6 : Nemi hapseden sebzelik sonuçları HSV grafikleri.....	33
Şekil 5.7 : Sistem sonuçlarının RGB grafikleri.	34
Şekil 5.8 : Sistem sonuçlarının HSV grafikleri.	35

EV TİPİ BUZDOLAPLARI İÇİN AKILLI TAZELİK ÇEKMECESİ TASARIMI

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte, tüketicilerin beklentilerine cevap verebilmek için beyaz eşyalarda temel özelliklerinin yanı sıra farklı ilave özellikler arayışına girilmiştir. Bu doğrultuda, en çok kullanılan beyaz eşyalardan biri olan buzdolaplarında, soğutma ile tazeliği koruma özelliğinin yanı sıra farklı akıllı çözümlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez kapsamında da, meyve ve sebzeler için tazeliği daha uzun süre koruyabilmek için ortam koşullarını optimum değerlerde tutan akıllı bir sistem çalışması yapılmıştır.

Çalışmada, öncelikle meyve ve sebzeler için çürüme hızını etkileyen faktörler incelenmiştir. Çürüme hızını doğrudan etkileyen etilen oranı, ortam bağıl nemi ve sıcaklık ile ilgili bilgiler üzerinde durulduktan sonra, çürüme hızını yavaşlatmak için optimum değerler genellemeler yapılarak belirlenmiştir ve iki temel sistem üzerine çalışılmıştır, (1) ozon kontrol sistemi, (2) nem kontrol sistemi.

Çalışmada, meyve ve sebzelerin olgunlaşmasına doğrudan etkisi bulunan ve büyüme hormonu olarak da bilinen fakat olgunlaşmış meyve ve sebze de çürümeye neden olan etilen gazı oranını minimum seviyede tutmak için, etilen ile reaksiyona giren ve onu bağlayıp ortamdaki uzaklaştıran ozon gazı kullanılmıştır. Sisteme gerekli ozon gazını sağlamak için bir ozon jeneratörü kullanılmıştır. Bu ozon jeneratörü, ortamdaki oksijen molekülü korona deşarj yöntemiyle aktif oksijen iyonlarına ayırmaktadır. Aktif oksijen iyonlarının ortamdaki oksijen molekülleri ile birleşmesi sonucu ozon üretimi sağlanmaktadır. Sebzeliikte etilenin her zaman minimum seviyede kalması için ortamdaki ozon limitleri en az 75 ppb (parts per billion) ve en çok 95 ppb olacak şekilde belirlenmiştir. Bu doğrultuda mikrodenetleyici olarak seçilen Arduino UNO ve geri besleme için seçilen bir ozon sensörü ile ozon kontrol sisteminin algoritması yazılmıştır.

Nem kontrol sistemi için optimum koşullar sebze ve meyveler için belirlenmiş optimum ortam bağıl nem oranları temel alınarak ve ortalama bir aralık baz alınarak seçilmiştir. Bu doğrultuda, algoritma için gerekli bağıl nem limitleri en az %90 en çok %100 olacak şekilde belirlenmiştir. Buna göre, sistem %90'ın altında sebzeliik kapağını kapatarak ortam neminin muhafazasını sağlamak ve %100'ü geçtiğinde ise sebzeliik kapağını açarak nemin buzdolabı içerisindeki hava sirkülasyonu döngüsüne dahil ederek fazla nemin sebzeliikten dışarı atılması temeline dayanmaktadır. Arduino UNO ile ger beslemeli bir sistem olarak tasarlanıp, kontrol elemanı olarak kapağı açmak için bir servo motor ve geri besleme ölçümü için ise bir nem sensöründen faydalanılmıştır.

Deney düzeneği hazırlanmış olan sistemin gerçek meyve ve sebze üzerindeki etkisini görmek için çürümenin kolayca gözlemlenebileceği bir besin seçilmiştir. Marul, kısa çürüme süresi ve çürümenin kolayca gözlemlenmesi özelliklerinden dolayı test için uygun bulunmuştur.

Performans değerlendirilmesine öncelikle iki referans test yapılarak başlanmıştır. Bunlardan ilki sıradan bir sebzeliğin testidir, bir diğeri ise manuel nem kontrolü sağlayan kapaklı bir sebzelik modelidir. Test sonuçlarına göre marulun sıradan bir sebzelikte sadece 5 gün dayanabildiği, nemi hapseden kapaklı sistemde ise 14 gün dayanabildiği gözlemlenmiştir. Deney düzeneği ile yapılan testte ise marul 26 gün taze saklanabilmiştir. Bu sonuç sıradan bir sebzeliğe göre 5 kat, nemi hapsedme özellikli bir sebzeliğe göre de yaklaşık 2 kat daha iyi bir sonuçtur. Gözlemlenerek elde edilen bu test sonuçlarına ek olarak, objektif bir değerlendirme sonucu için LabVIEW programında görüntü işleme teknikleri kullanılarak, test fotoğraflarının RGB ve HSV renk uzaylarına göre histogram grafikleri çıkarılarak da sonuçlar incelenmiştir.

Sonuç olarak, ozon ve nem kontrolü yapabilen bu sistemin, meyve ve sebzeler için optimum koşulları sağlayarak sıradan bir sebzeliğe göre 5 kat daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

SMART FRESHNESS DRAWER DESIGN FOR HOUSEHOLD REFRIGERATORS

SUMMARY

Nowadays, it is significantly important to respond to market requirements and what the customer actually needs. Also companies are actively seeking additional functionalities in home appliance sector to meet customers satisfaction and to be ahead from their competitors. In that respect, the most commonly used home appliance, which is refrigerator, needs also to have different aspects or solutions for freshness of the foods next to its main function which can be merely, cooling.

Today, the market of fresh preservation is developing rapidly. All kinds of basic fresh preservation technologies have achieved the goal of keeping fresh for fruits and vegetables. However, it is still necessary to keep investigating and exploring the technologies to meet all kinds of requirements from different consumers for fresh preservation and to provide the perfect fresh preservation solutions for consumers.

The quality preservation function of refrigerator is not completely new for people, but people may confuse between “quality preservation” and “fresh-keeping”. Most of people think that a common refrigerator has the function of fresh preservation. As a matter fact, most of refrigerators at current market only have the function of quality preservation within a certain period, but cannot affect the aging of food. According to people’s increasing requirements for high quality of life, fresh-keeping refrigerators will appear more frequently in the market. At present, the fresh-keeping refrigerator has become a new trend in household refrigerators.

Fresh preservation should not only prevent food from spoiling, but also keeping the flavor, color, water content and nutritional value of food originally. Food remains same after being stored for a while with regard to both taste and nutritional value.

How could a refrigerator keep the nutrition of food to the maximum? This research and exploration is aimed to reach some conclusions to keep fruits and vegetables fresh for longer times while keeping the ambient conditions at optimum levels using a smart system. The study firstly investigates and explores factors that affect spoiling speed of fruits and vegetables. Spoiling speed is affected directly by ethylene gas amount, respiration speed and water loss.

Ethylene gas amount is a naturally occurring hormone produced by fruits and vegetables as they ripen. After ripening process, the fruits and vegetables start spoiling process due to higher amount of ethylene gas.

Other important factor is respiration speed. After picking the fruits and vegetables from the farm, they continue to breathe. Accordingly, respiration process starts and breaks down stored organic materials inside of fruits and vegetables that cause loss of food value, flavor and nutrients.

Last but not least, fresh produce continues to lose water after harvest. This water loss creates shrinkage and loss of weight. The proper storage condition should be 90-100% relative humidity to keep them fresh.

According to factors which affects spoiling and freshness of the fruits and vegetables, there are 2 main systems which are invented and explored during the study, (1) Ozone control system, (2) humidity control system.

The study aims to keep the ethylene gas amount in the environment as minimum as possible which has a direct effect on ripening process in early stages and turns into spoiling process in next stages. Ozone gas is the element to reduce ethylene gas amount within the environment. Water and carbon dioxide are products of ethylene and ozone mixture according to chemical reaction between each other. Ethylene gas amount can be controlled via using this harmless chemical reaction with an input of ozone application.

Ozone generator is used to produce ozone gas within the system which resolves active oxygen into ions via using electrical discharge method. Afterwards, active oxygen ions become together with oxygen in the environment to produce ozone gas at the end. Ozone gas amount in the drawer is defined between 75 ppb and 95 ppb in order to keep the ethylene gas amount as minimum as possible within the drawer. Due the fact that, the algorithm of ozone control system is created between developer platform, which is Arduino UNO and ozone sensor to give feedback to ozone generator for start/stop. Accordingly, ozone increases the storage life of fruits and vegetables and also removes bacteria. This system only works when it is necessary. It also prevents unnecessary energy consumption via using the controller and sensors.

Humidity control system is based on the optimum humidity ranges which are defined for fruits and vegetables. In that respect, the humidity ranges are defined between minimum 90% of humidity and maximum 100% humidity. According to this, system closes the flap to store the humidity in the ambient if the humidity rate is lower than 90%. System opens the flap to start air circulation to reduce the humidity in the environment if the humidity rate reaches 100%. The algorithm of humidity control system is created using Arduino UNO as controller unit and humidity sensor to give feedback to servo motor to open/close the flap. With this continuous control with smart system ambient relative humidity is always in ideal ranges.

The prototype system is prepared and organized to visualize spoilage effects on real fruits and vegetables. Lettuce is chosen for trials and freshness tests because lettuce is a vegetable that spoils in a shorter time compared to other fruits and vegetables and allows observing spoilage effects easily.

Trials started with two reference initial tests. The first reference is the standard vegetable drawer test and the other one is vegetable drawer with flap including manual control mechanism for humidity. According to test results, lettuce keeps its freshness for 5 days in standard vegetable drawer, on the other side, fresh durability of the lettuce is increased to 14 days in humidity controlled drawer system.

With the prototype system, which is designed within this project, freshness of lettuce is extended up to 26 days. This result is 5 times longer and better than standard vegetable drawer and 2 times better than manual humidity controlled vegetable drawer.

In addition to that visual spoilage tests, LabVIEW program is used to analyze the color of the lettuce to have also objective evaluation. LabVIEW program conducts

image processing technique via checking the test photographs periodically in terms of RGB and HSV color spaces. According to those photographs, the histograms are figured out to analyze status on daily basis and results are observed and interpreted.

In conclusion, the system, which includes ozone control and humidity control, provides the optimum results and accordingly provides 5 times longer and better freshness results compared to standard vegetable drawer.

1. GİRİŞ

Günümüz mutfaklarının en aktif olarak kullanılan beyaz eşyası olan buzdolaplarının temel amacı, besinleri olabildiğince uzun süre taze tutabilmektir. Bu doğrultuda geliştirilen buzdolaplarında besinlerin soğukta muhafazasını sağlayabilmek hedeflenmiştir.



Şekil 1.1 : 1927 yılında üretilen bir buzdolabı [1].

Gelişen teknolojiyle birlikte buzdolaplarına, soğukta muhafazayı sağlayabilme özelliğinin yanı sıra ilave yan teknolojiler de eklenmiştir. Bunlardan en önemlileri “Besinleri daha uzun süreyle nasıl muhafaza edebiliriz?” sorusuna cevap olabilecek nitelikte olan, tazeliği korumaya yönelik yöntemlerdir. Hedef besin grubu ise tazeliğini yitirme süresi en kısa olan meyve ve sebzelerdir. Çabuk çürüyen bu tür besinler ekonomik açıdan da kayıplara neden olmaktadır. Örneğin bir salatalığı yetiştirmek, çimlenmesi, dikimi, çapalanması, yabani otlardan ayıklanması gibi birçok aşama gerektiriyor ve emek istiyor. Tarım ürünlerinin çürümesiyle birlikte ise

aslında çiftçinin emeği ve yarattığı ekonomik değer de çöpe gitmiş oluyor. Bu doğrultuda emeği korumak için yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Meyve ve sebzeler için en önemli kalite kriteri tazeliğidir. Tazeliğini kaybetmeye başlayan meyve ve sebzelerde tat, renk ve koku değişikliğinin yanı sıra besin değeri kaybı da gerçekleşir. Fakat uygun saklama koşulları sağlanarak meyve ve sebzelerin saklama sürelerini uzatabilmek mümkündür. Bu amaçla yola çıkarak sıra ile çürümeyi etkileyen faktörler ve bunları ortadan kaldıracabilecek aday veya kabullenilmiş ve kullanımda olan teknolojik önlemler ele alınacaktır.

1.1 Çürümeyi Etkileyen Faktörler

Meyve sebzeleri saklamak için uygun koşullar sağlanırsa çürümeyi etkileyen faktörleri yavaşlatarak ömrü uzatmak mümkün olacaktır. Bitkilerde çürümeyi etkileyen üç ana etken vardır; solunum hızı, terleme ve etilen gazı salınımı.

1.1.1 Solunum hızı

Meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra da hücreler için gerekli enerjiyi sağlayabilmek için solunuma devam ederler. Fakat kökleriyle ilişkisi kesilmiş meyve ve sebzeler için solunum, hazırdaki organik besinlerini tüketmek demek olacaktır. Bu yüzden solunum hızı ne kadar yüksek olursa çürüme de o kadar hızlı olacaktır.

Solunum hızını düşük seviyelerde tutabilmek için sıcaklığın hücresel faaliyetlerin en az olacağı seviyelerde tutulması gerekir. Düşük sıcaklık, ortamdaki bakteri faaliyetlerini azaltmanın yanı sıra meyve ve sebze gibi hasattan sonra da solunuma devam eden gıdalarda, solunum hızını azaltır.

Sıcaklığın yanı sıra ortamdaki oksijen ve karbondioksit seviyeleri de solunum hızını etkileyen faktörlerdendir. Ortamdaki karbondioksit oranının artması solunum hızını düşürür. Bu yönteme, özellikle meyve sebze depolarında çürümeyi engellemek için sıklıkla başvurulur. Depo atmosferindeki oksijen oranını düşürüp karbondioksit oranının artması sağlanarak hücresel faaliyetler minimum seviyelere indirilir, bu da muhafaza süresini uzatacaktır.

Bu çalışmada da, oluşturulan yeni tazelik sistemindeki kimyasal tepkimelerin sonucu olarak oksijen oranı düşürülmüş ve tepkimenin çıktılardan biri olan karbondioksit ile ortamdaki karbondioksit oranının artmasına dolaylı olarak katkı sağlanmıştır.

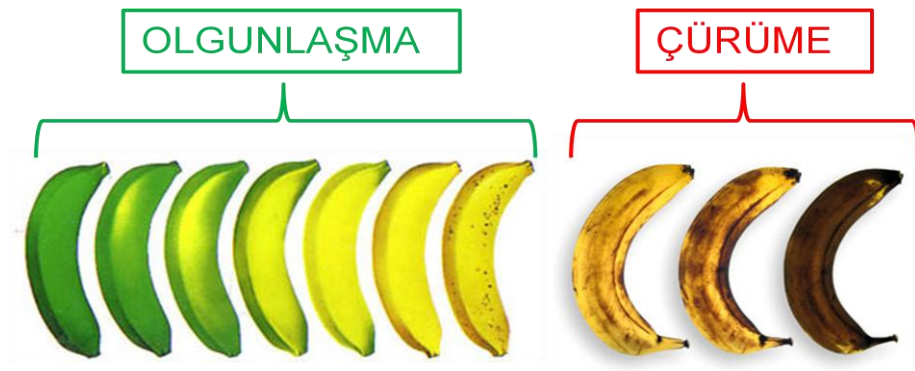
1.1.2 Su kaybı – terleme

Meyve ve sebzelerin canlılığının en önemli belirtilerinden biri terlemedir. Ortalama %75-95 RH seviyelerinde su içeren meyve ve sebzeler, hasat sonrası terlemeyle bu oranı büyük ölçüde düşüreceklerdir. Seviyenin ortalama değerler altına düşmesi meyve ve sebzelerin buruşmasına veya pörsümesine neden olarak, çürüme sürecini hızlandıracaktır [2]. Bunun engellenmesi için de meyve ve sebzelerin içerdiği su oranı ile çevre ortam arasında bir denge olması gerekmektedir, aksi takdirde ortamla dengeye gelmek için meyve ve sebzeler su kaybederler.

Su kaybının minimum seviyelerde olması için ortam bağıl neminin de %75-95 seviyelerinde olması gerekmektedir. Mevcut buzdolaplarının çoğunluğunda sebzelik bölmesinin bağıl nemini koruyabilmek için bir özellik bulunmamaktadır. Yalnızca gelişmiş bir kaç buzdolabında nemin manüel kontrolüne rastlayabiliyoruz. Fakat bu kontrol yalnızca sebzelik bölmesinin tamamen kapalı tutulması ve içindeki nemin hapsolmesi esasına dayanıyor ki bu da bağıl nemin %95'in üstüne çıkmasına neden olarak yine çürümeyi kontrollü bir şekilde engelleyemeyecektir.

1.1.3 Etilen gazı salınımı

Etilen, bitkisel bir hormon olup meyve ve sebzelerin olgunlaşma sürecini doğrudan etkiler [2]. Bütün meyve ve sebzeler az miktarda etilen sentezleyerek olgunlaşmayı sağlar. Fakat olgunlaşma sürecini tamamlamış olanlarda etilen sentezi oto-katalitik olarak, yani kendi kendini hızlandırarak gerçekleşip çürümenin başlamasına neden olur. Diğer bir deyişle, sentezlenen etilen kendi oluşum hızını katalizör görevi yaparak arttıracaktır ve ortamda etilen ne kadar fazla ise sentez hızı o kadar artacaktır. Bunun sonucu olarak çürüme de o kadar çabuk başlayacaktır.



Şekil 1.2 : Muzun etilenin etkisiyle olgunlaşma ve çürüme evreleri.

Bu tezin amacı, yukarıda ifade edilen ve çürümeyi tetikleyen her bir etkeni buzdolabı içindeki özel bölmede, akıllı bir sistem ile kontrol ederek nem düzeyini optimum düzeyde tutmak, etilen miktarını ozon uygulaması yaparak azaltmak ve sonucunda meyve ve sebzelerin ömrünü 4 kata kadar arttırmaktır.

1.2 Literatür Araştırması

Gelişen teknoloji ile birlikte popülerliğini arttıran akıllı ev tasarımları, en çok kullanılan beyaz eşyalardan biri olan buzdolapları üzerine yapılan çalışmaları da arttırmıştır. Endüstride, geleneksel buzdolabı fonksiyonunun (yiyeceklerin soğuk ortamda saklanması) değiştirilmesi ve TV, radyo ve internet bağlantısı gibi özelliklerin eklenmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır [3]. Örneğin, Samsung markasının RF4289HARS/XAA modelinde buzdolabının ön kısmına yerleştirilen dokunmatik özelliği olan bir LCD monitör aracılığıyla internete bağlanmak, sosyal medyayı kullanmak ve hava durumunu görmek gibi uygulamaları kullanmak mümkündür [4].



Şekil 1.3 : LCD monitörlü bir Samsung buzdolabı.

Buzdolaplarına farklı uygulamalar eklemenin yanı sıra buzdolaplarının temel fonksiyonu olan, besinleri daha uzun süre taze tutma işlevinin de geliştirilmesi yönünde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan en önemlilerinden biri olan MATSUSHITA REFRIG CO LTD tarafından yapılan çalışmada, meyve ve sebze bölmesinde bozulmayı algılayıcı bir sistem geliştirilmiş ve patentlenmiştir [5]. Çalışmada, öncelikle meyve ve sebzelerin saklandığı buzdolabı içerisindeki ayrı özel bölmede havanın gaz konsantrasyonu ölçülür. Ölçüm için kullanılan sensör etilen

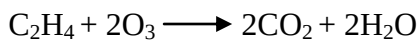
(C₂H₄), amonyak (NH₃) ve sülfür (S) gazlarına duyarlıdır. Ölçülen değer belirlenmiş değeri aştığında sebzelik içerisindeki fan çalıştırılarak havanın tazelenmesi sağlanır. Fakat, havanın tazelenmesine rağmen hala gaz değerleri algılanıyorsa, kullanıcıya çürümenin var olduğuna dair bir ekran aracılığıyla uyarı verilir.

Arigo tarafından patentlenmiş bir diğer çalışmada [6] ise, meyve ve sebze bölmesinde bir ozonlama sistemi kullanılmıştır. Etilen ile tepkimeye girecek olan ozon, meyve ve sebzelerde çürümeyi hızlandıran etilenin ortamdaki yok olmasını sağlamaktadır. OSHA (Occupational Health and Safety) yönetmeliklerine göre seçilen ozon değerleri ise sebzelik içerisinde 0.075 ve 0.95 ppm arasında tutulmuştur. Yönetmeliklere göre 0.1 ppm değerinin üstündeki miktarda ozon, insan tarafından direkt olarak uzun süre solunduğunda baş ağrısı gibi etkilere neden olabilmektedir.

Bu proje kapsamında akıllı bir ozon uygulaması kullanılacağı için, ozonun meyve ve sebzeler üzerine etkisiyle ilgili gıda mühendisliği makaleleri incelenmiştir. Bunlardan en önemlilerinden biri olan, Skog ve Chu'nun yaptığı çalışmada [7], soğuk muhafazada ozonun meyve ve sebze kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Etilen oranının ozon uygulaması ile azaltılması sonucu meyve sebzelerin daha uzun süre kaliteli bir şekilde saklanabilmesi konusu üzerine bazı deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucu ortamdaki etilenin ozon kullanımı ile azaltılabileceği gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra ozonun ortamdaki bakterileri azaltma yönündeki etkisinden de bahsedilmiştir.

Karaca tarafından yapılan bir diğer araştırmada [8], ozonlamanın marul, ıspanak ve maydanozlardaki mikrobiyel inaktivasyon ve raf ömrü üzerine etkisi çalışılmıştır. Sonuçlar; ozonun, klorun yerine geçebilecek kadar etkin ve klor uygulamalarından kaynaklanan toksik kalıntı problemini ortadan kaldırabilecek güvenli bir dezenfektan olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda da belirtildiği gibi, ortamdaki etilen miktarını ozon ile azaltabilmek mümkündür. Kimyasal açıdan daha ayrıntılı incelenecek olursa, ozon ve etilen reaksiyona girer ve çıktı olarak su ve karbondioksit meydana gelir [9],



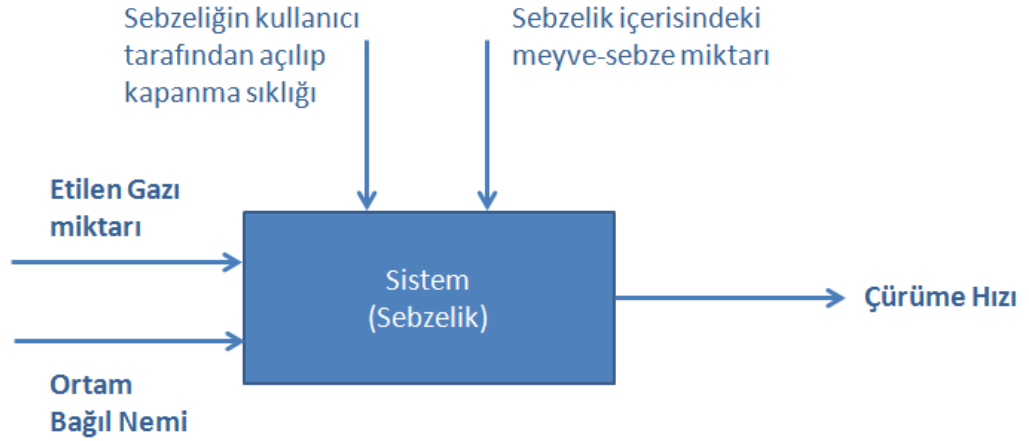
Reaksiyon sonucu üretilen karbondioksit daha öncede bahsedildiği üzere, solunum hızını düşürerek çürüme hızı üzerinde yavaşlatıcı bir etki yapacaktır. Diğer çıktı olan

su ise, ortam bağıl neminde kontrolsüz bir artışa neden olacaktır. Ortam bağıl neminin artması, %100'ü geçtikten sonra bakterilerin üremesine neden olacak sebzelik içerisindeki su birikintilerine neden olabilir.

Bu çalışmada, ortamdaki etilen miktarı ortama salınacak olan ozon ile ve bir ozon sensörü yardımı ile kontrol edilecek olup, bu reaksiyon sonucu artan bağıl nem de bir nem sensörü ve mekanik bir sistem yardımı ile devamlı olarak istenilen seviyede tutulacaktır [10].

2. OZON VE NEM KONTROL SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

Proje kapsamında hedeflenen akıllı sistemin oluşturulması için, öncelikle hedef sistemin yani sebzeliğin çekmecesi için modellemesi aşağıdaki gibi yapılmıştır.



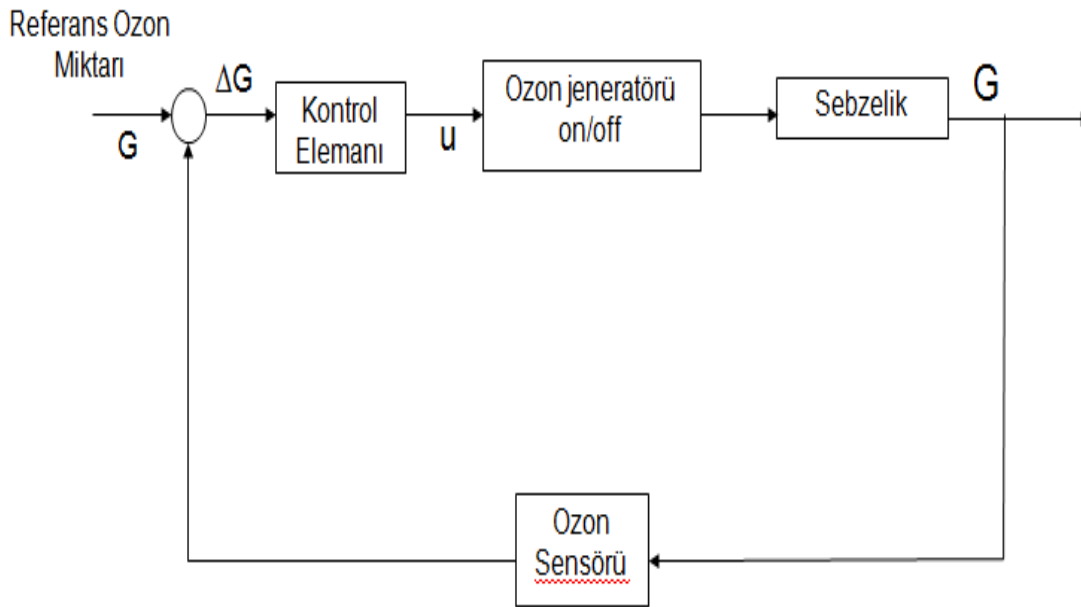
Şekil 2.1 : Sebzeliğin sistem modeli.

Bu sisteme göre, girdiler ölçülebilir olan etilen gazı ve ortam bağıl nemdir, çıktı ise çürüme hızıdır. Sistemde Şekil 2.1’de de görülebileceği üzere iki ölçülemeyen dış bozucu vardır; (1) sebzeliğin kullanıcı tarafından açılıp kapanma sıklığı, (2) sebzeliğin içerisindeki meyve ve sebze miktarıdır.

Sebzeliğin açılıp kapanma sıklığı, tamamen kullanıcıya bağlı olup kişilere ve kullanım sıklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu dış bozucunun etkisi ile sistemdeki etilen miktarında veya ortam bağıl neminde değişiklikler olabilir. Yine aynı şekilde sebzeliğin içerisindeki meyve ve sebze miktarı da kullanıcıya göre değişmektedir. Çok fazla doldurulmuş bir sebzeliğin etilen salınımı ve ortam bağıl nemi terlemenin etkisiyle artacaktır, bu da sistemin dengeye ulaşma süresini etkileyebilecektir. Bu projede, kontrol edilemeyen bu iki dış bozucu ihmal edilip sistemin ölçülebilir girdilerinin kontrolü üzerine yoğunlaştırılmıştır.

2.1 Ozon Sistemi

Tez kapsamında, sistemin ilk hedefi olan sebzelik çekmecesindeki etilen miktarını azaltmak için ozon kontrol sistemi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ortamdaki etilen miktarı, sebzelik içerisindeki meyvenin cinsi, olgunluk seviyesi veya miktarı gibi birçok parametreden etkilenecek şekilde değişiklik gösterecektir. Bu yüzden tam bir kontrol sağlamak amacıyla geri beslemeli bir sistem tasarımı düşünülmüştür. Kontrol elemanı olarak Arduino UNO kullanılacak olup, aşağıdaki Şekil 2.1’de genel blok diyagramında gösterildiği üzere geri besleme sistemi ozon seviyesi bilgileri temel alınarak oluşturulacaktır.



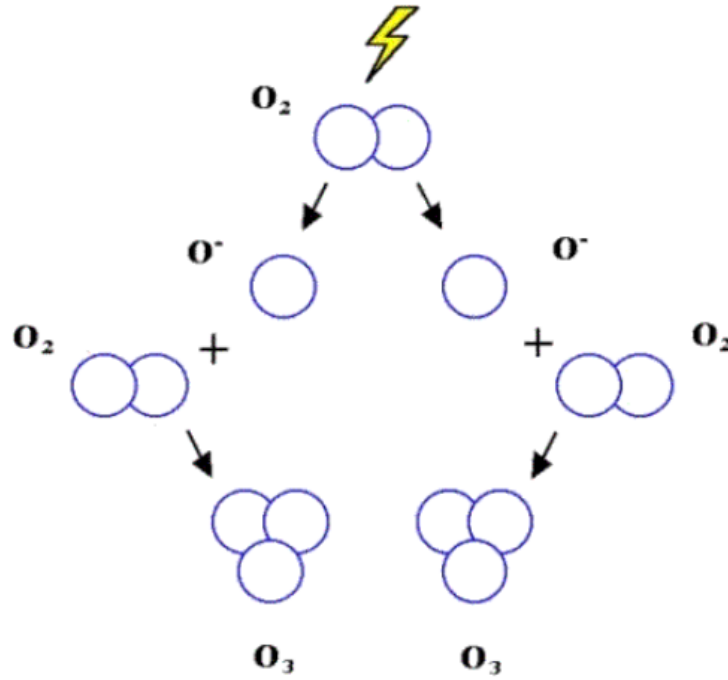
Şekil 2.2 : Ozon kontrol sistemi blok diyagramı.

Sistemde ozon sensörünün kullanım amacı ozon oranını optimum değerler içerisinde tutmayı sağlamanın yanı sıra dolaylı yoldan etilen oranının da kontrolünü sağlamaktır. Ortamdaki ozon miktarının artması, etilen ve ozon tepkimesinin az gerçekleştiği veya gerçekleşmediği durumlarda olacaktır. Bu da, ortamdaki etilenin çok az olduğu veya sıfırlandığı anlamına gelmektedir. Ozon miktarı azaldığında ise, ortamdaki etilen gazı oranının arttığı ve ozon ile tepkimeye girerek, ozon seviyesini azalttığı düşünülür. Bu durumda sisteme ozon takviyesi yapılmalıdır. Özetle, ozon miktarının kontrolsüz artışını engellemek ve sadece gerekli olduğu durumlarda çalışmasını sağlamak için, sistem ozon sensörü tarafından okunan bilgiye göre ozon

jeneratörünü çalıştıracak veya durduracaktır. Böylelikle ozon seviyesinin her zaman belirlenmiş değer aralığında kalması sağlanmıştır.

2.1.1 Ozon jeneratörü seçimi

Ozon gazı (O_3), 3 oksijen atomundan oluşan molekülleriyle renksiz bir gazdır [11]. Atmosferde bu oluşum yıldırım veya şimşek çakmaları sonucu ortaya çıkan elektrik arkları ile doğal yollarla gerçekleşir. Ozon jeneratörlerinin çalışma prensibinde de bu doğa olayı temel alınmıştır.



Şekil 2.3 : Ozon üretiminin temsili gösterimi.

Ozon jeneratörlerinin çalışması, havada bulunan oksijen molekülünün (O_2) parçalanmasıyla elde edilen aktif ve kararsız oksijen atomlarının, oksijen moleküllerine bağlanması sonucu ozon üretilmesine dayanır. En yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri korona deşarj yöntemidir. Deşarj aralığına hava veya oksijen varlığında yüksek voltajlı alternatif akım uygulandığında oksijen elektronları uyarılmakta ve oksijen moleküllerinin ayrılarak oksijen atomlarının ortaya çıkması sağlanmaktadır. Ayrılmış olan oksijen atomları, ortamdaki oksijen molekülleriyle birleşerek ozon molekülünü oluşturmaktadır [12].

Bu bilgiler doğrultusunda korona deşarj metoduna göre çalışan **Trumpxp** firmasının TFB-YA2102DJ1 model 220V (AC) ile çalışan ozon jeneratörü kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 2.4 : TFB-YA2102DJ1 ozon sensörü.

220 V (AC) ile çalışan ozon jeneratörünün Arduino ile çalışabilmesini sağlayabilmek için 5 V tek anahtarlı röle kullanılmıştır.

Üretici firma tarafından jeneratörün ozon üretim değeri > 5 mg/h olarak verilmiş olup, ortamdaki oksijen miktarına göre küçük değişiklikler gösterebilmektedir. Fakat ozon üretimi sırasında azalacak olan oksijen miktarı, havadaki ortalama %21 oksijen seviyesi sayesinde hiçbir zaman ozon üretiminde büyük değişikliklere neden olmayacaktır.

2.1.2 Ozon sensörü seçimi ve ozon limit değerlerinin belirlenmesi

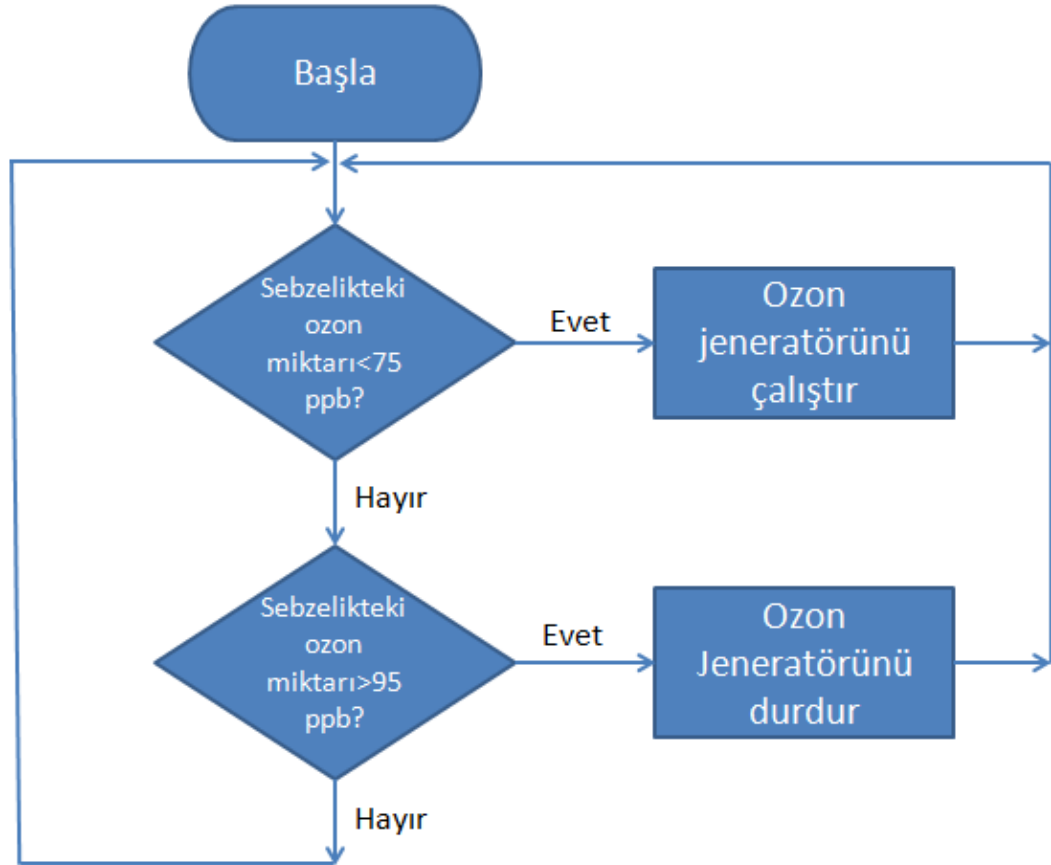
Ozon sensörü araştırmasında çeşitli ozon konsantrasyonu aralıkları için farklı sensörlere rastlanmıştır. Temel olarak istenilen özellikleri belirleyebilmek için öncelikle ortamdaki ozon limit değerlerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda OSHA'nın belirttiği 0.1 ppm sınır değeri referans alınmıştır [13] ve alt limit değer 0.075 ppm, üst limit değer de 0.095 ppm olarak belirlenmiştir. Ozon sensörü olarak da 10 ppb – 2 ppm aralığını algılayabilme özelliğine sahip Şekil 2.4'deki MQ131 sensörü seçilmiştir.



Şekil 2.5 : MQ131 ozon sensörü.

2.1.3 Ozon kontrol sistemi algoritma akış diyagramı

Ozon kontrol sistemi programlaması Arduino üzerinden C programlama dili ile yapılmıştır. Akış diyagramı çizilirken alt ozon limiti 75 ppb ve üst limit 95 ppb olarak baz alınmıştır.



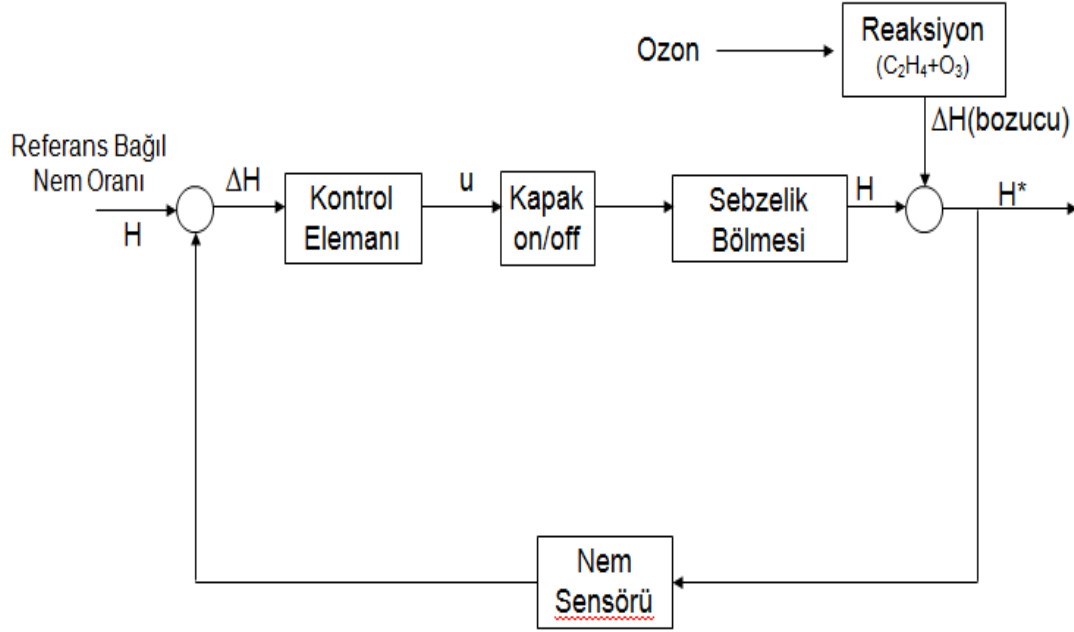
Şekil 2.6 : Ozon kontrol sistemi akış diyagramı.

Bu akış diyagramına göre, ozon jeneratörü sebzelik içerisindeki ozon miktarı 75 ppb değerinin altındaysa çalışmaya başlayacak ve 95 ppb değerinin üstüne çıktığında duracaktır. Böylelikle ozon seviyesi her zaman optimum değer aralığında tutulmuş olacaktır.

2.2 Nem Kontrol Sistemi

Meyve ve sebzelerin taze olarak uzun süre saklanabilmesi için, daha önce de bahsedildiği üzere bağıl nem seviyesinin belirli bir değer aralığında tutulması gerekmektedir. Bu doğrultuda sistem iki aşamadan oluşacaktır, (1) ortam bağıl nem oranının ölçülmesi ve (2) ölçülen değer belirlenmiş optimum değer aralığına

getirilmesi için nemin dışarı atılması veya içeride hapsedilmesi. Bunun mümkün olabilmesi için sebzelik üzerinde kapalı halde yalıtım yapan ve hava çıkışını engelleyen bir kapak kullanmak gerekecektir. Aynı zamanda bu kapak, içerideki nem oranının belirlenmiş değerler üzerine çıkması halinde açılacaktır ve içerideki nemli havanın buzdolabı içerisindeki hava sirkülasyonuna katılarak dışarı atılması sağlanacaktır. Aşağıdaki Şekil 2.7’de nem kontrol sistem diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 2.7 : Nem sistemi genel blok diyagramı.

Nem kontrol sistemi yardımıyla, ozon ve etilen tepkimesinin sonucunda yan ürün olarak oluşacak ve sisteme bozucu olarak girecek H_2O moleküllerinin ortam bağıl nem seviyesini kontrolsüz şekilde arttırması engellenmiştir. Nem sensöründen alınan bağıl nem değerleri, belirlenmiş optimum değerlerin dışına çıktığında kapak açılacak veya kapanacaktır. Sebzelik kapağının açılıp kapanması bir servo motor yardımı ile sağlanacaktır. Nem sensöründen alınan veriye göre motor için ayarlanan açık ve kapalı pozisyonları belirlenmiş açısal hareketleri yapacaktır.

2.2.1 Nem sensörü seçimi

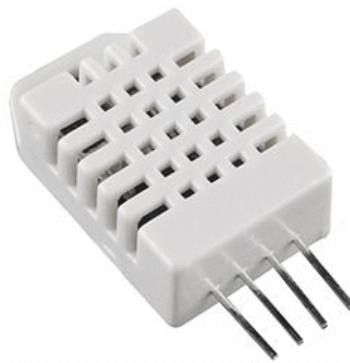
Optimum bağıl nem aralığı her sebze ve meyveye göre değişmektedir. Aşağıdaki tabloda meyve ve sebze çeşitlerinin bir kaçı için optimum nem, sıcaklık değerleri ve bu optimum şartlar sağlandığı takdirde maksimum saklama süreleri belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 : Meyve ve sebzeler için uygun saklama koşulları [14].

Ürün	Sıcaklık (°F)	Bağıl Nem (%)	Saklama Süresi
Kayısı	31-32	90-95	1–3 hafta
Böğürtlen	31-32	90-95	2–3 gün
Şeftali	31-31	90-95	2–4 hafta
Marul	32	98-100	2–3 hafta
Brokoli	32	95-100	10-14 gün
Patlıcan	46-54	90-95	1 hafta
Domates	55-70	90-95	4-7 gün

Müşterilerin çok çeşitli ürünleri meyve ve sebze çekmecesinde saklamak istediği düşünülürse ve yukarıdaki veriler de göz önüne alınarak, çekmecedeki bağıl nem oranını ortalama olarak 90-100% aralığında tutmaya karar verilmiştir. Bütün meyve ve sebzelere uyan ortak bir aralık olmayacağı için ortalama bir değer aralığı seçilmiştir. Bu doğrultuda bir sensör seçimi yapılacaktır.

Nem sensörü seçimi yaparken iki kriter ön plana çıkmıştır. Öncelikle sensörün buzdolabı sıcaklığında doğru bir şekilde çalışabiliyor olması gerekmektedir, ikincisi ise mutlaka çalışma aralığının, %90-100 bağıl nem aralığını kapsamaması gerekmektedir. Bu doğrultuda, %0-100 bağıl nem aralığında ve -40°C ile 80°C arasındaki ortam sıcaklığında çalışabilen, aynı zamanda sıcaklık da okuyabilen **Aosong Electronics** firmasının DHT22 sensörünün seçilmesine karar verilmiştir.



Şekil 2.8 : DHT22 nem ve sıcaklık sensörü.

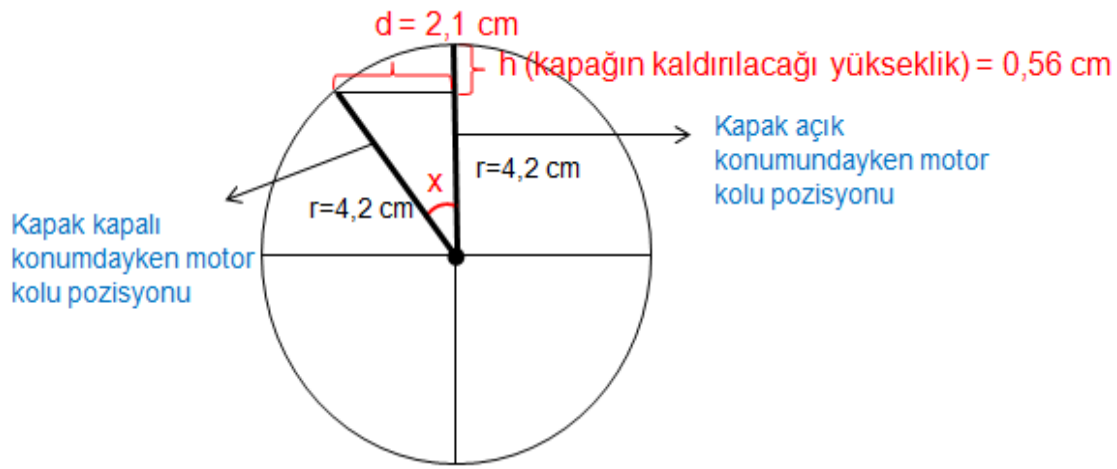
2.2.2 Servo motor seçimi

Motor seçimi yapılırken, küçük boyutlara sahip, metal dişli ve yüksek torklu bir motor için piyasa araştırması yapılmıştır ve MG996R modelinde karar kılınmıştır.

Zorlanma torku 4,8V değerinde 9,4 kg-cm ve 6V değerinde 11 kg-cm olarak değişmektedir. Sistem 5V ile çalışacağı için yaklaşık olarak torku 10 kg-cm kabul ederek, aşağıdaki hesaplamalarda gösterildiği şekilde sistem için uygunluğu kontrol edilmiştir.

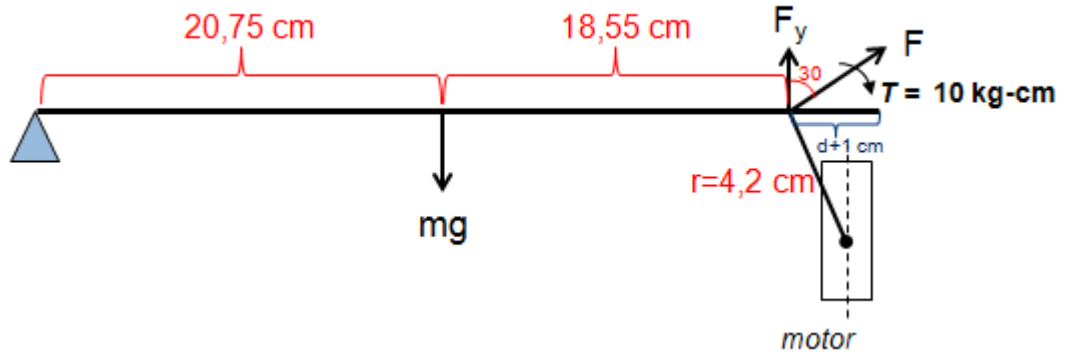
Kullanılan motor kolu 4,2 cm'dir. Motor kolunun kapağın açık pozisyonda dikey ekseninde bir miktar açıklık oluşturacak şekilde kaldırılması istenmektedir. Açıklık sadece sebzelik içerisindeki havanın buzdolabı içerisindeki hava döngüsüne katmak için kullanılacak olup, nemin aniden düşmesini engellemek için küçük bir aralık olması tercih edilmektedir. Bu doğrultuda, mevcuttaki manüel nem kontrol tasarımları da referans alınarak 0,5 ve 0,6 cm aralığında bir değer seçilmiştir.

Şekil 2.7'ye göre yapılan trigonometrik hesaplamalara göre kapağın kaldırılacağı yükseklik 0,56 cm seçildiğinde "x" değeri 30 derece olarak bulunmaktadır. Kapağın kapalı olduğu pozisyon ile açık olacağı pozisyon arasında motor kolu konumunda 30 derecelik bir fark olacaktır. Motor kodu yazılımı sırasında da değerler bu doğrultuda seçilmiştir.



Şekil 2.9 : Motor kolunun açısal konumunun hesaplanması.

Sebzelik kapağını aşağıdaki Şekil 2.8'deki gibi basit bir sabit mesnetli sisteme indirgeyip motor torku 5 V için 10 kg-cm olarak alınacak olursa, (2.1) denklemine göre tork hesabından, motorun dikey yönde kapağa uygulayacağı kuvvet 1,19 kg olarak bulunur .



Şekil 2.10 : Sebzelik kapağının basit mesnet sistemine indirgenmesi.

$$\tau = F \times r \quad (2.1)$$

$$F = 2,38 \text{ kg} \quad (2.2)$$

$$F_y = 2,38 \times \sin 30 \quad (2.3)$$

$$F_y = 1,19 \text{ kg} \quad (2.4)$$

Kullanılan motor torkunun kapağı kaldırmak için yeterli olup olmadığını görmek amacıyla bulunan F_y değerini kullanarak mesnet sistemi üzerinden aşağıdaki eşitlik yazılır;

$$m \times 20,75 < F_y \times 18,55 \quad (2.5)$$

$$m < 1,06 \text{ kg} \quad (2.6)$$

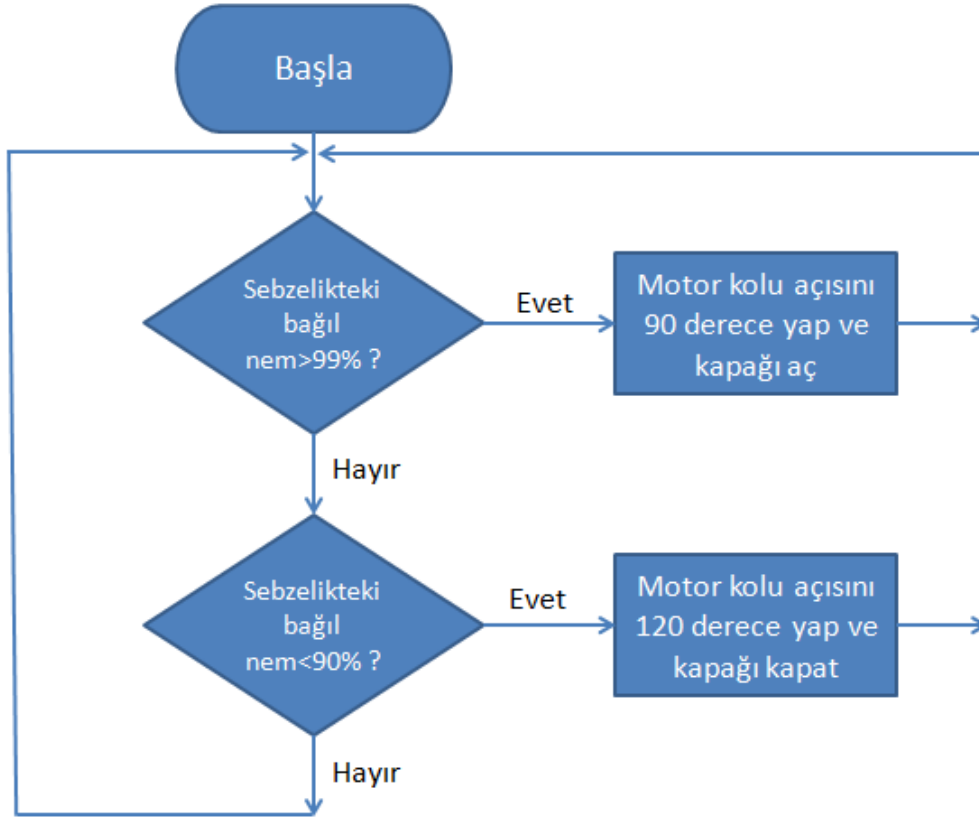
Bu eşitliğe göre sebzelik kapağı ağırlığı 1,06 kg değerinden küçük olmalıdır. Kapak ağırlığı 0,21 kg olduğu için motor torku sistem için yeterlidir denilebilir.



Şekil 2.11 : MG996R servo motor.

2.2.3 Nem kontrol sistemi algoritma akış diyagramı

Belirlenen limit değerlere göre, sistemin algoritması şekillenmiştir. Arduino üzerinden C programa dili ile yazılan nem kontrol sisteminin akış diyagramı Şekil 2.12’de gösterilmiştir.

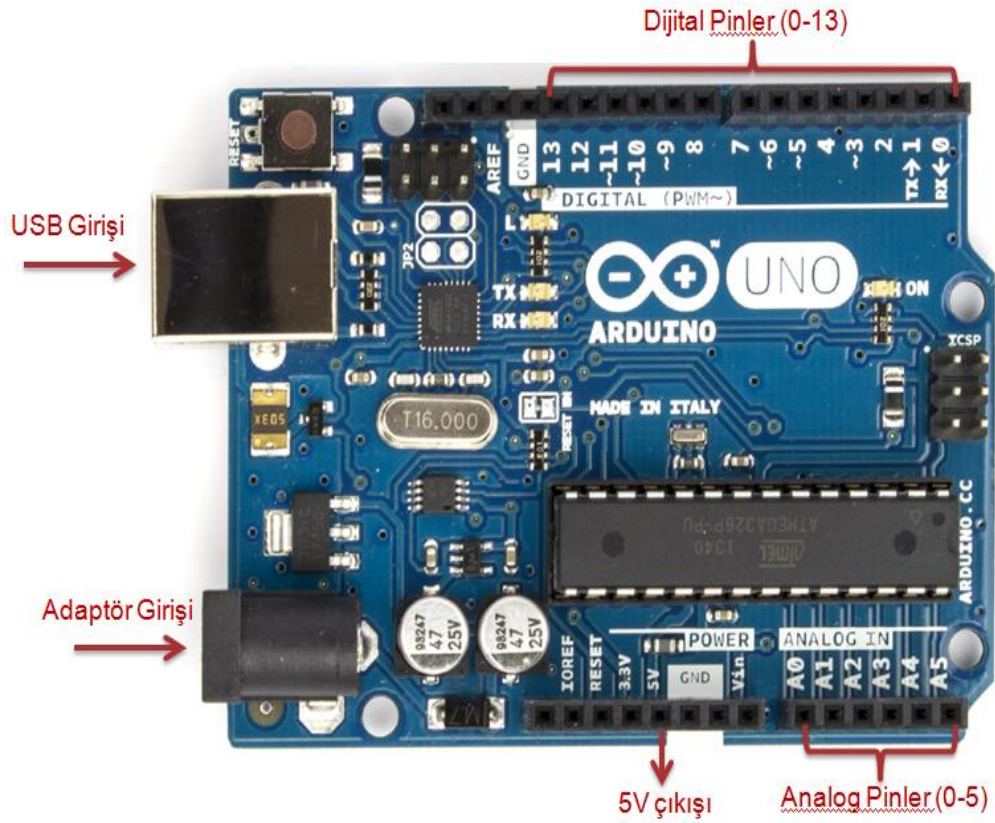


Şekil 2.12 : Nem kontrol sistemi akış diyagramı.

3. SİSTEMİN KURULMASI VE SEBZELİK İÇİNE UYGULANMASI

3.1 Sistem Bağlantıları

Bu projede mikrodenetleyici olarak Arduino UNO kullanılmıştır. 9V DC adaptör ile sistem beslemesi yapılmaktadır. Diğer bileşenlerin beslemeleri ise kart üzerinden 5V çıkışından bread-board üzerine aktarılan gerilim ile sağlanacaktır. Aşağıdaki Şekil 3.1’de Arduino UNO üzerinde kullanılacak girişler ile dijital ve analog pin yerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Arduino UNO üzerinde pin yerler gösterimi.

Nem sensörü DHT22, servo motor ve ozon jeneratörü için dijital pin, ozon sensörü MQ131 için ise analog giriş kullanılacaktır.

3.1.1 DHT22 nem sensörü bağlantısı

DHT22 nem sensörü, ortam bağıl nem seviyesinin kontrolü için gerekli bir bileşendir. Dijital olarak çalışan bir sensördür. 5V, Data, GND, GND olmak üzere 4

adet bağlantı bacağı vardır. Data çıkışı, Arduino üzerinde dijital pinlerden birine takılabilir.

3.1.2 MG996R servo motor bağlantısı

Servo motor bileşeni, nem kontrol sisteminde ortam bağıl neminin uygun değerlerde tutulabilmesi sebzelik kapağının açılıp kapanmasını sağlar.

Data, GND ve 5V olarak 3 adet bağlantı bacağı bulunur. Data ayağı dijital pine bağlanmalıdır, bu pin aracılığı ile motora açısız hareket komutu verilebilir.

3.1.3 MQ131 ozon sensörü bağlantısı

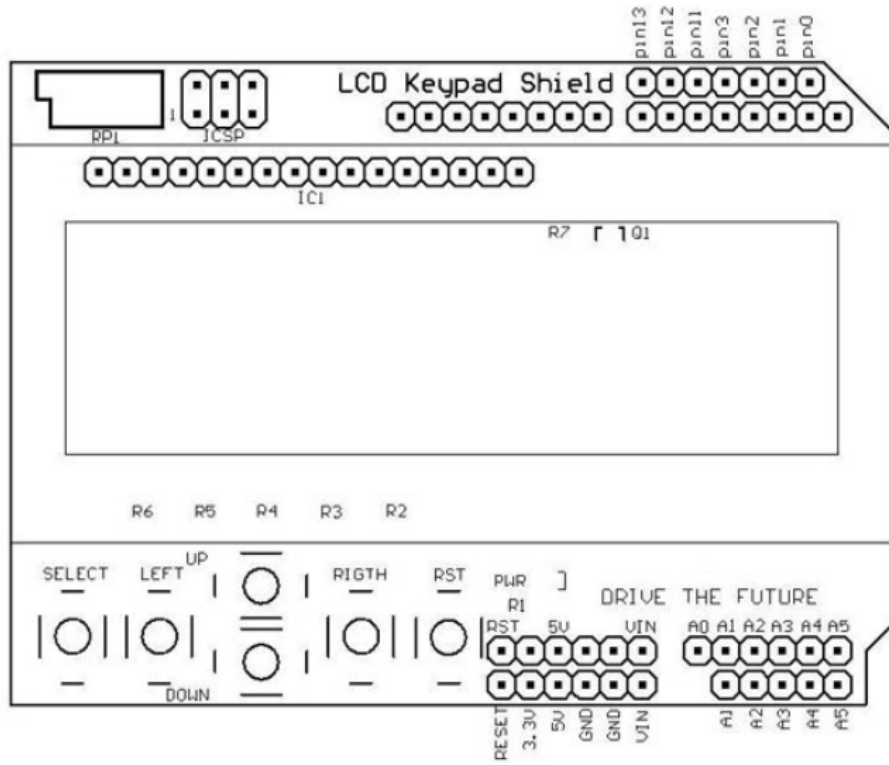
MQ131 ozon sensörü, sistemin ozon düzeyinin belirlenmiş değerler arasında tutulabilmesi için gerekli ölçümleri yapar. Sensör 6 adet bağlantı bacağına sahiptir. Dijital ve analog olarak okuma yapılabilir. Bu projede sensör, taşıma kartıyla birlikte kullanılmıştır ve Data bağlantısı analog giriş üzerinden yapılmıştır. 0-5V arasındaki değişime göre ozon değeri hesaplanır.

3.1.4 Ozon jeneratörü bağlantısı

Sistemin ozon sağlayıcısı olarak kullanılan ozon jeneratörü 220V AC akım ile çalışmaktadır. Arduino UNO ile birlikte çalışabilmesi için bağlantıda 5V DC-220V AC tek anahtarlı röle kullanılmıştır. Ozon jeneratörünün çalışması röle üzerinden kontrol edilir. 4 bağlantı bacağı bulunan dijital ve analog okuma yapabilen röle Arduino'ya dijital olarak bağlanmıştır.

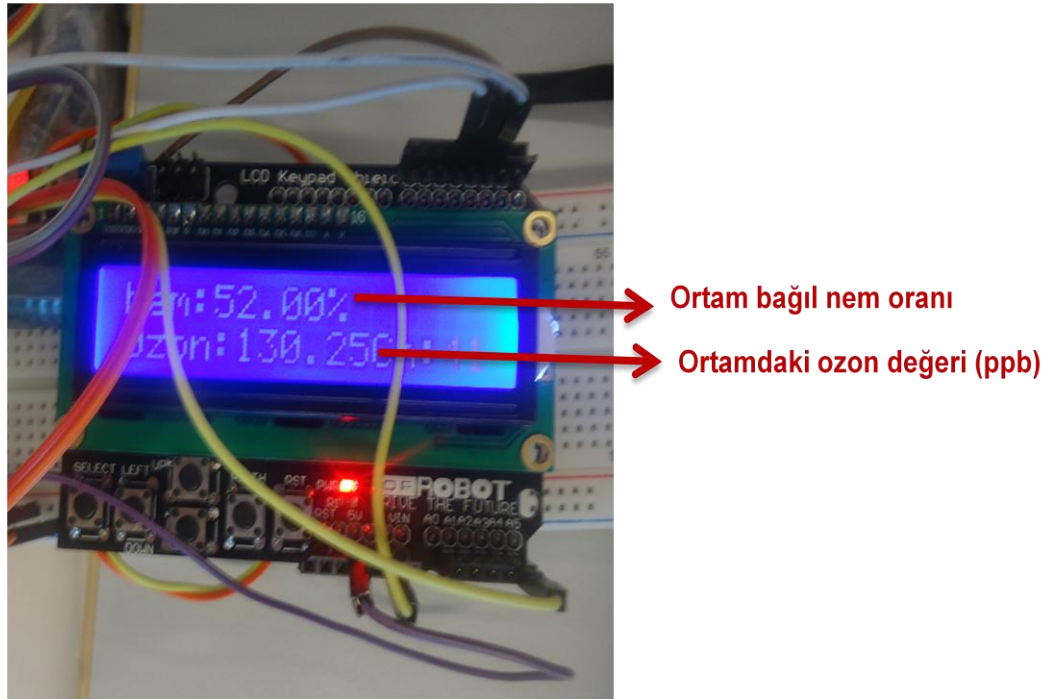
3.1.5 Monitör bağlantısı

Ozon ve nem sensörlerini test süresince bir ekran üzerinden görebilmek için sisteme Arduino LCD Shield eklenmiştir. Bu monitor Arduino UNO ile uyumlu olup doğrudan üzerine yerleştirilerek çalışmaktadır. Gerekli diğer bağlantılar da aşağıdaki şekilde de gösterildiği gibi Arduino LCD Shield üzerine takılmalıdır.



Şekil 3.2 : LCD shield üzerinde pin yerleri gösterimi.

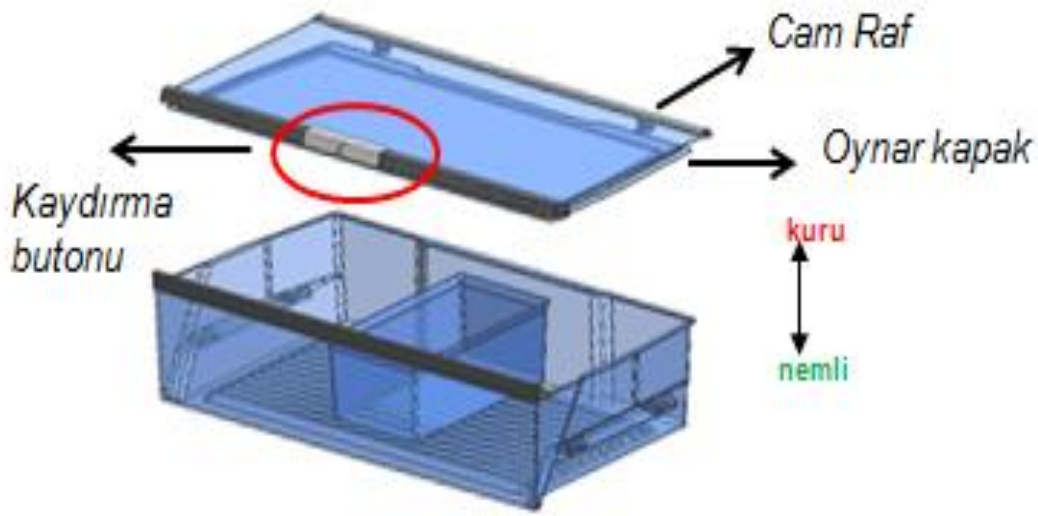
Bütün bağlantılar yapıldıktan sonra ozon ve nem seviyeleri LCD ekrandan okunabilmektedir.



Şekil 3.3 : Nem ve ozon değerlerini monitörden görüntüleme.

3.2 Prototip Yapımı

Sistemin sebze ve meyveler üzerinde etkisini gözlemleyebilmek için bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Sistem uygulamasının yapılacağı no-frost buzdolabı Bosch marka KGN57 model olarak seçilmiştir. Bu modelde, sebzelik kısmının üst bölümünde oynar bir kapak bulunmakta ve müşterinin kaydırma butonunu nemli veya kuru pozisyonlarına hareket ettirmesi ile kapak tamamen kapanabilir veya küçük bir aralık kalacak şekilde açılabilir.



Şekil 3.4 : Sebzelik kapağının manuel çalışması.

Sistemdeki mantık, oynar kapağın kapalı olduğu durumda sebzelik içerisindeki nemin hapsedilmesi ve oynar kapağın açık olduğu durumda da nemin dolap içerisindeki fan döngüsüne katılarak dışarı atılması ile mevcut bağıl nem oranının azaltılmasıdır.

No-frost dolaplardaki özel evaporatör ve fan sistemi sayesinde buzdolabı içerisindeki bağıl nem, evaporatör üzerine sıcaklık farkından dolayı yapışır ve burada buzlanmaya neden olur. Buzlanma ise, evaporatör ısıtıcıları sayesinde erimesi sağlanarak tahliye borusundan dolap dışına atılır. Bu tezde de, temel çalışma prensibi tamamen korunarak oynar kapak hareketi sebzelik içerisinde arka kısma yerleştirilen motor kolu ve silindir aparat sayesinde sağlanmıştır.



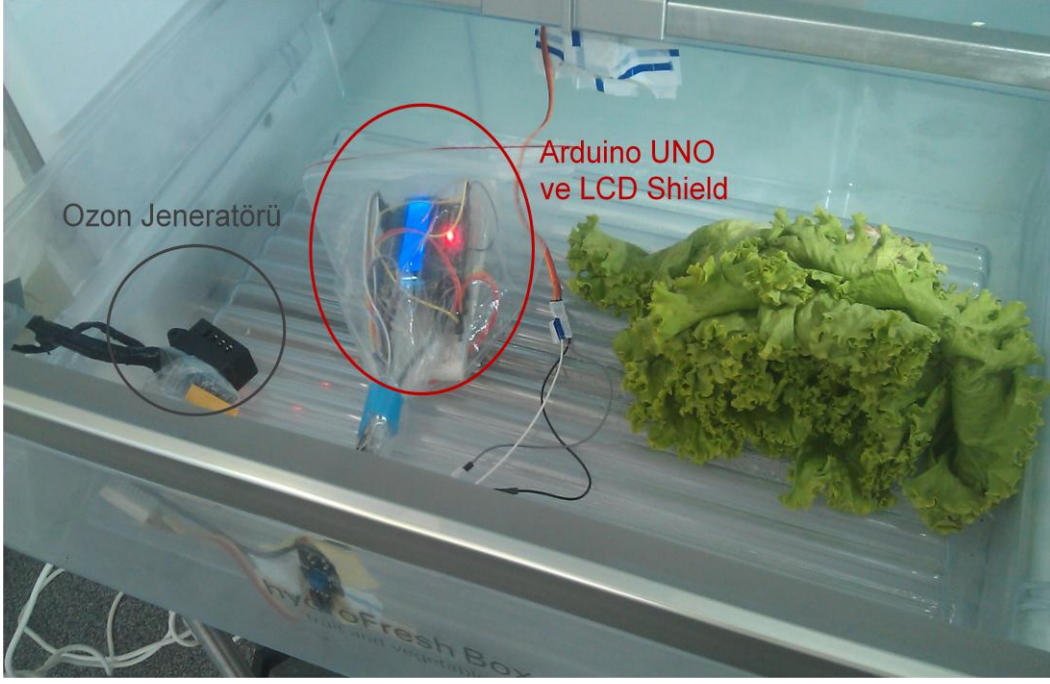
Şekil 3.5 : Motor kolunun açık ve kapalı durumdaki konumu.

Sebzeliğin arka kısmında orta noktaya yerleştirilen motor 60 derecelik konumda kapağa temas etmeyecek, 90 derecelik açılabilir konumda ise kapağı ittirerek tamamen açacak şekilde yerleştirilmiştir. Motor koluna takılan 1 cm çapında ve 8 cm uzunluğunda silindirik plastik sayesinde kuvvet daha geniş bir alana yayılmıştır. Prototipte nem ve ozon sensörü aşağıdaki sebzelik ön kısmına yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6 : Ozon ve nem sensörünün sebzelik içerisindeki konumu.

Ozon jeneratörü ve mikro-denetleyici grubu ise sebzelik tabanında sol kısma yerleştirilmiştir.



Şekil 3.7 : Sebzelik içerisinde sistemin genel görünümü.

Prototip olarak yapılan bu sistem sayesinde sebzelik içindeki bağıl nemin 90-100% aralığında, ozon oranının ise 75-95 ppb aralığında tutulabilmesi sağlanmıştır.

4. TEST SONUÇLARI

Deney düzeneği sebzelik içerisine kurulduktan sonra, sistemin gerçek sebze ve meyveler üzerindeki etkinliğini görebilmek için çeşitli testler yapılmıştır. Test edilecek besin marul olarak seçilmiştir. Bunun nedeni, marulun çürüme süresinin kısa olması ve su kaybı gibi durumların marul yapraklarındaki etkisinin kolayca gözlemlenebiliyor olmasındandır.

Testlerde kullanılan marullar, sıradan bir semt marketinden alınmıştır. Yaklaşık olarak benzer büyüklüklere sahip marullar seçilmesine özen gösterilmiştir.

4.1 Referans Testler ve Sonuçları

Sistemin meyve ve sebzeler üzerinde oluşturacağı pozitif farkı gözlemleyebilmek ve karşılaştırma yapabilmek için iki farklı sebzelikte test yapılmıştır. Bunlardan ilki nemi hapsedme özelliği olmayan bir sebzelikte. İkincisi de, piyasada da farklı marka ve modellerde bulunan ve bir sebzelik kapağı ile nemi hapseden bir sebzelik sistemidir. Bu iki test de aynı tür nemi hapsedme özelliği olan ve manuel olarak ayarlanan bir sebzelik türündü test edildi. İlki, sebzelik sisteminin kuru konumunda, diğeri ise nemli konumunda gerçekleştirildi. Model olarak da projede kullanılan sistem deney düzeneğinin de yerleştirildiği Bosch KGN 57 model no-frost buzdolabı seçilmiştir.

4.1.1 Sıradan sebzelik test sonuçları

Daha önce de bahsedildiği gibi KGN 57 model buzdolabında nem ayar bölümünde kuru seçeneği seçilerek yapılan bu testler, sıradan bütün buzdolaplarındaki nem kontrolü olmayan sebzelikleri temsil etmektedir.

Şekil 4.1’de KGN 57 model bir buzdolabında nem kontrolünü sağlayan düğme gösterilmiştir. Düğme manuel olarak müşterinin seçimine göre kuru ve nemli konumuna ayarlanabilmektedir.



Şekil 4.1 : Nem kontrolü için manuel kontrol düğmesi.



Şekil 4.2 : Sebzelik kapağının açık konumundaki test sonuçları.

1. gün taze olduğu ve yapraklarının dik durduğu gözlemlenen marul, 3. gün itibari ile solmaya başlamıştır ve 5. günde ise pörsüyerek tazeliğini tamamen yitirmiştir. Bunun nedeni, ortam neminin kontrolsüz ve düşük olmasından dolayı marul ortamla dengeye gelebilmek için sürekli su kaybetme ve terleme eğilimi göstermiştir.

4.1.2 Nemi hapseden bir sebzelikte test sonuçları

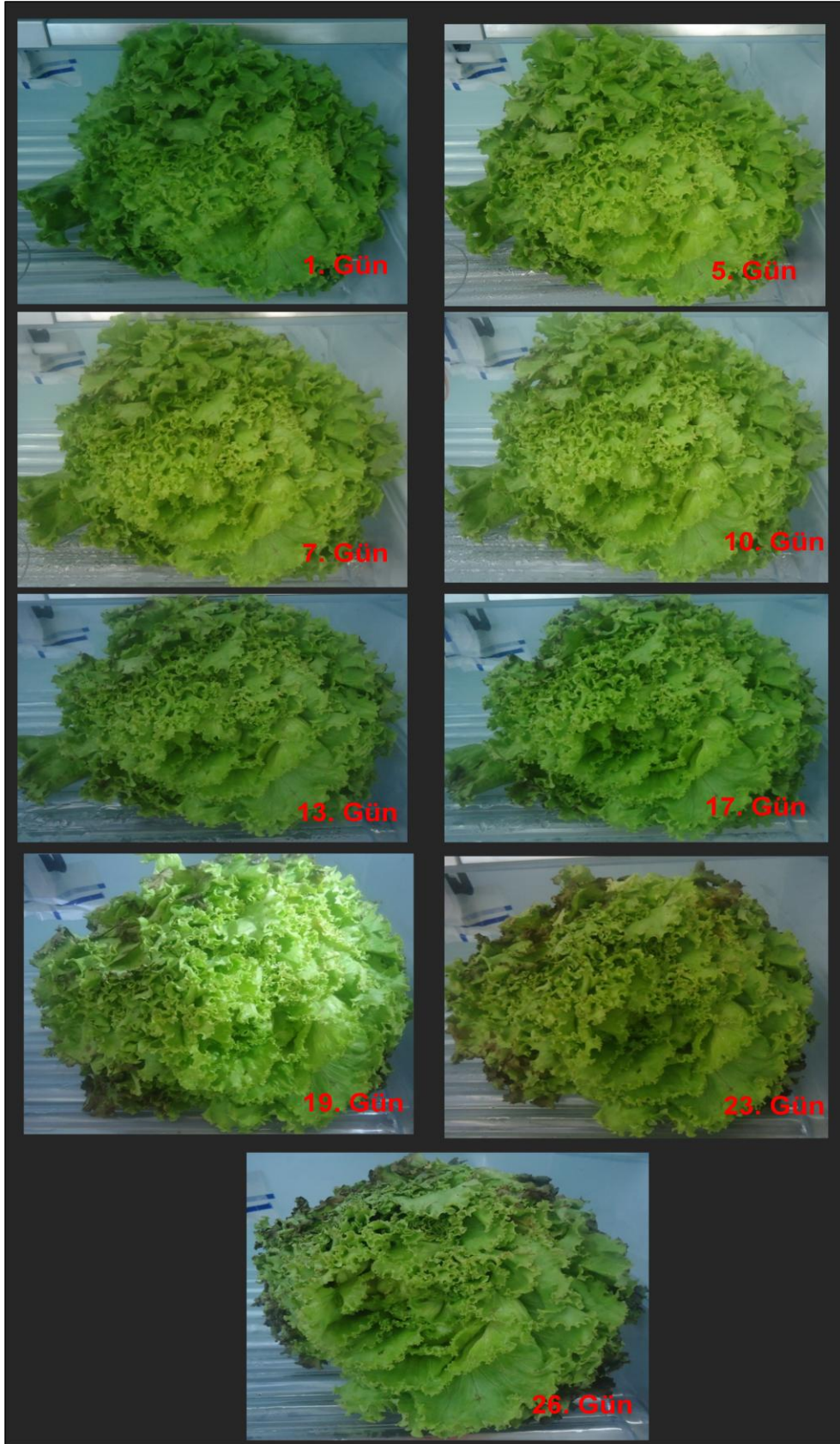
Aynı şekilde KGN 57 model dolapta yapılan bu testler sebzelik kapağının tamamen kapalı olduğu konumda yani nem ayarı kaydırma butonunun nemli olduğu konumda yapılmıştır.



Şekil 4.3 : Nemi hapseden bir sebzelikte test sonuçları.

7. gününde tazeliğini neredeyse ilk günkü gibi koruyan marul, 10. günden sonra pörsümeye ve solmaya başlamıştır. Sıradan bir sebzeliğe kıyasla 2 kat daha iyi olduğu gözlemlenen bu sebzelik tipinin en büyük dezavantajı, içerideki nemin ölçülemiyor ve kontrol edilemiyor olmasıdır. Özellikle sebzeliğin tam dolu olduğu durumlarda kontrol edilemeyen bağıl nemin %100'ü aşmasıyla sebzeliğin altında bakteri faaliyetleri için uygun bir ortam sağlayan su birikintileri oluşmaktadır.

4.2 Sistem Test Sonuçları



Şekil 4.4 : Deney düzeneğinin test sonuçları.

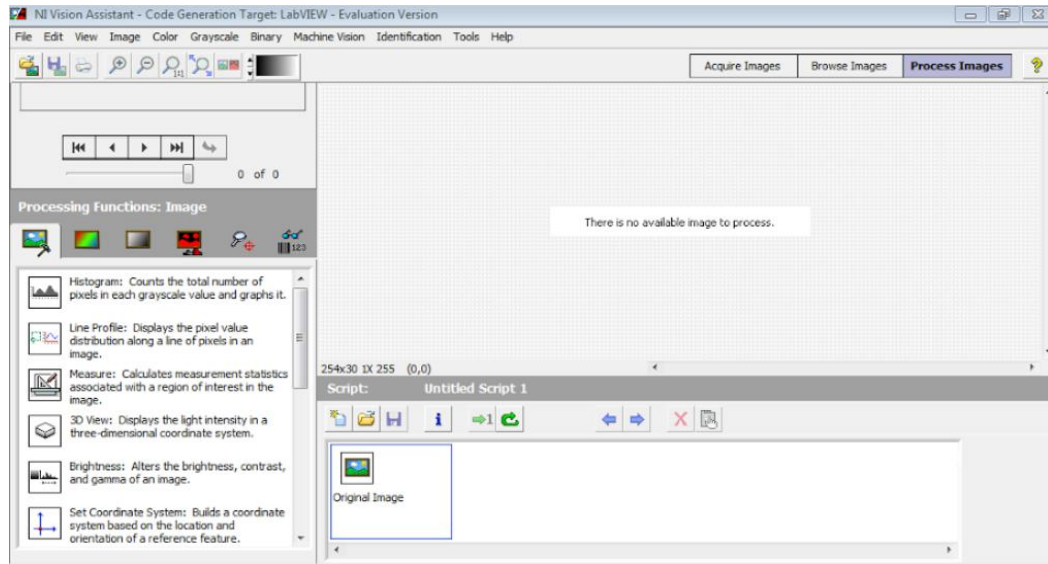
Daha önce de bahsedildiği üzere, projenin amacı meyve ve sebzelerin tazeliğini koruyabilmek için optimum koşulları sağlamaktır. Bu doğrultuda yapılan deney düzeneği ile referans testlerde yapıldığı gibi aynı marketten alınan yaklaşık aynı boyutlardaki taze bir marulla düzeneğin gerçekteki etkisi test edilmiştir.

İlk 20 gün, marulun tazeliğini oldukça iyi koruduğu, renk değişikliği ya da pörsüme gibi belirtilerin olmadığı gözlemlenmiştir. 20. Günden sonra marulda solma olmamasına rağmen yüzeyde ufak renk değişiklikleri gözlemlenmiştir. 26. Günde bile, optimum nem koşullarını sağlayan sistem sayesinde marulda pörsüme olmamıştır. Fakat dış yapraklarda görülen renk değişikliğinden dolayı test 26. Günde çürümenin başlaması nedeniyle sonlandırılmıştır. Renk değişikliğinin nedeni çürüme başlangıcıdır.

Test sonuçlarına göre, sıradan bir sebzeliğe göre 4 kat, nem kontrollü bir sebzeliğe göre de 2 kat daha iyi bir sonuç elde edilmiştir.

5. SONUÇLARI GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRME

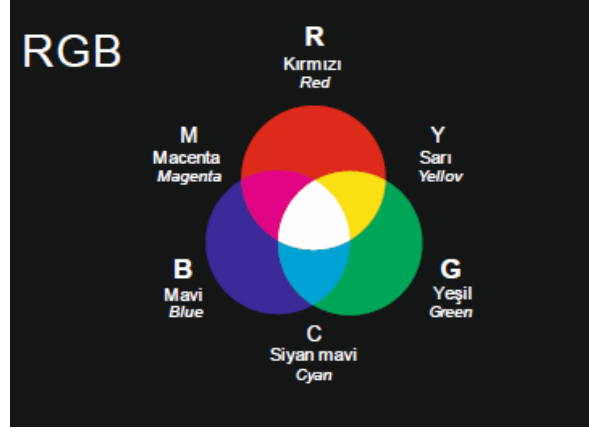
Yapılan testlerde çekilen fotoğraflar ile çürüme süreleri hakkında bilgi elde edilip sistemin diğer sebzelik tiplerine göre kaç gün daha uzun süre tazeliği koruyabildiği gözlemlenmiştir. Objektif bir ölçüm metodu ile de sonuçları değerlendirmek için görüntü işleme yöntemi ile fotoğrafların histogram grafikleri oluşturulup karşılaştırmalar yapılmıştır. Program olarak NI LabVIEW Vision Assistant kullanılmıştır.



Şekil 5.1 : LabVIEW Vision Assistant programı arayüzü.

Histogram grafikleri oluşturulurken RGB ve HSV renk uzaylarının her ikisi de kullanılarak sonuçlar elde edilip karşılaştırma yapılmıştır. Her iki histogram grafiğinde de dikey eksen piksel değerini göstermektedir.

RGB; Kırmızı, Yeşil ve Mavi için kullanılan bir kısaltmadır. Kırmızı “R”, Yeşil “G” ve Mavi “B” ile gösterilir. Bu renk modelinde tüm renkler; kırmızı, yeşil ve mavi renklerin farklı kombinasyonları ile elde edilir. Bu modele eklemeli renk modeli denir. Aynı zamanda bu renkler ana renk olarak adlandırılır. Ana renklerden eklemeye ikincil ışık renkleri elde edilir. Macenta; kırmızı artı mavi ile, siyan mavi; yeşil artı mavi ile ve sarı; kırmızı artı yeşil bileşimi ile oluşmaktadır. Bu üç rengin birleşiminden de beyaz elde edilir [15].

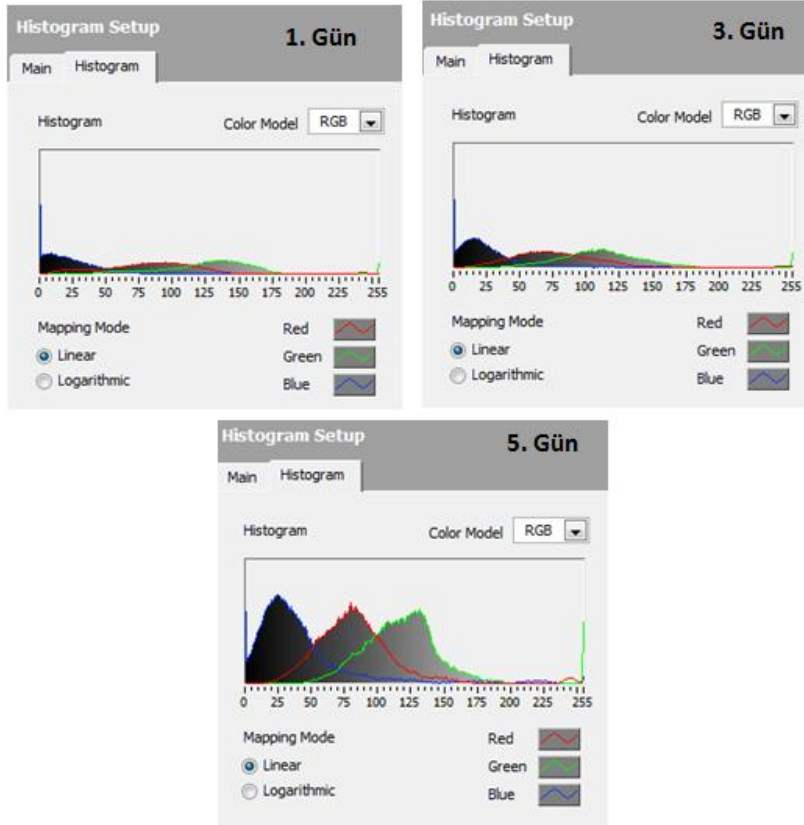


Şekil 5.2 : RGB renk uzayında birincil ve ikincil renklerin gösterimi.

HSV renk uzayı, renkleri sırasıyla renk özü, doygunluk ve parlaklık olarak tanımlar [16]. Ton (hue) rengin kendisini tanımlarken diğer değerler rengin tonunu değiştiren doygunluk ve parlaklık değerlerindeki değişimi gösterir.

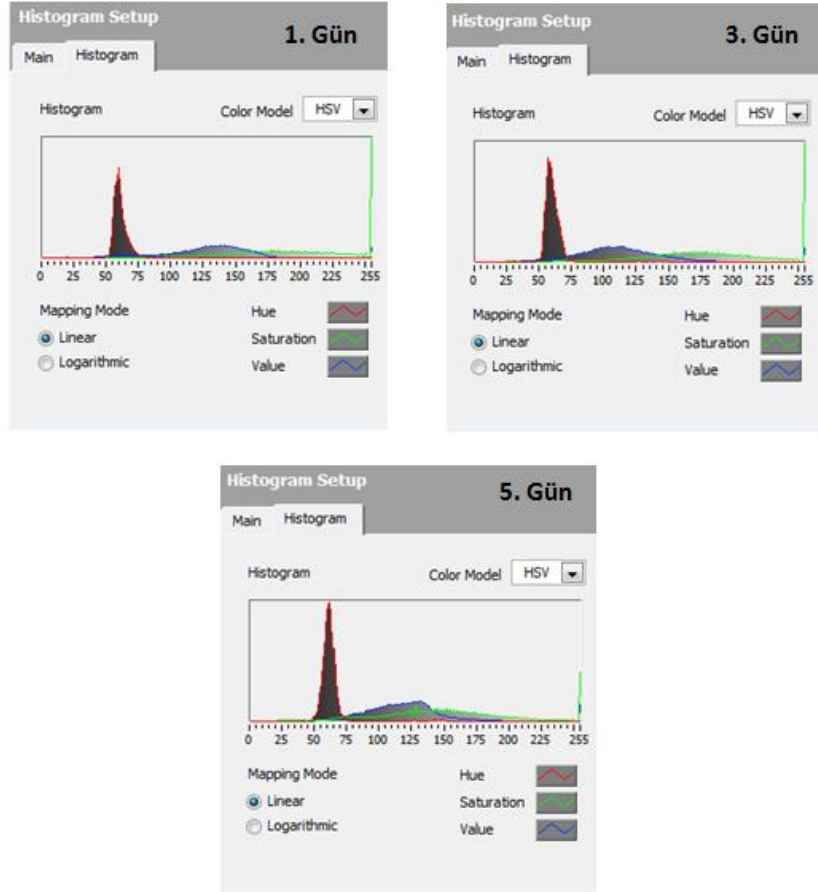
5.1 Sıradan Sebzelik Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri

Sıradan sebzelikte yapılan üç fotoğraflı marul testi sonuçları RGB ve HSV renk uzaylarında incelenmiştir.



Şekil 5.3 : Sıradan sebzelik sonuçları RGB grafikleri.

RGB grafiklerine bakıldığında, ilk gün grafiğinde gözlemlenen mavi değerinde 15, kırmızıda 95 ve yeşilde 140 tepe noktası değerleri yeşil renkteki baskınlığı temsil etmektedir. Sonraki günlerde grafiğin sağ tarafındaki artış marul renklerindeki sararmaları ve sol bölgesindeki artış da kahverengi lekeleri temsil etmektedir.



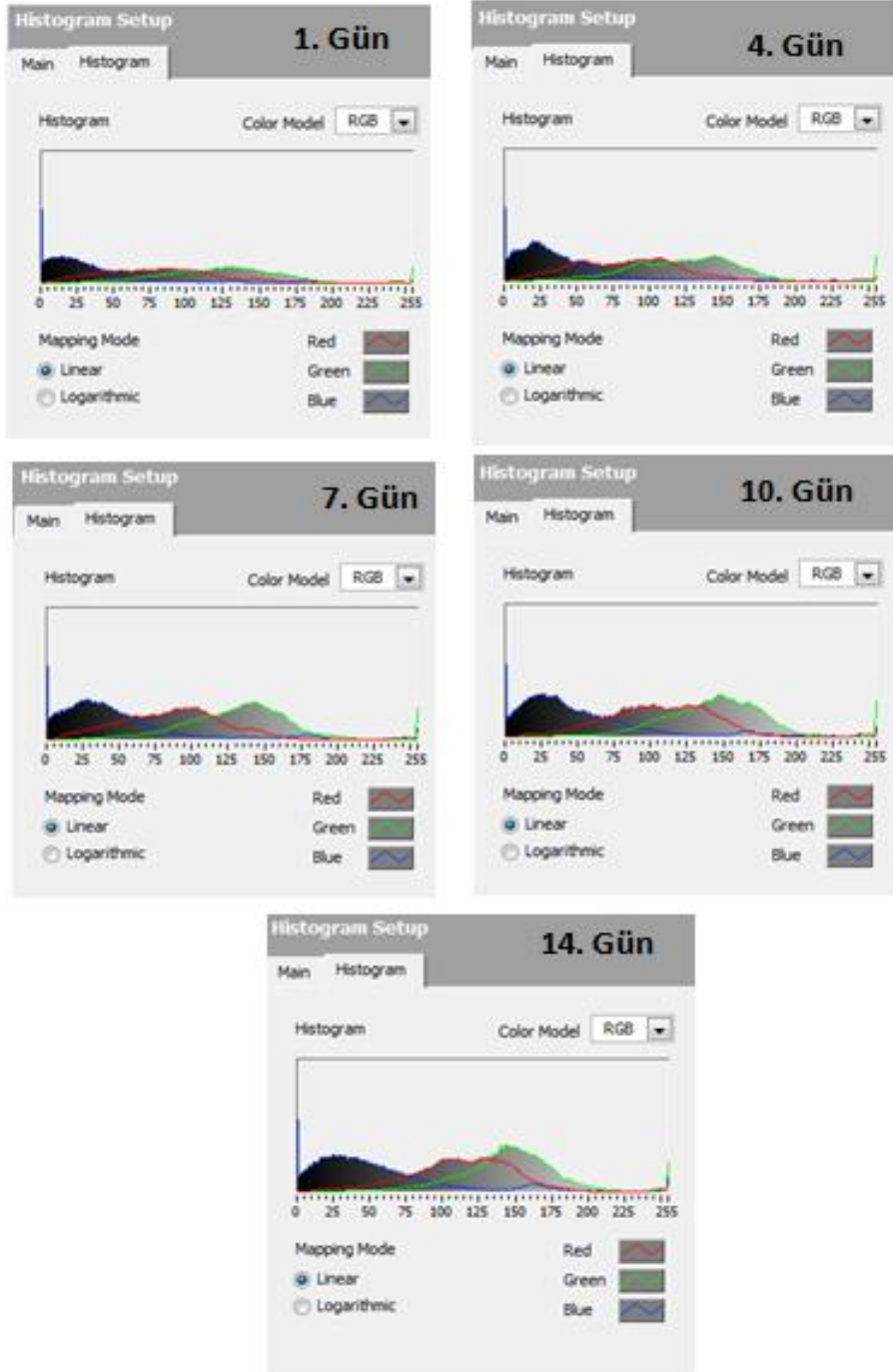
Şekil 5.4 : Sıradan sebzelik sonuçları HSV grafikleri.

HSV grafiklerinde hue değerinin 60 değerinde yoğunlaştığı görülmektedir. 60 değerindeki piksel sayısının artışı sarı tonlarındaki artış anlamına gelmektedir.

RGB ve HSV renk uzaylarında oluşturulan bu grafiklerle marullardaki sararmanın etkisi gözlemlenebilmektedir.

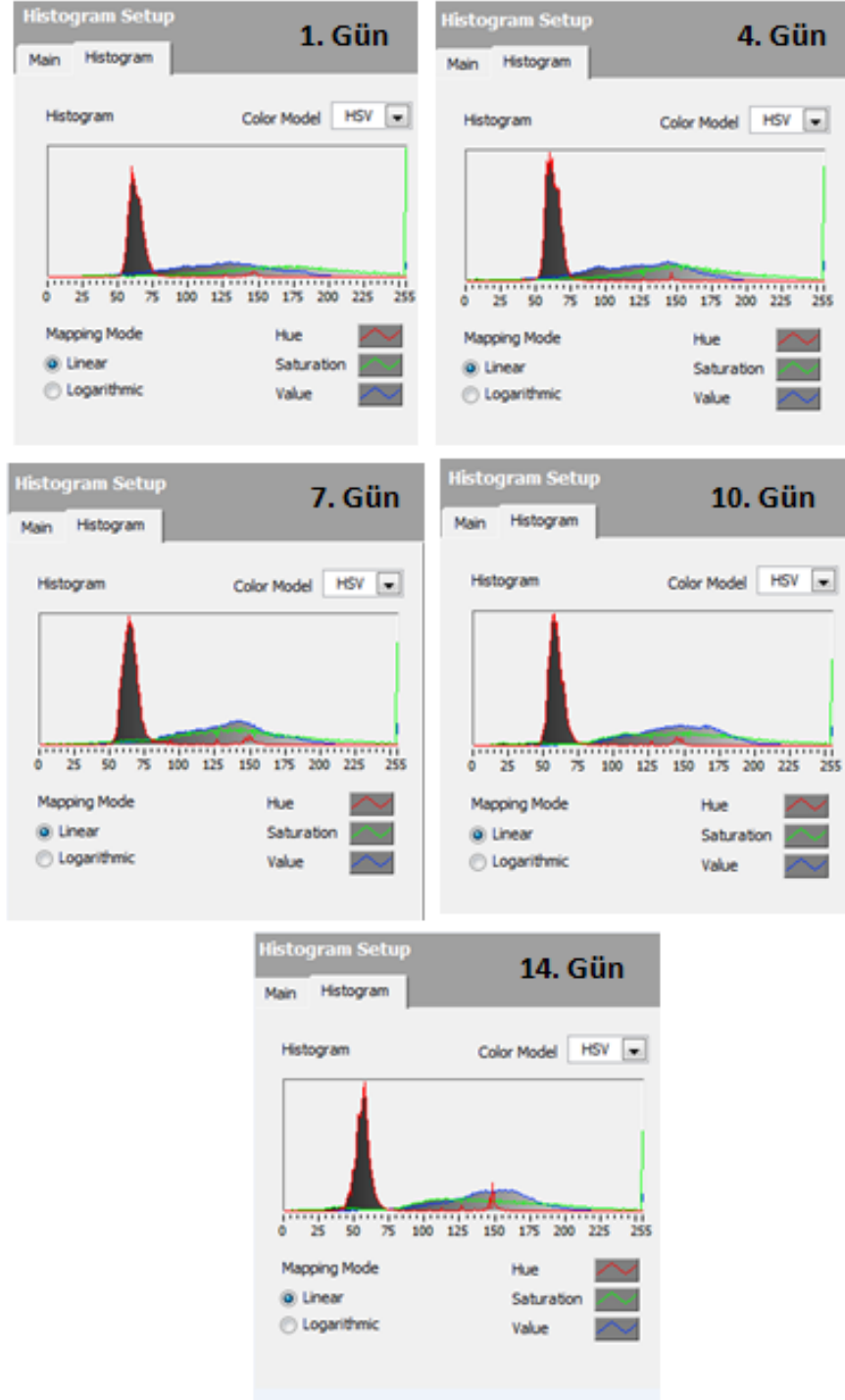
5.2 Nem Hapseden Sebzelik Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri

14 gün süren marul testinde belirgin değişikliklerin gözlemlendiği beş fotoğraf LabVIEW’de sırasıyla RGB ve HSV renk uzaylarında histogram grafikleri oluşturularak incelenmiştir.



Şekil 5.5 : Nemi hapseden sebzelik sonuçları RGB grafikleri.

Görüntülerin RGB grafiklerine bakıldığında, açık renklerin temsil edildiği sağ taraftaki piksel oranlarında günden güne artış olmuştur. Bu artış, maruldaki sarı bölgelerin artışı göstermektedir.

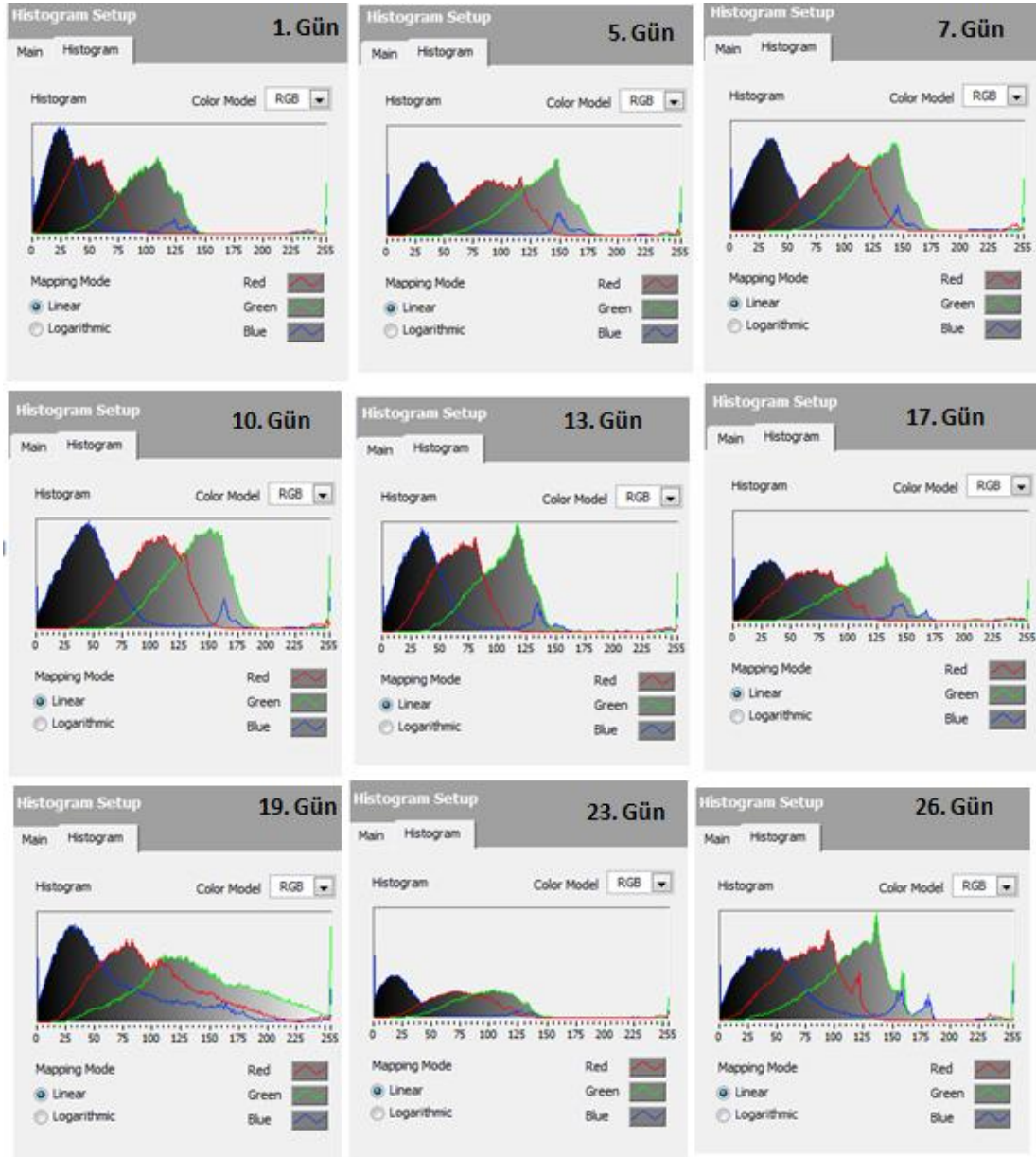


Şekil 5.6 : Nemi hapseden sebzelik sonuçları HSV grafikleri.

Sıradan sebzelik test sonuçlarında olduğu gibi, nemi hapseden sebzelik test sonuçlarının Şekil 5.5’de gösterilen HSV grafiklerinde en belirgin artış sararmayı temsil eden 60 hue değerinde olmuştur. Son gün gözlemlenen 150 değerindeki artış koyu yeşili temsil eder ve marul yapraklarındaki renk dağılımında bir değişikliğin olduğu yönünde yorumlanabilir.

5.3 Sistem Test Sonuçlarının Histogram Grafikleri

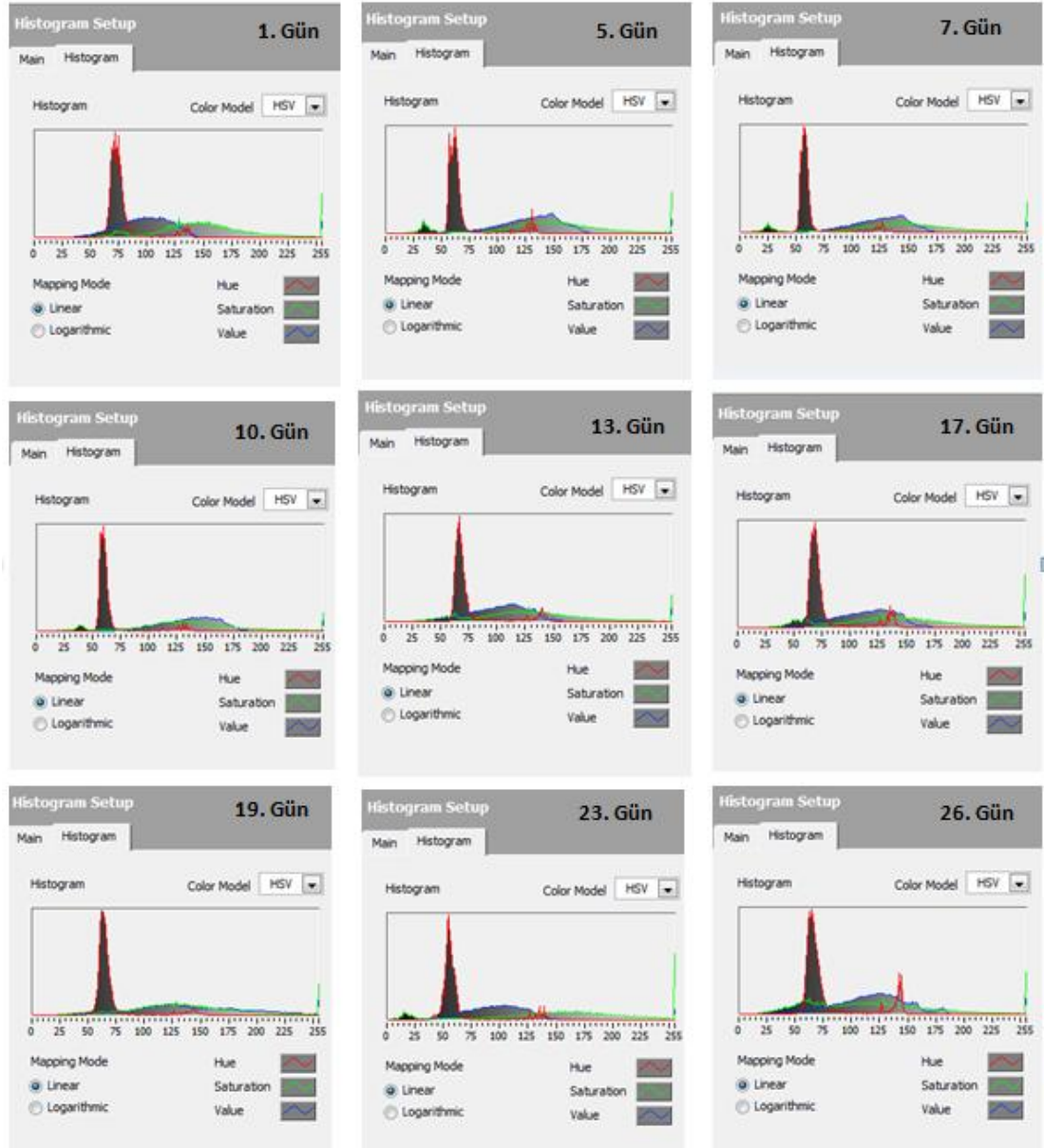
Ozon ve nem kontrolünün yapıldığı deney düzeneği ile yapılan marul testi fotoğrafları RGB ve HSV renk uzaylarında incelenmiştir. Fakat, fotoğraflardaki ışık farklılığı histogramlarda renk dağılımında değişiklik ve karışıklığa neden olmuştur. Bu yüzden sonuçlar incelenirken HSV grafiklerinin daha doğru sonuç verdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 5.7 : Sistem sonuçlarının RGB grafikleri.

26 gün boyunca tazeliğini koruyan marulun yapısında çok büyük değişiklikler olmamıştır, 26 gün sonra bile marulun orta kısmı hala canlı ve bir solma belirtisi göstermemektedir. Yalnızca marulun üst bölümlerinde kahverengi lekeler

oluşturmuştur. Fakat bu RGB grafiklerinde farkedilir bir şekilde gözlemlenememiştir.



Şekil 5.8 : Sistem sonuçlarının HSV grafikleri.

Şekil 5.7’de gösterilen sitem sonuçlarının HSV grafiklerinde gözlemlenen en yoğun piksel değeri 60 hue değerinde gözlemlenmiştir. Fakat bu değer günden güne çok büyük değişiklikler göstermemiştir. Beklenen de marulda sararma olmadığı için günden güne bu değerin yaklaşık olarak aynı kalmasıdır. Bir diğer nokta ise, 26. günde artan 140 hue değeridir. Bu değerin de yeşil tonlarından kahve tonlarına doğru bir artışı temsil etmekte olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Meyve ve sebzeler için optimum koşulların sağlanarak, akıllı bir sistem yardımıyla tazelik süresini mümkün olduğunca uzatmak amacıyla yola çıkılan bu projede, çürüme hızını etkileyen bağıl nem ve etilen gazı miktarı değerleri üzerine çalışılmıştır. Bu etkenleri, belirlenen optimum koşullarda tutabilen iki kontrol döngüsü hazırlanarak belirlenen algoritmalarla Arduino UNO ile programlanıp deney düzeneği hazırlanmıştır.

Teoride tazelik süresini arttırması beklenen deney düzeneği, çalışan bir buzdolabına uygulayarak konsepti kanıtlayabilmek için gerçek bir marul üzerinde çeşitli testler yapılmıştır. Bu doğrultuda mevcut sistemler ile kıyaslayabilmek için referans testler de yapılmıştır. Her gün fotoğraflanarak değişimleri gözlenen marulları görsel olarak çürüme eğilimi gözlenerek bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca, fotoğrafların objektif değerlendirilmesini de sağlamak için görüntü işleme yöntemiyle LabVIEW programında RGB ve HSV renk uzaylarında histogramları çıkarılarak grafikler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan grafiklerde günden güne sararma ve çürüme belirtileri gözlemlenebilmiştir.

Bütün yapılan testler ve değerlendirmeler sonucunda tez kapsamında yapılan deney düzeneğinin marullar üzerinde sıradan bir sebzeliğe göre beş kat daha iyi bir sonuç ve piyasada yine piyasada bulunan nemi hapsetme özelliği olan bir sebzeliğe göre iki kat daha iyi bir sonuç sağlamıştır.

Çizelge 6.1 : Marul testi sonuçları.

SEBZELİK TİPİ	TAZE SAKLAMA SÜRESİ
Sıradan Bir Sebzelik Modeli	5 gün
Nemi Hapsetme Özellikli Bir Sebzelik	14 gün
Sistem Deney Düzeneği	26 gün

Testler süresince gözlemlenen bir diğer durum ise, mevcut sistemler ile yapılan testlerde en belirgin çürüme belirtisi marul yapraklarının su kaybından dolayı tamamen solmasıdır. Fakat ozon ve nem kontrolü sağlayan deney düzeneğinin uygulandığı sebzeliikteki marulda solma olmamıştır. Üst yapraklarında kahverengi lekeler bulunsa bile 26 gün sonunda bile marulun orta kısmı taze görünmektedir. Bu da ozon ve nem kontrol sisteminin sağladığı en büyük avantajlardan biridir.

Piyasadaki tazeliği uzatan ürün ve teknolojilere göre çok daha iyi olduğunu gösteren sonuçlara sahip bu akıllı tazelik sistemi hiçbir buzdolabı üreticisi tarafından kullanılmamakta olup, patentlenmiştir [10].

6.1 Öneriler

Bu tezde daha çok konseptin kanıtlanması üzerine durulmuş olup, bir sonraki aşamalarda, tezde ihmal edilen sebzelik çekmecesinin içerisindeki meyve sebzelerin kütlesi ve cinsi de hesaba katılarak çalışma detaylandırılabilir. Çekmece içerisindeki meyve veya sebzenin cinsi görüntü işleme yöntemleriyle tanımlanarak, ortam bağılı nemi besin cinsine göre en optimum koşullara getirilebilir.

Bunun yanı sıra, ortam bağılı neminin istenen değerin altında kaldığı durumlarda, optimum koşullara daha hızlı getirebilmek için bir nem jeneratörü kullanılabilir. Bu nem jeneratörü sayesinde, kullanıcı tarafından buzdolabının açılıp kapanması gibi sistem dengesini bozan durumlarda jeneratör devreye girerek hızlı bir şekilde sistemin tekrar dengeye gelmesini sağlayabilir.

Bu tezde elde edilen pozitif sonuçlardan yola çıkılarak, tazelik çekmecesinin konsepti yalnızca meyve ve sebzeler üzerinde değil diğer besin grupları için de uygulamalar hazırlanarak genişletilebilir. Buzdolabı içerisinde süt ürünleri, et ürünleri gibi farklı bölmeler oluşturulup bu besin türleri için optimum saklama koşullarına göre farklı akıllı sistemler geliştirilebilir. Farklı besin gruplarına göre farklı sıcaklıklara ayarlanabilen, birden çok soğutma çevrimine sahip akıllı soğutma konsepti tasarlanabilir ve her bir çekmeceye ozonun bakteriler üzerindeki öldürücü etkisinden faydalanarak farklı ozon sistemleri geliştirilebilir.

Bir sonraki aşamada, sistemin objektif değerlendirme kısmı geliştirilerek görüntü işleme teknikleri daha detaylı bir şekilde kullanılabilir. Sebzelik çekmecesinin içerisine yerleştirilen sabit bir kamera yardımıyla, sabit ışıktaki deneyin fotoğraflanması

sağlanarak, objektif değerlendirme daha verimli hale getirilebilir. RGB veya HSV renk uzayı sistemleri kullanarak alınan görüntüler bilgisayar ortamında işlenerek daha önceden her bir besin grubu için belirlenmiş ton veya renk değerleri limitlerine göre çürüme otomatik olarak tespit edilebilir. Bu çürüme tespiti özelliği, aynı zamanda kullanıcıyı uyaran veya cep telefonu yoluyla mesaj atarak uyaran akıllı bir sistem haline de dönüştürülebilir. Böylelikle kullanıcı sebzelik çekmecesini içerisinde çürüme başladığına dair sinyal ya da mesajı farkedip çürüyen besini çekmece içerisinden çıkararak kötü kokuların oluşması ve bakteri üremesi gibi durumları da engellemiş olur.

KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <<http://en.wikipedia.org/wiki/Refrigerator>>, alındığı tarih: 06.07.2014
- [2] **Url-2** <<http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu809/Sogukta%20Muhafaza.pdf>>, alındığı tarih: 10.11.2014
- [3] **Lou, S., Jin, S., Li, J.** (2009), A Smart Fridge with an Ability to Enhance Health and Enable Better Nutrition, Australia
- [4] **Url-3** <<http://www.samsung.com/us/appliances/refrigerators/RF4289HARS/XAA>>, alındığı tarih: 03.05.2014
- [5] **Matsushita Refrigerator Co Ltd** (2002), *Buzdolaplarında Meyve ve Sebze Bozulmayı Algılama ve Tazelik Kontrolü*, Japonya, JP2002/195971
- [6] **Arrigo, V. M.** (2013), *Refrigerator Crisper Ozonation System and Related Method*, United States, US2013/0059047
- [7] **Skog, L. J. ve Chu, C.L.** (2001). Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage, Canada
- [8] **Karaca, H.** (2010). Ozonlamanın marul, ıspanak ve maydanozlarda mikrobiyel inaktivasyon ve raf ömrü üzerine etkisi, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara
- [9] **Url-4** <http://www.earthsafeozone.com/pdf_docs/Ozone-fruit-experiment-web.pdf>, alındığı tarih: 15.02.2014
- [10] **Özkan, İ. ve Boyraz, P.** (2013), *Taze Gıdayı Uzun Süre Taze Tutan Bir Ev Aleti ve Ev Aletinde Kullanılan Bir Metot*, Türkiye, TR2013/03853
- [11] **Url-4** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Ozon>>, alındığı tarih: 04.06.2014
- [12] **Kuşçu, A. ve Pazır, P.** (2004). Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları, Ege Üniversitesi
- [13] **Url-5** <https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_259300.html>, alındığı tarih: 24.03.2014
- [14] **Hardenburg, R.E., Watada, A.E., ve Wang, C.Y.** (1986). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA-ARS Agriculture Handbook Number 66 (revised)
- [15] **Polat, H. H.** (2012). Grafik Tasarım Sürecinde Kullanılan Aygıtların Renk Modelleri, İdil Dergisi, Cilt 1, Sayı 3
- [16] **Url-6** <http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV>, alındığı tarih: 28.09.2014

EKLER

EK A: Arduino UNO Program Kodu

EK B: MQ131 Ozon Sensörü Özellikleri

EK C: DHT22 Nem Sensörü Özellikleri

EK A Arduino UNO Program Kodu

```
#include <dht.h>
#include <Timer.h>
#include <Event.h>
#include <Servo.h>
#include <dht11.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);           // select the pins
used on the LCD panel

Servo myservo;
int counter=0;
int ozonecounter=0;
int flag=0;
int ozoneflag=0;
int val;    // variable to read the value from the analog pin
//const int Ozone_Generator_Pin = 0;          //connect
one LED to this pin (with appropriate current-limiting resistor
of course)
//const      int      Ozone_Generator_Pin_OFF=      8;
//connect another LED to this pin (don't forget the resistor)
const unsigned long PERIOD1 = 60000;    //one second
//const unsigned long PERIOD2 = 10000;    //ten seconds
Timer t;                                //instantiate the timer
object

#define SENSOR_PIN 2 //DHT22 Pin number
#define TEMP_RELAY_PIN 5
#define HUMIDITY_RELAY_PIN 6
#define OPTIMUM_TEMP 25
#define OPTIMUM_HUMIDITY 98
#define Min_humidity 93
#define TEMP_LIMIT 1
#define HUMIDITY_LIMIT 2
#define DELAY 2000
#define Ozone_Generator_Pin 1
#define Ozone_sensor_pin 1
#define Min_ozone 100    //as ppb
#define Max_ozone 200

dht sensor; //dht22 sensor prototip
//dht11 sensor;

//int pos= 0;

//VARIABLES FOR OZONE SENSOR
float Vc=0.0;
float ratio=0.0;
float x=0.0;
float ppbvalue=0.0;
float ppb=0.0;
float c=1.505;
float m=-0.903;
float Ro=23850.0;
```

```

float Rs=0.0;
float Rl=20000.0; //or 20000k ohm

void setup() {
  pinMode(TEMP_RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(HUMIDITY_RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(Ozone_Generator_Pin, OUTPUT);
  //pinMode(Ozone_Generator_Pin_OFF, OUTPUT);
  myservo.attach(3);
  digitalWrite(TEMP_RELAY_PIN, LOW);
  digitalWrite(HUMIDITY_RELAY_PIN, LOW);
  digitalWrite(Ozone_Generator_Pin, LOW);
  // Serial.begin(9600);
  myservo.write(80);
  counter=0;
  ozonecounter=0;
  /*Ozone Generator Zamanalama */
  // t.every(20000,doSomething);
  //t.oscillate(Ozone_Generator_Pin, PERIOD1, HIGH);
  //t.oscillate(Ozone_Generator_Pin_OFF, PERIOD2, LOW);
  //t.pulse(Ozone_Generator_Pin, 10 * 1000, LOW); // 10 seconds
  will be open the ozone generator
  // t.pulse(pin, 10 * 60 * 1000, HIGH); // 10 minutes
  //t.pulse(Ozone_Generator_Pin, 10*60*1000, LOW); // 10
  minute will be close the ozone generator
  lcd.begin(16, 2); // start the library

  lcd.setCursor(0,0); // set the LCD cursor
  position

  lcd.print("Nem ve Ozon"); // print a simple message on the
  LCD
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Kontrol");
  delay(DELAY);
  lcd.clear();
  delay(DELAY);
}

void loop() {

while(1){
  //DHT22 Humidity Sensor Read
  uint32_t start = micros();
  int status = sensor.read22(SENSOR_PIN);
  uint32_t stop = micros();
  //MQ-131 Ozone Sensor Read
  Vc=5.0 * analogRead(A5)/1023;

  Rs=(float) (5.0/Vc-1)*Rl;

  ratio=(float) Ro/Rs;
  x=pow(10,-c);

  ppbvalue=ratio*x;
  ppb=pow(ppbvalue,1/m);
}

```

```

    printDebugData(status);

    if (status == 0) {
        float temp = (float)sensor.temperature;
        float humidity = (float)sensor.humidity;
        checkOzoneHumidity(ppb, humidity);
        printSerialPortData(ppb, humidity);
        printLcdData(ppb, humidity);

        t.update();
    }
    delay(DELAY);
}

}

void printDebugData(int status) {
    Serial.print("Read sensor: ");
    switch (status) {
        case 0: Serial.println("OK"); break;
        case -1: Serial.println("Checksum Error"); break;
        case -2: Serial.println("Time Out Error"); break;
        default: Serial.println("Unknown Error"); break;
    }
}

void printLcdData(float ppb, float humidity) {
    lcd.home();
    lcd.print("Nem:");
    lcd.print(humidity);
    lcd.print("%");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Ozon:");
    lcd.print(ppb);
    lcd.print("ppb");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print("Cn:");
    lcd.print(ozonecounter);
}

void printSerialPortData(float ppb, float humidity) {
    Serial.print("Humidity (%): ");
    Serial.println(humidity, 2);
    /* Serial.print("Temperature (C): ");
    Serial.println(temp, 2);*/
    Serial.print("OZONE ppb Calculation : ");
    Serial.println(ppb,2);
}

void checkOzoneHumidity(float ppb, float humidity) {
    delay(DELAY);
    //checkTemp(temp);
    checkOzone(ppb);
    checkHumidity(humidity);
}

```

```

}

/*void checkTemp(float temp) {
    if (temp < (OPTIMUM_TEMP)) {
        digitalWrite(TEMP_RELAY_PIN, LOW);
    } else if (temp > (OPTIMUM_TEMP)) {
        digitalWrite(TEMP_RELAY_PIN, HIGH);
    }
}*/

void checkHumidity(float humidity) {

    if(humidity<Min_humidity){
        digitalWrite(HUMIDITY_RELAY_PIN, HIGH);
        int pos=110;
        myservo.write(pos);      // tell servo to go to position in
variable 'pos'

        delay(15);
        flag=0;
        // motorsayici(flag);
    }

    else if(humidity>=OPTIMUM_HUMIDITY){
        digitalWrite(HUMIDITY_RELAY_PIN, LOW);
        int pos=80;
        myservo.write(pos);      // tell servo to go to
position in variable 'pos'
        delay(15);
        flag=1;
        // motorsayici(flag);
    }

}

void checkOzone(float ppb){

    if(ppb<Min_ozone){

        digitalWrite(Ozone_Generator_Pin,HIGH);
        ozoneflag=1;
        Ozonsayici(ozoneflag);
    }

    else if(ppb>Max_ozone){
        digitalWrite(Ozone_Generator_Pin,LOW);
        ozoneflag=0;
        Ozonsayici(ozoneflag);
    }

}

/*void motorsayici(int flag){

    if(flag==1){

        counter=counter+1;

    }else if(flag==0){

```

```
        counter=counter;
    }

    }*/

void Ozonsayici (int ozoneflag) {
    if(ozoneflag==1){
        ozonecounter=ozonecounter+1;
    }else if(ozoneflag==0){
        ozonecounter=ozonecounter;
    }
}
```


EK B MQ131 Ozon Sensörü Özellikleri

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC or DC
V _H	Heating voltage	6V±0.1	AC or DC
R _L	Load resistance	Variable	
R _H	Heater resistance	31Ω±5%	Room Tem
P _H	Heating consumption	Less than 1100mw	

B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10℃-50℃	
Tas	Storage Tem	-20℃-70℃	
R _H	Related humidity	Less than 95%RH	

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
Rs	Sensing Resistance	100KΩ-200KΩ (50ppb O ₃)	Detecting concentration scope 10ppb-2ppm O ₃
α O ₃ (100ppb/50ppb)	Concentration Slope rate	≤0.65	
Standard Detecting Condition	Temp: 20℃±2℃ Vc:5V±0.1 Humidity: 65%±5% Vh: 6V±0.1		
Preheat time	Over 24 hour		

EK C DHT22 Nem Sensörü Özellikleri

Power supply	3.3-5.5V DC
Output signal	digital signal via 1-wire bus
Sensing element	Polymer humidity capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +-2%RH (Max +-5%RH); temperature +-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Interchangeability	fully interchangeable

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: İstem Özkan

Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya, 16.12.1987

Adres: Şelale Cad. Spradon Quartz B2 D:42 Bahçeşehir-İstanbul

E-Posta: istemozdemir@gmail.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi-Makine Mühendisliği

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

BSH Ev Aletleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Soğutucu Divizyonu AR-GE Merkezi, Geliştirme Mühendisi, (2010 – Halen)

- BSH İnovasyon Günü Proje Yarışması 1.ligi (2014)
- BSH İnovasyon Günü Proje Yarışması 2.ligi (2013)

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

▪ **Özkan, İ. ve Boyraz, P.** (2013), *Taze Gıdayı Uzun Süre Taze Tutan Bir Ev Aleti ve Ev Aletinde Kullanılan Bir Metot*, Türkiye, TR2013/03853