

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEST KABİNLERİNDE NEM KONTROLÜ PERFORMANSI
ÜZERİNE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

SONGÜL KOÇOĞLU

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEST KABİNLERİNDE NEM KONTROLÜ PERFORMANSI
ÜZERİNE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

SONGÜL KOÇOĞLU

Prof.Dr. Özcan GÜNDOĞDU
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Prof.Dr. Serdar KÜÇÜK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Osman GÜNAY
Jüri Üyesi, Okan Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 11.07.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Test kabini cihazları ülkemizde ve dünyada birçok akademik çalışmada ve endüstriyel uygulamalarda araç olarak kullanılmaktadır. Test kabinleri birçok farklı alanda kullanılırken, yapılan test çalışmaları üzerinde sağladığı ortam açısından nem ve sıcaklık parametreleri kontrolleri önem taşımaktadır. Nem kontrolünün kritik öneminden dolayı evaporatif soğutma sistemine alternatif olarak peltier ve silika jel sistemleri oluşturularak nem kontrolü üzerinde iyileştirme sağlamak amacıyla bu tez çalışması gerçekleştirilmiştir.

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgisinden faydalandığım, kendime mentor edindiğim, öğrencisi olmaktan büyük onur duyduğum, lisans sürecinden bu yana yardım ve desteğini esirmeyen çok değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Özcan GÜNDOĞDU' ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasını gerçekleştirmemde malzeme, laboratuvar ve cihaz konusunda ihtiyaç gereksinimlerimi karşılayan Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret Anonim Şirketi' nin değerli yöneticileri, çalışanları ve özellikle destekleriyle çalışmayı tamamlamama yardımcı olan Ar-ge Birimi çalışanlarına, sevgili çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Meryem KOÇOĞLU, babam Cuma KOÇOĞLU, ablam Mukadder KOÇOĞLU ve kardeşim Hilal KOÇOĞLU' na, motivasyon konusundaki destekçim değerli kuzenim Filiz KOÇOĞLU' na, lisans eğitimimin başından beri desteğini esirgemeyen kıymetli arkadaşım Nazlı YAZICI' ya, Ankara'daki büyük şansım ve desteğini her zaman hissettiğim değerli çalışma arkadaşım Eda KARAKUŞ FİLİBELİOĞLU' na derin teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2019

Songül KOÇOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Test Kabinlerinin Tarihçesi	3
1.2. Test Kabinlerinin Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları	4
2. NEM KONTROLÜ.....	5
2.1. Nem Kontrolünün Önemi	5
2.1.1. Bağlı nem.....	5
2.2. Nem Alma Sistemi	6
3. MALZEME VE YÖNTEM	8
3.1. Test Kabini TK 120	8
3.1.1. PID kontrol sistemi	10
3.2. TK 120 Komponentleri	10
3.3. Test Yöntemi	13
3.3.1. Peltier sistemi.....	14
3.3.2. Silika jel sistemi.....	15
3.4. Psikrometrik Diyagram	16
3.5. Test Prosedürü	17
4. BULGULAR.....	22
4.1. Program 1	22
4.2. Program 2	30
4.3. Program 3	37
4.4. Program 4	44
4.5. Program 5	51
4.6. Program Referans Noktası.....	58
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	64
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.2.	Test kabini cihazı	4
Şekil 2.1.	Bağıl nem ölçü aleti	6
Şekil 2.2.	Soğutma sistemi diyagramı	7
Şekil 3.1.	PID kontrol diyagramı	10
Şekil 3.2.	TK 120 cihazı soğutma sistemi.....	12
Şekil 3.3.	TK 120 nem sensörü	13
Şekil 3.4.	Peltier modül	14
Şekil 3.5.	Peltier modül montajı.....	15
Şekil 3.6.	Psikrometrik diyagram	16
Şekil 3.7.	Çalışmada kullanılan TK 120 test kabini.....	18
Şekil 3.8.	Sadeleştirilmiş psikrometrik diyagram	18
Şekil 3.9.	Silika jel sistemi.....	20
Şekil 4.1.	Peltier Program 1 Step 1 grafiği.....	22
Şekil 4.2.	Normal program 1 step 1 grafiği.....	23
Şekil 4.3.	Program 1 step 1 karşılaştırma grafiği	24
Şekil 4.4.	Silika jel program 1 step 1 grafiği.....	24
Şekil 4.5.	Program 1 step 1 silika jelli karşılaştırma grafiği	25
Şekil 4.6.	Peltier program 1 step 2 grafiği	26
Şekil 4.7.	Normal program 1 step 2 grafiği.....	27
Şekil 4.8.	Program 1 step 2 karşılaştırma grafiği	27
Şekil 4.9.	Peltier program 1 step 3 grafiği	28
Şekil 4.10.	Normal program 1 step 3 grafiği.....	29
Şekil 4.11.	Program 1 step 3 karşılaştırma grafiği	29
Şekil 4.12.	Peltier program 2 step 1 grafiği	30
Şekil 4.13.	Normal program 2 step 1 grafiği.....	31
Şekil 4.14.	Program 2 step 1 karşılaştırma grafiği	32
Şekil 4.15.	Silika jel program 2 step 1 grafiği.....	32
Şekil 4.16.	Program 2 step 1 silikajelli karşılaştırma grafiği	33
Şekil 4.17.	Peltier program2 step 2 grafiği	34
Şekil 4.18.	Normal program 2 step 2 grafiği.....	34
Şekil 4.19.	Program 2 step 2 karşılaştırma grafiği	35
Şekil 4.20.	Peltier program 2 step 3 grafiği	36
Şekil 4.21.	Normal program 2 step 3 grafiği.....	36
Şekil 4.22.	Program 2 step 3 karşılaştırma grafiği	37
Şekil 4.23.	Peltier program 3 step 1 grafiği	37
Şekil 4.24.	Normal program 3 step 1 grafiği.....	38
Şekil 4.25.	Program 3 step 1 karşılaştırma grafiği	39
Şekil 4.26.	Peltier program 3 step 2 grafiği	40
Şekil 4.27.	Normal program 3 step 2 grafiği.....	40
Şekil 4.28.	Program 3 step 2 karşılaştırma grafiği	41
Şekil 4.29.	Peltier program 3 step 3 grafiği	42
Şekil 4.30.	Normal program 3 step 3 grafiği.....	42
Şekil 4.31.	Program 3 step 3 karşılaştırma grafiği	43

Şekil 4.32. Peltier program 4 step 1 grafiği	44
Şekil 4.33. Normal program 4 step 1 grafiği.....	45
Şekil 4.34. Program 4 step 1 karşılaştırma grafiği	46
Şekil 4.35. Peltier program 4 step 2 grafiği	46
Şekil 4.36. Normal program 4 step 2 grafiği.....	47
Şekil 4.37. Program 4 step 2 karşılaştırma.....	48
Şekil 4.38. Peltier program 4 step 3 grafiği	49
Şekil 4.39. Normal program 4 step 3 grafiği.....	49
Şekil 4.40. Program 4 step 3 karşılaştırma grafiği	50
Şekil 4.41. Peltier program 5 step 1 grafiği	51
Şekil 4.42. Normal program 5 step 1 grafiği.....	52
Şekil 4.43. Program 5 step 1 karşılaştırma grafiği	53
Şekil 4.44. Peltier program 5 step 2 grafiği	53
Şekil 4.45. Normal program 5 step 2 grafiği.....	54
Şekil 4.46. Program 2 step 2 karşılaştırma grafiği	55
Şekil 4.47. Peltier program 5 step 3 grafiği	56
Şekil 4.48. Normal program 5 step 3 grafiği.....	56
Şekil 4.49. Program 5 step 3 karşılaştırma grafiği	57
Şekil 4.50. Normal referans noktası grafiği	58
Şekil 4.51. Peltier referans noktası grafiği	59
Şekil 4.52. Referans noktası karşılaştırma grafiği	59

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. TK 120 cihazı teknik özellikleri	9
Tablo 3.2. R134a gazı termofiziksel özellikleri	12
Tablo 3.3. Drayer teknik özellikleri	12
Tablo 3.4. Normal ve Peltierli çalışma programları.....	20
Tablo 3.5. Silika jel çalışma programları	21
Tablo 3.6. Referans noktası programı	21



TEST KABİNLERİNDE NEM KONTROLÜ PERFORMANSI ÜZERİNE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

ÖZET

Bu çalışmanın amacı uzun bir süredir dünyada ve ülkemizde birçok alanda kullanılan test kabinlerindeki nem kontrolü sistemlerinden evaporatif soğutma sisteminin performansını değerlendirmek ve iyileştirme çalışmalarını gerçekleştirmektir. Çalışmada; nem ve sıcaklık kontrollü test kabini psikrometrik diyagrama göre belirlenen kritik performans noktalarındaki nem dalgalanmalarını minimize edecek şekilde farklı yöntemler kullanılarak iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile birlikte, psikrometrik diyagramın geneli olarak; yüksek ve düşük nem değerlerindeki kararsız dalgalanmaların en az olduğu iyileştirme yöntemi ve en verimli yöntem belirlenmiş olacaktır. Bu çalışmadaki iyileştirmeler; silika jel ve peltier teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda silika jelin belirlenen test kabini için nem kontrolünde yeterli performansı sağlayamadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, uygulanan yöntemler içerisinde peltier ve evaporatif sistem arasında çok büyük farklılıklar gözlemlenmese de en uygun nem kontrol yönteminin peltierli sistem olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nem Kontrolü, Peltier, Test Kabini.

IMPROVEMENT STUDIES ON HUMIDITY CONTROL PERFORMANCE IN TEST CABINETS

ABSTRACT

The aim of this study is to carry out improvements and evaluate the performance of evaporative cooling system, which is one of the humidity control systems in test cabinets used in many fields in the world and in our country for a long time. In this study; humidity and temperature controlled test cabinet, improvement studies were carried out by using different methods to minimize moisture fluctuations at critical performance points determined according to the psychrometric diagram. With the study, the improvement method and the most efficient method will be determined in which the most unstable fluctuations in high and low humidity values are the least in the psychrometric diagram. Improvements in this study were performed using silica gel and peltier technology. In the studies, it was found that silicagel did not provide sufficient performance in humidity control for the specified test cabinet. As a result of the study, although there were no significant differences between the evaporative and peltier systems, it was determined that the most suitable moisture control method was the peltier system.

Keywords: Humidity Control, Peltier, Test Cabinet.

GİRİŞ

Hava, hayatımızın hayati bir bileşenidir. Hava özellikleri, bir ortamın havalandırılması, maddelerin kurutulması veya ortamdaki bağıl nemin belirlenmesi açısından önemlidir. Hava, kullanıldığı sistemdeki kontroller ve mekanik ekipman arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır ve hava özellikleri işlemlerin sonuçlarını etkiler. Havayı tanımlamak için üç farklı tanım kullanılmaktadır. Atmosferik hava; soluduğumuz havadır. İçerisinde oksijen, azot, su buharı, karbon dioksit, toz, duman ve diğer gazlar gibi çeşitli maddeler yer almaktadır. Kuru hava; atmosferik hava içerisinden toz, duman gibi kirletici maddelerin ve nemin uzaklaştırılmasıyla oluşan havadır. Kuru havanın yaklaşık yüzde 78' si azot, yüzde 21' i oksijen ve yüzde 1' i diğer gazlardan oluşmaktadır. Nemli hava; su buharı ve kuru havanın karışımıyla oluşan havadır [1]. Test kabinlerinin temelinde ise havayı soğutma, ısıtma ve nemlendirme ile doğal ortam koşullarını oluşturmak yer almaktadır. Bilimsel araştırmalar ve endüstriyel uygulamalar gibi multidisipliner alanda test kabinleri uzun bir süredir kullanılmaktadır.

Test kabinlerinin temeli iklimlendirme sistemlerine dayanmaktadır. İklimlendirme sistemleri ise; çok eski çağlardan beri insanların yaşam alanlarını daha konforlu hale getirmek için yapmış olduğu birçok çalışma aslında bu sistemlerin temelini oluşturmuştur. Bu çalışmalar Romalıların, Mısırlıların hamamlarında kullandıkları ventilasyon (havalandırma) sistemleri, yaşadıkları alanların etrafından su kanalları geçirerek soğutma ve serinlemeyi sağlamaları gibi birçok örnek karşımıza çıkmaktadır. Nem parametresi yaşamın her alanında var olduğu için konfor seviyesini belirten unsurlar arasında yer almaktadır [2]. Tüm bu çalışmalar iklimlendirme alanındaki araştırmaların temelini oluşturmuştur. 1800 yıllardan itibaren soğutma cihazları yapılarak bu alandaki teknikler ticarete dökülmüştür. Test kabinleri; kapalı bir alanda nem, sıcaklık, aydınlatma gibi suni fonksiyonlar oluşturarak doğal iklim koşullarını kabin içinde yaratmayı amaçlayan kabinlerdir. Ayrıca test kabinleri iklimlendirme, stabilite yani kararlılık kabinleri olarak da adlandırılmaktadır.

Test kabinlerinde oluşturulmaya çalışılan doğal iklim şartları için nem parametresi bu çalışmada incelenmiştir. Bu tez çalışması; nemli çalışmalarda test kabininin performansını incelemek ve nem parametresi üzerindeki kontrol sistemine alternatif yöntemler ile nem kontrolü üzerine iyileştirme amacıyla gerçekleştirilmiştir.



1. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde test kabinlerinin tarihçesi, kullanım alanları ve kullanım amacı hakkında bilgi verilecektir.

1.1. Test Kabinlerinin Tarihçesi

Test kabinleri; iklimlendirme alanında uzun yıllar boyunca yapılmış çalışmaların gelişimiyle oluşmuş cihazlardır. Antik Romalıların, orta çağdaki İranlıların ve Mısırlıların kişisel konforları için; evlerinin çevresinden su kanalları geçirerek soğutmaya çalışmaları, hamamlarındaki ventilasyon (havalandırma), ısıtma sistemleri kullanmaları iklimlendirmenin temel tekniğini oluşturmuştur [3].

1800 yüzyılının ilk yarısında John Gorrie ilk soğutma makinesinin yapımını gerçekleştirmiştir. Tarihte dünyadaki ilk ticari soğutma makinesi olarak yer etmiştir. 20. yüzyılda Willis Haviland Carrier “Çiğ noktası denetimi” adını verdiği sistemiyle iklimlendirme alanındaki ilk profesyonel sistemi geliştirmiştir. 1920’ lerde soğutucu akışkanların da geliştirilmesiyle verimli cihazlar üretilmeye (Şekil 1.1), 20. Yüzyılın sonlarına doğru elektrikli buzdolapları Amerikan evlerinde yer almaya başlamıştır [4].



Şekil 1.1. Soğutma sistemi örneği [5]

1.2. Test Kabinlerinin Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları

Test kabinleri; otomotiv, askeri, laboratuvar, havacılık, malzeme, gıda, plastik, ambalajlama, tekstil, ilaç, entomoloji (böcek bilimi), bitki çalışmaları, kimya, mobilya gibi alanlarda kullanılmaktadır [6-10].



Şekil 1.2. Test kabini cihazı

Bu kabinler; raf ömür testleri, yaşlandırma, kararlılık, kalite kontrol, şartlandırılmış koşullardaki depolama ve saklama testlerinde kullanılmaktadır (Şekil 1.2). Bu testlere tabi tutulan numuneler için; doğal iklim koşullarında gerçekleştirmenin zaman, iklimsel koşullar ve kararlı ortam oluşturma zor ve uzun süreler gerektirmesinden dolayı test kabinleri tercih edilmektedir.

2. NEM KONTROLÜ

2.1. Nem Kontrolünün Önemi

Herhangi bir alanın iklimlendirmesi için sadece ısıtma ve soğutma gerekliliklerine yönelik hassas ısıtma ve soğutma için, aynı zamanda ortamdaki nem kontrolünün de doğru sağlanması gerekmektedir [11].

Literatürde nem kontrolü üzerine birçok farklı çalışma ve araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar daha çok klima üzerine geliştirilen alternatif sistemler, enerji tasarrufu gibi farklı alanlardaki çalışmalar üzerine yapılmıştır [12,13]. Fakat test kabinlerinde nem çalışması, performansı ve kontrolü üzerine çok fazla çalışma gerçekleştirilmemiştir.

Nem, herhangi bir ortam içerisinde yer alan su buharı miktarıdır. Doğal yaşamımızda olduğu gibi test kabinleri içerisinde test edilen numune, mikroorganizma, malzeme için de nem değeri oldukça önemli bir parametredir [14-16].

Endüstriyel alanda olduğu gibi, test kabinleri içerisinde test edilen numuneler için de sıcaklık kadar nem değeri de kontrol edilmesi gereken zorunlu parametrelerdendir [17]. Test kabinleri içerisindeki numunelerin hassas ve istenilen nem değerlerinde stabil olarak kalması; yaşlandırma, kararlılık, raf ömrü gibi yapılan test çalışmalarında numune üzerindeki etkisinden ötürü kabin içerisindeki nemin kontrolü kritik bir öneme sahip olmaktadır.

2.1.1. Bağıl nem

Bağıl nem; belirli bir ortamda, belirli bir sıcaklıktaki havanın içerisinde bulunan nem miktarının, aynı ortam ve sıcaklıktaki havanın taşıyabileceği maksimum neme oranıdır. Başka bir deyişle bağıl nem, havanın su ile doyurulma oranıdır. Havadaki bağıl nemin %100 olması, havanın suya tamamen doyduğunu ve bu miktardan sonraki havaya eklenen su buharı doğrudan sıvı hale geçmesi demektir.



Şekil 2.1. Bağıl nem ölçü aleti [18]

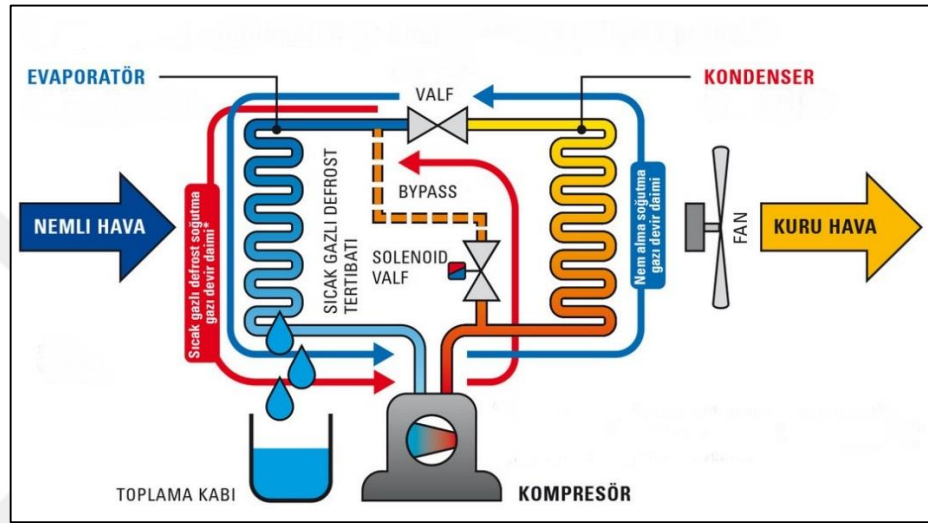
Bağıl nem, ortam sıcaklığı ile ters orantılıdır. Bağıl nem “%” olarak ifade edilir ve birimi “Rh (Relative Humidity – Bağıl Nem)” olarak simgelenmektedir. Bağıl nem, Şekil 2.1’ de gösterilen higrometre adı verilen ölçü aleti ile ölçülmektedir.

2.2. Nem Alma Sistemi

Kabinler içerisindeki test çalışmalarında yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişlerde kullanılan nem alma sistemi, nem kontrolünde nemlendirme işlemi kadar kritik fonksiyonlardandır. Ayrıca kabinde yapılan çalışmalarda istenen nem değerinin üzerindeki olumsuz koşulları da indirmek için nem alma sistemleri kullanılmaktadır.

Soğutucu sistemlerde de birçok farklı yöntem olduğu gibi nem alma sistemlerinde de farklı yöntemler bulunmaktadır. Kabin içerisindeki havanın nemini sürekli ve etkin bir şekilde tutmak için yoğuşma veya adsorpsiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Evaporatif soğutma sistemi, peltier sistemleri yoğuşma prensibini temel almaktadır. Yoğuşma yönteminin temeli; havanın çiğ noktasının altına düşürecek kadar soğutmak, başka bir deyişle havadan daha soğuk bir yüzeye temasıyla havanın taşıdığı nemin yoğuşarak sıvı hale geçmesini sağlamaktır. Adsorpsiyon yöntemi ise; nemin bir yüzey üzerinde soğurularak tutulması prensibine dayanmaktadır. Sıcak hava ile nem alma, granül yöntemi ile nem alma metotları adsorpsiyon yöntemi olarak sınıflandırılmaktadır. Bazı araştırmacılar; döner nem alma, dolgu nem alma ve soğutulmuş nem alma sistemleri gibi farklı kurutma yöntemleri üzerine çalışmalar yapmıştır [19-21].

Bu çalışmada evaporatif soğutma sistemine sahip test kabini üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Evaporatif sistemlerde, yüksek nem içeren çalışmalarda performans düşüklüğü yaşanmakta ve yeterli nem alma işleminin gerçekleşememesi, soğuma sistemi veriminde düşük performans gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Evaporatif sistemlerde nem alma, nem taşıyan havanın bakır boruların içinden soğutucu akışkan geçerek havanın soğuk yüzeyle teması sonucu yoğuşması şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Soğutma sistemi diyagramı [22]

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Test Kabini TK 120

Bu çalışmada, 120 litrelik klimatik test kabini (Nüve Test Kabini TK 120) kullanılmıştır.

TK 120 test kabini; sıcaklık, nem, gece/gündüz ışık döngülerini kontrol ederek, doğal iklim koşullarını kabin içerisinde yaratmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu kabinde; -10 °C ile +60°C arasında çalışma sıcaklığı ve %20 ile % 95 Rh arasında nem değerleri ayarlanabilmektedir. Nemli koşullarda +10°C ile +60°C aralığında sıcaklık ayarı; nemsiz koşullarda aydınlatma kapalı iken -10°C ile +60°C aralığında, aydınlatmalı olarak 0°C ile +60°C aralığında sıcaklık ayarı yapılabilmektedir.

Bu kabin; sabit sıcaklık altında suni yaşlandırma, raf ömrü testleri, saklama, malzeme ve kararlılık gibi testlerin yapıldığı, içine yerleştirilen numunelerin istenilen ortam şartları altındaki davranışlarını izleyebilmek için süre ve aydınlatma parametrelerinin programlanabildiği, sıcaklık ve nem gibi parametre değişimleri sesli ve görsel alarm sistemiyle bildiren test kabinleridir. TK 120 test kabini iklimlendirme kabini olarak da değerlendirilebilir. TK 120 cihazına ait teknik özellikler Tablo 3.1' de verilmiştir.

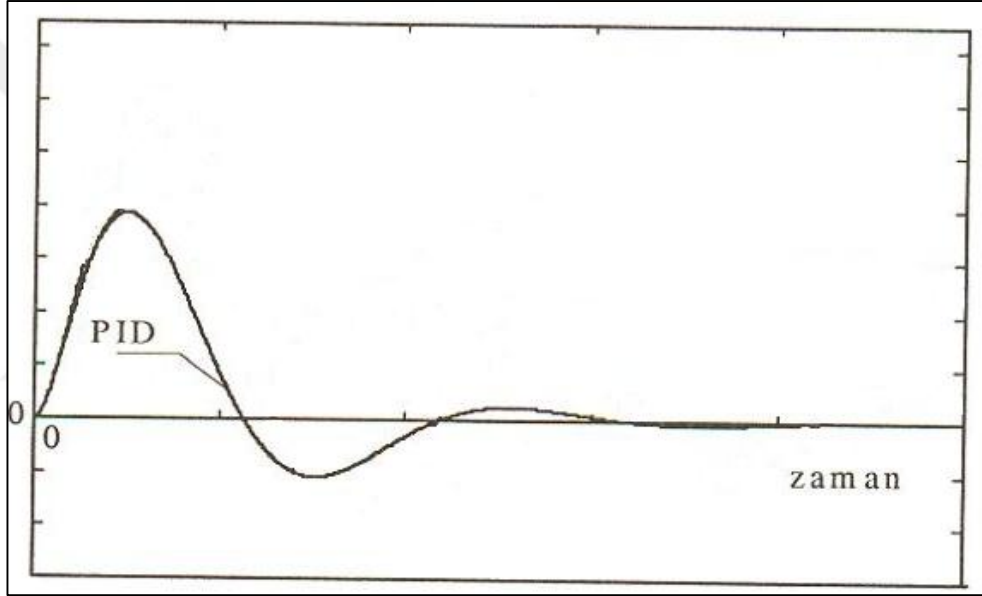
Kabin içerisinde neme ve ısıya dayanıklı aynı zamanda çalışılan sıcak ve nem değerlerini etkilemeden içeride yer alan numuneleri de gözetlemeyi imkanı sağlayan cam kapı bulunmaktadır. Bu cam kapı ile korunan yeterli güçteki lambalar sayesinde de teste tabi tutulan numunelere gün ışığı sağlanmaktadır. Nem jeneratörü ile hücre içerisindeki nem sağlanmakta ve hücre içerisinde yerleştirilmiş nem sensörü ile nem değeri ölçülmektedir. Soğutma, sıcaklık ve nemlendirme; oransal-integral-türevsel kontrol sistemi (PID kontrol sistemi) ile yapılmaktadır.

Tablo 3.1. TK 120 cihazı teknik özellikleri

TEKNİK ÖZELLİKLERİ	TK 120
Sıcaklık Çalışma Sınırları	-10°C / +60°C
Sıcaklık Sensörü	Pt-100
Nem Sensörü	4 – 20 mA
Sıcaklık Ayar ve Okuma Hassasiyeti	0.1°C
Nem Ayar ve Okuma Hassasiyeti	%1 Rh
Nemli Çalışma Sınırları	%20 / %95 Rh
Nemli Çalışma Sıcaklık Aralığı	10°C / 60°C
Emniyet Sistemi	Isıtma İçin; Gaz Genleşmeli Termostat (0° C – 90 ° C) Soğutma İçin; Basınç Otomatığı
Defrost	Otomatik
Zaman Ayarı	(0) – (999 saat 59 dakika) veya Süresiz
Kalıcı Hafıza	32 kilobyte
Program Hafıza ve Step Sayısı	9 adet 9 stepli program ve 1 adet tek stepli program
Soğutucu Akışkan	R 134a
Maksimum Güç Değeri	1800 W
Kullanılır Hacim	120 Litre
Raf Sayısı	2 Adet
İç Yüzey Yapısı	Paslanmaz çelik
Dış Yüzey Yapısı	Elektrostatik toz boyalı paslanmaz çelik
İç Ölçüler (ExDxY) (mm)	475 x 540 x 485
Dış Ölçüler (ExDxY) (mm)	675 x 810 x 1150
Güç Değerleri	230 V / 50 Hz

3.1.1. PID kontrol sistemi

Endüstriyel kontrol sistemleri içerisinde, sürekli denetleme kontrolü olarak işlevsel ve kullanım kolaylığından dolayı yaygın kullanılan yöntemlerdendir. PID; oransal-integral-türevsel denetleyici döngüsü ile oluşturulan kontrol sistemidir. PID kontrolün amacı; çalışılan sistemde sürekli olarak istenen durum ile mevcut durum arasındaki farkı kontrol ederek, sistematik bir şekilde sistemin istenen duruma gelmesini sağlamaktır (Şekil 3.1). Sistem içerisindeki farkı hesapladıktan sonra kontrol parametrelerini hesaplar ve oransal-integral ve türevsel kontrol parametreleriyle bir çıkış verir ve farkı azaltarak minimize etmeye veya sıfırlamaya çalışmaktadır [23,24].



Şekil 3.1. PID kontrol diyagramı

3.2. TK 120 Komponentleri

Test kabinleri içerisindeki nem ve ısı oluşturma yöntemi olarak literatürde birçok farklı metot bulunmaktadır [25-27]. TK 120 kabini içerisindeki nem; nem jeneratörü ile üretilmektedir. Kabin içerisindeki nem sensöründen gelen bilgi; ayarlanan nem değerinin altında ise nem jeneratörü aktif hale gelip kabin içerisinde istenilen nem seviyesine ulaşılmaya çalışılmaktadır, ayarlanan nem değerinin üzerinde ise nem jeneratörü pasif hale gelerek nem alma sistemi devreye girmektedir.

TK 120 test kabininde soğutucu sistem elemanları olarak: kompresör (ekovat), kondenser, evaporatör, likit tankı ve soğutucu akışkan yer almaktadır. Kabin içerisinde yer alan soğutucu sistem üzerindeki komponentler PID kontrol mekanizması algoritması ile çalıştırılmakta ve kontrol edilmektedir.

TK 120 test kabininde kullanılan kompresör; soğutucu sistem içerisinde yer alan gazın, ısı yüklenen ve sıkıştıkça sıvı hale geçen gazın, sıkışmasını ve sistemdeki diğer elemanlardan olan kondensere geçişini sağlamaktadır. Aynı zamanda soğutma sisteminde akışın sürekliliğini sağlamaktadır. Kabinde kullanılan kondenser; soğutucu gazın üzerindeki ısıyı alarak sıvı hale geçmesini sağlamaktadır. Evaporatör ise soğutma sistemi amacını yani soğutma işlemini gerçekleştiren elemandır. Evaporatör kabin içerisinde yer almaktadır. Evaporatör kanallarına giren soğutucu akışkan, kabin içerisindeki ısıyı üzerine alır ve buharlaşarak gaz hale geçmesini sağlar. Gaz hale geçen soğutucu akışkan tekrardan kompresöre gelir ve bu soğutma döngüsü çalışma boyunca devam eder. TK 120 cihazı soğutma sistemi Şekil 3.2’ de verilmiştir. Likit tankı, soğutucu akışkan rezervi yani saklama kabı olarak görev yapmaktadır. Kabin içerisindeki ısı ve nem homojenitesi, kabin içerisindeki fan yardımı ile sağlanmaktadır.

Kabinde soğutucu akışkan olarak R 134a gazı kullanılmaktadır (Tablo 3.2). R 134a gazı; birçok soğutucu gaz gibi ozon tabakasını delerek küresel ısınmaya yol açmamaktadır, soğutma sistemlerinde kullanılan uygun soğutucu akışkanlardan biridir. Kabindeki soğutma sisteminde soğutucu akışkanı kontrol edebilmek için; valf, drayer (filtre), termometre gibi yardımcı komponentler de yer almaktadır. Drayer yani filtre; soğutucu akışkan içerisinde yer alan nemi tutmak ve aynı zamanda akışkan içerisindeki toz gibi partiküllerin de tutulmasını sağlayarak sistemin veriminin düşmesine engel olmaktadır [28-30]. TK 120 cihazında kullanılan drayerin teknik özellikleri Tablo 3.3’ te verilmiştir.



Şekil 3.2. TK 120 cihazı soğutma sistemi

Tablo 3.2. R134a gazı termofiziksel özellikleri [31]

Özellik		R 134a
Kimyasal gösterim		CF ₃ CH ₂ F
Mol ağırlığı		4.2
Kaynama noktası (°C)		-26.2
Kritik sıcaklık (°C)		101.1
Kritik basınç (kPa)		4067
Yoğunluk (5°C'de, kg/m ³)	S	1279
	B	17.3
Isıl iletkenlik (5°C'de, W/mK)	S	0.0971
	B	0.0126
GWP (100 yıl, CO ₂ =1)		1300
ODP		0

Tablo 3.3. Drayer teknik özellikleri

Yüzey Alanı (cm ²)	Soğutma Kapasitesi (kW)			Su Adorpsiyon (gH ₂ O)						Kurutma Kapasitesi (kg)					
	R22 R410A R407C	R134 A R507	R404 A	R22 R410A R407C		R134A R507		R404		R22 R410A R407C		R134A R507		R404A	
Sıcaklık (°C)				25	50	25	50	25	50	25	50	25	50	25	50
50	10	8.5	7	6	5	6.2	5.3	6	5	5	4.5	6	5.5	6	5

TK 120 test kabinindeki ayarlanan veya istenilen nem değeri, kabin içerisine yerleştirilmiş Şekil 3.3' te gösterilen nem sensörü ile ölçülmekte ve kontrol altına alınmaktadır. Kabin içerisinde %0 - %100 bağıl nem çalışma aralığına ve %1 okuma hassasiyetine sahip nem sensörü kullanılmıştır.



Şekil 3.3. TK 120 nem sensörü

TK 120 test kabininde içerideki sıcaklık değerini okumak ve kontrol altına tutmak için 0,1°C ayar ve okuma hassasiyetine sahip Pt-100 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Hem sıcaklık hem de nem sensörü çalışmadan önce kalibrasyonu yapılarak doğrulanmıştır.

3.3. Test Yöntemi

Bu tez çalışmasında TK 120 test kabininde nem kontrolü performansı üzerine iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. TK 120 test kabini evaporatif soğutma sistemine sahip bir kabindir. Bu kabinde nem dalgalanmaları azaltmak ve daha hassas bir nem çalışması sağlamak için nem alma yöntemlerinden peltier ve silika jel çalışmaları yapılmıştır. Cihazın nemlendirme parametresi ve donanımı her üç çalışma için de sabit tutulmuştur, bu nedenle bu çalışma da daha çok nem tutma, nem değerinin üzerinde okunan nem değeri ayarlanan nem değerine stabil bir şekilde getirecek en uygun çalışmayı seçmek için gerçekleştirilmiştir. Ayrıca literatürde ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan farklı alternatif sistemler de bulunmaktadır.

Bu sistemler katı maddeli nem alıcı sistemler, lityum klorür kullanılarak, havayı soğuk yüzeyde soğutarak, hava içerisine soğuk su püskürtülerek nem alma sistemleri gibi farklı alternatif sistemler bulunmaktadır. Bu çalışmada evaporatif sisteme ek olarak peltier ve silika jel sistemleri kullanılarak nem kontrolü üzerindeki performansları değerlendirilmiştir.

3.3.1. Peltier sistemi

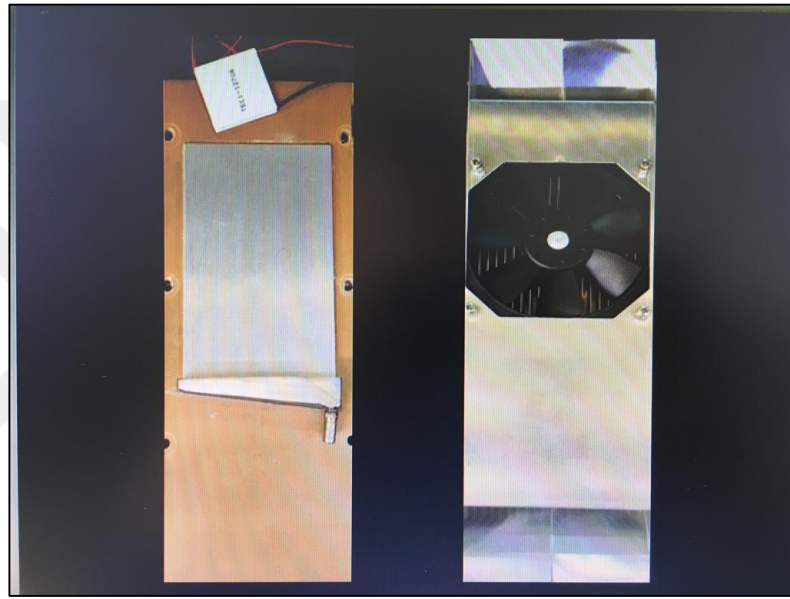
Peltier; bir yüzeyi soğuk diğer yüzeyi sıcak olan, düşük volt değeri ile çalışan P ve N tipi iki yarı iletkenlerden oluşan bir termoelektrik soğutucu elemandır [32]. İki yüzey arasındaki sıcaklık farkı 80°C leri bulmaktadır. İki yüzey arasındaki sıcaklık farkı ile enerji üretimi de sağlamaktadır. Küçük boyutta olmalı, tepki sürelerinin hızlı ve kısa olması, hareketli parçalarının olmaması ve çevre dostu olmaları nedeniyle peltier elemanları önem kazanmış ve geniş kullanım alanı bulmuştur [33-36]. Termoelektrik soğutucu olan peltierler soğutma, sıcaklık kontrolü amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır [37].

Peltierin iki yüzeyi de aktif olarak kullanılabilir, bağlantı girişlerinin yer değiştirmesiyle soğuk ve sıcak yüzey de yer değiştirmektedir. Peltier elemanları mini buzdolabı, elektronik kart ve işlemci soğutucuları, taşınabilir soğutucular, araç soğutucularında yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Peltier modül

Peltier modül için; 4 adet TEC 12706 kodlu peltier elemanı kullanılmıştır. Peltierin soğuk yüzey kısmına eşit şekilde termal yapıştırıcı sürülerek alüminyum plakaya yapıştırılmıştır. Peltierin sıcak yüzeyine de termal yapıştırıcı sürülerek kanatlı alüminyum plaka peltier üzerine yapıştırılmıştır. Kanatlı alüminyum plaka peltierin sıcak yüzeyindeki ısıyı almak amacıyla kullanılmıştır. Kanatlı alüminyum plaka üzerine de ısıyı dağıtmak ve homojen dağıtımını sağlamak için fan yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Modül kabin içerisine peltierin soğuk yüzeyi kabin içinde kalacak şekilde montajı gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Peltier modül montajı

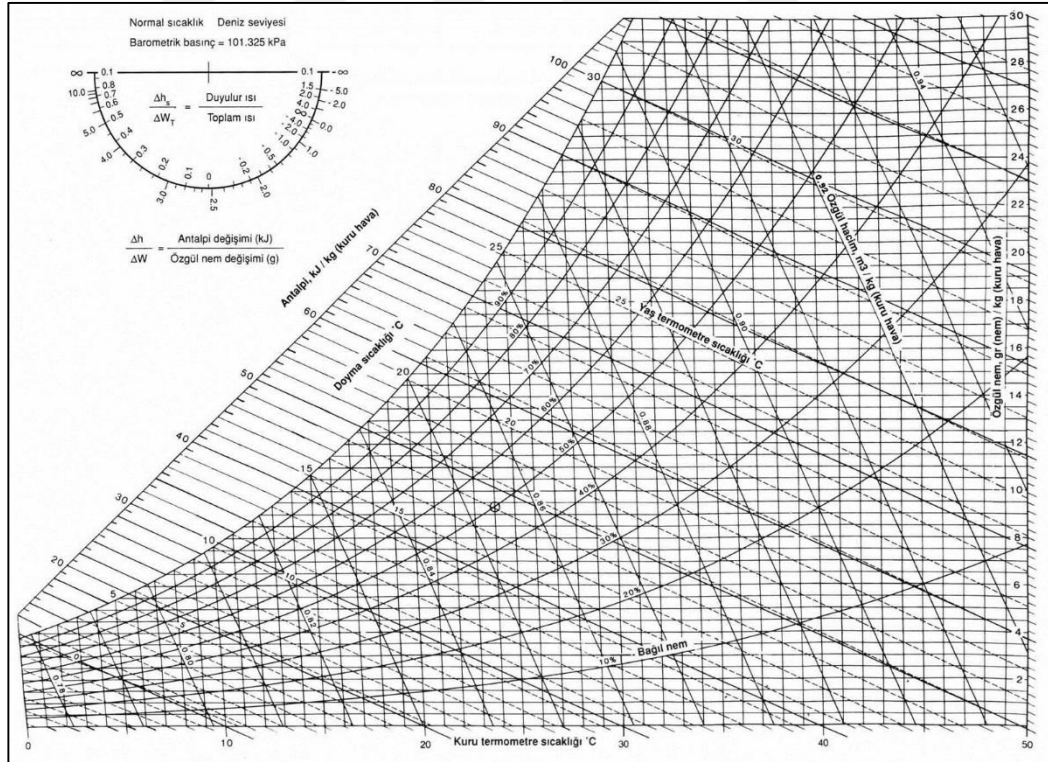
3.3.2. Silika jel sistemi

Silika jel; nanometre ölçekli boşluk ve gözenekli yapıdan oluşan bir sodyum silikat formudur. Boşluklu yapı içerisi su, gaz veya başka bir sıvı maddesi ile doldurulabilir. Silika jelin gözenekli yapısı, su molekülleri için güçlü bir afiniteye sahiptir [38]. Silika jeller birçok çalışmada nem tutucu, yüzeylerde yoğuşmadan dolayı oluşabilecek korozyonu önlemek için kullanılan malzemelerdendir. Silika jel geri dönüştürülebilir bir malzemedir.

Bağıl nemi kontrol etmek için depo malzemelerini korumak, kıyafetlerde, nem, küf veya kimyasal olarak bozunabilecek yiyeceklerin korunmasında silika jeller kullanılmaktadır. Ayrıca silika jeller endüstriyel kompresörlü hava sistemlerinde; kompresörden gelen havanın silika jel sistemi içerisinde geçirilerek nemi alır ve havanın kurutulmasını sağlamaktadır [14,39]. Bu şekilde yoğuşmadan veya nemden ötürü kompresörlü hava kullanım hattında meydana gelebilecek hasarların önüne geçilmektedir. Düşük değerlerdeki bağıl nemi kontrol etme yöntemleri içerisinde en bilinen ve en yaygın kullanılan yöntem silika jel yöntemidir.

3.4. Psikrometrik Diyagram

Psikrometrik diyagram; içerisinde nem barındıran havanın fiziksel özelliklerini gösteren grafikdir [40]. Diyagram içerisinde havanın; bağıl nem, kuru termometre sıcaklığı, özgül nem, entalpi, özgül hacim, yaş termometre sıcaklığı ve doyma sıcaklığı gibi fiziksel özelliklerini içermektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Psikrometrik diyagram [41]

Kuru termometre sıcaklığı; içerisinde nem etkisi olmayan havanın termometre veya herhangi bir sıcaklık ölçüm aletiyle ölçtüğü sıcaklık değeridir.

Özgöl (Mutlak) nem; belli bir ortamdaki havanın içerisinde yer alan su buharı kütlesinin, içerisinde su buharı bulundurmeyen kuru hava kütlesine oranıdır.

Entalpi; nem ve havanın soğutulurken alınması veya ısıtılırken verilmesi gereken ısı miktarıdır.

Özgöl hacim; 1 kilogramlık havanın (nemli havanın) toplam kapladığı hacimdir.

Yaş termometre sıcaklığı; havanın içerisindeki nem ile birlikte havanın sıcaklık değeridir.

Doyma (çiğ noktası) sıcaklığı; nemli havanın sabit basınç altında soğutularak yoğunlaşmaya başladığı sıcaklık değeridir [41].

Bu tez çalışması psikrometrik diyagramda yer alan bağıl nem ve sıcaklık parametreleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Bağıl nem ve sıcaklık arasındaki ilişki göz önüne alınarak bağıl nem kontrolü üzerine iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Psikrometrik diyagramın basitleştirilmiş ve sadeleştirilmiş hali bu çalışmada kullanılmıştır.

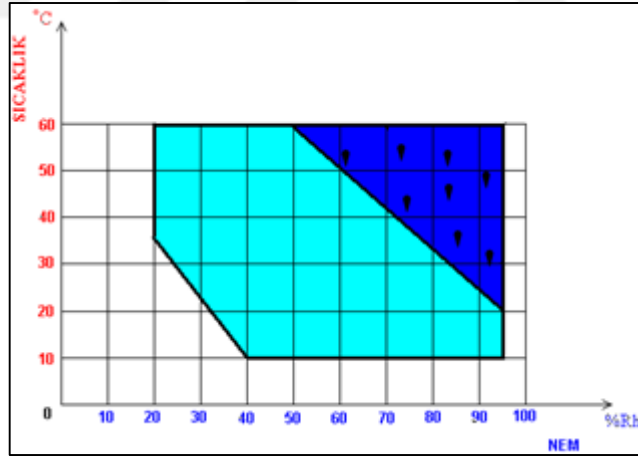
3.5.Test Prosedürü

Bu tez çalışmasında evaporatif, kompresörlü soğutma sistemine sahip TK 120 test kabini kullanılarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).

TK 120 test kabininde -10°C ile $+60^{\circ}\text{C}$ arasında çalışma sıcaklığı ve %20 ile % 95 Rh arasında nem değerleri ayarlanabilmektedir. Verilen çalışma sıcaklığı aralığında; sıcaklık dalgalanması $\pm 2^{\circ}\text{C}$, nem ise yüksek dalgalanmalar göstermektedir. Bu nem ve sıcaklık dalgalanmalarını daha hassas ve kararlı hale getirmek için nem kontrolü performansı üzerine peltierli ve silika jelli alternatif sistemler kullanılarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan TK 120 test kabini



Şekil 3.8. Sadeleştirilmiş psikrometrik diyagram

Şekil 3.8’ de belirtilen psikrometrik diyagram referans alınmıştır. Bu diyagram; literatürde geçen psikrometrik diyagramı sadeleştirilerek; sadece sıcaklık ve bağıl nem parametreleri dikkate alınarak sadeleştirilerek oluşturulmuştur.

Şekil 3.8’ de verilen psikrometrik diyagramın mavi ile belirtilen yüksek nem değerindeki kısımlar çiğlenmenin gerçekleştiği yani ortamdaki nem miktarının arttığı ve havadaki nemin sıvı hale geçtiği anlamına gelmektedir.

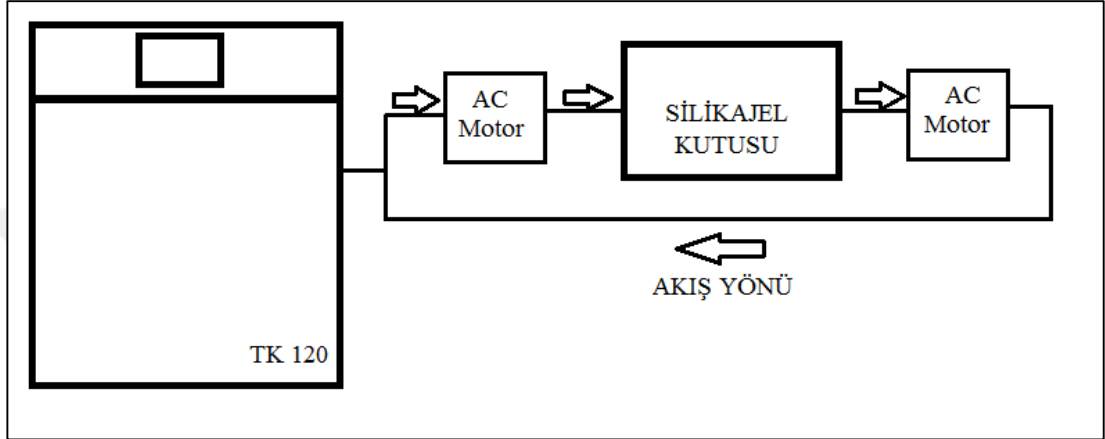
TK 120 cihazının PID çalışma mekanizmasının algoritmasında ve kontrol parametrelerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan test edilmiştir. Çalışmaların nem dalgalanmaları üzerindeki performanslarını görebilmek için; üç çalışmanın da PID kontrol değerleri aynı şekilde tutularak test çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasında evaporatif soğutma sistemli TK 120 cihazı “normal çalışma” olarak adlandırılmıştır. Peltier sistemli TK 120 cihazı “peltierli çalışma” olarak adlandırılmıştır. Silika jel sistemli TK 120 cihazı ise “silika jelli çalışma” olarak adlandırılmıştır. Her üç çalışmada da cihazın nemlendirme işlemi nem jeneratörü üzerinden sağlanmaktadır, sadece nem değerindeki dalgalanmalar üzerinde nem alma yani kurutma işlemi performansı üzerine alternatif olarak peltier ve silika jel sistemi test edilmiştir.

Peltierli sistem; evaporatif sistemdeki evaporatör altında yer alan bakır boruların yüzeyine yapışarak nem alma sistemine alternatif olarak kullanılmıştır. Peltierli sistemde; peltierin soğuk yüzeyinden kabin içerisindeki soğuk hava geçirilerek hava içerisindeki nemin tutulması sağlanmıştır. Yapılan peltierli sistem oransal kontrol mantığıyla çalışmakta olup, TK 120 cihazında nem alma sistemi devre dışı bırakılarak onun yerine entegre edilmiştir.

Silika jel sistemi de evaporatif sistemdeki bakır borulardan geçen havanın içindeki nemi alarak nem kontrolü sağlayan sistem yerine alternatif olarak kullanılmıştır. Silika jelin ekonomik ve kolay temin edilebilir olmasından dolayı bu metot tercih edilmiştir. Silika jel sistemi; nemin set edilen değerlerde yüksek olmasıyla devreye giren bir çalışma mekanizmasına sahiptir. Nemi set edilen değerde tutma kontrolünü sağlamaya çalışmaktadır. Fakat hazırlanan 25x15x20 cm (enxboyxyükseklik) boyutundaki silika jel kutusu 3 saatlik çalışma performansı için yeterli gelmemiş, ancak 1 saat süresince etkili performans göstermiştir. 1 saat sonunda silika jellerin şiştiği ve nem tutma kapasitelerinin de düştüğü görülmüştür.

Bu nedenle silika jel çalışması yüksek nemden düşük nem değerine geçiş program steplerinde değil, program başlangıcındaki düşük nem steplerinde kullanılarak veriler elde edilmiştir. Silika jel çalışması kabin içerisindeki nemli hava bir AC motor kullanılarak silika jelle dolu kutu içerisine nemli hava verilerek kutu çıkışından nemini bırakmış kuru havanın tekrar bir motor kullanılarak kabin içerisine verilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Silika jel sistemi

Tablo 3.4' te verilen çalışma programları normal ve peltier sistemlerde çalışılan programlardır. Bu programlar, psikrometrik diyagramın uç noktaları olacak şekilde ve cihazın rutin test sıralarında çoğunlukla kullanılan bir referans noktası belirlenerek gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.4. Normal ve Peltierli çalışma programları

	Program 1			Program 2			Program 3		
	1. Step	2. Step	3. Step	1. Step	2. Step	3. Step	1. Step	2. Step	3. Step
Sıcaklık (°C)	60	60	60	60	60	60	10	10	10
Nem (%Rh)	20	95	20	50	95	50	40	95	40
Süre (saat)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Program 4			Program 5					
	1. Step	2. Step	3. Step	1. Step	2. Step	3. Step			
Sıcaklık (°C)	20	20	20	35	35	35			
Nem (%Rh)	32	95	32	20	95	20			
Süre (saat)	3	3	3	3	3	3			

Tablo 3.5. Silika jel çalışma programları

	Program 1	Program 2
	1. Step	1. Step
Sıcaklık (°C)	60	60
Nem (%Rh)	20	50
Süre (saat)	1	1

Silika jel, normal ve peltierli sistem karşılaştırması; tüm sistemlerin silika jel çalışma verilerinin Tablo 3.5' e göre 1 saatlik süreden oluşmasından ötürü ilk 1 saatlik çalışma verileri dikkate alınarak yapılmıştır.

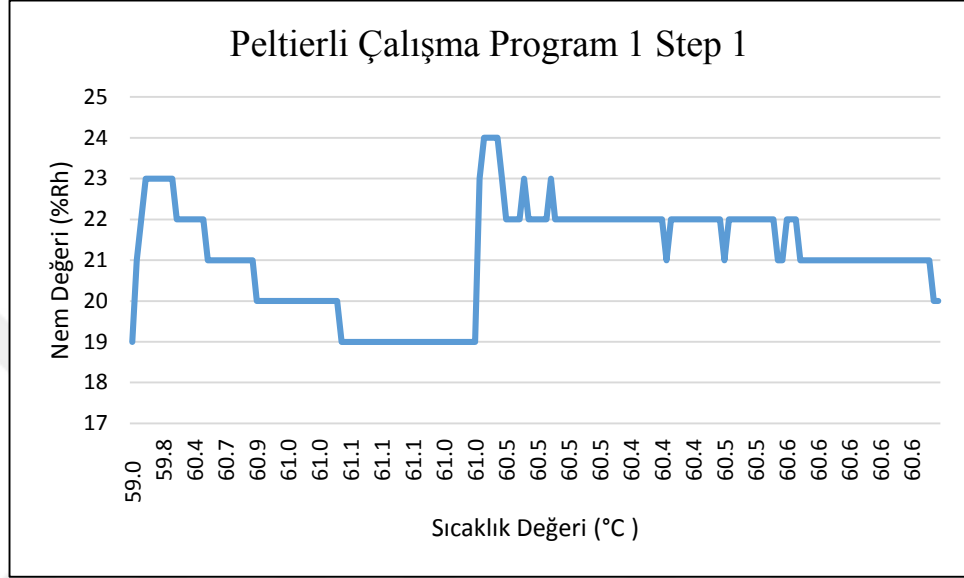
Tablo 3.6. Referans noktası programı

	Program 1
	1. Step
Sıcaklık (°C)	60
Nem (%Rh)	40
Süre (saat)	3

Cihazın evaporatif sistemi ve alternatif yapılan sistemlerdeki, psikrometrik diyagramın kritik uç noktaları dışında; cihazın performansını peltierli sistem ve normal çalışma sistemi açısından görebilmek için diyagramın orta noktalarından 60°C %40 Rh noktası referans çalışma noktası olarak belirlenmiştir (Tablo 3.6). Yapılan çalışma kayıtları, cihaz üzerindeki haberleşme modülü kullanılarak RS 232 ile bağlantısı üzerinden bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

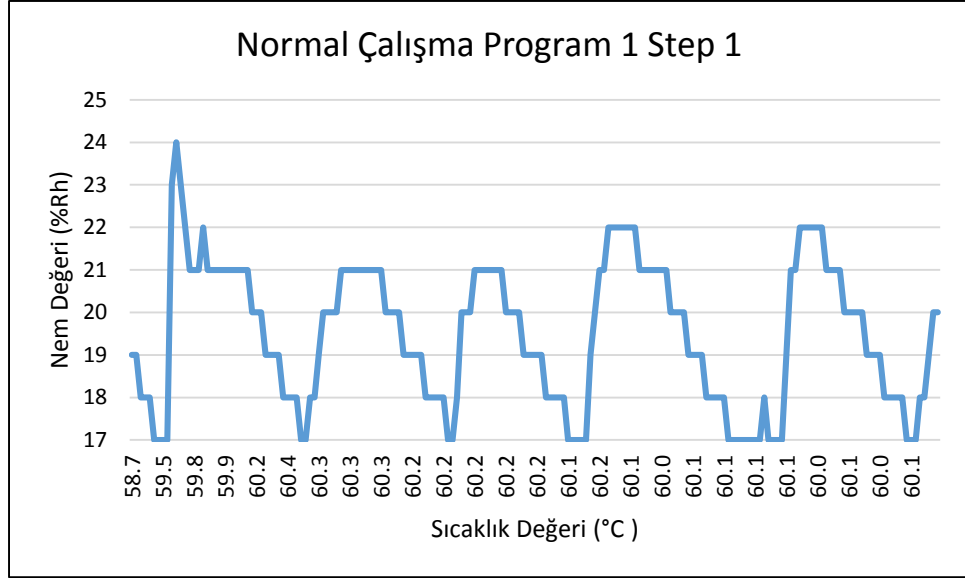
4. BULGULAR

4.1. Program 1



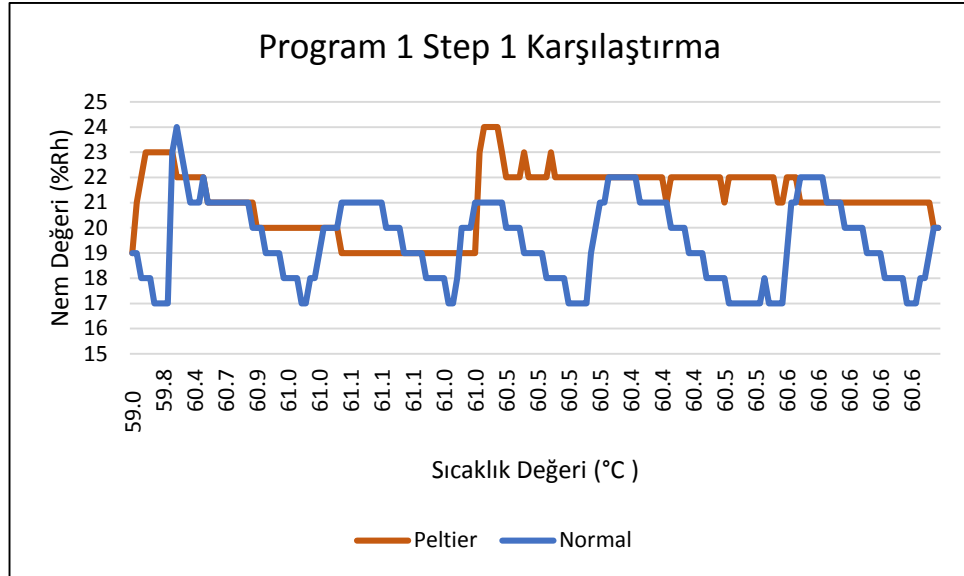
Şekil 4.1. Peltier Program 1 Step 1 grafiği

60°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; sıcaklık dağılımı $\pm 1^{\circ}\text{C}$ nin içerisindeyken, nem dağılımı ortalama olarak ± 2 Rh olmuştur. Şekil 4.1’ de verilen grafiği incelediğimizde, ayarlanan çalışma süresinin uzatılmasıyla daha stabil bir nem dağılımı elde edebileceğimiz Şekil 4.1’ deki grafiğin son eğrilerinde görülmektedir. Nem değerinin çalışma süresince çalış eğrisi performansı incelendiğinde ayarlanan set değerinin üzerinde salınımlar gösterdiği görülmektedir. Daha kararlı ve performansını tam görebilmek için 3 saatlik çalışma süresinin uzatılmasıyla çalışmanın tekrar edilmesi daha doğru veriler sağlayacaktır. Çalışma performansı grafiğinin son verilerini incelediğimizde daha kararlı ve daha az salınımlı bir performans gösterdiği ve set edilen nem değerine yaklaştığı görülmektedir, bu nedenle çalışma süresini uzatarak daha doğru çalışma performansı analizi sağlayacaktır.



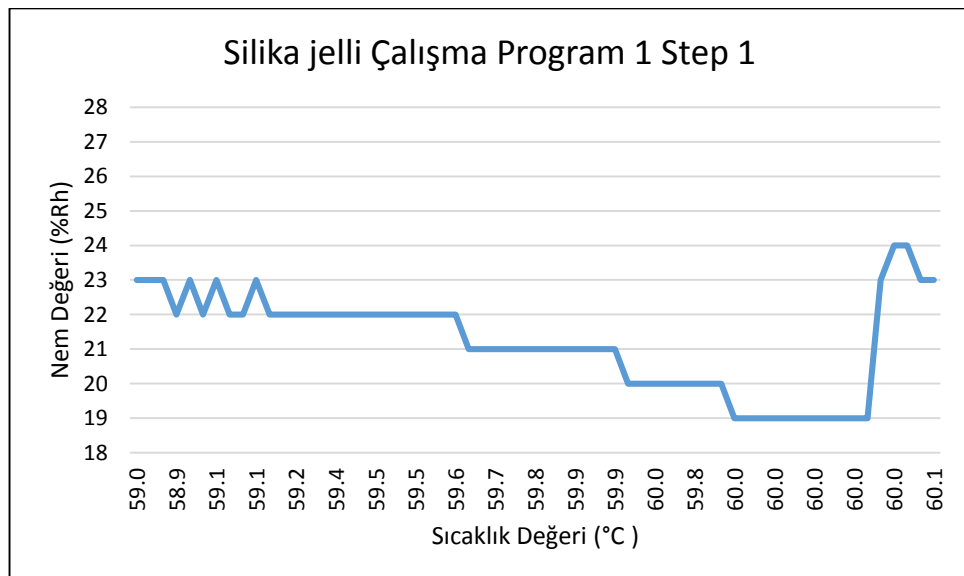
Şekil 4.2. Normal program 1 step 1 grafiği

60°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; sıcaklık dağılımı $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ nin içerisindeyken, nem dağılımı ortalama olarak ± 3 Rh olmuştur. Çalışma; nem dağılımına göre daha hassas ve kararlı bir sıcaklık dağılımı vermiştir. Nem değerinde ise salınımların sürekli olduğu, stabil bir çalışma olmadığı Şekil 4.2’ de görülmektedir. Nem dalgalanmalarının set edilen değer altıda daha çok salınımlar yaptığı Şekil 4.2’ deki grafikte görülmektedir. Sıcaklık parametresinin 3 saatlik çalışma süresi boyunca neme göre daha kararlı ve daha az salınımlı bir performans göstermiştir. Nem parametresi ise sık periyodlarla ani bir şekilde yükselen ve aynı şekilde sık periyodlarla ani bir şekilde düşen bir çalışma eğrisi ile salınımlar göstermiştir. Şekil 4.2’ deki grafiğe göre ortam sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklık ve düşük nem değerinde set edilen program çalışmasında; sıcaklık olarak istenen stabil, kararlı bir çalışma performansı sağlanmış olsa da nem performansı açısından düşük nem değerinde istenilen performans değerinde kararlı, stabil bir çalışma sağlanamamıştır. Nem çalışma eğrisi set edilen nem değerinde stabil ve kararlı bir çalışma performansı gösterememiştir.



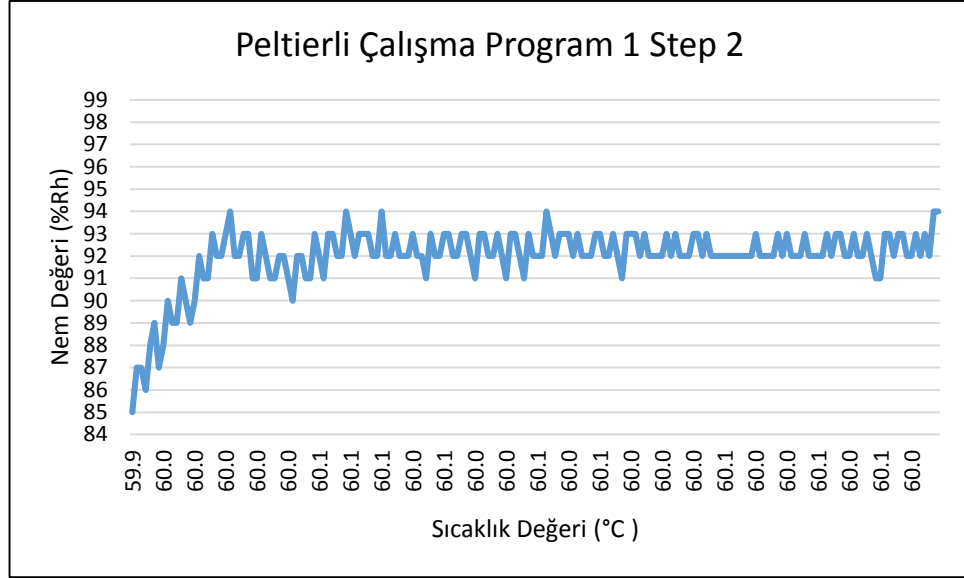
Şekil 4.3. Program 1 step 1 karşılaştırma grafiği

60°C %20 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın daha hassas ve ayarlanan set değerine daha yakın nem değerlerinde olduğu Şekil 4.3’te görülmüştür. Aynı zamanda peltierli çalışmadaki nem değeri salınımlarının daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı verdiği görülmektedir. Düşük nem değerindeki çalışmalarda, peltierli sistem kullanılmasının performans olarak daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4. Silika jel program 1 step 1 grafiği

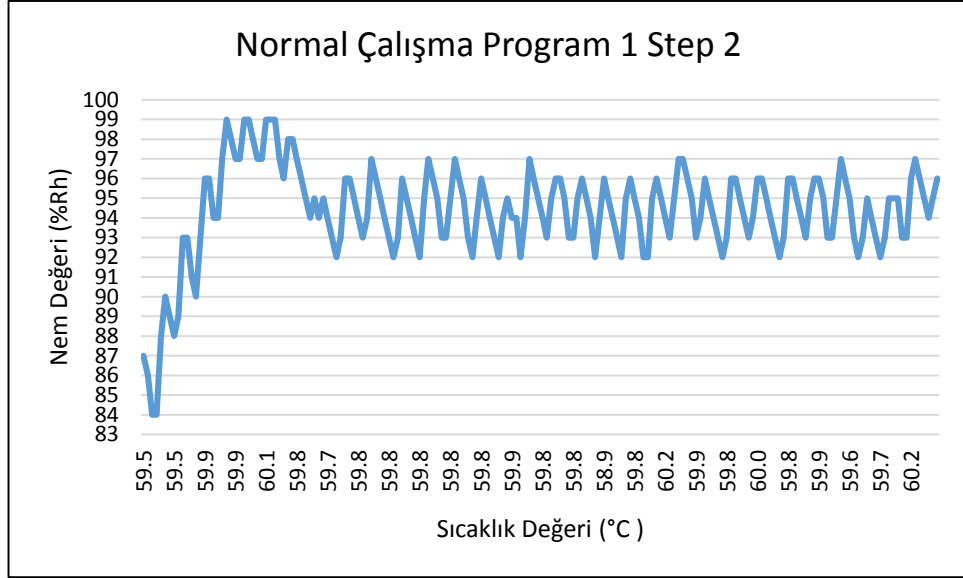
Şekil 4.5. Program 1 step 1 silika jelli karşılaştırma grafiği



Şekil 4.6. Peltier program 1 step 2 grafiği

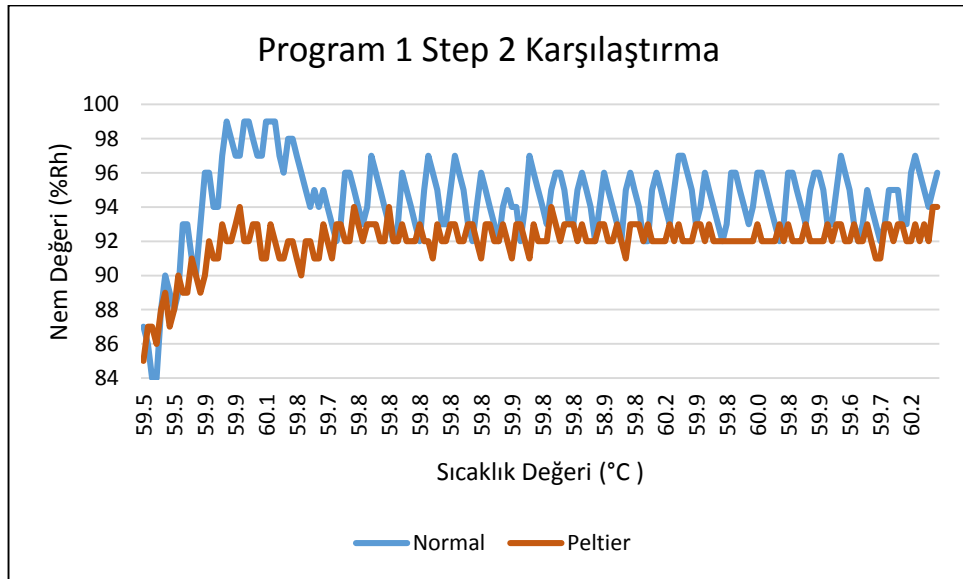
60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın daha hassas ve ayarlanan set değerine daha yakın nem ve sıcaklık değerlerinde olduğu Şekil 4.6' da verilen grafikte görülmüştür. Set edilen %95 nem değerine ulaşılmadığı görülmekte, çalışma programı saatinin daha uzun tutulmasıyla %95 Rh değerinin yakalanabileceği grafiğin son verilerindeki yükselmelerle öngörülmektedir. Aynı zamanda peltierli çalışmadaki nem salınımlarının daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı sağlamaktadır. Nem dağılımının ortalama olarak ± 2 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu ölçülmüştür. Sıcaklık parametresi, 3 saatlik çalışma boyunca nem değerine göre oldukça kararlı bir performans göstermiştir. Nem parametresi ise; dar bir bant aralığında sık sık salınım yaptığı Şekil 4.6' da verilen grafikte görülmektedir.

60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem dağılımının ortalama olarak ± 3 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu ölçülmüştür. 3 saatlik çalışma boyunca cihaz ayarlanan set değerinde kararlı bir çalışma sağlayamamıştır. Özellikle nem değerlerinde sık periyotlarda salınımlar olduğu Şekil 4.7' de görülmektedir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, set değerine oturamadığı ve yüksek salınımlar olduğu gözlemlenmiştir.

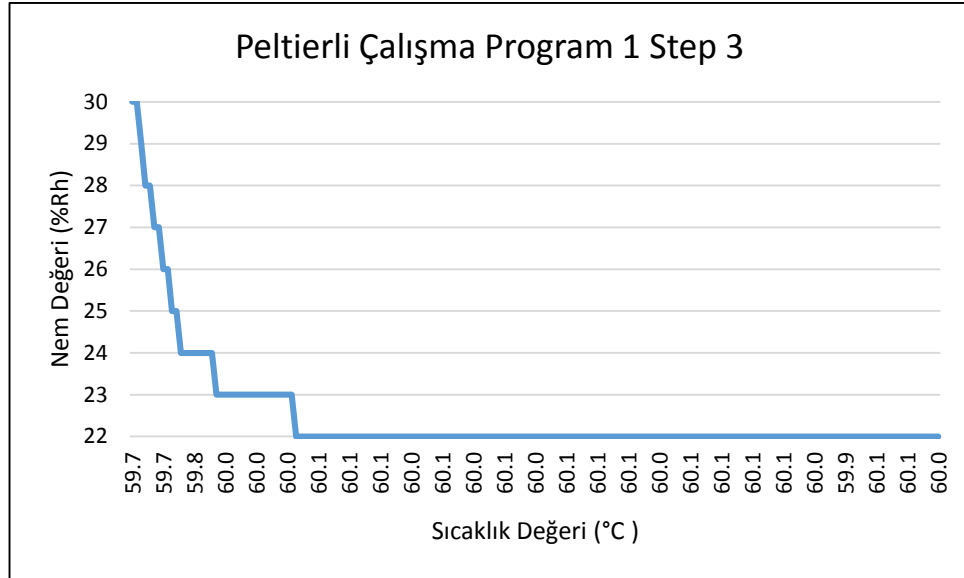


Şekil 4.7. Normal program 1 step 2 grafiği

60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma daha hassas ve kararlı bir çalışma grafiği vermektedir. Normal çalışma grafiği ile set edilen %95 Rh nem değerine ulaştığı ancak bu değerde stabil bir çalışma performansı sağlayamadığı Şekil 4.8’ de görülmektedir. Aynı zamanda peltierli çalışmadaki nem ve sıcaklık değeri salınımlarının daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı verdiği görülmektedir. Yüksek nem değeri açısından peltierli çalışmanın daha iyi performans sağladığı görülmüştür.

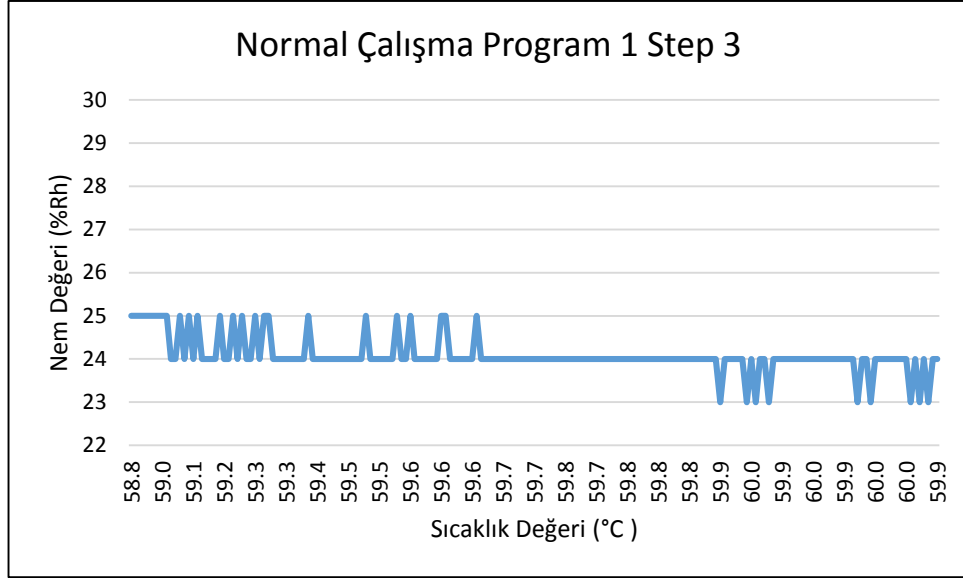


Şekil 4.8. Program 1 step 2 karşılaştırma grafiği



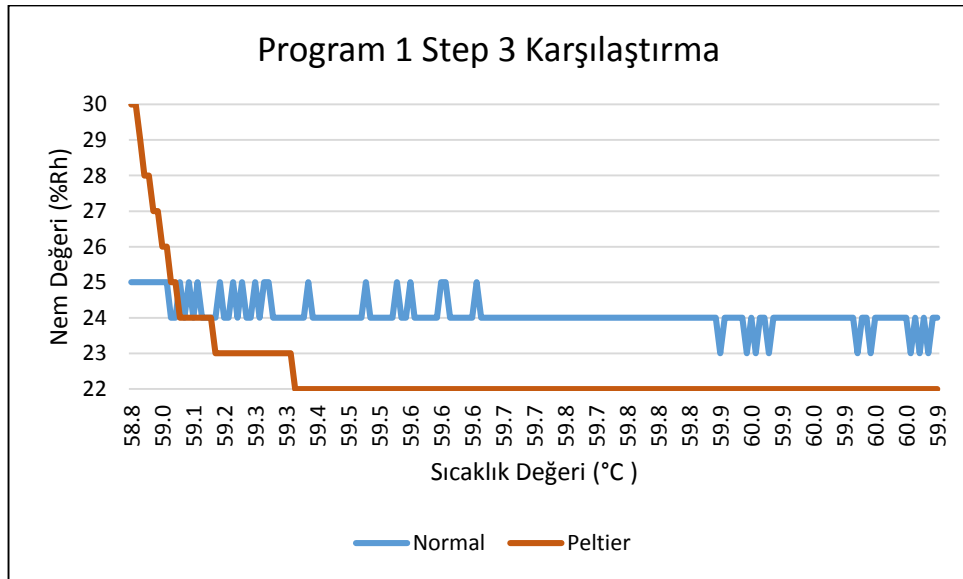
60°C %20 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmada ilk 40 dakika boyunca nemin set değerine ulaşmaya çalıştığı Şekil 4.9' da görülmektedir. Sonraki kalan çalışma süresinde ise nem değerinin %22 Rh değeriinde stabil kaldığı ve herhangi bir salınım yapmadığı görülmektedir. Fakat %20 Rh set değeriine 3 saatlik çalışma süresince ulaşılmadığı ölçülmüştür. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; yüksek nem değeriinden düşük nem değeriine geçişte stabil bir çalışma performansı göstermiştir.

60°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşılmadığı Şekil 4.10' da görülmektedir. Ortalama nem dağılımının %1 Rh olduğu görülmektedir. Fakat nem değeri; ayarlanan set değerinin üzerinde bir salınım gerçekleştirmiştir. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Bu çalışma grafiğinde; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre daha kontrollü ve kararlı bir nem eğrisi verdiği görülmüştür. Sıcaklık parametresinin ise; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre çok yüksek farklılıklar olmasa da sıcaklık değeri dalgalanmasının daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. Normal program 1 step 3 grafiği

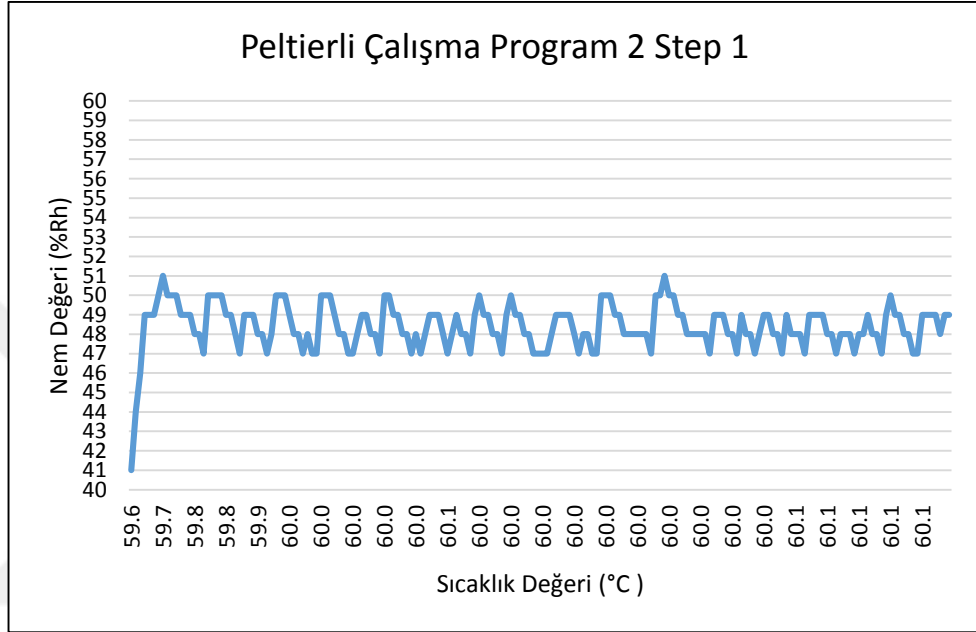
60°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma daha kararlı ve ayarlanan set değerine daha yakın bir çalışma grafiği vermektedir. Her iki çalışmada da set edilen nem değerinin yakalanamadığı Şekil 4.11’ de görülmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçiş eğrisine göre nem parametresi değeri açısından daha kararlı ve daha az salınımlı performans sağlamıştır. Özellikle nem açısından peltierli çalışmanın 3 saatlik çalışma boyunca normal çalışmaya göre oldukça stabil bir performans gösterdiği Şekil 4.11’ de görülmektedir.



Şekil 4.11. Program 1 step 3 karşılaştırma grafiği

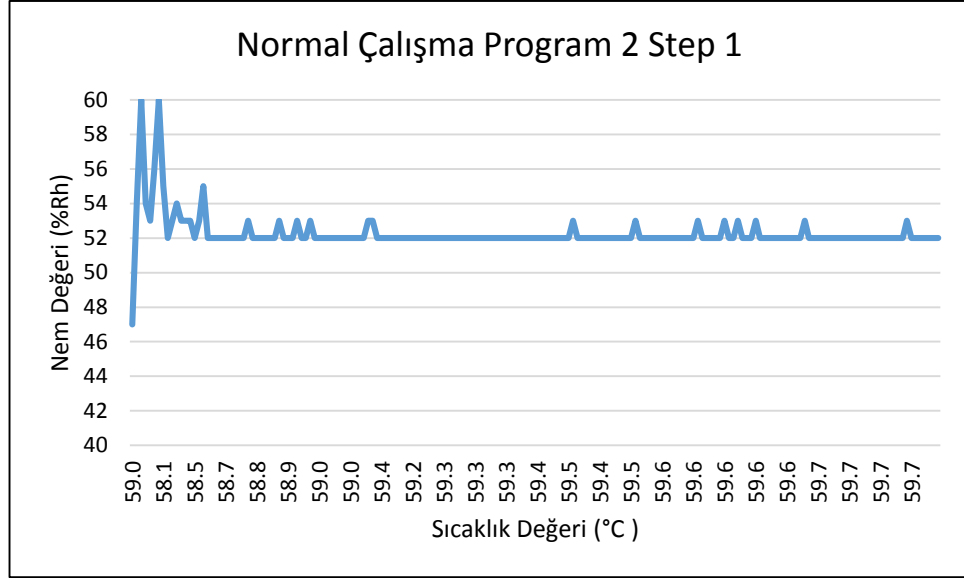
Çalışmanın ilk 20 dakikasından sonra peltierli çalışma istenen set değerine ulaşamasa da %22 Rh nem değerinde tam stabil bir çalışma göstermiştir. Peltierli çalışmadaki nem ve sıcaklık değeri salınımlarının daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı verdiği görülmektedir.

4.2. Program 2



Şekil 4.12. Peltier program 2 step 1 grafiği

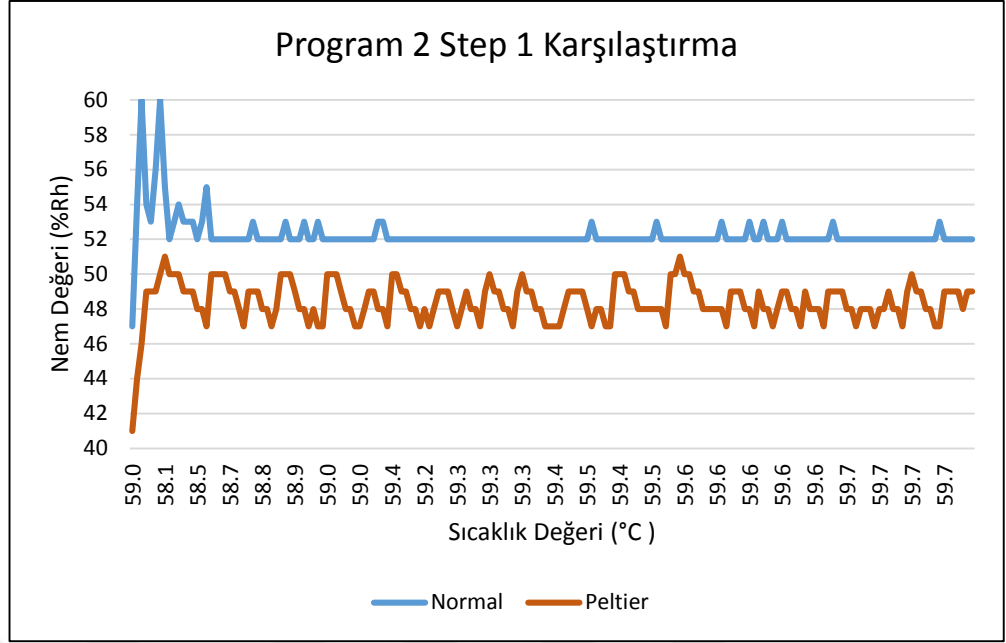
60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmada ilk 10 dakikadan sonra nem değerinin set değerine oturduğu görülmektedir. Sonrasındaki kalan çalışma süresince nem set değerinin üzerinde çok fazla salınım göstermediği, set değerinin altında salınım yaptığı Şekil 4.12’ de görülmektedir. Fakat bu salınımlar oldukça dar bir bant aralığında gerçekleşmiştir. Ortalama nem dağılımının ± 3 Rh, ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ olduğu gözlemlenmiştir. Peltierli sistem çalışması sıcaklık değerinde oldukça kararlı yani stabil bir çalışma performansı sağladığı görülmektedir.



Şekil 4.13. Normal program 2 step 1 grafiği

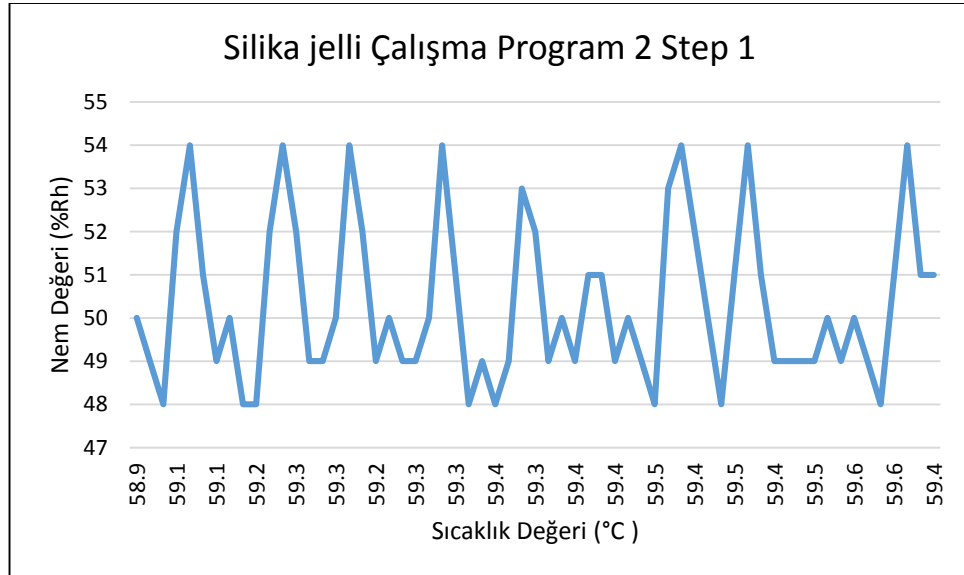
60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşılmadığı görülmektedir. Ortalama nem dağılımının %1 Rh olduğu görülmektedir. Fakat nem değeri; ayarlanan set değerinin üzerinde bir salınım gerçekleştirmiştir. %52 Rh nem değerinde stabil bir çalışma grafiği sağladığı Şekil 4.13' te verilen grafikte görülmüştür. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Bu çalışma grafiğinde; nem değeri ayarlanan set değerine ulaşmasa da daha az salınım yaptığı, sıcaklık değerinin ise neme göre daha sık periyodlarla salınım yaptığı görülmektedir.

60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma daha kararlı ve ayarlanan set değerine daha yakın bir çalışma grafiği vermektedir. Her iki çalışmada da set edilen nem değerinde stabil bir çalışma performansı gösteremediği, normal çalışma sisteminde ise set edilen nem değerinin hiç yakalanamadığı Şekil 4.14' te gözlemlenmiştir. Normal çalışmada nem değerinin, peltierli çalışmaya göre set değerinin üzerinde bir salınım göstermiştir; fakat peltierli çalışmaya göre de kendi çalışma performansı eğrisi içinde daha dar bir bant aralığında dalgalanmalar göstermiştir. Peltierli çalışmadaki nem ve sıcaklık değeri salınımlarının normal çalışmaya göre daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı verdiği görülmektedir.



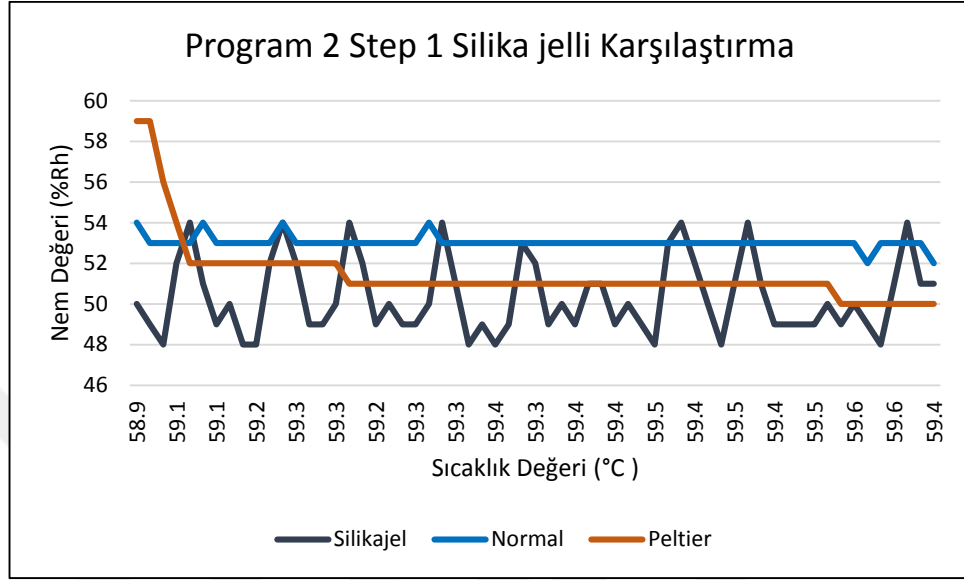
Şekil 4.14. Program 2 step 1 karşılaştırma grafiği

Silika jel kullanılarak set değeri 60°C %50 Rh, 3 saat olarak programlanan çalışmada, silika jellerin nemi emdikten sonra şişmesi ve nem tutma kapasitelerinin düşmesinden ötürü ancak 1 saatlik çalışma verisi elde edilmiştir. Bu 1 saatlik Şekil 4.15’ te verilen çalışma verisinde ise sıcaklık dağılımı $\pm 1^\circ\text{C}$ nin içerisindeyken, nem dağılımı ortalama olarak ± 3 Rh olmuştur.



Şekil 4.15. Silika jel program 2 step 1 grafiği

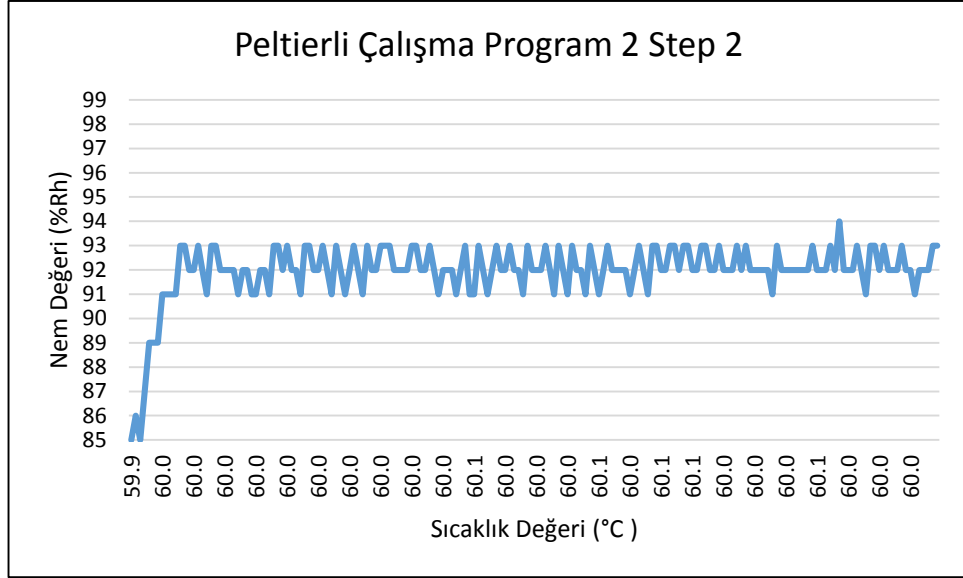
Şekil 4.15’ te verilen grafiğin son verilerini göz önüne aldığımızda da silika jelin nem tutma kapasitesi düştüğünden ötürü daha yüksek nem değerlerine ulaşıldığı görülmektedir. Ayrıca silika jel ayarlanan bu nem set değerinde; nem kontrolü üzerinde çok etkili olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.16. Program 2 step 1 silikajelli karşılaştırma grafiği

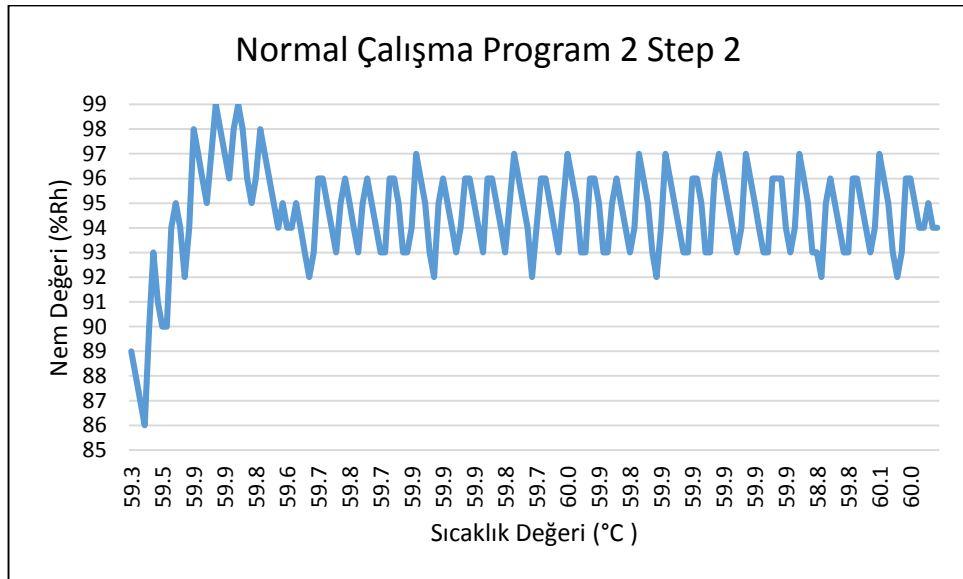
Silika jel, peltier ve normal çalışma durumlarını karşılaştırdığımızda; set değeri 60°C %50 Rh, 3 saat olarak programlanan çalışmanın karşılaştırma grafiği Şekil 4.16’ da verilmiştir. Grafiği incelediğimizde set değerine en yakın nem değerini ve en az salınımlı performansı peltier ile yapılan çalışmanın sağladığı görülmektedir. Fakat çalışma süresi silika jel verilerinden ötürü 1 saat olarak grafiğe aktarılmıştır. Bu ayarlanan set değerinde en düşük performansı silika jel çalışmasının, en yüksek performansı ise peltier sistemli çalışmanın sağladığı gözlemlenmiştir.

60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın ayarlanan set değerine ulaşamadığı Şekil 4.17’ de görülmüştür. Çalışma programı saatinin daha uzun tutulmasıyla %95 Rh değerinin yakalanabileceği grafiğin son verilerindeki nem değerindeki yükselmelerle öngörülmektedir. Aynı zamanda peltierli çalışmadaki nem salınımlarının daha az bu nedenle daha kararlı bir çalışma imkanı sağlamaktadır. Nem dağılımının ortalama olarak ± 1 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1$ °C değerlerinde olduğu ölçülmüştür. Bu nem dağılımı set değeri baz alınarak değil çalışmanın kendi içerisindeki dağılım olarak hesaplanmıştır.

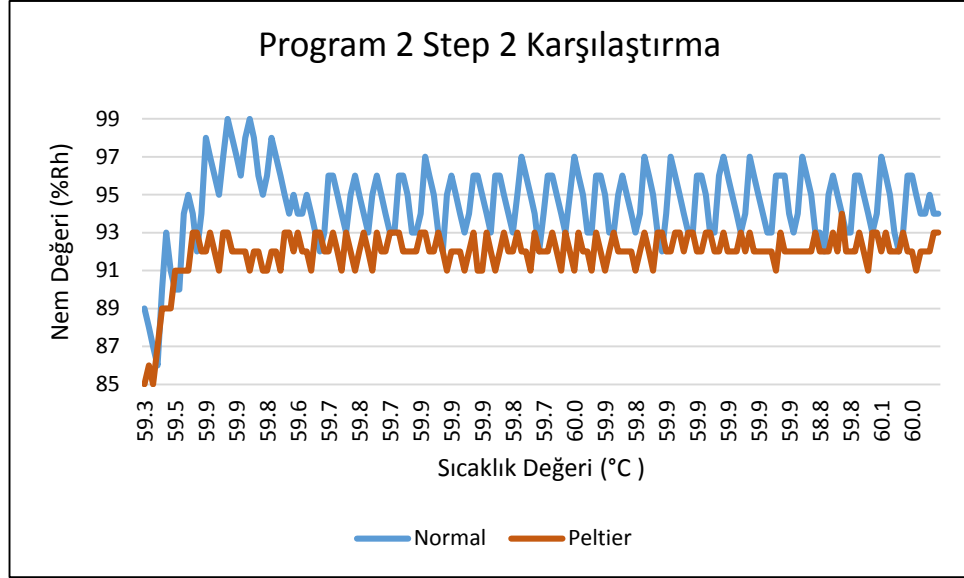


Şekil 4.17. Peltier program 2 step 2 grafiği

60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem dağılımının ortalama olarak ± 3 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu ölçülmüştür. 3 saatlik çalışma boyunca cihaz ayarlanan set değerinde gerek nem gerek sıcaklık değerinde kararlı bir çalışma sağlayamamıştır. Özellikle nem değerlerinde sık periyotlarda, hızlı yükseliş ve düşüşlerle salınımlar olduğu Şekil 4.18’ de görülmektedir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem değerinde daha yüksek nem salınımı gösterirken, sıcaklık değerinde daha az salınım göstermiştir.



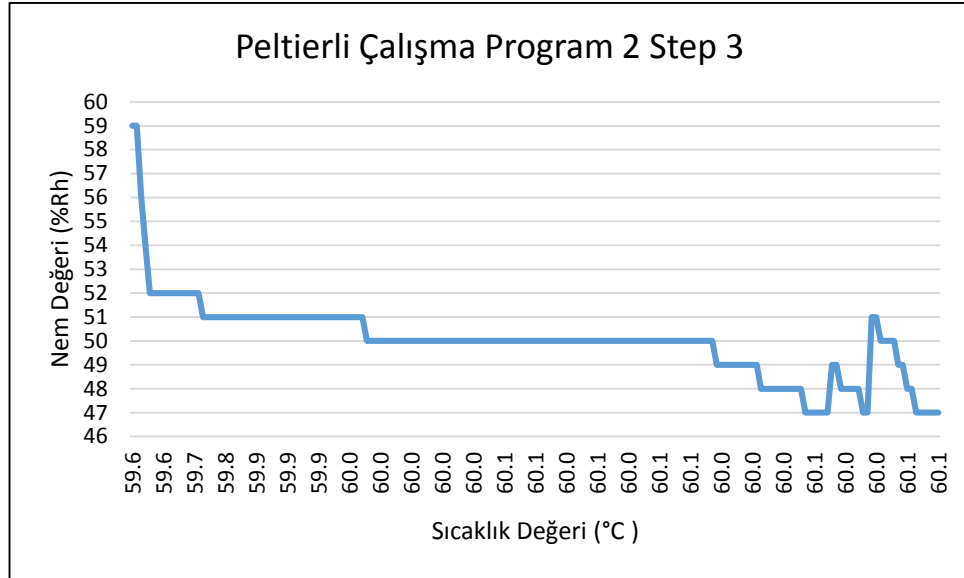
Şekil 4.18. Normal program 2 step 2 grafiği



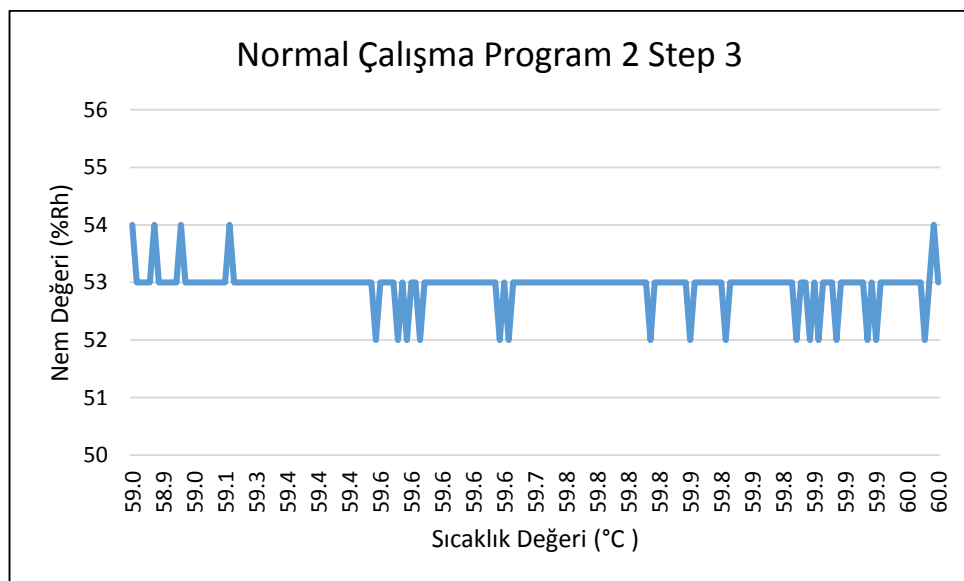
Şekil 4.19. Program 2 step 2 karşılaştırma grafiği

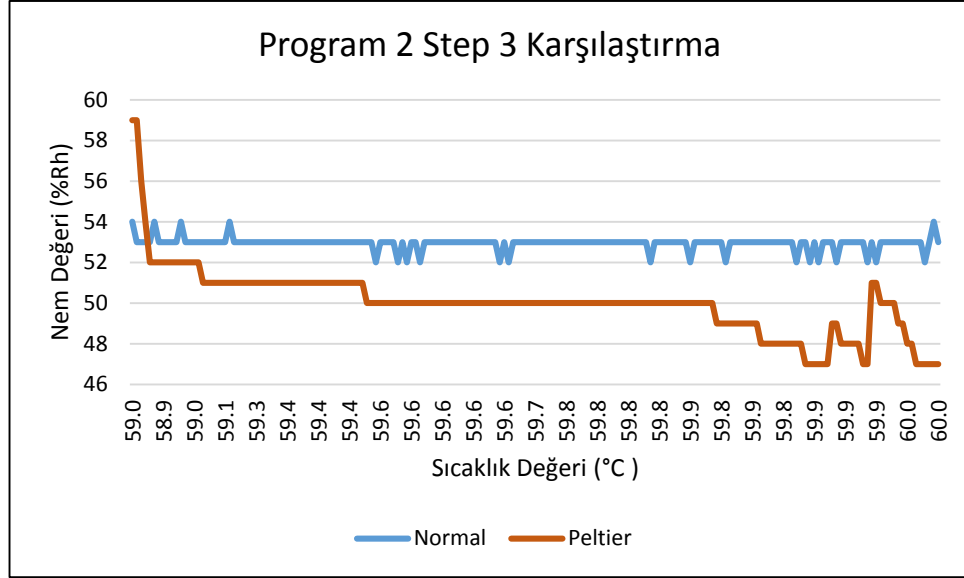
60°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma daha kararlı bir çalışma grafiği vermektedir. Fakat peltierli çalışmanın set edilen nem değerini yakalayamadığı Şekil 4.19’ da görülmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçişte daha çok salınımlı performans göstermiştir. Sıcaklık dağılımında ise her iki çalışmada da düşük nemden yüksek nem değerine geçişte daha kararlı, daha az salınım olduğu görülmektedir. Peltierli çalışmadaki nem ve sıcaklık değeri salınımlarının daha az, evaporatif çalışma ayarlanan nem değerine ulaşmış olsa da nem değerinde kararlı bir performans sağlayamamıştır.

60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; peltierli çalışmada 80 dakikalık bir süre boyunca nem, set değerinde stabil bir çalışma performansı göstermiştir. Son 45 dakikalık kalan çalışma süresinde ise nem değerinin set edilen nem değerinden düştüğü Şekil 4.20’ de görülmektedir. Ortalama nem dağılımının ± 3 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nemden yüksek nem değerine geçişe göre daha kararsız bir çalışma performansı göstermiştir.



60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşılmadığı Şekil 4.21’ de görülmektedir. Ortalama nem dağılımının %1 Rh olduğu görülmektedir. Fakat nem değeri; ayarlanan set değerinin %3 Rh nem değeri kadar üzerinde bir salınım gerçekleştirmiştir. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Bu çalışma grafiğinde; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre nem salınımlarında büyük farklılıklar gözlemlenmese de sıcaklık dağılımında daha kararsız bir çalışma eğrisi verdiği görülmüştür.

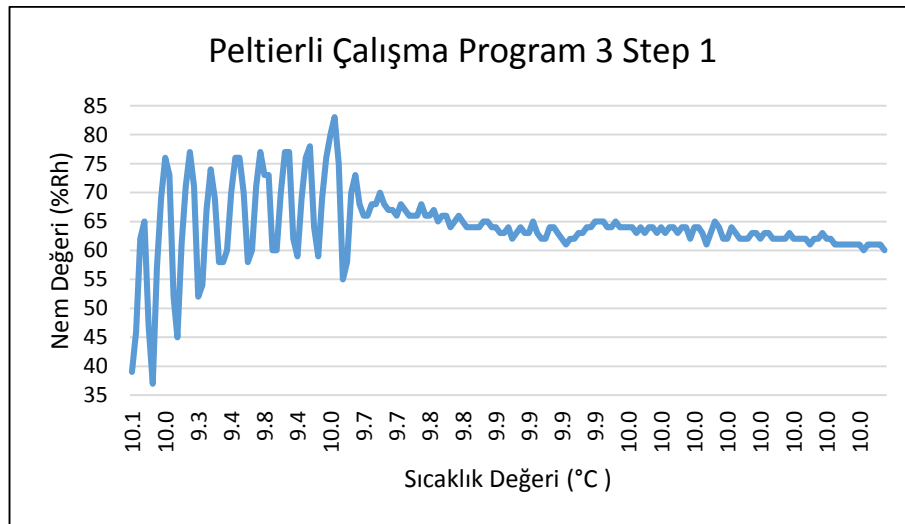




Şekil 4.22. Program 2 step 3 karşılaştırma grafiği

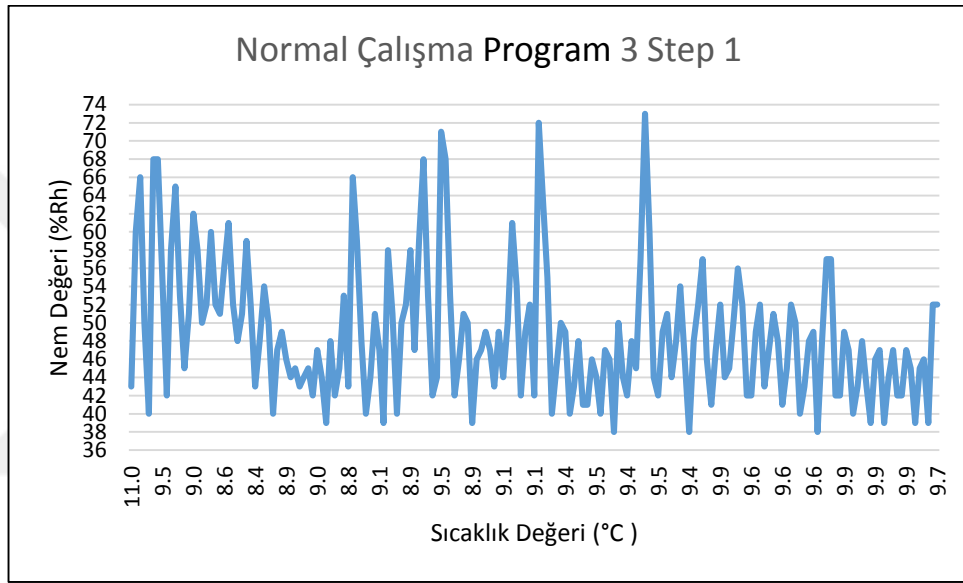
60°C %50 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma kararlı ve ayarlanan set değerinde bir çalışma grafiği elde edilmiştir. Normal çalışmada set edilen nem değerinin yakalanamadığı Şekil 4.22’ de görülmektedir. Peltierli çalışmada ise salınım bant aralığının daha geniş olduğu görülmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçiş eğrisine göre daha kararsız bir performans göstermiştir. Peltierli çalışmadaki nem ve sıcaklık değeri salınımlarının daha az bu nedenle normal sisteme göre daha kararlı bir çalışma imkanı verdiği görülmektedir.

4.3. Program 3



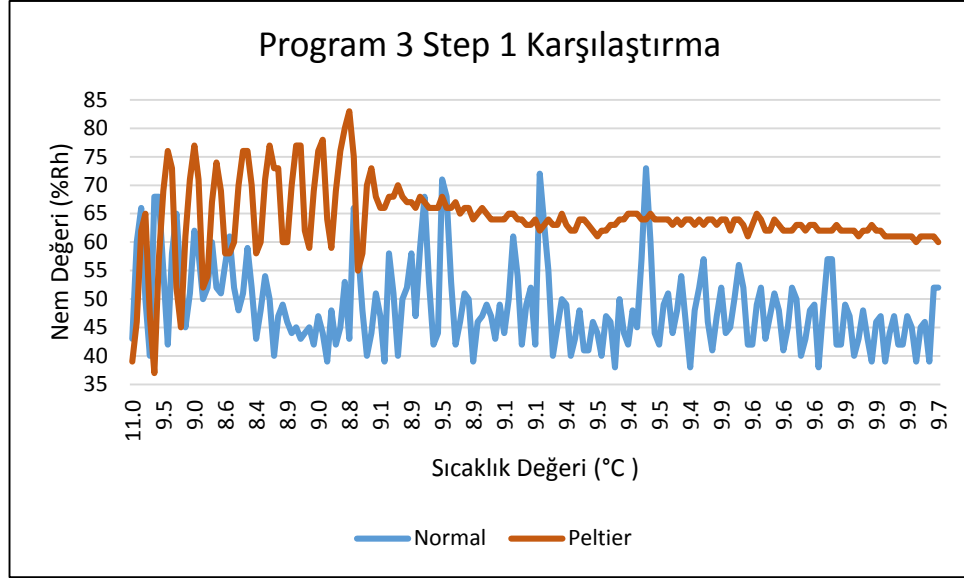
Şekil 4.23. Peltier program 3 step 1 grafiği

10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşamadığı görülmektedir. Peltierli çalışmada ilk 10 dakikadan sonra nem değerinde ciddi bir artış olduğu ve nem salınımlarının oldukça yükseldiği görülmektedir. Şekil 4.23’ te verilen grafiğin son verilerini incelediğimizde nem değerinde azalma olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ olduğu gözlemlenmiştir. Peltierli sistem çalışması sıcaklık değerinde oldukça kararlı yani stabil bir çalışma performansı sağladığı fakat set edilen nem değerinde ise kötü bir performansta olduğu görülmektedir.



Şekil 4.24. Normal program 3 step 1 grafiği

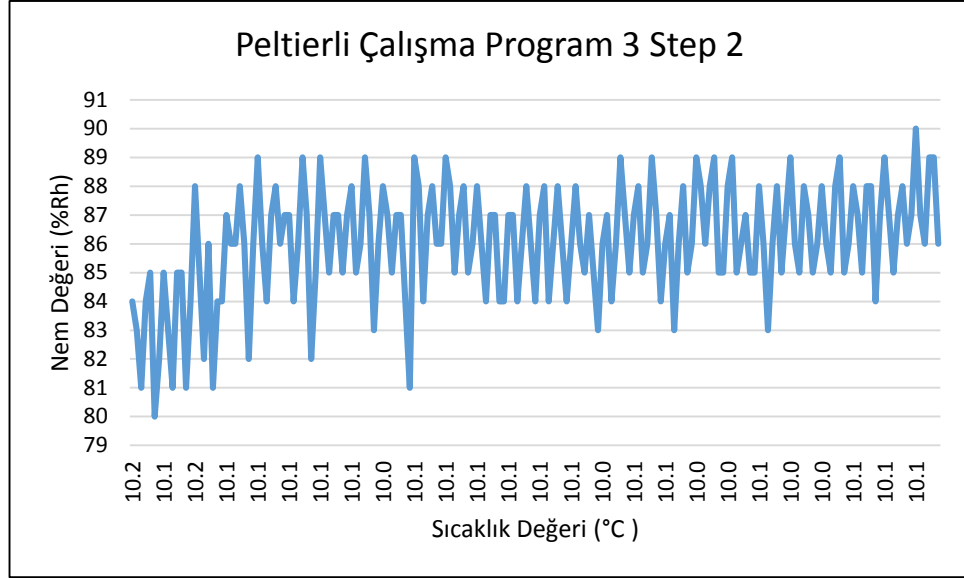
10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşamadığı Şekil 4.24’ te görülmektedir. Nem değerinin, set edilen nem değerinin oldukça üzerinde salınımlar yaptığı ve nem salınımlarının sık, hızlı periyodlarla gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Şekil 4.24’ te verilen çalışma grafiği eğrisine bakıldığında; 3 saatlik çalışmanın sonuna doğru nem dalgalanmaların çalışma başlangıcına göre daha dar bir bant aralığında nem dalgalanmaları olduğu görülmektedir. Aynı zamanda sıcaklık dalgalanmasının nem parametresindeki kadar yüksek değerlerde dalgalanma performansı göstermese de, sıcaklık salınımları olduğu da görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Bu çalışma grafiğinde; nem değeri ayarlanan set değerine ulaşamadığı ve oldukça yüksek değerlerde salınım gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.25. Program 3 step 1 karşılaştırma grafiği

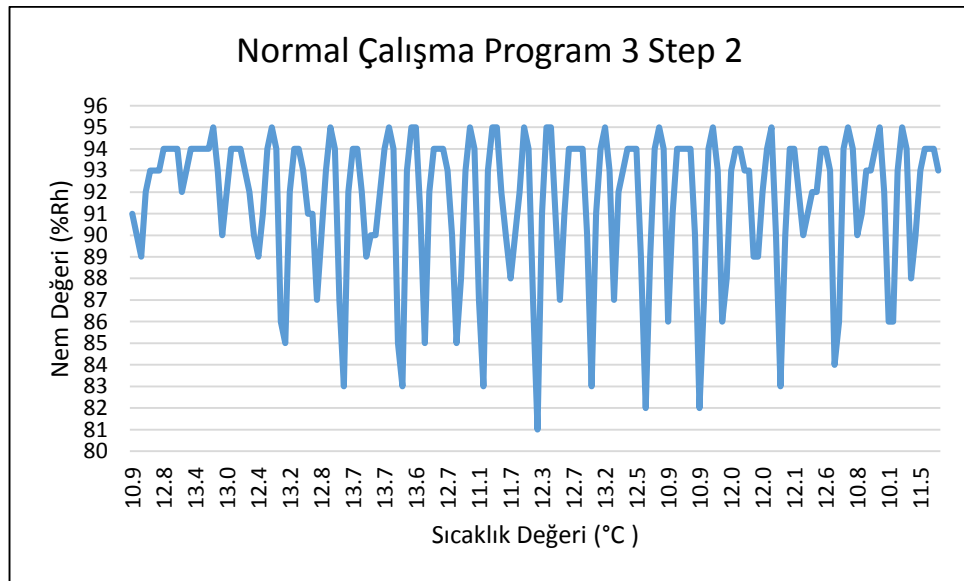
10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın kendi içinde daha kararlılığa yaklaşan bir performans sağladığı Şekil 4.25’ te görülmektedir. Normal çalışmanın çalışma performansı eğrisi incelendiğinde, çalışma süresi boyunca sık ve ani dalgalanmalar yaptığı gözlemlenirken, peltierli çalışma program çalışma süresinin başlangıcından yaklaşık bir saat sonra set değerine ulaşmaya çalışacak şekilde bir çalışma eğrisi ve daha dar bir bant aralığında salınımlar yaptığı görülmektedir. Her iki çalışmada da set edilen nem değerine ulaşamadığı ve set edilen nem değerinin oldukça üzerinde bir çalışma performansı sağladığı gözlemlenmiştir. Peltierli çalışmadaki sıcaklık değeri salınımlarının daha az olduğu görülmektedir.

10°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın ayarlanan set değerine ulaşamadığı Şekil 4.26’ da görülmüştür. Çalışma programı saatinin daha uzun tutulmasıyla %95 Rh değerinin yakalanabileceği grafiğin son verilerinde nem değerindeki yükselmelerle öngörülmektedir. Nem dağılımının ortalama olarak ± 4 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu ölçülmüştür. Fakat bu nem dağılımı set değeri referans olarak alınmamış, salınım değerleri göz önüne alınarak elde edilmiştir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem ve sıcaklık değerlerinde daha az salınımlı performans göstermiştir.

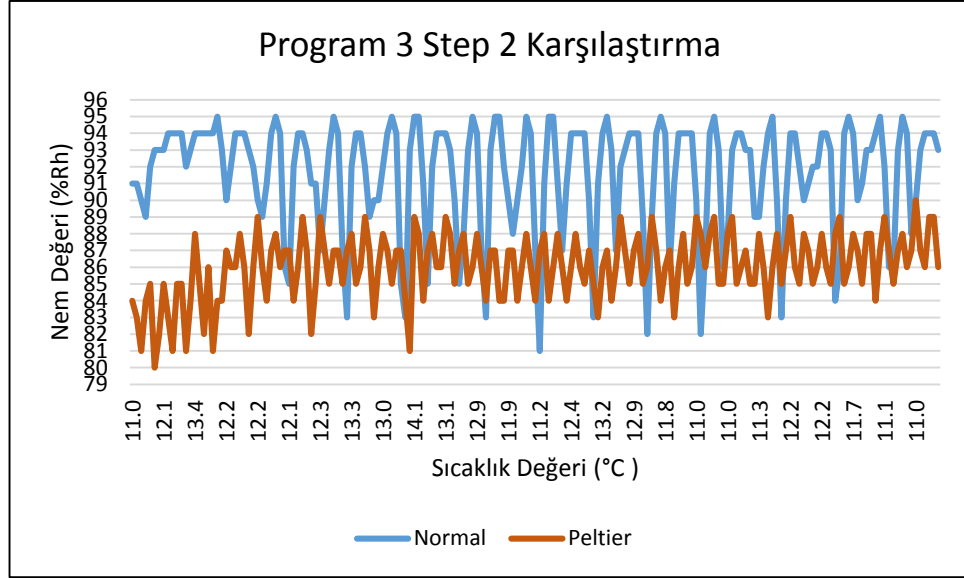


Şekil 4.26. Peltier program 3 step 2 grafiği

10°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, sıcaklık dağılımının ise $\pm 3^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu Şekil 4.27' verilen çalışma grafiğinde ölçülmüştür. Nem dağılımı ise set değerine ulaşılsa da set değerinden daha düşük değerlerde salınımlar olduğu görülmektedir. 3 saatlik çalışma boyunca cihaz ayarlanan set değerinde gerek nem gerek sıcaklık değerinde kararlı bir çalışma sağlayamamıştır. Nem ve sıcaklık değerlerinde sık periyotlarda salınımlar olduğu görülmektedir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem değerinde daha düşük ve kararlı nem salınımı gösterirken, sıcaklık değerinde ise daha yüksek salınım göstermiştir.



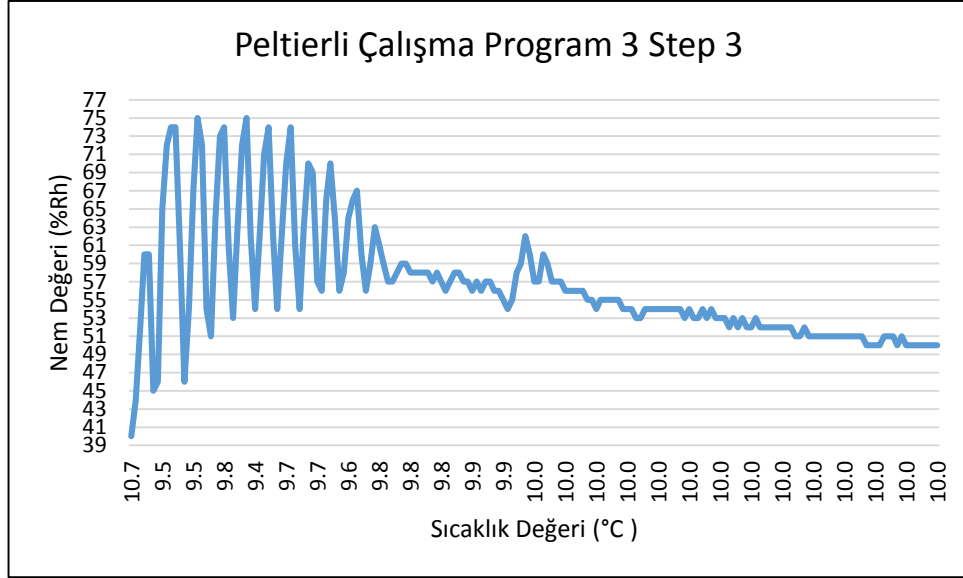
Şekil 4.27. Normal program 3 step 2 grafiği



Şekil 4.28. Program 3 step 2 karşılaştırma grafiği

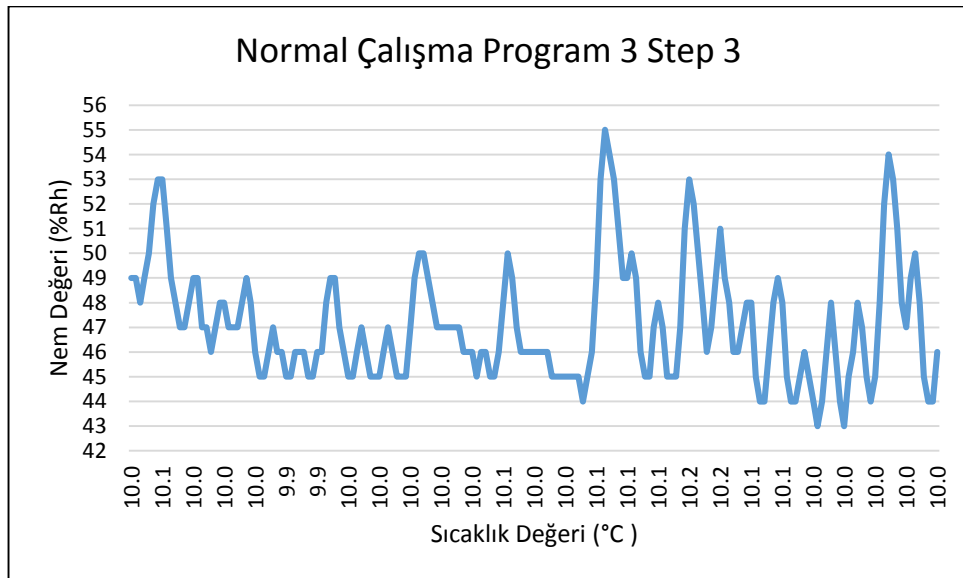
10°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışma daha kararlı ve daha düşük bant değerinde salınımlı Şekil 4.28’ deki çalışma grafiği vermektedir. Fakat peltierli çalışmanın set edilen nem değerinin yakalayamadığı görülmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçişte daha çok stabil performans göstermiştir. Sıcaklık dağılımında ise; peltierli çalışmanın düşük nemden yüksek nem değerine geçişte daha kararlı, daha az salınım olduğu, normal çalışmada ise düşük nemden yüksek nem değerine geçişte daha çok salınımlı ve karasız performans sağladığı görülmektedir.

10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; peltierli çalışmada nem, set değerinin oldukça üzerinde salınımlar göstermiştir. Şekil 4.29’da verilen grafiğin son verilerini incelediğimizde ise nem değerinin düşüşe geçtiği görülmektedir. 3 saatlik çalışma süresince sıcaklığın set edilen değere oturduğu fakat nemin hiçbir şekilde set edilen değere ulaşmadığı görülmüştür. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nemden yüksek nem değerine geçişte nem ve sıcaklık dağılım değerlerinde çok bir farklılık olmadığı görülmüştür.



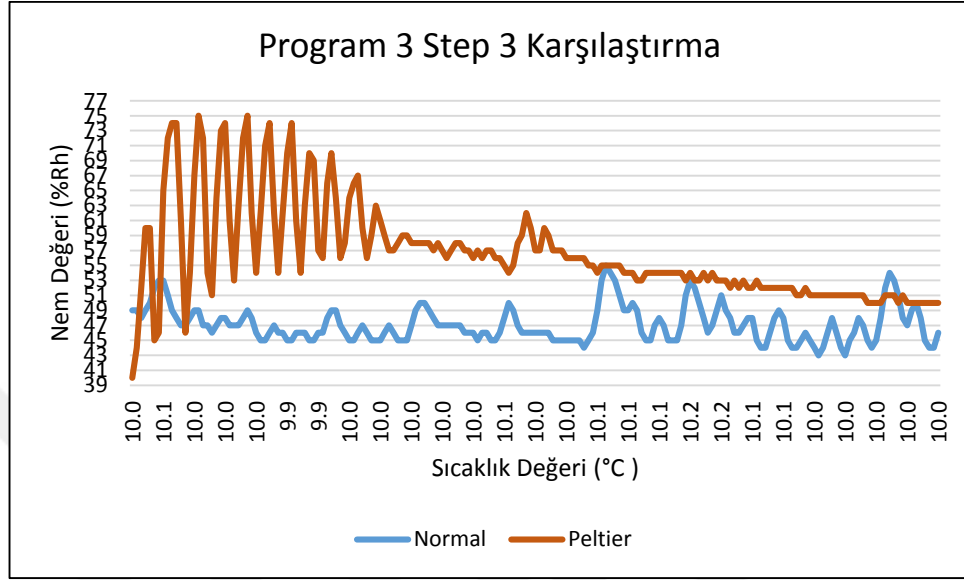
Şekil 4.29. Peltier program 3 step 3 grafiği

10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşılmadığı görülmektedir. Nem değerindeki salınımlar set edilen nem değerinin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Nem parametresi değerindeki salınımların oldukça yüksek, sık periyodlarla hızlı bir şekilde yükselen ve düşen bir çalışma eğrisi verdiği görülmektedir. Şekil 4.30’ da verilen çalışma grafiğine göre; ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür.



Şekil 4.30. Normal program 3 step 3 grafiği

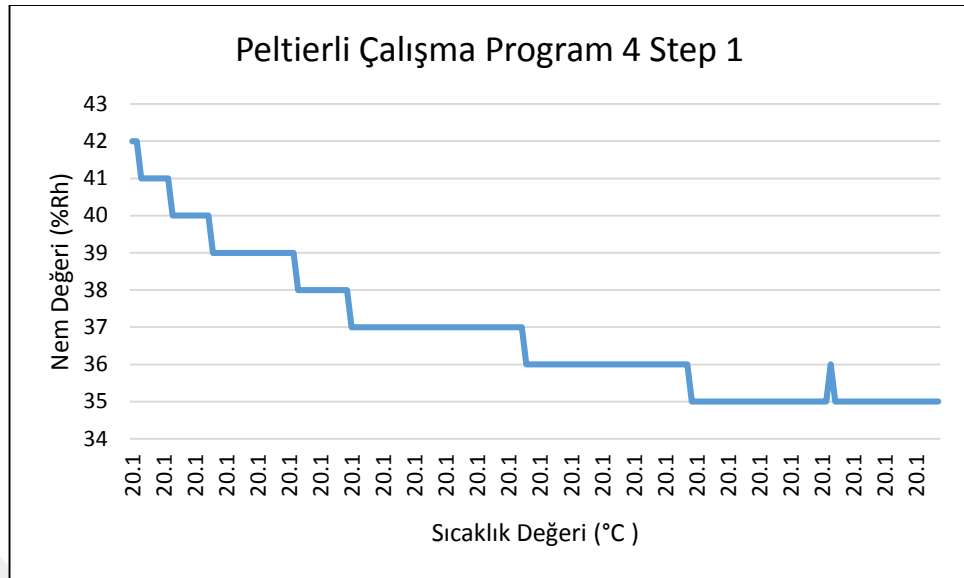
Şekil 4.30’ da verilen çalışma grafiğinde; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre nem ve sıcaklık değeri salınımlarında daha az salınımlı ve daha kararlı bir çalışma eğrisi verdiği görülmüştür.



Şekil 4.31. Program 3 step 3 karşılaştırma grafiği

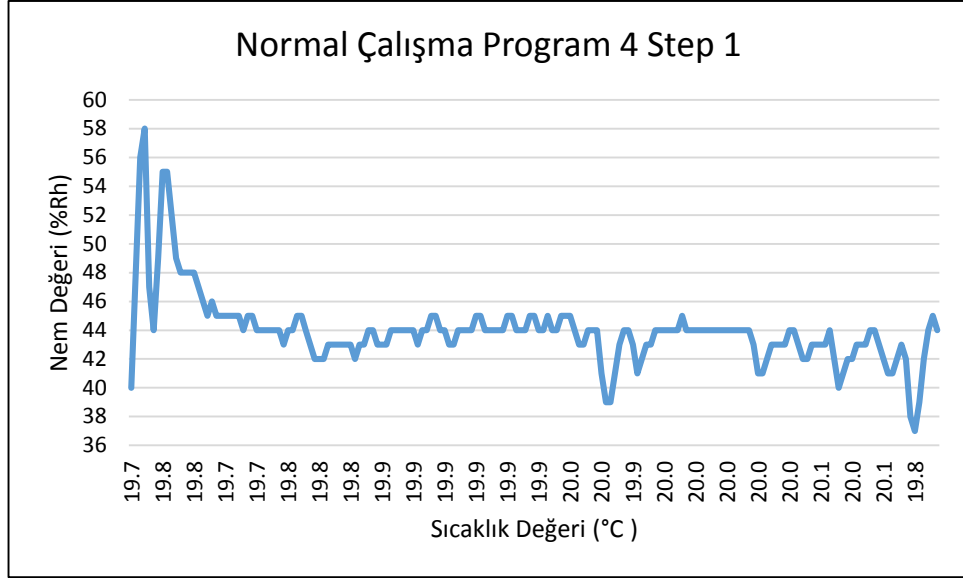
10°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, her iki çalışmada da set edilen nem değerine ulaşamadığı Şekil 4.31’ de görülmektedir. Çalışma başlangıcında normal çalışma peltierli çalışmaya göre nem değeri açısından daha kararlı bir performans verirken, sonrasında peltierli çalışma daha kararlı ve set edilen nem değerine doğru yaklaşan bir performansı eğrisi göstermiştir. Fakat her iki çalışma da nem değeri açısından kötü performans göstermiştir. Sıcaklık performansı incelendiğinde düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte peltierli çalışma açısından büyük farklılıklar gözlemlenmese de normal çalışma performansı açısından yüksek nem değerinde çok daha kararlı ve daha az salınımlı bir sıcaklık çalışması göstermiştir. Normal ve peltierli çalışmalar, her iki çalışmada da düşük nemden yüksek neme geçiş eğrisine göre nem performansı değeri açısından daha kötü bir çalışma performansı sergilemiştir.

4.4. Program 4



Şekil 4.32. Peltier program 4 step 1 grafiği

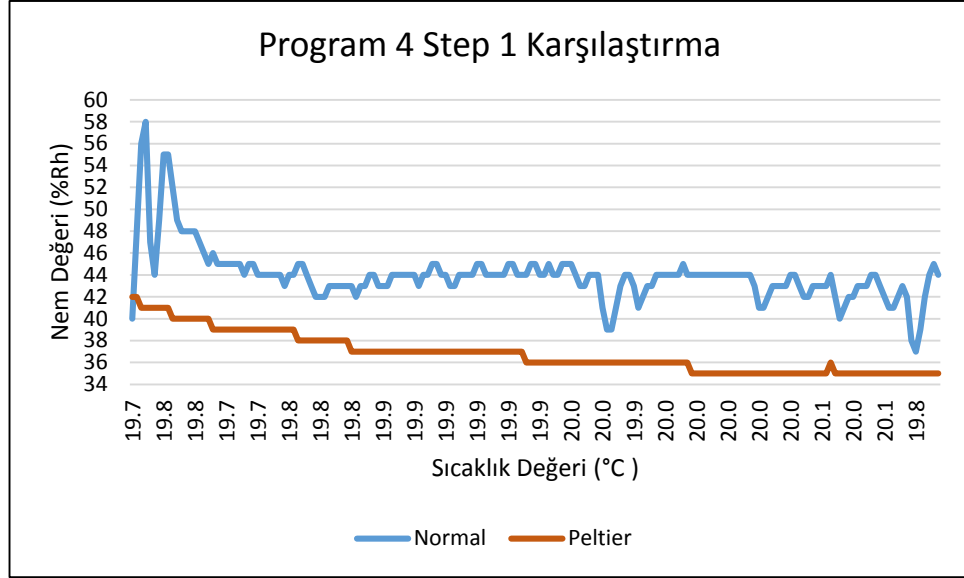
20°C %32 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değeriinin set edilen değere ulaşamadığı Şekil 4.32’ de görölmektedir. Peltierli çalışmanın ilk başlangıcından sonra nem değeriinde düşmeler ve set edilen değere doğru yaklaşan bir çalışma eğrisi çıkardığı gözlemlenmektedir. Grafiğin son verilerini incelediğimizde ise nem değeriindeki salınımlarda çalışma süresinin sonuna doğru ciddi oranda bir azalma ve kararlı bir grafik eğrisi ile set değeriine doğru yaklaştığı görölmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olduğu gözlemlenmiştir. Ortam sıcaklığının altında ve düşük nem değeriinde ayarlanan çalışma programında; sıcaklık değeri açısından oldukça stabil bir çalışma sağlanırken, nem değeri açısından sıcaklık performansına göre daha düşük bir performans eğrisi sağlanmıştır. Peltierli sistem çalışması sıcaklık değeriinde oldukça kararlı yani stabil bir çalışma performansı sağladığı fakat set edilen nem değeriine ise ulaşamadığı ama salınımların düşük olduğu kendi içinde kararlı bir performans sağladığı görölmektedir. Çalışma süresinin arttırılmasıyla set değeriinin yakalanabileceği, Şekil 4.32’ deki çalışma performansı eğrisinin son verilerine göre öngörülmektedir.



Şekil 4.33. Normal program 4 step 1 grafiği

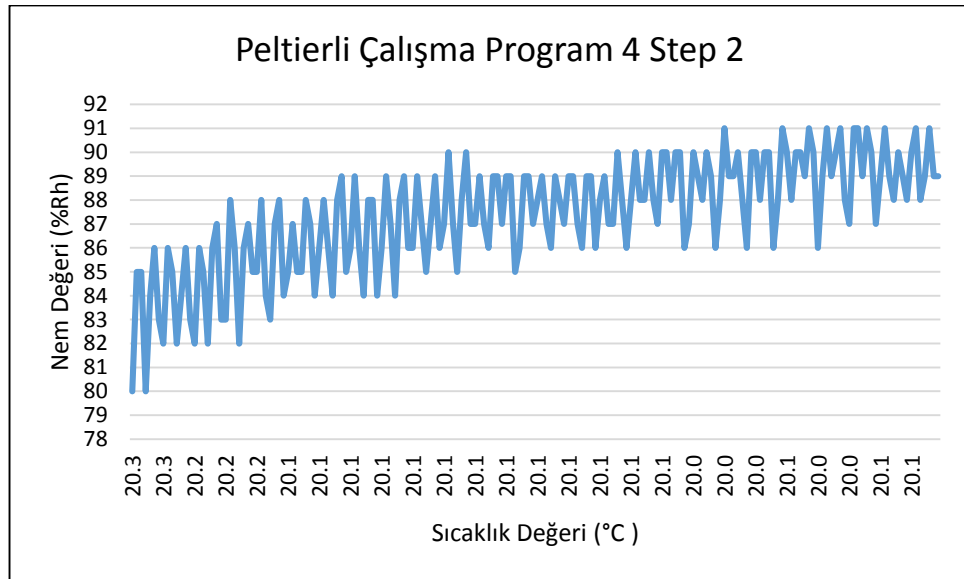
20°C %32 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşamadığı görülmektedir. Nem değerinin, çalışmanın başlangıcında yüksek salınımlar yaptığı, çalışma süresinin sonlarına doğru ise salınımların azaldığı, daha dar bir bant aralığında salınımlar gösterdiği ve set değerine ulaşmaya çalıştığı çalışma grafiğinin son eğrilerinde gözlemlenmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Sıcaklık parametresi değerlerine bakıldığında, nem parametresi değerine göre daha kararlı ve daha az salınımlı bir çalışma performansı göstermiştir. Şekil 4.33' de verilen çalışma grafiğinde; nem değeri kontrolünde sağlıklı bir çalışma verisi elde edilememiştir.

20°C %32 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın kendi içinde daha kararlılığa yaklaşan bir performans sağladığı Şekil 4.34' de görülmektedir. Her iki çalışmada da set edilen nem değerine ulaşamadığı ve set edilen nem değerinin üzerinde bir çalışma performansı sağladığı gözlemlenmiştir. Peltierli çalışmadaki sıcaklık değeri salınımlarının, normal çalışmadaki sıcaklık salınımlarına göre daha az olduğu görülmektedir.



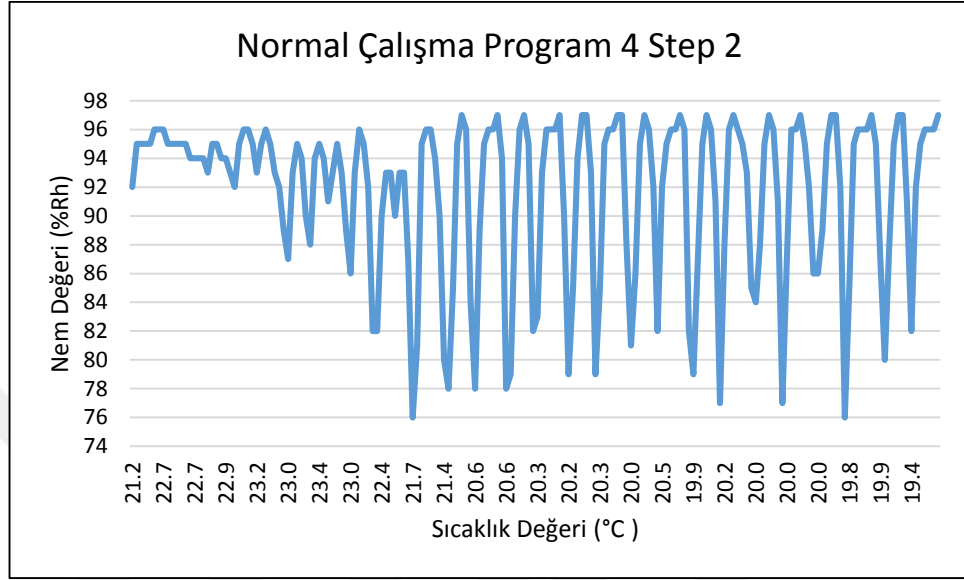
Şekil 4.34. Program 4 step 1 karşılaştırma grafiği

20°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın ayarlanan set değerine ulaşamadığı Şekil 4.35’ te görülmüştür. Çalışma programı saatinin daha uzun tutulmasıyla %95 Rh değerinin yakalanabileceği grafiğin son verilerindeki nem değerindeki yükselmelerle öngörülmektedir. Nem dağılımının ortalama olarak ± 4 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu ölçülmüştür. Fakat bu nem dağılımı set değeri referans olarak alınmamış, salınım değerleri göz önüne alınarak elde edilmiştir.



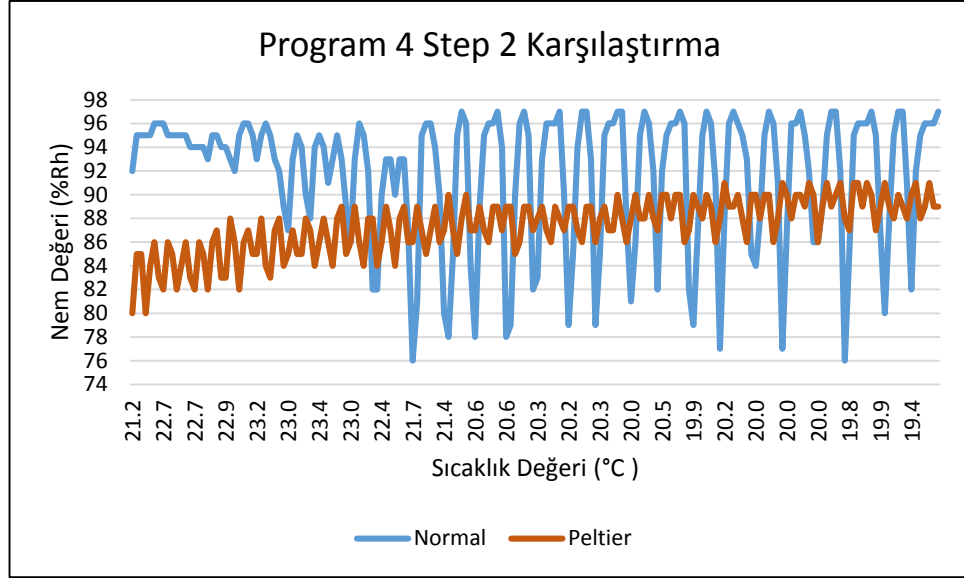
Şekil 4.35. Peltier program 4 step 2 grafiği

Şekil 4.35’ te verilen çalışma grafiğine göre; düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem ve sıcaklık değerlerinde daha fazla salınımlı performans göstermiştir. Yüksek nem değerinde hem nem kontrolü hem de sıcaklık kontrolünü kararlı olarak sağlayamamıştır.



Şekil 4.36. Normal program 4 step 2 grafiği

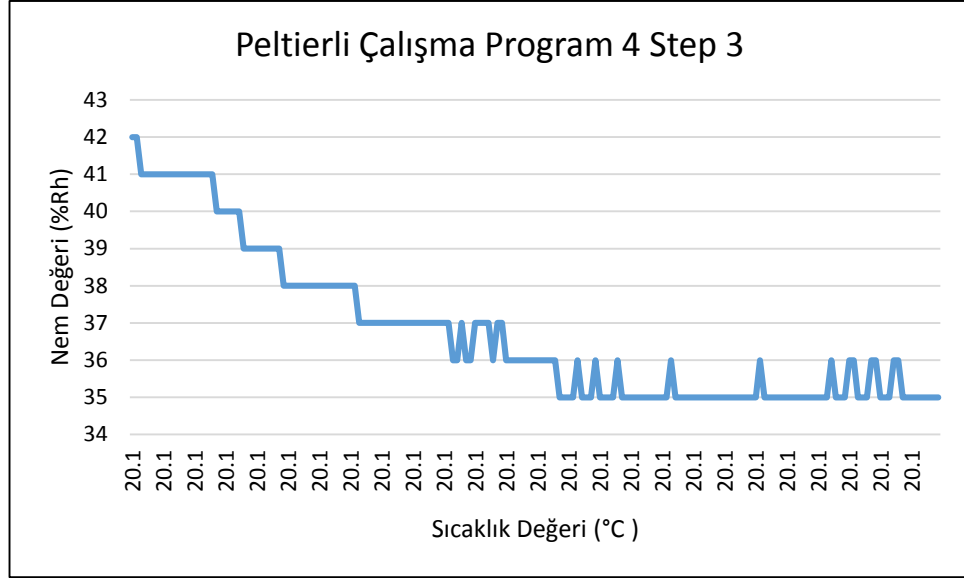
20°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, sıcaklık dağılımının ise $\pm 3^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu Şekil 4.36’ da verilen grafikte ölçülmüştür. Nem dağılımı ise set değerine ulaşılsa da set değerinden daha düşük değerlerde sık periyotlarda ani ve büyük salınımlar yaptığı görülmektedir. 3 saatlik çalışma boyunca cihaz ayarlanan set programda gerek nem değeri gerek sıcaklık değerinde kararlı bir çalışma sağlayamamıştır. Nem ve sıcaklık değerlerinde sık periyotlarda ani salınımlar olduğu görülmektedir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem değerine set edilen nem değerine ulaşsa da salınım ve kararlılık açısından daha düşük bir performans göstermiştir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte; çalışma boyunca sıcaklık performansı açısından da oldukça kararsız, yüksek dağılımlı bir sıcaklık çalışma performansı göstermiştir.



Şekil 4.37. Program 4 step 2 karşılaştırma

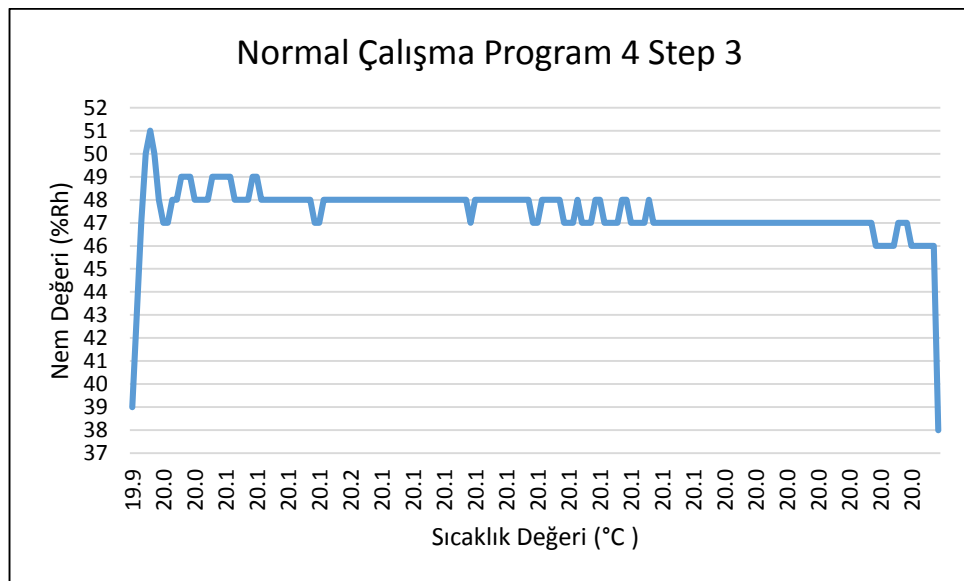
20°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın set değerinde değil de kendi çalışma grafiği içinde daha kararlı ve daha düşük bant değerinde salınımlı bir çalışma grafiği Şekil 4.37’ de vermektedir. Fakat peltierli çalışmanın set edilen nem değerinin yakalayamadığı görülmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçişte nem kontrolünde daha kararsız bir performans göstermiştir. Sıcaklık dağılımında ise; peltierli çalışmanın düşük nemden yüksek nem değerine geçişte farklılığın olmadığı, normal çalışmada ise düşük nemden yüksek nem değerine geçişte daha çok salınımlı ve kararsız performans sağladığı görülmektedir.

20°C %32 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; peltierli çalışmada nem, set değerinin üzerinde dar bir bant aralığında salınımlar göstermiştir. Şekil 4.38’ de verilen grafiğin son verilerini incelediğimizde ise nem değerinin düşüşe geçtiği ve set değerine doğru yaklaştığı görülmektedir. 3 saatlik çalışma süresince sıcaklığın set edilen değere oldukça yaklaştığı fakat nemin hiçbir şekilde set edilen değere ulaşmadığı görülmüştür. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nemden yüksek nem değerine geçişte nem ve sıcaklık dağılım değerleri üzerindeki kontrolde çok bir farklılık olmadığı görülmüştür.

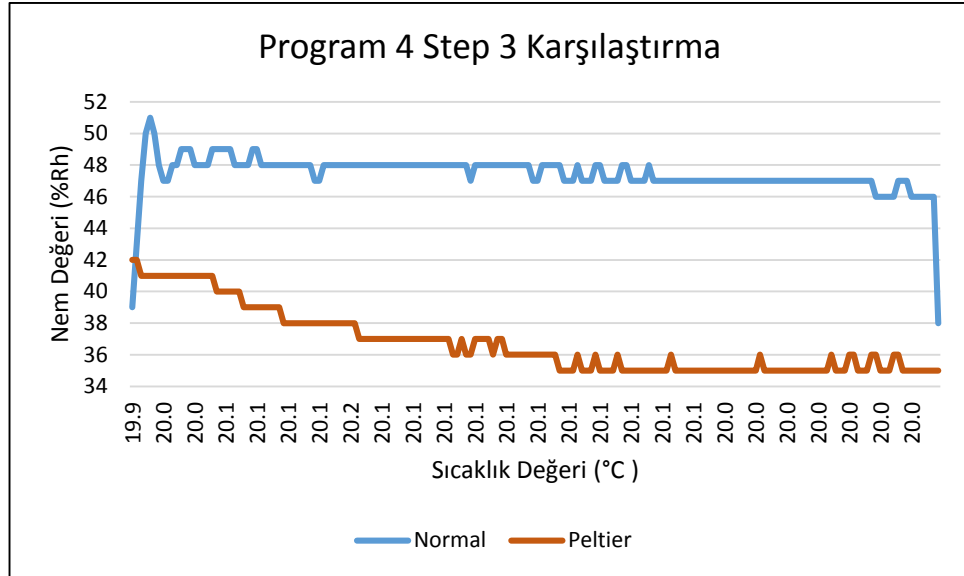


Şekil 4.38. Peltier program 4 step 3 grafiği

20°C %32 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değere ulaşılmadığı görülmektedir. Nem değerindeki salınımlar set edilen nem değerinin oldukça üzerinde olduğu, grafiğin son verileri incelendiğinde ise nem değerinin ciddi oranda bir azalma ve set değerine yaklaştığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Şekil 4.39’ da verilen çalışma grafiğinde; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre nem ve sıcaklık değeri salınımlarında daha az salınımlı ve daha kararlı bir çalışma eğrisi verdiği görülmüştür.



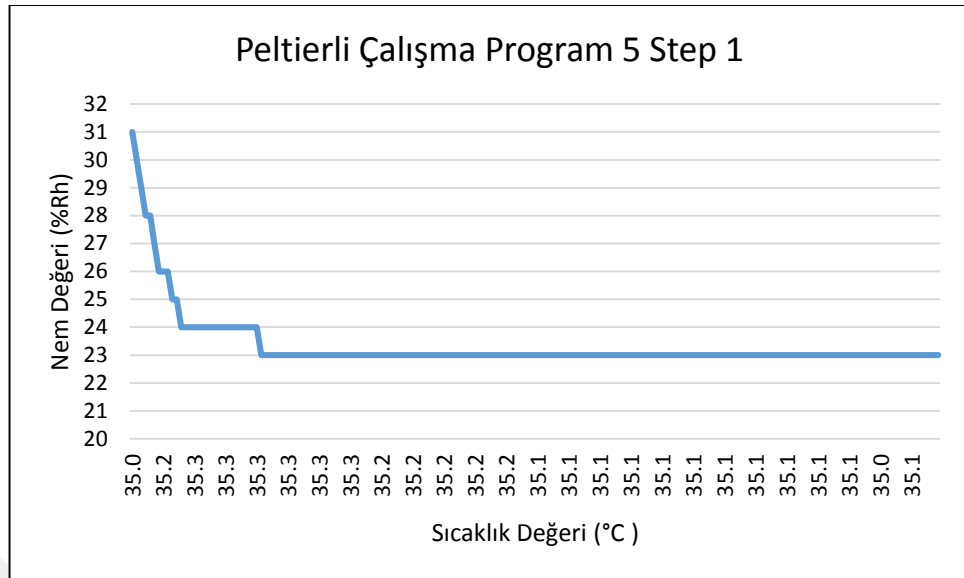
Şekil 4.39. Normal program 4 step 3 grafiği



Şekil 4.40. Program 4 step 3 karşılaştırma grafiği

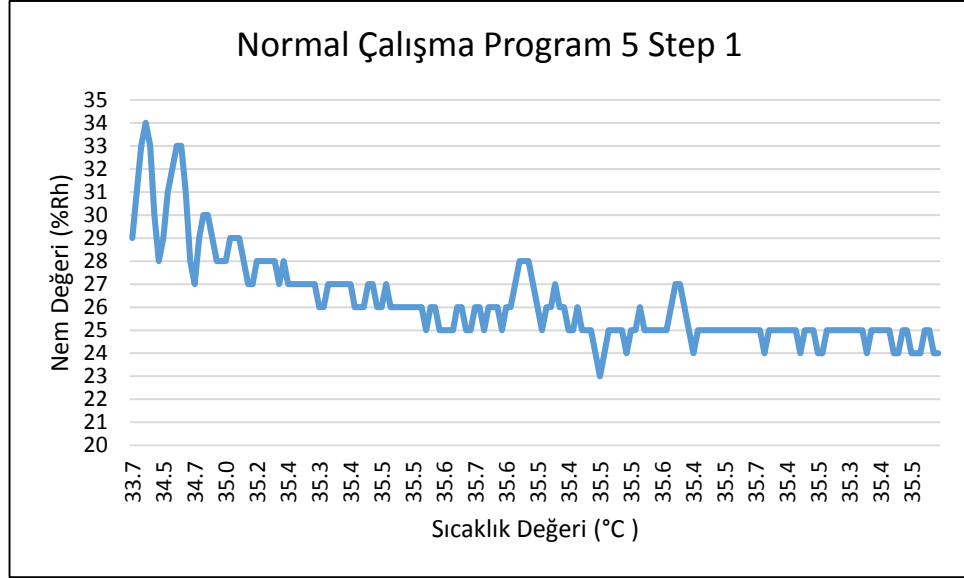
20°C %32 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, her iki çalışmada da set edilen nem değerine ulaşamadığı Şekil 4.40' da verilen grafikte görülmektedir. Çalışma süresince nem değeriindeki kontrol açısından peltierli çalışma daha kararlı bir çalışma performansı göstermiştir. Peltierli çalışma, normal çalışma grafiğine göre incelendiğinde set edilen nem değerine daha yakın bir çalışma eğrisi göstermektedir. Sıcaklık performansı açısından peltierli çalışma düşük nemden yüksek nem değerine geçişe göre çok büyük bir farklılık gözlemlenmese de, normal çalışma sistemi açısından sıcaklık performansı düşük nemden yüksek nem değerine geçişe göre çok daha kararlı ve daha az salınımlı bir performans göstermiştir. Fakat her iki çalışma da nem değeri açısından kendi çalışma performansı eğrisi içinde değerlendirildiğinde düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçiş eğrisine göre daha dar bir bant aralığında salınımlar göstermiştir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçiş eğrisine göre sıcaklık ve nem değeri dalgalanmaları üzerindeki kontrol açısından daha kararlı ve daha az salınımlı, kontrollü bir performans sağlamıştır.

4.5. Program 5



Şekil 4.41. Peltier program 5 step 1 grafiği

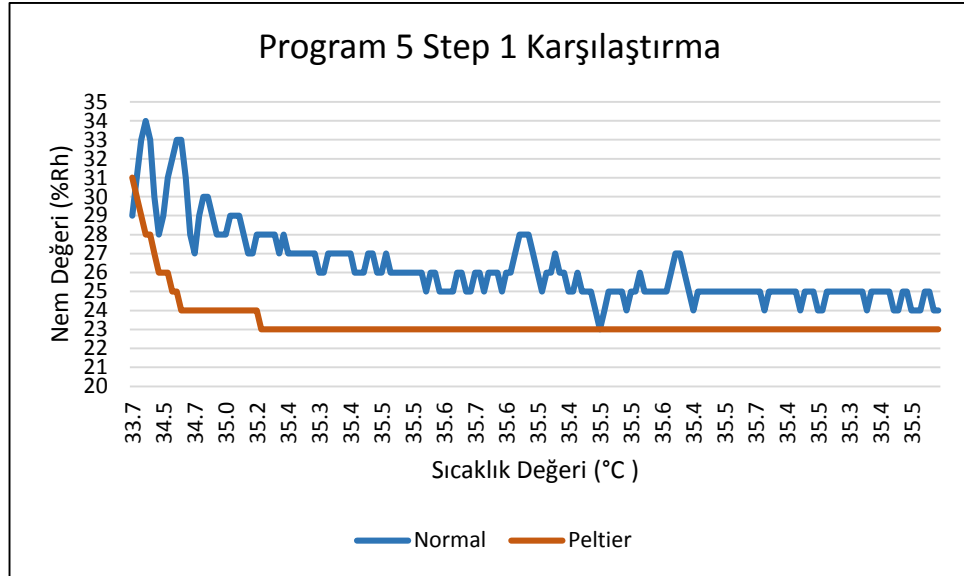
35°C %20 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değeriinin set edilen değere ulaşamadığı görülmektedir. Peltierli çalışmanın ilk başlangıcında set değeriinin oldukça üzerinde bir nem değeri eğrisi çizerken, sonrasında set değeriine yakın bir nem değeriinde stabil çalıştığı görülmektedir. Şekil 4.41’ de verilen grafiğinin son verilerini incelediğimizde ise nem değeriindeki salınımlarda azalma ve kararlı bir grafik eğrisi gözlemlenmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ olduğu gözlemlenmiştir. Peltierli sistem çalışması sıcaklık değeriinde oldukça kararlı yani stabil bir çalışma performansı sağladığı fakat set edilen nem değeriine ise ulaşamadığı ama salınımların düşük olduğu kendi çalışma performansı eğrisi içinde değerlendirildiğinde ve ayarlanan program nem değeriinin düşük olmasına karşın kararlı bir performans sağladığı görülmektedir. Bu çalışma grafiğinde; nem değeri kontrolünde set edilen nem değeriine ulaşılmasa da %23 Rh değeriinde oldukça stabil yani kararlı bir çalışma performansı elde edilmiştir.



Şekil 4.42. Normal program 5 step 1 grafiği

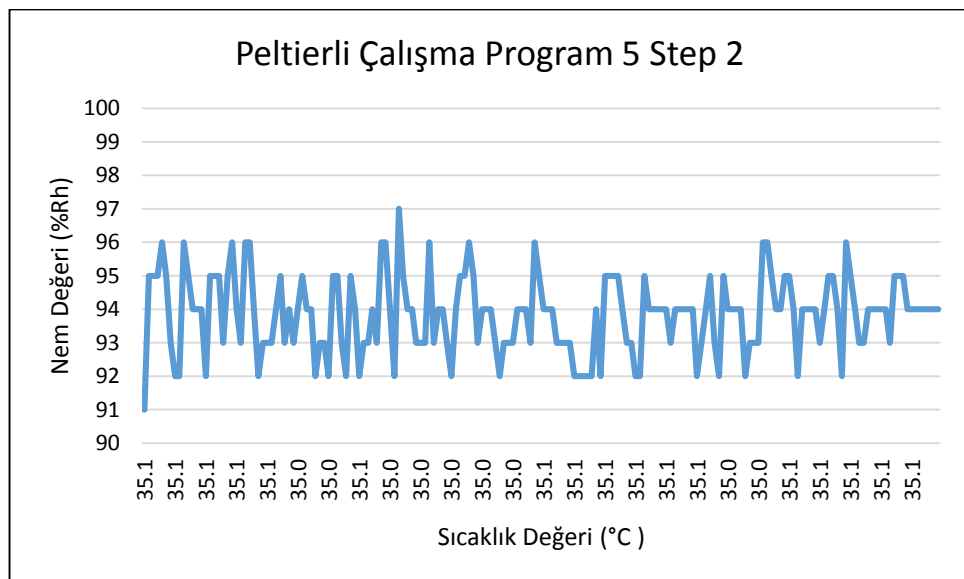
35°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin çalışmanın başlangıcında set edilen değerin üzerinde ve yüksek salınımlı bir çalışma eğrisi çizdiği Şekil 4.42’ de görülmektedir. Fakat sonrasında set değerine yakın ve salınım bant aralığının daraldığı bir çalışma performansı sağladığı gözlemlenmiştir. Nem değerinin, çalışmanın başlangıcında yüksek salınımlar yaptığı, çalışma süresinin sonlarına doğru ise salınımların azaldığı gözlemlenmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Bu çalışma grafiğinde; nem değeri kontrolünde sağlıklı bir çalışma verisi elde edilememiştir.

35°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın kendi içinde daha kararlılığa yaklaşan bir performans sağladığı Şekil 4.43’ de görülmektedir. Her iki çalışmanın da set edilen nem değerine ulaşamadığı ve set edilen nem değerinin üzerinde bir çalışma performansı sağladığı gözlemlenmiştir. Peltierli çalışmadaki nem değeri salınımlarının, normal çalışmadaki sıcaklık salınımlarına göre daha az olduğu ve daha stabil bir çalışma performansı sağladığı görülmektedir.



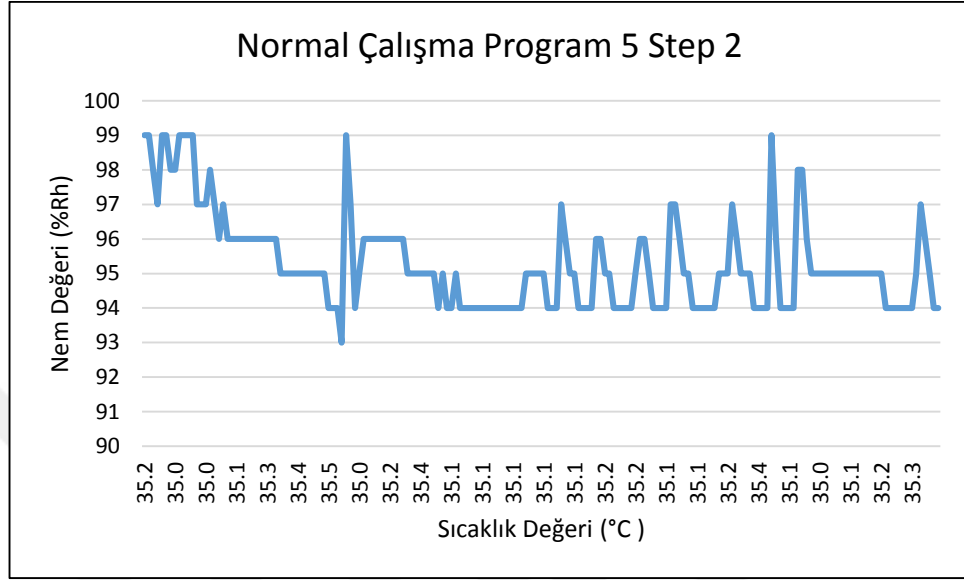
Şekil 4.43. Program 5 step 1 karşılaştırma grafiği

35°C %95 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, peltierli çalışmanın ayarlanan set değerine ulaştığı ancak sık periyodlarla salınımlar gerçekleştiği Şekil 4.44’ te görülmüştür. Çalışma programı saatinin daha uzun tutulmasıyla %95 Rh değeriinde stabil bir çalışma performansı gösterebileceği grafiğın son verilerindeki nem değeriindeki daha dar bir bantta salınım göstermesiyle öngörülmektedir. Nem dağılımının ortalama olarak ± 2 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ değeriinde olduğu ölçülmüştür.



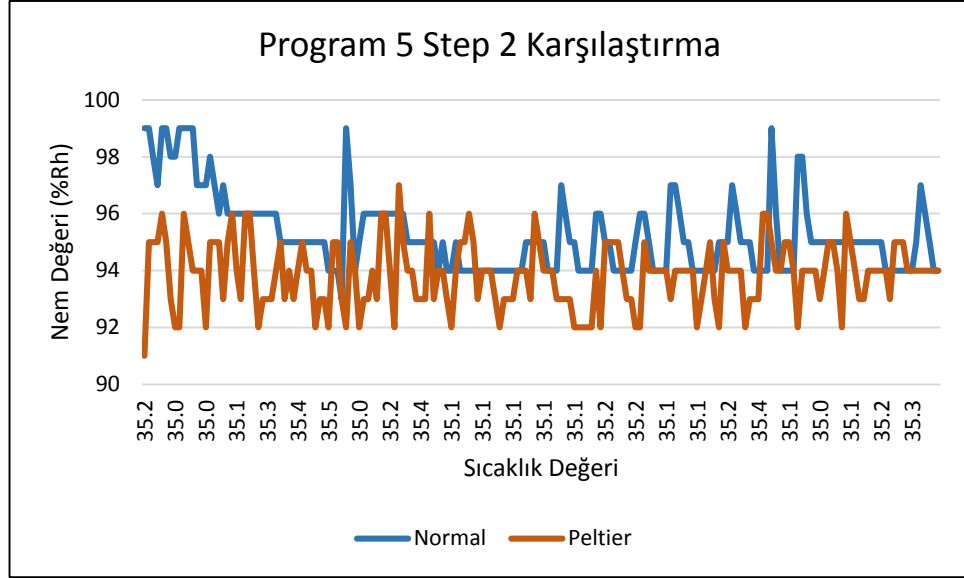
Şekil 4.44. Peltier program 5 step 2 grafiği

Şekil 4.44’ te verilen çalışma grafiğine göre; düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem değerlerinde daha fazla salınımlı fakat set değerine ulaştığı ve set değeri bandında salınımlar gerçekleştiği; sıcaklık değerlerinde ise daha az salınımlı ve daha kararlı bir performans göstermektedir.



Şekil 4.45. Normal program 5 step 2 grafiği

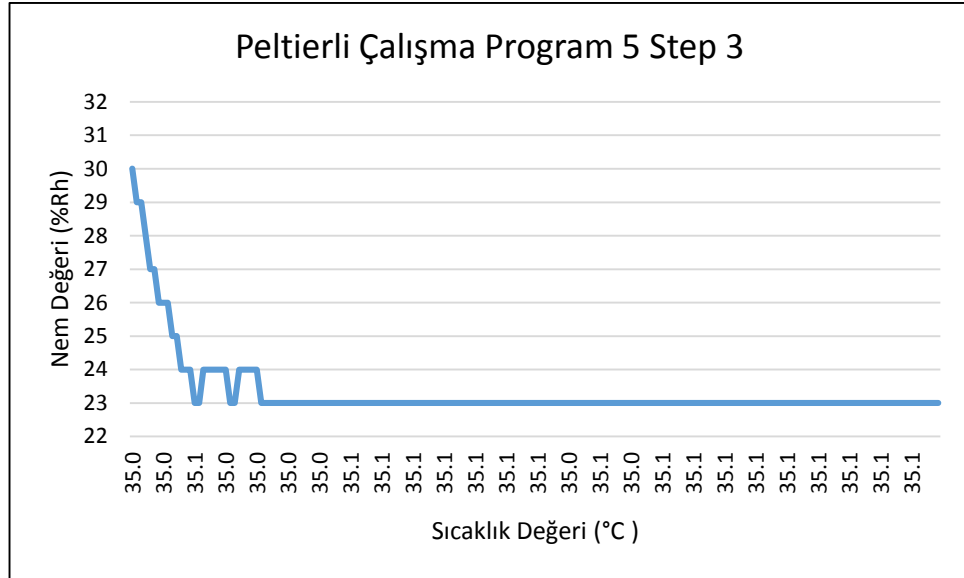
35°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem dağılımının ± 2 Rh sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ değerlerinde olduğu Şekil 4.45’ de verilen grafikte ölçülmüştür. Nem kontrolünde ise set değerine ulaşılsa da set değerinden daha düşük değerlerde belli periyotlarda ani salınımlar yaptığı görülmektedir. 3 saatlik çalışma boyunca cihaz ayarlanan set değerinde gerek nem değerinde gerek sıcaklık değerinde kararlı olmasa da set değerine yakın bir bant aralığında salınımlı bir çalışma sağlamıştır. Sıcaklık performansının, nem değeri performansına göre daha kararlı bir çalışma sağladığı görülmektedir. Düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişte, nem değerine ulaştığı ve sıcaklık ve nem değerlerindeki salınım ve kararlılık açısından daha yüksek bir performans göstermiştir.



Şekil 4.46. Program 2 step 2 karşılaştırma grafiği

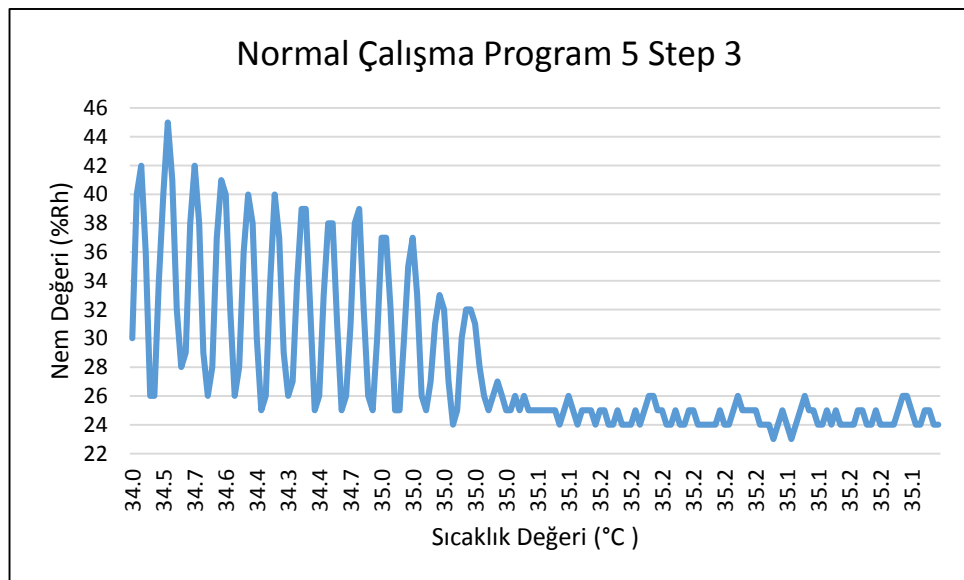
35°C %95 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, normal çalışmanın set değerinde daha kararlı ve daha düşük bant değerinde salınım gösteren bir çalışma grafiği Şekil 4.46' da verilmektedir. Her iki çalışma da düşük nemden yüksek neme geçişte nem kontrolünde daha kararlı bir performans göstermiştir. Sıcaklık dağılımında ise; her iki çalışmada da düşük nemden yüksek nem değerine geçişte daha kararlı ve daha az salınımlı performans sergilediği görülmektedir. Peltierli çalışmanın yüksek nem değerinde sıcaklık kontrolünü, normal çalışmadan daha hassas olarak sağladığı da görülmektedir.

35°C %20 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; peltierli çalışmada nem, set edilen nem değerine ulaşamadığı görülmektedir. Şekil 4.47' de verilen grafiğin son verilerini incelediğimizde ise nem değerinin düşüşe geçtiği ve set değerine doğru yaklaştığı ve oldukça stabil bir çalışma eğrisi verdiği görülmektedir. 3 saatlik çalışma süresince sıcaklığın set edilen değere oldukça yaklaştığı fakat nemin hiçbir şekilde set edilen değere ulaşmadığı görülmüştür. Ortalama sıcaklık dağılımının $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nemden yüksek nem değerine geçişte nem değeri kontrolünde daha kararlı fakat istenilen nem seviyesinin yakalanmadığı, sıcaklık değerli kontrolü üzerinde ise çok bir farklılık olmadığı görülmüştür.



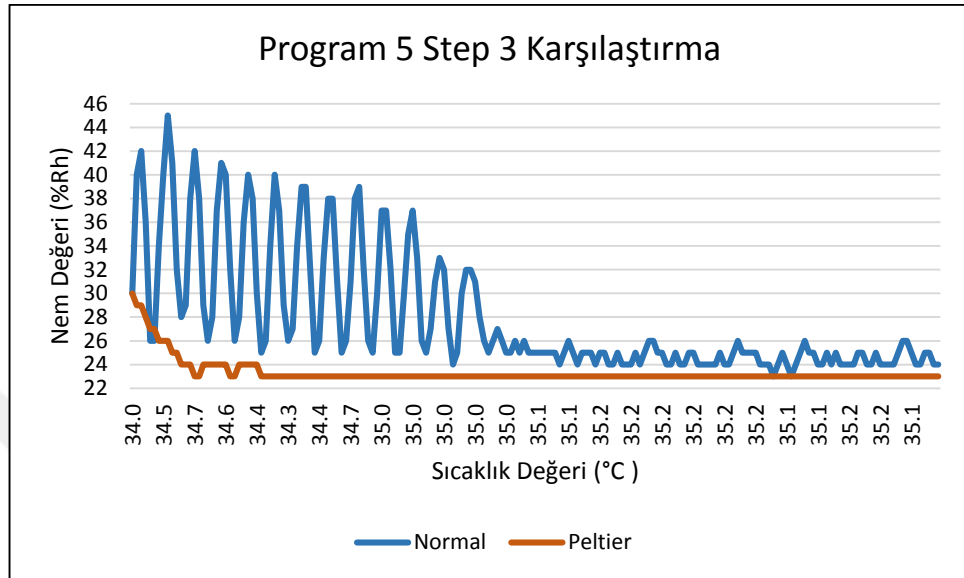
Şekil 4.47. Peltier program 5 step 3 grafiği

35°C %20 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değeriinin set edilen değere ulaşmadığı görülmektedir. Nem değeriindeki salınımlar set edilen nem değeriinin oldukça üzerinde olduğu, grafiğin son verileri incelendiğinde ise nem değeriin salınımlarında ciddi oranda bir azalma ve set değeriine yaklaştığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık dağılımının ise $\pm 1^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür.



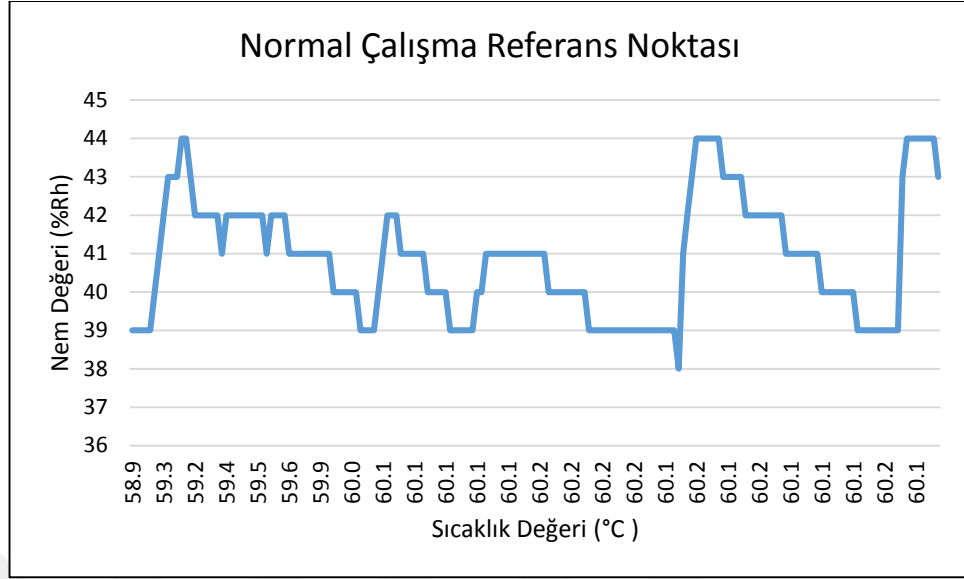
Şekil 4.48. Normal program 5 step 3 grafiği

Şekil 4.48’ de verilen çalışma grafiğinde; yüksek nem değerinden düşük nem değerine geçişte, düşük nem değerinden yüksek nem değerine geçişe göre nem ve sıcaklık değeri salınımlarında daha geniş bant aralığında sık periyodlarla salınım olduğu ve daha kararsız bir çalışma eğrisi verdiği görülmüştür.



35°C %20 Rh set değeriinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, her iki çalışmada da set edilen nem değeriine ulaşılamadığı, set edilen sıcaklık değeriine ise ulaşıldığı Şekil 4.49’ da görülmektedir. Çalışma süresince nem değeriindeki kontrol açısından peltierli çalışma daha kararlı bir performans göstermiştir. Peltierli çalışma; düşük nem değeriinden yüksek nem değeriine geçiş eğrisine göre sıcaklık ve nem değeri üzerindeki kontrol açısından daha kararlı ve daha az salınımlı bir çalışma performansı göstermiş olsa da istenilen nem seviyesini yakalayamamıştır. Peltierli çalışma istenilen nem değeriine ulaşamasa da %23 Rh nem değeriinde oldukça stabil yani kararlı bir çalışma performansı göstermiştir. Normal çalışma grafiğinde ise; nem değeriindeki yüksek dalgalanmaların çalışma süresi sonuna doğru oldukça azaldığı görülmektedir. Normal çalışma da düşük nemden yüksek neme geçiş eğrisine göre sıcaklık ve nem değeri üzerindeki kontrol açısından daha kötü bir performans göstermiştir.

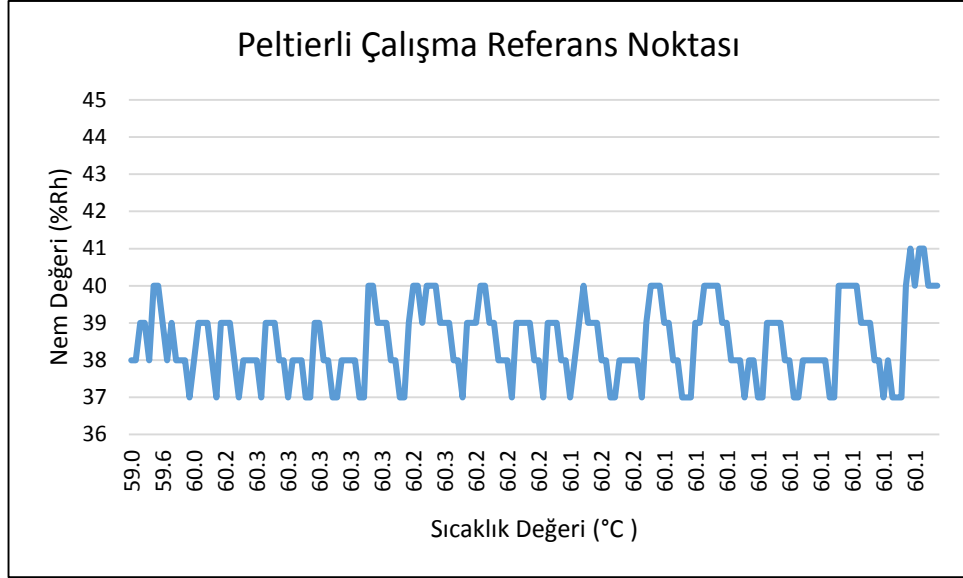
4.6. Program Referans Noktası



Şekil 4.50. Normal referans noktası grafiği

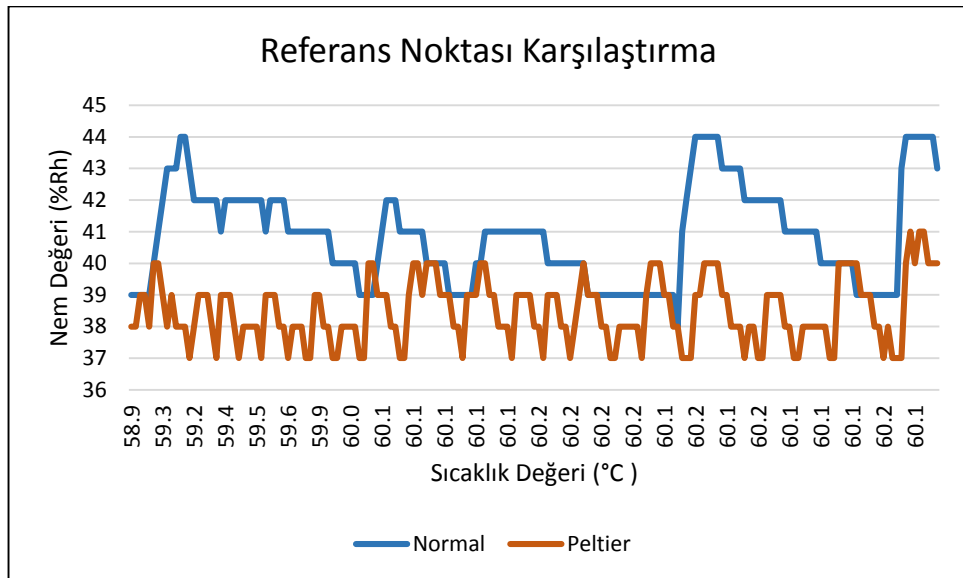
60°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, nem değerinin set edilen değerde kararlı bir şekilde çalışmadığı Şekil 4.50’ de görülmektedir. Nem değerindeki salınımlar, set edilen nem değerinin daha çok üzerinde olduğu görülmektedir. Ortalama nem dağılımının ± 3 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Sıcaklık parametresi değerlerine bakıldığında, nem parametresi çalışma eğrisine göre daha stabil, hatta çalışma süresinin sonuna doğru oldukça kararlı ve daha az salınımlı bir performans göstermiştir. Bu çalışma grafiğinde; istenilen nem seviyesinde kararlı çalışmadığı tam performansının görülebilmesi için çalışma süresinin daha uzun tutularak göz önüne alınması gerekmektedir.

60°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada; peltierli çalışmada nem, set edilen nem değerine ulaştığı Şekil 4.51’ de görülmektedir. Grafiğin son verilerini incelediğimizde ise nem değerinin set değerine doğru yaklaştığı ve oldukça stabil bir çalışma eğrisi verdiği görülmektedir. 3 saatlik çalışma süresince sıcaklığın set edilen değere oldukça yaklaştığı görülmüştür. Ortalama nem dağılımının ± 3 Rh, sıcaklık dağılımının ise $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ olduğu ölçülmüştür. Peltierli sistem; istenilen nem seviyesindeki çalışma için yeterli gelmemiş bu nedenle set edilen nem değerinin altında sık periyodlarla salınımlar yaptığı görülmektedir.



Şekil 4.51. Peltier referans noktası grafiği

60°C %40 Rh set değerinde 3 saat olarak programlanan çalışmada, her iki çalışmada da set edilen nem değerine ulaştığı Şekil 4.52’ de görülmektedir. Çalışma süresince nem değerindeki kontrol açısından; normal çalışmaya kıyasla peltierli çalışmanın daha sık ama daha dar aralıklarda salınımlar gerçekleştirdiği; normal çalışmanın ise daha geniş periyotlarda fakat daha ani değişimleri içeren bir çalışma performansı göstermiştir.



Her iki çalışma da nem kontrolü stabil tutmaya çalışacak şekilde kontrol sistemi, nem alma ve nemlendirme sistemini devreye alırken kabin içerisindeki sıcaklık değişimleri de göz önüne alınmalıdır, sıcaklık dağılımını göz önüne aldığımızda peltierli çalışmanın daha hassas ve daha az salınımlı bir performans sağladığı görülmektedir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyada birçok alanda test kabinleri yani iklimlendirme kabinleri geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu alanlarda kabinler içerisinde yapılan çalışmalar açısından ise kabin içindeki sıcaklık ve nem değerlerindeki kontrollerin hassas ve kararlı olması kritik bir önem derecesine sahip olmaktadır. Nemin kontrolü yapılırken aynı zamanda sıcaklığın göz önünde bulunması gerekmektedir. Çünkü sıcaklık değişimleri ortamdaki bağıl nem ile ters orantılı olduğu için nem değerindeki değişimlere de sebep olabilmektedir. Nemlendirme gerektiren bir çalışmada, sıcaklık da etkilenecektir o yüzden kabinlerin çalışma prensibindeki kontrol mekanizmasının bu döngüyü göz önüne alarak en etkili kontrol sistemi seçimi oldukça önemli olmaktadır.

Bu tez çalışmasında yapılan çalışmalar psikrometrik diyagramın sadece bağıl nem ve sıcaklık ile ilgili olan ilişkisi üzerine, bu parametreler üzerine gerçekleştirilmiştir.

Test kabini cihazının kullanım amacına ve verilen parametre değerlerine göre çalışma performansını görebilmek için belirlenen psikrometrik diyagramın en uç noktalarında ve normal koşullar altındaki performansını görebilmek için de belirlenen referans noktasında çalışmalar yapılmıştır. Uç noktaların seçilme nedeni en kötü koşullar altında cihazın performansını görebilmek için seçilmiştir.

Bu çalışmaları incelediğimizde; genel olarak tüm çalışmalar içerisinde en kararlı ve daha dar bir bant aralığında nem salınımı gerçekleştirilen çalışma peltier sistemli çalışma olmuştur. Peltierli sistem %50 Rh nem değeri altında bazı çalışmalarda istenilen nem değerine ulaşmadığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda peltierli sistem nemi kontrol altında tutmaya çalışırken, sıcaklık parametresinde de diğer yöntemlere göre oldukça stabil ve az salınımlı bir çalışma performansı göstermiştir. Silika jel sisteminde, silika jellerin nemi emdikçe şişmesi ve kapasitesinin üzerinde nem tutma özelliğinde düşme olmasından ötürü neme doyduktan sonra daha fazla nemi tutamadığı görülmüştür. Silika jel çalışmasını ancak daha büyük iklimlendirme odalarında veya endüstriyel sistemde kullanılan kabinler için bir fırın sistemi ile

entegre olacak şekilde şişen silika jeller fırında kurutularak tekrar kullanılabilir. Fakat böyle bir sistem de maliyetli ve uzun süreli çalışmalarda işlem prosesinin yeterli verimde gerçekleştirememesinden ötürü tercih edilmemelidir. Normal sistemde %50 Rh altı nem değerlerinden yüksek nem değerlerine geçişte peltier sisteme göre avantajlarından biri olarak istenilen yüksek nem seviyelerine ulaşması olsa da bu sırada sıcaklık kontrolü açısından çok hassas bir kontrol gerçekleştirememiş ve nem değerlerinde ani ve sık periyodlarla salınımlar gerçekleştirmiştir.

Peltier sistem, normal ve silika jel sistem bu çalışma için kıyaslandığında; en verimli ve yüksek performansla birlikte daha hassas çalışma parametre değerlerini sağlayan sistemin peltierli sistemle yapılan çalışmalar olduğu görülmüştür. Referans noktası olarak değerlendirildiğinde ise; yani normal çalışma koşullarından biri için sistem için her iki çalışma da verilen nem dalgalanma aralığının içinde olduğu sadece peltierli çalışmanın biraz daha hassas ve stabil çalışma performansı sağladığı görülmüştür.

Her program için belirlenen step süresinin 3 saatten daha uzun tutularak çalışmaların gerçekleştirilmesinin, sistemlerin performansına etki edeceği öngörülmektedir. Yapılan tüm çalışmaların grafikleri incelendiğinde bazı programlarda yüksek salınımların devam ettiği görülmektedir, bu nedenle bu sistem için program çalışma sürelerinin uzun tutularak tekrar edilebilir. Burada yapılabilecek çalışma: programlar cihazın ayarlanan set değerine ulaştıktan sonra süre sayımını gerçekleştirecek şekilde seçilmiştir. Bu süre sayım kontrolünü, özellikle nem kontrolü açısından yüksek ve ani salınımların önüne geçmek için set değerine ulaştıktan sonra sistem belli periyodlarla ölçüm almalı ve bu değerlerin tamamı belirlenen nem dalgalanma bandı aralığında ise süre saymaya başlamaya bu periyod süresindeki zamandan sonra başlamalıdır. Bu şekilde nem dalgalanmaları artık daha stabil hale geldikten sonra süre sayacak ve bu şekilde kabin içerisinde teste tabi tutulan numune için daha hassas bir nem kontrolü sağlanmış olacaktır.

Cihazın PID kontrol algoritmasında da oransal, integral ve türev kontrol parametre değerlerindeki doğru değişikliklerin de hem normal hem peltierli çalışmalar da daha kararlı ve daha hassas çalışma performansı göstermesini sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında iklimlendirme kabinlerinin daha küçük hacimlerinde psikrometrik diyagramın uç noktalarındaki nem kontrolü üzerine performansını ölçmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında peltierli ve normal sistemler karşılaştırılmıştır, çalışma sonucunda kritik noktalardaki çalışma performanslarında çok büyük farklılıklar gözlemlenmesi de peltierli sistem daha hassas nem ve sıcaklık kontrolünün sağlandığı tespit edilmiştir.



KAYNAKLAR

- [1] Shelton David P. and Bodman Gerald R., G82-626 Air Properties: Temperature and Relative Humidity, Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension, <https://www.researchgate.net/publication/265218658G82626AirPropertiesTemperatureandRelativeHumidity/> (Ziyaret tarihi: 05/04/2018).
- [2] Metje, N., Sterling, M., Baker, C. J., Pedestrian Comfort Using Clothing Values and Body Temperatures, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2008, **96**, 412-435.
- [3] Akın G., Ketenci S., Sistem Odaları İklimlendirme Sistemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, <https://web.itu.edu.tr/akingok/doktora/iklimlendirme/Sistemodasiiklimlendirmesistemleri.pdf/> (Ziyaret tarihi: 18/06/2018).
- [4] Ionescu C., Baracu T., Vlad G., Necula H., Badea A, The Historical Evolution of The Energy Efficient Buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, **49**, 243-253.
- [5] El-Shorbagy A.M., Design with Nature: Windcatcher as a Paradigm of Natural Ventilation Device in Buildings, *Int J. Civ Environ Eng. IJCEE-IJENS*, 2010, **10** (3), 21–6.
- [6] Elma F. N., Çetin H., Sıcaklık, Popülasyon Yoğunluğu Ve Cinsiyet Oranının *Callosobruchus Maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)’Un Gelişmesi Ve Çoğalmasına Etkileri, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2017, **31** (2), 22-26.
- [7] Köten M., Satouf M., Ekici H., Suriye Ekmeği Üretimi, Üretim Hataları ve Önleme Yolları, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2017, **21**(3), 364-375.
- [8] Saylam G.K., Çetin H., Bazı Bitki Ekstraktları Ve Deltamethrine İle Karışımlarının *Callosobruchus Maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Erginlerine Toksik Ve Yumurta Bırakmayı Engelleme Etkileri, *Bitki Koruma Bülteni*, 2016, **56**(1), 85-95.
- [9] Keskin H., Tekin A., Farklı Ortam Koşullarında Kompozit Mobilya Elemanlarından Kaynaklanan Formaldehit Emisyonunun Belirlenmesi, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2015, **15** (1), 120-132.
- [10] Uzun A., Turbo Şarjlı Dizel Motorda Arasöğütücünün Motor Yağ Sıcaklığına Etkisi, *6th International Advanced Technologies Symposium*, Elazığ, Türkiye, 16-18 May 2011.

- [11] Rafique M.M., Gandhidasan P., Rehman S., Al-Hadhrami L.M., A Review on Desiccant Based Evaporative Cooling Systems, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2015, **45**, 145–159.
- [12] Yan H., Xia Y., Deng S., Simulation study on a three - evaporator air conditioning system for simultaneous indoor air temperature and humidity control, *Applied Energy*, 2017, **207**, 294–304.
- [13] Y. Zhao, T.S. Ge, Y.J. Dai, R.Z. Wang, Experimental Investigation On A Desiccant Dehumidification Unit Using Fin-Tube Heat Exchanger With Silica Gel Coating, *Applied Thermal Engineering*, 2014, **63** (1), 52-58.
- [14] Mingshan L.L.W., Design and Experiment of a Heat Pump Air-conditioning System for Electric Vehicles, *Journal of Refrigeration*, 2013, **3**, 113 -120.
- [15] Au S.H., Shih S.C.C., Wheeler A.R., Integrated Microbioreactor for Culture and Analysis of Bacteria, Algae and Yeast, *Biomedical Microdevices*, 2011, **13**(1), 41-50.
- [16] Frey S.D., Lee J., Melillo J.M., Six J., The Temperature Response of Soil Microbial Efficiency and Its Feedback to Climate, *Nature Climate Change*, 2013, **3**, 395-398.
- [17] Kocatürk M., Salman M., Otomobil Klima Sisteminde Fan Devri ve Giriş Hava Sıcaklığının Performansa Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Gazi Üniv. Politeknik Dergisi*, 2006, **9**(1), 28-37.
- [18] URL-1: <https://www.testo.com/tr-TR/nem/higrometre/c/parametershumidityair> (Ziyaret tarihi: 02/07/2018).
- [19] Krishna S.M., Murthy S.S., Experiments on A Silica Gel Rotary Dehumidifier, *Heat Recovery Syst. CHP*, 1989, **9**, 467-473.
- [20] Bassuoni M.M., An Experimental Study of Structured Packing Dehumidifier/Regenerator Operating with Liquid Desiccant, *Energy*, 2011, **36**, 2628-2638.
- [21] Yin Y.G. , Zhang X.S. , Peng D.G., Model Validation and Case Study on Internally Cooled/Heated Dehumidifier/Regenerator of Liquid Desiccant Systems, *Int. J. Therm. Sci.*, 2009, **48**, 1664-1671.
- [22] URL-2: <https://tr.trotec.com/urunlervehizmetler/makinelerhomecomfort/nem-alma/nemalmacihazlarihakkindapratikbilgiler/nemalmayontemlerinegenelbakis/kompresorteknolojisisinesahipnemalmacihazi/> (Ziyaret tarihi: 24/08/2018).
- [23] Wang L., Barnes T. J. D., Cluett W. R., New Frequency - Domain Design Method for PID Controllers, *Proc. Inst. Elect. Eng. D-Control Theory Appl.*, 1995, **142**(4), 265-271.
- [24] Levine W. S., PID Control, Editors: Piscataway, *The Control Handbook*, IEEE Press, NJ, 198-209, 1996.

- [25] Shen W., Wolf P.G., Carbonero F., Zhong W., Reid T., Gaskins H.R., McIntosh M.K., Intestinal and Systemic Inflammatory Responses Are Positively Associated with Sulfidogenic Bacteria Abundance in High-Fat-Fed Male C57BL/6J Mice, *American Society for Nutrition The Journal of Nutrition*, 2014, **144** (8), 1187 – 1191.
- [26] Park C.H., Lee C.H., Guiver M.D., Lee Y.M., Sulfonated Hydrocarbon Membranes for Medium-Temperature and Low-Humidity Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFCs), *Progress in Polymer Science*, 2011, **36**(11), 1443–1498.
- [27] Harrod G.R., Beers B.A., Carmichael G.E., Bentz J.O., Indoor Air Quality Controllers and User Interfaces, 2012, US 8219249, *U.S. Patent and Trademark Office*.
- [28] Koyun A., Koyun T., Acar M., Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Soğutucu Akışkanlar ve Bu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkileri, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 2005, **88**, 46-53.
- [29] Özkol, N., Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makine Mühendisleri Odası, Yayın No: MO/2007/115/7, Ankara, 21-28, 55-72, 107-153, 2007.
- [30] Selimli S., Recebli Z., Örken M., Evaluation The Effects of Used Refrigerants R134a And R600a in Cooling Systems on the System Performance, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 2014, **32**, 290-295.
- [31] Alpsoy H., Boran K., Menlik T., R134a / R152a Soğutucu Akışkan Karışımlarının Performanslarının Isı Pompasında Deneysel Olarak Araştırılması, *Politeknik Dergisi*, 2015, **18** (4), 251-256.
- [32] Slanina Z., Uhlik M., Sladeczek V., Cooling Device with Peltier Element for Medical Applications, *IFAC Papers OnLine*, 2018, **51** (6), 54–59.
- [33] He W., Zhang G., Zhang X.X., Ji J., Li G.Q., Zhao X.D., Recent Development and Application of Thermoelectric Generator and Cooler, *Appl. Energy*, 2015, **143**, 1-25.
- [34] Gou X.L., Ping H.F. , Ou Q. , Xiao H., Qing S.W. , A Novel Thermoelectric Generation System with Thermal Switch, *Appl. Energy*, 2015, **160**, 843-852
- [35] Montecucco A., Siviter J., Knox A.R., Constant Heat Characterisation and Geometrical Optimization of Thermoelectric Generators, *Appl. Energy*, 2015, **149**, 248-258.
- [36] D. Zhao D., Tan G., A Review of Thermoelectric Cooling: Materials, Modeling and Applications, *Appl. Therm. Eng.*, 2014, **66**, 15-24.
- [37] Xuan X.C., Analyses of The Performance and Polar Characteristics of Two-Stage Thermoelectric Coolers, *Semicond. Sci. Technol.*, 2002, **17**, 414-420.

- [38] Sui H., Liu H., An P., Application of Silica Gel in Removing High Concentrations Toluene Vapor by Adsorption and Desorption Process, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, 2017, **74**, 218-224.
- [39] Ge T.S., Hao R.Y., Dai Y.J., Wang R.Z., Yan H., Experimental Investigation on Anti-Condensation Characteristic of Desiccant Coated Metal Cabinet, *Renewable Energy*, 2017, **113**, 835-845.
- [40] Shelton David P. and Bodman Gerald R., G82-626 Air Properties: Temperature and Relative Humidity, Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension, <https://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/928/> (Ziyaret tarihi: 12/01/2019).
- [41] ANSI/ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering, Inc (ASHRAE), Atlanta, GA, 1992.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Koçoğlu S.**, Karaaslan K. M., Gündoğdu Ö., Dijital Mamografi Sistemlerinde Kontrast Detay Eğrilerinin Çıkarılması ve Görüntü Kalitesi Analizi, 20. *Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı BİYOMUT*, İzmir, Türkiye, 3-5 Kasım 2016.



ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Gaziantep’ te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gaziantep’ te tamamladı. Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü’ nden 2016 yılında Biyomedikal Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı’ nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Kasım 2016 yılında Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret Anonim Şirketi’ nde Ar-ge Mühendisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

