

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOMBİ SİSTEMLERİNİN PERFORMANS ANALİZİ
İÇİN VERİ TOPLAMA VE ZEKİ VERİ ANALİZİ
SİSTEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahar DÖNMEZ

Enstitü Anabilim Dalı : BİLİŞİM SİSTEMLERİ
MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. İhsan Hakan SELVİ

Mayıs 2022

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Bahar DÖNMEZ

06.04.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. İhsan Hakan SELVİ 'ye teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
TEMEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Temel Bilgiler	3
2.1.1. Isıtma soğutma sistemleri	3
2.1.2. Kombi	3
2.1.3. Kombi giriş ve çıkış verileri	4
2.1.4. Kombide beklenen sonuçlar.....	5
2.1.5. Gömülü yazılım	6
2.1.6. PCB kart.....	6
2.1.7. Mikro işlemci ve özellikleri	6
2.1.8. Kombide testin önemi	7
2.1.8.1. Kombide yapılması gerekli tüm testler.....	8
2.1.9. Veri ve veri analizi	8
2.1.9.1. Veri nedir?	8
2.1.9.2. Veri analizi nedir?.....	8

2.1.9.3. Tanımlayıcı veri analizi.....	9
2.1.9.4. Tahmin edici veri analizi	11
2.2. Literatür Taraması.....	11
BÖLÜM 3.	
METODOLOJİ	16
3.1. Veri Hazırlama ve Temizleme	17
3.1.1. Projenin genel amacı ve verilerin toplanması	17
3.1.2. Veri toplamada test ortamı	17
3.1.3. Toplanan veriler ve simülasyon koşulları	18
3.1.4. Benzetim çalışması ve veri adedi	21
3.1.5. Veri düzenleme	27
3.2. Veri Görselleştirme	27
3.3. Çıkarım	27
BÖLÜM 4.	
UYGULAMA VE BULGULAR	28
4.1. Yöntem.....	28
4.1.1. Test programının mantığı ve akışı	28
4.1.2. Rose Programı.....	33
4.2. Uygulama.....	35
4.3. Veri Analizi.....	41
4.4. Araştırma Akış Diyagramı	49
BÖLÜM 5.	
ARAŞTIRMA BULGULARI	51
5.1. Rose Program Sonuçları	51
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	56

ÖZGEÇMİŞ	61
----------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CH	: Merkezi ısıtma
CPU	: Merkezi işlem birimi
DHW	: Kullanım suyu
Eco	: Ekonomi
Flue gas	: Baca gazı
Max	: Maksimum
Min	: Minimum
Mofr	: Talep varlığı
PCB	: Baskılı devre kartı
Return	: Geri dönüş
Lcd	: Sıvı Kristal Ekran
Ufh	: Yerden ısıtma
ALU	: Aritmetik mantık birimi
ROM	: Sadece okunabilir hafıza
BUS	: Veri yolu
OS	: Ortam sıcaklığı
gd	: Geri dönüş
MS	: Musluk suyu sıcaklığı
Dec	: Karar
RAM	: Rastgele erişilebilir hafıza

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Tez metodolojisi.....	16
Şekil 4.1. Test programı ana ekran.....	28
Şekil 4.2. Test yazılımında parametre seçimi	30
Şekil 4.3. Grafik verilerinin excele aktarılması	31
Şekil 4.4. Test yazılımının akış diyagramı.....	32
Şekil 4.5. Örnek veri kümesi 1	33
Şekil 4.6. Veri tablosundan örnek benzetim	35
Şekil 4.7. Rose için veri tablosunun düzenlenmesi.....	35
Şekil 4.8. Aynı benzetimlerin birleştirilmesi	37
Şekil 4.9. Birleştirilmiş benzetimlerin verileri.....	37
Şekil 4.10. Rose üzerinde bulunan alt yaklaşım - üst yaklaşım	38
Şekil 4.11. Rose üzerinde bulunan core	38
Şekil 4.12. Tableau programına veri seti aktarımı	40
Şekil 4.13. Dhwt maksimum sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi...	41
Şekil 4.14. Ch maksimum sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi	41
Şekil 4.15. Baca gazı sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi	41
Şekil 4.16. Tableau sonuç veri aktarımı.....	51
Şekil 4.17. Tableau sonuç maksimum Dhwt sıcaklığı	61
Şekil 4.18. Tableau sonuç maksimum Ch sıcaklığı	62
Şekil 4.19. Tableau sonuç maksimum baca gazı sıcaklığı.....	63
Şekil 4.20. Maksimum sıcaklık karşılaştırması	64
Şekil 4.21. Standart sapma karşılaştırması	65
Şekil 5.1. DHWT tarafında sonuç	51
Şekil 5.2. CH tarafında sonuç	51

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kombi giriş parametreleri	5
Tablo 2.2. Kombi çıkış parametreleri	5
Tablo 3.1. Kombi veri toplama koşulları /ortamları	19
Tablo 3.2. Simülasyon parametreleri ve değerleri.....	21
Tablo 3.3. Benzetim senaryoları	22
Tablo 3.4. Benzetim ortam şartları.....	25
Tablo 4.1. Kombi veri toplama koşulları /ortamları	33
Tablo 4.2. Rough Set Sonuçlar	39
Tablo 5.1. Rose program ile Rough set teoremi uygulanmış Kombi veri seti sonuçları	50

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kombi, PCB, Mikroişlemci, Rose programı, Rough set teoremi, Veri analizi

Bu çalışmada, oluşturulmak istenen yeni model bir kombinin sahaya hazırlanmasından önce yapılması gerekli tüm testlerinin olabildiğince hızlı ve güvenilir bir platformda yapılarak en verimli ürünün oluşması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, yazılım oluşturulmuş ve PCB mikroişlemcisi ile bağlantısı kurulup, anlık veri toplaması yapılmıştır. Toplanan veri kümesi çok büyük olduğu için analiz etmek ve sonuçlarından çıkarım yapmak oldukça güç olacağından Rough set teorisinden (Kaba küme teorisi) faydalanılıp, belirsiz ve bulanık bilginin üstesinden gelinmiştir.

Bu projede, oluşturulan program ile elde etmiş olduğumuz veri kümesine Rose programı aracılığı ile Rough set Teoremi uygulanmış ve veriler üzerinde indirgeme gerçekleştirilmiştir. Bu indirgeme hem sayı olarak hem de parametrelerin birbiri ile ilişki mantığı açısından amacımıza çok ciddi hizmet sağlamıştır. İndirgenen veriler ile testler birçok şartta devam ettirilip en kritik alanlar tespit edilip kombi çalışma mantığında gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

İncelenen ilk benzetimlerde dhw sıcaklığının 87 °C çıktığı yapılan iyileştirmeler sonrasında gerçekleştirilen benzetimlerde dhw sıcaklığı maksimum 62 °C çıktığı belirlenmiştir. Ch sıcaklığının ise 102 °C çıktığı yapılan iyileştirmeler sonrasında 62 °C olarak ölçülmüştür. Bunun yanında baca gazı sıcaklığı ise anlık 123 °C olarak ölçülüp yapılan çalışmalar sonrasında ise 67 °C olarak ölçülmüş ve böylece hatalar ortadan kaldırılıp daha güvenli kombiler elde edilmiştir.

DATA COLLECTION AND INTELLIGENT DATA ANALYSIS SYSTEM FOR THE PERFORMANCE ANALYSIS OF COMBI SYSTEMS

SUMMARY

Keywords: Combi, PCB, Microcomputer, Rose program, Rough set theorem, Data analysis, Data mining

In this study, It is aimed to create the most efficient product by performing all the tests required before the preparation of a new model combi boiler to be created on the field as fast and reliable as possible. For this purpose, software was created, and the connection with the PCB microprocessor was established, and instant data collection. Since the collected data set is very large, it will be very difficult to analyze and deduce from its results. Rough set theory (Rough set theory) has been utilized and uncertain and fuzzy information has been overcome.

In this project, the Rough set Theorem was applied to the data set we obtained with the created program through the Rose program and a reduction was made on the data. As a result of the reduction, the critical values for the test have been halved. This decrease has provided a very serious service to our goal both in terms of numbers and in terms of the relationship between parameters. With the reduced data, the tests have been carried out in many conditions, the most critical areas have been determined and the necessary arrangements have been made in the boiler operating logic. The most efficient product was created.

In the first simulations examined, it was determined that the dhw temperature increased to a maximum of 62 °C in the simulations performed after the improvements made. After the improvements, the Ch temperature increased to 102 °C, and it was measured as 62 °C. In addition, the flue gas temperature was measured as 123 °C instantaneously, and after the work, it was measured as 67 °C, thus eliminating the errors and obtaining safer combi boilers.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Yaşam konforu insanlar için çok önemli bir gereksinimdir. Bu konforun sağlanması içinde en başta ihtiyaç duyulanlar arasında yer alan gereksinim, ortam ısısıdır diyebiliriz. İnsanın doğası gereği belli bir ısıнын altında olan ortamlarda insan rahat hareket edemiycektir. Bu durum, ciddi hastalıklara da ortam hazırlayacaktır.

Günümüzde neredeyse tüm evlere kombi cihazı girmiş ve evlerin ısıtması bu cihaz ile sağlanmış ve sağlanmaktadır.

Kombi cihazları yanıcı çeşitli gazlarla yanma işlemi yaparak suyu ısıtmaktadır. Hem kullanım suyunu hemde evin ısıtılmasını bu yolla sağlamaktadır. İçerisinde yanma işlemi gerçekleştiğinden bazı hayati riskleri de beraberinde getirmektedir. Tahmin edildiği üzere alev alma ve patlama gibi hayati, ya da sızdırma, donanımsal bozulma vb. gibi daha basit hatalarda içermektedir. Bu gibi hataları olabildiğince en aza indirmek ve özellikle hayati hataları sıfırlamak mümkündür. Bunun için gerekli olan, çok sayıda birçok şartta test yapmaktır.

Kombi testlerinin yapılması çok uğraş ve uzun zaman gerektirmektedir. Bu işlemlerin en kısa zamanda çözümlenmesi daha çok testin yapılması ve daha güvenilir kombi üretimini sağlayacaktır.

Tez çalışmamda, yukarıda da belirtildiği gibi Kombi verimini arttırmak amacı ile bazı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda .Net platformunda kombi PCB ile anlık iletişim kuran test programı yazılmış ve birçok şartta test sonuçları edinilmiştir. Çıkan test sonuçları çok büyük bir veri kümesi oluşturmaktadır. Bu küme ile hakkında yorum yapabilmek için ise Rough set teorisinden faydalanılmış ve veriler en anlamlı hale

getirilip yorumlanmıştır. Çıkan sonuçlar doğrultusunda oluşabilecek en verimli kombi hazırlanmıştır.

Birinci bölümde, uygulama yapılan cihaz olan kombiden ve kullanılan teorem ve amaçtan bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, temel bilgiler ve literatür taraması yapılmıştır. Uygulamanın yapıldığı ve ısıtma ve soğutma sistemlerinin baş ürünlerinden olan kombi hakkında daha detaylı bilgi verilmiş, testlerde önemli olan giriş çıkış verileri detaylandırılmıştır. Bunların yanında gömülü yazılım, mikroişlemci, hata ayıklama panosu, PCB, Rough set teoremi ve veri analizi hakkında genel bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmanın metodolojisinden bahsedilip, veriler ve simülasyonlar hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde, tüm verileri toplamamızı sağlayan test programından ve belli şartlarda toplanan veriler üzerinde Rough set teoremini uygulamamızı sağlayan rose programından bahsedilmiştir. Bu çalışmanın uygulama sonuçları çıkartılmış ve ayrıntılı olarak uygulanan adımlar anlatılmıştır

Beşinci bölümde ise, tüm yapılan uygulamalardan sonra oluşan sonuçlar belirtilmiş ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Son bölümde ise çalışmadan çıkarılan sonuçlar ve gelecek projeler için önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2. TEMEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Temel Bilgiler

2.1.1. Isıtma soğutma sistemleri

İnsan fizyolojisi gereği belli sıcaklık aralıkları, insanın konfor alanını oluşturmaktadır. Dolayısı ile en sağlıklı ortamda beraberinde getirmektedir. Isıtma ve soğutma sistemleri, yaşanan alanlarda istenilen sıcaklığa ulaşılması ve bu sıcaklıkta kalınmasını sağlayan sistemlerdir. Birçok çeşidi ve türü bulunan bu sistemlerin mekâna ve istenilen ya da gerek duyulan talebe göre değişmektedir.

2.1.2. Kombi

Günümüzde genellikle evlerimizde en çok kullanılan elektrik, su ve yanıcı gaz ile çalışan ısıtma sistemidir. İsmi ingilizceden “combined” gelmiştir. Sıcak su ihtiyacını ve ısınma ihtiyacını karşıladığı için birleşik bir sistemdir (Akbulut, 2013). Birçok çeşidi mevcuttur. En çok bilinen evlerimizde kullanılan mekânın ısıtılması ve kullanım suyunun ısıtılmasında kullanılan sistemdir. Bunun dışında kullanılan tank model, sadece mekân ısıtmasında kullanılan CH model ve solar sistem gibi üç tip daha mevcuttur.

Kombi içinde doğalgazın yanması ile suyu eşanjörde ısıtır ve yine kendi iç sisteminde bulunan pompa ile kalorifer borularına sıcak su gönderir. Kaloriferden dönen sıcak su ayarlanan sıcaklığa göre bir miktar düştüğünde kombide tekrar yanma gözlenir ve bu işlem bu şekilde devam eder. Türkiye’de ilk olarak kombi 1988 tarihinde başkentimiz olan Ankara’da kullanılmaya başlanmıştır. Sonrasında ülkemizin hemen her ili ve ilçesine yayılarak kullanımı sağlanmıştır. Kombi kullanım ömrü kombinin

kullanımına göre değişmektedir. Yani bu anlamda bakım önemlidir diyebiliriz. Bakımı düzenli yapılan kombi diğer kombilere nazaran daha uzun süre çalışabilir. Fakat Sanayi Bakanlığı tarafından 15 yıl diye belirlenmiş bu şekilde karar alınmıştır. Kombiler tamamen dairelerin metrekarelerine göre kapasitelendirilmiştir. Örneğin; 100 ile 120 m² de olan daireler için 17-20 bin kcal/h kapasite uygundur ve bu şekilde de dairelerin büyüklüğüne göre kapasite değişmektedir. Kombideki bağımsız ısıtma konforu merkezi sistemlerde yoktur. Kullanıcı her zaman dilediği ısıda dilediği verimi elde eder. Diğer ısıtıcı cihazlarda bu durum pek mümkün olmaz. Hem kullanım kolaylığı hem sağladığı verim hem de alınan randıman dolayısı ile en kolay ısınma yöntemi kombi kullanmaktır diyebiliriz (<https://www.merkezkombi.com/kombi-hakkinda-sik-sorulan-sorular/>, 04.06.2020).

Kombi mekân ısıtmasında borularda olan suyu sürekli kendi içinde ısıtarak borularda döndürür. Belli basınç değerlerine uygun olacak şekilde sistemde su bulunmalıdır. Sistem belirli bir sıcaklığa ayarlanır. Kombide mekânı bu sıcaklıkta tutmak için belirli kurallar çerçevesinde aralıklarla çalışır. Bununla beraber kullanım suyunda da ısıtma yapar. Musluk açıldığında kombiye talep gelir ve hattan gelen suyu ısıtarak kullanım suyu hattına sıcak suyu verir. Kombi bazen talep gelmeden de çalışacaktır. Bunun sebebi; ayarlanan modundan kaynaklıdır.

2.1.3. Kombi giriş ve çıkış verileri

Kombide bulunan ve kombinin beyni olarak ifade edilen PCB lerdeki gömülü yazılımların çalışması için kombi bazı giriş parametre değerlerine ihtiyaç duyar. Bu değerlere göre kendinin nasıl çalışması gerektiğini öğrenir bu veriler genel olarak Tablo 2.1.'de mevcuttur.

Tablo 2.1. Kombi giriş parametreleri

No	Parametre Adı	Açıklama
1	Kapasite	kw
2	Model	Hangi model kombi olduğu
3	Gas tipi	Hangi tip gaz kullanıldığı
4	Dhw solar sistem	DHW solar system kullanıldığı
5	Dış hava sensörü	Dış hava sensörünün olup olmadığı
6	Donma koruma	Donma koruma taban değeri
7	Pump operasyonu	Pompa fonksiyonu
8	Min Ch pompa kapasitesi	Pompa çalışma sınırlaması
9	Max kapasite doğrulama	Formüllerde kullanılır
10	Min kapasite doğrulama	Formüllerde kullanılır
11	T-model parameters	T-model tip kombi için
12	Ufh	Yerden ısıtma
13	Eco mod	Mod
14	Konfor mod	Mod
15	Error	Hata değerleri
16	Reset	Reset değerleri
17	Dhw sıcaklık	Kullanım suyu sıcaklık
18	Ch oda sıcaklık	Ch oda sıcaklık değeri
19	Ch sıcaklık	Streptobacterium

Girdiye göre çalışan kombinin çıkış verileri de genel olarak Tablo 2.2.'de mevcuttur.

Tablo 2.2. Kombi çıkış parametreleri

No	Parametre Adı
1	Ch Mod
2	Dhw Mod
3	Su basınç sensörü
4	Ch sıcaklığı
5	Dhw sıcaklığı
6	Ch geri dönüş sıcaklığı
7	Baca gazı sıcaklığı
8	Dhw akış debisi
9	Gerekli yanma kapasitesi
10	Fan hızı
11	Fan kapasitesi
12	Pompa kapasitesi
13	Ateşleme adımı
14	Ateş varlığı
15	Operasyon modu
16	Fan hızı ayarlanan
17	Oda termostatu
18	Mofr
19	Kapasite tipi
20	Gas tipi
21	Sistem modu
22	Pompa operasyon talebi

2.1.4. Kombide beklenen sonuçlar

Kombi ısıtma cihazının güvenli bir halde çalışması ilk önceliktir. Daha sonra en verimli şekilde ısıtmayı sağlaması istenmektedir. En az yakıt ve elektrik tüketerek, hedeflenen ısıya ulaşılması gereklidir. Ek olarak çıkış parametrelerinde normale uygun olmayan ani hareketlilikler de istenmeyen bir durumdur.

2.1.5. Gömülü yazılım

Gömülü yazılım PCB (Printed circuit board) aracılığı ile cihazın donanımlarına ulaşır, bir bütün halinde akıllı bir yapıda çalışmasını sağlar. Bir nevi donanıma akıl kattığıda söylenebilir. Gömülü yazılımlar baskılı devre kartlarının üzerinde bulunan mikroişlemcilerin çeşitli özelliklerine ve bacak yapılarına göre yazılırlar. Genellikle C, C++ programlama dilleri kullanılarak oluşturulurlar.

2.1.6. PCB kart

Kısaca PCB (Printed Circuit Board) olarak ifade edilen, baskılı devre kartları cihazın beyni olarak nitelendirilebilir. Üzerinde işlemci, kapasitör, lineer regülatör, dirençler, bobin, tranformatör, opamp, optp kuplor gibi birçok donanımı barındırmaktadır. Bu donanımlar ihtiyaca göre değişiklik göstermektedir. Gömülü yazılım PCB üzerinde bulunan mikroişlemcilere yazılmaktadır. Gömülü yazılımlar PCB üzerindeki donanımlar ile paralel çalışmaktadırlar.

2.1.7. Mikro işlemci ve özellikleri

Yapısında bir CPU (Central Processing Unit/Merkezi İşlem Birimi), ön bellek ve input/output (giriş/çıkış) birimleri bulunan devrelere mikroişlemci denir. Özetle mikroişlemci, bilgisayardır. Mikroişlemciler, bulundukları elektronik yapıların beynidir. Bağlı oldukları mekânizmanın kontrolünü sağlarlar (<https://maker.robotistan.com/mikrodenetleyici-mikroislemci/>, Erişim Tarihi 08.04.2020).

Mikroişlemcinin beyni CPU'dur. Veri işleme ve veri akışı bu birim sayesinde gerçekleştirilir. Bu veri işlemleri genellikle CPU'nun içerisinde yer alan ALU (Aritmetik Mantık Birimi)'da uygulanır. Bu birimde sayısal ve lojik işlemler yapılır. Tüm dijital elektronik işlemleri (lojik işlemler ve sayısal işlevler), CPU'ların en temel işlevleridir. CPU'ların içerisinde 8-16-32-64 bitlik register'lar bulunmaktadır. Register'lar, bilgilerin geçici sürede depolanmasını sağlarlar. CPU'lar, mikroişlemcinin hafızasındaki programları bulma, çağırma ve onları çalıştırma görevi görürler (<https://maker.robotistan.com/mikrodenetleyici-mikroislemci/>, 08.04.2020).

Mikroişlemciye atılan veriler ilk olarak hafızaya gelir ve burada depolanır. CPU'ların da doğrudan eriştiği birim bellektir. Bellekte iki tane birincil hafıza birimi vardır: RAM ve ROM. RAM (Random Access Memory), geçici hafızadır. Mikroişlemci kapandığı takdirde buradaki veriler silinir. ROM (Ready Only Memory), kalıcı hafızadır ve sistem kapansa dahil buradaki veriler silinmemektedir.

CPU'daki veri akışının aktarılmasını, bellek ve giriş/çıkış birimlerinin bağlantılarını sağlayan 3 çeşit BUS (Veri yolu) vardır, bunlar da Adress BUS, Data BUS, Control BUS. Adress BUS, verinin okunacağı veya verinin yazılacağı bölgeyi belirten adres bilgilerinin taşınmasını sağlar. Tek yönlü bir veri yoludur. Data BUS, CPU'dan bellek ve giriş/çıkış portlarına veya bu birimlerden CPU'ya doğru çift yönlü bir veri hattıdır. Control BUS, mikroişlemciadaki birimler arası iletişimi düzenleyen sinyalleri ileten, kontrol eden veri hattıdır. Her mikro işlemcide farklı sayıda hatta sahip Control BUS bulunabilir (<https://maker.robotistan.com/mikrodenetleyici-mikroislemci/>, 08.04.2020).

CPU içerisindeki hafıza birimlerine Register denir. İşlemcinin çekirdeğinde olduklarından dolayı verilere ulaşmak daha hızlı gerçekleşir. Kullanım amaçlarına göre özel ve genel çeşitleri vardır (<https://maker.robotistan.com/mikrodenetleyici-mikroislemci/>, 08.04.2020).

2.1.8. Kombide testin önemi

Kombiler kullanıcıların yaşam alanlarındadır. Dolayısı ile oluşacak yanlış bir hata kullanıcıya hayati bir risk oluşturabilir. Yapısı gereği içinde yanıcı gazlar barındırır ve sürekli bu gazları yakma işlemi yapar. Bu da büyük riskleri beraberinde getirir.

Kombilerde su akıtma, gaz sızması, donanımsal parçalarının aşırı ısınması, yanma hatta patlama gibi kazalar oluşabilir. Bu gibi kazalarda can ve mal kaybı gibi durumlar oluşabilir. Bu kazaların olmaması için tek çözüm çok fazla test yapmak ve oluşabilecek tüm negatif durumları ortadan kaldırmaktır.

2.1.8.1. Kombide yapılması gerekli tüm testler

Kombi ısıtma sistemlerinde cihaz üretime geçmeden laboratuvar ortamında ve laboratuvar ortamındaki testler bittikten sonra ise de saha da test yapılmalıdır. Saha da yapılan testler genellikle evler olabileceği gibi iş yerleri de olabilir. Saha çıkmış test kombilerinin her koşulda denenebilmesi için saha çeşitliliği önemlidir. Farklı sıcaklıklar, yükseklikler tercih edilir. Bu sebepten test kombileri olabildiğince farklı şehirlerde test edilir.

Kombilerde birçok test yapılır. Atık gaz testi, baca gazı sıcaklığı testi, DHW sıcaklık testi, yanma testi, fan testi, pompa testi, kalorifer dönüş suyu sıcaklık testi, eşanjörden çıkan sıcak su testi, gaz kullanımı, su kullanımı ve bunun gibi birçok test yapılmaktadır. Hatta bazı testler aynı anda paralel uygulanarak izlenmektedir.

2.1.9. Veri ve veri analizi

2.1.9.1. Veri nedir?

Veri için birçok şekilde açıklama yapılabilir. Basitçe anlatmak gerekirse; hayatın her alanında kullandığımız ve edindiğimiz en basit ve temel bilgi parçasıdır diyebiliriz. Bilginin en ham hali olarakta tanımlayabiliriz (Aktaş,2018).

2.1.9.2. Veri analizi nedir?

Veri analizi, bilginin ham halini yani veriyi kullanılabılır hale getirilmesi ve kullanılan bu verilerden sonuçlar alınması ile eyleme geçilebilir bir hale getirilmesi sürecidir. Veri analizi sürecini genel olarak ifade etmek istersek; veri temizleme, modelleme, görselleştirme ve çıkarım adımlarının bütünü olarak düşünebiliriz. Kısaca bu sürecin adımlarını tanımlamak gerekirse; veri temizleme adımında ilk aşamada herhangi bir konuda toparlanmış olan büyük ve karmaşık olan verilerin düzenlenmesi ve indirgenmesi mevcuttur. İkinci adım olan, veri modelleme adımında, temizlenmiş olan veriyi formülize etme veya gruplama yapma işleminden bahsedilir. Veri görselleştirmesinde ise üstünde çalışılmış olan bu veriyi özet haline getirilip, daha kolay şekilde anlaşılabilmesi için grafiklerle veya tablolarla görsel hale getirilmesidir. Son olarak da çıkarım adımında ise, görselleştirilerek özetlenen bu verinin yorumlanması adımıdır (Aktaş,2018).

2.1.9.3. Tanımlayıcı veri analizi

Tanımlayıcı analizler, en temel analiz şeklidir ve değişkenlerin genel durumunu ortaya koymak için kullanılan tekniklerdir. Geçmiş veriler özetlenmek için kullanılır. Diğer bir ifade ile verilerin toplandığı ortamlarda zaten olmuş olanları anlatır. Örnek olarak, bir kuruluşun önceki yılın satış oranlarını grafik üzerinden analiz etmek kadar gibi temel bir işlem, en basit analiz türü olan tanımlayıcı analize bir örnek olabilir(<https://www.intel.com.tr/content/www/tr/tr/analytics/what-is-data-analytics.html>).

Tanımlayıcı veri analizi, Sıralı ya da sayısal değişkenlerin standart hata, standart sapma, aritmetik ortalama, çarpıklık, kartiller arası açıklık, basıklık, medyan, varyans, minimum, maksimum, değişim aralığı, değişim katsayısı istatistikleri hesaplanabilir. Ayrıca aykırı değerleri tespit edilebilir ve kayıp verilerin dağılımını incelenebilir. Tanımlayıcı analiz sürecinde özellikle tamsayı ya da kategorik verilerin dağılımlarını değerlendirmek için frekans analizinden yararlanılabilir. Değişkenlerimizin grupları üzerinden frekans değerleri, yüzdeler değeri veya kümülatif frekans değeri

hesaplanabilir. Analizleri veri görselleştirme teknikleri aracılığı ile de değerlendirilebilir. Bu noktada kök-gövde grafikleri, histogramlar, kutu grafikleri, bar grafikleri, pasta grafikleri gibi görseller son derece yararlı. Tanımlayıcı veri analizi hakkında hem istatistiksel ölçüler, hem de veri görselleştirme perspektifinden bakılması daha uygun olacaktır (30.07.2021, <https://www.istmer.com/veri-analizi-nedir-inceliyoruz/> 29.07.2021).

Tanımlayıcı veri analizi iki başlıkta incelenebilir. Bunlar aşağıdada gösterildiği gibi merkezi eğilim ölçüleri ve merkezi dağılım ölçüleri olarak adlandırılır. Merkezi eğilim ölçüleri, verilerin hangi değer civarında olduğu hakkında bilgi verirken, merkezi dağılım ölçüleri ise, veri grubunun ne kadar genişliğe yayıldığı hakkında bilgi vermektedir.

- Merkezi Eğilim ölçüleri:
- Aritmetik Ortalama
- Ortanca
- Tepe Değer
- Merkezi Dağılım ölçüleri:
- Standart sapma
- Değişim/Varyasyon katsayısı
- Dağılım Genişliği

Aritmetik ortalama, parametre değerlerinin toplanıp parametre sayısına bölünmesi olarak kısaca ifade edilebilir.

Ortanca, birim değerler sıralandığında tam ortaya düşen değerdir.

Tepe değer, bir veri kümesinde en çok tekrar eden değer olarak adlandırılır.

Standart sapma, veri kümesindeki her bir verinin ortalama değere ne uzaklıkta olduğunu yani verilerin ne yaygınlıkta olduğunu ifade eder. Bir dağılımda değerler aritmetik ortalamadan uzaklaştıkça dağılımın yaygınlığı artar. Standart sapma

büyüdükçe dağılım yaygınlaşır başka bir deyişle ortalamadan uzaklaşır. Standart sapmanın sıfır olması verilerin ortalama ile eşit olduğu anlamına gelmektedir.

Varyans katsayısı, standart sapma dağılımının yaygınlığını gösterir.

Dağılım genişliği, bir veri dizisinde en büyük ve en küçük değer arasındaki fark olarak ifade edilebilir.

Yapılan bu çalışmada, tanımlayıcı veri analizi kullanılarak, mevcut verilerin her biri toparlanmış ve düzenlenmiştir. Düzenlenmiş bu veri kümesinde de yorumlamaya gidilmiştir.

2.1.9.4. Tahmin edici veri analizi

Tahmin edici veri analizi, geleceğe yöneliktir. Geçmiş verilerden yararlanarak oluşturulmuş olan istatistikleri göz önünde bulundurarak gelecekteki olabilecek sonuçları tahmin eder. Genellikle tahmin edici analizlerde makine öğrenimine başvurulur ve daha zeki tahminler için yüksek ölçekli veri setlerinde öğrenim modelleri kullanılır. Örnek olarak, üretim alanlarında daha önceden karşılaşılan problemler göz önüne alındığında gelecekte ne tür hatalar ile karşılaşılacağı da tahmin edilebilir. Tahminsel veri analizi için regresyon analizi teknikleri ve öngörü modelleri kullanılmaktadır. Araştırmalarımızda kullandığımız bağımlı değişkenin türüne, değer aralığına ve dağılımlarına göre farklı tahminsel tekniklere başvurulabilir. Nicel bağımlı değişkenler için ise regresyon teknikleri, kategorik bağımlı değişkenlerimiz için sınıflandırma teknikleri kullanılabilir. Klasik lineer regresyon analizinden arıma modellerine, bulanık zaman serisi analizlerinden yapay sinir ağlarına uzanan onlarca yöntem, tahminsel veri analizi başlığı altında uygulanmaktadır. Tahmin edici veri analizinin iki yolu mevcuttur. Birinci yol tahmin edilecek bağımlı değişkenin kendi değerleri (ham veriler, hata değerleri vs.) üzerinden hareket edilebilir, ya da bağımlı değişkeni etkileyen farklı bağımsız değişkenler üzerinden öngörülerde bulunulabilir (<https://www.intel.com.tr/content/www/tr/tr/analytics/what-is-data-analytics.html>, 30.07.2021, <https://www.istmer.com/veri-analizi-nedir-inceliyoruz/> 29.07.2021).

2.2. Literatür Taraması

Günlük yaşantımızda kullanılan tüm makinaların testlerinin en detaylı halde yapılması gereklidir. Makinalar genellikle çeşitli enerji sistemlerini kullanarak çalışırlar. Bu enerji sistemlerinin (elektrik, doğalgaz vb.) yüksek önem derecesinde kontrolleri gerekmektedir. Bu kontroller esnasında birçok test yapılmakta ve büyük veri kümeleri ortaya çıkmaktadır. Veri analizi ile bu büyük veri kümeleri arasında en faydalı bilgiye ulaşmak amaçlanmaktadır. Günümüz şartlarında birçok projede veri analizleri kullanılmaktadır. Aksi halde büyük veri kümelerinin düzenini sağlayıp en faydalı hale getirebilmek oldukça güç olacaktır.

Veri analizleri ile veriler en anlamlı hallerine kavuşmuş olacaklardır. Yapılan bir çalışmada, elektrik santralleri ve durum izleme hakkında bir araştırma yapılmıştır. Uygulamalı veri işleme ve analizde, arızaları ve hataları fark etmede yardımcı olduğunu göstermiştir. İşlenen veri, uzman görüşleri ile analiz edilerek bir arıza ve ilişki tablosu oluşturulmuştur (Kaplan, 2009).

Birçok araştırmacının yapmış olduğu veri analizi yöntemlerinden olan Rough set Teoremi üzerinde çalışılmıştır. Kaba küme teorisi, bilgi belirsizliği ile başa çıkmak için bir veri analizi yöntemi olarak önerilmiştir (Lei Lei, Wei Chen, Yu Xue ve Wei Liu, 2019; Rehman, Azam, Yao ve Benso, 2017). Sorunları yorumlamak ve çözmek için ayrıntılı bir bakış açısı geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bakış açısından, numuneler ayırt edilemezliklerine veya benzerliklerine göre temel bilgi granülleri halinde gruplandırılabilir. Bilgi granülleri daha sonra sınıflandırmayı yaklaşık olarak karakterize etmek için kullanılır. Pawlak kaba kümeleri (Pawlak, 1982; Pawlak ve Skowron, 2006), üzerinde çalışılan hakimiyet kaba kümeleri (Yang, Qi, Yu, Yu ve Yang, 2015; Zhang ve Yang, 2017), kaba kümeleri kapsayan (Wang, He, Chen ve Hu, 2014; Yue, Chen, Miao ve Qian, 2017), bulanık kaba kümeler (Sun, Ma ve Qian, 2017; Zhang, Dai ve Yu, 2015) ve çevre kaba kümeleri (Yao, 1998) gibi farklı veri türleri için birçok temsili kaba küme modeli sunulmuştur.

Özellik azaltma, kaba küme teorisinin önemli uygulamalarından biridir. Bir sınıflandırma problemi öznitelikler tarafından tanımlandığında, öznitelik sayısı fazla olabilir ve bunlardan birçoğu gereksiz olabilir. Gereksiz özellikler bir sınıflandırıcının performansını düşürebilir. Öznitelik azaltmanın temel işlevi, sınıflandırmaya katkıda bulunmayan öznitelikleri azaltmak ve sonuçta daha iyi genelleme için mümkün olan küçük bir öznitelik kümesi elde etmektir. Son yıllarda, birçok araştırmacın yapmış olduğu çalışmalardan, kaba set modellerine dayanan nitelik azaltma sorunu giderek daha fazla dikkat çekmektedir (Qian, Liang ve Wang, 2018).

Kaba küme teorisi için, araştırmacılar nitelik azaltma algoritmalarının tasarımı konusunda çeşitli yaklaşım kriterleri önermişlerdir. Öznitelik azaltımı için iki aşamalı bir sınıflandırma kriteri tanımlamak için alt ve üst yaklaşımları kullanmıştır (Kim, 2001).

Üretim alanlarında veri analizi üzerine çalışmalar yapıp verimliliğin artırılması hedeflenilmektedir. Yapılan bir çalışmada, veri analizi kullanılarak üretim etkinliğinin artırılması için çalışılmıştır. Ülkemizde birçok küçük ve orta ölçekli firma, üretim verilerini son yıllarda bile kağıtlara kaydettiği gözlenmektedir. Bunun sonucunda tüm bu veriler karar verme aşamasına dahil edilememektedir. Anlık veri analizi ile üretim verilerini daha yakından takip etmek ve bu sayede üretim verimliliğin artırılması hedeflenilmiştir. Çalışma kapsamında üretim verimliliğinin artması için gömülü sistemlerden yararlanılarak uygulama geliştirilmiştir. Çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde üretim sürecinde karar alma, zaman yönetimi ve iş akışı süreçleri geliştirilecektir (Aktaş, 2018).

Çoğalan enerji tüketimi ve maliyeti sebebiyle enerjinin kullanıldığı tüm sektörlerde enerji tasarruf çalışmaları zorunlu hale gelmiştir. Sektörlerde bu konu üzerine yüksek düzeyde rekabet mevcuttur. Yapılan bu tasarruf sayesinde bireylerin hayatına muhakkak ki faydalı bir katkı sağlanacaktır. Bu enerji tutumluluğu ile doğanın daha temiz olacağıda kesindir. Yapılan bir çalışmada, iklimlendirme sistem elemanlarında yapılan enerji tasarrufu hedeflenmiş ve sulu ısıtma sistemlerinde yer alan bir akışkanın enerji verimliliğinin araştırılmasına yer verilmiştir (Sülük, 2010).

Isıtma soğutma sistemlerinde önemli bir yer edinen ve birçok bireyin evinde barındırdığı kombilerle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan birinde, üretim talep tahminleri üzerinde durulmuştur. Talep tahminlerinin sayısal tahmin metodlarının kullanılması ile nasıl etkilendiğini ve en iyi tahmin edici yöntemin hangisi olacağını incelemektedir. Üretimi yapılan iki ürüne ait satış veri toplanmış ve çeşitli talep tahmin metodları uygulanmıştır. Sonuçlar, gerçek satışlar ile kıyaslanmıştır. Tekrar bu adımdan sonra çıkan sonuca göre ürün için en iyi tahmin metodu belirlenmiştir (Demirbaş, 2011).

Hermetik ve yoğuşmalı kombi türü dünyada en çok kullanılan iki kombi türüdür. Bacalı kombiler yakacağı havayı bulunduğu ortamdan alıp içerideki havayı tükettiğinden dolayı çok fazla tercih edilmemektedir. Bahsedilen iki kombi ise bu tipten farklıdır ve havayı dış ortamdan alır. Bacasız kombiler bu sebeple diğerlerine göre daha güvenilirdir. Yakın geçmişte yapılan detaylı testlerde toplanan verilerde, yoğuşmalı kombiler diğer kombilere göre daha verimli olduğu ortaya çıkmıştır. Konu hakkında tamamlanan çalışmada, hermetik ve yoğuşmalı kombilerin özellikleri ve verimleri incelenmiştir. İki kombi türü de detaylı teknik olarak incelenmiş ve hangisinin hangi ortam için daha verimli olacağı tespit edilmiştir ve tüketiciye yol göstermiştir (Koca ve Aksungur, 2018).

Cihazlarda enerji verimliliği, yeni dünyamızda oldukça önemli durumdadır. Günümüzde, kombiler ısınma aracı olarak büyük önem taşımakta ve doğal gaz tüketiminin en aza indirgenmesi için kombiler üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Birçok yöntem uygulanmakta her bir donanım detaylı olarak düşünülüp incelenmektedir. Bu cihazların başında oda termostatları ile çalışan kombilerde gelmektedir. Tamamlanan bu çalışmada, mevcut bir kombi üzerinde inceleme yapılarak oda termostatlarına farklı bir çözüm geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen projede, kombi üzerinde bulunan kontrol ünitesi taşınabilir bir parça olarak geliştirilerek, uzaktan kullanılabilir olarak geliştirilmiştir. Bu şekilde, kombi kontrol yapısı ve oda termostatının işlevleri, taşınabilir modül ile tek yapılabilmesi oda termostatı üzerinde yapılan çalışmalara yeni bir bakış açısı kazandırılmıştır. Taşınabilir modül kombiye

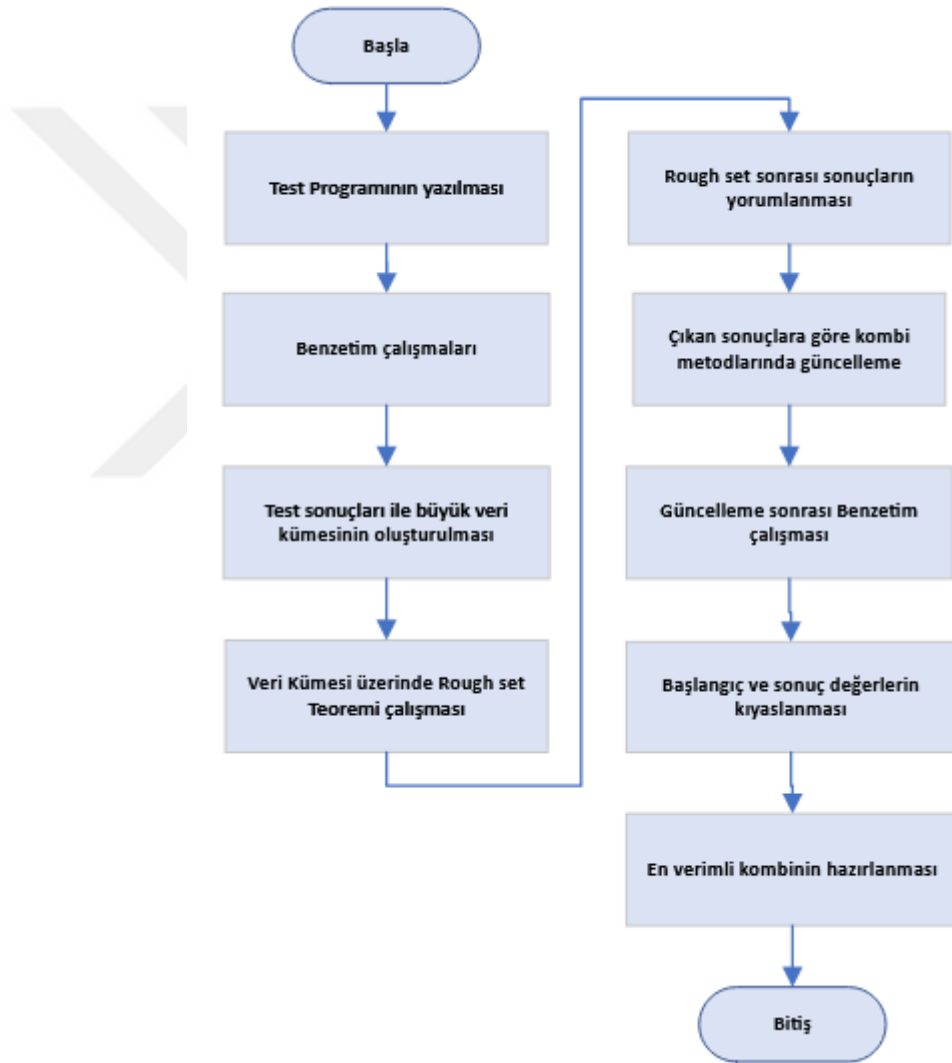
takılı durumdayken kontrol alanı ile talep edilen ch ve dhw sıcaklıkları ayarlanıp kombinin kontrol kartına aktarılmaktadır. Takılı olmadığı durumdaysa taşınabilir modül üzerinde okunan sıcaklık değeri gösterilmekte ve istenen oda sıcaklığı değeri ayarlanabilmektedir. Bu ayarlanan oda sıcaklığı ile okunan oda sıcaklığı değerleri kablolu olarak kombiye aktarılır (Çavuş, 2017).

Kombi verimliliğinin artırılması üzerine yapılan çalışmalardan biri olan bu çalışmada ise, günlük hayatımızda çok fazla kullanmakta olduğumuz telefonlar kullanılarak yapılması planlanmıştır. Telefonlar üzerinden kombinin kapanıp açılması sağlanarak gerekli koşullarda müdahale edip verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmanın en büyük katkısı arzu edilen mekânda ve saatte bu işlemi gerçekleştirebilmesidir. Aç kapanın yanında bazı sistemsel ayarlarada müdahale edinilmiştir. Sistem uygun bütçeli ve esnek bir yapıdadır. Mikroişlemci olarak Arduino uno r3 kullanılmıştır (Akbulut, 2013).

Öznitelik seçiminde ana amaç bilgi sistemindeki bazı özelliklerin gereksiz olup olmadığını tespit edilmeye çalışılmasıdır. Yani bilgi tablosu sahip olduğu özelliklerin bir alt kümesi ile bilgi tablosundaki nesneleri herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın sınıflamaya çalışmaktır. Özelliklerin indirgemesi Reductların bulunması olarak ifade edilir. Core ise tüm reductlarda geçen özelliktir. Rough set uzun işlemler gerektirir bunun daha da kolay indirgenmesi için fark edilebilirlik matrisi kullanılmaktadır. Bu matris sayesinde özelliklerin en küçük alt setleri bulunur. Bu matris $n \times n$ hainde bir matristir. Nesnelerin azaltılmış(indirgenmiş) sayısı set sayısına eşittir. Sırası ile set1, set2, set3 ... şeklinde ifade edilebilir. Bulunan setlerle oluşturulan matris sonucunda yapılan işlemlerle fark edilebilirlik fonksiyonu oluşmakta ve böylece özellikler hakkında daha detaylı yorum yapılabilinmektedir. Core yani belirtmiş olduğum gibi tüm reductlarda geçen özellik yine fark edilebilirlik matrisinin simetriği alınarak ve gerekli tüm işlemler uygulanarak yapılmaktadır. Tüm bu işlemler sonunda tüm özelliklerde indirgeme işlemi yapıp en sade ve öz veri setlerine ulaşılır.

BÖLÜM 3. METODOLOJİ

Tez çalışmasının metodolojisini sıra ile belirten görsel Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Tez metodolojisi

3.1. Veri Hazırlama ve Temizleme

3.1.1. Projenin genel amacı ve verilerin toplanması

Hazırlanan bu tezde genel amaç, kombi cihazının çalışması esnasında toplanan verilerle, veri analizi yapılarak hatalı yönlerin tespiti ve daha iyi sonuçlar veren bir ürün çıkarmak temel hedef alınmıştır.

Üzerinde çalışılan ürün kombi cihazıdır. Bu cihazın çalışması sonucunda oluşan verilerin yine kombi üzerinden toplanması gerekmektedir. Bu amaçla .Net platformu ile bir program oluşturulması gerekliliğine karar verilmiş ve bu program ile verilerin olabildiğince kolay ve hızlı toplanması amaçlanmıştır. Verilerin toplanması için kullanılacak .Net platformlu program oluşturulmuştur. Bu programın yazılımsal tarafı hem C# bilgisi gerektirmiş hemde mikroişlemci adresleme mantıkları ve bu adreslere ulaşım bilgisi gerektirmektedir. Bunun sebebi, tüm parametre verileri belli hexadecimal adreslere bağlanmıştır. Bu adresler mikroişlemcinin üzerinde bulunan donanımsal adreslerdir. Rs 232 kablosu iletişim için kullanılmaktadır. Bu projede, bir ucu Pcb kart üzerindeki mikroişlemci portuna diğer ucu ise bilgisayar portuna bağlanır. Kablo takıldıktan sonra, bilgisayarda yüklü olan test yazılımı aracılığı ile bazı kurallar belirlenerek kart ile yazılım arasında bağlantı sağlanır ve böylece veri trafiği de başlamış olacaktır. Kombi çalıştıkça veriler bu alana kaydediler ve .Net yazılımı aracılığı ile de o adreslere ulaşım sağlanıp o alandaki veriler okunur. Kombi üzerinde birçok şartta testler yapılmış ve tüm çıkış parametreleri bu program ile toplanmıştır.

3.1.2. Veri toplamada test ortamı

Yapılan tüm işlemler fabrika ortamında, test laboratuvarlarında gerçekleşmiştir. Belirlenen kombi modelleri hedef alınarak, öncelikle bu kombiler test öncesinde toplanmış diğer bir ifade ile tüm donanımların montajı yapıp birleştirilmiş gömülü yazılımları iki adet ayrı olan mikro işlemcilerine yüklenmiştir. Çalışılan kombilerde kullanılan Pcb kart üzerinde iki adet mikroişlemci bulunmaktadır. Bunun sebebi ise biri Lcd ekranı çalıştıran mikroişlemcidir, diğeri ise ana kombi fonksiyonlarını içeren

mikroişlemcidir. Yapısal olarak bu şekilde ikiye ayrılmıştır. Sonraki adımda, parametre başlangıç değerleri yine .Net yazılımsal bir arayüz ile verilip uygun stantlara kombiler asılmıştır. Bu başlangıç değerleri sabittir. Bu sabitlerede genel başlangıç değeri de diyebiliriz. Ayrıca tabiki bu parametrelerde kombinin kaç kw olduğu ya da hangi gaz ile çalıştığı gibi değerlerde mevcuttur. Kombilerin takıldığı bu standlarda gerekli gaz, elektrik ve baca bağlantıları yapılarak son ayarlamalarda yapıp ardından test yapılmaya başlanmış ve oluşturulan .Net yazılımı ile veri toplama işlemleri adım adım uygulanmıştır.

3.1.3. Toplanan veriler ve simülasyon koşulları

Test programı ile veriler sekizli kümeler halinde toparlanmıştır. Zaman hariç her simülasyonda en fazla 8 parametre olabilmektedir. En fazla sekiz parametre beraber olarak seçilir.

Kombi çalışma prensibine göre gruplar oluşturulmuştur. Özellikle modlar göz önüne alınmıştır yaz modu, kış modu gibi. Örnek olarak; kullanım suyu (dhw) üzerinde test yapılıyor ise muhakkak seçilen ürünler arasında kullanım suyu, baca gazı sıcaklığı, kapasite, fan hızı, pompa kapasitesi, fan kapasitesi, su debisi, ateş varlığı, talep varlığı ve modlar gibi parametrelerin gözlenmesi gereklidir. Isınma suyu diğer adı ile kalorifer suyu testine ise de farklı parametreler, konfor ve ekonomik modda farklı parametreler gerekmektedir. Her testte sadece sekiz parametre alınabilmesi ise bu varyasyonları çoğaltmaktadır. Bir kerede gözlenebilecek durumlar birkaç tabloda ancak alınabilmektedir.

En fazla sekiz değer almamızın sebebi mikroişlemci ve yazılım arasında oluşan donanımsal bağlantı süresidir. Doğru bir iletişim için gerekli olan süre dahil edilmelidir. Bu süre test yazılımı geliştirilirken yapılan testler sonucu maksimum 8 parametre aynı anda teste sokulduğunda doğru sonuç alınabilmektedir. Alınan her tablo excel verisi olarak kaydedilmiş ve tüm verilerin olduğu tek bir excel tablosu oluşturulmuştur.

Alınan tüm kombi verileri Tablo 3.1.'de belirtilen koşulların çeşitlenmesi ile alınmıştır. Tablo 3.1.'de de görüldüğü gibi 10 adet veri toplama parametreleri mevcuttur.

Tablo 3.1. Kombi veri toplama koşulları /ortamları

No	Test koşulu/ortamı
1	Gaz Türü
2	Dhw Modu
3	Ch Modu
4	Kapasite
5	Ayarlanan dhw sıcaklığı
6	Ortam Sıcaklığı
7	Dış hava sıcaklığı
8	Yerden ısıtma
9	Musluk suyu sıcaklığı
10	Ayarlanan ch sıcaklığı

Bu koşulları tek tek incelemek gerekirse; birinci koşul olan gaz türü, bu koşulun aslında üç tipi mevcuttur. Bunlar; LPG, doğal gaz ve bütan yanıcı maddeleridir. Fakat, yapılan çalışmada sadece doğal gaz kullanarak işlemler yapılmaktadır. Kombilerde bu yönlü çalışmaktadır.

İkinci ve üçüncü koşul olan, Dhw ve ch modlarının anlamları sırası ile sadece kullanım suyunun ısıtılması ve hem kullanım hemde kalorifer suyunun ısıtılmasının yapılması olarak basitçe ifade edilebilir. Kalorifer suyu ısıtılmasında ve kullanım suyunun ısıtılmasında farklı donanımlar da işlem görmektedirler. Bu sebeple iki moda göre ayrı ayrı şartlar mevcuttur. Dhw modda kullanım suyuna bakarken Ch modunda ise kalorifer suyu incelenmektedir.

Dördüncü koşul olan kapasite, üçe ayrılmaktadır. 24, 30, 38 kw olmak üzere ayrılmaktadır. Fakat tüm bu kwların testleri aynı şartlarda devam etmektedir.

Beşinci koşul ayarlanan dhw sıcaklığıdır. Bu şart, 35°C ve 65°C arası ayarlanabilir, fakat bu çalışmada kritik önem düzeyi noktasında ve sonuçlarda oluşabilecek anormal düzeyleri gözlemlemek noktasında dhw tarafında 55°C derece, ch tarafında ise 70°C olarak belirlenmiş ve tüm testlerde bu yönlü devam edilmiştir.

Altıncı koşul ortam sıcaklığıdır. Bu koşul oldukça önemlidir. Basit mantıkla, kombi cihazının farklı şehirlerde, hatta ikliminin daha net fark edeceği ülkelerde olabileceği düşünülebilir. Kombi dış ortam sıcaklığına göre performansı değişmektedir. Örnek olarak, çok soğuk havalarda kombi setlenen değeri yüksek olarak ayarlanmışsa kombinin kapasitesi yetersiz gelip bir türlü hedef noktasına ulaşamayabilir. Yada çok sıcak havalarda düşük bir set değeri ayarlandığında çok az çalışma ile o noktaya erişmesi çok kolay olacaktır. Bu noktada da ortalama olarak belirlenmiş optimum belirleyici dış hava sıcaklığı yada ortam sıcaklığında diyebiliriz 19°C olarak belirlenmiştir. 19°C den büyük olan ortamlar ile küçük olan ortamlar arasında ayrı testler oluşturulmuştur.

Yedinci maddeyi de aslında altıncı madde içinde değerlendirilebilir. Dış ortam sıcaklığı doğal olarak ortam sıcaklığını etkileyecektir. Bu sebeple koşullamalar ortam sıcaklığı üzerinden devam edilmiştir.

Ortam ısıtmaları yerden ısıtma yada kaloriferden ısıtma olarak ikiye ayrılır. Bu çalışmada sadece sekizinci koşul olan yerden ısıtma üzerine çalışılmıştır.

Dokuzuncu koşul, musluk suyu sıcaklığıdır. Tahmin edildiği gibi ch modunda yani ortam ısıtmasında sadece sistemdeki su döndürülür. Dhwh yani kullanım suyunda ise hattan gelen su alınıp kombide ısıtılıp musluklardan kullanıcıya iletilmektedir. Bu sebeple dokuzuncu madde olan musluk suyu sıcaklığı, sadece dhwh modu için geçerli olmaktadır. Bunun için ortalama olarak belirlenmiş optimum belirleyici musluk suyu sıcaklığı 10°C dir. Bu sıcaklık üssü ve altı olmak üzerinde koşullama gerçekleştirilir.

Son madde ise, ayarlanan ch sıcaklığı ayarıdır. Bu şart, 20°C ve 80°C arası ayarlanabilir, fakat bu çalışmada kritik önem düzeyi noktasında ve sonuçlarda oluşabilecek anormal düzeyleri gözlemlemek noktasında ch tarafında 70°C olarak belirlenmiş ve tüm testlerde bu yönlü devam edilmiştir.

Tablo 3.2. Simülasyon parametreleri ve değerleri

Simülasyon Parametreleri	Gaz Türü	Dhw Modu	Ch Modu	Kapasite (kw)	Ayarlanan dhw Sıcaklığı (°C)	Ortam Sıcaklığı (°C)	Ayarlanan Ch Sıcaklığı (°C)	Dış hava Sıcaklığı (°C)	Yerden ısıtma	Musluk suyu sıcaklığı (°C)
Parametre değerleri	0(NG) 1(LPG) 2(Bütan)	0(pasif) 1(aktif)	0(pasif) 1(aktif)	24 30 38	>55 <55	>19 <19	>70 <70	>19 <19	0(pasif) 1(aktif)	>10 <10

3.1.4. Benzetim çalışması ve veri seti

Tüm çıkış parametrelerinin birbiri ile kombinasyonu yapıldığında çok yüksek simülasyon adedi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca her simülasyonda en fazla sekiz parametre alınabilmesi de ek bir sıkıntı yaratmaktadır. Tüm çıkış parametrelerinin tüm şartlarda denenemeyeceğinden dolayı, kombi çalışma mantığına göre en fazla kullanılan varyasyonlar seçilmiş ve simülasyon şartlarına göre çıkış verileri hazırlanmıştır. Bu şartlar ve izlenmesi gereken çıkış verileri belirlendikten sonra kombi üzerinde veri toplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Toplamda 49 simülasyon gerçekleştirilmiştir. Bu simülasyonların toplamı 349 sütundan oluşan 46839 adet veri ile ortaya çıkmıştır. Her bir simülasyonun satır sayısı test süresine bağlantılı olarak değişmektedir. Bu sebepten ötürü tüm simülasyonların satır sayıları farklıdır. Tablo 3.1.'de tüm simülasyonların çıkış verileri belirtilmektedir. Tablo 3.2.'de ise Tüm simülasyonların ortam şartları ifade edilmektedir.

Tablo 3.3. Benzetim seneryoları

Simülasyon No	Çıkış verisi 1	Çıkış verisi 2	Çıkış verisi 3	Çıkış verisi 4	Çıkış verisi 5	Çıkış verisi 6	Çıkış verisi 7	Çıkış verisi 8
Simülasyon 1	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Su basınç sensörü	Operasyon Modu
Simülasyon 2	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Dhw Modu	Fan Hızı	Fan hızı ayarlanan	Su basınç sensörü	Oda termostatu
Simülasyon 3	Pompa kapasitesi	Gerekli kapasite	Fan kapasitesi	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Fan hızı	Fan hızı ayarlanan	
Simülasyon 4	Pompa kapasitesi	Dhw Modu	Ateş varlığı	Pompa talebi	Çalışma talebi			
Simülasyon 5	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Su basınç sensörü			
Simülasyon 6	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Ch Modu	Ateş varlığı	Gaz Tipi	Fan hızı	Fan hızı ayarlanan
Simülasyon 7	Kapasite tipi	Sistem modu						
Simülasyon 8	Pompa kapasitesi	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Ch Modu		
Simülasyon 9	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Su basınç sensörü	
Simülasyon 10	Pompa kapasitesi	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Fan kapasitesi	Fan hızı			
Simülasyon 11	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Gaz Tipi	Pompa talebi	Kapasite tipi	Oda termostatu		
Simülasyon 12	Fan kapasitesi	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Pompa talebi	Fan hızı	Oda termostatu		
Simülasyon 13	Pompa kapasitesi	Gerekli kapasite	Gaz Tipi	Pompa talebi	Kapasite tipi	Oda termostatu		
Simülasyon 14	Pompa kapasitesi	Baca gazı sıcaklığı	Ateşleme adımı	Dhw Modu	Gaz Tipi	Sistem modu		
Simülasyon 15	Pompa kapasitesi	Gerekli kapasite	Gaz Tipi	Pompa talebi				
Simülasyon 16	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Su basınç sensörü	Operasyon Modu				

Tablo 3.3. (Devamı)

Simülasyon No	Çıkış verisi 1	Çıkış verisi 2	Çıkış verisi 3	Çıkış verisi 4	Çıkış verisi 5	Çıkış verisi 6	Çıkış verisi 7	Çıkış verisi 8
Simülasyon 17	Pompa kapasitesi	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Ateşleme adımı				
Simülasyon 18	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Ateşleme adımı					
Simülasyon 19	Pompa kapasitesi	Baca gazı sıcaklığı	Gerekli kapasite	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Fan kapasitesi		
Simülasyon 20	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Ateş varlığı		
Simülasyon 21	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Ateş varlığı	Operasyon Modu
Simülasyon 22	Gerekli kapasite	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Fan kapasitesi	Ateş varlığı	Çalışma talebi
Simülasyon 23	Pompa kapasitesi	Ch su sıcaklığı	Ch Modu	Fan kapasitesi	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Fan hızı	Fan hızı ayarlanan
Simülasyon 24	Pompa kapasitesi	Ch Modu	Ateş varlığı	Pompa talebi	Çalışma talebi	Fan hızı	Fan hızı ayarlanan	Oda termostatu
Simülasyon 25	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Ch Modu	Gaz Tipi	Kapasite tipi	Sistem modu
Simülasyon 26	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Ch Modu	Ateş varlığı	Gaz Tipi	Sistem modu
Simülasyon 27	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Gerekli kapasite	Dhw Modu	Fan kapasitesi	Çalışma talebi	Fan hızı	Fan hızı ayarlanan
Simülasyon 28	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Gaz Tipi	Çalışma talebi	Oda termostatu
Simülasyon 29	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Ch Modu	Gaz Tipi	Pompa talebi	Çalışma talebi	Kapasite tipi
Simülasyon 30	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Fan kapasitesi	Gaz Tipi	Kapasite tipi	Sistem modu
Simülasyon 31	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı				
Simülasyon 32	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi						

Tablo 3.3. (Devamı)

Simülasyon No	Çıkış verisi 1	Çıkış verisi 2	Çıkış verisi 3	Çıkış verisi 4	Çıkış verisi 5	Çıkış verisi 6	Çıkış verisi 7	Çıkış verisi 8
Simülasyon 33	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı			
Simülasyon 34	Pompa kapasitesi	Gerekli kapasite	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Fan kapasitesi			
Simülasyon 35	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Fan kapasitesi		
Simülasyon 36	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Ch Modu	Su basınç sensörü	Operasyon Modu	
Simülasyon 37	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Dhw Modu	Fan kapasitesi	Su basınç sensörü	
Simülasyon 38	Pompa kapasitesi	Gerekli kapasite	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Fan kapasitesi	Gaz Tipi	Çalışma talebi	Kapasite tipi
Simülasyon 39	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Fan kapasitesi	Ateş varlığı	Ateşleme adımı	Çalışma talebi
Simülasyon 40	Ch Modu	Ateş varlığı	Gaz Tipi	Pompa talebi	Çalışma talebi			
Simülasyon 41	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Gerekli kapasite	Fan kapasitesi			
Simülasyon 42	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasitesi		Ateş varlığı		
Simülasyon 43	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Dhw Modu	Ateş varlığı			
Simülasyon 44	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Fan kapasitesi
Simülasyon 45	Pompa kapasitesi	Dhw Akış debisi	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı				
Simülasyon 46	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite			
Simülasyon 47	Pompa kapasitesi	Baca gazı sıcaklığı	Gerekli kapasitesi	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Fan kapasitesi		
Simülasyon 48	Pompa kapasitesi	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw Akış debisi	Gerekli kapasite			
Simülasyon 49	Dhw su sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Ch su sıcaklığı	Ch gd su sıcaklığı	Dhw Modu	Ch Modu	Ateş varlığı	

Tablo 3.4. Benzetim ortam şartları

Simülasyon No	Gaz türü	Dhw Modu	Ch Modu	Kapasite (kw)	Ayarlanan dhw sıcaklığı (°C)	Ortam Sıcaklığı (°C)	Ayarlanan Ch su sıcaklığı(°C)	Dış hava sıcaklığı (°C)	Yerden ısıtma	Musluk suyu sıcaklığı (°C)
Simülasyon 1	0	1	1	24	<55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 2	0	1	1	24	<55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 3	0	0	1	30	>55	<19	<70	<19	1	>10
Simülasyon 4	0	1	1	30	<55	<19	<70	<19	1	<10
Simülasyon 5	0	1	0	28	>55	>19	>70	>19	0	>10
Simülasyon 6	0	0	1	28	<55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 7	0	1	0	24	<55	<19	>70	<19	0	<10
Simülasyon 8	0	1	1	30	>55	<19	>70	<19	0	>10
Simülasyon 9	0	1	1	24	<55	>19	>70	>19	0	>10
Simülasyon 10	0	1	0	30	>55	<19	>70	<19	1	>10
Simülasyon 11	0	1	0	28	<55	<19	>70	<19	1	>10
Simülasyon 12	0	1	0	30	>55	<19	>70	<19	0	>10
Simülasyon 13	0	1	0	24	<55	<19	<70	<19	1	>10
Simülasyon 14	0	1	0	30	<55	<19	>70	<19	0	>10
Simülasyon 15	0	0	1	28	>55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 16	0	0	1	30	>55	>19	>70	>19	1	>10
Simülasyon 17	0	1	1	24	>55	>19	>70	>19	0	>10
Simülasyon 18	0	0	1	28	>55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 19	0	0	1	24	<55	<19	<70	<19	0	>10
Simülasyon 20	0	1	1	24	<55	<19	>70	<19	0	<10
Simülasyon 21	0	0	1	30	>55	>19	<70	>19	0	<10
Simülasyon 22	0	0	1	28	<55	>19	<70	>19	0	<10
Simülasyon 23	0	0	1	30	>55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 24	0	0	1	24	>55	<19	>70	<19	1	>10
Simülasyon 25	0	1	1	30	<55	<19	<70	<19	1	>10
Simülasyon 26	0	1	0	24	<55	<19	<70	<19	1	<10
Simülasyon 27	0	1	0	24	<55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 28	0	1	1	24	<55	>19	<70	>19	1	<10
Simülasyon 29	0	1	0	30	<55	<19	<70	<19	1	<10
Simülasyon 30	0	1	0	28	>55	<19	<70	<19	1	<10

Tablo 3.4. (Devamı)

Simülasyon 31	0	1	1	24	>55	<19	>70	<19	1	<10
Simülasyon 32	0	1	0	28	>55	<19	>70	<19	0	>10
Simülasyon 33	0	1	1	28	>55	>19	>70	>19	0	>10
Simülasyon 34	0	0	1	30	>55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 35	0	1	0	24	<55	>19	<70	>19	0	<10
Simülasyon 36	0	1	1	24	>55	>19	>70	>19	0	>10
Simülasyon 37	0	1	0	24	<55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 38	0	0	1	30	<55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 39	0	1	0	28	<55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 40	0	0	1	24	>55	<19	>70	<19	1	>10
Simülasyon 41	0	1	0	24	>55	<19	>70	<19	0	>10
Simülasyon 42	0	1	0	28	<55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 43	0	1	0	30	<55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 44	0	1	1	24	>55	>19	<70	>19	1	>10
Simülasyon 45	0	1	1	28	>55	>19	<70	>19	0	>10
Simülasyon 46	0	1	0	30	<55	>19	<70	>19	0	<10
Simülasyon 47	0	0	1	30	<55	<19	<70	<19	1	<10
Simülasyon 48	0	1	0	24	>55	>19	>70	>19	1	<10
Simülasyon 49	0	1	1	28	<55	>19	<70	>19	0	<10

3.1.5. Veri düzenleme

Alınan 49 simülasyon verisi tek bir dosya üzerinde toparlanmış, aynı benzetim şartlarına sahip olan veriler bir araya getirilmiştir. Toplamda 22 sütun, 6046 satır olmak üzere büyük bir veri seti oluşmuştur.

3.2. Veri Görselleştirme

Oluşan bu verisetinin tüm satırları için Rough set teoreminde kullanılmak üzere karar alanı eklenmiştir. Karar alanı o simülasyon için, çalışma şartları gözetilerek tüm çıkış verileri tek tek yorumlanarak 6046 adet veri yaratılmıştır. Uygulanan 49 simülasyon sonrası oluşan bu büyük kümenin anlamlandırılması çok zor ve karmaşık olacağından bu noktada Rough set teoremi kullanılmıştır.

Rough set teoremi çok uzun işlemler gerektirdiğinden bu adımı da hızlandırmak amacı ile rose programı kullanılarak veriler üzerinde Rough set teoremi uygulanmıştır. Rose programı Rough set algoritmasını barındıran bir yazılımdır. Rough set algoritması aracılığı ile veri kümesinin alt yaklaşım, üst yaklaşım ve asıl sonuca götüren çekirdek değerleri bulunmuştur.

3.3. Çıkarım

Uygulama sonucunda 279 adet kural bulunmuştur. Rough set ile bulunan çekirdek değerleri dikkate alınmış ve tüm bu kurallar incelenerek, Dh_w sıcaklık, Ch sıcaklık ve baca gazı sıcaklıklarında anormal yükselişler tespit edilmiştir.

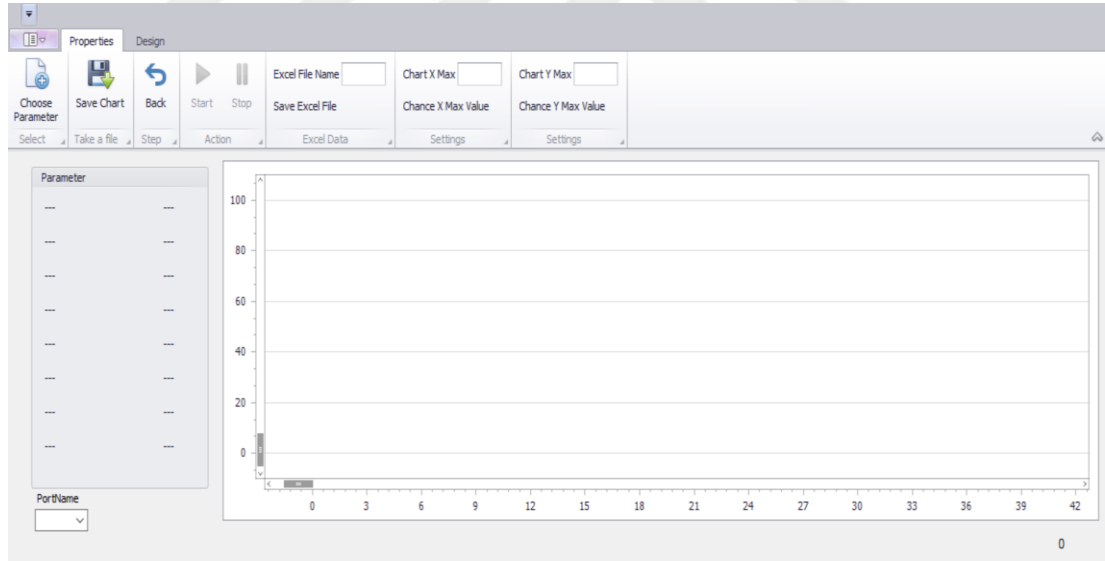
Tespit edilen bu eksikliklere göre gerekli pompa kapasitesi, fan kapasitesi, gerekli yanma kapasitesi, alev boyu hesabı formülleri kombi gömülü yazılımlarına yeniden işlenerek geliştirme çalışmaları tamamlanmıştır.

BÖLÜM 4. UYGULAMA VE BULGULAR

4.1. Yöntem

4.1.1. Test programının mantığı ve akışı

Test programı PCB mikroişlemcisi ile Rs232 kablosunu kullanarak bağlantı kurup, mikroişlemcinin önceden belirlenmiş hexadecimal adreslerinden verileri anlık çekip izlememiz için oluşturulmuştur. Test işlemleri uzun sürdüğünden ve sürekli yapıldığından, program arayüzü oldukça basit ve kullanışlı halde oluşturulmuştur.



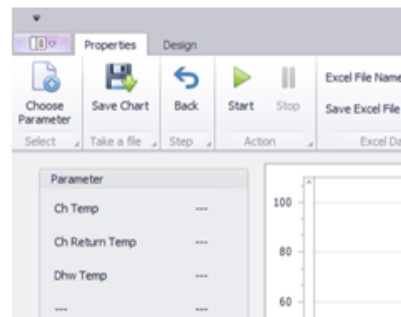
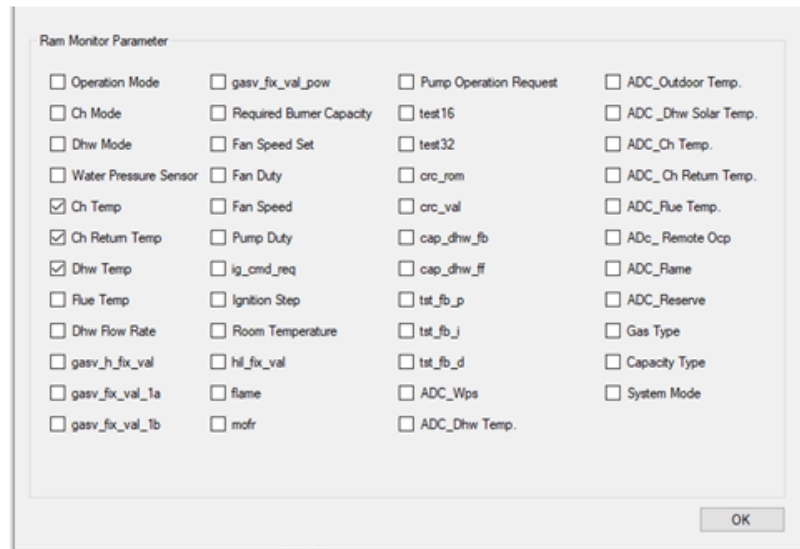
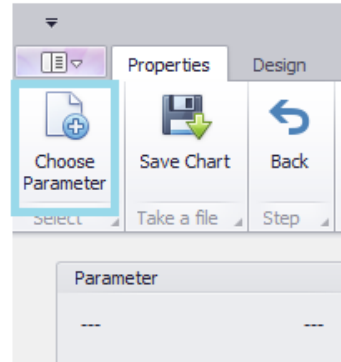
Şekil 4.1. Test programı ana ekran

Test programın çıktıları ise Tablo 2.2.'de belirtilmiştir. Bu çıktılar farklı şartlarda gözlemlenerek test yapılmakta ve en optimum değer yakalanmaya çalışılmaktadır. Program .Net ortamında C# programlama dili ile geliştirilmiştir. Mikroişlemci adreslerinin tamamı hexa decimal olarak işlenerek bağlantı kurulup veri trafiği

sağlanmıştır. Alınan veriler excel dosyası olarak dışarıya alınarak üzerinde kolayca inceleme yapılarak test sonuçları karşılaştırılabilir.

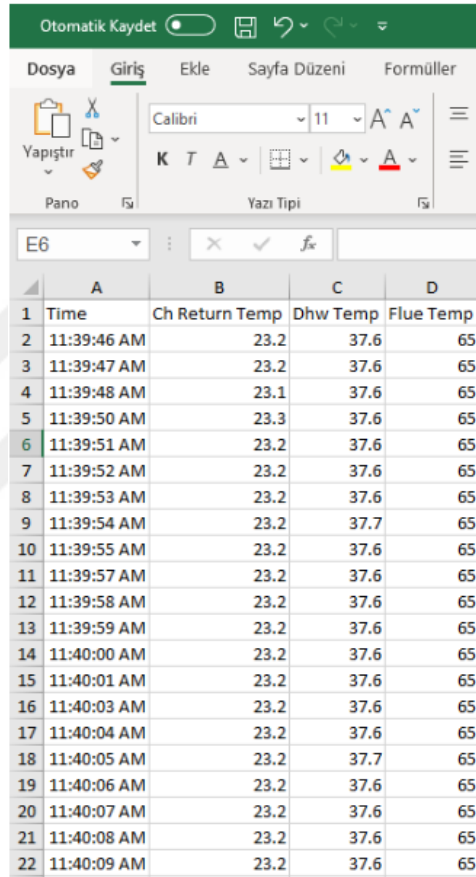
Öncelikle program açıldığında gözlenmek istenen değerler seçilmelidir. Bunlar bir form ekranında birleştirilmiştir. Doğru veri ölçmek adına en fazla 8 veri birden okunmaktadır. Bunun sebebi ise veriye ulaşırken donanımsal olarak ileti bir yol izlemekte ve buda bir süreye tekabül etmektedir. Her veriden diğerine geçerken bir zaman harcanmaktadır. Verilerin eksiksiz ve hatasız olarak okunabilmesi için yapılan bir çok testte gözlenmiştir ki en fazla sekiz adet veri aynı anda seçilebilmekte ve okunabilmektedir. Veri seçimi Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.





Şekil 4.2. Test yazılımında parametre seçimi

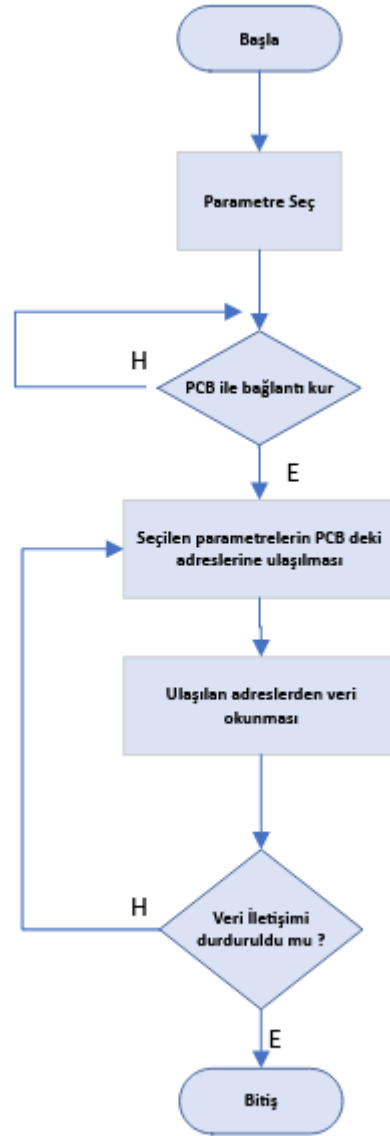
Grafik verilerinin sadece görsel olarak incelenmesi de yetersizdir. Bu verilerin saklanması için programdan excel formatında veri alınmaktadır. Rough set teoremi bu alınan test verileri üzerine uygulanmıştır. Bu veri kümelerine Şekil 4.3. örnek teşkil etmektedir. Bu dökümanda da yine aynı grafikteki mantık gibi seçilen parametre adedi kadar sütunu oluşacaktır.



	A	B	C	D
	Time	Ch Return Temp	Dhwh Temp	Flue Temp
1				
2	11:39:46 AM	23.2	37.6	65
3	11:39:47 AM	23.2	37.6	65
4	11:39:48 AM	23.1	37.6	65
5	11:39:50 AM	23.3	37.6	65
6	11:39:51 AM	23.2	37.6	65
7	11:39:52 AM	23.2	37.6	65
8	11:39:53 AM	23.2	37.6	65
9	11:39:54 AM	23.2	37.7	65
10	11:39:55 AM	23.2	37.6	65
11	11:39:57 AM	23.2	37.6	65
12	11:39:58 AM	23.2	37.6	65
13	11:39:59 AM	23.2	37.6	65
14	11:40:00 AM	23.2	37.6	65
15	11:40:01 AM	23.2	37.6	65
16	11:40:03 AM	23.2	37.6	65
17	11:40:04 AM	23.2	37.6	65
18	11:40:05 AM	23.2	37.7	65
19	11:40:06 AM	23.2	37.6	65
20	11:40:07 AM	23.2	37.6	65
21	11:40:08 AM	23.2	37.6	65
22	11:40:09 AM	23.2	37.6	65

Şekil 4.3. Grafik verilerinin excelle aktarılması

Test yazılımının çalışma mantığı hakkına yukarıda verilen tüm açıklamalar Şekil 4.4.'de gösterilen akış diyagramında toparlanmıştır. Akış diyagramında da basitçe görüldüğü gibi, program açıldıktan sonra gözlenmek istenen parametreler seçilir ve program otomatik olarak seçilen parametreleri izleme tablosuna alır. Başlama butonu aracılığıyla pcb ile bağlantı kurulmaya çalışılır. Bağlantı kurulduktan sonra program mikroişlemcinin gerekli adreslerinden veriyi okur ve izleme tablosuna ve grafiğe aktarır. İzleme durdurulana kadar bu işlem sürekli devam edecektir.



Şekil 4.4. Test yazılımının akış diyagramı

Gaz türü olarak her zaman doğalgaz kullanılmıştır. Tüm kombi kapasitelerinde tüm modlarda testler yapılmış, dış hava sensörünün bağlı olması ve olmaması durumu testlere dahil edilmiştir. Bunun yanında ortam sıcaklığı kombi çalışması için etkin bir koşuldur. Farklı ortam şartlarında denemeler yapılmıştır. Günün farklı saatlerinde ve farklı mevsimlerde deneme gerçekleştirilmiştir. Musluk suyu sıcaklığında kombi çalışma başlangıcı için önemlidir. Testlerde bununla ilgili soğuk başlangıç ve sıcak başlangıç test mantığına dahil edilmiştir. Tablo 4.1.'de tüm koşulların ayrı test

mantıkları, şartları mevcuttur. Tüm kombinasyonlar düşünülmüş ve her bir grup için test yapılmış ve veri grupları oluşturulmuştur.

Tablo 4.1. Kombi veri toplama koşulları /ortamları

No	Test koşulu/ortamı
1	Gaz Türü
2	Dhw Modu
3	Ch Modu
4	Kapasite
5	Ayarlanan dhw sıcaklığı
6	Ortam Sıcaklığı
7	Dış hava sıcaklığı
8	Yerden ısıtma
9	Musluk suyu sıcaklığı
10	Ayarlanan ch sıcaklığı

Tablo 4.1.'deki test koşulları uygulanıp, çıkış parametreleri izlendiğinde oluşan bir çok veri kümesinden bazı örnekler Şekil 4.5.'de verilmiştir.

Time	Ch Temp	Dhw Temp	Ch Return Ten	Flue Temp	Fan Duty	Pump Duty	Dhw Flow Rate- Dhw Akış debisi	Required Burner Capacity	
10:55:43	45,9	42,2	39,7		61	16	100	0	4
10:55:49	44,3	42,1	40		61	16	100	0	4
10:55:54	44,6	42	39,7		61	16	100	0	4
10:55:58	44,8	41,9	39,7		61	16	100	0	4
10:56:03	44,6	41,7	39,9		61	16	100	0	4
10:56:06	44,7	41,6	40,3		61	16	100	0	4
10:56:10	44,8	41,6	40,5		61	16	100	0	4
10:56:13	45,1	41,4	40,7		61	16	100	0	4
10:56:17	45,4	41,4	40,8		61	16	100	0	4
10:56:21	45,6	41,3	41		61	16	100	0	4
10:56:25	45,7	41,3	41,1		61	16	100	0	4
10:56:29	45,8	41,3	41,3		61	16	100	0	4
10:56:33	46,00	41,2	41,5		61	18,6	100	0	4,3
10:56:37	46,2	35,9	40,1		61	38,1	100	10,9	16,3
10:56:40	49,9	31,9	35,7		61	46,5	100	11	22,8
10:56:44	53,9	34,6	39		61	46,5	100	11,1	22,8
10:56:48	55,00	35,7	39,6		62	46,3	100	11,1	22,8
10:56:52	57,3	37	41		62	46,3	100	11	22,8
10:56:56	58,3	38,3	41,8		62	46,3	100	10,9	22,8
10:57:00	59,6	39	42,6		63	46,1	100	11	22,8
10:57:04	60,3	39,6	43,1		63	44,2	100	10,9	22,8
10:57:07	60,9	40,3	45,6		63	29,1	100	0	16
10:57:12	58,00	40,9	53,9		63	0	100	0	

Şekil 4.5. Örnek veri kümesi 1

4.1.2. Rose Programı

Rough set teoremi işlemleri uzun süre almaktadır. Bu işlemlerde hata olmasının ve zaman kaybının önüne geçmek için kullanılan rose programı oluşturulmuştur. Rose programı Rough set teoreminin tüm adımlarını içermektedir ve kullanımı oldukça kolaydır (<http://idss.cs.put.poznan.pl/site/60.html#c80>, 10.01.2020).

4.2. Uygulama

Tablo 2.2.'de de belirtildiği gibi yirmi iki adet kombi çıkış parametresi mevcuttur. Kombi test programında bir kerede en fazla sekiz parametre seçilerek teste sokulabilmektedir. Bunun sebebi ise, herbir parametre için belirlenen adreslere veri iletilmesinin ve sonuç verisinin çekilmesi için bir sürenin gerekli olmasıdır ve kombi çıkış parametreleri her an sürekli değişir haldedir. Kombi çıkış verilerini oldukça gerçek değerlerini alabilmek için en fazla sekiz parametrenin izlenebileceği testler sonucunda belirlenmiştir. Çıktıların daha detaylı oluşabilmesi için oldukça farklı koşullarda test yapılmış ve test süreleri uzun tutulmuştur.

Test programından alınan tüm veri tabloları bir araya getirilerek tek bir dosya üzerinde toparlanmış ve toplamda 22 sütun, 6046 satır olmak üzere büyük bir veri seti oluşmuştur. Oluşan bu verisetinin tüm satırları için Rough set teoreminde kullanılmak üzere karar alanı eklenmiştir. Karar alanı o simülasyon için, çalışma şartları gözetilerek tüm çıkış verileri tek tek yorumlanarak yaratılmıştır. Oluşan bu dosya.isf dosyası haline getirilmiştir.

Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de benzetim 1'den alınmış örnek olarak gösterilmek üzere bir kesit mevcuttur. Burada düzenlenmiş bir veri tablosu gözükmemektedir. Şekil 4.6.'da benzetim 1 in çalışma şartları mevcuttur. Şekil 4.7.'de ise benzetim 1 in kombi çalışırken alınan verilerden bir kesit mevcuttur.

Benzetim şartları	Gaz türü	Dhw Modu	Ch Modu	Kapasite (kw)	Ayarlanana n dhw sıcaklığı (°C)	Ortam Sıcaklığı (°C)	Ayarlanana n Ch su sıcaklığı (°C)	Dış hava sıcaklığı (°C)	Yerden ısıtma	Musluk suyu sıcaklığı (°C)
Benzetim 1	0	1	1	24	<55	>19	<70	>19	1	>10

Şekil 4.6. Veri tablosundan örnek benzetim

Ch Mod	Dhw Mod	Su basınç sensörü	Ch sıcaklığı	Dhw sıcaklığı	Ch geri dönüş sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw akış debisi	Gerekli yanma kapasitesi	Fan hızı	Fan kapasitesi	Pompa kapasitesi	Ateşleme adımı	Ateş varlığı	Operasyon modu	Fan hızı ayarlanan	Oda termostati	Mofr	Kapasite tipi	Gas tipi	Sistem modu	Pompa operasyon talebi	Dec
1	1	2	47	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
1	1	2	47	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	47	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	43	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	257	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	257	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	46	46	51	0	0	0	0	0	0	0	257	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	258	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	258	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	258	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	258	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	46	45	46	50	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	48	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	53	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	54	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	52	45	46	51	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	2	50	45	47	51	0	0	0	0	0	0	0	513	0	1	1	0	0	1	0	1

Şekil 4.7. Rose için veri tablosunun düzenlenmesi

Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'da ise benzetimleri aynı olan veriler birleştirilmiş ve bu simülasyondan bir kesit örneklenmiştir.



Benzetim şartları	Gaz türü	Dhw Modu	Ch Modu	Kapasite (kw)	Ayarlanana n dhw sıcaklığı (°C)	Ortam Sıcaklığı (°C)	Ayarlanana n Ch su sıcaklığı (°C)	Dış hava sıcaklığı (°C)	Yerden ısıtma	Musluk suyu sıcaklığı (°C)
Benzetim 17-36	0	1	1	24	>55	>19	>70	>19	0	>10

Şekil 4.8. Aynı benzetimlerin birleştirilmesi

Ch Mod	Dhw Mod	Su basınç sensörü	Ch sıcaklığı	Dhw sıcaklığı	Ch geri dönüş sıcaklığı	Baca gazı sıcaklığı	Dhw akış debisi	Gerekli yanma kapasitesi	Fan hızı	Fan kapasitesi	Pompa kapasitesi	Ateşleme adımı	Ateş varlığı	Operasyon modu	Fan hızı ayarlanan	Oda termostatu	Mofr	Kapasite tipi	Gas tipi	Sistem modu	Pompa operasyon talebi	Dec
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
1	1	2	0	22	0	50	0	0	0	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1

Şekil 4.9. Birleştirilmiş benzetimlerin verileri

Rose programında kullanılmak üzere, hazırlanmış toplu bilgi tablosunda en fark yaratan özelliklerin bulunması amaçlanılmıştır. Veriler hakkında yorum yapılabilmesi için bilgi tablosunda bir sınıflandırılmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bu çalışmada, veri tablosu Rose programında kullanıldığında Şekil 4.10.'da belirtilen yaklaşım tablosu ortaya çıkmıştır. Burada aslında veriler iki grup halinde sınıflandırılmış olarak düşünülebilir. Şekilde de görüldüğü gibi sınıflandırma sıfır ve bir değeri olarak ayrılmış ve her birinin alt ve üst yaklaşım değerleri belirtilmiştir.

Approximations:					
Class	# of Objects	Lower Approximation	Upper Approximation	Accuracy	
0	294	294	294	1.0000	
1	5752	5752	5752	1.0000	

Şekil 4.10. Rose üzerinde bulunan alt yaklaşım- üst yaklaşım

Rose üzerinde yapılan tüm işlemler sonrası asıl ulaşılmak istenen sonuç değerini core olarak ifade edebiliriz. Çıkan bu core değerleri, işlenmiş olan tüm veriler içerisinde bulunan en kritik sonuçları barındıran parametrelerdir. Tüm veri kümesindeki değişimler bu core değerlerine de bağlı denebilir. Şekil 4.11.'de gözüktüğü gibi, yapılan bu çalışmada kullanılan toplu veri tablosuna Rose programı aracılığı ile Rough set teoremi uygulandığında çıkan değerler A4, A5 ve A7 değerleridir. Bu değerler sırası ile CH sıcaklığı, DHW sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığıdır.

Attributes in Core:	
Core A4	
Core A5	
Core A7	

Şekil 4.11. Rose üzerinde bulunan core

Oluşturulan veri seti rose programında kullanılırken, sırası ile uygulanacak adımlar belirtilirse; öncelikle üst yaklaşım ve alt yaklaşım değerlerinin bulunması gereklidir.

Daha sonra sırası ile reductların bulunması, core bulunması ve sonuca göre yorumlama işlemi Rose programı aracılığı ile yapılmaktadır. Buradaki ilk amaç yirmi iki verinin en kritiklerini bularak izlenmesi gerekli çıkış parametrelerini en aza indirmektedir. Aksi halde testlerin aşırı uzun sürmesi, çıkış verilerinin çokluğundan kaynaklanan karışıklıklar hedeften uzaklaştırmaktadır.

Veri setimizin rose üzerinde veri analizi sonucu olarak, bulunan kurallar 279 adet olarak sonuçlandırılmıştır. 279 kuraldan ilk 15 adedi Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

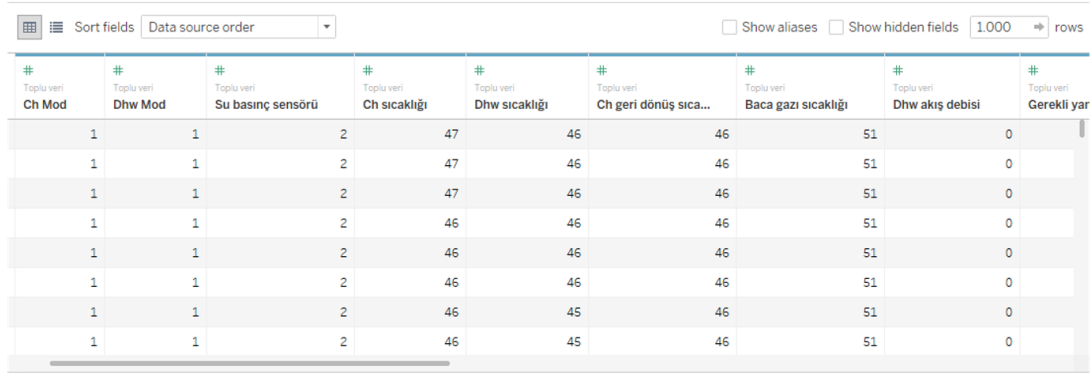
Tablo 4.2. Rough Set Sonuçlar

rule 1. (A6 = 113) => (Dec = 0); [13, 13, 4.42%, 100.00%][13, 0][{983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 5512, 5513, 5514, 5515, 5516, 5517}, {}]
rule 2. (A4 = 54) & (A5 = 51) & (A19 = 2) => (Dec = 0); [14, 14, 4.76%, 100.00%][14, 0][{3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231}, {}]
rule 3. (A7 = 46) & (A8 = 12) & (A12 = 100) => (Dec = 0); [5, 5, 1.70%, 100.00%][5, 0][{977, 978, 979, 980, 981}, {}]
rule 4. (A4 = 38) & (A8 = 12) => (Dec = 0); [4, 4, 1.36%, 100.00%][4, 0][{974, 975, 993, 994}, {}]
rule 5. (A4 = 64) & (A6 = 48) => (Dec = 0); [4, 4, 1.36%, 100.00%][4, 0][{892, 893, 894, 895}, {}]
rule 6. (A6 = 95) => (Dec = 0); [5, 5, 1.70%, 100.00%][5, 0][{971, 3006, 3699, 3700, 3701}, {}]
rule 7. (A4 = 81) => (Dec = 0); [1, 1, 0.34%, 100.00%][1, 0][{3695}, {}]
rule 8. (A2 = 1) & (A6 = 45) & (A12 = 0) & (A19 = 2) => (Dec = 0); [14, 14, 4.76%, 100.00%][14, 0][{3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222}, {}]
rule 9. (A4 = 39) & (A8 = 12) => (Dec = 0); [4, 4, 1.36%, 100.00%][4, 0][{972, 973, 991, 992}, {}]
rule 10. (A7 = 96) => (Dec = 0); [1, 1, 0.34%, 100.00%][1, 0][{896}, {}]
rule 11. (A4 = 68) & (A6 = 49) => (Dec = 0); [2, 2, 0.68%, 100.00%][2, 0][{900, 901}, {}]
rule 12. (A4 = 44) & (A8 = 18) => (Dec = 0); [4, 4, 1.36%, 100.00%][4, 0][{5506, 5507, 5525, 5526}, {}]
rule 13. (A4 = 86) => (Dec = 0); [1, 1, 0.34%, 100.00%][1, 0][{3696}, {}]
rule 14. (A4 = 94) => (Dec = 0); [1, 1, 0.34%, 100.00%][1, 0][{3703}, {}]
rule 15. (A4 = 41) & (A7 = 47) => (Dec = 0); [4, 4, 1.36%, 100.00%][4, 0][{968, 969, 987, 988}, {}]

Bulunan bu 279 adet kuralın her biri, veri setinde incelenmiştir. İncelemeler sonucunda Core alanında da bulunduğu gibi üç adet çıkış verisinde anormallikler tespit edilmiştir. Bunlar rose üzerinde A4, A5 ve A7 olarak ifade edilen sırasıyla ch sıcaklığı, dhv sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığıdır. Bu değerlerde ani sıcaklık artışı ve yüksek sıcaklık tespiti yapılmıştır.

4.3. Veri Analizi

Bu çalışmada kullanılan, tanımlayıcı veri analizi ile çalışmanın toplu verileri üzerinde inceleme yapıp, görsel olarak da daha net değerlendirme yapılmıştır. Tanımlayıcı veri analizi uygulamalarında kullanılmak üzere Tableau programı üzerinden ilderlenmiştir. Düzenlenmiş olan tüm veri seti Tableau programına Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi aktarılmıştır.

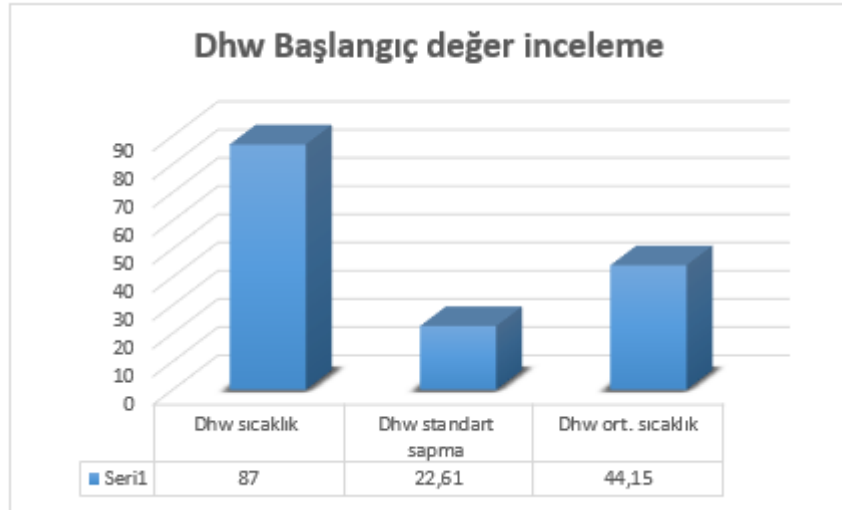


# Toplu veri Ch Mod	# Toplu veri Dhwh Mod	# Toplu veri Su basınç sensörü	# Toplu veri Ch sıcaklığı	# Toplu veri Dhwh sıcaklığı	# Toplu veri Ch geri dönüş sıca...	# Toplu veri Baca gazı sıcaklığı	# Toplu veri Dhwh akış debisi	# Toplu veri Gereklî yar
1	1	2	47	46	46	51	0	
1	1	2	47	46	46	51	0	
1	1	2	47	46	46	51	0	
1	1	2	46	46	46	51	0	
1	1	2	46	46	46	51	0	
1	1	2	46	46	46	51	0	
1	1	2	46	45	46	51	0	
1	1	2	46	45	46	51	0	

Şekil 4.12. Tableau programına veri seti aktarımı

Tüm verilerin, program üzerinde doğru aktarıldığından emin olunduktan sonra veri analizi işlemleri için devam edilmesi uygundur.

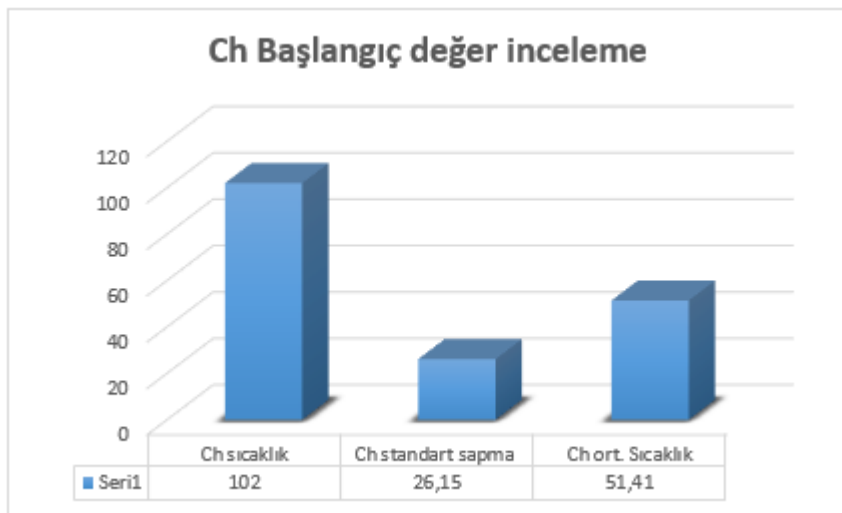
Tüm parametreleri incelemek çok uzun işlem gerektireceğinden Rough set teoremi sonucunda da gözlemlediğimiz, proje için kritik parametreler olan Dhwh sıcaklığı, Ch sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığı parametreleri incelenmiştir. Bu sıcaklıkların sınır ve kural aşımı incelemesi için, tüm veri setinde max değerleri araştırılmıştır.



Şekil 4.132. Dhw maksimum sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi

Dhw sıcaklığının tüm veri seti üzerinde maksimum değeri inceleme Şekil 4.13.'de gözlenmektedir. Tüm simülasyonlar sonucu oluşturulmuş veri setinde, Dhw maksimum sıcaklık değeri 87 °C ye kadar yükseldiği bir kez daha gözlenmektedir. Kullanım suyu için çok sıcak bir değerdir.

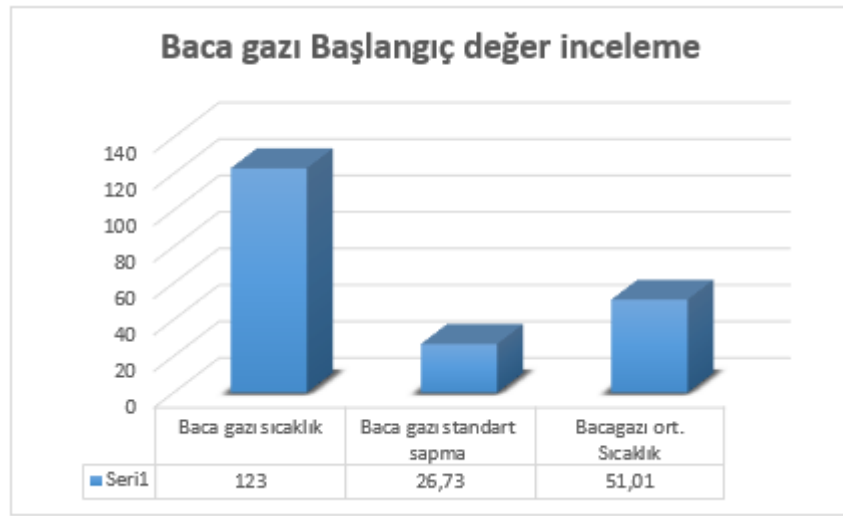
Dhw sıcaklığının standart sapma değeri incelendiğinde Şekil 4.13.'de gözlenen 22,61 değeri çıkmıştır. Bu değer simülasyonlarda Dhw sıcaklığının ortalama bir seviyenin üzerinde değişimler yaptığını göstermiş ve ani artışını da kanıtlamıştır.



Şekil 4.14. Ch maksimum sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi

Ch sıcaklığının tüm veri seti üzerinde maksimum değer incelemesi Şekil 4.14.'de gözlenmektedir. Tüm simülasyonlar sonucu oluşturulmuş veri setinde, Ch maksimum sıcaklık değeri 102 °C ye kadar yükseldiği bir kez daha gözlenmektedir. Kalorifer suyu için çok yüksek sıcaklıkta bir değerdir.

Bunun yanında, Ch sıcaklığının standart sapma değeri incelendiğinde Şekil 4.14.'de gözlenen 26,15 değeri çıkmıştır. Bu değer simülasyonlarda Ch sıcaklığının, ortalama bir seviyenin üzerinde değişimler yaptığını göstermiş ve ani artışını da kanıtlamıştır.



Şekil 4.15. Baca gazı maksimum sıcaklığı ve ortalaması, standart sapma incelemesi

Baca gazı sıcaklığının tüm veri seti üzerinde maksimum değer incelemesi Şekil 4.15.'de gözlenmektedir. Tüm simülasyonlar sonucu oluşturulmuş veri setinde Baca gazı maksimum sıcaklık değeri 123 °C ye kadar yükseldiği bir kez daha gözlenmektedir. Baca gazı sıcaklığı için çok yüksek sıcaklıkta bir değerdir.

Buna ek olarak, Baca gazı sıcaklığının standart sapma değeri incelendiğinde Şekil 4.15.'de gözlenen 26,73 değeri çıkmıştır. Bu değer simülasyonlarda Baca gazı sıcaklığının ortalama bir seviyenin üzerinde değişimler yaptığını göstermiş ve ani artışını da kanıtlamıştır.

Tüm bu incelemelerin ardından eksik yönler tespit edilmiştir. Bu eksik alanların çözümü için gerekli hesaplamalar yapılmış ve pompa kapasitesi, fan kapasitesi, gerekli yanma kapasitesi, alev boyu hesabı formülleri yeniden düzenlenmiştir.

Pompa kapasitesi, suyun dönüş hızında etkilidir. Bir başka deyişle kombi ısınma hattında suyun hızını etkiler. Sistemde çok duran su ısınacaktır çok hızlı dönen suyun ise ısınması daha geç olacaktır. Pompa kapasitesi arttırılmış, suyun ani ısınmasının önüne geçilmiştir.

Fan kapasitesi, havanın ve gazın karışımı için etkilidir. Gerekli oranda hava ve gaz karışımı yapıp sisteme aktarılmalıdır. Gerekli yanma kapasitesi de fan kapasitesi ile paralel ilerlemektedir. Fazla yanma sistemde ısınma hatta ani ısınmayı tetikleyecektir. Bu sebeple ani ısınmada gözlemlendiğinden dolayı tekrardan düzenlenmiştir.

Alev boyu, kombi yanma esnasında hep aynı alev boyu ile yanmaz, kombi sistemine göre çeşitlenmek üzere farklı alev boyları mevcuttur. Hedef sıcaklık ile su sıcaklığı arasındaki fark arttıkça alev boyu yükselirki bir an evvel suyu hedef sıcaklığa ulaştırmak içindir. Diğer durumdada stabil durumu korumak için düşük boyda yanma yapıcıdır. Hedefe sıcaklığa yakinken alev boyunun yüksek olması ani ısınmayı tetiklemektedir. Bu sebeple alev boyu hesabında güncellemeye gidilmiş hedef sıcaklığa yakinken alev boyu indirgenmiştir.

Düzenlenen formüller sonucu, baca gazı, kullanım suyu ve ısıtma suyu sıcaklıklarında en sınır dışı verilere sahip olan ve cihazı farklı noktalardan inceleyebileceğimiz simülasyonlar belirlenmiştir. Dhwh tarafında musluk suyu 10°C den büyük olduğunda ve 55°C ayarlanan Dhwh sıcaklığından büyük olduğunda yüksek sıcaklıklar elde ediliyordu, bu sebeple simülasyon 5, simülasyon 8 ve simülasyon 41'in tekrarlanması gerektiğine karar verildi. Ch tarafı için ise 70 °C den yüksek ayarlanan Ch sıcaklıklarında ani artış gözlemlendiğinden dolayı, simülasyon 8, simülasyon 9, simülasyon 17 ve simülasyon 31'in tekrarlanması gerektiğine karar verildi. Baca gazı sıcaklıklarında ise yüksek baca gazı sıcaklığı tespit edilen, simülasyon 33'ün incelenmesine karar verildi ve bu simülasyonlara ek olarak farklı şartlarında

gözenmesi amacı ile simülasyon 28, simülasyon 29 ve simülasyon 43 de tekrardan gözlenmiştir.

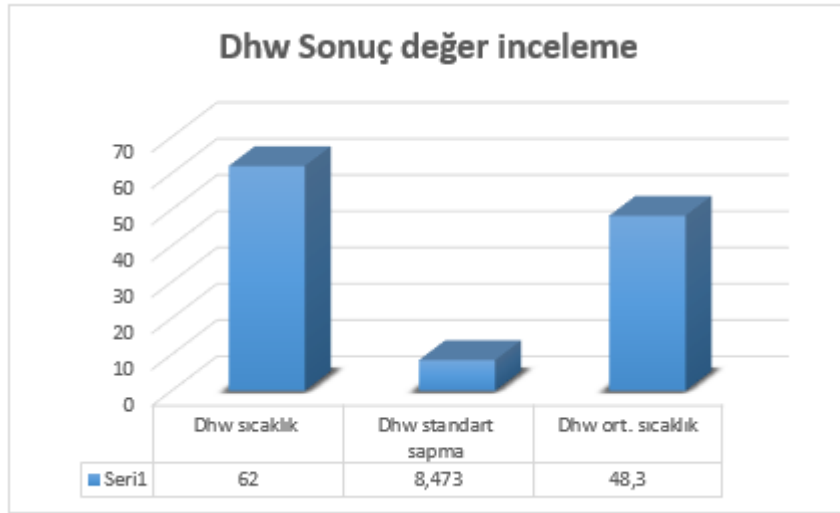
Bu simülasyonlar tekrardan kombiler üzerinde denenmiştir. Geliştirilen ara yazılım ile Rough set teoreminin bize vermiş olduğu ch sıcaklık, dhw sıcaklık ve baca gazı sıcaklık değerleri, belirlenmiş olan simülasyon denemeleri sırasında izlenmiş ve veriler toplanmıştır. Tüm simülasyon sonucu toplanan veriler tek kümede birleştirilmiş ve Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi tableau programı üzerine aktarılmıştır.



#	Sayfa1	#	Sayfa1	#	Sayfa1
	Ch sıcaklığı		Dhw sıcaklığı		Baca gazı sica...
	40		50		40
	40		50		40
	40		50		40
	40		50		40
	40		50		40
	40		50		40
	40		49		40
	40		49		40
	40		49		40
	40		49		40
	40		49		40

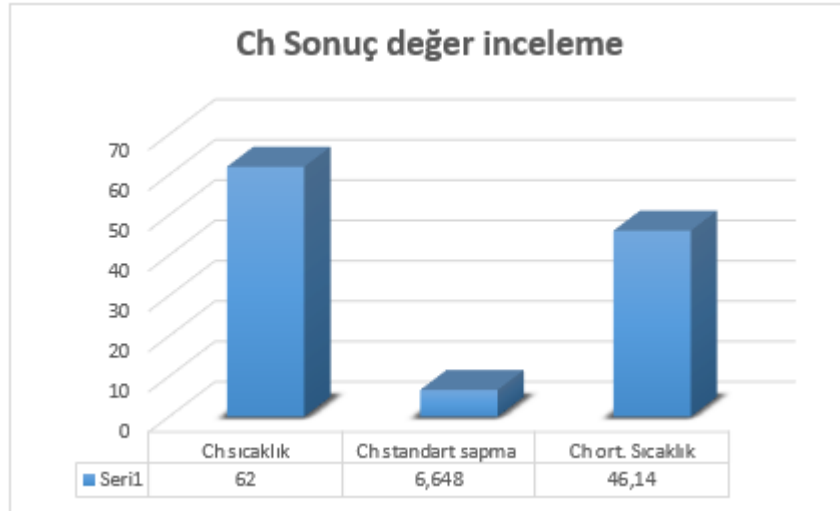
Şekil 4.16. Tableau sonuç veri aktarımı

Aktarım sonrasında yapılan grafiksel incelemelerde maksimum ch, maksimum dhw ve maksimum baca gazı sıcaklıkları ile bu değerlerin standart sapmaları incelenmiştir.



Şekil 4.17. Tableau sonuç maksimum Dhw sıcaklığı

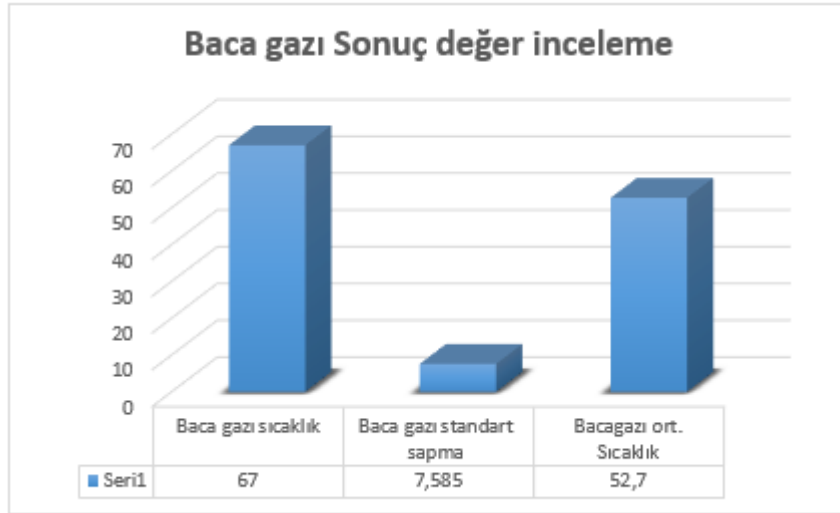
Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi düzenlemeden sonra maksimum dhw değeri incelenmiş ve maksimum değer 62°C olduğu, dhw sıcaklıklarının standart sapma değeri 8,473 olarak bulunmuştur. Başlangıç değerine göre maksimum değer ve standart sapma değerinin oldukça düştüğü gözlenmektedir.



Şekil 4.18. Tableau sonuç maksimum Ch sıcaklığı

Ch sıcaklığının maksimum değer incelemesi, Şekil 4.18.'de görüldüğü gibi 62 °C olarak bulunmuştur. Bunun yanında standart sapma değeri incelendiğinde ise gözlemlendiği gibi 6,648 olarak tespit edilmiştir. Ch sıcaklığında başlangıç değerine göre maksimum değer ve standart sapma değerinin oldukça düştüğü gözlenmektedir.

Baca gazı sıcaklığının belirlenen simülasyonlar üzerinde incelendiğinde maksimum değer Şekil 4.19.'da da gözlendiği üzere 67°C, standart sapması 7,585 olarak izlenmiştir.



Şekil 4.19. Tableau sonuç maksimum baca gazı sıcaklığı

Yine başlangıç değerine göre maksimum değer ve standart sapma değerinin oldukça düştüğü gözlenmektedir.

Başlangıç ve sonuç olarak geldiğimiz noktayı kıyaslamak gerekirse;

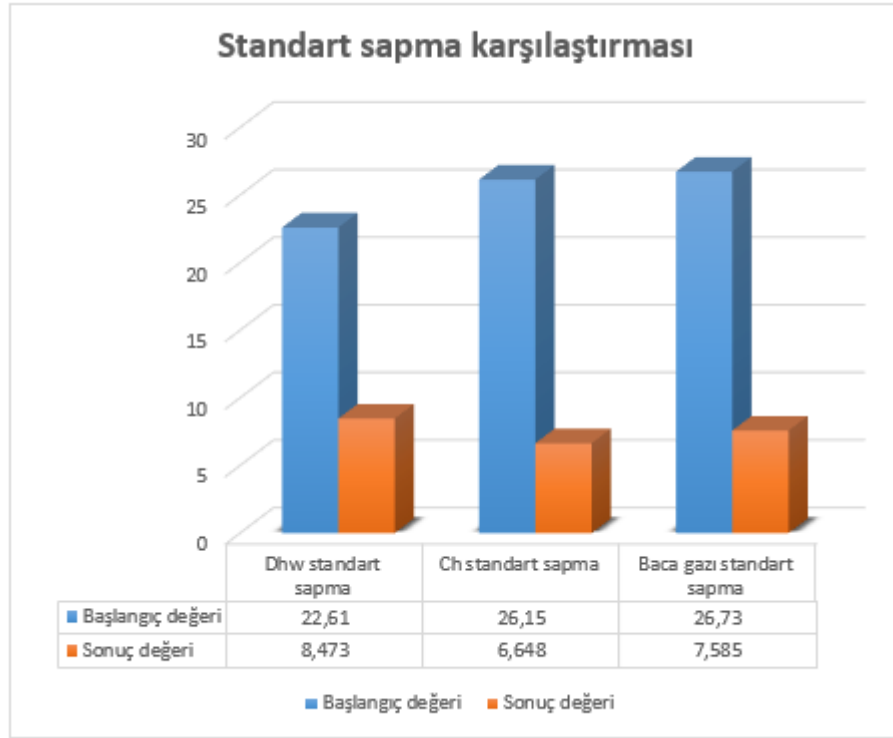
Şekil 4.20.'de de sıcaklıkların başlangıç ve düzenleme sonrasındaki maksimum değerleri görülmektedir. Tablo incelendiğinde yapılan ilk çalışmada sıcaklık değerlerinin çok daha yüksek olduğu net olarak göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda kritik seviyelere ulaşan sıcaklık verileri gereken değerlere getirilmiştir.



Şekil 4.20. Maksimum sıcaklık karşılaştırması

Şekil 4.21.'de de ise incelenen parametrelerin standart sapmalarının başlangıç ve sonuç değerleri görülmektedir. Anlaşılabacağı gibi sıcaklıklardaki anormalliklerin düzelmesi sonucu sıcaklık değeri arasındaki ani dalgalanmalar giderilmiş ve böylece standart sapma değerleri düşmüştür.

Standart sapma değerlerinin düşmesi ile, ani sıcaklık yükselmelerinin daha kontrollü olduğu, eskisine nazaran ani yüksek sıcaklıkların gözlenmediği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.21.Standart sapma karşılaştırması

4.4. Araştırma Akış Diyagramı

Bu tez kapsamında ısıtma sistemlerinin başında yer alan kombi cihazlarının üzerinde detaylı inceleme yapılarak en verimli kombinin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, öncelikle kombi verilerine ulaşılması gereklidir. Bu sebeple, .Net platformunda veri izleme ve toplama programı yazılmıştır. Birçok karmaşık koşulda; kombi, program aracılığı ile gözlenip veriler toparlanmıştır. Oluşan veri kümesinin hacmi çok büyük olduğundan, bu verilere Rough set algoritması uygulanmış ve bunun için algoritmayı içinde barındıran Rose programı kullanılmıştır. Program sonucunda veriler indirgenmiş ve sonuç olarak test aşamasında birinci öncelikli incelenmesi gereken veri kümesi ortaya çıkarılmıştır. Bu işlem test süresini ciddi miktarda kısaltmış ve kombi üzerinde daha çok ve derin test yapılmasını sağlamıştır. Bu aşamadan sonra, test esnasında çıkan veriler üzerinde inceleme yapıp gerekli görülen düzeltmeler formüller üzerinde sağlanmıştır. Simülasyonlardan elde edilen veriler arasında inceleme yapıldığında en kritik yüksek sıcaklıklara ulaşan ve çeşitli

özellikleri de içinde barındırıp farklı noktalardan cihazı incelememizi sağlayan simülasyonlar tekrar seçilip incelenmiştir. Tüm bu incelemeler sonucunda tekrardan elde edilen veri kümesi incelendiğinde sıcakların olabilecek en uygun seviyeye oturduğunu ve cihazın verimli bir şekilde çalıştığı gözlenmiştir.



BÖLÜM 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Rose Program Sonuçları

Elimizdeki tüm veri setimize, Rose programı ile Rough set teoremi uygulandığında oluşan core değerleri Tablo 5.1.'de belirtildiği gibidir.

Tablo 5.1. Rose program ile Rough set teoremi uygulanmış Kombi veri seti sonuçları

No	Parametre Adı
1	CH sıcaklığı
2	Dhw sıcaklığı
3	Baca gazı sıcaklığı

Rough set teoremi sayesinde çok büyük bir veri kümesi indirgenmiş ve anormallik belirtileri gösteren, Tablo 5.1.'de belirtilen çıkış verileri tespit edilmiştir. Yapılan testlerdeki şartlar göz önüne alınarak belirli şartlarda, Ch sıcaklığı, Dhw sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığında beklenenin üzerinde aşırı ısınma gözlenmiştir. Ayarlanan Ch sıcaklığı 70°C den büyük ise Ch sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığında ani artış ve yüksek sıcaklık değeri gözlenmiştir. Kullanım suyu için ise; eğer musluk suyu 10°C den büyük ise ve Dhw ayarlanan sıcaklık 55°C den büyük ise Dhw sıcaklığında ani yükselme ve yüksek sıcaklık tespiti yapılmıştır.

Kombi cihazlarında ayarlanan sıcaklık değerinin tolere edilebilir “+”, “-” değeri 7°C dir. Bunun üstündeki tüm aşımalar anormal sıcaklık olarak değerlendirilir. Veri setindeki sonuçlar incelendiğinde, Ch tarafında 70-75°C ye ayarlanan kombinin 102°C kadar çıktığı gözlenmiştir. Bunun yanında baca gazı sıcaklığında 123°C ye kadar sıcaklığın yükseldiği gözlenmiştir. Dhw tarafında ise, 60°C ye ayarlanan kombinin 87°C ye kadar suyun ısındığı gözlenmiştir. Bu değerler tolere edilebilir sınırların çok

üzerinde olup, tekrardan Ch sıcaklık, Dhwh sıcaklık ve baca gazı sıcaklık hesaplarının tekrardan düzenlenmesi gerektiğine karar verilmiştir.

Bu noktadan sonraki amaç, bu üç çıkış parametresini etkileyen pompa kapasitesi, fan kapasitesi, gerekli yanma kapasitesi, alev boyu hesabı gibi alanların tekrardan düzenlenmesi ve geliştirilen yeni formüller ile tekrar yapılan testler sonucunda, kombinin olması gereken forma oturduğunu ve ani ısınmaların önüne geçildiğinin gözlenmesidir.

Çıkan sonuçlar arasında problemlili alanlar tespit edilmiştir.

DHW tarafında çıkan sonuçları ifade etmek gerekirse;

- Musluk suyu sıcaklığı 10°C den büyük ise ve Dhwh ayarlanan sıcaklık 55°C den büyük ise, Dhwh ve baca gazı sıcaklığında ani sıcaklık artışı ve yüksek sıcaklık tespit edilmiştir.

Dhw Tarafı				
Sonuç/Şart	MS>10°C	Dhw ayarlanan sıcaklık>55°C	DHW Sıcaklığı °C	Baca gazı sıcaklığı
sonuc 1	✓	✓	Yüksek Sıcaklık / Ani sıcaklık artışı	Yüksek Sıcaklık / Ani sıcaklık artışı

Şekil 5.1. DHW tarafında sonuç

CH tarafında çıkan sonuçları ifade etmek gerekirse;

- Ayarlanan Ch sıcaklığı 70°C den büyük ise Ch ve baca gazı sıcaklığında ani sıcaklık artışı ve yüksek sıcaklık tespit edilmiştir.

Ch Tarafı			
Sonuç/Şart	Ch Ayarlanan sıcaklık>70°	Ch Sıcaklığı °C	Baca gazı sıcaklığı
sonuc 2	✓	Yüksek Sıcaklık / Ani sıcaklık artışı	Yüksek Sıcaklık / Ani sıcaklık artışı

Şekil 5.2. CH tarafında sonuç

Bulunan iki sonuç sonrası, bu üç çıkış parametresini etkileyen pompa kapasitesi, fan kapasitesi, gerekli yanma kapasitesi, alev boyu hesabı gibi hesapların tekrardan düzenlenmesi ve geliştirilen yeni formüller ile tekrar yapılan testler sonucunda, kombinin olması gereken forma oturduğunu ve ani ısınmaların önüne geçildiği gözlenmiştir.



BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kombiler içerisinde yanma işlemi gerçekleştiğinden ve tüm evde ısınan suyun sirkülasyonundan dolayı kontrollü çalıştırılması gereken ürünlerdir. Kombi mantığında yapılan bir yanlışlık veya donanımsal bir sıkıntı kombinin alev almasına hatta mekânda patlamaya yol açabilmektedir. Bu sebeple, üretim öncesi labaratuvar testleri oldukça önemlidir.

Kombi testleri, çok varyasyonlu, çok maliyetli ve çok uzun zaman alan testlerdir. Bu sebeple, bu çalışmamızda testleri farklı bir açıdan değerlendirerek, daha güvenilir ve kısa zamanda çok test yaparak en verimli ve güvenilir kombi üretimi amaçlanmış ve kullanıcıya aktarımı planlanmıştır. Kombilerden veri çekilmesi için, proje içerisinde geliştirilen bir yazılım kullanılarak, testler kontrol altına alınmış ve tüm veriler hiç zaman kaybı olmaksızın tüm ortam ve koşulda alınabilir duruma getirilmiştir.

Bu çalışmanın sonucu, hipotezimiz olan “Verilerin bir yazılımla hızlıca toparlanması ve ardından yapılan veri analizi ile oluşabilecek tüm tehlikeleri tespit edebileceği ve önüne geçilebileceği belirlenmiştir.” ifadesini doğrulamıştır. Test araçları ile toplanmaya çalışılan uzun ve maliyetli olan veri toplama ve inceleme yöntemi yerine kullanılan ara yazılım ile çok hızlı verilerin toplanması sağlanmıştır. Toplanan veriler üzerinde ise veri analizi yapılarak problemler ve kriz yaratacak alanlar hızla tespit edilip, problemler giderilmiştir. Yapılan bu çalışma ile Arge ve üretimde zaman ve maliyet tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca labaratuvar test mühendislerinin kombi verilerini anlık olarak izlemesi sağlanmış ve çalışmaları kolaylaştırıp hızlandırarak motivasyonunda arttırmıştır. Mevcut sistemin yeterli olmadığı, daha akıllı sistemlerin sorunların çözümünde etkili olacağı tespit edilmiştir. Yine yapılan bu çalışma sayesinde, kombi verimliliği ve güvenilirliği artmış daha kaliteli bir üretim sağlanmıştır. Yapılan veri analizi ile birçok şartta anormallik tespit edilen, Ch

sıcaklığı, Dhwh sıcaklığı ve baca gazı sıcaklığı değerleri incelenildiğinde, Ch tarafında 70-75°C ye ayarlanan kombinin 102°C kadar çıktığı gözlenmiştir. Bunun yanında baca gazı sıcaklığında 123°C ye kadar sıcaklığın yükseldiği gözlenmiştir. Dhwh tarafında ise, 60°C ye ayarlanan kombinin 87°C ye kadar suyun ısındığı gözlenmiştir. Bu değerler tolere edilebilir sınırların çok üzerinde olup, tekrardan Ch sıcaklık, Dhwh sıcaklık ve baca gazı sıcaklık hesaplarının tekrardan düzenlenmesi gerektiğine karar verilmiştir. Yapılan düzenlemeler sonucunda Dhwh maksimum sıcaklık değeri 62 °C, Ch maksimum sıcaklık değeri 62 °C ve baca gazı maksimum sıcaklık değeri ise 67 °C olarak ölçülmüştür. İncelenen bu son halde hatalar ortadan kaldırılmış ve daha güvenli kombiler elde edilmiştir.



KAYNAKLAR

- B. Huang, C. Guo, Y. Zhuang, H. Li, X. Zhou (2014). Intuitionistic fuzzy multi-granulation rough sets, *Inf. Sci.* 277, 299–320.
- B. Huang, C. Guo, Y. Zhuang, H. Li, X. Zhou, (2014). Intuitionistic fuzzy multi-granulation rough sets, *Inf. Sci.* 277, 299–320.
- B. Sun, W. Ma, Y. Qian (2017). Multigranulation fuzzy rough set over two universes and its application to decision making, *Knowl.-Based Syst.* 123, 61–74.
- Bahadır AKTAŞ, (2018). Üretim Etkinliğinin Artırılmasında Anlık Veri Analizi Yaklaşımı ve Bir uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- C. Wang, Q. He, D.G. Chen, Q. Hu (2014). A novel method for attribute reduction of covering decision tables, *Inf. Sci.* 254 ,181–196.
- ChangzhongWang, YunpengShi, XiaodongFan, MingwenShao (2018). Attribute reduction based on k-nearest neighborhood rough sets, China, Received 14 March 2018, Received in revised form 11 November 2018, Accepted 20 December 2018, Available online 27 December 2018.
- D. Kim, (2001). Data classification based on tolerant rough set, *Pattern Recognit.* 34(8) ,1613–1624.
- D.G. Chen, L. Zhang, S.Y. Zhao, Q.H. Hu, P.F. Zhu, (2013). Anovel algorithm forfinding reducts with fuzzy rough sets, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 20(2) , 385–389.
- F. Min, W. Zhu, (2012). Attribute reduction of data with error ranges and test costs, *Inf. Sci.* 211, 48–67.
- Fidan Pınar DEMİRBAŞ, (2011). Kombi Üretiminde Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması, Kocaeli.
- G. Lang, D. Miao, T. Yang, M. Cai, (2016). Knowledge reduction of dynamic covering decision information systems when varying covering cardinalities, *Inf. Sci.* 346–347 ,236–260.
- G. Lang, Q. Li, M. Cai, T. Yang, Q. Xiao, (2017). Incremental approaches to knowledge reduction based on characteristic matrices, *Int. J. Mach. Learn. Cybern.* 8(1) ,203–222.

- H. Ge, L. Li, C. Yang, (2017). Quick general reduction algorithms for inconsistent decision tables, *Int. J. Approx. Reason.* 82 ,56–80.
- H. Zhang, S. Yang (2017). Feature selection and approximate reasoning of large-scale set-valued decision tables based on alpha-dominance-based quantitative rough sets, *Inf. Sci.* 378 ,328–347.
- Hafeez Ur Rehman, Nouman Azam, JingTao Yao, Alfredo Benso(2017). A three-way approach for protein function Classification, Kanada, Italy.
- Haldun SÜLÜK, (2010). İklimlendirme Sistemlerinde Enerji Tasarrufu ve Sistemdeki Akışkana Katkılı Sıvı İlavesinin Isı Transferine Etkisinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi.
- <http://idss.cs.put.poznan.pl/site/60.html#c80> , Erişim Tarihi 10.01.2020
- <https://drnmuhendislik.com.tr/isitma-sogutma/> , Erişim Tarihi: 01.06.2020
- <https://maker.robotistan.com/mikrodenetleyici-mikroislemci/> , Erişim Tarihi 08.04.2020
- <https://medium.com/kodcular/veri-analizi-ke%C5%9Fif-rehberi-e79b25657927> , Erişim Tarihi 10.03.2021
- <https://www.intel.com.tr/content/www/tr/tr/analytics/what-is-data-analytics.html> , Erişim Tarihi 10.03.2021
- <https://www.merkezkombi.com/kombi-hakkinda-sik-sorulan-sorular/>, Erişim Tarihi 04.06.2020
- <https://yazilimgezegeni.com/elektronik/mikroislemci-ve-mikrodenetleyici-arasindaki-farklar/>, Erişim Tarihi 01.09.2020.
- İlker ÇAVUŞ,(2017). Kablosuz Kombi Kontrol Ünitesi Geliştirilmesi.
- J. Dai, Q. Xu (2013). Attribute selection based on information gain ratio in fuzzy rough set theory with application to tumor classification, *Appl. Soft Comput.* 13(1) 211–221.
- J. Li, Y. Ren, C. Mei, Y. Qian, X. Yang, (2016). A comparative study of multigranulation rough sets and concept lattices via rule acquisition, *Knowl.-Based Syst.* 91 ,152–164.
- J. Qian, C. Dang, X. Yue, N. Zhang, (2017). Attribute reduction for sequential three-way decisions under dynamic granulation, *Int. J. Approx. Reason.* 85 ,196–216.
- J.Y. Liang, K.S. Chin, C.Y. Dang, R.C.M. Yam, (2002). A new method for measuring uncertainty and fuzziness in rough set theory, *Int. J. Gen. Syst.* 31(4) ,331–342.

- Lei Lei, Wei Chen, Yu Xue, Wei Liu (2019). A comprehensive evaluation method for indoor air quality of buildings based on rough sets and a wavelet neural network, China.
- Liu, W. Huang, Y. Jiang, Z. Zeng (2014). Quick attribute reduct algorithm for neighborhood rough set model, *Inf. Sci.* 271, 65–81.
- M. Dash, H. Liu, (2003). Consistency-based search in feature selection, *Artif. Intell.* 151(1–2), 155–176.
- M. Marinaki, Y. Marinakis, (2016). A bumble bees mating optimization algorithm for the feature selection problem, *Int. J. Mach. Learn. Cybern.* 7(4), 519–538.
- M.L. Othman, I. Aris, S.M. Abdullah, M.L. Ali, M.R. Othman, (2010). Knowledge discovery in distance relay event report: a comparative data-mining strategy of rough set theory with decision tree, *IEEE Trans. Power Deliv.* 25(4), 2264–2287.
- Mustafa KAPLAN, (2009). Practical Data Analysis For Power Plant Condition Monitoring, İstanbul Teknik üniversitesi.
- Ozan AKBULUT, (2013). SMS Kontrollü Kombi Sistemi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Q. Hu, J. Liu, D. Yu (2008). Mixed feature selection based on granulation and approximation, *Knowl.-Based Syst.* 21, 294–309.
- Q. Hu, J. Liu, D. Yu, (2008). Mixed feature selection based on granulation and approximation, *Knowl.-Based Syst.* 21, 294–309.
- Q. Hu, L. Zhang, D. Zhang, W. Pan, S. An, W. Pedrycz (2011). Measuring relevance between discrete and continuous features based on neighborhood mutual information, *Expert Syst. Appl.* 38, 10737–10750.
- Q. Hu, L. Zhang, D. Zhang, W. Pan, S. An, W. Pedrycz, (2011). Measuring relevance between discrete and continuous features based on neighborhood mutual information, *Expert Syst. Appl.* 38, 10737–10750.
- Q.H. Hu, D.R. Yu, J.F. Liu, C.X. Wu (2008). Neighborhood rough set based heterogeneous feature subset selection, *Inf. Sci.* 178(18) 3577–3594.
- Q.H. Hu, D.R. Yu, J.F. Liu, C.X. Wu, (2008). Neighborhood rough set based heterogeneous feature subset selection, *Inf. Sci.* 178(18), 3577–3594.
- R.B. Bhatt, M. Gopal, (2005). On fuzzy-rough sets approach to feature selection, *Pattern Recognit. Lett.* 26, 965–975.
- S. An, Q. Hu, W. Pedrycz, P. Zhu, Eric C.C. Tsang, (2016). Data-distribution-aware fuzzy rough set model and its application to robust classification, *IEEE Trans. Cybern.* 46(12), 3073–3085.

- S. Greco, B. Matarazzo, R. Slowinski (2002). Rough approximation by dominance relations, *Int. J. Intell. Syst.* 17 ,153–171.
- S.S. Kumar, H.H. Inbarani, (2015). Optimistic multi-granulation rough set based classification for medical diagnosis, *Proc. Comput. Sci.* 47, 374–382.
- S.Y. Zhao, C.C. Tsang, D. Chen (2010). Building a rule-based classifier by using fuzzy rough set technique, *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 22(5) ,624–638.
- T.Y. Lin, Q. Liu, K.J. Huang (1990). Rough sets neighborhood systems and approximation, *Inf. Sci.* 5, 130–141.
- Tarkan KOCA, Serhat AKSUNGUR, (2018). Hermetik ve Yoğuşmalı Kombi Cihazlarının Performanslarının Deneysel Olarak Karşılaştırılması, İnönü Üniversitesi.
- W. Li, Z. Huang, X. Jia, X. Cai (2016). Neighborhood based decision-theoretic rough set models, *Int. J. Approx. Reason.* 69 ,1–17.
- W.Z. Wu, W.X. Zhang (2002). Neighborhood operator systems and approximations, *Inf. Sci.* 144(1), 201–217.
- X. Yue, Y. Chen, D. Miao, J. Qian (2017). Tri-partition neighborhood covering reduction for robust classification, *Int. J. Approx. Reason.* 83 ,371–384.
- X. Zhang, J. Dai, Y. Yu (2015). On the union and intersection operations of rough sets based on various approximation spaces, *Inf. Sci.* 292 ,214–229.
- Y. Jing, T. Li, J. Huang, Y. Zhang, (2016). An incremental attribute reduction approach based on knowledge granularity under the attribute generalization, *Int. J. Approx. Reason.* 76 ,80–95.
- Y. Lin, Q. Hu, J. Liu, J. Li, X. Wu, (2017). Streaming feature selection for multilabel learning based on fuzzy mutual information, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 25(6) ,1491–1507.
- Y. Lin, Y. Li, C. Wang, J. Chen, (2018). Attribute reduction for multi-label learning with fuzzy rough set, *Knowl.-Based Syst.* 152 ,51–61.
- Y. Qian, X. Liang, G. Lin, (2017). Local multigranulation decision-theoretic rough sets, *Int. J. Approx. Reason.* 82 , 119–137.
- Y. Qian, X. Liang, Q. Wang, (2018). Local rough set: asolution to rough data analysis in big data, *Int. J. Approx. Reason.* 97, 38–63.
- Y. She, X. He, L. Ma (2017).On the structure of metric spaces related to pre-rough logic, *Int. J. Mach. Learn. Cybern.* 8(2) ,537–546.
- Y.M. Chen, D.Q. Miao, R.Z. Wang, (2010). A rough set approach to feature selection based on ant colony optimization, *Pattern Recognit. Lett.* 31(3) , 226–233.

- Y.Y. Yao, (1998). Relational interpretation of neighborhood operators and rough set approximation operators, Inf. Sci.111(1–4), 239–259.
- Yang, Y. Qi, D. Yu, H. Yu, J. Yang (2015) α -Dominance relation and rough sets in interval-valued information systems, Inf. Sci. 294 ,334–347.
- Z. Pawlak (1982). Rough sets, Int. J. Comput. Inf. Sci. 11(5) 341–356.
- Z. Pawlak, A. Skowron (2006). Rudiments of rough sets, Inf. Sci. 177 ,3–27

