



**FARKLI BASINÇLARDA R404a GAZI KULLANILAN
BİR SOĞUTMA SİSTEMİ PERFORMANSININ
BELİRLENMESİ**

**BURCU AKSÜT
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi. Hakan POLATCI**

Nisan - 2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BASINÇLARDA R404a GAZI KULLANILAN BİR SOĞUTMA SİSTEMİ
PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

BURCU AKSÜT

TOKAT
Nisan 2019

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

G.O.P Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2016/87 nolu proje ile desteklenmiştir.

Burcu AKSÜT tarafından hazırlanan “Farklı Basınlarda R404a Gazı Kullanılan Bir Soğutma Sistemi Performansının Belirlenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.04.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr.Öğr.üye. Hakan POLATCI

Üye
Prof.Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ

Üye
Doç.Dr. Yeşim Benal ÖZTEKİN

H. Polat
.....
G. Ergüneş
.....
B. Öztekın
.....

ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

BURCU AKSÜT

19.04.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI BASINÇLARDA R404a GAZ KULLANAN BİR SOĞUTUCUDA MAYDANOZ VE MUHAFAZA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

BURCU AKSÜT

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ HAKAN POLATCI)

Bu çalışmada, R404a gazı kullanılan bir soğutucuda, farklı basınçlarda (950,1050,1150 kPa) muz meyvesi ve maydanoz bitkisinin muhafaza performansı incelenmiştir. Denemeler yaklaşık 10-12 gün kadar sürmüştür. Çalışma kapsamında ağırlık kayıpları, renk değişimleri, enerji tüketimi ve sıcaklık değerleri gibi unsurlar belirlenmiştir. Denemeler sonucunda, ağırlık kayıpları maydanoz bitkisi için 950 kPa basınçta 21.75gr ,1050 kPa basınçta 36.59gr ,1150 kPa basınçta ise 30.72gr olarak belirlenmiştir. Muz meyvesi için 950 kPa basınçta 8.06gr, 1050 kPa basınçta 6.60gr, 1150 kPa basınçta ise 8.19gr olarak belirlenmiştir. Muhafaza edilen ürünlerin alan değişimleri görüntü işleme yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmada maydanoz bitkisinin sapında meydana gelen incelmeler nedeniyle görüntüyü bozan ayrı alanlar oluştuğu için, bu bitkide görüntü işleme yapılamayacağı belirlenmiştir. Her iki üründe de taze ve muhafaza sonrası SÇKM, pH, toplam asitlik ve C vitamini analizleri yapılmıştır. Muz meyvesi için tüm muhafaza koşullarında elde edilen örnekler tazeye göre kıyaslandığında SÇKM, pH ve TA için en uygun basınç değeri 950 kPa olduğu belirlenmiştir. Maydanoz bitkisi için ise SÇKM için en uygun basınç değeri 950-1050 kPa, pH için 1150 kPa ve TA için 950 kPa olduğu tespit edilmiştir.

2019, 45 sayfa

ANAHTAR KELİMELELER: Görüntü işleme, Soğutucu akışkan, Kalite kriterleri, Muhafaza, Basınç, Gaz performansı

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF PARSLEY AND BANANA STORAGE PERFORMANCE IN A COOLER USING R404a GAS IN DIFFERENT PRESSURES

BURCU AKSÜT

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

SUPERVISOR: DR. ASSOC. ÜYE. HAKAN POLATÇI

In this study, the preservation performance of banana fruit and parsley plant at different pressures (950,1050,1150 kPa) was investigated in a refrigerant using R404a gas. Experiment lasted for about 10-12 days. Weight loss, color changes, energy consumption and temperature values were determined. As a result of the experiments, the weight loss was determined as 21.75 g at 950 kPa pressure, 36.59 g at 1050 kPa pressure and 30.72 g at 1150 kPa pressure. For the banana fruit 950 kPa pressure was found to be 8.06 g, at 1050 kPa, 6.60 g, and at 1150 kPa, 8.19 g. Effected area changes of the products were determined by image processing method. In this study, it was determined that image processing could not be carried out because of the thin areas that disrupts the view due to thinning of the parsley plant. Both products were tested for fresh and post-storage SSC, pH, Total acidity and vitamin C. When the samples obtained in all storage conditions for the banana fruit were compared to freshness, the optimum pressure value was determined as 950 kPa for TSS, pH and TA. For the parsley plant, the optimum pressure value for SÇKM was found to be 950-1050 kPa, 1150 kPa for pH and 950 kPa for TA.

2019, 45 pages

KEYWORDS: Image processing, Refrigerant, Quality criteria, Enclosure, Pressure, Gas performance

ÖNSÖZ

Öncelikle yüksek lisans tez çalışmam boyunca beni yönlendiren, destek ve her türlü katkılarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üye. Hakan POLATCI'ya ayrıca çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen yol gösteren çalışmalarımda büyük destek veren sayın hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Adil Koray YILDIZ, Dr. Öğr. Üyesi Sayın Onur Saraçoğlu'na, Arş. Gör. Muhammet TAŞOVA'a, arkadaşım Emine ADSIZ ve Sami BOYAR olmak üzere tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım sırasında her türlü maddi manevi desteği veren annem Filiz AKSÜT'e ve babam İlhan AKSÜT'e teşekkür ediyorum.

BURCU AKSÜT

19.04.2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİSİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Kompresör.....	13
3.2. Kondenser (Yoğuşturucu)	14
3.3. Evaporatör	14
3.4. Soğutucu Akışkan R404a ve Özellikleri	16
3.5. Bakır İletim Boruları	16
3.6. Kılcal Boru	17
3.7. Sıcaklık Sensörü.....	17
3.8. Meyve Ağırlığı Ölçümü	20
3.9. Analizler	20
3.9.1. Meyve kabuk renginin belirlenmesi	20
3.9.2.Toplam asitlik miktarının ölçümü	21
3.9.3. pH değeri ölçümü	21
3.9.4. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ölçümü	22
3.9.5. C vitamini tayini.....	22
3.10. Matematiksel Modelleme	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	24
4.1. Ağırlık Kayıpları	24
4.1.1. Muz meyvesinde ağırlık değişimi	24

4.1.2. Maydanoz bitkisinde ağırlık değişimi	24
4.2. Renk Analizi.....	25
4.3. Görüntü İşleme Sonucu Muz Renk Tablosu	28
4.4. Görüntü İşleme.....	30
4.5. Matematiksel Modelleme Verileri	33
4.5.1. Sigma analizinde kullanılan formüller	33
4.6. Kimyasal Analizler.....	35
4.7. C Vitamini Analizi	38
4.8. Enerji Tüketimi	38
5. SONUÇ.....	41
6. KAYNAKLAR.....	42
7. ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
ASHP	Hava kaynaklı ısı pompası
CFC	Kloroflorokarbon
cm	Santimetre
COP	Performans katsayısı
CRS	Kademeli soğutma sistemi
DSD	Düşük sıcaklık devresi
FAO	Gıda ve tarım örgütü
GWP	Küresel ısınma potansiyeli
HCFC	Hidrokloroflorokarbon
HTC	Yüksek sıcaklık çevrimi
IHX	İç ısı esanjörü
kg	Kilo gram
kPa	Kilo pascal
kWh	Kilo watt saat
LTC	Düşük sıcaklık çevrimi
M	Metre
mm	Milimetre
ODP	Ozon tüketme potansiyeli
S	Saniye
SÇKM	Suda çözünebilir kuru madde miktarı
STK	Soğutma tesir katsayısı
T	Sıcaklık
TA	Toplam asitlik
TEA	Titre edilebilir asitlik
TWEI	Toplam çevresel ısınma etkisi
VCR	Buhar sıkıştırırmalı soğutma
YSA	Yapay sinir ağları
YSD	Yüksek sıcaklık devresi

Simgeler

a

b

BI

C

G

h

 h^0

k

L

P

 R^2

X

 ΔE **Açıklama**

Renk indeksi

Renk indeksi

Kahverengilik değeri

Kroma değeri

Ekserji verimi

Model eşitliği katsayısı

Hue açısı

Model eşitliği katsayısı

Renk indeksi

Anlamlılık seviyesi

Kararlılık seviyesi

Ekserji kaybı

Toplam renk farklılık değeri

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. İmal edilen soğutma sistemi.....	13
Şekil 3.2.Kompresör.....	14
Şekil 3.3. Kondenser (Bulut, 2010).....	14
Şekil 3.4. Evaporatör.....	15
Şekil 3.5 Soğutma çevrimi (Çengel ve ark. 2016)	15
Şekil 3.6.Yüksek ve Alçak basınç göstergesi.....	17
Şekil 3.7.Bilgisayar destekli kontrol programı (Labview).....	18
Şekil 3.8. Maydanoz bitkisi ve muz meyvesi.....	18
Şekil 3.9. Fotoğraf Çekme Düzenegi	19
Şekil 3.10. Görüntü işleme ile art alandan ayrılmış maydanoz.....	19
Şekil 3.11. Toplam asitlik ve pH ölçüm.....	21
Şekil 3.12. Refraktometre ile SÇKM ölçümü	22
Şekil 3.13. Boru tipi sıcaklık sensörü.....	23
Şekil 4.1. Muz meyvesinin ağırlık grafiği.....	24
Şekil 4.2. Maydanoz bitkisinin ağırlık grafiği	24
Şekil 4.3. Maydanoz ölçülen renk değerlerleri grafiği.....	25
Şekil 4.4. Maydanoz Hesaplanan Renk Değerleri	26
Şekil 4.5. Muz ölçülen renk değerlerleri grafiği	27
Şekil 4.6. Muz Hesaplanan Renk Değerleri	28
Şekil 4.7. Muz meyvesi ve maydanoz bitkisinin görüntü işleme aşamaları	30
Şekil 4.8. Maydanoz bitkisinin görüntü işleme aşamaları	31
Şekil 4.9. Muz meyvesinin 1. tekerrür alan grafiği.....	32
Şekil 4.10. Muz meyvesinin 2. tekerrür alan grafiği.....	32
Şekil 4.11. Muz meyvesinin 2. tekerrür alan grafiği.....	33
Şekil 4.12. Maydanoz kimyasal analiz grafiği.....	36
Şekil 4.13. Muz kimyasal analiz grafiği.....	37
Şekil 4.14. Toplam enerji tüketimi eğrisi.....	38

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Maydanoz ve Muz Üretim Verileri (TUİK, 2017).....	2
Çizelge 4.1. Maydanoz bitkisinin ölçülen renk değerleri.....	26
Çizelge 4.2. Maydanoz bitkisinin hesaplanan renk değerleri.....	27
Çizelge 4.3. Muz ölçülen renk değerleri.....	28
Çizelge 4.4. Muz hesaplanan renk değerleri.....	29
Çizelge 4.5. Muz meyvesine uygulanan bilgisayar destekli görüntü işleme programı ile ölçülen renk değerleri.....	30
Çizelge 4.6. Muz meyvesine uygulanan bilgisayar destekli görüntü işleme programı ile hesaplanan renk değerleri.....	31
Çizelge 4.7. Exponential Decay; Single,2 eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	35
Çizelge 4.8. Polynomial; Quad eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	36
Çizelge 4.9. Polynomial; Cubic eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	36
Çizelge 4.10. Exponential Decay; Single,2 eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	36
Çizelge 4.11. Polynomial; Quad eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	37
Çizelge 4.12. Polynomial; Cubic eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R ² ” ve “p” değerleri verilmiştir.....	37
Çizelge 4.13. Maydanoz bitkisine yapılan kimyasal analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.14. Muz meyvesine yapılan kimyasal analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.15. Maydanoz bitkisine yapılan C vitamini analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.16. 950 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri.....	40
Çizelge 4.17. 1050 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri.....	41
Çizelge 4.18. 1150 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri.....	41

1.GİRİŞ

İnsanoğlu günlük yaşantısını sürdürebilmesi için ısınma teknolojilerine olduğu kadar soğutma teknolojilerine de her zaman ihtiyaç duymuştur. Özellikle 19. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan soğutma sanayisinin ilk dönemlerinde su, hava, karbondioksit ve amonyak gibi maddeler soğutucu akışkan olarak kullanılmıştır. Zamanla kloroflorokarbon ve hidrokloroflorokarbonlar kullanılan bu maddelerin bir kısmının yerine geçerek, yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Soğutucu akışkanlar, havalandırma, ısı pompası ve soğuk muhafaza sistemlerinde kullanılmaktadır (Anonim, 2018).

Ülkemizde kullanılan soğuk muhafaza tesislerinin bir kısmı günümüz teknolojik gelişmeleri ile tam entegreli değildir. Bununla birlikte hasattan sofraya yapılan işlemlerde önemli kayıplar yaşanmakta ve milli ekonomiye ciddi zararlar vermektedir. Yapılan araştırmalar doğrultusunda 40 milyonluk bir meyve/sebze üretiminin 10 milyon tonluk kısmını bu aşamada kaybetmekteyiz ve bedeli yaklaşık 20 milyar lira civarındadır. Alınacak tedbirlerle bu zarar kısa bir sürede en aza indirmek mümkündür (Türk ve ark., 2015). İnsanlar ihtiyaçlarını karşılamak için yeni teknolojiler geliştirerek öncelikle yiyecek ve içecekleri sağlığa uygun bir şekilde muhafaza etmek, ürünlerin raf ömürlerini uzatmak için iklimlendirme ve soğutma alanında büyük adımlar atmışlardır.

Teknolojilerin gelişmesi sonucu meydana gelen soğutucu akışkanların ozon tabakasını olumsuz etkilediği, deldiği ve küresel ısınmaya sebep olduğu belirlenmiştir (Onat ve ark., 2004). Soğutucu akışkan olarak kullanılan kloroflorokarbon (CFC) ve hidrokloroflorokarbonların (HCFC) zaman içerisinde atmosfere karışıp, atmosferde çoğalmasına ve sera etkisine sebep olmuştur. Canlıları zararlı güneş işınlarından koruyan ozon tabakası, soğutucu maddelerin yapısında bulunan brom ve klor atomlarının serbest kalıp zayıf ozon moleküllerini parçalamasıyla tahrip olmaktadır. Bu nedenle soğutucu akışkan seçimi, enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmak ve sistemlerin küresel ısınma etkilerini en aza indirmek için önemli bir faktördür (Yakut, 2013).

Alternatif soğutucu akışkanın seçiminde, akışkanın ozon tüketme potansiyeli (ODP), enerji verimliliği, küresel ısınma potansiyeli (GWP), güvenlik, ekonomiklik gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu kriterleri bütünüyle karşılayan mükemmel bir akışkan henüz bulunmamaktadır.

Soğutucu akışkanlar seçilirken dikkat edilmesi gerekli diğer kriterler olarak ise, uygun fiyat aralığı, yoğuşurma basıncı düşük, yüksek basınçlara dayanıklı, kritik sıcaklıkları ve ısı geçirgen katsayısı yüksek, donma derecesi ve viskozitesi düşük olmalıdır. Yanıcı, patlayıcı ve aktif kimyasal olmamalıdır (Koyun ve ark., 2005).

Ülkemizde, muz yetiştiriciliği 36° kuzey enlemde yapılmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliği, Anamur ve Bozyazı'da 1980'li yıllarda başlamasına rağmen özellikle 1990'lı yıllarda popülerleşmiştir. Muz meyveleri, fenolik, karotenoid, biyojenik amin gibi birçok biyoaktif bileşik içermesi nedeniyle sağlık açısından ve insan beslenmesinde çok önemlidir. Bu bileşiklerin çoğu antioksidan özellikte olmalarının yanında, bazı oksidatif stres 371 koşullarına karşı insan vücudunun korunmasında da etkili oldukları bilinmektedir (Singh ve ark. 2016).

Dünyada yaygın olarak kullanılan meyvelerin başında muz gelmektedir. Muz meyvesi besleyici özelliği yanında vitamin, protein ve mineral açısından da zengindir. Muz, gerek Türkiye'de gerekse de dünyada üretim açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Dünyada muz üretimi yaklaşık olarak 101 milyon tondur. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın 2017 yılı verilerine göre, Türkiye'de muz üretimi yaklaşık 369.211 ton'dur. Maydanoz sebzesi ise 2017 yılında 80.304 ton üretilmiştir. Şekil 1.2'de son 5 yılın üretim verileri tablo halinde gösterilmektedir.

Çizelge 1.1. Maydanoz ve muz üretim verileri (TUİK, 2017)

	2013	2014	2015	2016	2017
Maydanoz	57 619	58 351	57 728	58 19	80 304
Muz	215 472	251 994	270 500	305 926	369 009

Bu çalışmada, R404a gazı kullanılmıştır. R404a gazı küresel ısıtma potansiyeli (GWP) düşük olan ve ozon tahrip etme etkisi (ODP) "0", ısı transfer özelliği oldukça iyi ve en yüksek yoğuşurucu ısı kapasitesine sahip olan soğutucu akışkandır. Bu nedenle küresel ısınmaya etkisi az olan bir soğutucu akışkan seçilmiştir.

Çalışmanın amacı, soğutma sistemleri için son derece kritik olan soğutucu akışkan basıncının, R404a soğutucu akışkan kullanan bir sistemde farklı koşullarda

performansının belirlenmesidir. İmal edilmiş olan soğutma sisteminde tarımsal ürünlerin performansını belirlemek amacıyla 10-12 gün süre aralığında denemeler yürütülerek maydanoz bitkisi ve muz meyvesinin en uygun saklama koşulları tespit edilmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Prayudi ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada büyük bir soğutma kapasitesine sahip depolama alanının, ihtiyaçlarını karşılamak için alternatif teknolojiler geliştirmeyi amaçlamışlardır. R22 ve R404a soğutucu akışkanları ve bu soğutucu akışkanların alternatifi olan R290/R600a kullanmışlardır. Sonuç olarak R22 ve R404a soğutucu akışkan yerine kullanılan R290/R600a 'nın R404a ile aynı özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Babiloni ve ark. (2014), 2 aşamalı sistem yapıları içeren bu çalışmada altı soğutucu akışkan, düşük GWP'ye sahip R404a yedekleri olarak değerlendirmişlerdir. Bu soğutucular R404a' ya benzer özelliklere göre seçmişlerdir. Seçmiş oldukları soğutucu akışkan yedeklerinin orta vadeli olanları R407A ve R407F alternatifleri ve uzun vadeli olanları ise ; L40 ve DR-7 (çok düşük GWP ve düşük yanıcılık), N40 ve DR-33 (düşük GWP ve yanmazlık)'tür. Sonuç olarak belirli bir soğutma kapasitesinden, hacimsel akış oranı ve COP değeri, temel olarak alınan R404a ile karşılaştırılmış ve en verimli alternatifler olarak düşük yanıcı soğutucu akışkanlar olan L40 ve DR-7' ve yanıcılık yüksek olduğu için N40 ve DR-33 de çok iyi bir seçenek olduğu kanısına varmışlardır.

Mastrullo ve ark. (2014), R290 çevreye etkisi düşük, performansı iyi olan bir soğutucu akışkandır fakat yanıcı özelliği ile ilgili güvenlik endişeleri, bazı soğutma alanlarında kullanılmasının sınırlandırıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, soğutucu akışkan yükünü azaltmak için yeni çözümlere odaklanmışlardır. R290 ile çalışan profesyonel bir dondurucu için iki tasarım seçeneği göz önünde bulundurmuşlardır. Birincisi piyasada bulunan standart hacimli ısı eşanjörleri, ikincisi ise düşük hacimli ısı eşanjörleridir. Soğutucu şarjı ve rejeneratif kılcal boru uzunluğu ile ilgili performansların optimizasyonundan sonra, taban çizgisi versiyonuna göre performansında kayda değer bir artış gözlemlemişlerdir. R404a ile çalışıldığında ise soğutucu şarj miktarının gerçek standartların izin verdiği sınırlar dahilinde olduğunu belirtmişlerdir.

Llopis ve ark. (2010), 2000 yılında CFC sınırlarının yasaklanması ve HCFC sınırlarının gelecekteki sınırlandırılması sonucu, üretim sınırı 2010 yılı olarak kabul etmişlerdir. Soğutucu madde üreticilerinin, esas olarak HFC akışkanlarına dayalı farklı karışımlar geliştirmek için çalıştığını ifade etmişlerdir. Soğutma tesislerinde ve günümüzde kullanılan eski soğutucu akışkanlar HFC-404 ve HFC-507A'dır. Bu akışkanlar Avrupa'da düşük sıcaklıklarda çalışan sistemlerde CFC-502'nin yerini alan daha yaygın

olarak kullanılan akışkan olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, aynı soğutma tesisindeki her iki soğutucunun enerji açısından, bileşik kompresör tarafından çalıştırılan çift aşamalı bir buhar sıkıştırma tesisine karşılık gelen deneysel değerlendirmeyi sunmuşlardır.

Sun ve ark. (2016), R41'in R23 için uygun bir ikame olup olmadığını anlamak için R41 / R404a ve R23 / R404a soğutucu çiftleri için kaskad soğutma sistemlerinin (CRS) termodinamik performansının karşılaştırmalı bir analizini sunmuşlardır. Teorik analiz, R41 / R404a'nın CRS'de R23 / R404a'dan daha potansiyel bir soğutucu çift olduğunu tespit etmişlerdir.

Sözen ve ark. (2010), 173-498 K sıcaklık aralığında ve 10-3600 kPa basınçta PVTx (basınca özgü hacim-sıcaklık-buhar kalitesi) verilerini temsil etmek için yapay sinir ağlarının (YSA) potansiyel uygulaması ile ilgili çalışmışlardır. Karmaşık kurallar ve matematiksel rutinler yerine, bu çalışmada YSA'ya dayalı olarak, doymuş sıvı-buhar bölgesi (ıslak buhar) ve aşırı ısıtılmış buhar bölgesi için sayısal denklemler olarak, çevre dostu bir soğutucunun (R404a) termodinamik özelliklerini belirlemek için alternatif bir yaklaşım önermişlerdir. Bu nedenle, deneysel belirsizlikler riskini azaltmak, uzun hesaplamada zaman ve çaba gerektiren karmaşık analitik denklemler ihtiyacını ortadan kaldırmayı hedeflemişlerdir. Islak buhar alanında, varyansın mutlak fraksiyonu olarak bilinen hatalar olan R^2 değerleri, spesifik hacim, sırasıyla entalpi ve entropi eğitimi verileri için 0.9994, 0.9999 ve 0.9999 olarak saptamışlardır. Test verileri için, bu değerler 0.9988, 0.9999 ve 0.9999'dür. Benzer şekilde, aşırı ısıtılmış buhar bölgesi ve test verileri için 0.9999, 0.9999 ve 0.9999, eğitim verileri için ise 0.9999, 0.9999 ve 0.9999 olarak belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme sonuçlarından görüldüğü gibi, hesaplanan termodinamik özellikler açıkça kabul edilebilir belirsizlikler içerisinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Miranda ve ark. (2016), mevcut bir buhar sıkıştırma sistemini yeni soğutucu akışkanlara uyarlarken, aynı zamanda ısı eşanjörlerinede uyarlamaları önemli bir sorun olduğunu belirtmişlerdir. R450A ve R448A, yüksek GWP değerlerine sahip sıvılar olan HFCs R134a ve R404a'ın yerini almak üzere geliştirilmiş düşük GWP'ye sahip ticari yanıcı olmayan karışımlar olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, evaporatör performansı R450A, R448A, R134a ve R404a kullanılarak bir kabuk-ve-mikrofin tüp evaporatör modeli ile değerlendirme yapmışlardır. Modelin doğruluğu, akan kaynama olayları için

yeni geliştirilmiş mikro kanatlı tüp korelasyonları dikkate alınarak incelemişlerdir. Model, farklı soğutma işletim koşullarında tamamen izlenen bir buhar sıkıştırma tesisinde gerçekleştirilen testlerden deneysel veriler kullanılarak doğrulanmıştır. Sonuçlar, R450A ve R134a tahminlerinin de doğru olmasına rağmen R450A ve R404a modellerinin daha iyi uyduğu soğutucu akışkanlar olduğunu saptamışlardır.

Han ve ark. (2012), R404a'ya ümit vaat eden karma bir soğutucu olarak yeni bir üçlü, azeotropik HFC-161/125 / 143a (kütle fraksiyonunda 0.15 / 0.45 / 0.40) karışım oluşturmuşlardır. Yeni soğutucu akışkanın ozon tükenme potansiyeli (ODP) sıfır olduğunu ve temel termodinamik özellikleri R404a'ya benzer, ancak küresel ısınma potansiyeli (GWP) R507A ve R404a'dan çok daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Daha sonra yeni karışım ve R404a soğutucu akışkanı karşılaştırmışlardır. Deneysel sonuçlar, yeni karışımın, daha yüksek bir COP, % 6,3 ile % 12,1 ve daha düşük bir basınç oranını, R404a'ya kıyasla, % 1.8 ile % 6.6 oranında elde edebileceğini göstermişlerdir. Yeni karışımın deşarj sıcaklığı R404a değerinden biraz daha yüksek olmasına rağmen yeni karışımın avantajları, gerçek sistemde daha da doğrulanacağını belirtmişlerdir.

Kuczynski (2013), çalışmasında R404a ve R134a soğutucu akışkanlarının pipemini kanallarında meydana gelen yoğunlaşmanın periyodik şekilde hidrodinamik kararsızlıklarla tetiklenen bir basınç dalgasının yayılmasını modellemek için bir girişimde bulunmuştur. Denge denklemlerine dayanan geçici iki homojen sıvı modeli kullanmıştır. Fourier denkleminin tek boyutlu formu kullanılarak hesaplamıştır. Mini kanallardaki akış için, sürtünme kuvvetlerini ara yüzeysel olarak tanımlayan bağımlılığı da dikkate almıştır. Sayısal hesapların sonuçları deneysel incelemelerle doğrulanmış ve tatminkar uyum sağladığını belirtmiştir.

Charun (2012), araştırmasında R404a soğutucusunun 1.4-3.30 mm iç çaplı paslanmaz çelik boru küçük kanallarda yoğunlaşması sırasındaki ısı değişimi, basınç düşüşünü ve deneysel araştırmalarının sonuçlarını ortaya koymuştur. Isı transfer katsayısının bağımlılığı ve R404a soğutucu akışkanın, hem damla hem de proses parametreleri üzerindeki basınç düşüşünü tartışmıştır. Bu soğutucunun yoğunlaşması sırasındaki basınç düşüşü, Friedel ve Garimella korelasyonları tarafından tatmin edici bir şekilde açıklandığını belirtmiştir. Deneysel testlere dayanarak, yerel ısı transfer katsayısının

hesaplanması için yeni bir korelasyon önermiştir. Bu korelasyondan hesaplanan değerler, deney sonuçları ile ± 20 oranında uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Kuczynski 2013 yılında yaptığı çalışmada, R404a soğutucu akışkanının basınç dalgası zayıflaması ve yoğunlaşması esnasında, iki fazlı ortamdaki bu dalganın yayılma hızını modellemeyi amaçlanmıştır. Daha sonra basınç dalgası yayılım modeli sunmuş ve model hesaplamaları deney sonuçları ile karşılaştırarak ve tatmin edici bir uyum elde etmiştir.

Hashemi ve ark. 2015 yılında yaptıkları çalışmada dört alternatif soğutucu akışkan; R404a, R406A, R408A ve R427A için klatrat hidrat ayrışma koşullarını ölçmüşlerdir. Deneysel ölçümler (0.079 ila 9.995) MPa basınç aralığında ve (272.7 ila 288.7) K arasında değişen sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümleri gerçekleştirmek için izoskopik basınç arama yöntemi kullanmışlardır. Ayrışma koşullarının öngörülmesi için van der Waals – Platteeuw (vdW – P) modeline dayalı bir termodinamik model uygulamışlar. Hidrat fazının modellenmesinde van der Waals - Platteeuw (vdW – P) modeli kullanılmıştır. Deney ve tahmin edilen değerler arasında makul bir anlaşmaya varmışlardır.

Arora ve Kaushik (2008), buhar sıkıştırımlı soğutma (VCR) çevrimi için ayrıntılı ekserji analizini yapmışlardır. Modelin hesaplanmasında, performans katsayısı (COP), ekserji yok oluşu, ekserji etkisi ve R502, R404a ve R507A için verim kusurlarını hesaplamışlardır. Mevcut araştırma sırasıyla, 50 °C-0 °C ve 40 °C-55 °C aralığındaki buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklıkları için yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, R507A'nın R402A'ya kıyasla R502'ye daha iyi bir alternatif olduğunu bulmuşlardır. Kondenserdeki verimlilik değeri en yüksek ve soğutucu akışkanlar için sıvı buhar ısı eşanjöründe ise en düşük değer olduğunu belirtmişlerdir.

Jin ve ark. (2016) 'a göre hava kaynaklı ısı pompaları (ASHP), enerji tasarrufu ve yüksek verim özellikleri nedeniyle konut ısıtmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ortamda kullanılan ASHP performansının etkisini araştırmak için, soğutucu olarak R404a kullanan bir iç ısı eşanjörüne (IHX) sahip bir ASHP geliştirilmiş ve düşük ortam sıcaklıklarında çalışılmıştır. ASHP performansı IHX li ortamda daha iyi olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda IHX teknolojisinin ortam sıcaklığı düşüğe daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Sun ve ark. (2016) yılında yaptıkları bu çalışmada, R41'in R23 için uygun bir ikame olup olmadığını belirlemek ve soğutucu akışkan çiftleri R41 / R404a ve R23 / R404a için kademeli soğutma sistemlerini,(CRS) termodinamik performansını karşılaştırmalı bir analiz olarak sunmuşlardır. Tahliye sıcaklığı, kompresörün giriş gücü, performans katsayısı (COP), ekserji kaybı (X) ve ekserji verimini (g) amaç fonksiyonları olarak seçmişlerdir. Ele alınan çalışma parametreleri, hem yüksek sıcaklık çevriminde (HTC) hem de düşük sıcaklık döngüsünde (LTC) yoğunlaşma sıcaklığı, buharlaşma sıcaklığı, aşırı ısıtma sıcaklığı ve aşırı soğutma sıcaklığını içerdiğini belirtmişlerdir. Sonuçlar, COP'nin maksimum değeri elde ettiği LTC (T4opt) için optimum kondenser sıcaklığının mevcut olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışma koşulunda, R41 / R404a CRS'nin giriş gücü, R23 / R404a CRS'nin giriş gücünden daha düşük ve COPopt, R23 / R404a CRS'den daha yüksek olduğunu açıklamışlardır. R41 / R404a ve R23 / R404a CRS'lerin maksimum ekserji verimi sırasıyla% 44.38 ve% 42.98' olarak bulmuşlardır. Teorik analiz, R41 / R404a'nın CRS'de R23 / R404a'dan daha fazla potansiyele sahip bir soğutucu akışkan çifti olduğunu göstermişlerdir.

Akdemir ve ark. (2010), yaptıkları araştırmada farklı çalışma durumlarındaki CO₂ soğutma çevrimlerinin termodinamik analizlerine bakmışlardır. Performans değerlerinin değişimleri incelenerek optimum gaz soğutucu basınçlarını sağlayan, en yüksek performans değerlerini temin eden durumlar, farklı çalışma şartları için hesaplayarak sonuçları grafik şeklinde göstermişlerdir. Çalışmalarda hesaplanan, optimum gaz soğutucu basınçlarını dikkate alarak performans artışlarının sağlanabileceğini saptamışlardır.

Alkan ve ark. 2014 yılında yaptıkları çalışmada mahal ısıtması için, toprak kaynaklı ısı pompasının Isparta ili şartlarında alternatif soğutucu akışkanlar için termodinamik incelemesi yapmışlardır. Bu amaçla soğutucu akışkan olarak R22, R404a, R410A, R407C, R134A ve R600 soğutucu akışkanları tercih edilmiş ve bazı koşullar için ekserji verimi, COP ve sistemin toplam tersinmezliği gibi performans parametreleri saptamışlardır. Sonuç olarak R600 akışkanının diğer alternatifler arasında en iyi performansı gösterdiğini belirtmişlerdir. R600 akışkanından sonra R134A ve R22 gazlarının geldiğini ifade etmişlerdir. Bununla beraber sistemin kondanser ve evaporatör sıcaklıkları ile tersinmezlik, COP ve ekserji verimi gibi performans parametrelerinin değişimlerini saptamak için parametrik çalışma yapmışlar ve sonuçları grafik olarak göstermişlerdir.

Bulgurcu ve ark, 2007 yılında yaptıkları çalışmada soğutucu akışkanlar ile ilgili sınırlama süresi anlatılmış, alternatif soğutucu akışkanlar tanımlanmış küresel ısınma potansiyelleri (GWP) ve ozon delme potansiyelleri (ODP) ile bağlantılı olarak toplam çevresel ısınma etkilerinin (TEWI) nasıl hesaplandığını göstermişlerdir. İlâveten evsel, endüstriyel ve ticari soğutma uygulamalarının; tasarımında, üretiminde, servis ve bakımlarında alınması gereken tedbirleri belirtmişlerdir.

Koyun ve ark, 2005 yılında yaptıkları çalışmada soğutucu akışkanlar ve bu soğutucu akışkanların alternatiflerinin, ozon tabakasına olan etkilerine bakmışlardır. Soğutucu akışkanlar ısının nakledilmesinde ara madde olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Soğutucu akışkanların soğutma görevini yerine getirebilmesi için bazı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olmaları gerektiğini, soğutucu akışkanlarda aranan özellikler uygulama alanlarına ve kullanım koşullarına göre değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmalar sonucu, kullanım alanlarına göre en uygun olan soğutucu akışkanları tespit etmişler ve bu soğutucu akışkanların ozon tabakası üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Ataer ve ark. (2001), buhar sıkıştırımlı soğutma sistemlerinde kullanılabilir, ozon tabakasına etki etmeyen soğutucu akışkanlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için R404a, R134a, R407A, R290(Propan),R410a ve R507 alternatif akışkanlarını tercih etmişler ve bu soğutucu akışkanlar için tek kademeli bir buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminin termodinamik analizini yapmışlardır. Farklı alternatif soğutucu akışkanlar ve yoğuşturucu sıcaklıkları için, soğutucu akışkan kütle debisi, etkinlik katsayısı (COP), soğutma çevriminin basınç oranı, yoğuşturucu kapasitesi, kompresör gücü ve alternatif soğutucu akışkanların COP'lerinin, R12 soğutucu akışkanı kullanılan soğutma sisteminin etkinlik katsayısına oranının, buharlaştırıcı sıcaklığı ile değişimini grafik olarak göstermişlerdir.

Çakır ve ark. (2011)'a göre var olan soğutucu akışkanların dışında temiz ve yeni soğutucu akışkanların tercih edilmesi halinde dikkat edilmesi gereken hususların olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte var olan soğutma sistemlerinde, tercih edilen soğutucu akışkanlar ile alternatif soğutucu akışkanların daha ekonomik olarak değiştirilmesi için ne tarz bir metot uygulanması gerektiği tetkik edilmiş ve deneysel bir çalışma ile desteklenmiştir.

Özkaya ve ark, 2009 yılında yaptıkları çalışmada genel olarak tek tip soğutucu akışkan (R-22 veya R-134a) kullanılarak yapılan ev tipi soğutucularda, sistemde hiçbir farklılık

yapılmadan farklı akışkanları (R-407c, R-134a ve R-404a) kullanmışlar, tek tek performanslarını ölçmüşler ve performans katsayıları saptamışlardır. Bu araştırmayı yapmak için standartlarda verilen kurallara uygun olarak bir test odası hazırlamışlar ve deneyleri burada uygulamışlardır. Deneyler neticesinde, yapılan değerlendirmeler sonunda R-407c ve R-404a akışkanlarının, R-134a soğutucu akışkanına göre daha uygun olduğu, R-407c ve R-404a soğutucu akışkanlarının yüksek basınçlı sistemlerde daha verimli olacağını saptamışlardır.

Gürler 2006'ya göre soğutma sistemlerinin veriminin değerlendirilmesinde, en çok kullanılan kriter, soğutma sistemleri için etki katsayısı (COP) olarak iyileştirilen, enerji verimidir. Bununla birlikte, termodinamik iyileştirme olanaklarını gösterilmesi için ekserji analizi gereklidir. Bu çalışmada, iyileştirme ve modelleme potansiyelinin belirlenmesi için, soğutucu akışkan olarak R600a ve R134a kullanılan ev tipi buzdolaplarının ekserji analizi sunulmaktadır.

Onat ve ark., 2004 yılında yaptıkları çalışmada soğutma ile iklimlendirme uygulamalarında kullanılan soğutucu akışkanların, ozon tabakası üzerindeki tesirlerini incelemişlerdir. Ozon tabakasının oluşumu, delinmesi ve bunun neticesinde canlılar ve dünyanın fiziksel şartlarında meydana gelebilecek değişiklikleri saptamışlardır. Küresel ısınma etkileri, ozonu tahrip etme oranları ve diğer fiziksel özelliklerin üzerinde durulduğunda, iklimlendirme ve soğutma sistemlerinde en yaygın kullanılan soğutucu akışkanlardan R-12'nin yerine alternatifleri olarak R-134a ve R-401A'nın; R-502'nin yerine alternatifleri olarak R-404A'nın; R-22'nin yerine alternatifleri olarak R-407C ve R-410A'nın; R11 akışkanının yerine R-123 akışkanının; R-13 akışkanının yerine de R-508B akışkanının kullanılmasının daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Araz ve ark. (20013), yaptıkları çalışmada geçmişten günümüze kadar gelen soğutucu akışkanların değişiklik göstermesinin nedenlerinden ve seçilecek soğutucu akışkanların belirli özelliklere sahip olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bu bağlamda soğutucu akışkanlara gelen yasal düzenlemeler neticesinde, bazı alternatif soğutucu akışkanların ortaya çıktığını tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda soğutucu akışkanlar incelenmiş ve soğutma uygulamalarındaki kullanımlarını değerlendirmişlerdir.

Işık ve ark. (2009)' a göre meyve ve sebzelerde hasattan sonra meydana gelen bozulmanın olmaması için, meyve ve sebzelerin toplanmasının hemen ardından depolanması gerekmektedir. Soğutma işlemi, ürünlerin soğuk hava depolarına ya da

pazara ulaşıncaya kadar ön soğutma yöntemiyle yapılır. Bu işlem ürünün özelliklerine göre genellikle üç değişik yolla yapılır. Bu yollar; vakumla, suyla ve hava akımıyla yapılan metotlardır. Bu araştırmada, taze soğan, terenin ve maydanozun vakumla, suyla, hava akımı n soğutma yöntemleriyle soğutulması esnasında meydana gelen, genel görünüm parametrelerindeki değişimler ve işletim parametreleri, ağırlık kayıpları, renk değişimleri incelenmiştir. Denemelerin neticesinde, soğutma hızı bakımından üç üründe de en iyi sonuçları suyla soğutma yöntemi vermiştir. Soğutma işlemi esnasında, suyla soğutmada taze soğanda % 27, maydanozda % 29.9, terede % 33.6 ağırlık kazancı olurken, havayla ve vakumla soğutmada sırasıyla taze soğanda % 2-%3; maydanozda % 3 - % 4.26; terede ise % 2.7 - % 3.42 ağırlık azalması gözlemlenmiştir. Genel görünüm renk değerleri incelendiğinde; en yüksek yeşil renk (a değerlerinin) sonuçları maydanoz ve terede vakumla soğutulan, taze soğanlarda ise soğuk hava ile soğutulan uygulamalardan alınmıştır.

Türk ve Karaca 2015 yılında yaptıkları çalışmada donmuş ve taze gıdaların ömrünü uzatmak, uzak pazarlara ulaşım sağlamak, fizyolojik patojenik ve kalitatif kayıpları engellemek için, ortam nem ve ısı şartlarını ekonomik olarak düzenlemek, günümüz teknolojsi ile ancak soğutmayla mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Fakat soğutma işleminin uygulaması pek çok değişik metotlar ile yapılabileceğini öngörmüşlerdir. Günümüzde en çok kullanılan teknoloji, soğutucu akışkanlarla elde edilen düşük ısıların ortam içerisine yönlendirilmesi ile gerçekleştirileceğini belirtmişlerdir. Soğutma işlemi sırasında kullanılan kondanser, kompresör, evaporatör ve buharlaştırma valfi aparatlarının yanlış seçilmesi veya doğru projelendirilememesi, soğutma işlemini önemli ölçüde kötü etkilemekte ve neticede muhafaza edilen ürünlerde ciddi kayıplara yol açacağını tespit etmişlerdir.

Özgür (2013) alışmasında iki kademeli, CO₂ soğutucu akışkanlı ve kritik nokta st çevrimli soğutma sistemlerinde optimum ara kademe basıncının, CO₂ 'in evaporatördeki gazın soğutucudan çıkış sıcaklığı ve buharlaşma sıcaklığı ile değişimini incelemiştir. Ara kademe basıncı optimum değerlerinin sağlanabilmesi için sistem verimliliğini en yüksek yapan, gaz soğutucu basınç değerlerini analizde kullanmıştır. Literatürde belirtilen bir korelasyon kullanmıştır. Her parametrik analizde, optimum gaz soğutucu basıncını göz önünde bulundurularak, optimum ara kademe basıncı değerlerini elde etmiştir. Optimum ara kademe basıncının gaz soğutucu çıkış sıcaklığı ve

buharlaşma sıcaklığı ile değişimini belirtmiştir. Ayrıca parametrik analiz sonuçları, regresyon değeri 0.81 olan matematiksel bir ifade ile saptanmıştır.

Özgür ve ark. (2009) yılında yaptıkları çalışmada kritik nokta üstü karbondioksit, (R744) soğutma çevrimlerinde, gaz soğutucu basıncı, sistemin enerji ve ekserji verimliliği açısından oldukça önemli bir tasarım parametresi olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada, optimum gaz soğutucu basıncı, R744 soğutucu akışkanı için, sistemdeki gazın soğutucudan çıkış ve buharlaşma sıcaklığının bir fonksiyonu olduğunu saptamışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen korelasyon $0 \text{ }^\circ\text{C} > T_b > -25 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $55 \text{ }^\circ\text{C} > T_{gs,\} > 30 \text{ }^\circ\text{C}$ aralıkları için geçerli kabul etmişlerdir. Bu buharlaşma ve gaz soğutucu çıkış sıcaklıkları aralıklarında, optimum gaz soğutucu basıncı değerlerini üç boyutlu grafikler halinde vermişlerdir. Bu araştırmada, ele alınan buharlaşma sıcaklığı aralığı, diğer çalışmalara oranla daha geniş olduğunu tespit etmişlerdir.

Usta ve ark. (2006), R-508b / R-404a soğutucu akışkan çiftinin, kademeli soğutma sistemindeki performansını deneysel olarak incelemişlerdir. 300 W'lık soğutma kapasitesindeki deney setinin, düşük sıcaklık devresinde (DSD) R-508b ve yüksek sıcaklık devresinde (YSD) R-404a alternatif soğutucu akışkanları kullanmışlardır. Sistemde öncelikle YSD'nin tasarım koşullarının uygun olması için gerek duyulan değişiklik ve düzenlemeler yapmışlardır. YSD' de istenilen koşullara varıldığında DSD çalıştırılmış ve gerekli düzenlemeler yaparak tasarım şartlarına ulaşmasını sağlamışlardır. Değişik ortam sıcaklıkları için elde edilen soğutma tesir katsayısını (STK), basıncı ve sıcaklık değişimlerini grafiklerle göstermişlerdir. Sistemde tasarlanan tasarım koşullarını sağlamışlar ve R-508b / R-404a soğutucu akışkan çiftinin kademeli soğutma sistemine uygulanabilir olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM



Şekil 3.1. İmal edilen soğutma sistemi

Bu çalışmada, soğutucu akışkan olarak R404a gazı kullanılan bir soğutma sistemi imal edilmiştir (Şekil 3.1). Soğutucu akışkan seçiminin ardından soğutma çevriminin hesaplanması için Coolpack version 1.49 programı kullanılmıştır. Program herhangi bir ücret talep edilmeden Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından hazırlanarak kullanıma sunulmuştur (Bulgurcu 2001; Anonim 2013). Denememizde basınç seviyelerinin seçimini belirlemek için bu program kullanılmıştır. Soğutucu temel olarak kompresör, kondenser, evaporatör, soğutucu akışkan, bakır iletim boruları ve kılcal boru parçalarından oluşmaktadır.

3.1. Kompresör

Genellikle havayı ya da diğer gazları atmosfer basıncından daha yüksek basınçlara sıkıştırmak için kullanılan bir makinedir. İmal edilen soğutma sisteminde Embraco marka, nek6181gk modeli kompresör kullanılmıştır. Kompresörün gücü 1/3 HP, soğutma kapasitesi 1.08 W ve soğutucu akışkan R404a'dır. Soğutma sisteminde kullanılan kompresör Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.Kompresör

3.2. Kondenser (Yoğuşturucu)

Yüksek basınç ve sıcaklıktaki kızgın buharı doymuş sıvı haline getirerek ısısını dış ortama veren bir ısı değiştiricisidir. İmal edilen soğutma sisteminde hava ile soğutmalı tip kondenser kullanılmıştır. Bu tip kondenserlerde soğutmayı sağlayan havadır. Şekil 3.3'te kullanılan kondenserin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Kondenser (Bulut, 2010)

3.3. Evaporatör

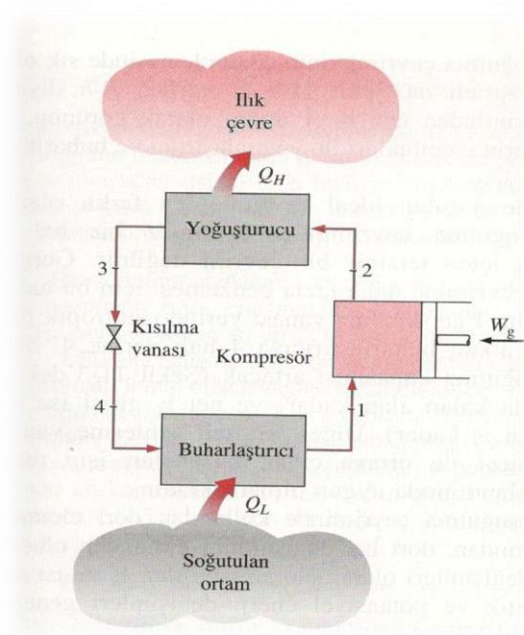
Soğutma sistemlerinde kullanılan buharlaştırıcıya evaporatör denir. Görevi; soğutucu akışkanı buharlaştırarak soğutulmak istenen ortamdan ısıнын çekilmesini sağlamaktır. Şekil 3.4'te imal edilen soğutma sisteminde kullanılan evaporatör verilmiştir.



Şekil 3.4. Evaporatör

Şekil 3.5 'te verilen soğutma çevriminde, soğutkan kompresöre 1 halinde doymuş buhar olarak girer ve izantropik olarak yoğunlaştırıcı basıncına sıkıştırılır. Bu izantropik sıkıştırma sırasında, soğutkanın sıcaklığı çevre ortam sıcaklığının oldukça üstüne çıkar. Bu durumda da soğutkanın sıcaklığı hala çevre ortam sıcaklığının üstündedir.

Doymuş sıvı olarak 3 halde bulunan soğutkan, genişleme vanası veya kılcal borudan geçirilerek buharlaştırıcı basıncına kadar kısılır. Bu işlem sırasında soğutkanın sıcaklığı soğutulan ortamın sıcaklığının altına düşer. Daha sonra soğutkan 4 halinde, düşük kuruluk derecesinde doymuş sıvı olarak buharlaştırıcıya girer ve soğutulan ortamdaki ısı alarak tümüyle buharlaşır. Soğutkan buharlaştırıcıdan doymuş buhar halinde olarak çıkar ve kompresöre tekrar girerek çevrimi tamamlar.



Şekil 3.5 Soğutma çevrimi (Çengel ve ark. 2016)

3.4. Soğutucu Akışkan R404a ve Özellikleri

R125, R134a ve R143a'dan oluşan ve R502 için alternatif kabul edilen bir soğutucu akışkandır. HCFC içeriğinden nihai bir alternatifi olmayıp 2030 yılına kadar kullanılabilir.

- ✓ Ortalama Moleküler Ağırlık : 97.6 g/mol
- ✓ Normal Kaynama Noktası: -51.5 °F
- ✓ Kritik Isı : 161.6 °F
- ✓ ASHRAE Güvenlik Grubu Sınıfı: A1
- ✓ Ozon İnceltme Potansiyeli (ODP): 0
- ✓ Küresel Isınma Potansiyeli (GWP): 3.260
- ✓ Uygulandığı Alanlar : Muhafaza odaları, buz makineleri ve soğutma ekipmanlarında kullanılır.
- ✓ İyileştirme: Birçok R502 sisteminin iyileştirmesinde kullanılır.
- ✓ Dolum: Azeotropik özelliği sebebiyle, ayrılmanın engellenmesi için sıvı olarak doldurulmalıdır.

3.5. Bakır İletim Boruları

Bu borular, ısıtma tesisatları, doğalgaz tesisatları ve soğutucu akışkan devreleri gibi birçok alanda kullanılan bir malzemedir. Tercih edilmesinin nedenleri ;

- ✓ Dış etkenlerden etkilenmeyen bakır, korozyona dayanıklıdır.
- ✓ Kolay şekillendirilen bir madde olduğu için bakırın kullanımı kolaydır.
- ✓ Bakırın genleşme oranı, betonunkine çok yakın olması nedeniyle güvenilirdir.
- ✓ Yüksek ısılarda bile %100 oranında gaz ve oksijen geçirmeme özelliğine sahip olan bakır tel antibakteriyeldir. Mantar ve bakteri üretmez.
- ✓ Isı iletkenliği çok iyi olan bakır borular enerji tasarrufuna katkıda bulunur.
- ✓ Çekme mukavemeti çok yüksek olmasından dolayı sağlamdır.
- ✓ Basınca dayanıklıdır.
- ✓ Metal olması nedeniyle yangına dayanıklıdır.

3.6. Kılcal Boru

Kondenser ve evaporatör arasında köprü vazifesi görerek yüksek basınçtaki akışkanın alçak basınç tarafına geçmesini sağlar. Bu nedenle her iki devre basıncı eşit olur. Soğutucular, dondurucular ve iklimlendirme sistemlerinde kullanılmaktadır.

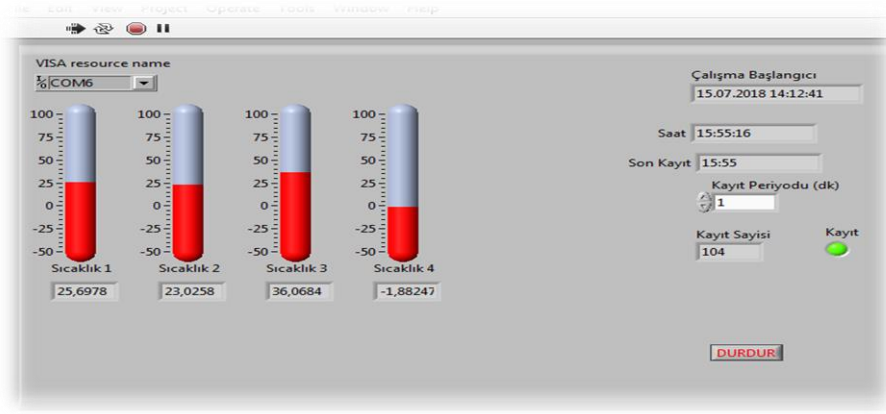
Denemeler imal edilen soğutma sisteminde 3 farklı basınçta yürütülmüştür. Bu basınç kademelerindeki entalpiler, kullanılacak soğutucu akışkan miktarı ve ulaşılacak soğutucu akışkan miktarı Coolpack paket programıyla hesaplanmıştır. Bu program herhangi bir ücret talep edilmeden Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından hazırlanarak kullanıma sunulmuştur (Bulgurcu 2001; Anonim 2013). Kontrol amaçlı, sistem üzerine Şekil 3.6' da belirtilen yüksek ve alçak basınç göstergesi yerleştirilmiş ve bu göstergeler sayesinde basınçlar anlık olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.6.Yüksek ve Alçak basınç göstergesi

3.7. Sıcaklık Sensörü

Soğutma sisteminin performansını belirlemek için sistemde 4 adet sensör kullanılmıştır. Bu sensörlerin 2 tanesi kondenser (ısıtma), 2 tanesi ise evaporatör (soğutma) giriş ve çıkışına yerleştirilmiştir. Sıcaklık değerleri 1 dakika arayla Şekil 3.7'de verilmiş olan bilgisayar destekli kontrol programı tarafından kaydedilmiştir.



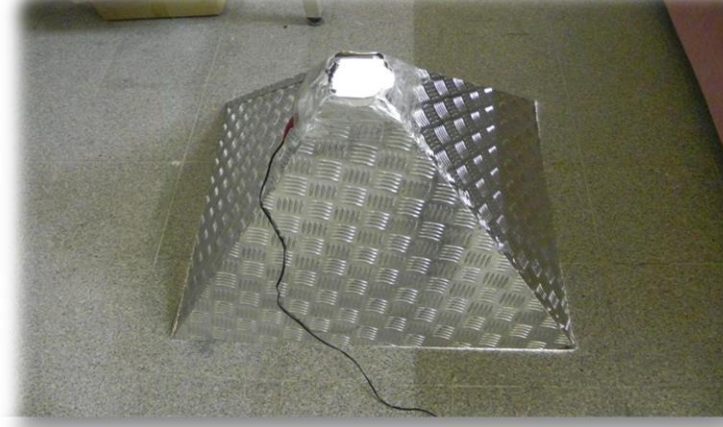
Şekil 3.7. Bilgisayar destekli kontrol programı (Labview)

Soğutma sistemi imal edildikten sonra 3 farklı basınç kademesinde maydanoz bitkisi için 12 şer gün, muz meyvesi için ise 10 ar gün arayla denemeler yürütülmüştür. Denemeler sırasında soğutucunun içerisine Şekil 3.8' de gösterildiği gibi maydanoz bitkisi ve muz meyvesi yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Maydanoz bitkisi ve muz meyvesi

Kasalara yerleştirilen maydanoz bitkisi ve muz meyvesi günlük olarak aynı koşullarda (aynı ışık şiddetinde ve aynı ortamda) fotoğraflanmıştır. Fotoğraflar alt genişliği 75x75 cm yüksekliği 51 cm ağız genişliği uzun kenar 9x6 cm köşe uzunluğu 70 cm olarak yapılan piramit şeklinde olan ve her köşesine led yerleştirilen düzenek tasarlanmıştır ve Şekil 3.9 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Fotoğraf Çekme Düzeneği

Günlük olarak ürünler fotoğraflandıktan sonra, resimler düzenlenerek ürünlerin günlük olarak alan ve renk değişimleri belirlenmiştir. Bu işlem için bilgisayar destekli görüntü işleme programı kullanılmıştır. Şekil 3.10 'da görüntü işleme yapılmış maydanoz bitkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Görüntü işleme ile art alandan ayrılmış maydanoz

3.8. Meyve Ağırlığı Ölçümü

Meyvelerin ağırlıkları 0.01g hassasiyetindeki ANDGF300 model terazi ile ölçülmüştür.

3.9. Analizler

Muhafaza süresince ürün materyallerinde; ürün kabuk rengi (L, a, b), ağırlık kaybı, titre edilebilir asitlik (TEA) (%), suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı (%) aşağıdaki gibi saptanmıştır.

3.9.1. Meyve kabuk renginin belirlenmesi

Meyve kabuk rengi ölçümünde Minolta CR-300 model renk cihazı kullanılmış ve ölçümlerin sonucu L, a, b türünden saptanmıştır.

“a” değeri, kırmızılık değeri olarak bilinmektedir. Negatif “a” değerleri yeşil rengi temsil ederken, pozitif “a” değerleri kırmızılığı temsil etmektedir. “b” değeri sarılık değeri olarak bilinmektedir. Negatif “b” değerleri maviliği temsil ederken, pozitif “b” değerleri sarılığı temsil etmektedir. Sıfır kesim noktasında (a= 0 ve b= 0) renksizlik yani griliği ifade etmektedir “L” değeri 0 ile 100 arasında değerler alırken parlaklığı ifade etmektedir. “L” 0 değerini siyah renkte yani yansımanın hiç olmadığı durumda alırken 100 değerini yansımanın tam olduğu durumda beyaz renkte almaktadır. (McGuire, 1992).

Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Canlı renklere ise kroma değeri yükselirken, donuk renklere kroma değerleri düşmektedir. Kroma değeri ve hue açısı aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Toplam renk değişim değeri (ΔE) taze ürünün renk değerlerine göre muhafaza ortamlarının etki ettiği toplam renk farklılık değerini belirlemek için kullanılmaktadır. Toplam renk farklılık değerini belirlemek için aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Çelen ve ark., 2016).

$$\Delta L = L_{taze} - L^{2*}$$

$$\Delta a = a_{taze} - a^*$$

$$\Delta b = b_{taze} b^*$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Kahverengileşme indeks değeri (BI) ürünün kahverengileşme değerini ifade eder. Hesaplanmasında ise " x " katsayısı değeri kullanılmaktadır. "BI" ile "x" katsayısı değerlerinin belirlenmesi için aşağıdaki eşitlikleri kullanmıştır (Plou ve ark., 1999).

$$BI = \frac{[100(x-0,31)]}{0,17}$$

$$x = \frac{a+(1,75xL)}{[(5,645xL)+(a-(3,012xb))]}$$

3.9.2. Toplam asitlik miktarının ölçümü

Meyvenin asitliği sitrik asit cinsinden, pH metrik metoduyla gerçekleştirilerek % olarak ifade edilmiştir. Şekil 3.12'de toplam asitlik ölçümü gösterilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.9.3. pH değeri ölçümü

Homojenizatörde püre haline dönüştürülen meyveler, pH-metre ile direkt cam elektrot daldırılarak ölçülmüştür. Şekil 3.11'de pH ölçümü verilmiştir (Cemeroğlu, 2007).



Şekil 3.11. Toplam asitlik ve pH ölçüm

3.9.4. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ölçümü

Meyveler homojen hale getirildikten sonra ince gözenekli filtre kâğıdından geçirilip ilk damlalar saf su baz alınarak kalibre edilmiş el refraktometresi (0-53 ölçekli, Refractometer PAL-1) üzerine alınıp sonuçlar '%' olarak ifade edilmiştir. Şekil 3.12 'de refraktometre ile SÇKM ölçümü gösterilmiştir (Cemeroğlu, 2007).



Şekil 3.12. Refraktometre ile SÇKM ölçümü

3.9.5. C vitamini tayini

Vitamin C içeriği, yeterince meyve suyu örneğine batırılan askorbik asit kiti reflektometre (Merck RQflex plus 10) vasıtasıyla mg /100 g olarak belirlenecektir.

3.10. Matematiksel Modelleme

Tarımsal ürünlerin soğukta muhafaza edilirken nem değişimini modellemek için gerçek değerler ile tahmini değerler arasındaki ilişkiyi ifade etmek için bazı modellerden yararlanılır. Bu çalışmada oluşturulan soğutarak muhafaza eğrilerinin katsayıları ile eğrilerin " R " ve " p " değerleri SigmaPlot programı kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen değerler Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 verilmiştir. Muhafaza için en uygun üç model eşitliği seçilmiş ve aralarında karşılaştırma yapılmıştır. Kullanılan modelleme eşitlikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

ExponentialDecay;Single,2

$$f = k \cdot \exp(-h \cdot x)$$

f : Exponential Decay; Single,2 eşitliği fonksyonu

k.h: Model Eşitliği Katsayısı

Polynomial;Quad

$$f=y_0+k*x+h*x^2$$

f : Polynomial; Quad eşitliği fonksyonu

k,h: Model Eşitliği Katsayısı

Polynomial;Cubic

$$f=y_0+k*x+h*x^2+j*x^3$$

f : Polynomial; Cubic eşitliği fonksyonu

k,h,j: Model Eşitliği Katsayısı

Matematiksel modellerin sıcaklıklarına göre en küçük kareler yöntemi kullanılarak hesaplanan R^2 (kararlılık katsayısı) değerleri Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

3.11. Sensörler

İmal edilen soğutma sisteminde 4 adet sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Sensörler kompresör ve evaporatör giriş ve çıkışlarına yerleştirilmiştir. Deneme süresi boyunca hergün sensörler aracılığıyla sıcaklık verileri Labview programında işlenmiştir. Farklı basınçlarda yapılan denemelerde sensörlerdeki sıcaklıkların gaz basıncına göre değişip değişmediği gözlemlenmiştir. Şekil 3.13'te denemede kullanılan sıcaklık sensörü verilmiştir.



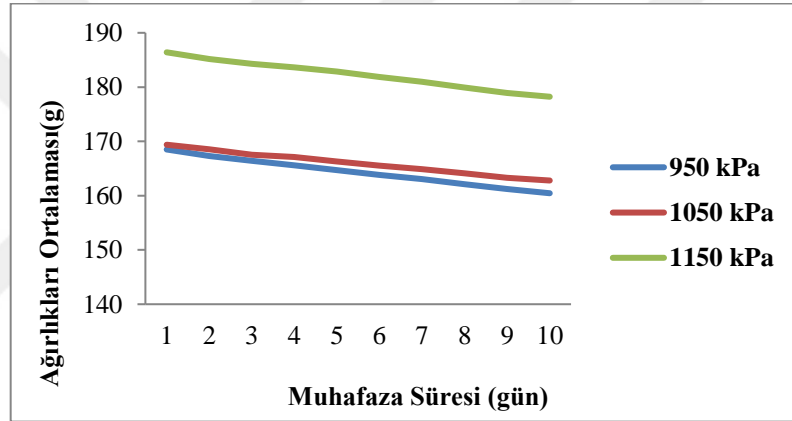
Şekil 3.13. Boru tipi sıcaklık sensörü

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ağırlık Kayıpları

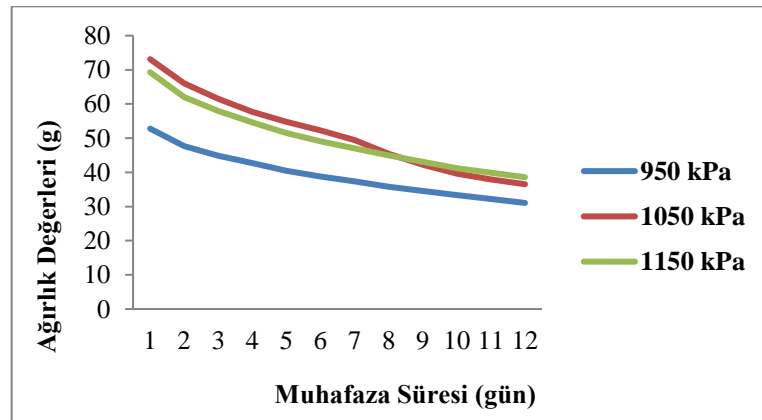
Denemeler; 950, 1050, 1150 kPa olmak üzere 3 farklı basınçta yürütülmüştür. Denemeler muz meyvesi ve maydanoz bitkisi için ayrı ayrı yapılmıştır. İşlemler yaklaşık 10-12 gün kadar sürmüştür. Denemeler sonucunda ağırlık kayıpları maydanoz bitkisi için 950 kPa basınçta "21.75gr" ,1050 kPa basınçta "36.59gr" , 1150 kPa basınçta ise "30.72gr" olarak belirlenmiştir. Muz meyvesi için 950 kPa basınçta "8.06gr" , 1050 kPa basınçta "6.60gr", 1150KPa basınçta ise "8.19gr" olarak belirlenmiştir. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 farklı basınçlardaki ağırlık kayıp grafikleri verilmiştir.

4.1.1. Muz meyvesinde ağırlık değişimi



Şekil 4.1. Muz meyvesinin ağırlık grafiği

4.1.2. Maydanoz bitkisinde ağırlık değişimi



Şekil 4.2. Maydanoz bitkisinin ağırlık grafiği

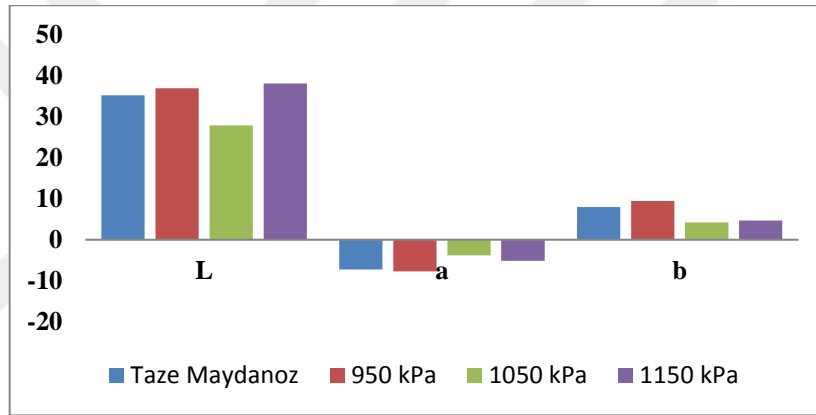
4.2. Renk Analizi

Taze ve soğukta muhafaza edilmiş maydanoz bitkisine ait ölçülen ve hesaplanan ortalama renk değerleri Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Maydanoz bitkisinin ölçülen renk değerleri

	L	a	b
Taze Maydanoz	35.18 ^b	-7.21 ^c	7.97 ^b
950 kPa	36.94 ^{ab}	-7.75 ^c	9.42 ^a
1050 kPa	27.84 ^c	-3.79 ^a	4.25 ^c
1150 kPa	38.09 ^a	-5.13 ^b	4.71 ^c

Çizelge 4.1'e göre % 5 önem seviyesinde bütün soğukta depolama denemelerinde ölçülen L ve b değerleri tazeye göre istatistiki açıdan farklı bulunmuştur.



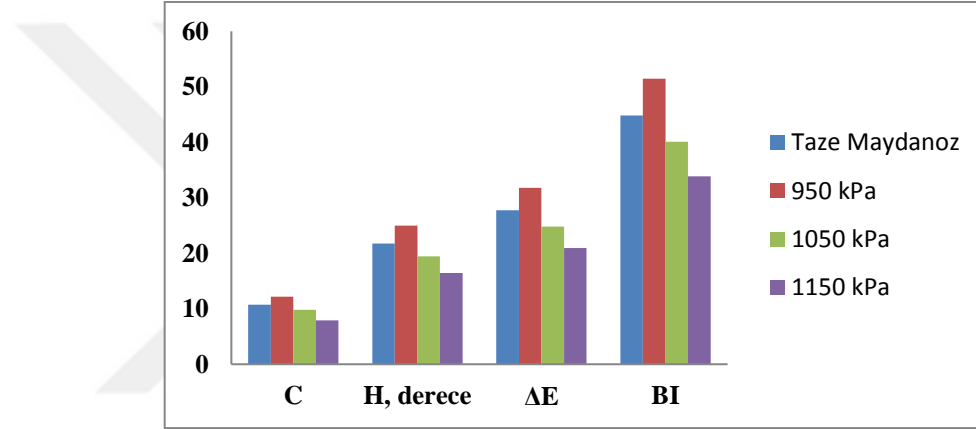
Şekil 4.3. Maydanoz ölçülen renk değerleri grafiği

Işık ve ark. (2009), maydanoz bitkisinin hava ile soğutma çalışmalarında ürüne ait L ve b değerlerini sırasıyla, 28.08, - 7.98 olarak belirlenmiştir. Maydanoz için en önemli olan a değerinde ise istatistiki açıdan 950 kPa basınçtaki değerler ile tazesi arasında fark yokken 1050 ve 1150 kPa basınçta yapılan denemelerde farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir. Işık ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, maydanoz bitkisinde ölçülen a değerini ise 9.72 olarak bulmuşlardır. Çalışma kapsamında ölçülen değerler literatürde yapılan benzer çalışmalarda belirlenen bulgularla uyumlu olduğu gözükmektedir.

Çizelge 4.2. Maydanoz bitkisinin hesaplanan renk değerleri

	C	H, derece	ΔE	BI
Taze Maydanoz	10.75	21.76		
950 kPa	12.20	24.98	31.79	51.43
1050 kPa	9.78	19.45	24.81	40.12
1150 kPa	7.89	16.47	20.93	33.88

Çizelge 4.2 incelendiğinde taze ürünün kroma (renk doygunluğu) değeri 10.75 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.4. Maydanoz Hesaplanan Renk Değerleri

En düşük değer 1150 kPa basınçta yapılan denemede 7.89 olarak belirlenirken en yüksek değer ise 950 kPa basınçta 12.20 olarak bulunmuştur. Taze ürüne göre en yakın kroma değeri 1050 kPa basınçta yapılan denemede hesaplanmıştır.

Taze ürünlerin hue açısı 21.76 olarak belirlenmiştir. Yapılan denemelerde en düşük hue açısı 1150 kPa basınçta 16.17 olarak belirlenirken en yüksek hue açısı ise 950 kPa basınçta 24.98 olarak ile tespit edilmiştir.

Farklı basınçta yapılan denemeler incelendiğinde en düşük BI değeri 1150 kPa basınçla yapılan deneme ile 33.88 bulunurken en yüksek değer ise 950 kPa basınçta 51.43 olarak bulunmuştur. BI değeri basınç arttıkça arttığı tespit edilmiştir.

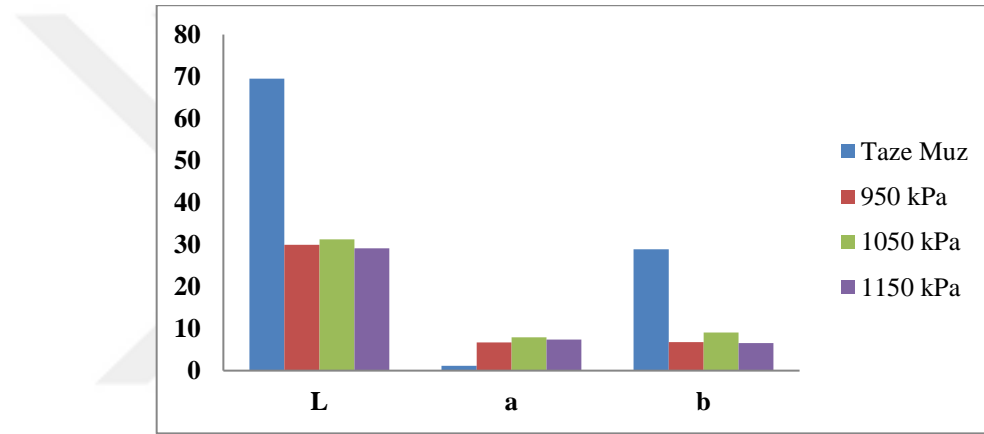
Toplam renk farklılık değerinin en fazla olduğu değer 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 31,79 iken en az olduğu değer ise 1150 kPa basınçta 20.93 olduğu tespit edilmiştir.

Taze ve soğukta muhafaza edilmiş muz meyvesine ait ölçülen ve hesaplanan ortalama renk değerleri Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Muz ölçülen renk değerleri

	L	a	b
Taze Muz	69.54 ^a	1.13 ^c	28.88 ^a
950 kPa	29.94 ^{bc}	6.74 ^b	6.82 ^c
1050 kPa	31.27 ^b	7.94 ^a	9.07 ^b
1150 kPa	29.14 ^c	7.42 ^a	6.57 ^c

Çizelge 4.3'e göre %5 önem seviyesinde bütün soğukta depolama denemeleri de L, a ve b değerleri istatistiki açıdan taze ürüne göre önemli bir farklılık oluşmuştur.



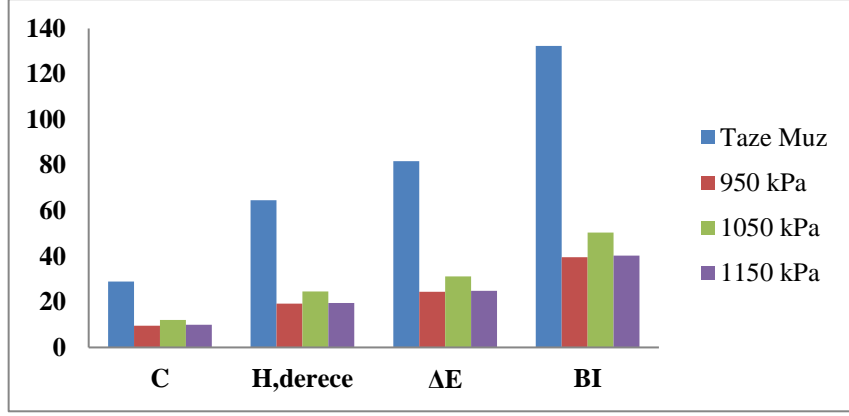
Şekil 4.5. Muz ölçülen renk değerleri grafiği

Tüm basınç denemelerinde ölçülen L ve b değerlerinde taze ürüne göre azalma görülürken a değerlerinin taze ürüne göre arttığı tespit edilmiştir.

Yıldız ve ark.(2015) çalışmalarında L, a ve b değerlerini sırasıyla; 73.84, -1.22 ve 21.20 olarak bulmuştur. Bulduğumuz sonuçlar Yıldız ve ark. (2015)' nin sonuçları ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.4. Muz hesaplanan renk değerleri

	C	H,derece	ΔE	BI
Taze Muz	28.90	64.60		
950 kPa	9.59	19.21	24.48	39.59
1050 kPa	12.05	24.50	31.20	50.47
1150 kPa	9.91	19.52	24.91	40.28



Şekil 4.6. Muz Hesaplanan Renk Değerleri

Çizelge 4.4 incelendiğinde taze ürünün kroma (renk doygunluğu) değeri 28.90 olarak bulunmuştur. En düşük değer 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 9.59 bulunurken en yüksek değer ise 1050 kPa basınçta 12.05 olarak bulunmuştur. Taze ürüne en yakın kroma değeri 1050 kPa basınçla yapılan denemede hesaplanmıştır.

Taze ürünlerin hue açısı 64.60 olarak belirlenmiştir. Yapılan denemelerde en düşük hue açısı 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 19.21 olarak belirlenirken en yüksek hue açısı ise 1050 kPa basınçta 24.50 olarak belirlenmiştir.

BI (kahverengileşme indeksi) yapılan denemelerde en düşük değeri 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 39.59 bulunurken en yüksek değer ise 1050 kPa basınçta 50.47 olarak bulunmuştur.

Toplam renk farklılık değerinin en fazla olduğu değer 1050 kPa basınçta yapılan deneme ile 31.20 iken en az olduğu değer ise 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 24.48 olduğu tespit edilmiştir.

4.3.Görüntü İşleme Sonucu Muz Renk Tablosu

Bilgisayar destekli görüntü işleme programı olan labwiew kullanılarak deneme boyunca çekilen fotoğraflar işlenmiştir. Belirlenen değerler Çizelge 4.3' de verilmiştir. Yapılan analizler sonucu muz için en önemli olan "b" değeri % 5 önem seviyesine göre taze ürünle benzer olan 1150 kPa basınçta yapılan denemeler ile 18.27 bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Muz meyvesine uygulanan bilgisayar destekli görüntü işleme programı ile ölçülen renk değerleri

	L	a	b
950 kPa taze	60.07 ^a	-4.65 ^b	48.76 ^a
950 kPa son	24.08 ^b	3.19 ^a	13.31 ^b
1050 kPa taze	60.19 ^a	-6.36 ^c	49.15 ^a
1050 kPa son	23.21 ^b	3.58 ^a	11.42 ^b
1150 kPa taze	57.62 ^a	-4.62 ^b	49.19 ^a
1150 kPa son	23.74 ^b	3.53 ^a	14.03 ^b

Çizelge 4.5'e göre, uygulanan her basınç değeri sonunda muhafaza edilen örnek ile kullanılan taze materyal arasında L, a ve b değerleri için tazeye göre istatistiki açıdan farklı olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Muz meyvesine uygulanan bilgisayar destekli görüntü işleme programı ile hesaplanan renk değerleri

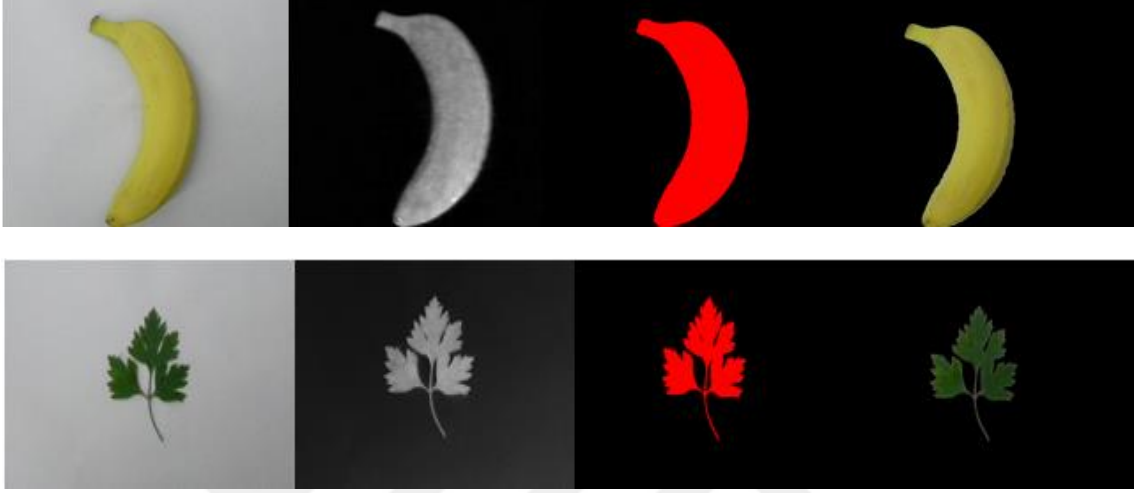
	C	H,derece	ΔE	BI
950 kPa taze	48.96	109.29		
950 kPa son	14.10	30.84	39.06	63.26
1050 kPa taze	49.33	110.15		
1050 kPa son	13.01	27.65	35.09	56.82
1150 kPa taze	49.44	110.33		
1150 kPa son	11.43	25.36	32.10	52.00

Çizelge 4.6 incelendiğinde her deneme kendi ürününün tazesine göre kıyaslandığında aradaki kroma değerleri farkı en düşük 950 kPa basınçta yapılan denemede tespit edilmiştir. Bu uygulama aynı zamanda kroma kriteri açısından en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

Her deneme kendi ürününün tazesine göre incelendiğinde aradaki hue açısı farkı en düşük olan 950 kPa basınçta yapılan denemede tespit edilmiştir.

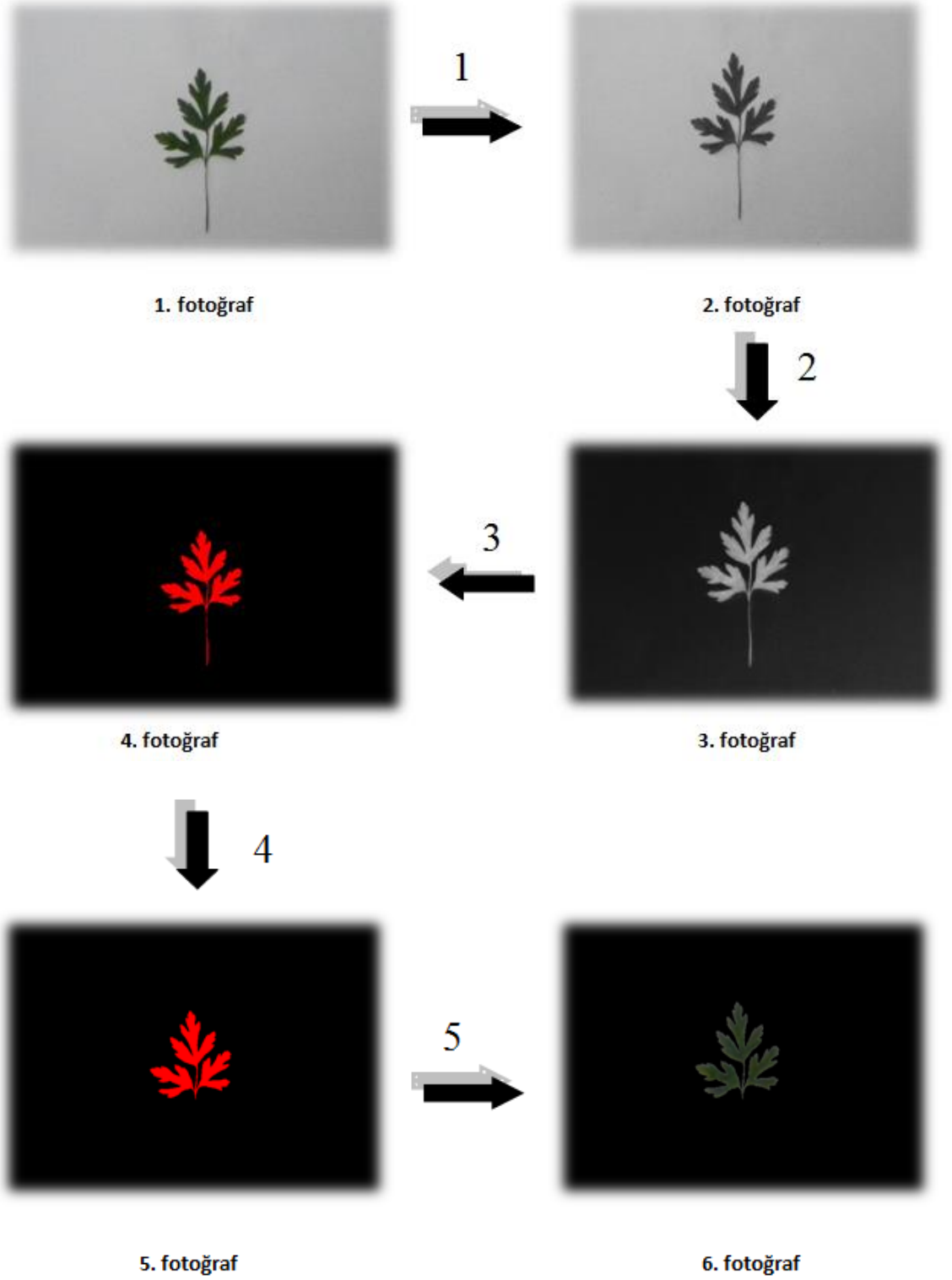
4.4. Görüntü İşleme

Muhafaza süresince muz meyvesi ve maydanoz bitkisi üzerinde meydana gelen alansal değişikliklerinin belirlenmesi için 10-12 gün boyunca günde birer kez, fotoğraflar çekilmiştir. Şekil 4.7' de muz meyvesi ve maydanoz bitkisinin görüntü işleme aşamaları verilmiştir.



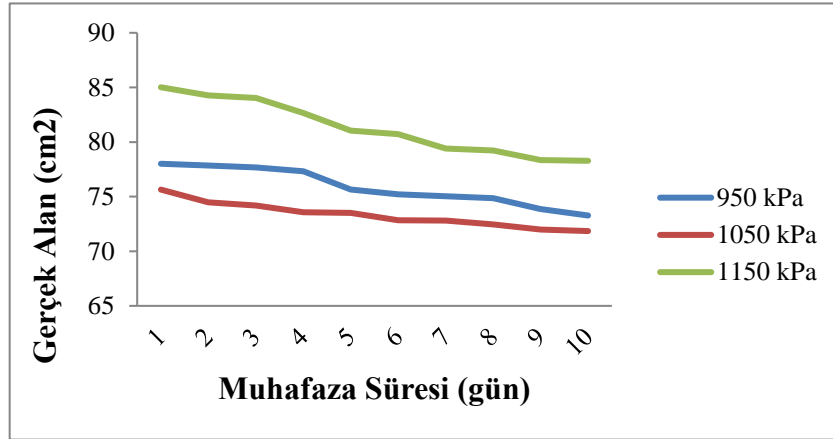
Şekil 4.7. Muz meyvesi ve maydanoz bitkisinin görüntü işleme aşamaları

Muz meyvesinde yapılan görüntü işlemede herhangi bir probleme rastlanmamıştır. Fakat maydanoz bitkisine yapılan görüntü işlemede Şekil 4.8' de gösterildiği gibi 3. aşamadan 4. aşamaya geçerken resim kenarlarında kalan lekeleri silme işlemi esnasında maydanoz sapında muhafaza süresi sonuna doğru incelme olmasından sebebiyle küçük resimlerle beraber maydanoz sapının da silindiği görülmüştür. Küçük lekeleri silme işlemi yapıldığı takdirde program bu küçük lekeleri ayrı alan olarak tanımlamakta ve görüntü işleme ile maydanozun gerçek alan değişimi hesaplanamamaktadır.

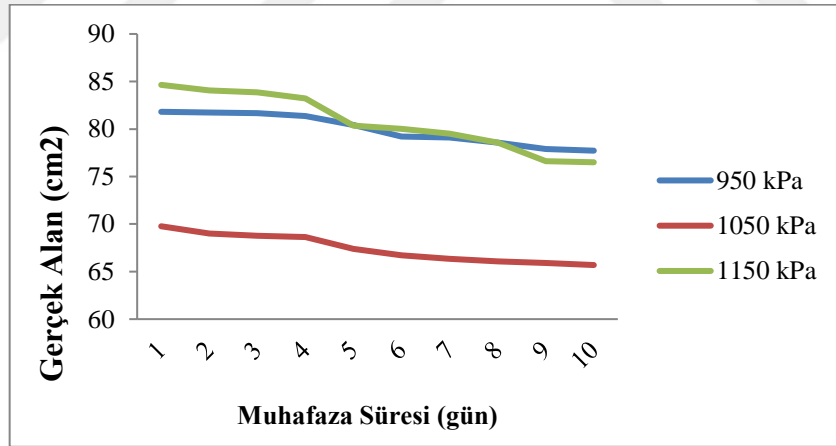


Şekil 4.8. Maydanoz bitkisinin görüntü işleme aşamaları

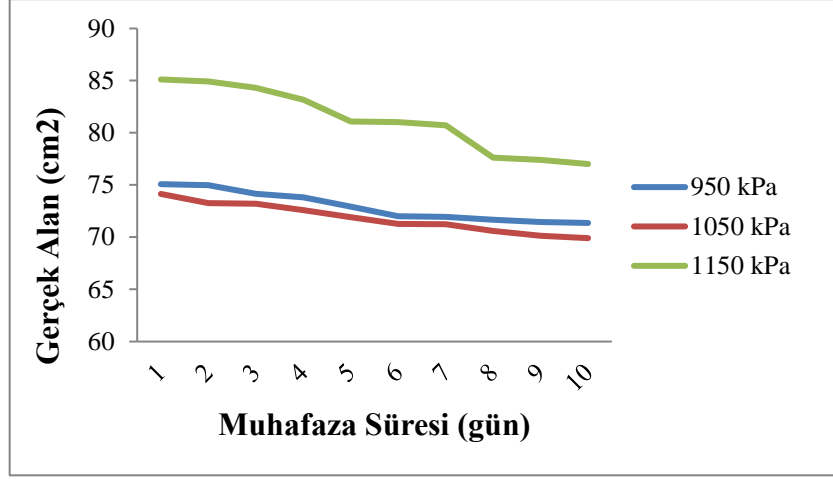
Muz muhafazası süresince alınan görüntülerin alan değişim grafikleri verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi tüm denemelerde muhafaza süresince yüzey alanı azalmış ve basınçlara göre değişimler birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Grafikler incelendiğinde en fazla alan kaybı 1150 kPa basınçta yapılan denemede olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de muz meyvesinin alan değişim grafikleri verilmiştir.



Şekil 4.9. Muz meyvesinin 1. tekerrür alan grafiği



Şekil 4.10. Muz meyvesinin 2. tekerrür alan grafiği



Şekil 4.11. Muz meyvesinin 2. tekerrür alan grafiği

4.5. Matematiksel Modelleme Verileri

Yapılan denemelere ait hesaplanan ve gerçek ağırlık ortalamalarının zamana göre değişimleri belirtilmiştir (EK2’de Şekil 7.9 ile Şekil 7.26 arasında). Şekil üzerinde düz çizgiler ile gösterilen değerler gerçek değerler olup, nokra ile gösterilen değer ise eşitlikler kullanılarak hesaplanan ve modellenen ağırlık oranı değerlerini temsil etmektedir. Matematiksel modelleme sonucu ile elde edilen “R²” ve “p” değerleri aşağıda belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ile Çizelge 4.12 arasında).

4.5.1. Sigma analizinde kullanılan formüller

Çizelge 4.7. Exponential Decay; Single,2 eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir.

Maydanoz Basınç Değerleri	f = k*exp(-h*x)			
	k	h	R ²	p
950 kPa	48.7784	0.0428	0.9911	<0.0001
1050 kPa	69.9049	0.0609	0.9964	<0.0001
1150 kPa	63.5604	0.0482	0.9891	<0.0001

Çizelge 4.7'e göre en yüksek R² değeri 1050 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9964 iken, en düşük değer 1150 kPa basınçta 0.9891 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Polynomial; Quad eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir.

Maydanoz	f=y0+k*x+h*x^2			
Basınç Değerleri	k	h	R²	p
950 kPa	-2.6302	0.0852	0.9986	<0.0001
1050 kPa	-4.1509	0.0971	0.9966	<0.0001
1150 kPa	-3.5604	0.1370	0.9987	<0.0001

Çizelge 4.8'e göre en yüksek R² değeri 1150 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9987 iken, en düşük değer 1050 kPa basınçta 0.9966 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Polynomial; Cubic eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir.

Maydanoz	f =y0+k*x+h*x^2+j*x^3			
Basınç Değerleri	k	h	R²	p
950 kPa	-3.3224	0.2234	0.9998	<0.0001
1050 kPa	-3.4770	-0.0374	0.9969	<0.0001
1150 kPa	-4.7861	0.3093	0.9997	<0.0001

Çizelge 4.9'a göre en yüksek R² değeri 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9998 iken, en düşük değer 1050 kPa basınçta 0.9969 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Exponential Decay; Single,2 eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir.

Muz	f = k*exp(-h*x)			
Basınç Değerleri	k	h	R²	p
950 kPa	168.2096	0.0053	0.9998	<0.0001
1050 kPa	169.2051	0.0044	0.9976	<0.0001
1150 kPa	186.2309	0.0049	0.9960	<0.0001

Çizelge 4.10'a göre en yüksek R² değeri 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9998 iken, en düşük değer 1150 kPa basınçta 0.9960 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Polynomial; Quad eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir

Muz	$f=y_0+k*x+h*x^2$			
Basınç Değerleri	k	h	R ²	p
950 kPa	-0.8652	0.0004	0.9999	<0.0001
1050 kPa	-0.7463	0.0025	0.9976	<0.0001
1150 kPa	-0.7279	-0.0157	0.9981	<0.0001

Çizelge 4.11'e göre en yüksek R² değeri 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9999 iken, en düşük değer 1050 kPa basınçta 0.9976 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Polynomial; Cubic eşitliği parametrelerinin sayısal değerleri ve modele ait “R²” ve “p” değerleri verilmiştir.

Muz	$f=y_0+k*x+h*x^2+j*x^3$			
Basınç Değerleri	k	h	R ²	p
950 kPa	-0.8554	-0.0019	0.9999	<0.0001
1050 kPa	-0.6946	-0.0098	0.9976	<0.0001
1150 kPa	-0.4260	-0.0874	0.9988	<0.0001

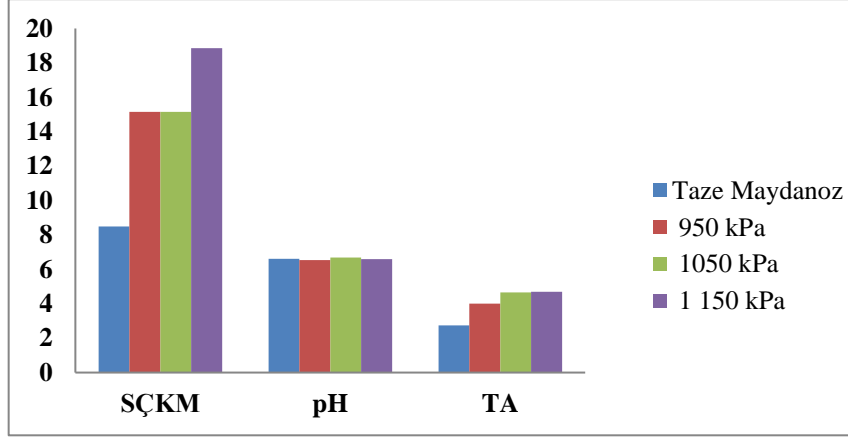
Çizelge 4.12'e göre en yüksek R² değeri 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 0.9999 iken, en düşük değer 1050 kPa basınçta 0.9976 olarak belirlenmiştir.

4.6.Kimyasal Analizler

Taze ve soğukta muhafaza edilmiş maydanoz bitkisi örneklerinin pH, SÇKM ve TA analiz değerleri belirtilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Maydanoz bitkisine yapılan kimyasal analiz sonuçları

	SÇKM	pH	TA
Taze Maydanoz	8.5 ^c	6.61 ^b	2.75 ^c
950 kPa	15.15 ^b	6.54 ^c	4 ^b
1050 kPa	15.15 ^b	6.68 ^a	4.65 ^a
1 150 kPa	18.85 ^a	6.59 ^{bc}	4.7 ^a



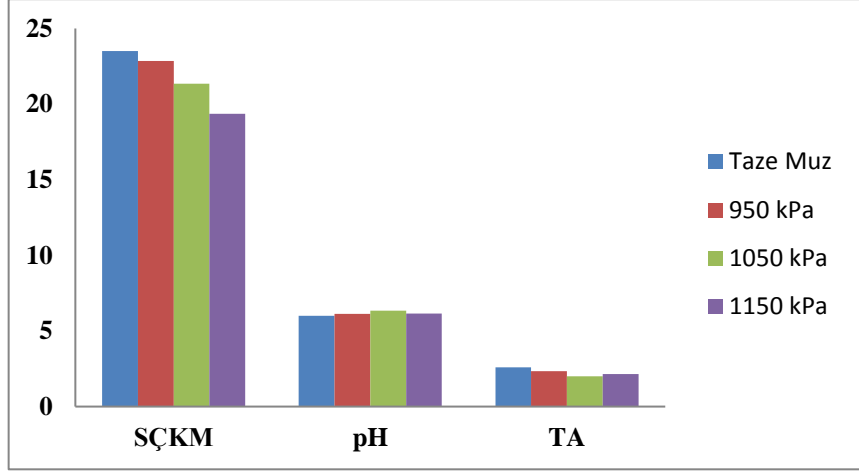
Şekil 4.12. Maydanoz kimyasal analiz grafiği

Çizelge 4.13' a göre basıncın artmasıyla tazeye göre SÇKM ve TA değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca pH ise 1050 kPa basınçtaki değer diğer basınçtaki değerlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Soğukta muhafaza edilen maydanoz bitkisi için belirlenen SÇKM, pH ve TA değerleri, tazeye göre istatistiki açıdan kıyaslandığında %5 önem seviyesinde bütün soğukta depolama denemelerinde farklı bulunmuştur. Taze ürünle benzer olan SÇKM değeri 950-1050 kPa basınçta yapılan deneme ile 15.15, pH değeri 1150 kPa basınçta yapılan deneme ile 6.59 ve TA değeri ise 950 kPa basınçta yapılan deneme ile 4 olarak bulunmuştur.

Taze ve soğukta muhafaza edilmiş muz meyvesi örneklerinin pH, SÇKM ve TA analiz değerleri belirtilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14.Muz meyvesine yapılan kimyasal analiz sonuçları

	SÇKM	pH	TA
Taze Muz	23.5 ^a	6.01 ^b	2.6 ^a
950 kPa	22.85 ^b	6.14 ^b	2.35 ^b
1050 kPa	21.35 ^c	6.34 ^a	2 ^c
1150 kPa	19.35 ^d	6.15 ^b	2.15 ^{bc}



Şekil 4.13. Muz kimyasal analiz grafiği

Çizelge 4.14'e göre basıncın artmasıyla beraber tazeye göre SÇKM değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber 1050 kPa basınçtaki pH değerinin tazeye göre diğer basınçtaki değerlerden daha fazla, TA değerinin ise diğer basınç değerlerinden daha az olduğu görülmüştür. Kimyasal analizler incelendiğinde yapılan istatistiki analize göre %5 önem seviyesinde bütün soğukta depolama denemeleri SÇKM ve TA değerlerinde taze ürüne göre önemli farklılıklar oluşmuştur. Muz meyvesi için belirlenen pH değerlerinde ise, taze ürüne göre istatistiki açıdan kıyaslandığında 1050 kPa basınçta yapılan denemede önemli bir farklılık oluşurken, diğer basınç değerlerinde önemli bir farklılık oluşmamıştır. Yapılan analizlerde belirlenen değerler, taze ürüne göre kıyaslandığında muz meyvesi için en uygun basınç değeri 950 kPa olarak belirlenmiştir. Sönmezdağ ve ark. (2012) çalışmalarında muzun SÇKM, pH ve TA değerlerini belirli aralıklarda bulmuşlardır. Bu aralıklar sırasıyla; 21.3 ± 0.9 , 4.85 ± 0.03 ve 5.3 ± 0.04 arasındadır. Çalışma kapsamında ölçülen değerler literatürde yapılan benzer çalışmalarda belirlenen bulgularla uyumlu olduğu gözükmektedir

4.7. C Vitamini Analizi

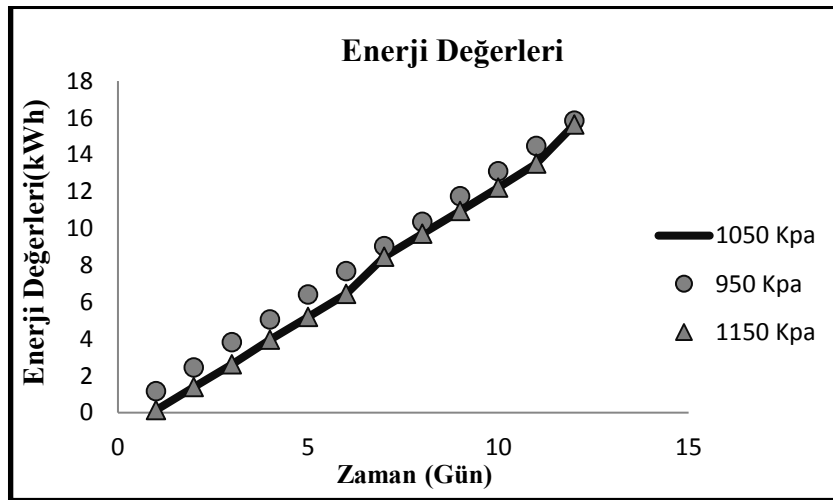
Çizelge 4.15.maydanoz bitkisine yapılan C vitamini analiz sonuçları

Basınçlar	C Vitamini (mg/100 g)
Taze	38 ^a
950 muhafaza	32.63 ^c
1050 muhafaza	21.73 ^d
1150 muhafaza	36.18 ^b

Yapılan analizler sonucu maydanoz için önemli olan C vitamini %5 önem seviyesinde taze ürüne göre istatistiki açıdan farklı bulunmuştur. Ayrıca 1150 kPa basınçtaki değer, diğer basınçtaki değerlerden c vitamini içeriğinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Taze ürüne istatistiki açıdan en yakın değer ise 1150 kPa basınçta yapılan deneme ile bulunmuştur.

4.8. Enerji Tüketimi

Denemeler 3 farklı basınç seviyesinde 12 gün boyunca sürmüştür. Deneme sonunda herbir basınç için toplam enerji tüketim değerleri belirlenmiştir. 950 kPa basınçtaki toplam enerji tüketimi ; 15.84 kWh , 1050 kPa basınçtaki toplam enerji tüketimi; 15.64 kWh ve 1150 kPa basınçtaki toplam enerji tüketimi ise 15.32 kWh olarak bulunmuştur. Toplam enerji tüketimi Şekil 4.14’da gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Toplam enerji tüketimi eğrisi

4.9. Ölçülen Sıcaklık Verileri

Sensörler evaporatör ve kompresör giriş çıkışları olmak üzere 4 bölgeye yerleştirilmiştir. Sensörlerden alınan sıcaklık değerleri labview programıyla işlenmiştir. Program her gün aynı saatte çalıştırılarak belirli saat aralığında ölçülen sıcaklık değerleri tablo haline getirilmiştir. Sıcaklık değerleri Çizelge 4.16, Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de verilmiştir. Sıcaklık ortalamalarına bakılırsa basıncın artmasıyla sıcaklık değerlerinde artışın olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.16. 950 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri

	Kompresör Giriş	Kompresör Çıkış	Evaporatör Giriş	Evaporatör Çıkış
	36,78	22,23	-2,67	-3,13
	33,89	20,29	-0,46	-6,98
	31,49	19,77	4,48	-5,01
	29,62	18,63	0,61	2,48
	27,32	17,04	0,72	-9,76
	26,24	17,04	1,14	-5,61
	24,71	18,01	1,76	0,29
	23,29	23,47	2,48	0,82
	23,47	20,03	0,82	-3,24
	25,25	16,6	-1,66	-6,48
	20,73	21,61	0,4	-0,89
	21,17	29,15	5,07	-8,14
	22,41	24	2,78	8,68
	21,44	22,41	4,78	7,84
	22,23	20,91	3,39	-3,36
ORT	26,00	20,75	1,58	-2,17

Çizelge 4.17. 1050 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri

	Kompresör Giriş	Kompresör Çıkış	Evaporatör Giriş	Evaporatör Çıkış
	35	24	1,55	-1,44
	25,16	24,71	1,14	-0,89
	35,21	29,8	1,14	-0,78
	26,06	24,27	1,24	-1,22
	25,25	24	1,55	-0,78
	25,7	24,27	1,55	-1,33
	26,24	24,36	1,45	-1,22
	25,61	24,54	2,17	-1,11
	25,7	24,36	2,38	-0,78
	25,88	24,54	4,78	-3,47
	25,7	24,89	2,68	-1
	21,09	21,61	-0,46	-0,89
	26,15	25,52	1,03	-0,13
	25,88	24,62	2,38	-0,46
	26,15	25,34	2,07	-1,22
ORT	26,11	24,72	1,78	-1,11

Çizelge 4.18. 1150 kPa basınçta yapılan denemede alınan sıcaklık verileri

	Kompresör Giriş	Kompresör Çıkış	Evaporatör Giriş	Evaporatör Çıkış
	28,69	26,78	0,72	0,29
	28,42	26,6	1,03	-0,13
	28,6	25,88	0,93	-0,67
	28,33	27,14	0,61	-5,25
	28,69	26,69	1,03	1,86
	28,6	26,33	1,86	-2,22
	28,51	26,15	1,24	-1,44
	28,23	22,23	2,07	3,89
	28,97	29,52	2,99	-1
	28,78	26,69	2,78	0,08
	28,6	26,78	1,86	-2,67
	28,88	26,69	1,97	-1,99
	28,69	27,05	2,99	-0,78
	28,88	26,96	3,69	0,19
	28,33	26,87	2,27	6,04
ORT	28,61	26,56	1,87	-0,25

5. SONUÇ

Hasat sonrasında üründe meydana gelen kayıplar ülkemizde ciddi ekonomik zararlar oluşturmaktadır. Bununla birlikte soğuk muhafaza sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların seçimi de oldukça önemlidir. İmal edilen soğutma sisteminde kullanılan R404a soğutucu akışkanı, akışkan özelliklerine bakılarak çevreye en zararsız ve en uygun olduğu için seçilmiştir. R404a soğutucu akışkanı kullanılan çalışmada 3 farklı basınçta (950-1050-1150 kPa) denenmiş ve performansları incelenmiştir. İmal edilen soğutma sisteminde muz meyvesi ve maydanoz bitkisi muhafazası yapılmıştır. Muhafaza süresi 10-12 gün arasında sürmüştür.

Denemeler sonucunda ağırlık kayıpları maydanoz bitkisi için 950 kPa basınçta "21.75gr", 1050 kPa basınçta "36.59gr", 1150 kPa basınçta ise "30.72gr" ve muz meyvesi için 950 kPa basınçta "8.06gr", 1050 kPa basınçta "6.60gr", 1150 kPa basınçta ise "8.19gr" olarak belirlenmiştir. Maydanoz bitkisi için 950 kPa basınçta, muz meyvesi için ise 1050kPa basınçta ağırlık kaybı en az olduğu tespit edilmiştir. Görüntü işleme sonucunda maydanoz bitkisinin zamanla sapında incelmeye olduğu görülmüş ve görüntü işleme sonucunda alan değişimine bakılamayacağı saptanmıştır.

Maydanoz bitkisi için yapılan tüm uygulamalarda ağırlık değişimini modellemek için kullanılan eşitlikler arasında en iyi tahmin Polynominal Cubic modeli sağlamıştır. En uygun basınç değeri 950 kPa olarak belirlenmiştir. Muz meyvesinde ise yapılan tüm uygulamalarda ağırlık değişimini modellemek için kullanılan eşitlikler arasında en iyi tahmin eden Polynomial Quad eşitliklerinin olduğu belirlenmiş ve en uygun basınç değeri 950 kPa olduğu bulunmuştur.

Muz meyvesi için tüm muhafaza koşullarında elde edilen örnekler tazeye göre kıyaslandığında SÇKM, pH ve TA için en uygun basınç değeri 950 kPa olduğu belirlenirken, maydanoz bitkisi için tüm muhafaza koşullarında elde edilen örnekler tazeye göre kıyaslandığında SÇKM için en uygun basınç değeri 950-1050 kPa, pH için 1150 kPa ve TA için 950 kPa olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda uygulanan basınç değerleri arasında en uygun yöntem 950 kPa olarak belirlenmiştir. Maydanoz ve muz materyali muhafazasında 950 kPa basınç değeri kullanılabilir. Görüntü işleme yöntemi sonucunda maydanoz bitkisinde bu yöntemin uygulanamayacağı belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Akdemir, Ö.ve Güngör, A., 2010. Co2 Soğutma çevrimlerinin maksimum performans analizi. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 30(2), 37-43.
- Alkan, R., Kabul, A. ve Kızıllan, Ö., 2014. Toprak kaynaklı bir ısı pompasının farklı soğutucu akışkanlar için termodinamik analizi. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 34(1), 27-34.
- Anonim, 2013. http://www.antalyatarim.com.tr/tr/sera_sebze_tohumlari.php?BasicProductItemID=6&RefID=23
- Anonim, 2019. TUİK, http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. 30.04.2019.
- Araz, M., Güngör, A. ve Hepbaşlı, A., 2013. Düşük küresel ısınma potansiyeline sahip soğutucu akışkanların soğutma uygulamalarındaki kullanımının değerlendirilmesi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 17/20 Nisan 2013/İzmir.
- Arora, A. ve Kaushik, S., 2008. Theoretical analysis of a vapour compression refrigeration system with R502, R404a and R507A. International journal of Refrigeration, 31 998 – 1005
- Ataer, E., Özalp, M. ve Bıyıkoglu, A., 2001. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri için soğutucu akışkan seçimi. V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi 481
- Babiloni, A., Esbri, J., Barragan, A., Moles, F., ve Peris, B., 2014. Theoretical comparison of low gwp alternatives for different refrigeration configurations taking R404a as baseline. International journal of refrigeration, 44, 81.
- Bulgurcu, H., 2001. İklimlendirme ve Soğutma Eğitiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi 3-6 Ekim, İZMİR
- Bulgurcu, H. ve O., İter, N., 2007. Soğutucu akışkanların çevresel etkileri ile ilgili yeni yasal düzenlemeler ve hedefler. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sayfa 915
- Bulut, H., 2010. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Sisteminin Elemanları, Harran Üniversitesi.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları, 682 s, Ankara.
- Charun, H., 2012. Thermal and flow characteristics of the condensation of R404a refrigerant in pipe minichannels. International Journal of Heat and Mass Transfer, 55, 2692–2701.
- Çakır, U. ve Çomaklı, K., 2011. Mevcut soğutucu akışkanlar ve alternatifleri. x. ulusal tesisat mühendisliği kongresi 13/16 Nisan 2011/İzmir.
- Çelen, İ.H., Çelen, S., Moralar, A., Buluş, H. N. ve Önler, E., 2016. Mikrodalga bantlı kurutucuda patatesin kurutulabilirliğinin deneysel olarak incelenmesi. Electronic Journal of Vocational Colleges- Special Issue: The Latest Trends in Engineering, 5(4), 242- 287.
- Çengel, Y. ve Boles, M., 2016. Termodinamik, Editörler: Buyruk, E., Özalp, C., Bilgin, A., Günerhan, H. ve Basan, S. 611.
- Gürler, S., 2006. R134a ve R600a Soğutucu Akışkanlı Ev Tipi Buzdolaplarında Ekserji Analizi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Müh. Böl. Yüksek Lisans Tezi İzmir.
- Han, X., Qiu, Y., Xu, Y., Zhao, M., Wang, Q. ve Chen, G., 2012. Cycle performance studies on a new HFC-161/125/143a mixture as an alternative refrigerant to R404a. Han et al. / J Zhejiang Univ-Sci A (Appl Phys & Eng), 13(2),132-139.

- Hashemi, H., Babaee, S., Mohammadi, A., Naidoo, P. ve Ramjugernath, D., 2015. Clathrate hydrate dissociation conditions of refrigerants R404a, R406A, R408A and R427A: Experimental measurements and thermodynamic Modeling. *J. Chem. Thermodynamics*, 90, 193–198.
- Işık, E., Akbudak, B. ve İzli, N., 2009. Taze soğan, maydanoz ve terenin ön soğutulmasında bazı işletim ve fizyolojik parametrelerin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 43-53.
- Jin, L., Cao, F., Yang, D. ve Wang, X., 2016. Performance investigations of an R404a air-source heat pump with an internal heat exchanger for residential heating in northern. *China international journal of refrigeration*, 67 , 239–248.
- Koyun, T., Koyun, A. ve Acar, M., 2005. Soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanlar ve bu akışkanların ozon tabakası üzerine etkileri. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, S 88, s. 46-53.
- Kuczynski, W., 2013. Pressure wave propagation during the condensation process of the R404a refrigerant in mini-condenser under periodic hydrodynamic disturbances. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 67 404–415.
- Kuczynski, W., 2013. Characterization of pressure-wave propagation during the condensation of R404a and R134a refrigerants in pipe mini-channels that undergo periodic hydrodynamic disturbances. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 40 135–150.
- Llopis, R., Torrella, E., Cabello, R. ve Sanchez, D., 2010. Performance evaluation of R404a and R507A refrigerant mixtures in an experimental double-stage vapour compression plant. *Applied Energy*, 87 1546–1553.
- Mastrullo, R., Mauro, A., Menna, L. ve Vanoli, G., 2014. Replacement of R404a with propane in a light commercial vertical freezer: A parametric study of performances for different system architectures. *Energy Conversion and Management*, 82, 54–60.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Miranda, J., Babiloni, A. ve Esbri, J., 2016. Evaluation of R448A and R450A as low-GWP alternatives for R404a and R134a using a micro-fin tube evaporator model. *Applied Thermal Engineering*, 98 330–339.
- Onat, A., İmal, M. ve İnan, T., 2004. Soğutucu akışkanların ozon tabakası üzerine etkilerinin araştırılması ve alternatif soğutucu akışkanlar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1).
- Özgür, A., Bayrakçı, H. C. ve Akdağ, A. E., 2009. Kritik nokta üstü çevrimli CO₂ soğutma sistemlerinde optimum gaz soğutucu basıncı yeni bir korelasyon. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 29, 2, 23-28.
- Özgür, A., 2013. İki kademeli kritik nokta üstü CO₂ çevrimli soğutma sistemlerinde optimum ara kademe basıncının incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Bölümü*, 32260 Isparta.
- Özkaya, M., Variyenli, H. ve Gedik, B., 2009. Ev tipi soğutucularda farklı soğutucu akışkanların performanslarının deneysel incelenmesi. *Türk Bilim Dergisi*, 2(1).
- Plou, E., A. Lopez-Malo, G.V. Barbosa-Canovas, J. Welti-Chanes, B.G. Swanson, 1999. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64, 4245.
- Prayudi, Nurhasanah, R. ve Diantari, A. R., 2017. The effect the effectiveness of the liquid suction heat exchanger to performance of cold storage with refrigerant R22, R404a and R290/R600a. *Mechanical Engineering College of Engineering Technology PLN, Jakarta Indonesia*, 11750.

- Singh B., Singh JP., Kaur A. ve Singh N., 2016. Bioactive compounds in banana and their associated health benefits- A review. *Food Chem.* 206, 1-11.
- Sönmezdağ, S., Kelebek, H. ve Selli, S., 2012. Grand nain (musa acuminata) muzunun aroma ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 37 (6), 325-332.
- Sözen, A., Arcaklıoğlu E. ve Menlik, T., 2010. Derivation of empirical equations for thermodynamic properties of a ozone safe refrigerant (R404a) using artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 37, 1158–1168.
- Sun, Z., Liang, Y., Liu, S., Ji, W., Zang, R., Liang, R. ve Guo, Z., 2016. Comparative analysis of thermodynamic performance of a cascade refrigeration system for refrigerant couples R41/R404a and R23/R404a. *Applied Energy*, 184, 19–25.
- Türk, R. ve Karaca, H., 2015. Ülkemizde taze ürün depolayan soğuk muhafaza tesislerinde teknik ve ekonomik nitelikler. *Teskon / Soğutma Teknolojileri Sempozyumu*.
- Usta, H., Menlik, T. ve Kırmacı, V., 2006. R-404a/R-508b Soğutucu akışkan çiftinin kademeli soğutma sistemindeki performansının deneysel incelenmesi. *Politeknik Dergisi* 1(1), s. 13-19.
- Yakut, A., 2013. Yeni nesil soğutucu akışkan R32, Daikin Türkiye Kurumsal Planlama Departmanı.
- Yıldız, A.K., Polatçı, H. ve Uçun, H., 2015. Farklı kurutma şartlarında muz (Musa cavendishii) meyvesinin kurutması ve kurutma kinetiğinin yapay sinir ağları ile modellenmesi. *Tarım makineleri bilimi dergisi*, 11(2),173-178.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Burcu AKSÜT

Doğum Tarihi ve Yer: 20.09.1993

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

e-mail: brckst20@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği	2016
Lise	Yıldızeli Çok Programlı Lisesi	2011

İş Deneyimi

Kurum		Tarih
DSİ	Staj	2013