



**T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DAVLUMBAZ MOTORLARINDA İSTATİSTİKSEL ENERJİ
VERİMLİLİĞİ ANALİZİ VE FUZZY TOPSİS YÖNTEMİ İLE
TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN TEKBAŞ

AĞUSTOS

**DAVLUMBAZ MOTORLARINDA İSTATİSTİKSEL ENERJİ VERİMLİLİĞİ
ANALİZİ VE FUZZY TOPSİS YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

Hakan TEKBAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YENİLENEBİLİR ENERJİ VE UYGULAMALARI ANABİLİM DALI**

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet EKİCİ

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2020

Hakan Tekbaş tarafından hazırlanan “**Davlumbaz Motorlarında İstatistiksel Enerji Verimliliği Analizi Ve Fuzzy Topsis Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİğİ ile Amasya Üniversitesi Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet EKİCİ

Elektrik-Elektronik Müh., Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan : Doç.Dr. Ünal KURT

Elektrik-Elektronik Müh., Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cenk GEZEGİN

Elektrik-Elektronik Müh., Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 26/08/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Meryem EVECEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Ailem, Çalışma Arkadaşlarım ve Geleceğin Mühendislerine...

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

HAKAN TEKBAŞ

26.08.2020

DAVLUMBAZ MOTORLARINDA İSTATİSTİKSEL ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ
VE FUZZY TOPSİS YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan TEKBAŞ

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ağustos 2020

ÖZET

Bu çalışmada, mutfak ve benzeri yerlerde kullanılan davlumbazların motor tiplerine göre verimliliklerinin analizi yapılmış olup, kullanılan farklı motor tiplerinin, Q_{BEP} , P_{BEP} ve W_{BEP} gibi parametreleri nasıl etkilediğinin ve sonucunda akışkan dinamiği endeksinin (FDE) hesaplanmasında kullanımının istatistiksel ve karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. ILK FlowMeas programı ve EU 65/2014, 66/2014 enerji regülasyonlarında belirtilen hesaplama yöntemleri kullanılarak hesaplanmış, Minitab programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Analiz ve karşılaştırma sonucunda farklı karakteristiklere ve farklı tedarikçilere sahip olan motorların tedarikçi seçiminde; kalite, sistem kapasitesi, finansal ve sevkiyat performansı kriterleri göz önüne alınarak Fuzzy TOPSİS yöntemi kullanılmış ve bulanık ortamlarda tedarikçi seçimi için karar verme mekanizması işletilmiştir.

Sayfa Adedi : 71

Anahtar Kelimeler : Enerji, Davlumbaz, Verimlilik, Fuzzy Topsis, Bulanık Ortam

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet EKİCİ

STATISTICAL ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS IN COOKER HOOD AND FUZZY
TOPSIS METHOD IN SUPPLIER SELECTION

(M. Sc Thesis)

Hakan TEKBAŞ

AMASYA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2020

ABSTRACT

In this study, the efficiency of hoods used in kitchens and similar places according to engine types has been analyzed. Analysis of how different engine types affect parameters such as Q_{BEP} , P_{BEP} and W_{BEP} has been done. As a result, statistical and comparative analysis of fluid dynamics index (FDE) were done. Calculated using FlowMeas program and calculation methods specified in EU 65/2014, 66/2014 energy regulations. It was statistically analyzed with Minitab program.

As a result of analysis and comparison, In the supplier selection of motor with different characteristics and different suppliers; quality, system capacity, financial and shipping performance criteria were examined. Fuzzy TOPSIS method was used. decision making mechanism has been operated for supplier selection in fuzzy environments.

Page Number : 71

Key Words : Enegy, Cooker Hood, Efficiency, Fuzzy Topsis

Supervisor : Asst. Prof. Mehmet EKİCİ

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez konusunu bana veren, çalışmalarım boyunca destekleyen, yönlendiren ve yazımı sırasında bana zaman ayırarak yardımını esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet EKİCİ' ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez dönemi boyunca benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim annem, babam ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Jüri üyelerim Sayın Doç Dr. Ünal KURT ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cenk GEZEGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca laboratuvar testlerinin gerçekleştirilmesinde olanaklarını kullanmama izin veren Silverline ailesine, desteklerinden dolayı Sayın Osman ALTIN ve Sayın Mehmet AYYILDIZ'a ve testlerin gerçekleşmesinde yardımlarını esirgemeyen laboratuvar çalışanlarına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Davlumbazların Çalışma Sistemi.....	2
2.1.1. Çalışma tipine göre	2
2.1.1.1. Bacalı kullanım	3
2.1.1.2. Bacasız kullanım	4
2.1.2. Tasarımlarına Göre	4
2.1.2.1. Yerleşik/gömme tip ürünler	5
2.1.2.2. Klasik/rüstik tip ürünler	5
2.1.2.3. Dekoratif tip ürünler	6
2.1.2.4. Ada tipi ürünler	6
2.1.2.5. Tavan tipi ürünler.....	7
2.1.2.6. Tezgâh üstü davlumbazlar	7
2.2. Davlumbazlarda Kullanılan Elektrik Motorlar Türleri.....	8
2.2.1. Alternatif akım elektrik motorları (AC).....	9
2.2.1.1. Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor	9
2.2.2. Doğru akımlı elektrik motoru (DC)	10
2.2.2.1. Fırçasız doğru akım motorları (BLDC)	11
3. METOT.....	12
3.1. Davlumbazlarda Enerji Verimliliği.....	12

3.2. Ev Tipi Aspiratörler İçin Enerji Verimliliği Ölçümü ve Hesabı.....	13
3.3. Enerji Verimlilik Endeksinin (EEL_{hood}) Hesaplanması	16
3.4. Sıvı Dinamiği Endeksinin (FDE_{hood}) Hesaplanması.....	17
3.5. Enerji Verimlilik Sınıflarının Belirlenmesi	19
3.6. Enerji Verimlilik Sınıflarının Etiketlenmesi/Gösterimi.....	21
4. DENEY VE BULGULAR.....	22
4.1. Davlumbaz Motorlarının Performans Ölçümleri Analizi	22
4.1.1. KX25 motor performansı ölçümü ve analizi	22
4.1.2. KX33 motor performansı ölçümü ve analizi	24
4.1.3. KX370 motor performansı ölçümü ve analizi	25
4.1.4. KX450 motor performansı ölçümü ve analizi	26
4.1.5. KX650 motor performansı ölçümü ve analizi	27
4.1.6. KX800 motor performansı ölçümü ve analizi	28
4.1.7. X35 motor performansı ölçümü ve analizi	29
4.1.8. X40 motor performansı ölçümü ve analizi	30
4.1.9. S42 motor performansı ölçümü ve analizi.....	31
4.1.10. AB750 motor performansı ölçümü ve analizi.....	32
4.1.11. AB1060 motor performansı ölçümü ve analizi.....	33
4.1.12. ABDC900 motor performansı ölçümü ve analizi	34
4.1.13. Motorların performansının karşılaştırılması	35
4.2. FDE - Enerji Verimliliğinin Hesabı ve Karşılaştırılması.....	36
4.3. Fuzzy Topsis Analizi	37
4.3.1. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic).....	38
4.3.2. Konvekslik	39
4.3.3. Normallik	39
4.3.4. Bulanık sayı	39
4.3.5. Pozitif yamuk bulanık sayı.....	39

4.3.6. Yamuk bulanık sayılarda temel işlemler.....	40
4.3.7. Bulanık matris.....	40
4.3.8. Vertex metodu.....	41
4.4. Motor Tedarikçilerinin Seçiminde Fuzzy Topsis Analizi ile Karar Verme Yöntemi	41
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bacalı kullanım.....	3
Şekil 2.2. Bacasız kullanım.....	4
Şekil 2.3. AC motor	9
Şekil 3.1. Debi-basınç eğrisi	13
Şekil 3.2. Debi - basınç ölçüm yöntemleri.....	14
Şekil 3.3. Akışkanın en verimli noktadaki (BEP) dinamik verimliliğinin (FDE) belirlenmesi.....	18
Şekil 1.4. Enerji etiketi.....	21
Şekil 4.1. Motorların debi değerlerinin karşılaştırması	35
Şekil 4.2. Motorların akışkanlar dinamiği indeksi.....	36
Şekil 4.3. Üçgen üyelik fonksiyonu.....	38

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Aspiratör	5
Resim 2.2. Klasik davlumbaz	5
Resim 2.3. Dekoratif davlumbaz	6
Resim 2.4. Ada tip davlumbaz	6
Resim 2.5. Tavan tipi davlumbaz	7
Resim 2.6. Tezgâh üstü davlumbaz	7
Resim 2.7. DC motor	10
Resim 2.8. Fırçasız DC motor.....	11
Resim 3.1. Debi basınç test düzeneği	15
Resim 4.1. KX25 bloklu motor.....	22
Resim 4.2. KX25 motor performansı analizi	23
Resim 4.3. KX33 bloklu motor.....	24
Resim 4.4. KX33 motor performansı analizi	24
Resim 4.5. KX370 bloklu motor.....	25
Resim 4.6. KX370 motor performansı analizi	25
Resim 4.7. KX450 bloklu motor.....	26
Resim 4.8. KX450 motor performansı analizi	26
Resim 4.9. KX650 bloklu motor.....	27
Resim 4.10. KX650 motor performansı analizi	27
Resim 4.11. KX800 bloklu motor.....	28
Resim 4.12. KX800 motor performansı analizi	28
Resim 4.13. X35 bloklu motor.....	29
Resim 4.14. X35 motor performansı analizi	29
Resim 4.15. X40 bloklu motor.....	30

Resim 4.16. X40 motor performansı analizi.....	30
Resim 4.17. S42 bloklu motor	31
Resim 4.18. S42 motor performansı analizi.....	31
Resim 4.19. AB750 bloklu motor	32
Resim 4.20. AB750 motor performansı analizi	32
Resim 4.21. AB1060 bloklu motor	33
Resim 4.22. AB1060 motor performansı analizi	33
Resim 4.23. ABDC900 bloklu motor	34
Resim 4.24. ABDC900 motor performansı analizi.....	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ev tipi aspiratörlerin enerji verimlilik sınıfları	19
Çizelge 3.2. Regülasyonun uygulanacağı tarihler.....	20
Çizelge 3.3. Ev tipi aspiratörlerin akışkan dinamiği verimlilik sınıfları.....	20
Çizelge 4.1. Kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler	41
Çizelge 4.2. Tedarikçilerin kalite performansının puanlanması	42
Çizelge 4.3. Tedarikçilerin sistem kapasitesi performansının puanlanması	42
Çizelge 4.4. Tedarikçilerin finansal performansının puanlanması	43
Çizelge 4.5. Tedarikçilerin sevkiyat performansının puanlanması.....	43
Çizelge 4.6. Kriterlerin uzman karar vericiler tarafından değerlendirmeleri.....	44
Çizelge 4.7. Tedarikçilerin kalite performansının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.	44
Çizelge 4.8. Tedarikçilerin sistem kapasitelerinin uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.	44
Çizelge 4.9. Tedarikçilerin finansal performanslarının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.	45
Çizelge 4.10. Tedarikçilerin sevkiyat performanslarının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.	45
Çizelge 4.11. Kriterlerin uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi	45
Çizelge 4.12. Tedarikçi değerlendirmelerinin bulanık karar matrisi (fuzy decison matrix)	46
Çizelge 4.13. Kriter ağırlıklarının bulanık karar matrisi.....	46
Çizelge 4.14. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi	47
Çizelge 4.15. Ağırlıklı olarak normalize edilmiş bulanık karar matrisi	47
Çizelge 4.16. FPIS ve FNIS'den olan uzaklıklar ve yakınlık katsayıları	48
Çizelge 4.17. Yakınlık katsayıları ve adayların sıralamaları	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
w_{bep}	Aspiratörün en verimli noktasındaki elektrik gücü
w_l	Aydınlatma sisteminin nominal elektrik gücü
t_L	Ortalama Aydınlatma Süresi
t_h	Ortalama Davlumbaz Çalışma Süresi
f	Zaman Artış Faktörü
q_{bep}	Aspiratörün en verimli noktasındaki hava akımı
p_{bep}	Aspiratörün en verimli noktasındaki statik basınç farkı
∇	Tüm
Λ	Lambda
cci	Yakınlık Katsayı

Kısaltmalar	Açıklama
BLDC	Brushless DC motor
EEI	Energy Efficiency Index
EN	European Norm
EU	Europe
HAD	Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
FDE	Fluid Dynamics Efficiency
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization

PIV	Particle Image Velocimetry
SAEC	Standart Yıllık Enerji Tüketimi
AEC	Yıllık Enerji Tüketimi
FUZZY	Bulanık
KV	Karar Verici
TOPSIS	Technique Order Preference Similarity to Ideal Solution
FPIÇ	Fuzzy Pozitif ideal Çözüm
FNİÇ	Fuzzy Negatif ideal Çözüm
CPK	Process capability index
BEP	Best Efficiency Point
LCL	Alt Kontrol Limiti
UCL	Üst Kontrol Limiti

1. GİRİŞ

Dünya’da nüfus ve insan ihtiyaçlarının artmasıyla beraber sürekli artan enerji ihtiyacı, yenilenebilir enerji üretimindeki kısıtlar ve sürekli azalan fosil kaynaklı enerjinin de durumu göz önüne alındığında enerji verimliliğine olan önemin artmasına neden olmaktadır. Yeni buluşların endüstride yoğun olarak kullanılmasıyla sanayi devriminin ardından enerji ihtiyacı, global ölçekte hızlı bir artış göstermiştir [1]. Makro ölçekte sanayide kullanılan ve yüksek güç harcayan cihazların daha verimlileri ile değiştirilmesi, mikro ölçekte ise kullanıcıların evinde sürekli kullandıkları beyaz eşya vb. cihazların verimliliklerini göz önüne alarak daha üst düzey enerji sınıfı cihazlar tercih etmesiyle enerji verimliliği sağlanmaya çalışılmaktadır. İnsanlar daha az enerji tüketimi ile aynı işi yapan cihazları tercih etmekle birlikte kendini daha hızlı amorti eden düşük maliyetli, tasarımı göze hitap eden çevre dostu olan ürünler de kriterleri arasındadır. Bu kriterler üreticileri hem yüksek performans sunan hem de enerji sınıfı değerleri yüksek ürünler tasarlamaya ve üretmeye yönlendirmiştir [2].

Enerji tüketiminin bu denli önemli olduğu günümüz dünyasında evlerimizin vazgeçilmez cihazlarından birisi olan davlumbazların da enerji sınıfları, tüketimleri, verimlilikleri önem kazanmaktadır. Yaşam kalitesinin sürekli arttığı ve mutfakta geçirilen zamanlar da düşünüldüğünde ürünlerin tasarımının, teknolojik gelişmelerin, ses, gürültü ve aydınlatma gibi parametrelerin son kullanıcı için önemi giderek artmaktadır. Enerji verimliliği açısından düşündüğümüzde mutfaklardaki ısıtma yüklerinin ve soğutma yüklerinin birçoğu davlumbaz ile atılan egzoz havasından kaynaklanmaktadır [3].

Üreticiler fiyatları düşük ve enerji sınıfı daha üst düzey olan cihazlar üretmekte birbiriyle yarışmakta, pazarda rekabet edebilmek için sürekli iyileştirme, ARGE çalışmaları yapılmaktadır. Üretim ile birlikte önemli konulardan biri de uluslararası regülasyonlara uyumu, ürünün gerekli güvenlik-performans standartlarını karşılamasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Davlumbazların Çalışma Sistemi

Davlumbazın amacı insanlar ve mobilya, duvar gibi çevresindeki malzemeler için zararlı olan buharı (nemi), dumanı, yağı ve pişirme ile çıkan kötü kokuları ortadan kaldırarak hava kalitesini artırmaktır.

Davlumbaz ürünü pişirme işlemi yapılan her ortamda kullanılmaktadır. Bu ortamlara örnek olarak aşağıdaki kullanım alanları verilebilir [4];

- Ev/Mutfak Alanı
- Restoranlar
- Endüstriyel Mutfaklar
- Açık Hava Barbeküler
- Oteller

Davlumbazların kendi içerisinde çalışma tiplerine ve kurulum (tasarım) tiplerine göre birçok çeşidi vardır. Bunlar;

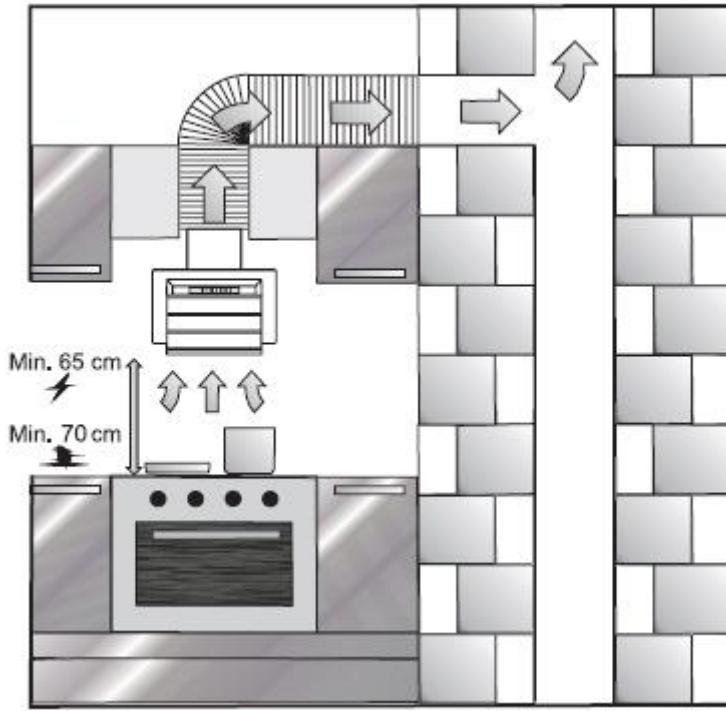
2.1.1. Çalışma tipine göre

Kullanıcı istek ve taleplerine göre farklı çalışma tipindeki ürünlerin kullanılmaktadır. Çalışma tipine göre davlumbazlar 2 ana bölüme ayrılmaktadır.

Bunlar emdiği havayı filtreleyerek aynı ortama geri veren sistemler (Bacasız Kullanım) ve emdiği havayı filtreleyerek dışarı atan sistemlerdir. (Bacalı kullanım)

2.1.1.1. Bacalı kullanım

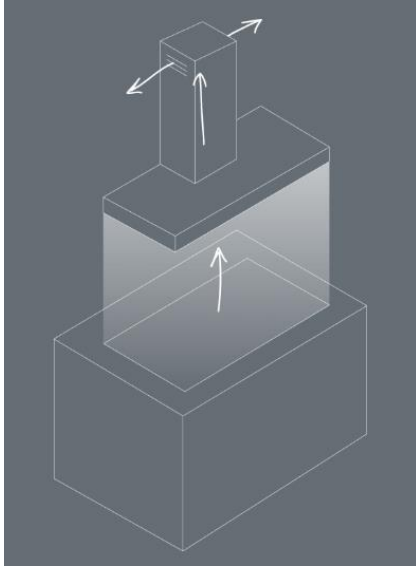
Müşterinin isteklerine, evin fizyolojik yapısına göre genellikle en fazla tercih edilen kullanım türüdür. Bu sistemde şekil 2.1’de görülebileceği üzere ortamdaki emilen hava genellikle tek filtreden geçirilerek dışarıya atılır.



Şekil 2.1. Bacalı kullanım

2.1.1.2. Bacasız kullanım

Genellikle evin yapısının müsait olmadığı, binada baca bağlantılarının olmadığı ya da enerji verimliliği açısından sıcak havanın egzoz olarak direk dışarıya atılması istenilmediği durumlarda kullanılan bir sistemdir. Ortamdan emilen hava şekil 2.2’de görülebileceği üzere yağ filtresi ve karbon filtreden geçirilerek kokudan ve taşıdığı nemden arındırılarak aynı ortama geri verilir.



Şekil 2.2. Bacasız kullanım

2.1.2. Tasarımlarına Göre

Tasarımlarına göre ve satılan pazara göre farklı tipte kategorize edilebilen davlumbazları genel olarak yerleşik davlumbazlar, klasik davlumbazlar, dekoratif davlumbazlar, ada tipi davlumbazlar, tavan tipi davlumbazlar ve tezgâhtan emişli davlumbazlar olarak 6 ana kategoriye ayırabiliriz [3].

2.1.2.1. Yerleşik/gömme tip ürünler

Mutfaklarda dolaba gömülü olarak yerleştirilen, genellikle ürünün çok küçük bir kısmı kullanıcı tarafından görülebilen tipteki cihazlardır. Resim 2.1’de görülebileceği üzere yalnızca ön paneli görünen cihazlardır. Performans bakımından genellikle düşük ve görünüm açısından tercih edilmeyen ürünlerdir. Beyaz eşya sektöründe genel olarak aspiratör ismi ile bilinmektedir.



Resim 2.1. Aspiratör

2.1.2.2. Klasik/rüstik tip ürünler

Köfteci tip davlumbaz olarak bilinen, görsel yönden aspiratörlere göre biraz daha ön planda olan ürünlerdir. Genellikle piramit şeklinde olan ürünün Resim 2.2’de görseli verilmiştir. Performans açısından kullanılan motora göre yüksek performans ya da düşük performanslı/düşük maliyetli ürünler olarak pazarda yerini almaktadır.



Resim 2.2. Klasik davlumbaz

2.1.2.3. Dekoratif tip ürünler

Açılı/dekoratif davlumbaz olarak adlandırabileceğimiz genellikle ön tarafı cam olan daha çok görsel kriterler dolayısıyla tercih edilen ürünlerdir. Resim 2.3’de görseli bulunan ürünlerin genellikle performansları yüksektir.



Resim 2.3. Dekoratif davlumbaz

2.1.2.4. Ada tipi ürünler

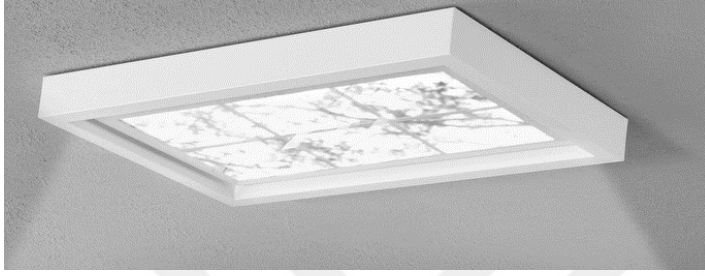
Resim 2.4’de görseli bulunan T model ya da ada tip olarak geçen davlumbazlar ocağın üstündeki alanın neredeyse tamamını kapsayan geniş bir alana etki etmektedir. Her taraftan görülebilen bu ürünler ada tip mutfaklarda kullanım için idealdir. Yüksek performans ve yüksek maliyetli ürünler olmakla beraber kullanım koşullarına göre tercih edilebilmektedir.



Resim 2.4. Ada tip davlumbaz

2.1.2.5. Tavana tipi ürünler

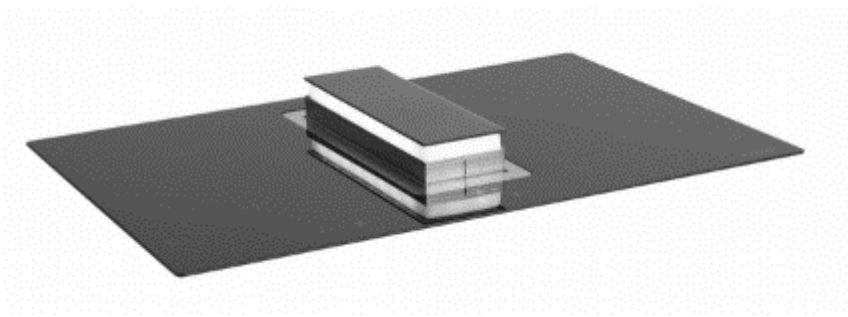
Tavana montaj yapılan genellikle ada mutfaklarda kullanılan davlumbaz tipidir. Maliyetleri oldukça yüksek ürünlerdir. Görsel açıdan kullanıcılara hitap eden bir tasarımda olduğundan özellikle avrupa pazarında sıklıkla kullanılmaktadır. Resim 2.5'deki gibi tavana montaj yapılan ürünler kullanıcı açısından mutfaktaki kullanılabilir alanı da daraltmamaktadır.



Resim 2.5. Tavana tipi davlumbaz

2.1.2.6. Tezgâh üstü davlumbazlar

Ocak ile birleşik olarak kullanılabilen ürünlerdir. Ocaktan pişen yemek sonrası oluşan koku ve nemi resim 2.6'da görebileceğiniz orta noktadan taraftan emerek filtreleme sağlamaktadır. Maliyetleri çok yüksek ürünler olmakla beraber, sessiz bir kullanım sunması ve tasarımsal özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir.



Resim 2.6. Tezgâh üstü davlumbaz

2.2. Davlumbazlarda Kullanılan Elektrik Motorlar Türleri

Elektrik motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren, sabit (Stator) ve kendi çevresinde dönen (Rotor) olmak üzere iki ana parçadan oluşan cihazlardır. Bu parçalar da elektrik akımını ileten sargılar, manyetik akıyı ileten parçalar ve vida gibi konstrüksiyon parçaları olma üzere tekrar alt bölümlere ayrılır.

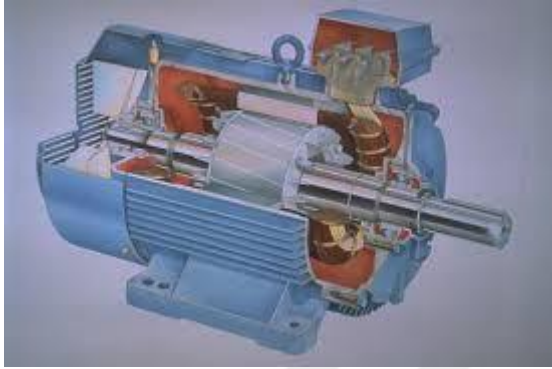
Mıknatısın zıt kutuplarının birbirini çekmesi, aynı kutupların birbirini itmesi ilkesi ile çalışan ve elektromıknatısı oluşturan bobin, bu aletlerin yapısındaki başka mıknatıslarla etkileşir. Bu mıknatıslardan biri elektromıknatısa itme kuvveti uygularken, diğer mıknatıs çekme kuvveti uygular böylece birbirine zıt yönde kuvvetlerin etkisi altında kalan bobin dönme hareketi yapmaya başlar. Bu hareketi yapan cihaz bir elektrik motoru/makinesi adını almış olmaktadır

Elektrik motorları birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mutfaklarımızda kullandığımız beyaz eşyalardan, küçük ev aletlerinden tutun da oyuncaklardan, ağır sanayiye kadar benzer motorlar kullanılmaktadır.

Davlumbazlarda kullanılan elektrik motorları tasarım ve performans matrisine göre farklı tiplerde, karakteristiklerde olmakla beraber genel olarak bir fazlı yardımcı sargılı asenkron alternatif akım elektrik motorları ve fırçasız doğru akım motorları kullanılmaktadır.

2.2.1. Alternatif akım elektrik motorları (AC)

Alternatif akım elektrik motorları stator sargılarından aldığı elektrik enerjisini rotor kısmına ileterek dönme hareketi yapar. Dönme hareketini mekanik enerjiye çeviren elektrik makinesine alternatif akım elektrik motoru denir. AC motorlar özellikle davlumbazlarda ve hava sirkülasyon sistemlerinin olduğu uygulamalarda yaygın olarak kullanılır.



Şekil 2.3. AC motor

Şekil 2.3’de görebileceğiniz AC motorlar aynı zamanda asenkron motor olarak da adlandırılmaktadır. AC motorlar sürekli olarak bakım gerektirmezler, yük altında devir sayıları değişmez, hız kontrol devrelerinin devir sayılarının istenildiği gibi rahat bir şekilde ayarlanabilir ve maliyetlerinin daha ucuz olması sebebiyle tercih edilmektedirler.

2.2.1.1. Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor

Bir fazlı asenkron motorlar genellikle üç fazlı kaynakların olmadığı yerlerde bir fazdan beslenen motorlarıdır. Genellikle 2 kW altındaki güçlerde üretildiklerinden evlerde ve küçük işletmelerde yaygın olarak kullanılırlar. Tek sargı ile bir fazlı asenkron motorlarda dönme alanı meydana gelmemektedir. Yardımcı bir sargıya ihtiyaç duyulmaktadır. Sargılar bundan dolayı oluklara 90° açı ile yerleştirilip ana sargı ile birbirine paralel olarak bağlanırlar. Rotor oluk sayısı genellikle stator oyuk sayısından daha az sayıda tasarlanarak motor ilk kalkışının kolaylaştırılması sağlanır [12]. Paralel bağlı bu sargılara bir fazlı gerilim uygulandığı zaman, gerilim aynı fazda olduğu için meydana gelen manyetik alan da aynı fazda olmuş olur. Bununla birlikte ana ve yardımcı sargı arasında yapay olarak bir faz farkı meydana gelir. Bir fazdan iki faz oluşturularak bir döner alan meydana getirilir. İlk kalkmada yardımcı sargı,

ana sargının manyetik alanını destekler. Bir fazlı AC elektrik motorları normal devrine yaklaştıkça, yardımcı sargı, ana sargı ve rotor üstünde ters bir etki yaratır. Normal çalışmayı sağlamak için yardımcı sargı devreden çıkartılır. Eğer yardımcı sargı devreden çıkmaz ise, ince kesitli yardımcı sargı fazla akım çekeceğinden dolayı ısınır ve yanar. Bir fazlı asenkron motorlar genel olarak, yardımcı sargı bir-fazlı asenkron motor, yol verme kondansatörlü bir-fazlı asenkron motor, daimi kondansatörlü bir-fazlı asenkron motor, çift kondansatörlü bir-fazlı asenkron motor olarak 4 gruba ayrılır [28]. Bu çalışmamızda gölge kutuplu tek fazlı motor ve kapasitif tek fazlı motorların analizleri yapılmıştır. Kapasitif motorlar, çok düşük ses ve uzun ömürlü, davlumbaz ve mutfak havalandırma sistemleri için tasarlanmıştır.

2.2.2. Doğru akımlı elektrik motoru (DC)

Doğru akım motorları elektrik enerjisini, mekanik enerjiye çeviren elektrik makinesidir. Buna bağlı olarak doğru akım makinesi, doğru akım jeneratörü ya da doğru akım motoru olarak da çalıştırılabilir.



Resim 2.7. DC motor

Doğru akım motorları, sabit mıknatıslı ve elektro mıknatıslı biçimde üretimleri yapılabilir. Resim 2.7'de örnek bir görseli bulunan elektro mıknatıslı ve sabit mıknatıslı arasında endüktör dışında yapıları açısından farklılık yoktur. Doğru akım motorları, duran ve dönen kısımlardan oluşur. Duran kısım stator, dönen kısım ise rotordur.

2.2.2.1. Fırçasız doğru akım motorları (BLDC)

Fırçasız Doğru Akım motorları günümüzde, endüstriyel uygulamaların çoğunda, özellikle otomotiv sektörü, uzay teknolojileri, bilgisayar teknolojileri, robotik uygulamaları ve ev ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu motorlar, yüksek moment/akım ve yüksek moment/eylemsizlik oranına sahiptir. Ayrıca Fırçasız DC motorların, sağlam yapı, yüksek verim ve yüksek güvenilirlik gibi üstünlükleri vardır [11]. Bu motorlarda elektrik gücü iletimi, fırça ve kolektör yerine elektronik anahtarlar ile sağlanır. Böylece ark olayı önlenmiş olur. Motor, yüksek hızlara ulaşabilir. Kaynak gerilimleri düşüktür. Yaygın olarak kullanılan kaynak gerilimi 24 voltur.



Resim 2.8. Fırçasız DC motor

Hassas hız kontrolü, yüksek verim ve uzun ömürlü olması bu motoru yaygın olarak kullanılır hâle getirmiştir. Uygun sürücüler yardımıyla hız, moment ve devir yönü kontrol edilebilir. Küçük boyutlarda üretilebilir. Verim, hız ve moment gibi faktörler dikkate alındığında alternatif akım motorlarına göre üstünlükler gösterir. En önemli dezavantajı, ekstradan yarı iletken malzeme ve sensörler gerektirmesidir. Böylece motorun maliyeti artmaktadır.

3. METOT

3.1. Davlumbazlarda Enerji Verimliliği

Dünyada sürekli olarak artan enerji ihtiyacı ve bu enerji ihtiyacını karşılamak üzere kısıtlı Dünya kaynakları göz önüne alındığında enerji verimliliği kavramı bir anda önem kazanmaktadır. Endüstride ve ev kullanımında insanlar daha verimli, daha az enerji harcayan cihazlara yönelmektedirler. Evlerimizde sürekli olarak kullandığımız cihazların enerji harcamaları düşünüldüğünde yüksek verimli cihazlara yönelen tüketiciler, üretici firmaların bu konuda birbiriyle rekabet etmesine ve devamlı daha verimli ürünler üretmeye zorlanmaktadır.

Artan enerji ihtiyacı ve tasarruf tedbirleri gereği uluslararası komisyonlar, devletler, kurumlar anlaşarak regülasyonlar yayınlamakta ve verimsiz, düşük enerji sınıflı ürünlerin satışını yasaklamaktadır. Böylece hem küresel ısınmanın önüne geçilmekte hem de enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Davlumbazlar da son yıllarda mutfaklarımızın vazgeçilmez cihazları haline gelmiş ve enerji tüketimleri de buna paralel olarak önem kazanmaya başlamıştır. Davlumbazların hava temizleme ve egzoz havasını düşürme özellikleri düşünüldüğünde, şartlandırılmış hava egzozunu azaltabilme özelliği ile mutfakta yapılacak toplam ısıtma, soğutma, havalandırma, işlemlerinin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinde %50' ye varan tasarruflar sağlanabilir [9].

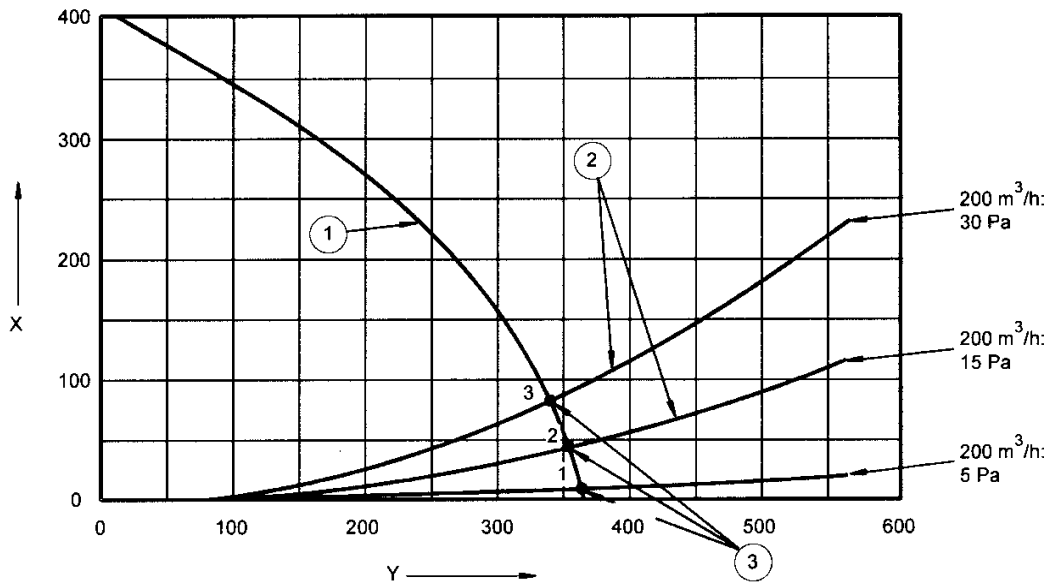
Bununla birlikte ortak havalandırma sistemleri ile kullanılan ya da uygun olmayan yüksek/düşük performanslı ürün kullanımı sunan davlumbaz uygulamaları enerji tasarrufunu ortadan kaldırdığı gibi mutfaktaki sunum kalitesini bozabilir veya çeşitli rahatsızlık ve kazaların sebebi olabilir [9].

Davlumbazlarda enerji verimliliğinin ve istenilen performansın sağlanması işte bu denli önemli bir noktaya ayak basmaktadır. Dünya'daki insan nüfusu, mutfak sayısı ve kullanılan davlumbazlar düşünüldüğünde makro ölçekte enerji sarfiyatının ciddi bir kısmını kapsamış olmaktadır. Enerji verimliliği ile ilgili önlemlerin bir an önce alınması gerekmektedir. Çünkü bugün enerji verimliliği ile ilgili yapılmaktan kaçınılan veya yapılmayan her 1 ABD dolarlık

yatırım, 2020 yılından sonra yüksek emisyon oranlarını dengeleyebilmek için 4.3 ABD dolarına denk gelecek seviyededir. [11].

3.2. Ev Tipi Aspiratörler İçin Enerji Verimliliği Ölçümü ve Hesabı

Davlumbazlarda ve aspiratörlerde enerji verimliliği testleri TS EN 61591 standardının belirlediği çalışma koşullarına göre hava tüneli/debi basınç test cihazında yapılmaktadır. Davlumbazın filtreleri takılı bir biçimde ve ürünün sırası ile farklı basınç noktalarındaki debi değerleri ölçülerek debi - basınç eğrisi çıkarılmaktadır.



Şekil 3.1. Debi-basınç eğrisi

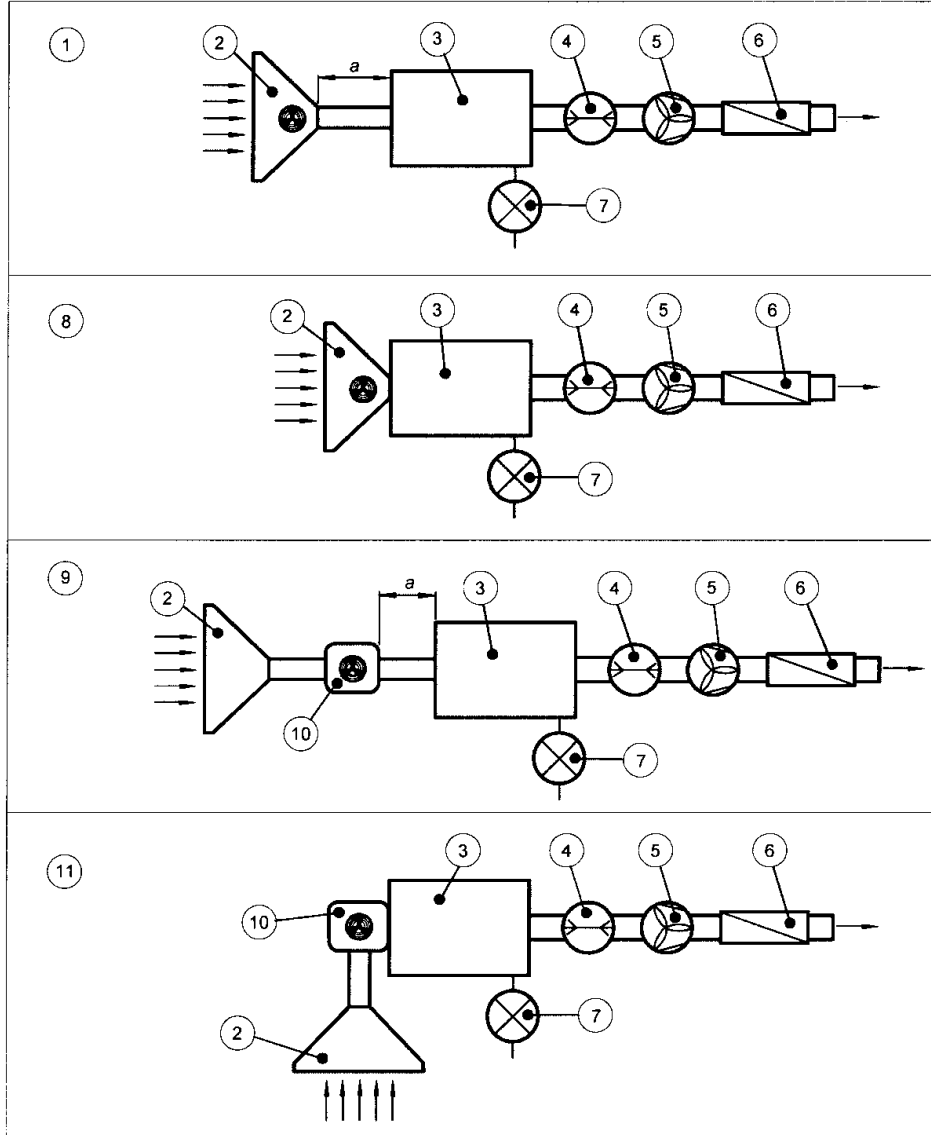
Deneyle, önemli derecede hava akımı olmayan bir odada yapılır. Odanın ortam sıcaklığı, $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ olması gerekmektedir. Davlumbaz, $\% \pm 1$ tolerans ile beyan geriliminde beslenir.

Debi basınç grafikleri değerlendirilirken davlumbazın en verimli noktasındaki güç ve debi değerleri alınarak işlem yapılmaktadır. Debi basınç grafiklerinde harcanan güç ve debi eğrisinin FDE hesaplamasında en yüksek değeri en verimli noktasını oluşturmakta ve enerji sınıfının belirlenmesinde en temel noktayı oluşturur.

Debi Ölçümleri yapılırken cihazın tipine göre birden fazla metot kullanılabilir. Temelinde hepsi aynı olmasına rağmen ölçülen cihazın performansını belirlemek için en uygun ölçüm

yöntemi kullanılmalıdır. Ölçümler regülasyon ve standartlarda belirtilen şekilde yapılmalıdır.

Standartta belirtilen yöntemleri aşağıdaki bağlantı şekillerinde görebilirsiniz.



Şekil 3.2. Debi - basınç ölçüm yöntemleri

Şekilde a ölçüsü boru çapının 5 katını ifade ederken, 1 numara ile işaretli şekilde dahili vantilatöre sahip emici davlumbaz için olan test düzeneğini görmekteyiz. 8 numara ile gösterilen davlumbaz dahili vantilatöre sahip süzücü davlumbazı, 9 numaralı test düzeneği ise bina içinde kullanılan haricî vantilatöre sahip olan davlumbazı, 11 numaralı düzenek ise

bina dışında kullanılan haricî vantilatöre sahip olan davlumbazın test düzeneğini ifade etmektedir.

Düzenekte 2 numara davlumbazı, 3 numara basınç dengeleme bölgesini, 4 numara hava akış ölçülmesi için gerekli olan delikli levhayı, 5 numara yardımcı vantilatörü, 6 numara yönlendiriciyi, 7 Numara statik basınçölçeri ve 10 numara ise harici vantilatörü ifade etmektedir.

Davlumbazların ölçümlerinde tasarımlarına göre farklı ölçüm metotları kullanılmaktadır. Yalnız bu çalışmada motorların performans analizlerini yaparken aynı koşullarda değerlendirmek için ölçümlerini 1 Numaralı düzeneğe göre yaptık. Ölçümlerde kullanmış olduğumuz düzenek ILK Dresden tarafından üretilen yaklaşık 35 m^3 ila 2700 m^3 hava akış aralığı ve -5 kPa ile 5 kPa basınç aralığında ölçüm yapabilen debi basınç cihazıdır.

Ölçümlerde standartta uygun olarak 230 V besleme voltajı ile ürünler ölçülmüştür.



Resim 3.1. Debi basınç test düzeneği

Laboratuvarda ölçümler yukarıdaki düzenekte ve bağlantı şekli ile yapılmıştır. Debi basınç ölçümlerinde en doğru sonucu veren cihazlardır. Ayrıca laboratuvarda ölçüm yeterliliği analizleri yapılarak diğer laboratuvarlardaki sonuçlar ile de karşılaştırma deneyleri yapılmaktadır.

3.3. Enerji Verimlilik Endeksinin (EEl_{hood}) Hesaplanması

Enerji verimliliği indeksi aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmakta olup, ev tipi aspiratörün Standart yıllık enerji tüketimi formülde $SAEC_{hood}$ olarak adlandırılmaktadır. Bu değer kWh/a cinsinden hesaplanmakta ve ilk ondalık değere yuvarlanmaktadır. Ev tipi aspiratörün yıllık enerji tüketimi AEC_{hood} olarak adlandırılmaktadır. Bu değer de aynı şekilde kWh/a cinsinden hesaplanarak ilk ondalık değere yuvarlanmaktadır.

$$EEl_{hood} = \frac{AEC_{hood}}{SAEC_{hood}} \times 100 \quad (3.1)$$

Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aspiratörün Standart Yıllık Enerji Tüketimi ($SAEC_{hood}$) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$SAEC_{hood} = 0,55 \times (W_{BEP} + W_L) + 15,3 \quad (3.2)$$

Ev tipi aspiratörün en iyi verimlilik noktasındaki elektrik gücü W_{BEP} adlandırılmaktadır. Bu değer Watt cinsinden hesaplanır ve en yakın ondalık haneye yuvarlanır. Ev tipi aspiratörün pişirme yüzeyi üzerindeki aydınlatma sisteminin elektrik gücü W_L olarak adlandırılır. Watt cinsinden hesaplanır ve en yakın ondalık haneye yuvarlanır. Ev tipi aspiratörlerin Yıllık Enerji Tüketimi (AEC_{hood}) aşağıdaki şekilde hesaplanır:

Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aspiratörler için:

$$AEC_{hood} = \frac{(W_{BEP} \times (t_H \times f) + W_L \times t_L)}{60 \times 1000} \times 365 \quad (3.3)$$

Formülde dakika cinsinden ifade edilen gün bazındaki ortalama aydınlatma t_L değeri regülasyon gereği 120 olarak kabul edilmektedir. Yani bir davlumbazın günde 120 dk boyunca lambası yanıyor demektir. Dakika cinsinden ifade edilen gün bazındaki ortalama çalışma süresi t_H değeri regülasyon gereği 60 olarak kabul edilmektedir. Bu bir davlumbazın günde ortalama 60 dk boyunca çalıştığı anlamına gelmektedir. Ev tipi aspiratörün kapalı moddaki elektrik gücü P_o olarak ifade edilir. Watt cinsinden hesaplanır ve en yakın ondalık değere yuvarlanır. Ev tipi aspiratörün hazır bekleme durumunda elektrik gücü P_s olarak ifade edilir. Watt cinsinden hesaplanır ve en yakın ondalık haneye yuvarlanır. Regülasyonda

belirtilen zaman artış faktörü f olarak ifade edilir. Formül 4'de belirtildiği gibi hesaplanır ve ilk ondalık değere yuvarlanır [6].

$$f = 2 - (FDE_{hood} \times 3,6)/100 \quad (3.4)$$

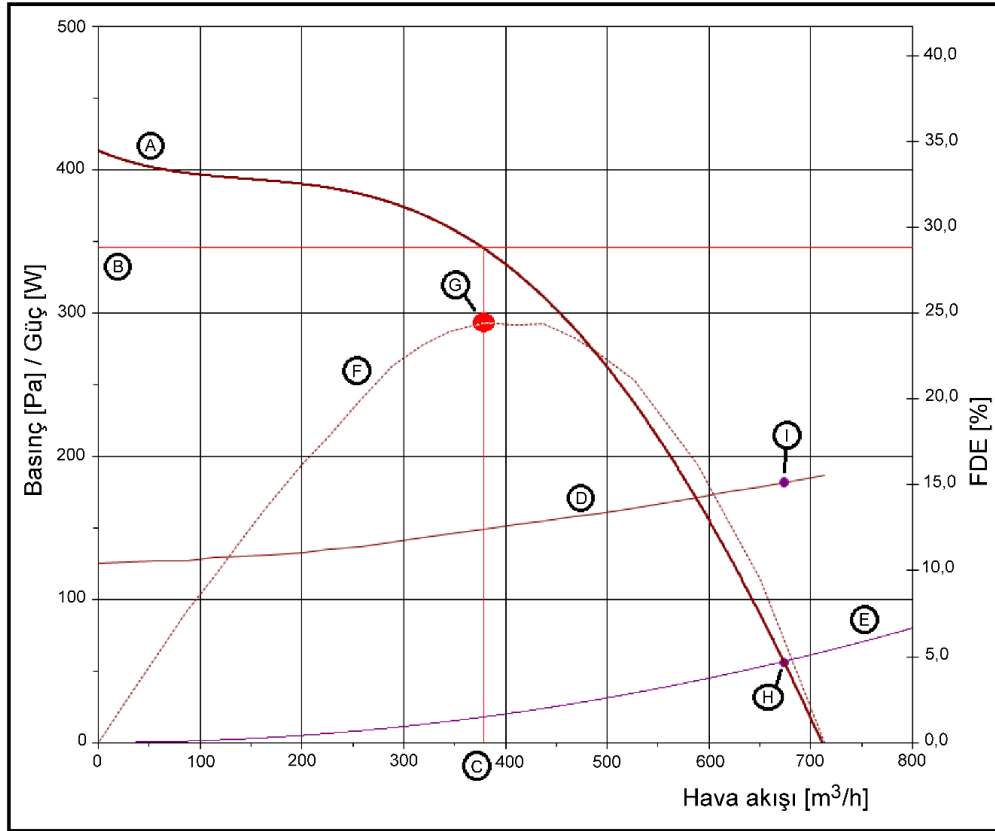
3.4. Sıvı Dinamiği Endeksinin (FDE_{hood}) Hesaplanması

FDE sıvı dinamiği endeksi olarak adlandırılmaktadır. Davlumbaz enerji verimliliği için çok önemli bir parametredir. FDE sınıfına göre enerji verimlilikleri ciddi oranda değişmektedir. Sıvı dinamiği endeksi formül 5 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$FDE_{hood} = \frac{Q_{BEP} \times P_{BEP}}{3600 \times W_{BEP}} \times 100 \quad (3.5)$$

Formülde ev tipi aspiratörün en iyi verimlilik noktasındaki hava akımı Q_{BEP} olarak adlandırılmakta ve m^3/h cinsinden hesaplanarak en yakın ondalık değere yuvarlanmaktadır. Ev tipi aspiratörün en iyi verimlilik noktasındaki statik basınç farkı P_{BEP} olarak adlandırılmakta ve Pa cinsinden hesaplanarak en yakın tam sayıya yuvarlanır. En iyi verimlilik noktasındaki elektrik gücü W_{BEP} olarak ifade edilmektedir. Watt cinsinden hesaplanır ve en yakın ondalık değere yuvarlanır [6].

Debi Basınç ölçümleri sonucu ulaşılan grafikte en verimli noktalar aşağıdaki gibi belirlenmektedir.



Şekil 3.3. Akışkanın en verimli noktadaki (BEP) dinamik verimliliğinin (FDE) belirlenmesi

Şekil 3.3'e bakacak olursak değerlendirmemizi şu şekilde oluşturabiliriz; A ile gösterilen kısım Basınç/hava akış eğrisini oluşturmaktadır. B noktası en verimli noktadaki basıncı (BEP'teki P), C noktası en verimli noktadaki debiyi (BEP'teki Q) ifade etmektedir. D elektrik güç eğrisini, F, FDE eğrisini ve G en verimli çalışma noktasını ifade etmektedir. I çalışma noktasındaki elektrik gücünü göstermektedir.

3.5. Enerji Verimlilik Sınıflarının Belirlenmesi

Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aspiratörlerin enerji verimlilik sınıfları yayınlanan regülasyonlarla belirlenmektedir. Bu etiketlemeler kullanılırken aşağıda yer alan çizelgedeki değerler esas alınır;

Çizelge 3.1. Ev tipi aspiratörlerin enerji verimlilik sınıfları

Enerji Verimliliği Sınıfı	Enerji Verimliliği Endeksi (EEI _{hood})			
	Etiket 1	Etiket 2	Etiket 3	Etiket 4
A+++ (en verimli)	EEIhood < 30			
A++	EEIhood < 37		30 ≤ EEIhood < 37	
A+	EEIhood < 45		37 ≤ EEIhood < 45	
A	EEIhood < 55	45 ≤ EEIhood < 55	45 ≤ EEIhood < 55	45 ≤ EEIhood < 55
B	5 ≤ EEIhood < 70	5 ≤ EEIhood < 70	55 ≤ EEIhood < 70	55 ≤ EEIhood < 70
C	70 ≤ EEIhood < 85	70 ≤ EEIhood < 85	70 ≤ EEIhood < 85	70 ≤ EEIhood < 85
D	85 ≤ EEIhood < 100	85 ≤ EEIhood < 100	85 ≤ EEIhood < 100	EEIhood ≥ 85
E	100 ≤ EEIhood < 110	100 ≤ EEIhood < 110	EEIhood ≥ 100	
F	110 ≤ EEIhood < 120	EEIhood ≥ 110		
G (en az verimli)	EEIhood ≥ 120			

Enerji etiketlerinin kullanımı ile ilgili regülasyonda belirtilen aralıklar sürekli olarak üreticileri zorlayarak daha verimli ürünler üretilmesi amaçlanmaktadır. Bunun sonucunda enerji verimliliği sağlanarak enerji ihtiyacının azaltılması amaçlanmaktadır. Belirlenen tarihlerde hangi etiketin kullanımdan kalkacağı ve daha verimli ürünler üretilmesi için hangi enerji sınıfındaki ürünlerin Avrupa’da satılabileceğinin belirlenmiş olduğu bu regülasyonda Çizelgede de görebileceğimiz üzere EEI değeri düşük olan ürünlerin kullanımı arttırılması amaçlanmaktadır. 1 Temmuz 2015 tarihinden itibaren G sınıfı ürünlerin kullanımdan kalkacağını, 20 Şubat 2017 tarihinden itibaren F sınıfı ürünlerin EEI_{hood} değerinin en fazla 110 olması gerektiğini ve 20 Şubat 2019 tarihinden itibaren de 2,3 numaralı etiketin kalkması gerektiği ve ürünlerin daha verimli olan en az D sınıfı ürün olması gerektiğine dair regülasyon yayınlanmıştır. Olması gereken EEI değerleri ve FDE değerlerinin regülasyon geçişlerini aşağıdaki çizelgede görebilirsiniz [5].

Çizelge 3.2. Regülasyonun uygulanacağı tarihler

Tarih	EEIhood	FDEhood
1 Temmuz 2015	$EEIhood < 120$	$FDEhood > 3$
20 Şubat 2017	$EEIhood < 110$	$FDEhood > 5$
20 Şubat 2019	$EEIhood < 100$	$FDEhood > 8$

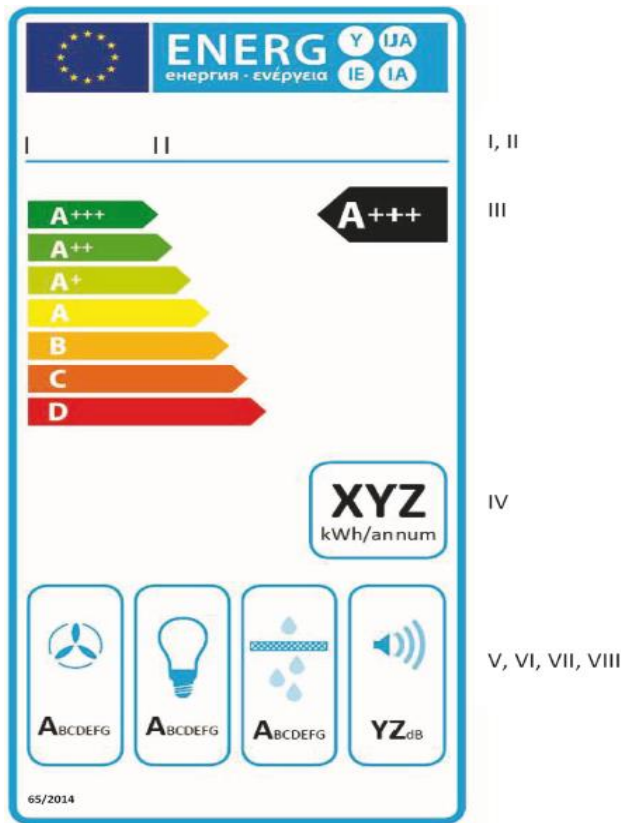
Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aspiratörlerin akışkanlar dinamiği verimliliği sınıfları aşağıdaki çizelgede yer alan Sıvı Dinamiği Endeksine (FDE_{hood}) göre tespit edilir [5].

Çizelge 3.3. Ev tipi aspiratörlerin akışkan dinamiği verimlilik sınıfları

Akışkan Dinamiği Verimlilik Sınıfı	Akışkan Dinamiği Verimliliği (FDEhood)
A (en verimli)	$FDE_{hood} > 28$
B	$23 < FDE_{hood} \leq 28$
C	$18 < FDE_{hood} \leq 23$
D	$13 < FDE_{hood} \leq 18$
E	$8 < FDE_{hood} \leq 13$
F	$4 < FDE_{hood} \leq 8$
G (en az verimli)	$FDE_{hood} \leq 4$

3.6. Enerji Verimlilik Sınıflarının Etiketlenmesi/Gösterimi

Enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar sonucu üreticinin yapmakla yükümlü olduğu bazı durumlar ortaya çıkmaktadır. Bunlardan bazıları performans ölçümlerinin deklarasyonu, bu deklarasyonların regülasyonlara uygunluğu ve ürün ile birlikte verilmesi gereken bir enerji etiketi/dokümanın bulunmasıdır. Enerji etiketlemelerinin de regülasyona uygun olarak yapılması gerekmektedir. Deklare edilen sayısal bilgilerin yanı sıra bu etiketlerin en, boy, renk gibi kozmetik özelliklerinin de regülasyona uygun olması gerekmektedir.



Şekil 3.4. Enerji etiketi

Enerji Etiketlemelerinde regülasyona göre yazılması gereken bazı bilgiler bulunmaktadır. Bunlar ürünü piyasaya süren firmanın isim veya ticari unvanı (I), ürün modeli (II), enerji sınıfı (III), yıllık enerji tüketimi (AEC_{hood}) (IV), sıvı dinamiği endeksi (V), hesaplanan aydınlatma verimliliği sınıfı (VI), yağ süzme verimliliği sınıfı (VII), ses değeri (VIII) [6].

4. DENEY VE BULGULAR

4.1. Davlumbaz Motorlarının Performans Ölçümleri Analizi

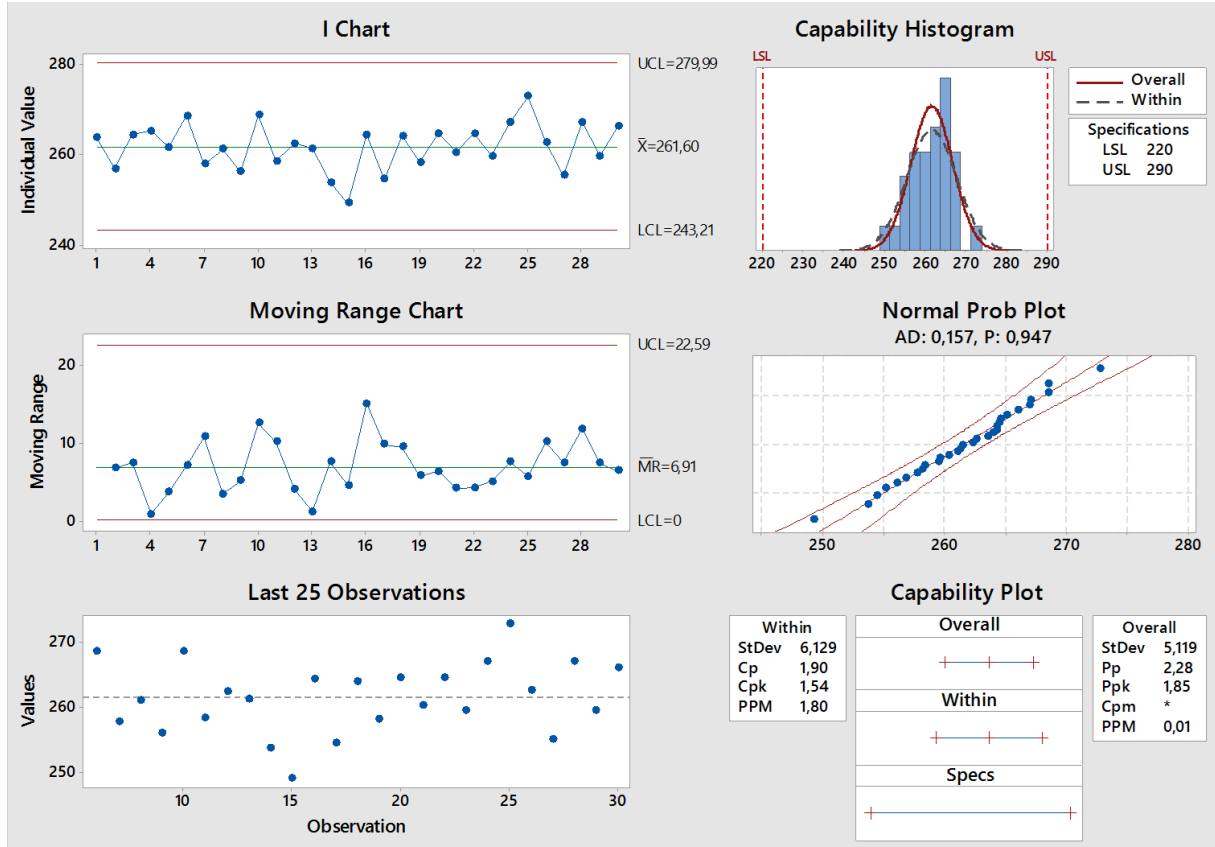
Performans ölçümlerinin istatistiksel olarak analiz edilmesi ve %95 güven aralığında doğru sonuçlar verebilmesi için en az 30 numune üzerinde arka arkaya ölçüm almak gerekmektedir [18]. Bu çalışmada da her bir davlumbaz motoru için en az 30 numune olmak üzere performans ölçümleri yapılmış olup, performans ölçümleri sonucunda CPK değerleri hesaplanmıştır. Alt ve üst kabul limitleri girilerek motor performanslarının birbiri içinde (Parti ve model) dağılımını her bir motor için analiz edilmiştir.

4.1.1. KX25 motor performansı ölçümü ve analizi

KX25 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK değerinin 1,54 seviyelerinde olduğunu hesapladık. Ölçümlerimizde ortalama debisinin 260 m³/h olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 9,6 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.1. KX25 bloklı motor



Resim 4.2. KX25 motor performansı analizi

I Chart ile gösterilen \bar{X} : ortalama debi değerini ve aynı grafikte üst kontrol (UCL) ve alt kontrol (LSL) limitlerini görebiliriz. Histogram grafiğinde debi değerlerinin dağılımını, sınıflandırılmasını ve yine alt (LCL) ve üst kontrol (UCL) aralıklarının yığılmış şekilde gösterimi bulunmaktadır. Moving Range Chart grafiğinde birbirini takip eden motor ölçümlerinin arasındaki fark tespit edilmektedir. Grafik aradaki farkı sayısal olarak ifade etmektedir. Proseste ölçümlerin doğru yapıldığının ve bir bakıma prosesin yeterli olduğunun analizi ve gösterimi için Normality Plot kullanılmıştır. Normality plot ölçülen değerlerin istenilen limit aralığında ve toleransta olduğunu görebiliriz.

Analiz sonucu motor CPK değerlerinin minimum 1,33 olması gerekmektedir. Bu analiz sonuçlarını incelediğimizde motor üretiminin 6 Sigma seviyesinde olduğunu görmekteyiz. Bu sonuçlar, motorları performans anlamında incelediğimizde bizim için oldukça yeterli ve hata oranının çok düşük olduğunu göstermektedir.

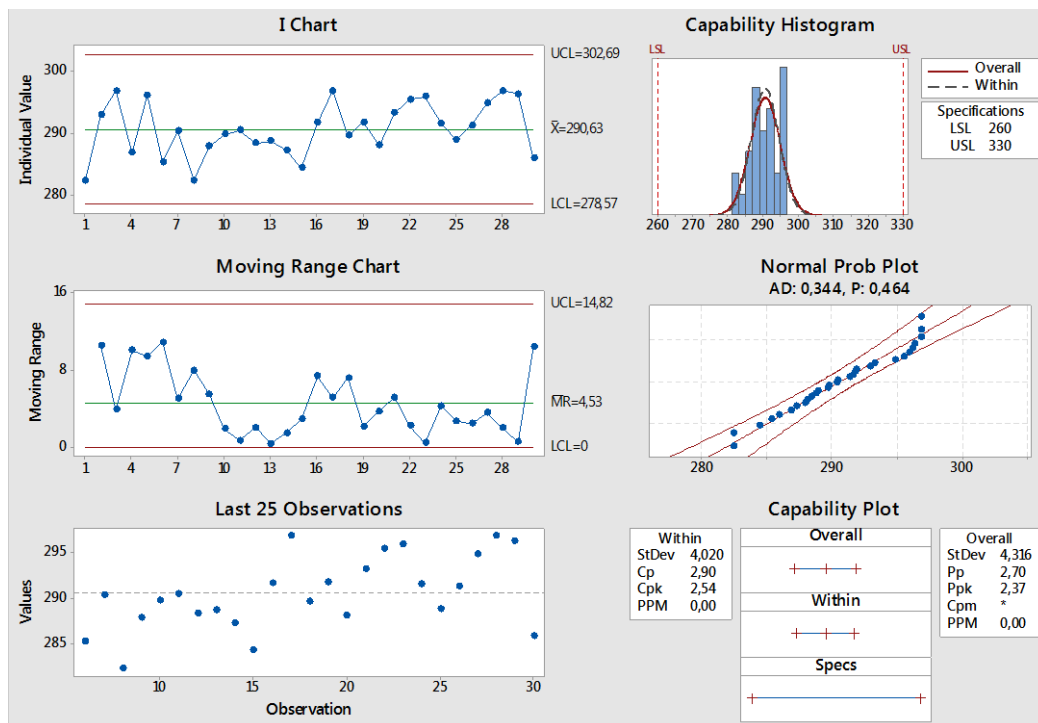
4.1.2. KX33 motor performansı ölçümü ve analizi

KX 33 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 2,54 seviyelerinde olduğunu hesapladık.



Resim 4.3. KX33 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $290 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 9,3 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.4. KX33 motor performansı analizi

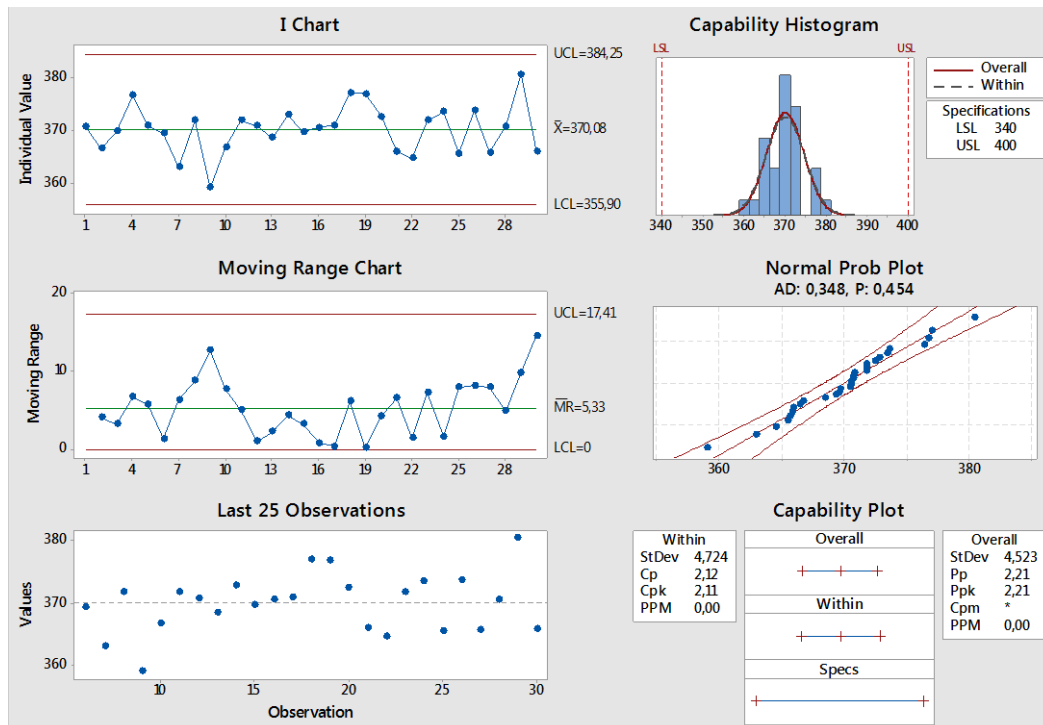
4.1.3. KX370 motor performansı ölçümü ve analizi

KX 370 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 2,11 seviyelerinde olduğunu hesapladık.



Resim 4.5. KX370 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $370 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 15,4 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.6. KX370 motor performansı analizi

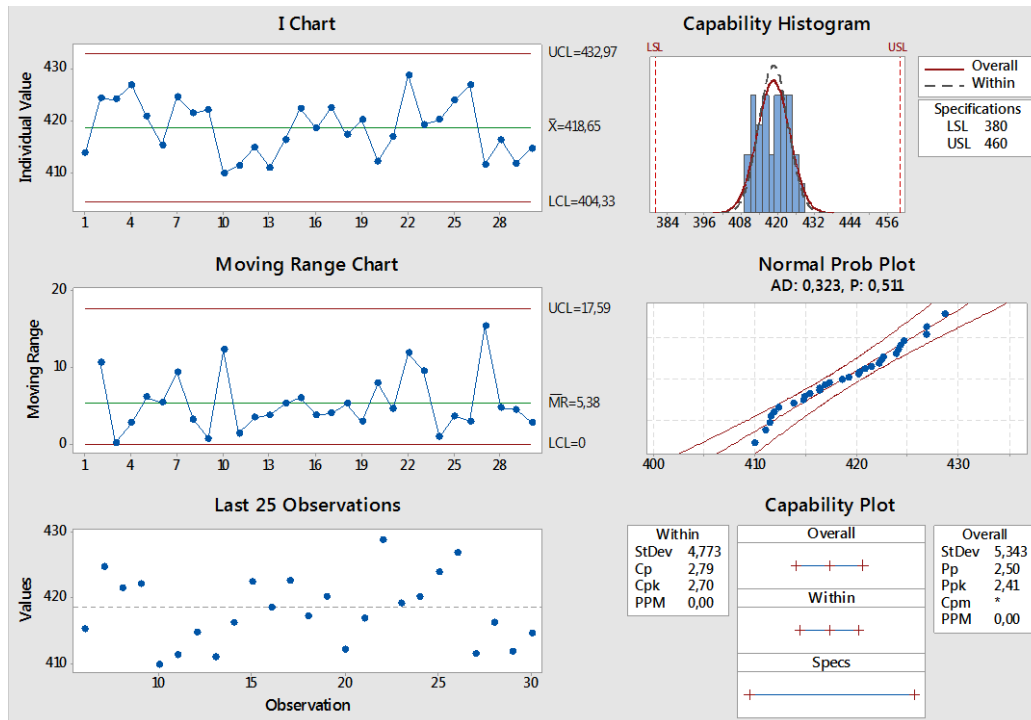
4.1.4. KX450 motor performansı ölçümü ve analizi

KX 450 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınır 2,7 seviyelerinde olduğunu hesapladık.



Resim 4.7. KX450 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $420 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 26,6 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.8. KX450 motor performansı analizi

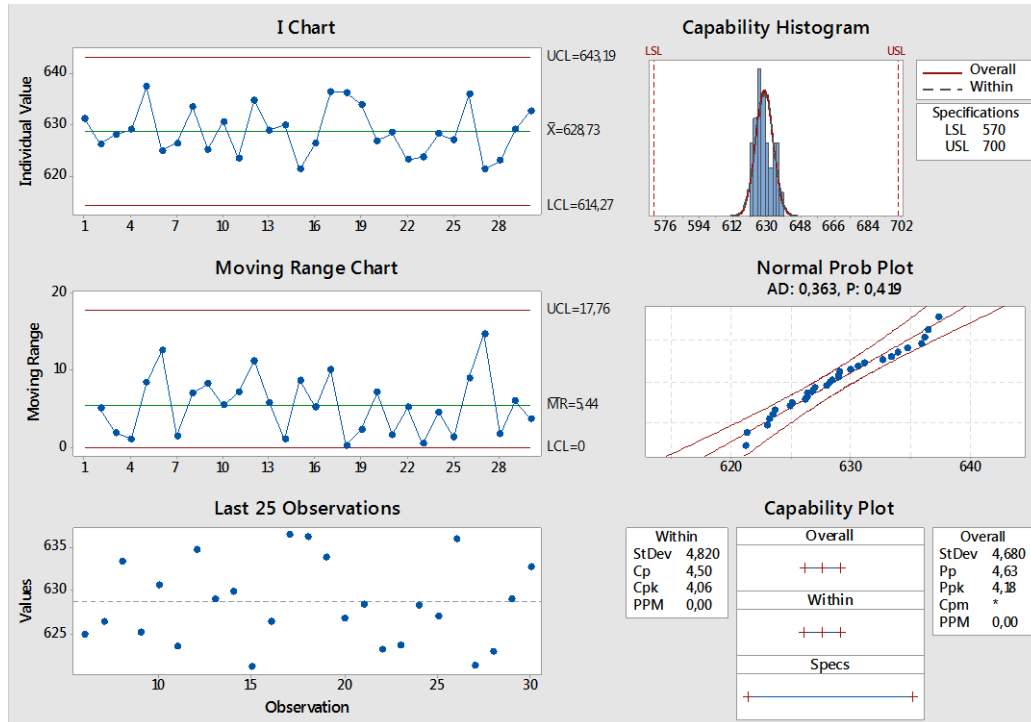
4.1.5. KX650 motor performansı ölçümü ve analizi

KX 650 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 4,06 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.9. KX650 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $630 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 35,2 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.10. KX650 motor performansı analizi

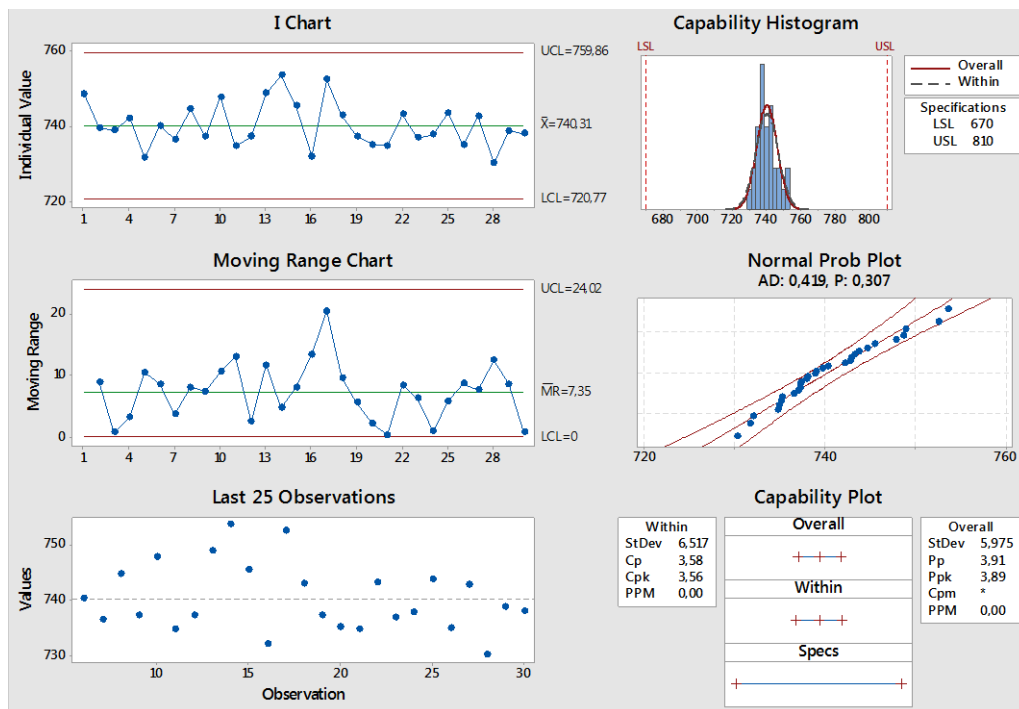
4.1.6. KX800 motor performansı ölçümü ve analizi

KX800 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 3,56 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.11. KX800 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $740 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 37,2 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.12. KX800 motor performansı analizi

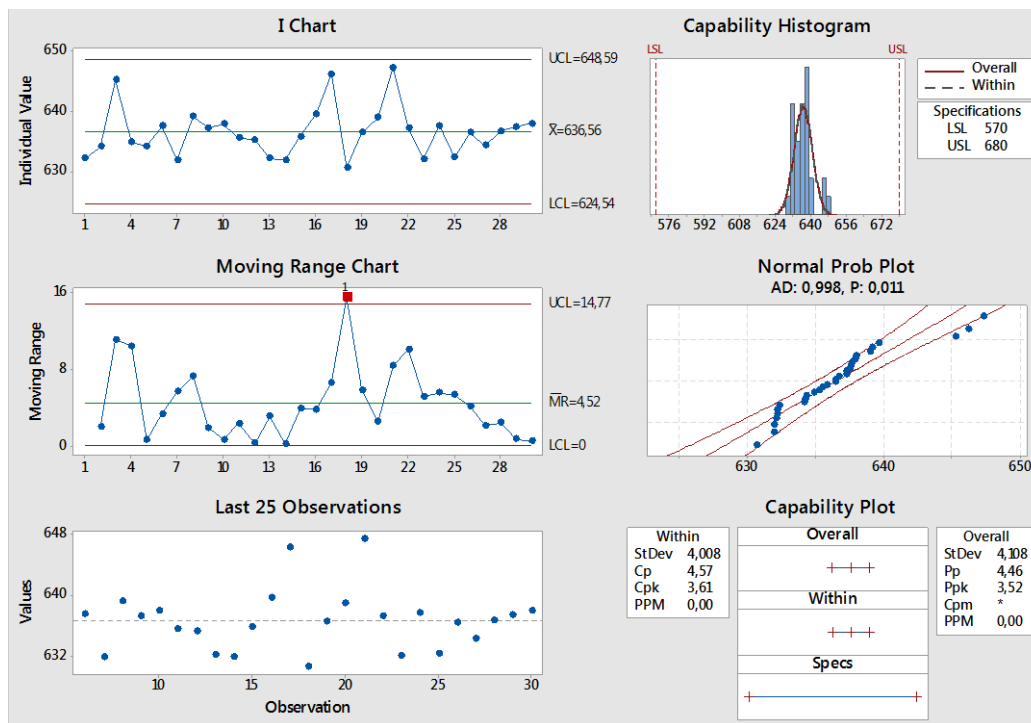
4.1.7. X35 motor performansı ölçümü ve analizi

X35 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 3,61 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.13. X35 bloklü motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $637 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 17,4 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.14. X35 motor performansı analizi

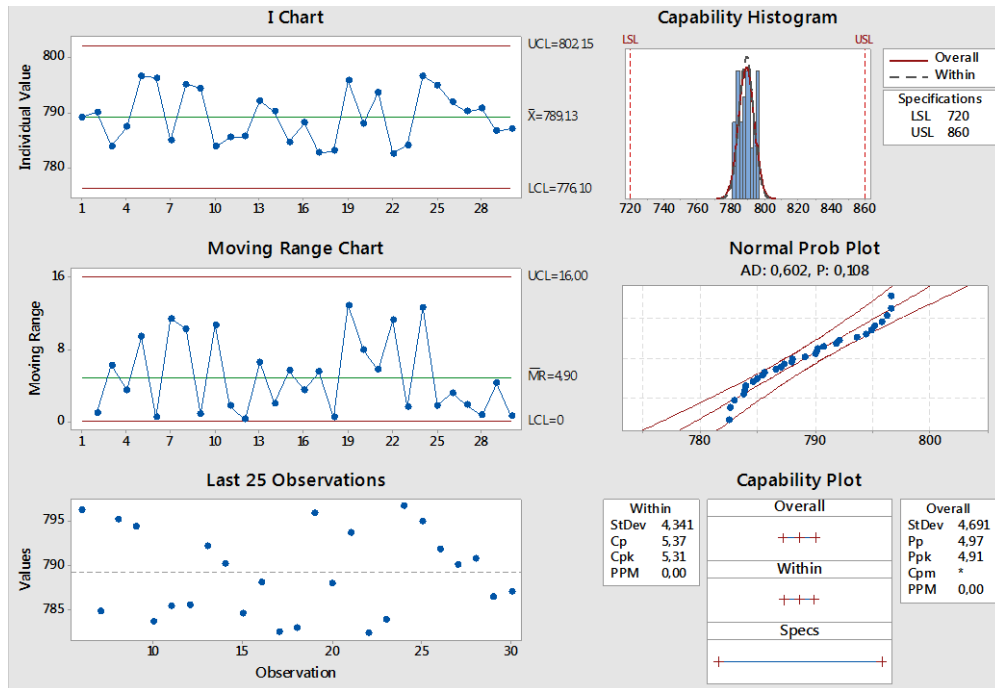
4.1.8. X40 motor performansı ölçümü ve analizi

X40 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınır 5 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.15. X40 bloklü motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $790 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 28,5 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.16. X40 motor performansı analizi

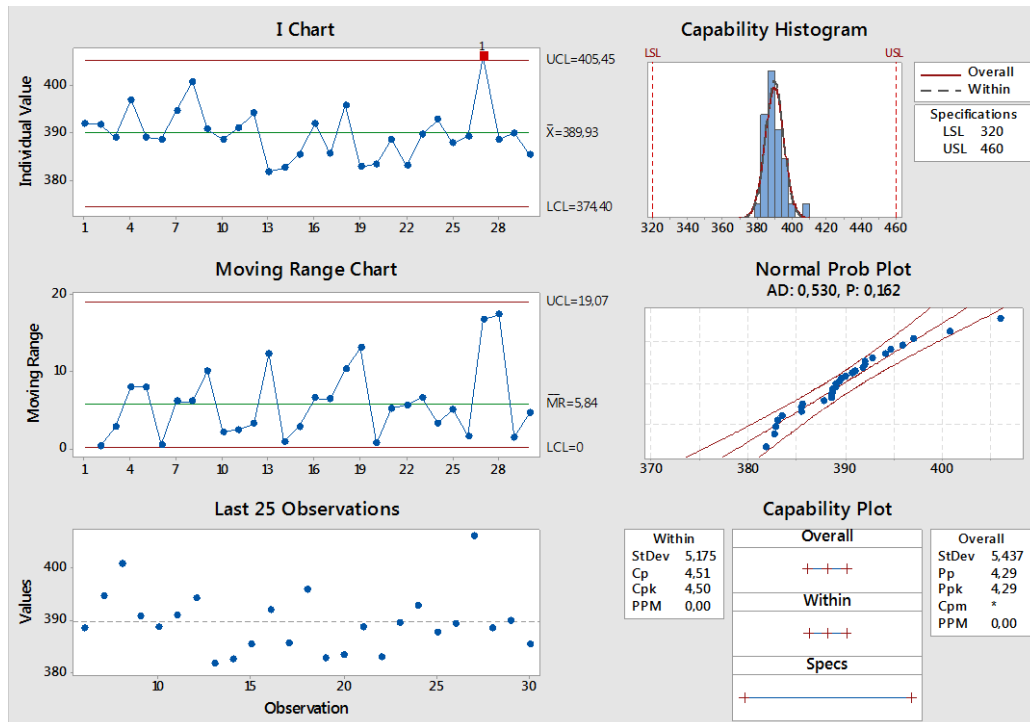
4.1.9. S42 motor performansı ölçümü ve analizi

S42 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 4,5 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.17. S42 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $390 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 9,5 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.18. S42 motor performansı analizi

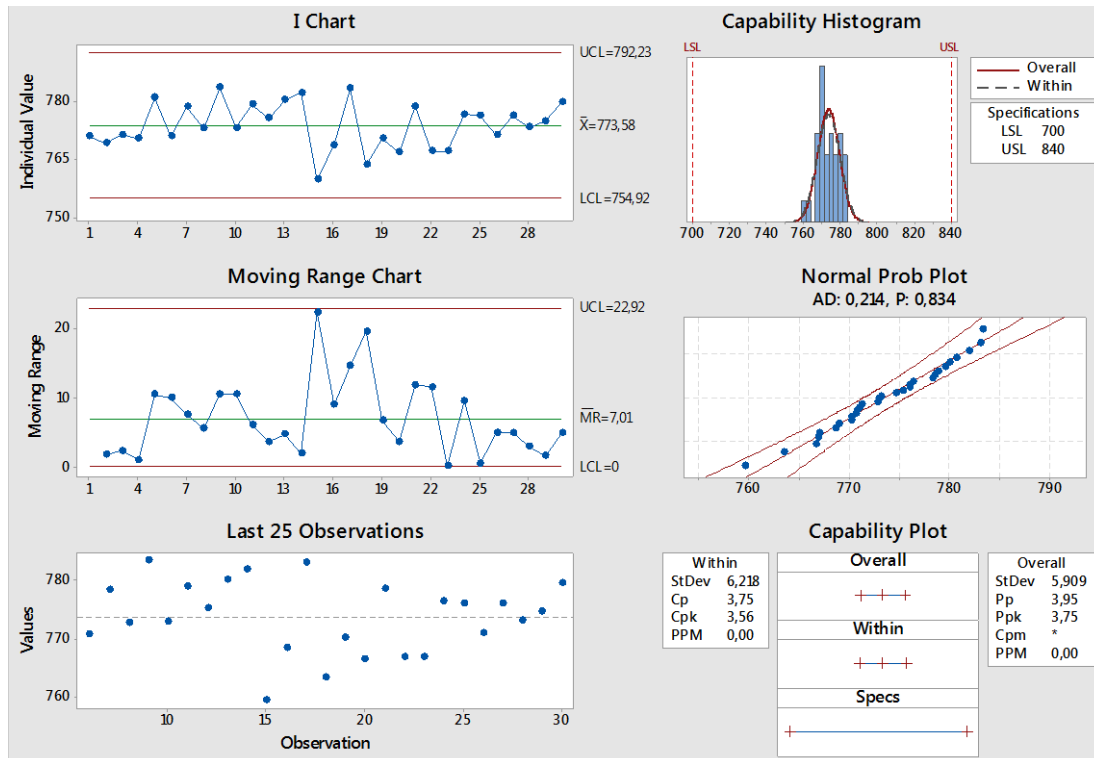
4.1.10. AB750 motor performansı ölçümü ve analizi

AB750 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınırın 3,5 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.19. AB750 bloklı motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $775 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 25,1 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.20. AB750 motor performansı analizi

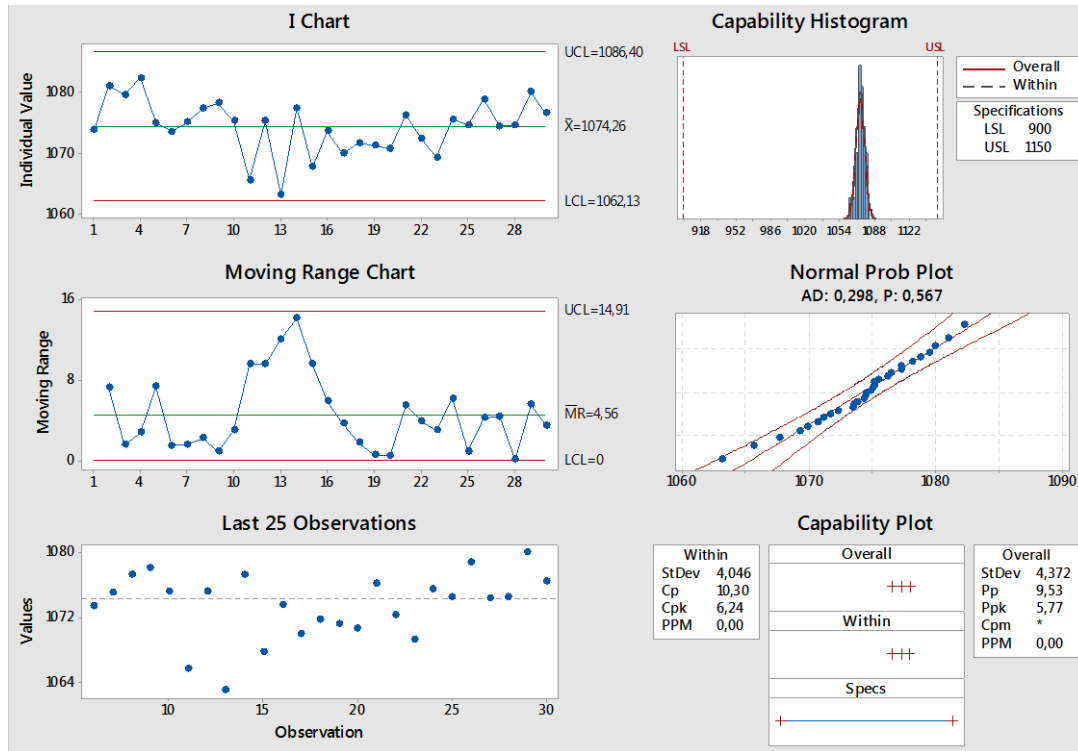
4.1.11. AB1060 motor performansı ölçümü ve analizi

AB1060 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınır 6,2 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.21. AB1060 bloklı motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $1075 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 30,1 olduğu hesaplanmıştır.



Resim 4.22. AB1060 motor performansı analizi

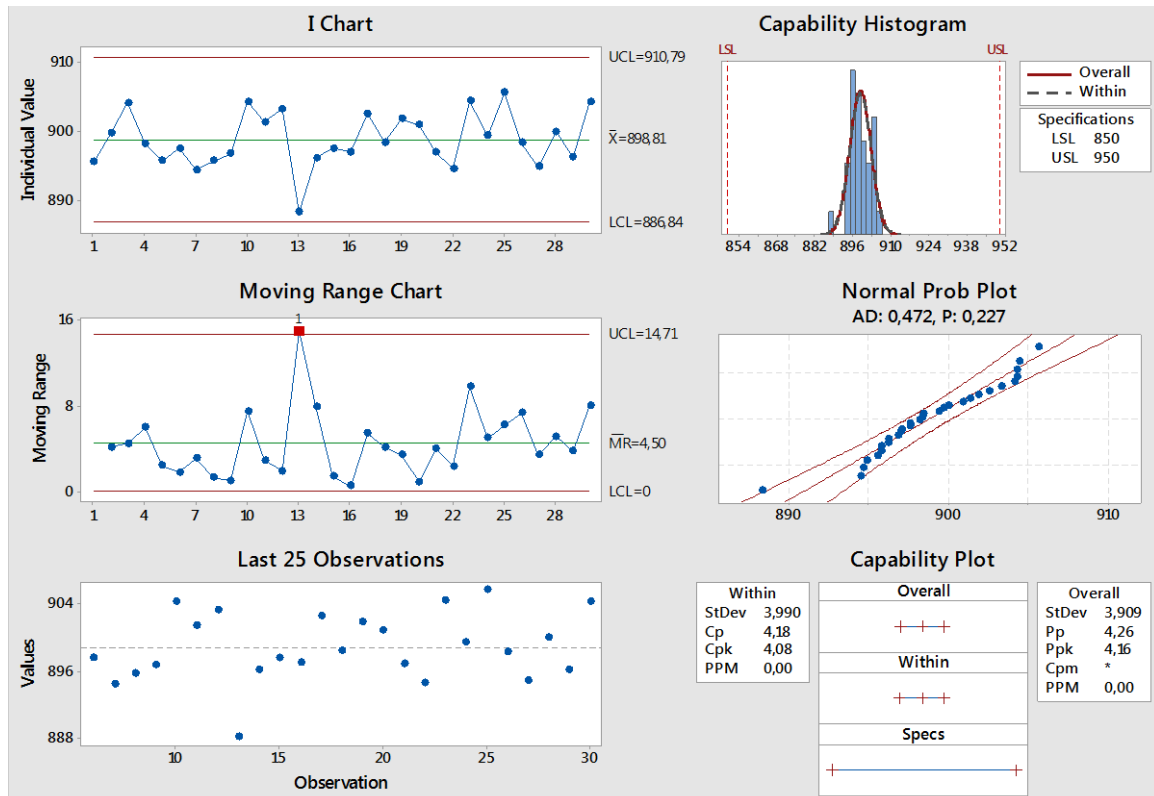
4.1.12. ABDC900 motor performansı ölçümü ve analizi

ABDC900 olarak isimlendirilen motorun 30 adet numune alınarak performans ölçümleri sonucu kendi içerisinde kararlı bir yapıda çalıştığını ve CPK sınır 4 seviyelerinde olduğunu hesaplanmıştır.



Resim 4.23. ABDC900 bloklu motor

Ölçümlerimizde ortalama debisinin $900 \text{ m}^3/\text{h}$ olduğu, harcanan güce oranla FDE değerinin ise 38,5 olduğu hesaplanmıştır.

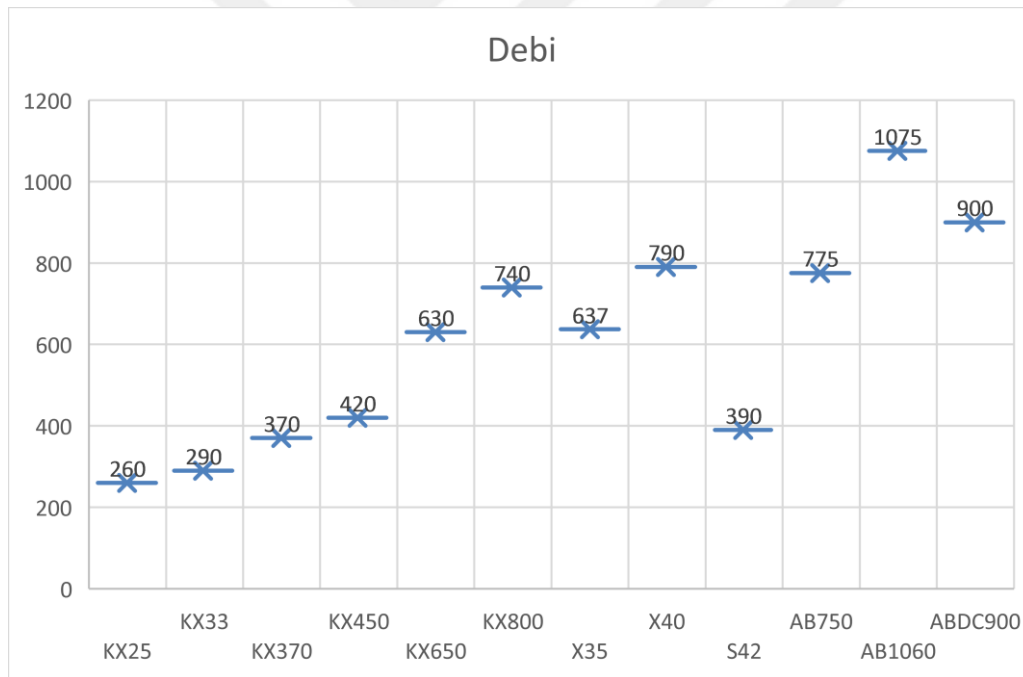


Resim 4.24. ABDC900 motor performansı analizi

4.1.13. Motorların performansının karşılaştırılması

Aralarında alternatif akımlı kare motor, alternatif akımlı kapasitif yuvarlak motor ve doğru akımlı fırçasız motorların olduğu 12 adet motor tipinden 30'ar adet motor (Toplam 390) test edilmiş ve sonucunda veriler analiz edilerek yeterlilik analizi (CPK) yapılmıştır. Analiz sonucunda motorların kendi içlerinde çok kararlı yapıda oldukları ve tolerans içinde çalıştıkları tespit edilmiştir. Kararlı yapıdaki motorlar birbirleriyle karşılaştırılmış ve bunun sonucunda AB 1060 motorun en yüksek performanslı motor olduğu, sonrasında DC motorun takip ettiği belirlenmiştir.

Genel olarak baktığımızda performans açısından AC kapasitif yuvarlak motorların (X40, KX800) kare motorlara göre daha performanslı çalıştığı debi ölçümleri ile belirlenmiştir.



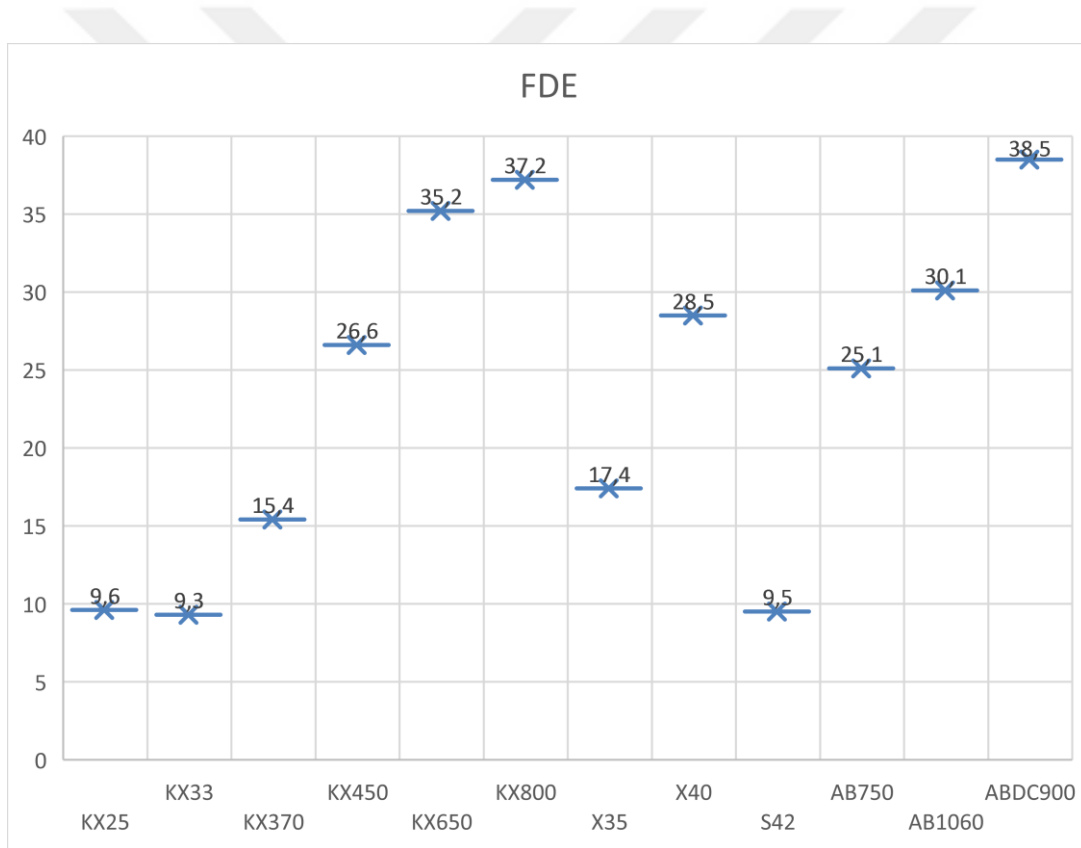
Şekil 4.1. Motorların debi değerlerinin karşılaştırması

Hava akış debilerinin yanında motorların enerji verimliliklerini karşılaştırabilmemiz için harcadıkları enerji de önemli bir faktördür. Motorlarımızın harcadıkları enerjiler genel olarak motorların debileri ile paralel olarak artmaktadır. Kapasitif AC motorlar, kare motorlara (gölge kutulu) göre daha fazla enerji harcamaktadır.

4.2. FDE - Enerji Verimliliğinin Hesabı ve Karşılaştırılması

Enerji verimliliği indeksi, bu çalışmada ölçümlerini yapmış olduğumuz motorun en verimli çalışma noktasındaki hava akış debisi, en verimli noktadaki statik basınç farkı ve bu noktadaki harcanan gücün regülasyonda belirtilen (5) formül ile hesaplanmasıyla ortaya çıkmaktadır.

Sonuçlar analiz edildiğinde ve hesaplamalar yapıldığında Şekil 4.2'deki gibi bir FDE sonucu çıkmaktadır. Her bir motor için FDE indeksleri hesaplanıp karşılaştırması yapılarak şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Motorların akışkanlar dinamiği indeksi

Analiz sonuçlarında debi değeri de yüksek olan ABDC900, AB1060, KX 650 ve KX 800 motorların kare motorlara göre daha fazla enerji harcamasına rağmen daha verimli olduğunu ve yüksek performans gösterdiği hesaplanmıştır. Davlumbaz tipleri, müşteri ihtiyacı ve maliyetleri göz önüne alındığında, sektörde her alanda kullanılan bu motorların seçimi yine kriterler doğrultusunda müşteri tercihinine bağlı olacaktır.

Çalışmanın devamında davlumbazlarda kullanılan motorların analizi sonucunda ortaya çıkan kalite, performans göstergelerinin yanında üreticiler için önemli olan sistem kapasitesi, finans ve sevkiyat performansları da göz önüne alarak motor tedarikçisi seçiminde fuzzy topsis yöntemi kullanılarak bir karar verme mekanizması gerçekleştirilmiştir.

4.3. Fuzzy Topsis Analizi

Tedarikçi seçimleri artan rekabet koşulları, kalite beklentisi ve mali sıkıntılar nedeniyle son dönemlerde önem kazanmaya başlamıştır. Şirketler karlılık, büyüme, istikrar için stratejik çalışmalar yapmakta ve bazı karar verme yöntemlerini kullanmaktadırlar [15]. Kararların verilmesi için bazı kriterler ve grup üyelerinin yorumları belirsizlik yaratmakta ve belirsizliğin azaltılması için bulanık ortamlarda, çok değişkenli ortamlarda karar verme yöntemi olan bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) yöntemi uygulanarak belirsizlik azaltılmaktadır [17]. Bu çalışmamızın devamında enerji sınıflarını/verimliliklerini ve bir bakıma kalite çıktısı olan bu verilerin kullanılarak tedarikçi seçiminde önemli olan diğer parametreler de hesaba katılacak olup bulanık ortamda tedarikçi seçimi için Fuzzy Topsis yöntemi kullanılacaktır.

Uygun tedarikçinin seçilmesinde tedarikçilerin güçlü ve zayıf yönlerinin değerlendirilerek incelenmesi gereken birçok nitel ve nicel kriterler vardır. Dickson sonraki çalışmalara ilham kaynağı olan tedarikçi seçimi konusunda 23 kriterden oluşan bir liste hazırlamıştır [16].

Ho ve ekibi uluslararası dergilerden ve yayınlardan 2000 ve 2008 yılları arasındaki literatürü incelediklerinde en popüler kriterlerin kalite, teslimat ve maliyet olduğunu belirtmişlerdir [16]. Mamavi ise çok katmanlı bir değerlendirmeye ihtiyaç olduğunu belirterek tedarikçinin seçiminde geçmiş performansın da dikkate alınmasını amaçlamıştır [14].

TOPSIS Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen bir sistemdir. Çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir [13].

Chen bulanık ortamlarda karar vermek için bulanık TOPSIS yöntemini geliştirmiştir. Fuzzy TOPSIS yönteminde, adayların yakınlık katsayıları hesaplanarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu yöntemin temelini, seçilen alternatifin Fuzzy Pozitif ideal Çözümüne (FPİÇ) en yakın, Fuzzy Negatif ideal Çözümüne (FNİÇ) ise en uzak mesafede olması oluşturur. Yani

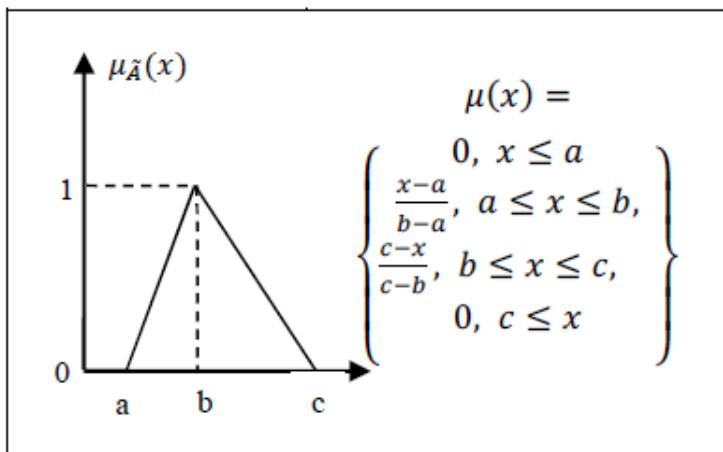
Yakınlık katsayıları 0 ile 1 arasında bir değer alır. Sonuç 1'e ne kadar yakınsa adayın seçilme ihtimali o kadar artar. En belirgin özelliği ise karar kriterlerinin farklı önem ağırlığına sahip olabilmelerine imkân tanimasıdır. Öklid bağlantısı mantığı ile seçeneklerin ideal noktaya göre yakınlıklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır [10].

4.3.1. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)

Tam bir kesinlik taşımayan verileri analiz etmede yaşanan problemleri ortadan kaldırmak isteyen Zadeh, fuzzy küme teorisini geliştirmiştir. Bulanık küme, kesin sınırları olmayan ve belirli üyelik derecelerine sahip olan elemanların oluşturduğu bir kümedir. Üyelik fonksiyonlarının tanımlanmasında ise sayıların yakınlığı yaklaşımından yararlanır ve üyelik fonksiyonları genellikle bu komşuluğun durumuna göre genellikle üçgen üyelik fonksiyonlar ve yamuk üyelik fonksiyonları ile gösterilir.

Fuzzy kümeler belirsizlikleri bir metodoloji ile işleyerek matematiksel bir yapı ortaya koymaktadır [7]. Belirsizliği modelleme özelliğine sahip olan bulanık mantık, nitel parametrelerin yorumlanmasını, nicel ifadelerle çevrilmesini de sağlar [19].

Uygulamalarda genellikle hesaplama kolaylığı açısından üçgen üyelik fonksiyonları tercih edilir. Üçgen üyelik fonksiyonu ve üçgen bulanık kümenin elemanları $\tilde{A} = (a, b, c)$ olarak tanımlanmıştır. Buna göre \tilde{A} üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}} : x \rightarrow [0,1]$ olarak belirlenir. Bulanık küme teorisinin temelini oluşturan üyelik fonksiyonları 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesine sahiptir [21].



Şekil 4.3. Üçgen üyelik fonksiyonu [20]

$\mu_A(x) = 0$ olması x 'in A 'nın üyesi olmadığını, $\mu_A(x) = 1$ olması ise x 'in A 'nın tam üyesi olduğunu göstermektedir [22].

4.3.2. Konvekslik

Aşağıdaki 7.1 formülünde eşitsizliği sağlayan A bulanık kümesi konvektir. Diğer bir ifadeyle A 'nın artan değerleri için üyelik değerleri monoton artan veya azalan ya da önce monoton artıp sonra monoton azalan oluyorsa A kümesi konvektir [23].

$$\forall x_1, x_2 \in X \quad \forall \lambda \in [0,1] \quad \mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)) \quad (4.1)$$

4.3.3. Normallik

X 'in en az bir elemanı için "1" üyelik değerini alan yani $\max_{x \in X} \mu_A(x) = 1$ eşitliğini sağlayan A bulanık kümesi normaldir [24].

4.3.4. Bulanık sayı

Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir [25]. En fazla kullanılan bulanık sayılar üçgen ve yamuk bulanık sayılardır.

4.3.5. Pozitif yamuk bulanık sayı

İşlem verimliliği ve veri kazanım kolaylığı nedeniyle pozitif yamuk bulanık sayılar sıklıkla işlemlerde tercih edilmektedir. Bir pozitif yamuk bulanık sayı $n = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ şeklinde ifade edilir.

4.3.6. Yamuk bulanık sayılarda temel işlemler

$n = (n_1, n_2, n_3, n_4)$ ve $m = (m_1, m_2, m_3, m_4)$ pozitif yamuk bulanık sayılar ve r pozitif bir reel sayı olmak üzere pozitif yamuk bulanık sayılarla yapılan bazı temel işlemler şöyledir [26].

Toplama işlemi için;

$$n + m = (n_1 + m_1, n_2 + m_2, n_3 + m_3, n_4 + m_4) \quad (4.2)$$

Çıkarma işlemi için;

$$n - m = (n_1 - m_1, n_2 - m_2, n_3 - m_3, n_4 - m_4) \quad (4.3)$$

Çarpma işlemi için;

$$n \times m = (n_1 \times m_1, n_2 \times m_2, n_3 \times m_3, n_4 \times m_4) \quad (4.4)$$

Sabit bir Pozitif Sayı ile çarpmak için;

$$n \times r = (n_1 \times r, n_2 \times r, n_3 \times r, n_4 \times r) \quad (4.5)$$

4.3.7. Bulanık matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir [27]. Bulanık matris, $\forall_{i,j}$ için $X_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ şeklindeki pozitif yamuk bulanık sayılardan oluşan bir matristir ve aşağıdaki gibi gösterilebilir;

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

4.3.8. Vertex metodu

$\check{m} = (m_1 + m_2 + m_3)$ ve $\check{n} = (n_1 + n_2 + n_3)$ gibi iki pozitif yamuk bulanık sayının arasındaki uzaklığı bulmak için vertex metodundan faydalandık. Vertex metodu kullanılarak pozitif yamuk bulanık sayılar arasındaki uzaklık şu şekilde hesaplanır [8];

$$d_v(\check{m}, \check{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.7)$$

4.4. Motor Tedarikçilerinin Seçiminde Fuzzy Topsis Analizi ile Karar Verme Yöntemi

Çalışmamızda 6 Adet tedarikçimiz, 4 Ana kriterimiz ve 5 Karar verici tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler sayısal bulanık sayılara dönüştürülerek karar verme ve eleme konularında faydalı bir yöntem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bulanık TOPSIS yönteminin uygulanmasını adım adım uygulama yaparak 10 adımda şu şekilde açıklayabiliriz;

Adım 1: Alanında uzman karar vericilerden grup oluşturulur. Karar vericilerin (KV) belirlendikten sonra, Kriterler $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ belirlenir. Alternatifler $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ olarak belirlenerek her bir kriter için değerlendirilmesinde ve kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde dilsel ifadeler kullanılır. Bu dilsel ifadeler, pozitif üçgen bulanık sayılarla çizelge 4.1’de belirtildiği gibi ifade edilmiştir. Uygulamada mantık aynı olmakla birlikte sektörlere göre dilsel ifadeler değişiklik gösterebilir.

Çizelge 4.1. Kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler [13]

Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler		Kriterlerin önem ağırlığını belirlemede kullanılan dilsel ifadeler	
Çok Kötü	(ÇK) (0;0;1)	Çok Düşük	(ÇD) (0;0;0,1)
Kötü	(K) (0;1;3)	Düşük	(D) (0;0,1;0,3)
Biraz Kötü	(BK) (1;3;5)	Biraz Düşük	(BD) (0,1;0,3;0,5)
Orta	(E) (3;5;7)	Orta	(E) (0,3;0,5;0,7)
Biraz İyi	(Bİ) (5;7;9)	Biraz Yüksek	(BY) (0,5;0,7;0,9)
İyi	(İ) (7;9;10)	Yüksek	(Y) (0,7;0,9;1)
Çok İyi	(Çİ) (9;10;10)	Çok Yüksek	(ÇY) (0,9;1;1)

Adım 2: Uzman karar vericiler(KV) çizelge 4.1'deki dilsel değişkenleri kullanarak tedarikçileri karar kriterlerine göre değerlendirirler. A1,A2,A3... ile belirtilen alternatiflerin her biri farklı bir tedarikçiyi tanımlamaktadır. Değerlendirmelerin yapıldığı 4 ana kriter olan kalite, sistem kapasitesi, finans ve sevkiyat performansını şu şekilde tanımlayarak karar vericiler tarafından puanlamasını görebilirsiniz;

Kalite: Motor performans değerleri laboratuvarında ölçülerek verimlilikleri analiz edilmiştir. Analiz sonucunda çıkan değerler, motorların kararlılıkları, saçınıklığın az olduğu motorların tedarikçileri göz önüne alınarak puanlama yapılmıştır. Kalite puanı belirlenirken laboratuvar ölçümleri temel olmuş, bunun yanında paketleme, kalite sistemleri, sorun olduğunda geri dönme süreleri gibi kalite kriterleri de etki etmiştir. Bunun sonucunda uzman karar vericilerimiz tarafından aşağıdaki gibi bir puanlama yapılmıştır;

Çizelge 4.2. Tedarikçilerin kalite performansının puanlanması

Tedarikçi	Kalite (K1)				
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	İyi	Biraz İyi	Orta	Çok iyi	Biraz İyi
A2	Biraz Kötü	Biraz İyi	iyi	Çok iyi	İyi
A3	Kötü	Orta	Orta	Çok Kötü	Çok Kötü
A4	Orta	Biraz İyi	Orta	Kötü	İyi
A5	Biraz İyi	Çok İyi	İyi	İyi	Çok iyi
A6	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok iyi

Sistem Kapasitesi: tedarikçilerin yıllık üretim miktarı, istenildiği takdirde siparişleri tamamlama gibi durumları dikkate alınarak uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.3. Tedarikçilerin sistem kapasitesi performansının puanlanması

Tedarikçi	Sistem Kapasite (K2)				
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
A2	Orta	iyi	iyi	Çok iyi	İyi
A3	Çok İyi	iyi	İyi	Çok İyi	Biraz iyi
A4	Orta	Biraz İyi	orta	Kötü	İyi
A5	Çok İyi	Biraz İyi	İyi	Orta	İyi
A6	Biraz İyi	Biraz İyi	Orta	İyi	iyi

Finans: artan rekabet gücü nedeniyle bir motorun hem kaliteli hem de uygun fiyatlı olması istenmektedir. Motorların finansal yönden uygun fiyatlı, pahalı olma durumlarına göre karar vericiler tarafından değerlendirme yapmışlardır.

Çizelge 4.4. Tedarikçilerin finansal performansının puanlanması

Tedarikçi	Finansal (K3)				
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	Çok İyi	İyi	İyi	Biraz İyi	Çok iyi
A2	Orta	İyi	Kötü	Orta	Orta
A3	Çok İyi	Çok İyi	İyi	Biraz İyi	Çok iyi
A4	İyi	İyi	Orta	Kötü	İyi
A5	İyi	İyi	Kötü	Orta	Orta
A6	İyi	Çok Kötü	Kötü	Orta	Kötü

Sevkiyat Performansı: zamanında ve tam bir sevkiyat işletme için olmazsa olmaz durumlardandır. Sevkiyat performansları göz önüne alındığında ürünlerin tam zamanında gelip, kontrol edilip, üretime alınması ön plana çıkan bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Karar vericiler tarafından yapılan değerlendirme aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.5. Tedarikçilerin sevkiyat performansının puanlanması

Tedarikçi Kişi	Sevkiyat Performansı (K4)				
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	Biraz İyi	İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi
A2	İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
A3	Çok İyi	İyi	İyi	İyi	Orta
A4	Çok İyi	Çok Kötü	Orta	Kötü	İyi
A5	İyi	İyi	Biraz İyi	Çok İyi	Çok İyi
A6	Çok İyi	İyi	İyi	Çok İyi	Çok İyi

Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde dilsel ifadeler kullanılmaktadır. Karar vericiler de kriterleri dilsel ifadelerle değerlendirirler.

Çizelge 4.6. Kriterlerin uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmesi

Kriter	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	ÇY	ÇY	ÇY	Y	BY
K2	E	E	BD	D	D
K3	E	BY	D	D	E
K4	Y	BY	Y	E	E

Çizelge 4.1’de gösterilen ifadelerle göre 5 karar vericimiz 4 ana kriter üzerinde ağırlık değerlendirmesi yapmıştır. Her bir kriterin önem derecesini belirlediler.

Adım 3: Değerlendirmeler bu adımda çizelge 4.1’e göre pozitif yamuk bulanık sayılara dönüştürülür. Burada hem karar vericilerin kriterler için yapmış olduğu değerlendirme hem de ağırlıklı oranları için yapmış oldukları önem derecesi sayısal ifadelerle dönüştürülmüştür.

Çizelge 4.7. Tedarikçilerin kalite performansının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.

Tedarikçi	Kalite (K1)				
Kişi	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	(7;9;10)	(5;7;9)	(3;5;7)	(9;10;10)	(5;7;9)
A2	(1;3;5)	(5;7;9)	(7;9;10)	(9;10;10)	(7;9;10)
A3	(0;1;3)	(3;5;7)	(3;5;7)	(0;0;1)	(0;0;1)
A4	(3;5;7)	(5;7;9)	(3;5;7)	(0;1;3)	(7;9;10)
A5	(5;7;9)	(9;10;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)
A6	(9;10;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(9;10;10)	(9;10;10)

Çizelge 4.8. Tedarikçilerin sistem kapasitelerinin uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.

Tedarikçi	Sistem Kapasite (K2)				
Kişi	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	(9;10;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(9;10;10)	(9;10;10)
A2	(3;5;7)	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(7;9;10)
A3	(9;10;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(5;7;9)
A4	(3;5;7)	(5;7;9)	(3;5;7)	(0;1;3)	(7;9;10)
A5	(9;10;10)	(5;7;9)	(7;9;10)	(3;5;7)	(7;9;10)
A6	(5;7;9)	(5;7;9)	(3;5;7)	(7;9;10)	(7;9;10)

Çizelge 4.9. Tedarikçilerin finansal performanslarının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.

Tedarikçi		Finansal (K3)			
Kişi	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	(9;10;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(5;7;9)	(9;10;10)
A2	(3;5;7)	(7;9;10)	(0;1;3)	(3;5;7)	(3;5;7)
A3	(9;10;10)	(9;10;10)	(7;9;10)	(5;7;9)	(9;10;10)
A4	(7;9;10)	(7;9;10)	(3;5;7)	(0;1;3)	(7;9;10)
A5	(7;9;10)	(7;9;10)	(0;1;3)	(3;5;7)	(3;5;7)
A6	(7;9;10)	(0;0;1)	(0;1;3)	(3;5;7)	(0;1;3)

Çizelge 4.10. Tedarikçilerin sevkiyat performanslarının uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi.

Tedarikçi		Sevkiyat Performansı (K4)			
Kişi	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
A1	(5;7;9)	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(9;10;10)
A2	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(9;10;10)	(9;10;10)
A3	(9;10;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(3;5;7)
A4	(9;10;10)	(0;0;1)	(3;5;7)	(0;1;3)	(7;9;10)
A5	(7;9;10)	(7;9;10)	(5;7;9)	(9;10;10)	(9;10;10)
A6	(9;10;10)	(7;9;10)	(7;9;10)	(9;10;10)	(9;10;10)

Kriterler için yapmış olduğumuz değerlendirmelerde çizelgede de belirtildiği gibi 0 ila 1 arasında üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Çizelge 4.11. Kriterlerin uzman karar vericiler tarafından değerlendirilmelerinin pozitif bulanık sayılara dönüştürülmesi

Kriter	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	(0,9;1;1)	(0,9;1;1)	(0,9;1;1)	(0,7;0,9;1)	(0,5;0,7;0,9)
K2	(0,3;0,5;0,7)	(0,3;0,5;0,7)	(0,1;0,3;0,5)	(0;0,1;0,3)	(0;0,1;0,3)
K3	(0,3;0,5;0,7)	(0,5;0,7;0,9)	(0;0,1;0,3)	(0;0,1;0,3)	(0,3;0,5;0,7)
K4	(0,7;0,9;1)	(0,5;0,7;0,9)	(0,7;0,9;1)	(0,3;0,5;0,7)	(0,3;0,5;0,7)

Adım 4: Karar vericilerin değerlendirmeleri sonucu sayısal ifadeye dönüştürülen puanlar, karar verici sayısına bölünerek ortalamaları alınmıştır. Bulanık karar matrisi, K tane karar vericinin olduğu bir karar verici grubunda, kriterlerin önemi (\tilde{W}_j) ve her kriterle ilgili olarak her alternatifin değerlendirmesi (\tilde{X}_{ij}) (7.8) ve (7.9)' nolu denklemler ile hesaplanmıştır.

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{K} [\tilde{W}_j^1 + \tilde{W}_j^2 + \dots + \tilde{W}_j^K] \quad (4.8)$$

$$X_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{X}_{ij}^1 + \tilde{X}_{ij}^2 + \dots + \tilde{X}_{ij}^K] \quad (4.9)$$

Çizelge 4.12. Tedarikçi değerlendirme matrisinin bulanık karar matrisi (fuzy decision matrix)

Tedarikçi	Kalite (K1)	Sistem Kapasite (K2)	Finansal (K3)	Sevkiyat Performansı (K4)
A1	(5,8;7,6;9)	(8,6;9,8;10)	(7,4;9;9,8)	(7,4;9;9,8)
A2	(5,8;7,6;8,8)	(6,6;8,4;9,4)	(3,2;5;6,8)	(8,2;9,6;10)
A3	(1,2;2,2;3,8)	(7,4;9;9,8)	(7,8;9,2;9,8)	(6,6;8,4;9,4)
A4	(3,6;5,4;7,2)	(3,6;5,4;7,2)	(4,8;6,6;8)	(3,8;5;6,2)
A5	(7,4;9;9,8)	(6,2;8;9,2)	(4;5,8;7,4)	(7,4;9;9,8)
A6	(8,6;9,8;10)	(5,4;7,4;9)	(2;3,2;4,8)	(8,2;9,6;10)

Burada her bir karar vericinin yapmış olduğu değerlendirmelerin sayısal olarak ortalaması alınmıştır. Hem Alternatiflerin değerlendirmesinde hem de kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde aynı yöntem kullanılmıştır.

Çizelge 4.13. Kriter ağırlıklarının bulanık karar matrisi

Kriter	Ağırlık
K1	(0,78;0,92;0,98)
K2	(0,14;0,3;0,5)
K3	(0,22;0,38;0,58)
K4	(0,5;0,7;0,86)

Adım 5: Bulanık karar matrisi aşağıdaki formüller ile normalize edilir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi R ile gösterilerek aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} \quad (4.10)$$

B ve C maliyet ve fayda kriterleri olmak üzere;

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j} \right), J \in B \quad (4.11)$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j}{c_{ij}}, \frac{a_j}{b_{ij}}, \frac{a_j}{a_{ij}} \right), J \in C \quad (4.12)$$

$$J \in B \text{ ise } c^*_{ij} = \max c_{ij} \quad (4.13)$$

$$J \in C \text{ ise } a_j = \min a_{ij} \quad (4.14)$$

Çizelge 4.14. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi

Tedarikçi	Kalite (K1)	Sistem Kapasite (K2)	Finansal (K3)	Sevkiyat Performansı (K4)
A1	(0,58;0,76;0,9)	(0,86;0,98;1)	(0,74;0,9;0,98)	(0,74;0,9;0,98)
A2	(0,58;0,76;0,88)	(0,66;0,84;0,94)	(0,32;0,5;0,68)	(0,82;0,96;1)
A3	(0,12;0,22;0,38)	(0,74;0,9;0,98)	(0,78;0,92;0,98)	(0,66;0,84;0,94)
A4	(0,36;0,54;0,72)	(0,36;0,54;0,72)	(0,48;0,66;0,8)	(0,38;0,5;0,62)
A5	(0,74;0,9;0,98)	(0,62;0,8;0,92)	(0,4;0,58;0,74)	(0,74;0,9;0,98)
A6	(0,86;0,98;1)	(0,54;0,74;0,9)	(0,2;0,32;0,48)	(0,82;0,96;1)

Adım 6: Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin ardından her bir kriterin farklı ağırlığının olduğu göz önünde bulundurularak, ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur. Aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1,2,3, \dots, m \quad j = 1,2,3, \dots, n \quad (4.15)$$

$$V_{ij} = r_{ij}(x) W_j \quad (4.16)$$

Çizelge 4.15. Ağırlıklı olarak normalize edilmiş bulanık karar matrisi

Tedarikçi	Kalite (K1)	Sistem Kapasite (K2)	Finansal (K3)	Sevkiyat Performansı (K4)
A1	(0,45;0,70;0,88)	(0,12;0,29;0,50)	(0,16;0,34;0,57)	(0,37;0,63;0,84)
A2	(0,45;0,70;0,86)	(0,09;0,25;0,47)	(0,07;0,19;0,39)	(0,41;0,67;0,86)
A3	(0,09;0,20;0,37)	(0,1;0,27;0,49)	(0,17;0,35;0,57)	(0,33;0,59;0,81)
A4	(0,28;0,50;0,71)	(0,05;0,16;0,36)	(0,11;0,25;0,46)	(0,19;0,35;0,53)
A5	(0,58;0,83;0,96)	(0,09;0,24;0,46)	(0,09;0,22;0,43)	(0,37;0,63;0,84)
A6	(0,67;0,90;0,98)	(0,08;0,22;0,45)	(0,04;0,12;0,28)	(0,41;0,67;0,86)

Bu adımda bulanık karar matrisindeki değerler ile kriterlerin ağırlık derecelerini çarparak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisini elde etmiş bulunmaktayız.

Adım 7: Değerlendirmeler Fuzzy Topsis'in ana mantığı olan 0 ve 1 e olan uzaklıklarına göre aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak d^* ve d^- olarak belirtilmiştir. Bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) aşağıda belirtildiği gibi tanımlanır:

$$A^* = (v_1^*, v_2^*, v_3^*, \dots, v_n^*) \quad (4.17)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-) \quad (4.18)$$

Burada $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere

$$v_j^* = (1,1,1) \text{ ve } v_j^- = (0,0,0) \text{ olarak dikkate alınır.} \quad (4.19)$$

Adım 8: Çalışmamızda $\tilde{m} = (m_1 + m_2 + m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1 + n_2 + n_3)$ gibi iki pozitif yamuk bulanık sayının arasındaki uzaklığı bulmak için vertex metodundan faydalandık. Vertex yöntemini kullanarak bulanık sayılar arasındaki uzaklığı şu şekilde hesaplayabiliriz; [8]

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.20)$$

Her bir alternatifin A^* ve A^- den uzaklıkları d^* ve d^- aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(V_j, V_j^*), i = 1, 2, \dots, m \quad (4.21)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(V_j, V_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (4.22)$$

Çizelge 4.16. FPIS ve FNIS'den olan uzaklıklar ve yakınlık katsayıları

Tedarikçi	d^*	d^-
A1	3,54	3,39
A2	3,80	3,13
A3	4,42	2,51
A4	4,65	2,28
A5	3,62	3,31
A6	3,65	3,28

Adım 9: Alternatiflerin sıralamasını belirlemek için her alternatife ait yakınlık katsayıları aşağıda gibi hesaplanır.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.23)$$

Adım 10: Yakınlık katsayılarının hesaplanmasından sonra bu katsayılar göre alternatifler sıralanır. Yakınlık katsayıları ve alternatiflerin bu katsayılar göre bire en yakın olacak şekilde sıralamaları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Yakınlık katsayıları ve adayların sıralamaları

Tedarikçi	Yakınlık Katsayısı	Sıralama
A1	0,489	1
A2	0,452	4
A3	0,362	5
A4	0,329	6
A5	0,478	2
A6	0,474	3

Fuzzy Topsis yöntemi ile 6 Adet tedarikçimiz, 4 Ana kriterimiz ve 5 Karar verici tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler sayısal bulanık sayılara dönüştürülerek karar verme ve eleme konularında çalışma yapılmıştır. Yakınlık katsayılarına göre 6 adet tedarikçimiz arasında A1 ile belirttiğimiz tedarikçimizi seçmemiz bu durumda doğru bir karar olacaktır. Bu tedarikçimizin alternatifi olarak da A5 ve A6 ile belirttiğimiz tedarikçilerin seçimi mantıklı bir seçim olacaktır. Değerlendirme sonucunda belirlenen kriterlere ve karar vericilerin sınıflandırmalarına göre A4 ile belirttiğimiz tedarikçinin seçimi pek uygun görünmemektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, mutfak ve benzeri yerlerde kullanılan davlumbazların motor tiplerine göre verimliliklerinin analizi yapılmış olup, kullanılan farklı motor tiplerinin, Q_{BEP} , P_{BEP} ve W_{BEP} gibi parametreleri nasıl etkilediğinin ve sonucunda akışkan dinamiği endeksinin (FDE) hesaplanmasında kullanımının istatistiksel ve karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında debi değeri yüksek olan ABDC900, AB1060, KX 650 ve KX 800 motorların kare motorlara göre daha fazla enerji harcamasına rağmen daha verimli olduğunu ve yüksek performans gösterdiğini hesaplanmıştır. Davlumbazlarda kullanılan farklı karakteristiklere ve farklı tedarikçilere sahip olan motorların istatistiksel analizi ve karşılaştırması sonucunda ortaya çıkan kalite, performans göstergelerinin yanında üreticiler için önemli olan sistem kapasitesi, finans ve sevkiyat performansları da göz önüne alarak motor tedarikçisi seçiminde Fuzzy Topsis yöntemi kullanılmış ve bulanık ortamlarda bir karar verme mekanizması işletilmiştir. Fuzzy Topsis yöntemi ile 6 Adet tedarikçimiz, 4 Ana kriterimiz ve 5 Karar verici tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler sayısal bulanık sayılara dönüştürülerek tedarikçi seçiminde karar verme ve eleme konularında çalışma yapılmıştır. Yakınlık katsayılarına göre 6 adet tedarikçimiz arasında A1 ile belirttiğimiz tedarikçimizi seçmemiz bu durumda doğru bir karar olacaktır. Bu tedarikçimizin alternatifi olarak da A5 ve A6 ile belirttiğimiz tedarikçilerin seçimi mantıklı bir seçim olacaktır. Değerlendirme sonucunda belirlenen kriterlere ve karar vericilerin sınıflandırmalarına göre A4 ile belirttiğimiz tedarikçinin seçimi pek uygun görünmemektedir.

KAYNAKLAR

1. Mucuk, M. and Uysal, D. (2009). Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi*, 157(1), 105-115.
2. Ma, G., Andrews-Speed, P., and Zhang, J. (2013). Chinese consumer attitudes towards energy saving: The case of household electrical appliances in Chongqing. *Energy Policy*, 56, 591-602.
3. Fisher, D., Swierczyna, R., and Karas, A. (2013). Future of DCV for commercial kitchens. *ASHRAE Journal*, 55(2), 48-53.
4. Deha, G. (2016). *Davlumbazda Enerji Veriminin Arttırılması* (Doctoral dissertation, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, 2016).
5. Commission Regulation (EU) No 66/2014.(2013) *Implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for domestic ovens, hobs and range hoods*. Lüksemburg: Official Journal of the European Union
6. Commission Delegated Regulation (EU) No 65/2014.(2013) *Supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the energy labelling of domestic ovens and range hoods*. Lüksemburg: Official Journal of the European Union
7. Zimmerman, B. J. and Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of educational psychology*, 89(1), 29.
8. Chen, C. T., Lin, C. T. and Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2), 289-301.

9. Cansevdi, B. Dođal Soğutmanın Önemi ve Daha Etkin Kullanımı İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar. *XI. Uluslararası Tesisat Teknolojileri Sempozyumu*, İstanbul, 08-10.
10. Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
11. Yedamale, P. (2003). Brushless DC (BLDC) motor fundamentals. *Microchip Technology Inc*, 20, 3-15.
12. Chapman, S. (2007). *Elektrik makinalarının temelleri*. E. Akın ve A. Orhan (çev.). İstanbul: Çađlayan Kitabevi.
13. Tzeng, G. H., and Huang, J. J. (2011). *Multiple attribute decision making: methods and applications*. New York: CRC press, 69
14. Mamavi, O., Nagati, H., Pache, G., and Wehrle, F. T. (2015). How does performance history impact supplier selection in public sector?. *Industrial Management & Data Systems*. 1, 29
15. Tekez, E., and Bark, N. (2016). Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 55-63.
16. Ho, W., Xu, X., and Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of operational research*, 202(1), 16-24.
17. Harrison, M. I. (2004). *Implementing change in health systems: market reforms in the United Kingdom, Sweden and the Netherlands*. London: Sage, 5-137
18. Franklin, L. A., and Wasserman, G. S. (1992). A note on the conservative nature of the tables of lower confidence limits for Cpk with a suggested correction. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 21(4), 1165-1169.

19. Knight, S. (1999). *NLP Solutions: How to model what works in business and make it work for you*. London: Nicholas Brealey Publishing, 88
20. Şen, Z. (2009). *Bulanık mantık ilkeleri ve modelleme*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları, 296-297
21. Bozdağ, C. E., Kahraman, C., and Ruan, D. (2003). Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems. *Computers in Industry*, 51(1), 13-29.
22. Fatih, E. (2007). Bulanık ortamlarda mağaza kuruluş yerlerinin değerlendirilmesi: bir karar verme aracı olarak bulanık topsis yöntemi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 143-170.
23. Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets. Information and control*. Denver: World Scientific 338-353.
24. Kaufman, A. and Gupta, M. M. (1991). *Introduction to fuzzy arithmetic*. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 12
25. Bandemer, H. and Gottwald, S. (1995). *Fuzzy sets, fuzzy logic, fuzzy methods*. Chichester: Wiley, 47
26. Chen, S. M. and Sanguansat, K. (2011). Analyzing fuzzy risk based on a new fuzzy ranking method between generalized fuzzy numbers. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2163-2171.
27. Chen, C. T. (1997). A new decision approach for solving plant location selection problem. *Int. J. Prod. Econom*, 3
28. Ayçiçek, N. and Ayçiçek, E. (2007). Bir Fazlı Asenkron Motorların Karakteristiklerinin İncelenmesi, Karşılaştırılması ve Uygun Yol verme Mekanizmasının Seçimi. *Elektrik Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi*, 431-436

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Hakan TEKBAŞ
 Uyuğu : Türkiye Cumhuriyeti
 Doğum tarihi ve yeri : 10.01.1993 - Merzifon
 Medeni hali : Bekar
 e-posta : tekbashakan@hotmail.com



Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Lisans	Karabük Üniversitesi	2015
Lisans	Anadolu Üniversitesi	2015
İş Deneyimi/Yıl	Çalıştığı Yer	Görevi
2016 - 2019	Silverline	Kalite Güvence Uzmanı
2019 -	Haier Europe	Kalite Audit Uzmanı

Yabancı Dili

İngilizce, Almanca

Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

1. Tekbaş H. and Ekici M. (2019, 22-24 October). *Davlumbazlarda Kullanılan 1 Fazlı Kapasitif ASM'nin Enerji Verimliliğinin Debi-Basınç Ölçüm Yöntemi ile Analizi*. 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, Samsun
2. Tekbaş, H. and Ekici, M. (2020). Ageing Experiments of Mastics and Silicones Used in Bonding of Range Hood Glass. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 5 (1).