

SULAMA POMPAJ TESİSLERİNDE
OLUŞAN KOROZYON HASARLARININ
VE ÇEŞİTLERİNİN SAPTANMASI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Elif YÜKSEL

Doktora Tezi

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent EKER

2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

SULAMA POMPAJ TESİSLERİNDE OLUŞAN KOROZYON HASARLARININ VE
ÇEŞİTLERİNİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Elif YÜKSEL

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Bülent EKER

TEKİRDAĞ-2010

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Bülent EKER danışmanlığında, Elif YÜKSEL tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER *İmza :*
Üye : Prof. Dr. Bülent EKER (Danışman) *İmza :*
Üye : Prof. Dr. Birol KAYISOĞLU *İmza :*
Üye : Prof. Dr. Yunus PINAR *İmza :*
Üye : Doç. Dr. Fatih KONUKCU *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

SULAMA POMPAJ TESİSLERİNDE OLUŞAN KOROZYON HASARLARININ VE ÇEŞİTLERİNİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Elif YÜKSEL

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Bülent EKER

Bu araştırmanın amacı tarımsal sulamada kullanılan pompa çarklarında meydana gelen aşınma ve korozyonu belirlemektir. Yapılan araştırmalara ve tutulan istatistiklere göre makine elemanlarının ortalama %70'inin hurdaya ayrılma sebebi aşınmadır. Bunun sonucu olarak meydana gelen malzeme kayıpları, aşınan parçaların yenileriyle değiştirilmesi zorunluluğu, makinelerin bakım-onarım faaliyetleri için harcanan zaman ve emek ve bu faaliyetler için istihdam edilen teknik personel göz önüne alındığında, her yıl milli sermayeye oldukça büyük yükler getirmektedir. Korozyon ise metalin kullanıldığı her alanda meydana gelen ve büyük bir sorun olan çoğunlukla tamamen durdurmanın mümkün olmadığı kimyasal bir olaydır. Korozyon da aşınma gibi ülke ekonomisine büyük yük getiren sorunlardan biridir. Bu nedenlerle aşınma ve korozyonun etkilerini olabildiğince azaltmanın yolları aranmalıdır.

Bu çalışmada, santrifüj pompaların dökme demir ve alüminyum malzemeden yapılmış çarklarında aşınma ve korozyonun etkisiyle meydana gelen hasarlar araştırılmış ve saptanmaya çalışılmıştır. Yapılan denemelerde üç farklı pompa ile kurulan sistemlerde suyun sürekli devir-daim yapması sağlanmıştır. Denemeler, ilk pompada 150 ve 200 saatlik süreler halinde, diğer iki pompada ise 180 saatlik süreler halinde tamamlanmıştır. Bu amaçla debi, basınç, vakum, sıcaklık, nem ve elektriksel ölçümler, ağırlık kayıpları, sertlik testi, spektral analiz, taramalı elektron mikroskobu ve optik mikroskop incelemeleri yapılarak aşınma ve korozyon hasarları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmada elde edilen debi, basınç, vakum ve elektriksel ölçümlerin sonuçlarına bakıldığında, ani iniş çıkışların çok nadiren meydana geldiği, dolayısıyla çarklarda meydana gelen aşınma ve korozyonun bu ölçümleri etkileyecek kadar yoğun olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle taramalı elektron mikroskobu ile alınan görüntüler incelendiğinde tüm çark yüzeylerinde, ince kılcal çatlaklar ve küçük oyukların meydana geldiği görülmüştür. Ancak deneme süresinin kısıtlı olması meydana gelen hasarların az olmasına neden olmuştur. Gerçek uygulama koşullarında pompaların kullanım sürelerinin çok daha uzun olması nedeniyle, malzemede daha yoğun çatlakların ve oyukların meydana geleceği ve bunun sonucunda da malzeme kayıplarının yaşanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Santrifüj pompa, aşınma, korozyon, dökme demir, alüminyum

2010, 234 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A RESEARCH ON THE INVESTIGATION OF TYPES AND DAMAGES OF CORROSION IN THE IRRIGATION PUMPING UNITS

Elif YÜKSEL

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor : Prof. Dr. Bülent EKER

The aim of this study is to investigate the abrasion and corrosion seen on pump propellers used for irrigation purposes. According to the previous studies and statistics, an average of 70% of machine components are scrapped because of abrasion. This puts huge strains on national economy as a consequence of material loss, the requirement to renew the damaged components, the workforce loss and waste of time because of machinery maintenance and the technical staff employed for all these operations. Corrosion, a chemical reaction, is a big problem, mostly impossible to avoid completely, taking place in any field where metals are used. Corrosion, besides abrasion, is one of the problems with an enormous toll on national economies. Therefore, methods should be pursued to reduce abrasion and corrosion as much as possible.

The focus of this research to assess and define of the damages caused by abrasion and corrosion on the propellers made of cast iron and aluminum material of centrifuge pumps. During the study, experiments were conducted of three different pumps constantly running water in a closed circuit was carried out. Experiment was conducted running the first pump for 150 and 200 hours time, while the other two pumps for 180 hours. In the experiments, analyses on output, pressure, vacuum, temperature, humidity, and electrical measurements, weight losses, rigidity test, spectral analysis, optical and electronic microscopic screening were studied and abrasion and corrosion damages were tried to assess.

According to results obtained, pressure, vacuum, and electrical measurements taken during the experiment, sudden fluctuations occurred very rarely and therefore the abrasion and corrosion on the propellers were in the extend to have an impact on the measurements. When images taken by screen electron microscope was specially analysed, flimsy capillary cracks and small cavities were observed to appear all over the propeller surfaces. However, the limited duration of the experiment made the damages smaller than they ought to be. It may be concluded that much more cracks and cavities are expected in practices than since pumps are run for far longer periods.

Keys: Centrifuge pump, abrasion, corrosion, cast iron, aluminum

2010, 234 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana destek olan ve emeği geçen tüm bölüm hocalarıma ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bülent EKER'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamda kullandığım sistemin kurulmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Ziraat Yük. Müh. Ruhan NAZİK'e, sağladıkları teknik destek için MAS Pompa çalışanlarına, analizlerin yapılmasında büyük destekleri olan KUTES/Çorlu döküm fabrikası çalışanlarına, KOSGEB/İkitelli çalışanlarına, Y.T.Ü. Kimya Metalürji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından Sayın Uzm. Dr. Polat TOPUZ'a, istatistik analizin yapılmasında çok büyük katkıları olan Araş. Gör. Serdar GENÇ'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamın yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında çok büyük katkıları olan babam Sayın Prof. Dr. Ahmet Nedim YÜKSEL'e, kardeşlerim Orman End. Müh. Mehmet Fatih YÜKSEL'e ve Endüstri Ür. Tas. Ahmet Emin YÜKSEL'e ve manevi olarak çok büyük desteği olan annem Şadiye YÜKSEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın bir bölümünü Namık Kemal Üniversitesi İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı BAP Koordinatörlüğü NKÜBAP00.24.DR.08.04 nolu Proje kapsamında gerçekleştirmiş olmam dolayısıyla Namık Kemal Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: Amper
dd ⁻¹	: Devir/dakika
l/s	: Litre/saniye
mmHg	: Milimetre civa
Ort. std. hatası:	Ortalamanın standart hatası
SAR	: Sodyum absorpsiyon oranı
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
V	: Volt

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGELER DİZİNİ veya SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v-vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii-xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii-xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Sulama Pompaj Tesisi Elemanları	5
1.2. Sulama Pompaj Tesisi Elemanları Yapım Malzemeleri	6
1.3. Sulama Pompaj Tesislerinde Korozyonun Önemi, Etkileri ve Çeşitleri.....	8
1.4. Aşınma.....	11
1.5. Araştırmanın Amacı.....	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1 Materyal.....	22
3.1.1. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan pompalar ve pompalara ait çarklar.....	22
3.1.2. Pompa karakteristiklerini çıkarmada kullanılan deneme düzeneği ölçüm aletleri.....	24
3.1.3. Suyun yapısı ve denemelerde kullanılan suyun ve kumun karakteristik özellikleri	28
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Arazide yapılan denemeler.....	30
3.2.2. Laboratuvar denemeleri.....	30
3.2.2.1. Laboratuvar denemelerinin düzenlenmesi	30
3.2.2.2. Pompa karakteristiklerini çıkarmaya yönelik laboratuvar denemeleri.....	32
3.2.2.3. Pompa çarklarına uygulanan malzeme testleri.....	32
3.2.2.4. Pompa çalışma koşullarının saptanmasına yönelik laboratuvar denemeleri.....	33
3.2.2.5. İstatistiksel analiz.....	34
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	35
4.1. Deneme Başlangıcında Ölçülen Pompa Karakteristikleri ve Laboratuvar Denemeleri Sonuçları.....	35
4.2. Deneme Başlangıcında İlk (150-200 saatlik) ve İkinci (180 saatlik) Denemeye Ait Pompa Çarklarına Uygulanan Malzeme Testleri.....	36
4.2.1. Makro yapı görüntüleri.....	36
4.2.2. Mikro yapı görüntüleri.....	40
4.2.2.1. Metalografi mikroskobu görüntüleri.....	40
4.2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri.....	42
4.2.3. Spektral analiz.....	44
4.2.4. Sertlik ölçüm sonuçları.....	45
4.3. İlk (150-200 saatlik) ve İkinci (180 saatlik) Denemeye Ait Deneme Sonunda Pompa Çarklarına Uygulanan Malzeme Testleri.....	46
4.3.1. Makro yapı görüntüleri.....	46
4.3.2. Mikro yapı görüntüleri.....	53
4.3.2.1. Metalografi mikroskobu görüntüleri.....	53
4.3.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri.....	57
4.3.2.3. Spektral analiz.....	66
4.3.2.4. Sertlik ölçüm sonuçları.....	69
4.3.2.5. İlk (150-200 saatlik) ve ikinci (180 saatlik) denemeye ait çarklarda meydana gelen ağırlık kayıpları.....	70
4.4. Yapılan Denemelere Ait İstatistiksel Sonuçlar.....	73
4.4.1. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait ölçülen parametrelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	73
4.4.2. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış dökme demir ve alüminyum çarklara ait ölçülen parametrelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	87

4.5. Denemede Ölçülen Parametrelere Ait Grafikler.....	105
4.5.1. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait grafikler.....	105
4.5.2. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir ve alüminyum çarklara ait grafikler.....	137
4.5.3. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri.....	170
4.5.4. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir ve alüminyum çarklara ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri.....	177
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	184
6. KAYNAKLAR	189
EKLER	
EK 1 İncelenen sulama pompaj tesislerinin bulunduğu yerler.....	192
EK 2 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	193
EK 3 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	194
EK 4 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	195
EK 5 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	196
EK 6 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	197
EK 7 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler.....	198
EK 8 Karaevli köyü 1 no'lu pompaj tesisi.....	199
EK 9 Yazır köyü 2 no'lu pompaj tesisi.....	200
EK 10 Yazır köyü 3 no'lu pompaj tesisi.....	201
EK 11 Yazır köyü 4 no'lu pompaj tesisi.....	202
EK 12 Naip köyü 5 no'lu pompaj tesisi.....	203
EK 13 Köseilyas köyü 6 no'lu pompaj tesisi.....	204
EK14 Çiftlikçi köyü 8 no'lu pompaj tesisi.....	205
EK 15 Çiftlikçi köyü 9 no'lu pompaj tesisi.....	206
EK 16 Ortaca köyü 10 no'lu pompaj tesisi.....	207
EK 17 Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü 11 no'lu pompaj tesisi.....	208
EK 18 Balaban köyü 18 no'lu pompaj tesisi.....	209
EK 19 Balaban köyü 19 no'lu pompaj tesisi.....	210
EK 20 Balaban köyü 20 no'lu pompaj tesisi.....	211
EK 21 Balaban köyü 21 no'lu pompaj tesisi.....	212
EK 22 Balaban köyü 22 no'lu pompaj tesisi.....	213
EK 23 Balaban köyü 23 no'lu pompaj tesisi.....	214
EK 24 Balaban köyü 24 no'lu pompaj tesisi.....	215
EK 25 Balaban köyü 25 no'lu pompaj tesisi.....	216
EK 26 Balaban köyü 26 no'lu pompaj tesisi.....	217
EK 27 Balaban köyü 27 no'lu pompaj tesisi.....	218
EK 28 Balaban köyü 29 no'lu pompaj tesisi.....	219
EK 29 Balaban köyü 30 no'lu pompaj tesisi.....	220
EK 30 Uzunköprü 31 no'lu pompaj tesisi.....	221
EK 31 Uzunköprü 32 no'lu pompaj tesisi.....	222
EK 32 Uzunköprü 33 no'lu pompaj tesisi.....	223
EK 33 Uzunköprü 34 no'lu pompaj tesisi.....	224
EK 34 Uzunköprü 35 no'lu pompaj tesisi.....	225
EK 35 İlk 150 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları...	226
EK 36 İkinci 150 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları.....	227
EK 37 İlk 200 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları...	228
EK 38 İkinci 200 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları.....	229
EK 39 İlk dökme demir çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları.....	230
EK 40 İkinci dökme demir çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları.....	231
EK 41 İlk alüminyum çark denemesinin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları.....	232
EK 42 İkinci alüminyum çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N	

(güç)- η (verim) sonuçları.....	233
ÖZGEÇMİŞ.....	234

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No**

Şekil 3.1.	Denemede kullanılan santrifüj pompa.....	22
Şekil 3.2.	Denemede kullanılan monoblok santrifüj pompa (alüminyum çarklı).....	23
Şekil 3.3.	Denemede kullanılan monoblok santrifüj pompa (dökme demir çarklı).....	23
Şekil 3.4.	İlk denemede kullanılan santrifüj pompaya ait dökme demir çarkın üç görünüşü.....	24
Şekil 3.5.	İkinci denemede kullanılan santrifüj pompaya ait dökme demir ve alüminyum çarkın üç görünüşü.....	24
Şekil 3.6.	Denemede kullanılan manometre.....	25
Şekil 3.7.	Denemede kullanılan vakummetre.....	25
Şekil 3.8.	Denemede debi ölçümünde kullanılan su sayacı.....	25
Şekil 3.9.	Debi ölçümünde kullanılan kısma vanaları.....	26
Şekil 3.10.	Suyun açık devre sistemde devir daimini sağlayan emme ve basma boruları.....	26
Şekil 3.11.	Denemede kullanılan elektrik panosu ve sayacı, monofaze panolar (a), trifaze pano ve elektrik sayacı (b).....	27
Şekil 3.12.	Denemede kullanılan devir ölçüm cihazı.....	27
Şekil 3.13.	Denemede kullanılan infrared ve bimetal termometre.....	28
Şekil 3.14.	Denemede kullanılan termohigrometre.....	28
Şekil 4.1.	İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	36
Şekil 4.2.	İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	37
Şekil 4.3.	İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	37
Şekil 4.4.	İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	38
Şekil 4.5.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	38
Şekil 4.6.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	39
Şekil 4.7.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	39
Şekil 4.8.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri.....	40
Şekil 4.9.	İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri.....	41
Şekil 4.10.	İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri.....	41
Şekil 4.11.	Denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesine ait mikro yapı görüntüsü.....	42
Şekil 4.12.	İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait SEM görüntüleri.....	42
Şekil 4.13.	İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait SEM görüntüleri.....	43
Şekil 4.14.	Denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesine ait SEM görüntüleri.....	44
Şekil 4.15.	İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri.....	47
Şekil 4.16.	İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri.....	48
Şekil 4.17.	İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri.....	48
Şekil 4.18.	İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri.....	49
Şekil 4.19.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri... ..	50
Şekil 4.20.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri.....	51
Şekil 4.21.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri.....	52
Şekil 4.22.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri..	52
Şekil 4.23.	İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri.....	53
Şekil 4.24.	İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri.....	54
Şekil 4.25.	İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri.....	54
Şekil 4.26.	İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri.....	55
Şekil 4.27.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın mikro yapı görüntüsü.....	55
Şekil 4.28.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın mikro yapı görüntüsü..	56
Şekil 4.29.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın mikro yapı görüntüsü.....	56

Şekil 4.30.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın mikro yapı görüntüsü...	57
Şekil 4.31.	Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	58
Şekil 4.32.	Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri.....	58
Şekil 4.33.	Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	59
Şekil 4.34.	Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri.....	59
Şekil 4.35.	Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	60
Şekil 4.36.	Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri.....	61
Şekil 4.37.	Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	62
Şekil 4.38.	Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri.....	62
Şekil 4.39.	Dökme demir çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	63
Şekil 4.40.	Dökme demir çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	64
Şekil 4.41.	Alüminyum çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	65
Şekil 4.42.	Alüminyum çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.....	65
Şekil 4.43.	İlk ve ikinci 150 saatte denemesi yapılmış çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği.....	70
Şekil 4.44.	İlk ve ikinci 200 saatte denemesi yapılmış çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği.....	71
Şekil 4.45.	180 saatte denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği.....	72
Şekil 4.46.	180 saatte denemesi yapılmış ilk ve ikinci alüminyum çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği.....	73
Şekil 4.47.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği.....	105
Şekil 4.48.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği.....	105
Şekil 4.49.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük nem değişim grafiği.....	106
Şekil 4.50.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük nem değişim grafiği.....	106
Şekil 4.51.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük emme hattına ait sıcaklık değişim grafiği.....	107
Şekil 4.52.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük emme hattına ait sıcaklık değişim grafiği.....	107
Şekil 4.53.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği.....	108
Şekil 4.54.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği.....	108
Şekil 4.55.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basma hattı çıkışına ait sıcaklık değişim grafiği.....	109
Şekil 4.56.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basma hattı çıkışına ait sıcaklık değişim grafiği.....	109
Şekil 4.57.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği.....	110
Şekil 4.58.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği.....	110
Şekil 4.59.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	111
Şekil 4.60.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	111
Şekil 4.61.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	112
Şekil 4.62.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	112
Şekil 4.63.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	113

Şekil 4.64.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	113
Şekil 4.65.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	114
Şekil 4.66.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	114
Şekil 4.67.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basınç değişim grafiği.....	115
Şekil 4.68.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basınç değişim grafiği.....	115
Şekil 4.69.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük vakum değişim grafiği.....	116
Şekil 4.70.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük vakum değişim grafiği.....	116
Şekil 4.71.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük akım değişim grafiği.....	117
Şekil 4.72.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük akım değişim grafiği.....	117
Şekil 4.73.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük gerilim değişimi grafiği.....	118
Şekil 4.74.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük gerilim değişimi grafiği.....	118
Şekil 4.75.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük devir sayısı değişim grafiği.....	119
Şekil 4.76.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük devir sayısı değişim grafiği.....	119
Şekil 4.77.	İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	120
Şekil 4.78.	İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	120
Şekil 4.79.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	121
Şekil 4.80.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	121
Şekil 4.81.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	122
Şekil 4.82.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	122
Şekil 4.83.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	123
Şekil 4.84.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	123
Şekil 4.85.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	124
Şekil 4.86.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	124
Şekil 4.87.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	125
Şekil 4.88.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	126
Şekil 4.89.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	126
Şekil 4.90.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	127
Şekil 4.91.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	127
Şekil 4.92.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	128
Şekil 4.93.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	128
Şekil 4.94.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	129
Şekil 4.95.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	130
Şekil 4.96.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	130
Şekil 4.97.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	131
Şekil 4.98.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	131
Şekil 4.99.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	132
Şekil 4.100.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	132
Şekil 4.101.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	133
Şekil 4.102.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	133
Şekil 4.103.	İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	134
Şekil 4.104.	İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	135
Şekil 4.105.	İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	135
Şekil 4.106.	İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği.....	136
Şekil 4.107.	Dökme demir çarklara ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği.....	137
Şekil 4.108.	Alüminyum çarklara ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği.....	137
Şekil 4.109.	Dökme demir çarklara ait günlük nem değişimi grafiği.....	138
Şekil 4.110.	Alüminyum çarklara ait günlük nem değişimi grafiği.....	138
Şekil 4.111.	Dökme demir çarklara ait günlük emme hattının sıcaklık değişim grafiği.....	139
Şekil 4.112.	Alüminyum çarklara ait günlük emme hattının sıcaklık değişim grafiği.....	139
Şekil 4.113.	Dökme demir çarklara ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği.....	140
Şekil 4.114.	Alüminyum çarklara ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği.....	141
Şekil 4.115.	Dökme demir çarklara ait günlük basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği.....	141
Şekil 4.116.	Alüminyum çarklara ait günlük basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği.....	147
Şekil 4.117.	Dökme demir çarklara ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği.....	147

Şekil 4.118.	Alüminyum çarklara ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği.....	143
Şekil 4.119.	Dökme demir çarklara ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	143
Şekil 4.120.	Alüminyum çarklara ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği.....	144
Şekil 4.121.	Dökme demir çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	144
Şekil 4.122.	Alüminyum çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	145
Şekil 4.123.	Dökme demir çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	146
Şekil 4.124.	Alüminyum çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği.....	146
Şekil 4.125.	Dökme demir çarklara ait günlük basınç değişim grafiği.....	147
Şekil 4.126.	Alüminyum çarklara ait günlük basınç değişim grafiği.....	147
Şekil 4.127.	Dökme demir çarklara ait günlük vakum değişim grafiği.....	148
Şekil 4.128.	Alüminyum çarklara ait günlük vakum değişim grafiği.....	148
Şekil 4.129.	Dökme demir çarklara ait günlük akım değişim grafiği.....	149
Şekil 4.130.	Alüminyum çarklara ait günlük akım değişim grafiği.....	149
Şekil 4.131.	Dökme demir çarklara ait günlük gerilim değişim grafiği.....	150
Şekil 4.132.	Alüminyum çarklara ait günlük gerilim değişim grafiği.....	150
Şekil 4.133.	Dökme demir çarklara ait günlük devir sayısı değişim grafiği.....	151
Şekil 4.134.	Alüminyum çarklara ait günlük devir sayısı değişim grafiği.....	151
Şekil 4.135.	Dökme demir çarklara ait günlük bir saatte tüketilen güç değişimi (T) grafiği.....	152
Şekil 4.136.	Alüminyum çarklara ait günlük bir saatte tüketilen güç (T) değişimi grafiği.....	153
Şekil 4.137.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	153
Şekil 4.138.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	154
Şekil 4.139.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	154
Şekil 4.140.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği.....	155
Şekil 4.141.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği...	155
Şekil 4.142.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	156
Şekil 4.143.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	157
Şekil 4.144.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği.....	157
Şekil 4.145.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	158
Şekil 4.146.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	158
Şekil 4.147.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği....	159
Şekil 4.148.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği.....	160
Şekil 4.149.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	160
Şekil 4.150.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği.....	161
Şekil 4.151.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği....	161
Şekil 4.152.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği	162
Şekil 4.153.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.	162
Şekil 4.154.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	163
Şekil 4.155.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği...	164
Şekil 4.156.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği.....	164
Şekil 4.157.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	165
Şekil 4.158.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	165
Şekil 4.159.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	166
Şekil 4.160.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği.....	166
Şekil 4.161.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği.....	167
Şekil 4.162.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği.....	168

Şekil 4.163.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği.....	168
Şekil 4.164.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği.....	169
Şekil 4.165.	İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	170
Şekil 4.166.	İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	170
Şekil 4.167.	İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri.....	170
Şekil 4.168.	İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	171
Şekil 4.169.	İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	172
Şekil 4.170.	İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri.....	172
Şekil 4.171.	İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	173
Şekil 4.172.	İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	173
Şekil 4.173.	İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri.....	174
Şekil 4.174.	İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	175
Şekil 4.175.	İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	175
Şekil 4.176.	İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri.....	175
Şekil 4.177.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	177
Şekil 4.178.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	177
Şekil 4.179.	İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrisi.....	178
Şekil 4.180.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	179
Şekil 4.181.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	179
Şekil 4.182.	İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrisi.....	179
Şekil 4.183.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	180
Şekil 4.184.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	181
Şekil 4.185.	İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrisi.....	181
Şekil 4.186.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri.....	182
Şekil 4.187.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri.....	182
Şekil 4.188.	İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrisi.....	183

Çizelge 1.1.	Çeşitli malzemelerin kavitasyon korozyonuna karşı mukavemetleri.....	11
Çizelge 3.1.	Santrifüj pompaya ait teknik özellikler.....	22
Çizelge 3.2.	Monoblok santrifüj pompaya (alüminyum çarklı) ait teknik özellikler.....	22
Çizelge 3.3.	Monoblok santrifüj pompaya (dökme demir çarklı) ait teknik özellikler.....	23
Çizelge 3.4.	Denemede kullanılan suya ait genel karakteristik özellikler.....	29
Çizelge 3.5.	Denemede kullanılan kuma ait genel karakteristik özellikler.....	29
Çizelge 3.6.	İlk denemeye ait pompa sisteminin çalışma planı.....	30
Çizelge 3.7.	İkinci denemeye ait pompa sistemlerinin çalışma planı.....	31
Çizelge 4.1.	İlk denemeye ait ölçülen pompa karakteristikleri.....	35
Çizelge 4.2.	İkinci denemede kullanılan ilk pompaya ait ölçülen pompa karakteristikleri.....	35
Çizelge 4.3.	İkinci denemede kullanılan ikinci pompaya ait ölçülen pompa karakteristikleri.....	35
Çizelge 4.4.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	44
Çizelge 4.5.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	45
Çizelge 4.6.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	45
Çizelge 4.7.	Denemesi yapılmamış çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları.....	45
Çizelge 4.8.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	66
Çizelge 4.9.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	66
Çizelge 4.10.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	67
Çizelge 4.11.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	67
Çizelge 4.12.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	67
Çizelge 4.13.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	67
Çizelge 4.14.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	68
Çizelge 4.15.	Malzemenin kimyasal bileşenleri.....	68
Çizelge 4.16.	İlk denemeye ait çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4.17.	İkinci denemeye ait çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları.....	69
Çizelge 4.18.	İlk ve ikinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları.....	70
Çizelge 4.19.	İlk ve ikinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları.....	71
Çizelge 4.20.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarka ait tartım sonuçları.....	71
Çizelge 4.21.	180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarka ait tartım sonuçları.....	72
Çizelge 4.22.	150 ve 200 saatlik denemelere ait saat faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin t testi sonuçları.....	74
Çizelge 4.23.	150 ve 200 saatlik denemelere ait ve saat faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları.....	75
Çizelge 4.24.	150 ve 200 saatlik denemelere ait sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi.....	76
Çizelge 4.25.	150 ve 200 saatlik denemelere ait pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi.....	77
Çizelge 4.26.	Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları.....	78
Çizelge 4.27.	150 ve 200 saatlik denemelere ait çark faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	79
Çizelge 4.28.	150 ve 200 saatlik denemelere ait ve çark faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	80
Çizelge 4.29.	150 ve 200 saatlik denemelere ait hafta faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	81
Çizelge 4.30.	150 ve 200 saatlik denemelere ait ve hafta faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	82
Çizelge 4.31.	Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve çark faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	83
Çizelge 4.32.	Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve hafta faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları.....	84
Çizelge 4.33.	Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve kademe faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları.....	85
Çizelge 4.34.	180 saatlik denemelere ait çark malzemesi faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin t testi sonuçları.....	88
Çizelge 4.35.	180 saatlik denemelere ait ve çark malzemesi faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları.....	89
Çizelge 4.36.	180 saatlik denemelere ait çark faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine	

	ilişkin t testi sonuçları.....	90
Çizelge 4.37.	180 saatlik denemelere ait ve çark faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.38.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve çark malzemesi faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.39.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve çark faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları.....	92
Çizelge 4.40.	180 saatlik denemelere ait vakum özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi.....	93
Çizelge 4.41.	180 saatlik denemelere ait akım özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi	93
Çizelge 4.42.	180 saatlik denemelere ait devir sayısı özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi.....	94
Çizelge 4.43.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen vakum değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	94
Çizelge 4.44.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen akım değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	95
Çizelge 4.45.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen devir sayısı değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	95
Çizelge 4.46.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç miktarı değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	96
Çizelge 4.47.	180 saatlik denemelere ait pompa faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	97
Çizelge 4.48.	180 saatlik denemelere ait ve pompa faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	98
Çizelge 4.49.	180 saatlik denemelere ait hafta faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	99
Çizelge 4.50.	180 saatlik denemelere ait ve hafta faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	100
Çizelge 4.51.	180 saatlik denemelere ait zaman faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	101
Çizelge 4.52.	180 saatlik denemelere ait ve zaman faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	102
Çizelge 4.53.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve pompa faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	102
Çizelge 4.54.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve hafta faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	103
Çizelge 4.55.	Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve kademe faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları.....	104

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artışı tarımsal üretimin artırılmasını etkileyen en büyük etmenlerden biridir. Tarımsal üretim, birbirinden farklı çok sayıda girdilerin bir araya getirilerek kullanılmasını gerektiren uzun ve değişken yapıları bir süreçtir. Günümüzün ekonomik anlayışı, tarımın bu dinamik yapıları üretim sürecine giren tüm girdilerin en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak bir planlamayı gerektirir. Tarımsal üretimdeki artış da tarımsal mekanizasyon düzeyinin artmasını ve gelişmesini sağlar. Tarımsal mekanizasyon tarımsal üretime dolaylı olarak katılarak, üzerinde üretim yapılan toprağı işleyip diğer girdilerinde (tohum, gübre, ilaç, su) gerektiğı gibi kullanılmasını sağlayan, hasat ve hasat sonrası işlemlerde kullanılması ile ürün ve üretim faktörleri verimliliğini arttıran çok önemli bir tarımsal girdidir (Aslan 2000). Mekanizasyon yüksek maliyetli bir girdi olduğu için, doğru seçimler yapılarak uygun şekilde kullanıldığı durumda üretim karlılığını sağlayabilir. Nüfus artışı ile birlikte, mekanizasyon seviyesindeki ve diğer tarımsal girdilerdeki artış sonucu son yıllarda ülkemizde tarımsal üretim büyük bir gelişme göstermiştir.

Dünya ikliminin giderek ısındığı ve nüfusun her geçen gün arttığı ve bunun sonucunda da yerleşim yerlerinin ve sanayinin giderek daha fazla suya ihtiyaç duyduğu günümüzde, tarımsal üretim için ayrılan su miktarı giderek azalmaktadır. Bu durumda her yıl artan nüfusu yeterli bir şekilde besleyebilmek için, tarımsal sulamaya ve suyun ekonomik kullanımına ilişkin çalışmalara ağırlık verilmesi zorunlu olmaktadır. Tarımsal üretim için ayrılan suyun giderek azalması sonucunda, suyu daha etkin ve ekonomik kullanımını sağlayabilmek için farklı sulama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin içinde de küçük debilerle çalışan ve su tasarrufu sağlayan düşük basınçlı sulama yöntemleri günümüzde önem kazanmaktadır (Çamoğlu 2004).

Ülkemiz topraklarının yüzölçümü 779452 km²'dir. Bu topraklara ortalama yıllık 652,5 mm yağış düşmekte ve bunun %37'lik miktarı yüzey akışı haline geçmektedir. Türkiye'nin toplam su potansiyeli miktarı $779452 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 0,6525 \text{ m} = 508,6 \text{ milyar m}^3$, net su potansiyeli miktarı ise $508,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \cdot 0,37 = 188 \text{ milyar m}^3$ 'tür (İstanbulluoğlu 2001).

Ülkemizde yirmi altı havzadaki toplam su potansiyeli 186 milyar m³ olup, bunun 95 milyar m³'ü yararlanılabilir durumdadır. Ancak teknik ve ekonomik olarak tüketilebilecek yeraltı ve yerüstü su miktarı 110 milyar m³'tür. Bunun 95 milyar m³'ü yurtiçinden doğan akarsulardan, 3 milyar m³'ü yurtdışından ulaşan akarsulardan ve 12 milyar m³'ü ise yeraltı suyundan sağlanabileceğı kabul edilmektedir. Havza bazında, yıllık su potansiyeli de büyük değişiklikler göstermektedir. Ülkemizde 2000 yılında toplam kullanılan 42 km³ suyun %75'i

sulama, %15'i içme ve kullanma, %10'u sanayi amaçlı tüketilmiştir (Gündoğmuş ve ark. 2001). Ülkemizdeki su kaynaklarının büyük bir bölümü tarım sektöründe kullanılmakta ve bu durum ülkemizde, tarımda suyun etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Sulama sistemlerinin büyük bir bölümü işletme ve bakım sorunları nedeniyle verimli çalışmamaktadır. Çiftçiler sulamayı genellikle fenolojik gözlemlere göre yapmakta, uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama aralığı teknik bir kritere dayanmamaktadır (Uçan 2000).

Araştırmayı yaptığımız ilimizin ise yenilenebilir yıllık su potansiyeli 1620 milyon m³ (1,62 milyar m³) olmasına karşın, 899,3 milyon m³ (0,8893 milyar m³) günümüz teknik ve ekonomik koşullarında tüketilebilir yerüstü ve yer altı su potansiyelini oluşturmaktadır. Yani ülkemiz tüketilebilir su potansiyelinin ancak %0,8'ine karşılık gelmektedir (Anonim 2008a).

Tekirdağ'ın toplam arazi varlığı 630 bin ha'dır. Bunun içinde işlenen tarım alanları ise 390 bin ha olup, bunun ancak 29 bin ha'ı sulanabilmektedir. Sulanan alanların, işlenen tarım alanlarına oranı ise %7,4'tür (Anonim 2008a).

Modern sulama yöntemlerinin kullanılmasında bitkiye verilecek sulama suyunun miktarı, verilme zamanı ve yöntemi kadar, sulama suyunun kalitesi de önemlidir. Su kirliliği, insan etkileri sonucunda, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca istediğimiz her bölgede de yeteri kadar sulama suyu bulunmamaktadır. Bu çerçevede, bir yanda istenilen yerde yeteri kadar suyun bulunmaması, bir yanda suyun kalitesinin düşmesi, diğer yanda ise bu kaliteye bağlı olarak çeşitli kullanımlara yönlendirilecek su potansiyeli büyük önem taşımaktadır. Modern sulama yöntemlerinden olan basınçlı sulama sistemlerinde, pompa aracılığıyla kaynaktan alınan su kapalı boru hatları içerisinde basınçlı olarak sulama alanına kadar iletilmektedir. Pompa ile iletilecek suyun temizliği pompanın yapısal özellikleri ile yakından ilgilidir. Kaynaktan alınan suyun içindeki kum ve diğer süspanse maddeler pompada aşınmaya (özellikle suyun temas ettiği parçalarında) neden olmaktadır. Sulamada kullanılan sular ister yüzey suları isterse derin kuyulardan elde edilen sular olsun kum ve diğer siltasyon maddelerini içerirler.

Ülkemiz arazilerinin yüzey eğiminin yüksek olması nedeniyle, yağışlarla birlikte akışa geçen yüzey suları nehir, göl ve barajlara önemli ölçüde siltasyon maddeleri taşırlar (Yüksel 2007). Bu maddeler hem sulama kanallarında hem de damla ve yağmurlama sistemlerinde sorunlara neden olurlar (Yıldırım 2003). Aynı zamanda yer altı suları da, yerüstü sularında olduğu gibi hem kum içerir hem de, tuz gibi korozyon maddeleri içerirler (Akagündüz 2001; Yıldırım 2003). Suyun içerdiği siltasyon maddeleri ve tuzlar pompanın parçalarına zarar verebilen korozyon maddelerdir. Kumun pompa çarkına ve çark kanatlarında erozyon meydana getirmesi, yüksek debili pompa çark kanatlarının su ile temas ettiği yüzeylerde oluklar, dar

yüzeylerde ezme meydana getirebilir (Akagündüz 2001). Meydana gelen aşınma pompada verimin düşmesine ve fazla enerji kullanılmasına neden olur ve sulamanın randımanlı bir şekilde yapılmasını engeller. Bu nedenle sulamada kullanılacak pompalarda meydana gelebilecek aşınmaları mümkün olduğunca azaltmanın yolları üzerinde durulmalıdır.

Dünya nüfusunun artışı hem tarım hem de sanayi ürünlerine olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de kurak ve yarı kurak iklim koşullarında tarımsal üretimin artırılmasında ilk koşul sulamadır. Sulama bitkinin ihtiyaç duyduğu ve yağışlarla karşılanamayan suyun, toprakta bitkinin kök bölgesine gereken yer ve zamanda verilmesidir (Akıncı 2006). Sulamada esas ilke kaynaktan alınarak tarla başına kadar getirilmiş suyun, en az kayıpla bütün tarlaya üniform bir şekilde yayılmasıdır. Sulama konusunda pek çok sistem vardır. Doğal olarak bunlardan birinin ya da birkaçının seçilmesi birçok etmene bağlıdır. Örneğin tarlanın tesviyesinin düzgün olup olmaması, yetiştirilen ürünün cinsi, toprağın ve toprak altının kimyasal ve fiziksel özellikleri, sulama suyunun miktarı ve kalitesi, çiftçi alışkanlıkları, bazı sulama yöntemlerinin ek yatırımı gerektirmesi nedeniyle oradaki çiftçilerin ekonomik durumunu etkiler. Ayrıca bölgenin iklim koşullarından rüzgar, sıcaklık, oransal nem, don, yağış gibi egemen iklim verileri sulama sistemlerinin projelenmesinde etkili olurlar (Akıncı 2006).

Tarımda suyun ekonomik olarak ve bitkilere yararlı şekilde kullanılmasını sağlamak için, modern sulama yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu yöntemlerde de suyun basınçlı şekilde kullanılması yani sistemde pompa kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu nedenle, modern sulama yöntemlerinin su yanında en önemli unsuru, suyun belirli bir basınç altında iletilmesini sağlayan pompalar olmaktadır. Sınırlı olan su kaynaklarımızı en verimli şekilde israf etmeden kullanabilmemiz için pompaları ve bunları üreten işletme ve teknolojiyi iyi tanımamız gerekmektedir. Pompalar kullanım alanlarına uygun olacak şekilde çeşitlilik gösterir. Bilimsel çalışmalar pompanın kullanım alanına uygun özelliklerini iyileştirmeyi ve enerji kayıplarını en aza indirmeyi konu edinir. Şehir su şebekelerinde, yüksek binalara su çıkarılmasında, tarım sektöründe arazilerin sulanmasında, petrol kuyularından petrolün çıkarılmasında, takım tezgahlarının yağlama ve soğutma donanımlarında ve daha birçok alanda pompalar kullanılmaktadır (Yalçın 1998).

Sıvılara hidrolik enerji kazandırarak naklini sağlayan, bir başka ifade ile mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştüren aletlere pompa denilir (İşcan ve ark. 2004). Pompa sıvıya kazandıracığı hidrolik enerjinin biraz daha fazlasını çevreden alır; aradaki fark oluşan mekanik kayıplara, akışla ilgili yersel kayıplara ve sıvı-cidar arası sürtünme kayıplarına harcanır (Yalçın 1998).

Uygulamada pompalar hacimsel (volumetrik) ve santrifüj (rotodinamik) olmak üzere ikiye ayrılır.

a) Hacimsel (volumetrik) pompalar

Tarihi en eski pompalardır. Bu pompalarda sıvıların bir yerden nakledilmesi ya sıvının bir şekilde taşınmasına ya da bir kap içerisinde yaratılan hacim değişimi sayesinde sıvının emilip basılmasına dayanır. Uygulamada çok değişik çeşitleri bulunmakla birlikte bunlar aşağıda açıklanmıştır.

Pistonlu pompalar: Pistonlu pompalar silindir şeklinde gövde, piston, piston kolu (biyel), krank mili, emme supabı, basma supabı, sızdırmazlık segmanları, krank yatakları, emme kanalı ve basma kanalından oluşmaktadır. Pistonlu pompalarda, pompanın çalışma sistemi nedeniyle, basma borusunda sıvı akımı kesik kesik sağlanabilir. Bu olumsuzluğu önlemek üzere, pistonlu pompalar çok kademeli olarak gerçekleştirilir.

Esnek diyaframlı pompalar: Pistonun gel-git hareketi yerine, elastik membranın elastikiyeti sayesinde hacim değişiminin sağlandığı pompalardır.

Körüklü pompalar: Kesik koni biçiminde ve içerişi boş elastik bir gövdenin, pistonlu pompa gibi emme supabı üzerinden alınan sıvı, basma supabı üzerinden basılır. Bu olaylar sırasında elastik gövdenin içeriye veya dışarıya doğru şişmemesi için, dairesel segmanlar konulmuştur. Bu segmanlar aralarında bağımsız olduklarından, krankın dönmesi sırasında hiçbir karşı kuvvet doğuramazlar.

Dişli pompalar: Biri diğerini döndüren iki dişli pistonlu hacimsel bir pompadır. Dönen ve döndürülen dişliler, düz veya helisel dişli olabilir. Dişli pompalar yağ pompası olarak uygulamada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Vidalı pompalar: Bu pompalar hacimsel pompalar arasında, sıvı akımının dönme eksenine gerçekleştiği pompalar olarak özel bir yere sahiptir. Sıvı hareketli vidanın veya birbirleriyle temas halinde dönen vidaların helisel kanalları içerisinde, emme kanalından basma kanalına doğru hareket halindedir.

Roots pompası: Roots tarafından geliştirilen mekanik sisteme iki loplu sistem denir. Kompresör ve pompa olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dişli pompalarda olduğu gibi, bu sistemde pistonlar zıt yönde dönerler; emme kanalından aldıkları sıvıyı, bir süre taşır, sonunda çıkış kanalına basarlar (Yalçın 1998).

b) Santrifüj (rotodinamik) pompalar

Santrifüj pompalar, bir tahrik kaynağı tarafından döndürülerek, yatay bir mil üzerindeki çarkı veya çarkları vasıtasıyla suyu emerek istenilen yükseklikteki bir yere basan makinalardır.

Bugün sulamada kullanılan pompaların hemen hemen tamamı, rotodinamik pompalar grubuna giren santrifüj pompalardır. Bunun başlıca nedenleri, santrifüj pompaların yapılarının basit, sağlam, hafif ve ucuz olmalarının yanında; debilerinin 0,8 l/s'den 16000 l/s'ye basınçlarının ise 1,5 mSS'dan 15000 mSS'na kadar olabilmesinden kaynaklanmaktadır (Tellioglu 1967; Özdengiz 1969; Baysal 1975).

1.1. Sulama Pompaj Tesisi Elemanları

Genel olarak sulama amaçlı kullanılan pompa sistemlerinin ana elemanları şu şekilde sıralanabilir.

1.Emme borusu: Emme haznesi ile pompa girişi arasındaki borudur. Genellikle emme borusu çapı, basma borusu çapından büyük olur.

2.Süzgeç ve dip klapesi: Emme borusu girişine monte edilmiş olup, tek taraflı akış sağlayarak (çek valf gibi) emme borusu içindeki suyun boşalmamasını sağlar. Genel olarak klapeleler, bir süzgeç içine konulur.

3.Dirsek: Pompaya girişte enerji kaybını azaltmak için deve boynu dirsek kullanılır.

4.Redüksiyon: Pompa su giriş ağzı çapı ile kullanılacak emme borusu çapı arasında çap uyumsuzluğu varsa aradaki bağlantı redüksiyon ile yapılır. Redüksiyon eksantrik tiptedir ve hava birikmelerini önlemek için düz kısmı yukarıda kalacak şekilde takılır.

5.Basma borusu: Pompa çıkışı ile suyun iletilmesi istenilen nokta arasındaki suyu taşıyan borudur.

6.Çek valf: Pompaj sisteminde belirli bir kot farkına su iletimi söz konusu olduğu durumlarda, pompaj sisteminin çalışması herhangi bir şekilde durduğu zaman, yerçekimi ivmesinin ve kot farkının etkisiyle bu su kütlesi pompaya doğru hareket ederek pompaya (çarka) çarpar ve zamanla pompaya zarar verir. Çek valf tek yönlü açılma hareketi yaparak suyun pompaya (çarka) çarpmasını ve zarar vermesini önler.

7.Vana: Pompaj sisteminde akan suyun debisini ayarlama amacıyla kullanılır (İşcan ve ark. 2004).

1.2. Sulama Pompaj Tesisi Elemanları Yapım Malzemeleri

Genel olarak tüm pompaj tesislerinde en çok kullanılan malzemeler şu şekilde sıralanabilir.

1.Dökme demir: Yüksek fırında üretilen ham demirin, karbon oranı azaltılarak kullanıldığı iki ana üretim alanı vardır. Bunlardan biri çelik üretimi değilse dökme demir olarak kullanımındadır (Serfiçeli 2000).

Dökme demir, içinde %2-4 arasında karbon bulunan, demir karbon alaşımıdır. Ayrıca genellikle içerisinde manganez, silisyum, kükürt ve fosfor katık elemanı olarak bulunur.

Doku yapısı ve içerisindeki alaşım miktarına göre esmer, beyaz, temper, yumuşak ve alaşımlı olmak üzere beş farklı türde dökme demir vardır.

Esmer dökme demirler, gri döküm veya kır döküm olarak da adlandırılırlar. Esmer dökme demirin içerisindeki karbon, silisyumun etkisiyle grafit oluşturmuş durumdadır. Grafitin şekli itibariyle bu dökme demirler lamel grafitli veya küresel grafitli olmak üzere iki farklı yapıdadırlar.

Lamel grafitli dökme demirler %2,6'dan fazla karbon içerirler ve içerisindeki grafitler çizgi görünümündedirler. Lamel grafitli dökme demirin genel malzeme yapısı ferrit+perlit şeklindedir. Ayrıca lamel grafitli dökme demirler DDL şeklinde sembolize edilmektedir.

Küresel grafitli dökme demirlerin içerisindeki grafitler, magnezyumun etkisiyle küre biçimindedir. DDL şeklinde sembolize edilen küresel grafitli dökme demirin doku yapısı çeliklere benzemektedir ve tavlama ve yüzey sertleştirme gibi ısı işlemlere uygundur (Güngör 2001).

Grafitlerin yapıdaki şekli, sayısı ve büyüklüğü malzemenin mukavemetini önemli ölçüde etkiler. Grafitlerin ince tabakalı ve keskin köşeli olması iç gerilmelere sebep olur ve bu bölgelerde kırılmalar ve çatlamlar meydana gelir (Anonim 2010a).

Genel olarak dökme demirlerin pompalarda kullanılmasının nedenleri şunlardır;

- Alçak sıcaklıklarda ergime,
- Düşük maliyet,
- Döküme elverişlilik,
- Yüksek basma dayanımı,
- Aşınma direncidir (Serfiçeli 2000).

Dökme demir malzemeler pompalarda gövde, çark, pompa mili, rulman yatağı, kaplin gibi kısımların yapımında kullanılmaktadır.

2.Çelik: Çelik, demir ve karbon maddelerinin birleşmesiyle oluşan bir alaşımdır. Daha ayrıntılı şekilde tanımlanırsa, içerisinde %1,7'ye kadar karbon, %1'e kadar mangan, %0,5'e

kadar silisyum bulunan kükürt ve fosfor oranı da %0,05'ten az olan demir karbon alaşımıdır (Serfiçeli 2000).

Çelik malzemeler pompalarda, gövde, çark, aşınma halkası, pompa mili, glen, emiş ve çıkış ağızları gibi kısımların yapımında kullanılmaktadır.

3.Bronz: Bakırın kalay ile yapmış olduğu alaşıma bronz adı verilir. Bronz pirince benzer yöntemlerle üretilir. Saf ve hurda bakır, bir fırında ergitilir. Ergimiş haldeki bu metalin içerisine, kalay ve öteki alaşım elementleri eklenir. Ergimiş haldeki bronz, fırından kalıplara akıtılarak, daha sonraki döküm ve biçimlendirme işlemlerinde kullanılan külçe haline getirilir (Serfiçeli 2000).

Bronz malzeme pompalarda, gövde, çark, aşınma halkası, pompa mili, glen, emiş ve çıkış ağızları gibi kısımların yapımında kullanılmaktadır.

4.Plastik: Organik ve sentetik olarak yapılan ve istenilen biçim verilebilen madde olarak tanımlanırlar. Bir malzemedan istenilen özellikler arasında biçimlendirilebilme özelliği, fiziki, mekanik ve teknolojik özellikler, ekonomik olup olmadığı, korozyona dayanımı, üretime uygunluğu, temin kolaylığı sıralanabilir. Plastiğin özellikleri; hafiflik, nem almama, elektrik iletkenliğinin sıfır olması, düşük ısı iletkenliği, katılık ya da esneklik, alçak ergime sıcaklığı, süngerleşebilme, kimyasal maddelere karşı dayanıklılık, kolay biçimlendirilebilme, istenilen rengin verilebilmesi şeklinde sıralanabilir (Serfiçeli 2000).

Pompaların bazı kısımlarında çeşitli plastik türleri kullanılmaktadır. Polipropilen, polipropilen oksit, polifenilen oksit ve polivinil klorür gövde yapımında, poliasetal ise gövde kapağı yapımında kullanılmaktadır.

5.Pirinç: Bakırın en önemli alaşımı, çinko ile yapmış olduğu pirinç geniş kullanım alanına sahiptir. Genel olarak bakır-çinko alaşımları dövme ve dökme alaşımları olmak üzere iki ana grupta toplanır (Serfiçeli 2000).

Pirinç malzeme pompalarda, emiş ve çıkış ağızlarında kullanılmaktadır.

6.Alüminyum: Bu malzemenin yoğunluğu $2,7 \text{ kg/dm}^3$, ergime derecesi 660°C olan kübik yüzey merkezli kristal kafes yapılı, bazik karakterli maddelere karşı dayanıksız ve gümüş beyazı renkte bir metaldir.

Alüminyum içerisine manganez, magnezyum, silisyum, bakır ve çinko elementleri katılarak alaşımlı hale getirilmektedir. Alaşımlandırma ile mukavemeti önemli derecede arttırılmış olur (Güngör 2001).

Alüminyum malzeme pompalarda, çark ve elektrik motoru gövdesi gibi kısımlarda kullanılmaktadır.

7.Kauçuk: Doğal kauçuk bir hidrokarbondur. Yapısında küçük hidrojen ve karbon atomları vardır. Kauçuk moleküllerindeki ana maddeye izopiren adı verilir. Kauçuk molekülleri bir polimer oluşturmak için birbirine bağlanarak uzun zincirler meydana getirir (Serfiçeli 2000).

Kauçuk malzeme pompalarda, contalarda ve zeytinyağı, şarap, pekmez ve bal gibi koyu sıvıların pompalanmasında kullanılan pompaların çarklarında kullanılmaktadır.

1.3. Sulama Pompaj Tesislerinde Korozyonun Önemi, Etkileri ve Çeşitleri

Korozyon metalin kullanıldığı her alanda meydana gelen ve büyük bir sorun olan çoğunlukla tamamen durdurmanın mümkün olmadığı çoğunlukla kimyasal olan bunun yanında elektrokimyasal ve metalurjik reaksiyon biçimleri de gösterebilen bir olaydır.

Bütün metal yapılar doğal çevrede belli derecelerde korozyona uğrar. Demir ve çeliğin yapısal korozyonu, metal gerektiği ölçüde korunmazsa hızlı ilerler. Bu nedenle demir ve çeliğin bu korozyon hassasiyeti önemli bir sorun olarak ortaya çıkar. Çünkü uygun maliyetleri ve fiziksel özellikleri göz önüne alındığında çok fazla miktarlarda kullanılmaktadır (Anonim 2004). Korozyonda metallerin üzerine gelen yük ve ısıda önemli derecede artırıcı etken olmaktadır (Çetin ve Gül 2007). Metallerin yüzeylerinin bor veya krom gibi maddelerle kaplanması, bu maddelerin aşınmasını önemli derecede azaltmaktadır (Yılmaz ve ark. 2005 ve 2007; Ay ve ark. 2006). Santrifüj pompaları oluşturan malzemelerin de hemen, hemen hepsini metallerin oluşturması ve kullanım alanları nedeniyle, sürekli olarak çeşitli sıvı maddelerle temas halinde olmaları korozyon konusunu genel olarak tüm pompalar için önemli bir sorun haline getirmektedir. Pompanın bir yerden emdiği ve istenilen yere bastığı sıvının özelliğine bağlı olarak (katı partikül içeren sıvılar, asidik sıvılar, içme ya da kullanma suyu, kanalizasyon vb.), malzemelerde meydana gelen aşınmalar, korozyonun oluşturduğu metalurjik bozulmalar, hasarlar ve kayıplar pompa veriminin düşmesine neden olmaktadır.

Dünya elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık olarak %25-50'si sanayide ve bunun %20'si ise pompa sistemlerinde tüketilmektedir. İyi bir sistem dizaynı ve uygun pompaların seçimiyle bu enerjinin %30'unun tasarruf edilebileceği açıklanmaktadır. Ayrıca dünya elektrik enerjisinin %5-10'u pompa sistemlerinde tüketilmektedir. Bu da pompa sistemlerinin, elektrik enerjisi tüketiminin ömür boyu maliyet açısından oldukça önemli olduğunu gösterir. Bir pompa sisteminin ömür boyu maliyeti, sistemin belirlenen bir ömür süreci için ilk satın alma, işletme ve bakım maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Pompa kullanımı bakımından ömür boyu maliyet ve sistem etkinliği kavramları kullanımı ihtiyacına göre sistem seçilmesini sağlamaktadır. Pompa imalatçıları açısından bakıldığında ise, bu güne

kadar çok fazla önemsenmeyen statiksel verilerin hazırlanması ve bunların pompa kullanıcılarının hizmetine sunulmasının önemi artmıştır (Nalbantoğlu 2001; Ertöz 2003).

Korozyon metalik malzemelerin uğradığı bir hasar olup, ekonomik açıdan da büyük kayıplara neden olur. Bunun dışında korozyon nedeniyle uğranılan zararları şu şekilde özetleyebiliriz.

1. Korozyon her şeyden önce insan sağlığına zarar verebilecek bir olaydır. Alüminyum malzemelerde renkli bir oksit gözlenmediği halde, kullanım süresince iç yüzeylerdeki çukurcuklardan çıkan alüminyum iyonları, yiyecekler içinde insan bünyesine geçmektedir.

2. Korozyon dünyadaki sınırlı metal kaynaklarının en önemli tüketim nedenlerinden biridir. Her yıl üretilen metalik malzemelerin yaklaşık 1/3' ü yıl sonunda korozyon nedeniyle kullanılmaz hale gelir. Bu ise yıllık metalik malzeme üretiminin 1/10' unun korozyon nedeniyle, bir daha geri kazanılmamak üzere kaybı demektir.

3. Korozyon nedeniyle malzeme kaybı yanında, sermaye-emek-enerji ve bilgi de kaybolur.

4. Korozyon ortamı kirletir ve ayrıca kirli ortam metal korozyonunu hızlandırır. Metal kaybı yeni metal üretimini ve dolayısıyla ilave çevre kirlenmesine neden olarak atmosferin ve suyun kirliliğini arttırır. Kirli ortamda ise metaller daha hızlı korozyona uğrarlar.

5. Korozyon olarak nitelendirilebilecek çözümler, teknolojinin gelişimi ile korozyon etkileri gittikçe azaltılmaktadır. Bazı sanayi kollarında korozyonun sifıra yakın olması istenirken (ilaç sanayi gibi), tarımda kullanılan makinalarda milimetrenin onda düzeylerinde korozyon normal kabul edilebilir (Anonim 2010b).

En genel anlamda sulama pompaj tesislerinde kimyasal ve elektrokimyasal olmak üzere iki tip korozyon görülmektedir. Bunlar şu şekilde açıklanabilir.

a) Kimyasal korozyon: Bir metalin çevresinde bulunan gazların etkisi ile korozyona uğraması, kimyasal korozyon olarak adlandırılır. Genellikle metalin (demir ve demir alaşımları) yüzeyinde çok küçük gözeneklere, oksijen gazının etkimesi ile demir oksit (Fe_2O_3 -pas) haline gelmesidir. Düşük sıcaklıklarda meydana gelen kırmızımsı renkteki pas gözenekli gevrek yapıda olduğundan, demir (metal) yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturamaz ve malzeme bitinceye kadar devam eder (Anonim 2010c).

b) Elektrokimyasal korozyon: Aynı pillerde olduğu gibi, kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesine elektrokimyasal korozyon denir. Pilde elektrotla, elektrolit arasındaki iyon değişimi ile elektrolit yüzeyinde meydana gelen olay kimyasal oksitlenme ve elektrokimyasal korozyondur (Doruk 1995).

Yukarda bahsedilen iki korozyon tipi dışında pompa uygulamalarında görülen korozyon çeşitlerini şöyle sınıflandırabiliriz.

1.Üniform korozyon: Metal yüzeyinin homojen bir biçimde aşınması sonucu incelmesine yol açan ve en yaygın görülen korozyondur. Korozyon hızına bağlı olarak, malzemenin ömrü daha kolay hesaplanabilir (Anonim 2010c).

2.Galvanik korozyon: Aynı ortam içinde birbirleriyle temas halinde bulunan farklı metallerde görülen korozyon çeşididir. Bu tip korozyondan korunmak için, tasarım ve imalat sırasında galvanik dizide birbirine yakın metallerin eşlenmesine çalışılmalıdır (Anonim 2010c).

3.Aralık korozyonu: Bu tip korozyon dar bölgeler üzerinde yoğunlaşır. Makine parçalarının montajı sırasında yok edilemeyen aralıklarda başlar. Bu aralıklar genişledikçe korozyonun etkinliği azalır. Ortamda bulunan katı partiküllerin metalik yüzeyler üzerinde çökmesi, düşük kaliteli koruyucu kaplamalar bu tip korozyon için uygun zemin hazırlarlar (Anonim 2010c).

4.Taneler arası korozyon: Bu tip korozyonda, malzemenin dış görünüş ve ağırlığında önemli bir değişiklik olmamasına rağmen, mekanik dayanıklılığı çok azalır. Özellikle östenitik dokulu krom-nikel çeliklerinde ve alüminyum-bakır alaşımlarında görülen korozyon türüdür (Anonim 2010c).

5.Gerilmeli korozyon: Elektrolit içinde bulunan ve bir çatlak başlangıcı taşıyan parça üzerine çekme gerilmelerinin etkimesi ile ortaya çıkar. Çatlaklar mekanik gerilme ve korozyonun ortak etkimesi sonucu da ortaya çıkabilirler. Gerilme korozyonu her türlü malzemede görülebilir, ancak paslanmaz çelik gibi korozyona dayanıklı malzemeler koruyucu tabakanın hasar görmesi ile duyarlı hale geçebilirler. Gerilme korozyonu malzemeye ve elektrolite bağlı olarak hem taneler arası hem de taneler içi türden olabilir (Anonim 2007a). Pompa mili ve rotoru, yüksek basınçlı kaplar, buhar kazanları bu tip korozyonun tehdidi altında çalışırlar.

6.Erozyon korozyonu: Yüksek hızda hareket eden korozif ortamlarla temas halinde olan malzemelerin yüzeylerinde meydana gelen korozyon türüdür. Pompa gövdeleri ve kanatları, gaz ve sıvıların pompalandığı boru hatları, vanalar, türbin kanatları erozyon korozyonunun tehdidi altındadır (Anonim 2010c).

7.Kavitasyon korozyonu (buhar kabarcıklarının metal yüzeyine düşüşünden dolayı sıvının çekiçleme olayı): Metal yüzeyine veya yüzeye yakın kısımlarda oluşan düşük basınçlı kabarcıkların giderek büyümesi ve sonunda patlaması ile oluşan erozyon korozyonunun özel bir durumu olarak kabul edilebilir. Kavitasyon, cidarlarda malzemenin

aşınarak zamanla süngerleşmesine ve oyuklar oluşmasına neden olur. Pompalarda en çok karşılaşılan korozyon tipidir. Sıvının hareket ettiği ortamda oluşan hava kabarcıklarının metal yüzeyinde patlaması ile oluşan bir korozyon türüdür. Özellikle gemi pervanelerinde, buhar türbinlerinde, pompaların çark ve millerinde rastlanan bu tip korozyon genellikle yüzeyde önemli oyuk ve yarıklar oluşturması ile birlikte kendini belli eder. Pompa malzemesinin kavitasyon korozyonuna dayanıklılığı, malzemenin kimyasal yapısına, uygulanan ısıl işleme, yüzey pürüzlülüğüne, imalat yöntemine bağlıdır (Çakır 1990; Eker ve Akdoğan 2001). Aşağıdaki Çizelge 1.2’de çeşitli malzemelerin kavitasyon korozyonuna karşı mukavemetleri verilmiştir.

Çizelge 1.1. Çeşitli malzemelerin kavitasyon korozyonuna karşı mukavemetleri

Malzeme	2 saat kavitasyonlu çalışma sonunda malzeme kaybı (mg)
Dökme Alüminyum Bronzu	5,8
Dökme Paslanmaz Çelik (18Cr-8Ni)	13
Dökme Paslanmaz Çelik (12 Cr)	20
Dökme Manganez Bronzu	80
Dökme Çelik	105
Dökme Demir	224

8.Ferritik korozyon: Bu tip korozyon kayma ve titreşime maruz iki metalin ara yüzeyinde gerçekleşir. Metal yüzeyinde, etrafında korozyon ürünlerinin olduğu oyuklanma ve çukurlar şeklinde görülür. Çoğunlukla pompa mili ve çarkı arasında, pompa bağlantı elemanları arasında görülmektedir (Eker ve Akdoğan 2001).

1.4. Aşınma

Korozyonun dışında metal malzemelerin yapısını olumsuz etkileyen ve ileri dereceli durumlarında malzeme kayıplarına yol açan bir diğer oluşumda aşınmadır. Aşınma genellikle, fiziksel ya da kimyasal bir yöntemle yüzeyden malzemenin uzaklaştırılması olarak tanımlanabilir (Buytoz ve Eren 2007).

Yapılan araştırmalara ve tutulan istatistiklere göre makine elemanlarının ortalama %70’inin hurdaya ayrılma sebebi aşınmadır. Bunun sonucu olarak meydana gelen malzeme kayıpları, aşınan parçaların yenileriyle değiştirilmesi zorunluluğu, makinelerin bakım-onarım faaliyetleri için harcanan zaman ve emek ve bu faaliyetler için istihdam edilen teknik personel göz önüne alındığında, her yıl milli sermayeye oldukça büyük yükler getirmektedir. Aşınma

birbirine temas eden ve birbirine göre izafi olarak hareket eden, sürtünme halindeki cisimlerin yüzeylerinde sürtünme etkisiyle oluşan ve istenilmeyen malzeme kaybıdır.

Aşınma miktarı; malzemenin cinsine, sürtünen yüzeylerin şekil ve prtzllğne, sürtünme koşullarına ve çevrenin çeşitli kimyasal etkilerine bağlıdır. Araştırmacılar aşınma direncinin, malzemenin yalnızca iç yapısına bağlı bir özellik değil, aynı zamanda malzemenin maruz kaldığı şartlara da son derece bağlı olduğuna işaret etmektedirler (Arıkan 2007). Aşınmayı tamamen önlemek olanaksızdır. Ancak bu olayı yakından tanımanın ve etkileyen faktörleri iyi bir şekilde saptamanın aşınmayı en düşük düzeyde tutma bakımından çok yararlı olacağı açıktır (Onaran 1993).

Malzeme kaybına neden olan belli başlı beş tür aşınma vardır.

1.Adezif aşınma: Bu tip aşınma sistemin ya da malzemenin kullanılmaz hale gelmesine neden olabilecek kadar tahrip edici olabilen bir aşınma türüdür. Yapılan araştırmalar özellikle yumuşak ve katı eriyik oluşturabilen homojen yapılı metallerde adeziyonun daha kolay oluştuğu, dolayısıyla aşınmanın daha şiddetli olduğunu göstermiştir.

2.Abrazif aşınma: Bu tip aşınma şeklinde sert bir malzeme veya sert bir parçacık, yumuşak bir malzemenin yüzeyinden çizerek veya kazıyarak parça kopartır. Abrazif aşınma yumuşak parça tükeninceye kadar kararlı bir şekilde devam eder ve adezif aşınma kadar şiddetli olmaz.

3.Korozif aşınma: Mekanik etkenlerin yanında çevrenin de kimyasal etkisi ile sürtünen yüzeylerde oluşan korozyon ürünü sert parçacıklar halinde kopması sonucu meydana gelen şiddetli bir aşınma türüdür.

4.Yüzey yorulması: Birbiri üzerinde yuvarlanan parçalarda görülür. Değen yüzeylerde plastik şekil değiştirme dolayısıyla pekleşme oluşur ve malzeme gevrekleşir. Gevrekleşen malzeme üzerinden geçen tekrarlı kuvvet etkisi ile çatlar. Bu tür yüzey yorulmasını önlemek için yüzeylerin sertleştirilmesi ve iyi parlatılması gerekir (Onaran 1993).

5.Erozyon aşınması: Metal yüzeyinin temasta bulunduğu, bağlı olarak hareket eden korozif akışkanın etkisiyle meydana gelen bozunmadır. Metal ve alaşımın özellikleri, galvanik etki, sıvı ortamda süspansiyon halinde bulunan katı parçacıklar erozyon aşınmasına etki eden faktörler arasındadır. Değişik sıvı ve gazların taşınmasına hizmet eden boru hatları, pompalar ve valfler, ısı değiştirgeçleri, kondenserler, sıcak su ve buhar üniteleri, trbın kanatları ve karıştırıcılar erozyon korozyonu etkisi altında çalışan sistem ve parçalardır (akır 1990).

Sulama pompaj tesislerinde çoğunlukla korozyon oluşumu aşınmayı artırır. Bu açıdan bakıldığında korozyonu en aza indirmesi aşınmanın da en aza indirilmesi anlamını taşır. Ancak aşınmanın en aza kendine özgü özellikleri de olduğu başlı başına etken olduğu unutulmamalıdır.

1.5. Araştırmanın Amacı

Açıklanan tüm bu bilgiler sulama pompaj tesislerinde korozyonun incelenmesinde bir bütün halinde değerlendirmeye gereksinim olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yapılan bu araştırmada öncelikle pompaj tesislerinin yapı elemanları, bu yapı elemanlarında kullanılan malzemeler saptanarak çalışma koşulları etkisi ile oluşan ya da oluşabilecek korozyonun saptanması öncelikli hedef olarak ele alınmıştır. Bu hedefe ulaşabilmek için korozyon kaynaklarının en ince noktasına kadar pompaj tesisleri incelenmiştir. Yapısal ve çevresel etmenlerin oluşturduğu korozyonun pompaj tesisi elemanlarında nasıl önlenebileceği ortaya konularak bununla ilgili öneriler sonuç kısmında sunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akagündüz (2001)' ün yaptığı çalışmada, dalgıç pompaların mevcut kaynakların yetersiz kaldığı durumlarda yer altı sularını çıkararak, içme ve kullanım suyu teminini sağlayan pompalar olduğundan bahsetmiştir. Dalgıç pompalarda, merkezkaç kuvveti oluşturan bir veya çok sayıda dönen bir mile monte edilmiş, kanatları akışa göre dizayn edilmiş çarklar bulunmaktadır. Basınç, debi, emme yeteneği gibi temel çıktılarını oluşturmak için çap, kanat kalınlığı, kanat şekli vb. girdileri olan özel çözümler içeren çark tasarımlarında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biride çark malzemesidir. Döküm yöntemi ile üretilen parçalarda elde edilen yüzey kalitesinin düşük olması sebebiyle performans kayıplarının oluşması kaçınılmazdır. Ayrıca parçaların ağırlığının fazla olması nedeniyle, oluşan aksel yüklerle karşı alınan konstrüktif tedbirler pompa maliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebepten merkezkaç pompa çarklarında daha hafif, maliyeti düşük ve güvenilir çözümler (fiziksel ve kimyasal dayanım) üzerinde durulmaktadır.

Arduç (1996) yaptığı çalışmada, alüminyum yapı malzemesinin, korozyon direncinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Alüminyuma, bu özelliği kazandıran, üzerinde oluşan oksidasyon tabakasıdır. Oksidasyon tabakasının kalınlığının artması, alüminyumun aşınma ve diğer kimyasal etkilere karşı dayanımını da artırmaktadır. Bu tabakanın kalınlığının elektrolitik işlemlerle artırılması ve böylelikle alüminyumun korozyona karşı direncinin yükseltilmesi mümkün olmaktadır.

Ariely ve Khentov (2006)' un yaptıkları çalışmada, 13 yıllık çalışma süresi sonunda arıza yapan elektrik santralinin çevrimsel soğutma suyu sisteminin pompa fanı (çark) ele alınmıştır. Korozyon inhibitörü olarak suda, tolyltriazone bulunmaktadır. Kanat yüzeylerinin çoğu karıncalaşmış (pitting) ve yüzeyde açık olarak görülebilmektedir. Stereomikroskop ile çukurlaşmış alan incelendiğinde çukurların at nalı şeklinde olduğu görülür. Çukurcukların incelenmesi, çukur yüzeyinde dendritik dağılma şeklinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Çukurcukların kesit alanının incelenmesi göstermiştir ki, çukurlar krater görünümündedir ve çarpma etkisi ile oluşmuştur. Çarpmayı takip eden korozyon çukurların yüzeylerini pürüzlendirmekte, ve interdendritik çatlaklar oluşturmaktadır. Bu bulgular tipik erozyon-korozyon mekanizmasıdır. Sonuç olarak kanat yüzeyleri düzensiz yerel akış rejimi meydana getirecek şekilde hasar görmüştür. Çarpma sonucu oluşan kabarcıklar, düşük basınca bağlı olarak tolyltriazone buharı ile dolarak ayrılmıştır. Bu ayrışma ürünlerinden biri, bakırın korozyonuna neden olan amonyum nitratıdır. Açık kendini çekme hasarları fanın erozyon korozyonuna son hasarı da eklemiş ve fan kullanılmaz hale gelmiştir.

Arıkan (2007) yaptığı çalışmada, %10, %20 ve %30 hacim oranında alümina saffil (δ - Al_2O_3) fiber içeren çinko-alüminyum esaslı alaşımın (ZA-12) sürtünme aşınma davranışları incelenmiştir. Numuneler saffil fiber preformlara vakum altında “sıvı metal infiltrasyon” yöntemiyle üretilen kompozit levhalardan hazırlanmıştır. Ağırlık kaybı (aşınma kaybı) ve sürtünme katsayısı belirlenmiş ve bunların fiber hacim oranı ile ilişkileri gösterilmiştir. Ağırlık kaybının yük ve fiber oranı ile arttığı, sürtünme katsayısının ise alaşıma göre daha büyük olduğu görülmüştür. Aşınma davranışlarını belirlemek için numunelerin hem aşınma yüzeyleri hem de bu yüzeye dik kesitleri elektron mikroskopunda (SEM) incelenerek karşılaştırılmıştır. Buna göre fiberlerin plastik deformasyonu azalttığı, sürtünme direncini ise artırdığı fakat kopan fiber parçacıkların matrise gömülerek sürüklenmesi nedeniyle daha fazla aşınmaya sebep olduğu görülmüştür.

Ayder ve İlikan (2009) yaptıkları çalışmada, bir pompanın performans eğrilerinin, pompanın basma yüksekliğinin, mil gücünün, veriminin ve emmedeki net pozitif yükün, sabit devir sayısında, pompadan geçen akışkan debisi ile değişimi olarak tanımlanacağından bahsetmişlerdir. Söz konusu eğriler, kataloglarda sadece pompanın, pompa olarak çalıştığı bölge için verilirler. Her ne kadar pompalar bu bölgede çalışmak için tasarlanmışsa da, bazı durumlarda geçici ya da sürekli olarak bu bölgenin dışında çalışmak durumunda kalabileceğini belirtmişlerdir.

Brown (2005) yaptığı çalışmada, yağ ve gaz pompalama donatılarını korozyondan korumak için, kaynak kaplamanın yararlarını ve korozyona dirençli alaşımlar kullanırken mevcut imkanları gözden geçirmiştir. Sondaj teknolojileri ilerledikçe ve kuyular derinleştikçe, korozyon problemi de artmaktadır. Hidrojen sülfid, karbon dioksit ve kloritlerin varlığına ilave olarak derin kuyulardan çok yüksek ürün sıcaklıkları, ciddi korozyon problemleri oluşturmaktadır. Korozyon riskinin düşük ve kullanım süresinin nispeten kısa olduğu yerlerde koruma metotları, klasik yüksek mukavemetli karbon veya düşük alaşımlı çelikle kullanılan, enjekte edilen inhibitör kullanımı olabilir.

Buytoz ve Eren (2007) yaptıkları çalışmada, bir Al-Si-Mg alaşımına ağırlıkça % 5, 10 ve 15 oranlarında SiC, Al_2O_3 ve FeCrC partikülleri ilave edilerek üretilen Al metal matrisli kompozit malzemelerin (MMK) abrasiv aşınma davranışları incelenmiştir. Kompozit malzemeler karıştırılmalı döküm tekniğiyle üretilmiştir. Ayrıca, üretilen matris alaşımı ve kompozit malzemelerin optik mikroskop, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve EDS çalışmaları yapılmıştır. Test sonuçları incelendiğinde, matris alaşımının aşınma değerinin kompozit malzemelerin aşınma değerlerine göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, tüm MMK numunelerinde, artan yüklerle birlikte aşınma miktarının da arttığı,

ancak maksimum yükte FeCrC partiküllerinin matrisi plastik olarak deforme ettiği belirlenmiştir.

Çetin ve Gül (2006) yaptıkları çalışmada, matris yapısının küresel grafitli dökme demirin (KGDD) aşınma davranışına, aşınma sırasında oluşan sürtünme katsayısına ve pim sıcaklığına etkisini araştırmışlardır. Ayrıca numunelere sertlik testi, kimyasal bileşim testi, mikroyapı incelemeleri yapılmıştır. Aşınma yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Uygulanan yükün artmasına bağlı olarak döküm durumu ferritik KGDD'in aşınma hızı artarken, döküm durumu perlitik KGDD numunenin aşınma hızı azalmaktadır. Deneysel sonuçlar, döküm durumu perlitik ve ferritik KGDD'lerin sürtünme katsayısının azalmasıyla, sürtünme sıcaklığının arttığını ortaya koymaktadır.

Doğuş ve Tezer (1963); Tezer (1978); Çalışır (1996) yaptıkları çalışmada, geleneksel yöntemle deney yapan test ünitesi sonuçlarının ve bilgisayar kontrollü pompa test ünitesinden elde edilen ölçme sonuçlarının, istatistiksel analizi yapılarak elde edilen değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Pompa test ünitelerinde, temel büyüklükleri belirlemek için bir dizi ölçme yapmak gerekmektedir. Bu ölçmeler; debi(Q), basma hattı basıncı (P_b), emme hattı basıncı (P_e), pompanın çektiği güç (P_{peg}) ve pompa devir sayısı (n) değerlerini kapsamaktadır. Denemeye, ayar vanasının tam kapalı olduğu konumda başlanarak motora yol verilmiştir. Ayar vanasının tam kapalı konumundan tam açık konuma gelinceye kadar 11 değişik vana açıklığı ya da debi değerinde; devir sayısı, debi, emme ve basma hattı basınçları ve güç gösterge değerleri ölçülmüştür. Ölçümler, her vana açıklığında en az 3. dakikanın sonunda yapılmıştır.

Eker ve Akdoğan (2001) yaptıkları çalışmada, bir yıl boyunca içinde doğal suyun bekletildiği kır döküm malzemeden çark ve gövdesi olan bir pompanın korozyona uğramadan önceki ve sonraki karakteristik eğrileri elde edilmiştir. Korozyonla karşı karşıya kalan pompaların karakteristik eğrilerinde değişim olduğu ve bu değişimin olumsuz yönde olduğu görülmüştür. Yapılan deneme sonucu, ortalama olarak korozyon sonrası pompa veriminin %1,5 düzeyinde olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Şüphesiz bu değer bir yıl boyunca korozif ortamda bekletilen bir pompanın bu süre sonunda elde edilen karakteristik değerleri sonucudur. Ancak devamlı çalıştırılan pompalarda bu değer daha altına düşüleceği söylenebilir. Ancak bu tip uygulamalarda da aşınma sonunda oluşan kayıpların oluşacağından bahsetmişlerdir.

Eker ve Yüksel (2005) yaptıkları çalışmada, tarım alet ve makinalarının değiştirilmesinde ya da yenilenmesinde iki önemli sebep olduğunu ve bunlarında aşınma ve korozyon olduğundan bahsetmişlerdir. Tarım alet ve makinalarında korozyona neden olan

faktörler arasında toprak, hayvansal ve kimyasal gübre, su, tarımsal ilaçlar sayılabilir. Su doğada en fazla aşındırıcı özelliğe sahip maddelerden biridir. Bu özelliği içerdiği bileşim yanında hareket halinde geçtiği yüzeyler üzerinde yaptığı etki şeklinde görülebilmektedir. Özellikle endüstriyel atıkların bulunduğu akarsulardan alınarak yapılan sulama uygulamaları sonucu hem sulama alet ve ekipmanları hem de toprakta çalışan alet ve makinalar korozif etki ile karşı karşıya kalmaktadır.

Erbil (1995), korozyonun önlenmesinin oldukça zor olan doğal bir olay olduğunu, ancak belirli oranlarda yavaşlatılabileceğini ve bu amaçla yapılacak uygulamalardan bazılarını aşağıda kısaca açıklamıştır.

1) Malzeme seçimi: Malzemenin kullanılacağı tesisin amacı, bulunduğu coğrafi koşullar, çalışma koşullarının kimyasal ve fiziksel yapısı, çalışma sıcaklığı, çalışma basıncı, hammaddeden ürüne kadar her aşamada malzemenin temas edebileceği ara ürünler dikkate alınarak uzun bir planlama ve araştırma sonucu yapılmalıdır.

2) Tasarım: Birden çok malzemenin kullanılmasının kaçınılmaz olduğu sistemlerde bir malzeme hemen yanındaki diğer malzeme için tehlikeli olmamalıdır. Bunun için ya bağlantıları izole contalarla ayırmak ya da galvanik davranışları birbirine çok yakın malzemeleri yanyana kullanmak gerekir. Bağlantılar kaynak çürümesine, aralık korozyonuna vb. ortam hazırlayacak biçimde olmamalıdır. Ayrıca bağlantılar ve sistemin genel geometrisi, sistem üzerinde her türlü birikintinin oluşmasına olanak tanımamalıdır.

3) Kaplama ve boyama: Bu olay, organik ya da inorganik kökenli değişik madde ya da malzemelerle sağlanabilir. Koruyuculuğu, yüzeyi örten tabakanın porozitesine bağlıdır. Genelde porozitesi azaldığı ölçüde koruyuculuğu artar. Metal yüzeyinin organik ya da inorganik boyalarla boyanması, elektrolizle kaplanması, sıcak daldırma ya da bir başka şekilde kaplanması gibi metal/ortam ara yüzeyini izole etmeye yönelik uygulamalardır.

4) İnhibitör kullanımı: İnhibitör ortama az ya da çok eklendiğinde korozyon hızını azaltan maddedir. Bu maddeler çoğu kez ortamda değişmeden kalır. İşlevi metal yüzeyini kapatarak metal/ortam ara yüzeyinin direncini arttırmaktır.

5) Anodik koruma: Metalin potansiyelini korozyon potansiyeline göre daha anodik değerlerde tutarak korozyon hızının azaltılması yöntemidir. Bu yöntemin uygulanabilmesi metalin pasifleşebilmesi ile bağlantılıdır.

6) Katodik koruma: Metalin potansiyelini katodik yönde değiştirerek çözünmesini önleyen bir uygulamadır. Katodik korumada korunacak metalin potansiyeli yeterince eksi yapılarak ona elektron verilir. Elektron verilince metalin çözünmesi azalma eğilimi gösterir.

Ertöz (2005)'ün yaptığı çalışmada, jeotermal akışkanların pompajını incelemiştir. Kendiliğinden yeryüzüne çıkamayan jeotermal kaynaklardan yararlanmak için, artezyen kuyularının açılması ve burada bulunan jeotermal akışkanın yeryüzüne pompalanması gerektiğinden, gelişmenin sondaj ve pompa teknolojisinin ilerlemesiyle sağlanabildiğinden bahsetmiştir. Bunun yanında 1970 yılından önce jeotermal akışkanların pompalanması için normal soğuk su tipi derin kuyu pompalarının kullanıldığından bahsetmiştir.

Ertöz ve Duymuş (2001) yaptıkları çalışmada, pompa karakteristiklerinden bahsetmişlerdir. Pompa karakteristikleri belli bir dönme sayısı için, basma yüksekliği, güç ve pompa veriminin debiye bağlı olarak değişimini gösterir. Farklı pompalar için karakteristik değişik olsa bile genel olarak pompa karakteristiklerinde debinin artışı ile basma yüksekliği azalır. Pompa karakteristikleri sabit bir devir için çizilmektedir. Sistem karakteristiği ise, bir sistemde basma yüksekliği ile debi arasındaki ilişkidir. Basma yüksekliğinin bir bölümü debi ile değişmez, diğer bölümü ise dinamik karakterde olup, debinin karesi ile orantılıdır. Aynı zamanda boru geometrisi, pürüzlülük, akışkanın viskozitesi gibi birtakım başka faktörler de basma yüksekliğine etki eder. Pek çok endüstriyel uygulamada basma yüksekliği tamamen sürtünme kayıplarından oluşur (kapalı devre sirkülasyon sistemleri).

Gölcü (2001) yaptığı çalışmada, santrifüj pompa çarkının tasarımında, istenen çalışma noktasında en iyi verimi elde etmek için, kanat açısının değişimi ve meridyonel geometrinin bilinmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Santrifüj pompalarda özgül hızın yükselmesiyle akış radyal halden aksel hale döner. Çarkın çapı küçülür ve genişliği artar. Özgül hızın büyümesi ile çark çapının çark çıkış genişliğine oranı küçülmektedir. Yani, özgül hız küçüldükçe geçiş kanalı daralmakta, özgül hız büyüdükçe kanal genişlemekte ve kısalmaktadır.

Güven ve Özcan (2005) yaptıkları çalışmada, aşınmanın mekanik etkenler sonucu malzeme yüzeyinden küçük parçacıkların ayrılmasıyla oluşan bir hasar olduğundan, aşınma miktarının genel olarak aşınan ve aşındıran malzemenin cinsine, sertliğine, yüzeyin biçimine, çevrenin fiziksel ve kimyasal etkileri gibi çok sayıda faktöre bağlı olduğundan bahsetmişlerdir. Bu çalışmada, sade karbonlu çeliklerin toprak türü metal dışı mineral aşındırıcı ortamda, sürtünme yoluyla oluşan abrasif aşınması incelenmiştir. Aşınmanın incelenmesinde, aşınmayı en çok etkileyen aşınma malzemesi sertliği dikkate alınmıştır. Bu faktörün etkisinin bulunması için aşınma deneyleri yapılmıştır. Tasarlanan aşındırma test cihazı deney sonuçları esas alınarak, yapılan istatistiksel çalışma sonucu bir sertlik indeksi elde edilmiş olup, bu indeks ile aşınma miktarının değişimi incelenmiştir.

İnce ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, çukurcuk korozyonunun malzemede çatlak etkisi yaratarak malzemenin mekanik özelliklerini değiştireceği düşüncesi temel alınarak, İzmir-Balçova jeotermal dağıtım sisteminde kullanılan St-37 karbon çelik malzemesinin ömrünü hesaplamaya çalışmışlardır. Seçilen düşük ve yüksek akışkan hızlarında oluşan homojen korozyon hızları ve korozyon ürünleri mikroskopik ve elemental analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Korozyona uğrayan deney numunelerinin, ağırlık kaybı prensibine dayanarak korozyon hızları hesaplanmıştır. Malzemede oluşan maksimum çukurcuk derinliği yüzey pürüzlülüğü cihazı ile ölçülmüştür. Taramalı elektron mikroskobu (TEM), enerji difraksiyon X-ışını (EDX) ve X-ışınları kırınım (XIK) cihazları kullanılarak korozyona uğramış malzemenin yüzeyleri incelenmiş ve korozyon ürünleri tespit edilmiştir. Deney sonuçları, düşük akışkan hızlarında homojen dağılmış korozyon hızının daha düşük olmasına karşın, çukurcuk korozyon eğiliminin arttığını göstermiştir. St-37 malzemesinin ömrünün, çalışılan düşük akışkan hızında 5, yüksek akışkan hızında ise 10 yıl olduğu hesaplanmıştır.

Karaca (2005)'nin yaptığı çalışmasında, farklı silt karışım oranlarının, tarımsal sulamada kullanılan santrifüj pompa karakteristikleri ve çark malzemesi üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada %1, %3 ve %5 oranlarında silt karışımlı su pompajında, pik, sfero ve bronz malzemedan yapılmış çarklar kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, silt karışım oranı arttıkça pompanın debisi, basıncı ve verimi azalmış buna karşın güç tüketimi ve çark aşınması artmıştır. Farklı silt karışım oranlarında en iyi performansı bronz, en kötü performansı ise pik malzemedan yapılmış çarklar göstermiştir.

Kondo ve Takahashi (2005)'nin yaptıkları çalışmalarında, metalurjik analizler aracılığıyla elektromanyetik akış ölçerin bir elektrodunda ve kurşun-bizmut akışı için, elektromanyetik pompanın (EMP) dar bir kanalında korozyon ve korozyon ürünlerinin çökmesi ve ayrıca erozyon korozyonu olarak adlandırılan olayı gösteren EMP akış kanalının girişinde pompa iç girişinin kaba yüzeyi incelemişlerdir. Aynı zamanda elektrot yüzeyinde ve pompa iç çıkışında korozyon ürünleri çökeltmiştir. Yerleşen erozyon korozyonunu ve çökelen korozyon ürünlerini SEM/EDX analizleri aracılığıyla incelemişlerdir. Çökelen ürünler iki katmanda yani iç ve dış katmanda meydana gelmiştir. İç katman (çapı 0-20µm) bölümü Fe'i kapsar ve dış katman (çapı 20-40µm) bölümü Pb-Bi'ü kapsamıştır. Sonuçta çökelen ürün yığınının kanalda tıkanıklığa neden olduğu bulunmuştur.

Kurbanoğlu ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, santrifüj pompa karakteristiklerini incelemişlerdir. Sabit devir sayısı için pompanın çalışabileceği birçok manometrik yükseklik ve debi değerinin mevcut olduğu görülür ($H_m=f(Q)$ eğrisi üzerinde kalmak şartıyla). Pompa

tasarımında kullanılacak karakteristik büyüklüklerin pompanın en iyi verim noktasına uygun olması oldukça önemlidir. Pompa kullanıcısının en önemli görevi, ihtiyaç duyulan çalışma koşulları için (Hm-Q) en iyi verime sahip pompayı seçmektir.

Muratoğlu ve Demirel (2009) yaptıkları çalışmada, Cu matrisine Ni₃Al metallere arası bileşik takviyesi ile elde edilen metal matrisli kompozit malzemenin kuru kayma aşınma davranışı araştırılmıştır. Aşınma testlerinde; kayma mesafesi ve hız sabit tutularak üç farklı yük (83N, 100N ve 150N) kullanılarak yapılmıştır. Tüm aşınma numunelerinde sürtünme katsayısı ve ağırlık kaybı ölçülüp, aşınmış yüzeyler için SEM ve EDS analizleri yapılmıştır. Metal-metal aşınması öncesi numunelerdeki mikroyapıların ve kompozitteki Ni₃Al dağılımlarını görmek için ve aşınma sonrası numune yüzeyindeki değişimleri ve değişimlere bağlı olan aşınma mekanizmalarını belirleyebilmek için, SEM mikroskobunda taramaya tabi tutularak çeşitli büyütme fotoğrafları çekilmiştir. EDS analizleriyle aşınma yüzeylerinden birçok yapının noktasal analizleri yapılmıştır. Sonuçta aşınma sırasında uygulanan yükün artmasıyla birlikte ağırlık kaybı da artmıştır.

Uygur (2007)'un yaptığı çalışmada, farklı oranlarda Cu, C ve ferromangan tozları karıştırılarak, Fe-Cu-Mn-C çelik parçalar toz metalurjisi yöntemi ile üretilmiştir. Karıştırılan tozlar, farklı presleme basınçlarında, 1200°C sıcaklıkta ve amonyak atmosferinde 30 dakika süreyle sinterlenmiştir. Üretilen parçalarda, presleme basıncının gözenekliliğe ve çekme mukavemetine; toz element oranlarının ise sertlik, tokluk ve çekme mukavemetine etkisi incelenmiştir. Presleme basıncının artışı, üretilen ürünlerde gözenekliliğin azalmasını ve çekme dayanımının artmasını sağlamıştır. Çekme deneylerinde, elde edilen mukavemet değerleri, karışım içerisindeki Cu, C ve Mn oranlarının artışı ile artmaktadır. Ayrıca karışım içerisindeki bu elementlerin varlığı sertliği de arttırmaktadır.

Yıldızlı ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, bir sıvı ya da gaz akımı tarafından taşınan farklı geometrik boyut ve yapıdaki taneciklerin, temasta buldukları katı yüzeylerinde sürekli darbe etkisi yaparak oluşturdukları hasar, erozyon aşınması olarak tariflenmektedir. Bununla beraber, eroziv aşınma; aşındırıcı taneciklerin ve bunları taşıyan akımın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklılık göstermesi yanı sıra, sadece sıvı ya da gaz akımının kendisinde aşındırıcı madde özelliği teşkil edebilir. Bu mekanizmaların tek başına, birlikte ve yüksek sıcaklık uygulamalarında malzemede bıraktıkları hasar türlerinin farklılık göstermesi nedeniyle püskürtme, yıkama, kavitasyon-erozyon, erozyon-korozyon, yağdırma ve termal aşınma mekanizmaları adları altında sınıflandırılmaktadır. Pratikte en çok bu aşınma türü pnömatik iletim hatları ve ekipmanlarında, türbin çarklarında, hidrolik pompalarda karşımıza çıkmaktadır.

Yüksel ve Eker (2005), tarımsal ilaçların hafif alaşımlı çelik malzemeler üzerindeki etkisini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada, malzeme yüzeyinde meydana gelen pasın etkisiyle pasifleşmenin başlaması ile metalin matlaştığı sonucuna varmışlardır. Daha sonra hidrojenin etkisi ile yavaş yavaş yüzeyden içeriye doğru ilerleme olmaktadır. Buradaki etki, H₂ gazının çıkışı ile yine yüzeye yakın alanlarda pullanma şeklinde olmaktadır. Bunun sonucunda esas malzemedan kopmalar başlamaktadır. Daha ileriki aşamalarda ise çukurcuk korozyonu denilen korozyon oluşmakta ve malzemedede meydana gelen aşınma artmaktadır. Ortam özellikleri ne olursa olsun metal malzemelerde korozyonun etkisi hidrojen ile yakından ilgili olup, hidrojenin etkisini sınırlayacak boya vb. kaplamalar korozyon oluşumunu geciktirecektir.

Zhi ve Wenyin (2000), 4-5 aylık işletme şartlarında 3 dalgıç pompa üzerinde yaptıkları çalışmada, normal sıradan suda çalışan dökme demir fan (çark) kanadının korozyon davranışı incelenmiştir. Korozyona uğrayan yüzey ve korozyon ürünleri elektron mikroskobu ile incelenmiş ve korozyon ürünlerinin bileşenleri ve mikro yapılar XPS ve X-ışını teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre fan kanadındaki korozyon en çok kanadın kök kısmının yüzeyinde ve profil yüzeyde pitting hasarı olarak ortaya çıkmaktadır. Fan gövdesinin yüzeyinde belirgin derecede daha az korozyon meydana gelmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan pompalar ve pompalara ait çarklar

Tarımsal sulama uygulamalarında yapılan gözlemler sonucu, arazide çoğunlukla santrifüj pompalardan yararlandığı tespit edilmiştir (derin kuyu uygulamaları hariç). Bu amaçla laboratuvar çalışmalarında uygulamada görülen bu pompaya ait teknik özellikler Çizelge 3.1’de ve aynı pompaya ait resim ise Şekil 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Santrifüj pompaya ait teknik özellikler

Pompa tipi	Debi (m ³ /h)	Basma yüksekliği (m)	Devir sayısı (dd ⁻¹)	Güç (kW)	Çark tipi	Çark malzemesi	Çark çapı (mm)
Tek kademeli uçtan emişli salyangoz tipi santrifüj pompa	18	19	1450	3	Kapalı radyal	Lamel grafitli dökme demir	280



Şekil 3.1. Denemede kullanılan santrifüj pompa

Ayrıca denemede çeşitliliği arttırmak amacıyla aynı özelliklere sahip yalnızca çark malzemesi farklı olan, iki tane monoblok santrifüj pompa kullanılmıştır. Bu pompalara ait teknik özellikler Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’te ve resimler Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Monoblok santrifüj pompaya (alüminyum çarklı) ait teknik özellikler

Pompa tipi	Debi (m ³ /h)	Basma yüksekliği (m)	Devir sayısı (dd ⁻¹)	Güç (hp)	Çark tipi	Çark malzemesi	Çark çapı (mm)
Monoblok santrifüj pompa	20	12	2900	1,5	Kapalı	Alüminyum	145

Çizelge 3.3. Monoblok santrifüj pompaya (dökme demir çarklı) ait teknik özellikler

Pompa tipi	Debi (m ³ /h)	Basma yüksekliği (m)	Devir sayısı (dd ⁻¹)	Güç (hp)	Çark tipi	Çark malzemesi	Çark çapı (mm)
Monoblok santrifüj pompa	20	12	2900	1,5	Kapalı	Lamel grafitli dökme demir	145



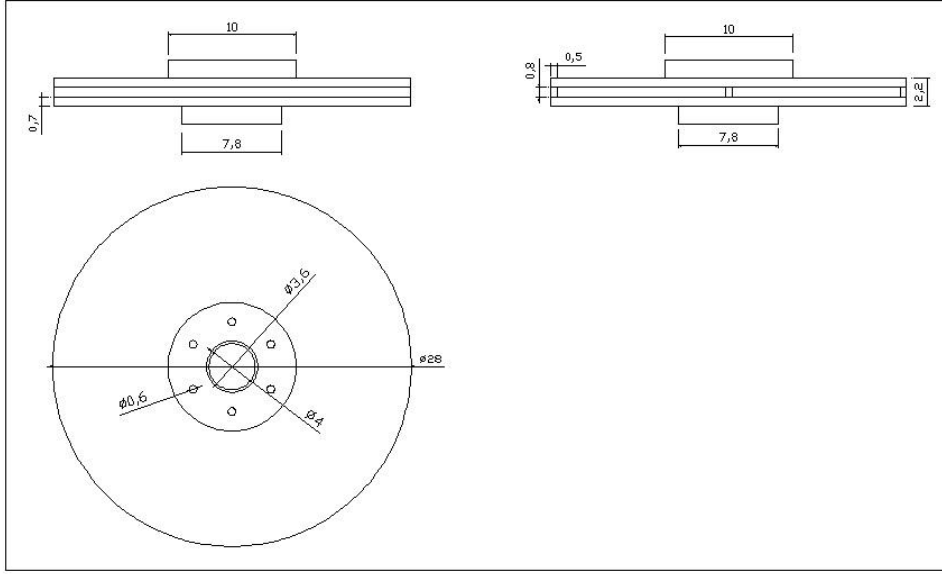
Şekil 3.2. Denemede kullanılan monoblok santrifüj pompa (alüminyum çarklı)



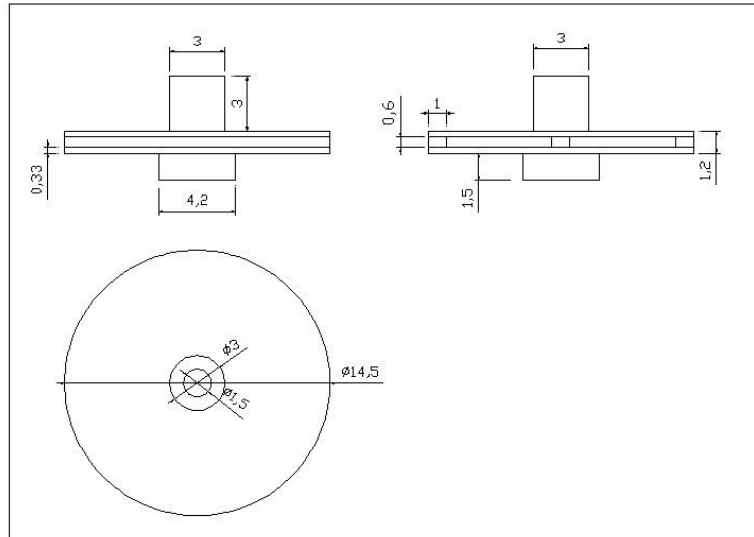
Şekil 3.3. Denemede kullanılan monoblok santrifüj pompa (dökme demir çarklı)

Pompa içinde dönen çarkın üzerinde suyu hareketlendiren kanatlar bulunmaktadır. Çark mil üzerine bağlı olup, mil döndüğünde çarkta dönmektedir. Çark dönerken üzerinde bulunan kanatlar yardımıyla, sıvı tanecikleri ivmelenir ve çevreye fırlatılır.

Bu denemede üç farklı tip çark kullanılmıştır. Bunlardan iki tanesi dökme demir (lamel grafitli) malzemeden diğeri ise alüminyum alaşımdan yapılmıştır. Bu çarkların üç görünüşleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.4. İlk denemede kullanılan santrifüj pompaya ait dökme demir çarkın üç görünüşü



Şekil 3.5. İkinci denemede kullanılan santrifüj pompaya ait dökme demir ve alüminyum çarkın üç görünüşü

3.1.2. Pompa karakteristiklerini çıkarmada kullanılan deneme düzeneği ölçüm aletleri

Bu amaçla NKÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Sulama Laboratuvarında bir pompaj tesisinin küçük boyutta benzeri tüm donanımlarıyla birlikte oluşturulmuştur. Pompa deneme düzeneğinde kullanılan parçalar aşağıda sıralanmış ve işlevleri kısaca açıklanmıştır.

Manometre: Basma hattındaki basıncı ölçen cihaz olup, ölçüm birimi de bardır.



Şekil 3.6. Denemede kullanılan manometre

Vakummetre: Emme hattındaki basıncı ölçen cihaz olup, ölçüm birimi de mmHg'dır.



Şekil 3.7. Denemede kullanılan vakummetre

Su sayacı: İçinden geçen suyun debisinin litre olarak ölçülmesinde kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Denemede debi ölçümünde kullanılan su sayacı

Kısma vanası: Debi ölçümünde kademelerin ayarlanmasında kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Debi ölçümünde kullanılan kısma vanaları

Emme ve basma borusu: Su deposundan suyu alıp pompadan geçtikten sonra tekrar su deposuna ileten parçalardır. Emme borusu, emme deposu ile pompa girişi arasındaki borudur. Basma borusu ise pompa ile suyun gönderileceği yer arasındaki borudur.



Şekil 3.10. Suyun açık devre sistemde devir daimini sağlayan emme ve basma boruları

Ayrıca bu kullanılan pompa parçalarının dışında bazı ölçümleri yapabilmek için harici olarak başka cihazlar da kullanılmıştır. Bu cihazlarda aşağıda sıralanmış ve işlevleri de kısaca açıklanmıştır;

Elektrik panosu: Panonun içerisinde multimetre ile monofaze ve dışında da trifaze elektrik sayaçları bulunmaktadır.

Multimetre ile akım (A), gerilim (V), şebekeden çekilen toplam güç (kW), T (bir saatte tüketilen toplam güç-kWh), ölçülmüştür.

Elektrik sayaçları ile de pompaların toplam çektiği güç kW olarak ölçülmüştür. Elektrik sayaçları pompalara göre mono ve trifaze olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Denemede kullanılan elektrik panosu ve sayacı, monofaze panolar (a), trifaze pano ve elektrik sayacı (b)

Devir ölçüm cihazı: Temassız bir şekilde mil üzerinden dd^{-1} olarak devir sayısı ölçümünde kullanılmıştır.



Şekil 3.12. Denemede kullanılan devir ölçüm cihazı

İnfrared termometre ve bimetal termometre: Pompa deneme düzeneğinin bazı noktalarında sıcaklığın $^{\circ}C$ olarak ölçülmesinde infrared termometre, basma hattı üzerinde bulunan sabit termometre ise, hattan geçen suyun sıcaklığının ölçülmesinde kullanılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 3.13. Denemede kullanılan infrared (a) ve bimetal (b) termometre

Termohigrometre: Ortam neminin % ve sıcaklığın °C olarak ölçülmesinde kullanılmıştır.



Şekil 3.14. Denemede kullanılan termohigrometre

Elektronik hassas terazi: Denemede kullanılan çarkların denemeden sonra meydana gelen ağırlık kayıplarını belirleyebilmek için elektronik hassas terazi kullanılmıştır.

3.1.3. Suyun yapısı ve denemelerde kullanılan suyun ve kumun karakteristik özellikleri

Su bir oksijen atomuna iki hidrojen atomunun bağlanması ile oluşur. Suyun kimyasal formülü H_2O dur. Suyun molekülü elektriksel olarak nötrdür. Ancak moleküldeki yüklerin dağılımları oksijenin hafifçe daha negatif olması ve hidrojenlerin ise hafifçe daha pozitif olması nedeniyle asimetriktir. Böylece su molekülü ikiz elektrik kutbu (dipol) oluşturur. Su kuvvetli kovalent bağlar içerir. Bu bağlar iki hidrojen atomunu oksijen atomuna 0.96 \AA uzaklıkta bağlar ve 105° lik bir açı ile ayrılırlar ve su molekülü V şeklindedir (Tayfur 2003).

Deneme düzeneğinde kullanılan su tarımsal uygulamalarda kullanılanlara özdeş olmasını sağlamak için sulama suyu alınmıştır. Bu suya ait genel karakteristik özellikler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan suya ait genel karakteristik özellikler

KATYONLAR (me/l)		ANYONLAR (me/l)	
Sodyum	2,768	Karbonat	Yok
Potasyum	0,036	Bikarbonat	3,60
Kalsiyum	2,60	Klorür	1,12
Magnezyum		Sülfat	0,684
TOPLAM	5,404	TOPLAM	5,404

Çizelge 3.4. (devamı) Denemede kullanılan suya ait genel karakteristik özellikler

Elektriksel İletkenlik (25°C)	460 dS/m
Artık Sodyum Karbonat (RSC)	1,0 me/l
Bor	8,13 mg/l
pH	-
Sertlik (Alman)	7,28
SAR	2,43
Sulama Suyunun Sınıfı	T ₂ -S ₁

Denemede suya dere kumu karıştırılarak uygulama koşulu yaratılmıştır. Bu kuma ait genel karakteristik özellikler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan kuma ait genel karakteristik özellikler

Bünye			Bünye Sınıfı
% Kil	% Silt	% Kum	
2,00	2,01	95,99	Kum

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazide yapılan denemeler

Bu aşamada Trakya Bölgesinde tarımsal sulama uygulaması yapılan ve rastgele seçilen 41 adet (değişik yörelerde) sulama pompaj tesisi yerinde incelenmiş ve liste şeklinde Ek 1'de verilmiştir. Konu ile ilgili bilgiler üreticilerden anketler şeklinde sorulmuş ve yanıtları alınmıştır. Genelde üreticilerin verdiği bilgiler içerisinde, bir sezonda kaç kez sulama yaptığı konusunda bilgiler birbirine yakın iken, bir sulamada verilen suyun uygulanma saati konusunda çok farklı bilgiler verilmektedir. Sezonluk sulama sayısının meyve bahçelerinde 5-6 olduğu üreticiler tarafından söylenmektedir. Bu pompaların çalışma sürelerinde 150-200 saat olduğu belirtilmektedir (Yüksel ve Eker 2009). Sebze bahçelerinde ise sulama sayısının 10-11 kez olduğu genelde yine üreticiler tarafından kabul edilmektedir. Ancak sulama sürelerinin, bitki çeşidi, su durumu, toprak koşulları, iklim durumu, pompa kapasitesi ve suyun debisine göre değiştiği için, çok farklı süreler üreticiler tarafından verilmektedir. Bu nedenle, denemede meyve bahçelerinde sezonluk sulama süresi ile ilgili olarak yaklaşık kabul edilen 150-200 saatlik zamana göre uygulama yapılmıştır (Yüksel ve Eker 2009).

3.2.2. Laboratuvar denemeleri

3.2.2.1. Laboratuvar denemelerinin düzenlenmesi

Laboratuvar denemelerinde kullanılan yöntem kısaca şu şekilde açıklanabilir. Yapılan denemede pompa 150 saat ve iki çark, 200 saat ve iki çark olacak şekilde çalıştırılmıştır. Bu süre elma, kiraz gibi meyve ve sebze bahçelerinin bir sezon boyunca sulanma süresi olan ve pompanın bir sezon boyunca çalıştırılma süresi göz önüne alınarak saptanmıştır. Böylece pompanın bir sezon boyunca meyve ve sebze bahçelerinde çalıştırıldığı düşünülerek, deneme süresi belirlenmiştir. Pompada kullanılan 4 adet çark aynı malzemedan yapılmış ve tamamen aynı özelliğe sahiptir. Yukarıda açıklandığı gibi buradaki tek fark çalıştırılma saatleridir. Pompa sisteminin çalışma planı Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. İlk denemeye ait pompa sisteminin çalışma planı

İlk ve ikinci 150 saatlik çalışma süresi		İlk ve ikinci 200 saatlik çalışma süresi	
Pompa çarkının tipi	Yüzeysel sulama suyu tipi	Pompa çarkının tipi	Yüzeysel sulama suyu tipi
1. Dökme demir çark	Kumlu su	1. Dökme demir çark	Kumlu su
2. Dökme demir çark	Kumlu su	2. Dökme demir çark	Kumlu su

Bu denemenin diğ er bölümünde ise aynı özelliklere sahip iki santrifü j pompa ile ikinci bir deneme daha yürütülmüştür. Bu denemede ilk pompada alüminyum çark, ikinci pompada ise dökme demir çark kullanılmıştır. Her bir çark 180 saat boyunca çalıştırılmış ve toplamda 4 adet çark kullanılmıştır. Bu durumda her pompanın çalıştırılma süresi 360 saat olmuştur. Pompa sistemlerinin çalışma planı Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. İkinci denemeye ait pompa sistemlerinin çalışma planı

İlk 180 saatlik çalışma süresi		İkinci 180 saatlik çalışma süresi	
Pompa çarkının tipi	Yüzeysel sulama suyu tipi	Pompa çarkının tipi	Yüzeysel sulama suyu tipi
1. Dökme demir çark	Kumlu su	2. Dökme demir çark	Kumlu su
1. Alüminyum çark	Kumlu su	2. Alüminyum çark	Kumlu su

Deneme koşullarının oluşturulması için pompanın depo ile bağlantısı yapılmış ve suyun devir daim ettirilmesi sağlanmıştır. Denemede 1 m³ suya 50 g kum olacak şekilde 200 l’lik su deposuna 10g kum konularak kumlu su karışımı elde edilmiştir. Sulama sularının içerdiği kumlarla ilgili belirli bir standart değeri bulunmamakta ancak bazı pompa firmalarının verdiği çökelmeyen kum değ erleri bilinmektedir. Bu değ erlerde 25-120g/m³ arasında değ işebilen oldukça farklı değ erlerdir (Anonim 2008b; Anonim 2007b). Denemede suya katılan kum miktarının belirlenmesinde bu literatür bilgisinden yararlanılmıştır.

Denemelerde kullanılan deponun dibine suya eklenen kumun sürekli sistemde kalmasını sağlamak amacıyla emiş borusuna doğru %20 civarında bir eğim verilmiştir. Suyun deponun üstünden serbest akış şeklinde ve basınçlı bir şekilde akması, kumun su ile birlikte sistemde dönmesini sağlamıştır.

Ayrıca her iki denemede de pompa emme hattı vanası tam açık olmak üzere; basma hattı ayar vanasının tam kapalı konumdan başlanarak, tam açık konuma kadar 9 farklı vana açıklığında alınarak işletme karakteristiklerinin ölçülmesi sağlanmıştır (TS ISO 2548 - TS EN ISO 9906/AC) (Anonim 1999; Anonim 2006).

3.2.2.2. Pompa karakteristiklerini çıkarmaya yönelik laboratuvar denemeleri

a) **Debi ölçümü:** Debi, sistemin basma hattının ayar vanasının önüne gelecek şekilde bağlanan bir su sayacı ile ölçülmüştür.

b) **Manometrik yüksekliğin belirlenmesi:** Denemesi yapılan pompaların, manometrik yüksekliği şu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$H_m = m + v + z$$

H_m : Manometrik yükseklik (m)

m : Çıkışta ölçülen basınç değeri (bar)

v : Girişte ölçülen vakum değeri (mmHg)

z : Pompa çıkış ve giriş kesitleri arasındaki düşey kot farkı (m)

c) **Şebekeden çekilen gücün belirlenmesi:** Her deneme süresince, şebekeden çekilen güç elektrik sayacından okunarak belirlenmiştir.

d) **Pompa sistem veriminin hesaplanması:** Denemesi yapılan pompaların, verimi şu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\eta = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{102 \cdot N}$$

η : Pompa verimi (%)

Q : Debi (l/s)

H_m : Manometrik yükseklik (m)

γ : Suyun yoğunluğu (g/cm^3)

N : Güç (kW)

3.2.2.3. Pompa çarklarına uygulanan malzeme testleri

a) **Makro ve mikro yapı görüntülerinin elde edilmesi:** Denemeye başlamadan önce ve deneme sonunda çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiştir. Aynı şekilde çark malzemelerinin mikro yapı incelemelerinde, 20-1000x büyütme oranına ve 15 kV hızlandırma voltajına sahip, Hithachi TM-1000 elektron mikroskobu ile 35-200000x büyütme oranına sahip, markası JSM-5410 LV, modeli JEOL olan taramalı elektron mikroskobundan (SEM) ve maksimum 500x büyütme yapabilen Olympus PME3 marka metalografi mikroskobundan yararlanılmıştır.

b) Spektral analiz: Dökme demir çark malzemelerinin kimyasal bileşenleri, ARL 3460 marka optik emisyon spektrometresi ile alüminyum çark malzemelerinin kimyasal bileşenleri ise Spectro marka spektral analiz cihazı ile çıkarılmıştır.

c) Malzeme sertlik testi: Malzemelerin sertlik testleri Wolpert D/A Testor 3B marka sertlik ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yapılmasında Brinell sertlik ölçüm yönteminden yararlanılmıştır. Sertlik ölçümleri çarkların dış yüzeyinden alınmıştır.

d) Korozyon sonucu ağırlık değişiminin saptanması: Meydana gelen ağırlık değişimleri Loadmate jr marka, 0,01 g hassasiyete sahip, elektronik hassas terazide ölçülerek belirlenmiştir. Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır.

3.2.2.4. Pompa çalışma koşullarının saptanmasına yönelik laboratuvar denemeleri

a) Ortam sıcaklığının ölçülmesi: Ortam sıcaklığının °C olarak ölçülmesinde termohigrometreden yararlanılmıştır.

b) Ortam neminin saptanması: Ortam neminin % olarak ölçülmesinde termohigrometreden yararlanılmıştır.

c) Basma hattı üzerinde ve hat sonundaki su sıcaklığının ölçülmesi: Hat üzerinde ve çıkışında su sıcaklığının °C olarak ölçülmesinde infrared termometreden yararlanılmıştır. Ayrıca basma hattı üzerindeki sabit termometre ile de sıcaklık ölçümü yapılmıştır.

d) Depo içindeki su sıcaklığının ölçülmesi: Depodaki su sıcaklığının °C olarak ölçülmesinde infrared termometreden yararlanılmıştır.

e) Emme hattından geçen suyun sıcaklığının ölçülmesi: Hat üzerinde su sıcaklığının °C olarak ölçülmesinde infrared termometreden yararlanılmıştır.

f) Salyangoz gövde üzerinde farklı noktalardaki sıcaklığın ölçülmesi: Salyangoz gövdenin farklı noktalarındaki sıcaklığın °C olarak ölçülmesinde infrared termometreden yararlanılmıştır.

g) Pompayı tahrik eden elektrik motorunun farklı noktalarındaki sıcaklığının ölçülmesi: Motorun farklı noktalarındaki sıcaklığın °C olarak ölçülmesinde infrared termometreden yararlanılmıştır.

3.2.2.5. İstatistiksel analiz

Üzerinde durulan özellikler (sıcaklık, nem, debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen güç) bakımından gözlemler tamamıyla şansa bağlı deneme planı ve faktöriyel deneme düzeni kullanılarak varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda üzerinde durulan özelliklerle ilgili grup (çark malzemesi, çark, zaman) ortalamaları arasındaki farklılığın önemli ($P < 0,05$) bulunması durumunda Duncan çoklu karşılaştırma testi yardımıyla hangi grupların birbirinden farklı olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bazı durumlarda t testi ile de (çark malzemesi, çark, saat, kademe) ortalamalar karşılaştırılmıştır. Analizlerin uygulanmasında Minitab paket programından yararlanılmıştır (Soysal 1998; Kesici ve Kocabaş 2007).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Başlangıcında Ölçülen Pompa Karakteristikleri ve Laboratuvar Denemeleri

Sonuçları

Denemeye geçilmeden önce tüm pompalarda pompa karakteristiklerine yönelik ölçümler yapılmıştır.

a) İlk denemede (150-200 saatlik) kullanılan pompaya ait pompa karakteristik ölçümleri: İlk denemeye ait debi, manometrik yükseklik, güç ve pompa verimi ölçüm sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İlk denemeye ait ölçülen pompa karakteristikleri

Parametreler	Kademeler								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q (l/s)	-	0,009	0,62	1,60	1,65	2,03	2,03	2,13	2,18
Hm (m)	3,07	3,65	3,69	3,62	3,56	3,53	3,64	3,58	3,58
N (kW)	0	0,09	0,15	0,31	0,35	0,21	0,16	0,15	0,26
η (%)	0	0,36	15	19	17	34	45	51	29

b) İkinci denemede (180 saatlik) kullanılan pompalara ait pompa karakteristik ölçümleri: İkinci denemeye ait debi, manometrik yükseklik, güç ve pompa verimi ölçüm sonuçları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. İkinci denemede kullanılan ilk pompaya ait ölçülen pompa karakteristikleri

Parametreler	Kademeler								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q (l/s)	-	1,01	2,51	3,29	3,65	3,79	3,90	4,04	4,16
Hm (m)	3,45	3,25	2,95	2,35	1,88	1,65	1,55	1,55	1,50
N (kW)	0	0,05	0,18	0,23	0,17	0,16	0,20	0,16	0,24
η (%)	0	64	40	33	40	38	30	38	26

Çizelge 4.3. İkinci denemede kullanılan ikinci pompaya ait ölçülen pompa karakteristikleri

Parametreler	Kademeler								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q (l/s)	-	0,42	1,46	2,82	3,57	3,9	4,11	4,32	4,52
Hm (m)	3,30	3,20	3,10	3	2,24	2,18	2,66	2,69	2,66
N (kW)	0	0,05	0,11	0,21	0,11	0,13	0,16	0,19	0,15
η (%)	0	26	40	39	71	64	67	60	79

4.2. Deneme Başlangıcında İlk (150-200 saatlik) ve İkinci (180 saatlik) Denemeye Ait Pompa Çarklarına Uygulanan Malzeme Testleri

4.2.1. Makro yapı görüntüleri

a) İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

b) İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.2’de verilmiştir.





Şekil 4.2. İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

c) İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiştir. Bu görüntüler Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

d) İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

e) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.5’te verilmiştir.



Şekil 4.5. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

f) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

g) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

h) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri: Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

4.2.2. Mikro yapı görüntüleri

Pompa çark malzemelerinin mikro yapı görüntülerinin çekilmesinde taramalı elektron mikroskobundan ve metalografi mikroskobundan yararlanılmıştır. Metalografi mikroskobu ile pompa çarkından kesilen örneklerden daha iyi görüntü alabilmek için, malzemeler önce zımparalanmış daha sonra %5’lik nitrik asit çözeltisi ile dağlanmış. Metalografi mikroskobu ile görüntülerin alınmasında TS EN ISO 945 (dökme demir-grafitin mikro yapısının gösterilişi) standardı dikkate alınmıştır (Anonim 2006).

4.2.2.1. Metalografi mikroskobu görüntüleri

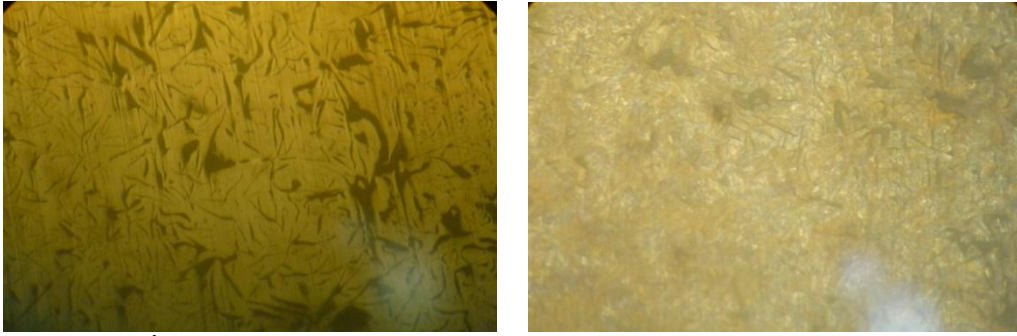
a) İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %80-85 ve grafit boyutu 2-4'tür.

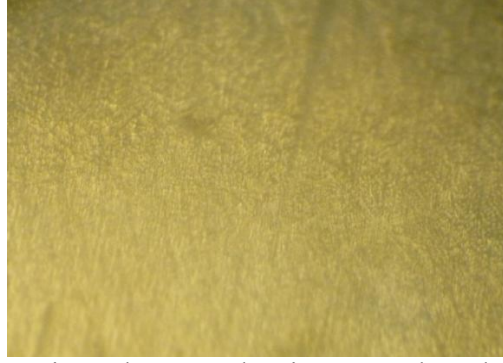
b) İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %95-97 ve grafit boyutu 4-5'tir.

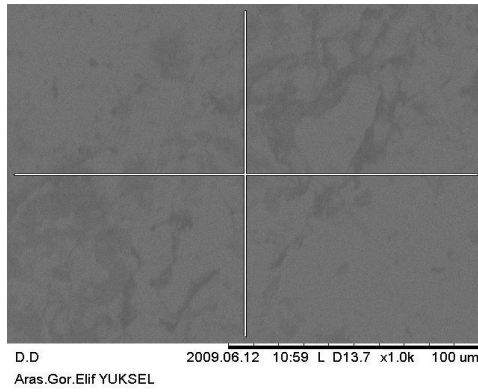
c) İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesinin mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüsü Şekil 4.11'de verilmiştir.



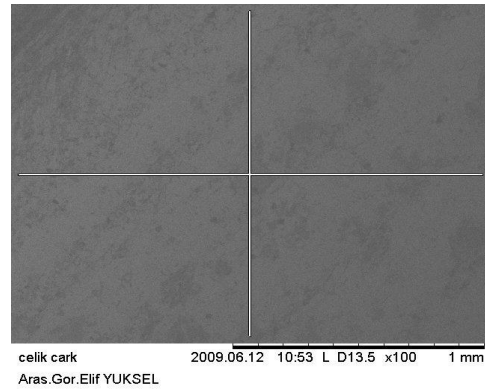
Şekil 4.11. Denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesine ait mikro yapı görüntüsü

4.2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

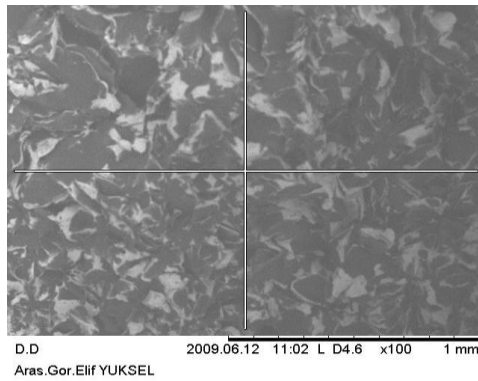
a) İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.12’de verilmiştir.



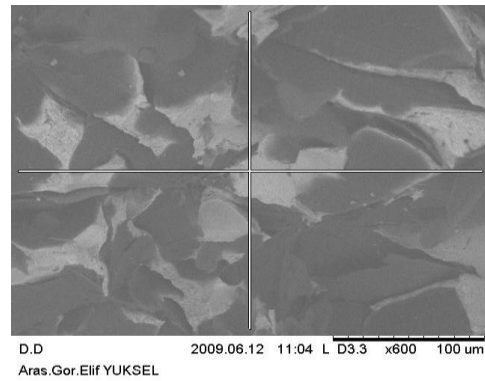
(a)



(b)



(c)



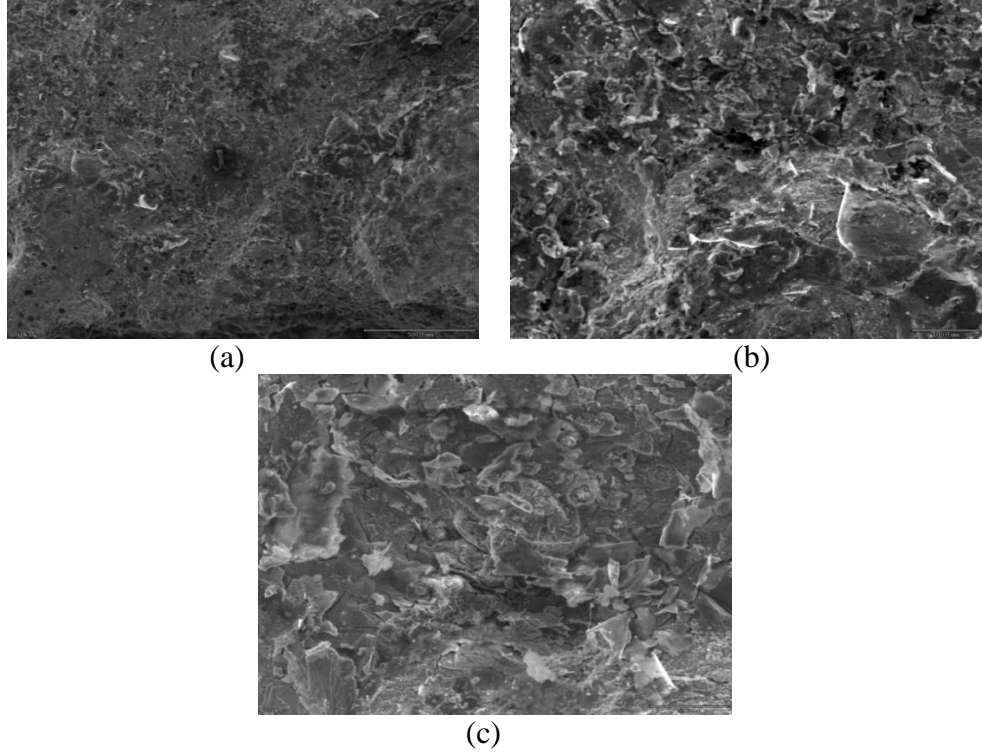
(d)

Şekil 4.12. İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait SEM görüntüleri

Şekil 4.12 a ve b’de çarkın dış yüzeyine ait resimler görülmektedir. Her iki resim incelendiğinde yüzeyde herhangi bir çatlak veya çizimin bulunmadığı görülmemektedir. Şekil

4.12 c ve d’de ise incelemek amacıyla kırđırılan dökme demir malzemenin iç yüzeyinden alınmış resimler görölmektedir.

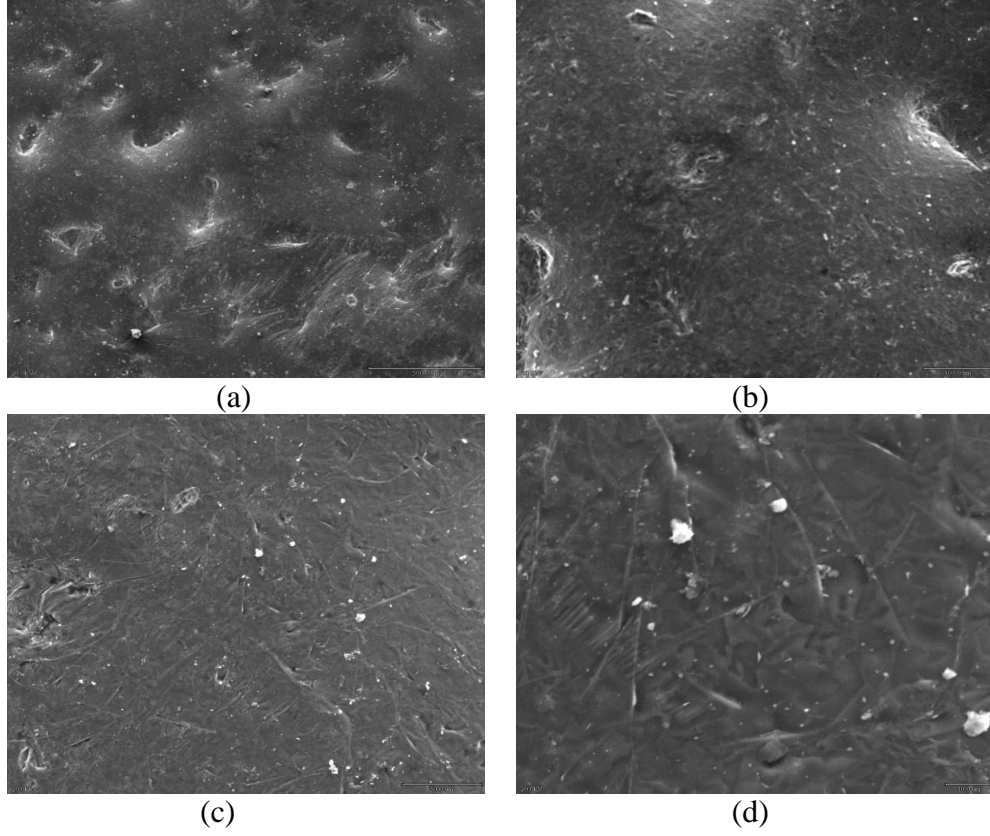
b) İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4.13. İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait SEM görüntüleri

Şekil 4.13’te çark malzemesinin dış yüzeyine ait SEM görüntüleri görölmektedir. Şekil 4.13. a’daki resimde çark malzemesinde döküm sırasında meydana gelen pürüzlülük, b ve c’de de yine aynı şekilde meydana gelen pürüzlülük daha yakından görölmektedir.

c) İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesine ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14. Denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesine ait SEM görüntüleri

Şekil 4.14'te çark malzemesinin dış yüzeyine ait SEM görüntüleri görülmektedir. Dört resimde de döküm esnasında meydana gelen oyuklar ve çok ince kılcal çizikler görülmektedir.

4.2.3. Spektral analiz

a) İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,7566	1,9109	0,0150	0,0456	0,5615	0,0375	0,0164	0,0001	0,0861	0,0706

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0031	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	93,4962

b) İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,6058	1,6508	0,0760	0,0683	0,4739	0,0443	0,0213	0,0001	0,0595	0,0209

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0027	0,0001	0,0073	0,0001	0,0012	0,0011	93,9067

c) **İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış alüminyum çark malzemesinin spektral analiz sonuçları:** Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	B	Na
5,4700	1,1070	2,2460	0,2930	0,1660	0,0385	2,8980	0,0295	0,0015	0,0001

Ca	Ni	Pb	Sn	V	Zr	Li	Cd	Ga	Al
0,0002	0,0886	0,2270	0,0490	0,0076	0,0030	0,00001	0,0119	0,0112	87,300

d) **İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin spektral analiz sonuçlarının değerlendirilmesi:** Çark malzemesinin dökme demir standardı incelendiğinde, karbon miktarlarının olması gerekenden yüksek ve silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu tespit edilmiştir.

e) **ikinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir ve alüminyum çark malzemelerine ait spektral analiz sonuçlarının değerlendirilmesi:** Dökme demir (lamel grafitli) çark malzemesinin spektral analiz sonuçları incelendiğinde, karbon miktarlarının GG 15’e uygun olduğu ancak silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu tespit edilmiştir. Alüminyum çark malzemesine ait spektral analiz sonucu incelendiğinde, malzemenin Al-Si alaşımı olduğu ve $AlSi_5Cu_3Fe$ alaşımına yakın olmakla birlikte Zn oranının olması gerekenden yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.4. Sertlik ölçüm sonuçları

Ölçümlerin yapılmasında Brinell sertlik ölçüm yönteminden yararlanılmıştır. Sertlik ölçümü iki noktadan alınmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Denemesi yapılmamış çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları

İlk denemeye ait dökme demir çark malzemesinin sertlik ölçüm değerleri (HB)	119-121
İkinci denemeye ait dökme demir çark malzemesinin sertlik ölçüm değerleri (HB)	143-145
İkinci denemeye ait alüminyum çark malzemesinin sertlik ölçüm değerleri (HB)	59-64

a) **İlk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesine ait sertlik ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:** Dökme demir standardında yer alan sertlik ölçüm değerleri incelendiğinde, elde edilen sonuçlarının olması gerekenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

b) **İkinci denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir ve alüminyum çark malzemelerine ait sertlik ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:** Dökme demir standardında yer alan sertlik ölçüm değerleri incelendiğinde, malzemelerin ölçüm sonuçlarının olması gerekenden daha düşük olduğu ancak ilk denemeye ait denemesi yapılmamış dökme demir çark malzemesinin sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Alüminyum çark malzemesinin ise olması gereken değerlere yakın olduğu tespit edilmiştir.

4.3. İlk (150-200 saatlik) ve İkinci (180 saatlik) Denemeye Ait Deneme Sonunda Pompa Çarklarına Uygulanan Malzeme Testleri

4.3.1. Makro yapı görüntüleri

a) **İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın deneme sonundaki makro yapı görüntüleri:** Denemede kullanılan çarkın 150 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri çekilmiş ve Şekil 4.15'te verilmiştir. Şekil 4.15'te görüldüğü gibi çarkın her iki yüzünde de matlaşma ve aşınma izleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Ancak Şekil 4.15. a ve b'deki resimlere bakıldığında c ve d'deki resimlere oranla aşınma ve korozyonun çok daha yoğun olduğu görülmektedir.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.15. İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri

b) İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri:

Denemede kullanılan çarkın 150 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri çekilmiş ve Şekil 4.16'da verilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 4.16. İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri

İlk 150 saatlik denemeye ait çark resimlerinde olduğu gibi Şekil 4.16'daki resimlerde de çarkın her iki yüzünde de matlaşma, aşınma ve korozyon izleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Özellikle Şekil 4.16. a ve b'deki resimlerde göbeğin dış kısmında pullanmaların olduğu görülmektedir. Çarkın diğer yüzünde ise aşınma ve korozyon başlamış ancak tüm yüzeyi tamamen kaplamamıştır.

c) İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri:

Denemede kullanılan çarkın 200 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri çekilmiş ve Şekil 4.17'de verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

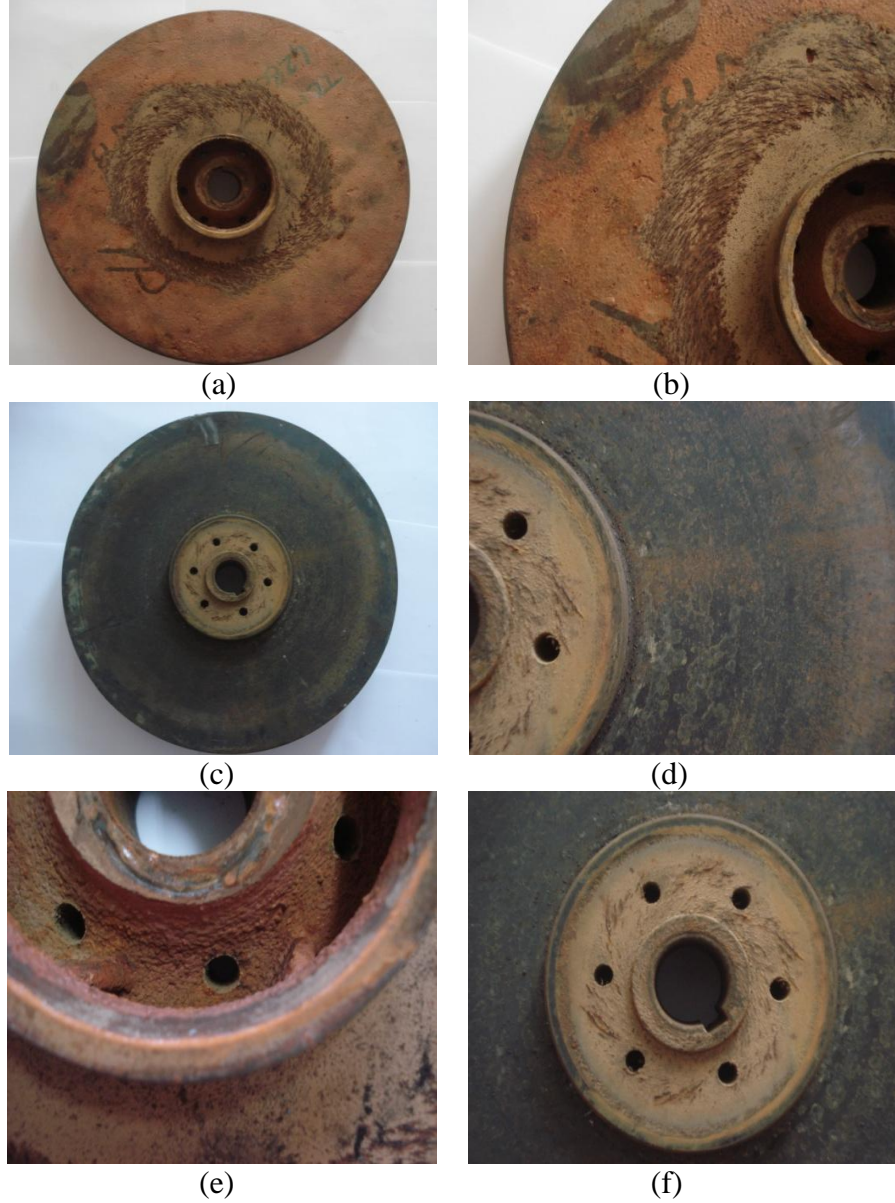


(d)

Şekil 4.17. İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi çarkın her iki yüzünde de matlaşma ve aşınma izleri görülmektedir. Aşınma ve korozyon başlangıcı özellikle Şekil 4.17. c’deki resimde görüldüğü gibi göbeğin dış çevresinde çok daha belirgindir.

d) İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri: Denemede kullanılan çarkın 200 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri çekilmiş ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

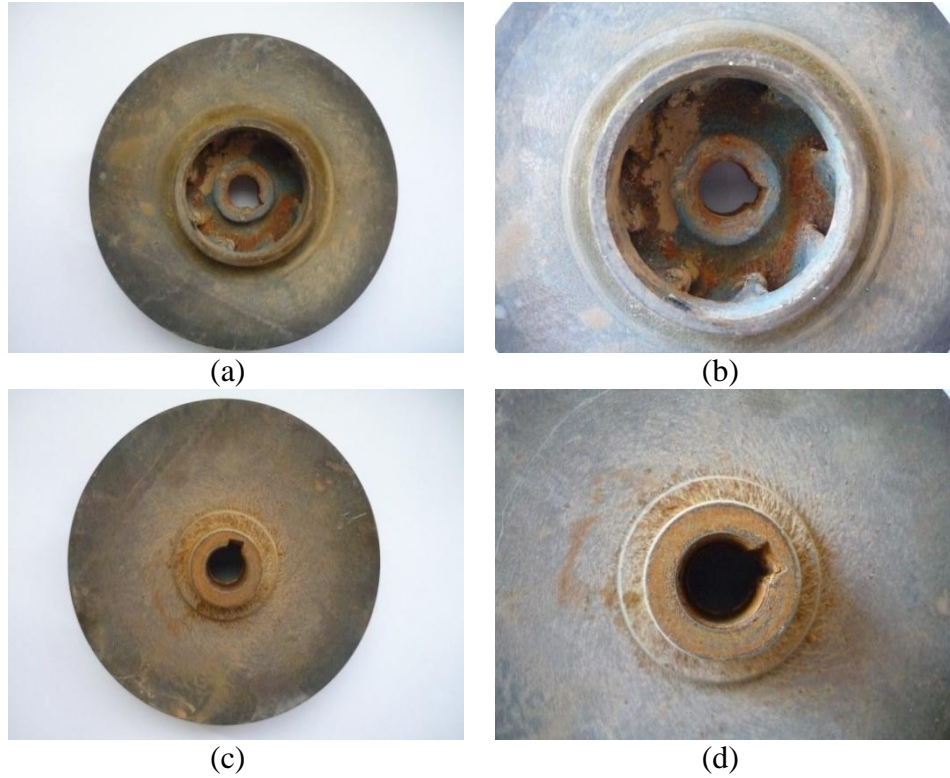


Şekil 4.18. İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın makro yapı görüntüleri

Şekil 4.18’de görüldüğü gibi çarkın her iki yüzünde de aşınma, matlaşma ve korozyon izleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Şekil 4.18. a ve b’deki resimlerde göbeğin dış

çevresinde pullanmaların meydana geldiği görülmektedir. Şekil 4.18. c, d ve f'deki resimlerde ise göbek kısmında pullanmaların meydana geldiği görülmektedir.

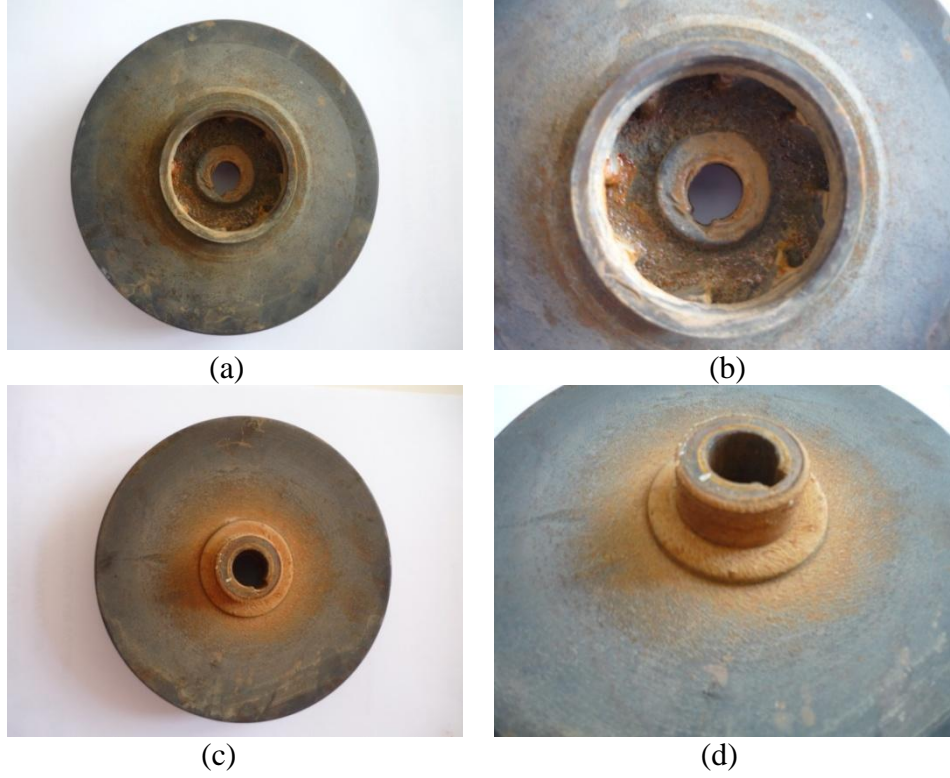
e) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri: Denemede kullanılan çarkın 180 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri her iki yüzünden çekilmiş ve Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri

Şekil 4.19'daki resimlerde çarkın her iki yüzünde de yoğun bir matlaşma, aşınma ve küçük lekeler halinde korozyonun başladığı görülmektedir. Tüm resimlerde çarkın her iki yüzündeki göbek kısımlarında pullanmaların başladığı görülmektedir.

f) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri: Denemede kullanılan çarkın 180 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri her iki yüzünden çekilmiş ve Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın makro yapı görüntüleri

Şekil 4.20'deki resimlerde tıpkı ilk dökme demir çarkta olduğu gibi çarkın her iki yüzünde de matlaşma, aşınma ve küçük lekeler halinde korozyonun başladığı görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.20. a ve b'deki resimlerde göbekte, c ve d'deki resimlerde göbek ve göbek çevresinde yoğun bir şekilde pullanmaların olduğu görülmektedir.

g) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri: Denemede kullanılan çarkın 180 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri her iki yüzünden çekilmiş ve Şekil 4.21'de verilmiştir.

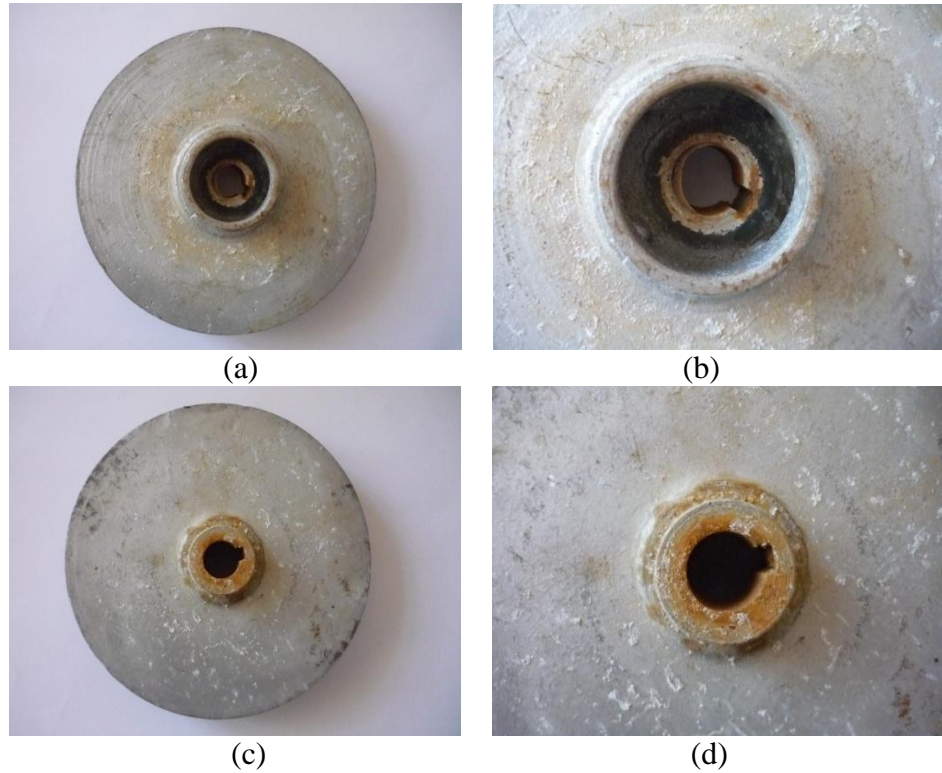




Şekil 4.21. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri

Şekil 4.21'deki tüm resimlerde alüminyum malzemeye özgü beyaz renkli korozyon ürünleri, genel bir matlaşma ve bazı noktalarda sarımsı lekeler görülmektedir. Şekil 4.21. a ve b'deki resimlerde bu korozyon ürünlerinin göbek kısmının dış çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir. Şekil 4.21. c ve d'deki resimlerde ise tüm yüzeye yayıldığı görülmektedir.

h) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri: Denemede kullanılan çarkın 180 saatlik deneme süresi sonunda makro yapı görüntüleri her iki yüzünden çekilmiş ve Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4.22. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın makro yapı görüntüleri

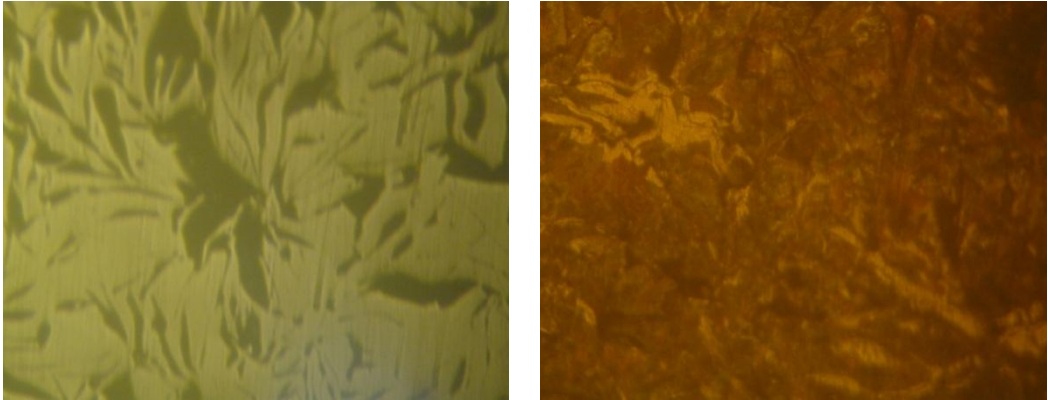
Şekil 4.22'deki tüm resimlerde alüminyum malzemeye özgü beyaz renkli mantar görünümdeki korozyon ürünlerinin meydana geldiği ve tüm yüzeylerde genel bir matlaşma ile birlikte bazı noktalarda sarımsı lekelerin oluştuğu görülmektedir. Şekil 4.22. a ve b'deki resimlerde göbeğin dış çevresinin sarımsı bir renkte olduğu ve beyaz korozyon ürünlerinin burada biriktiği görülmektedir. Şekil 4.22. c ve d'deki resimlerde ise sarımsı lekelerin göbek ve çevresinde meydana geldiği, beyaz korozyon ürünlerinin tüm yüzeye yayıldığı görülmektedir.

4.3.2. Mikro yapı görüntüleri

Pompa çark malzemelerinin mikro yapı görüntülerinin çekilmesinde taramalı elektron mikroskobundan ve metalografi mikroskobundan yararlanılmıştır. Metalografi mikroskobu ile pompa çarkından kesilen örneklerden daha iyi görüntü alabilmek için, malzemeler önce zımparalanmış daha sonra %5'lik nitrik asit çözeltisi ile dağlanmışır.

4.3.2.1. Metalografi mikroskobu görüntüleri

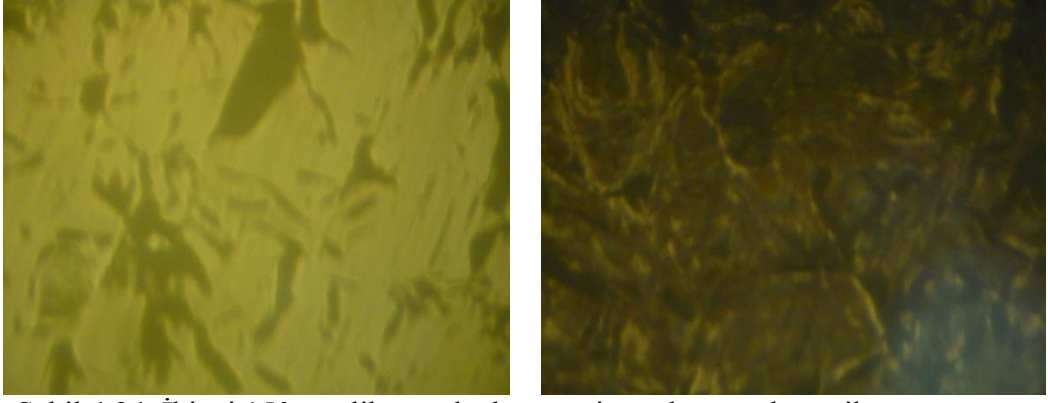
a) **İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri:** Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23. İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %85-90 ve grafit boyutu 3-5' tir.

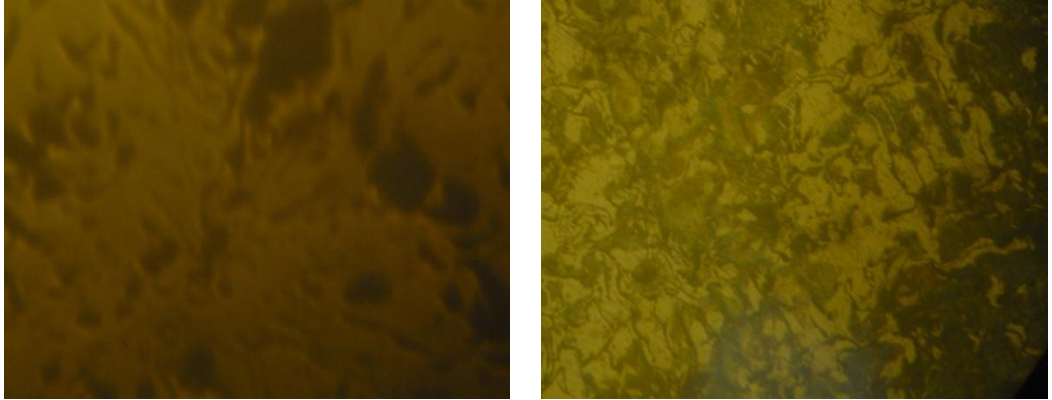
b) **İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri:** Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.24'te verilmiştir.



Şekil 4.24. İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %70-75 ve grafit boyutu 2-4' tür.

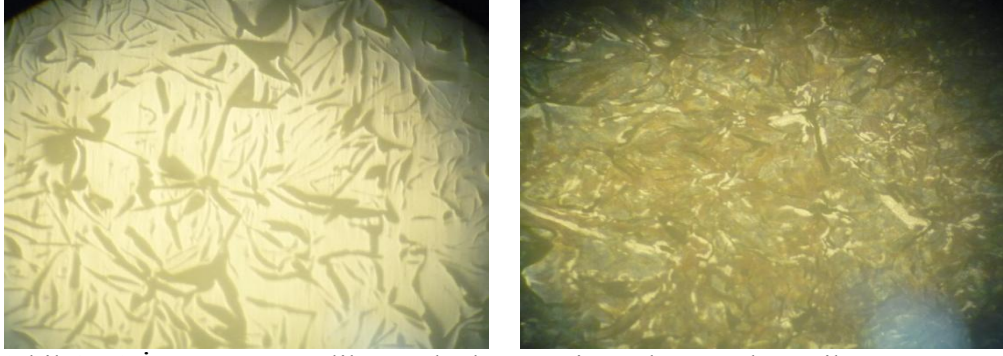
c) **İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri:** Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C+D, perlit oranı %30-35 ve grafit boyutu 4-6' dır.

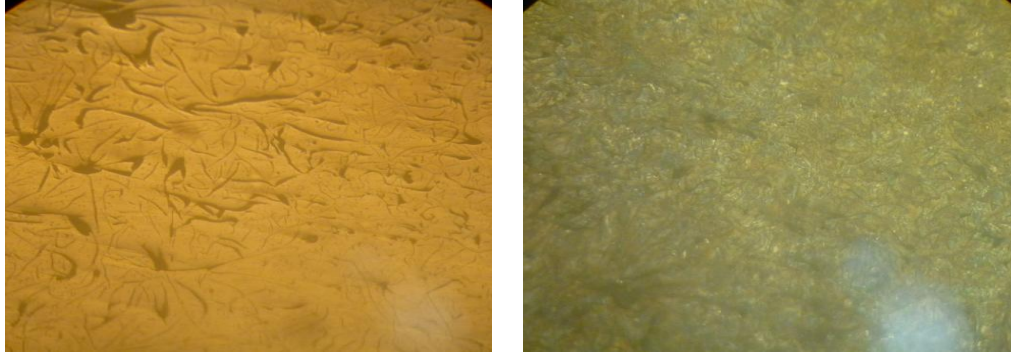
d) **İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri:** Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26. İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın mikro yapı görüntüleri

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %75-80 ve grafit boyutu ise 3-5' tir.

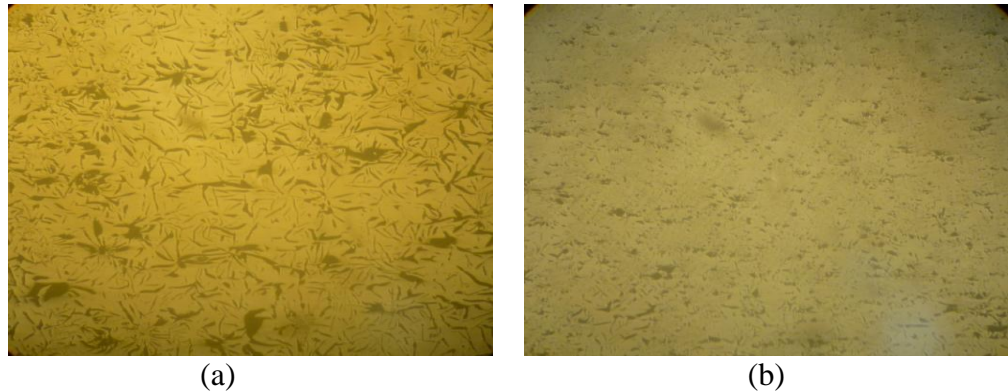
e) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.27. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın mikro yapı görüntüsü

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C, perlit oranı %95-97 ve grafit boyutu 3-5' tir.

f) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.28'de verilmiştir.

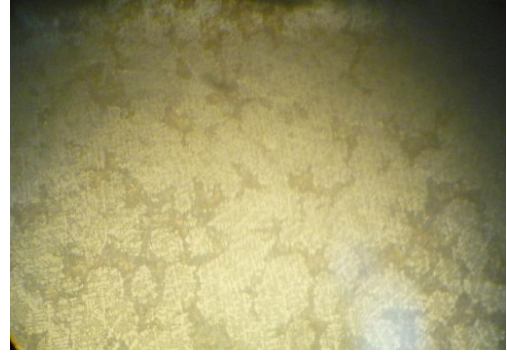


(a)

(b)



(c)



(d)

Şekil 4.28. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın mikro yapı görüntüsü

Mikro yapı görüntüleri verilen malzemenin grafit tipi A+C+D+E, perlit oranı A+C tarafında %85-90 (Şekil 4.28.c), D+E tarafında ise %20-25'tir (Şekil 4.28.d). Grafit boyutu ise 4-6' dır.

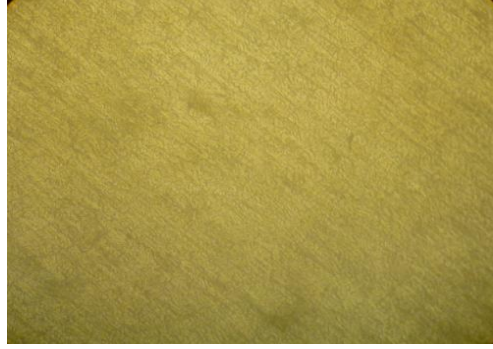
g) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın mikro yapı görüntüsü

Malzemenin mikro yapı görüntüsünde iğnesel Si plakaları görülmektedir.

h) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın mikro yapı görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın mikro yapı görüntüsü

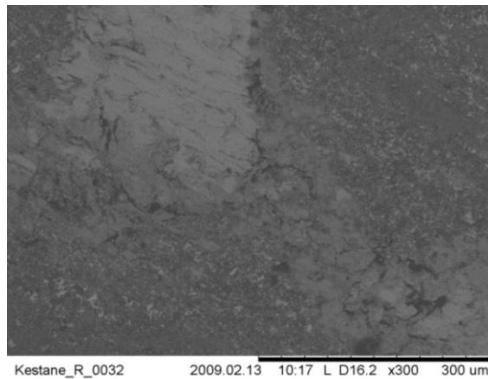
Malzemenin mikro yapı görüntüsünde iğnesel Si plakaları görülmektedir.

ı) İlk ve ikinci 150 ve 200 saatlik denemelere ait çark malzemelerinin mikro yapı görüntülerinin değerlendirilmesi: Tüm görüntüler incelendiğinde çark malzemelerinin lamel grafitli dökme demir olduğu ve grafit tipinin ve boyunun her malzemede farklı olduğu tespit edilmiştir.

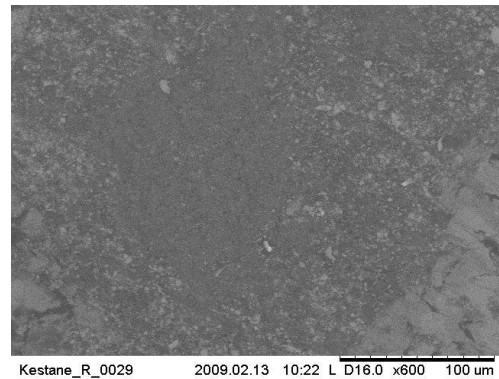
i) İlk ve ikinci 180 saatlik denemelere ait dökme demir ve alüminyum çark malzemelerinin mikro yapı görüntülerinin değerlendirilmesi: Tüm görüntüler incelendiğinde dökme demir çark malzemelerinin, lamel grafitli dökme demir olduğu ve grafit tipinin ve boyunun her malzemede farklı olduğu tespit edilmiştir. Alüminyum çark malzemelerinin mikro yapılarının ise birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

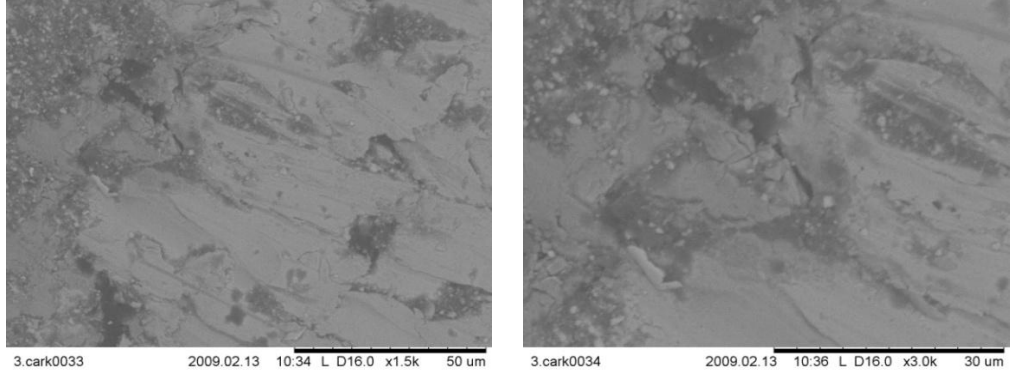
a) İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.31’de verilmiştir.



(a)



(b)

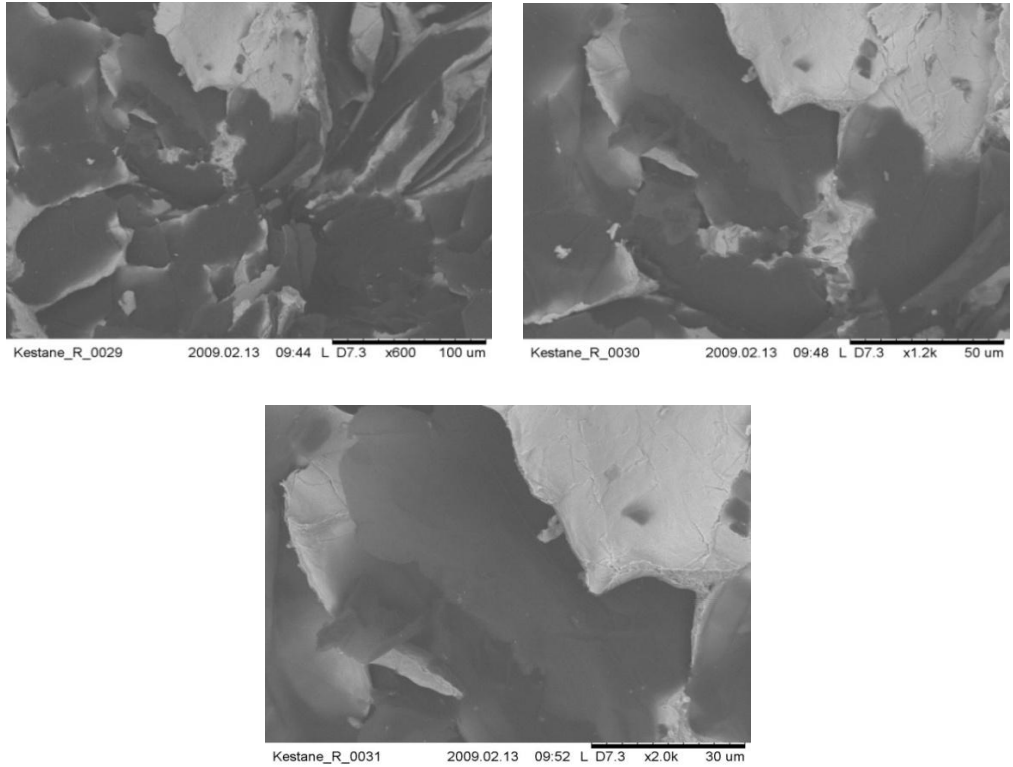


(c)

(d)

Şekil 4.31. Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

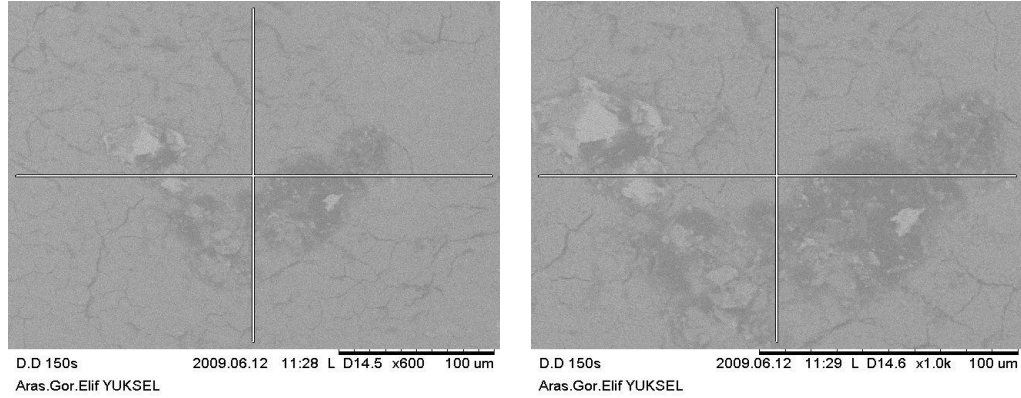
Şekil 4.31’de çarkın dış yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Özellikle Şekil 4.31. c ve d’deki resimlerde aşınma izleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Şekil 4.31. a’daki resimde sol üst ve sağ altta, b’deki resimde ise sağ ve sol alt köşelerde aşınma izleri daha belirgindir.



Şekil 4.32. Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri

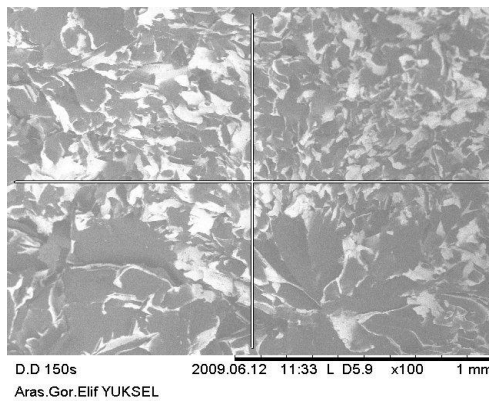
Şekil 4.32’de çarkın, incelemek amacıyla kırdırılan iç yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Bu dökme demir malzemenin de iç yapısı çiçeksi bir görünüme sahiptir. Resimlere bakıldığında iç yüzeyde herhangi bir deformasyon ve bozulmanın olmadığı ve korozyonun bu kısma kadar ilerlemediği görülmektedir.

b) İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.33’te verilmiştir.



Şekil 4.33. Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.33’te çarkın dış yapısı incelendiğinde, dökme demir malzemede malzeme dokularında belirgin bir değişim görülmemesine karşın, her iki resimde de tam ortada çok küçük oyukların meydana geldiği ve tüm yüzeye dağılmış ince kılcal çatlakların olduğu görülmektedir.

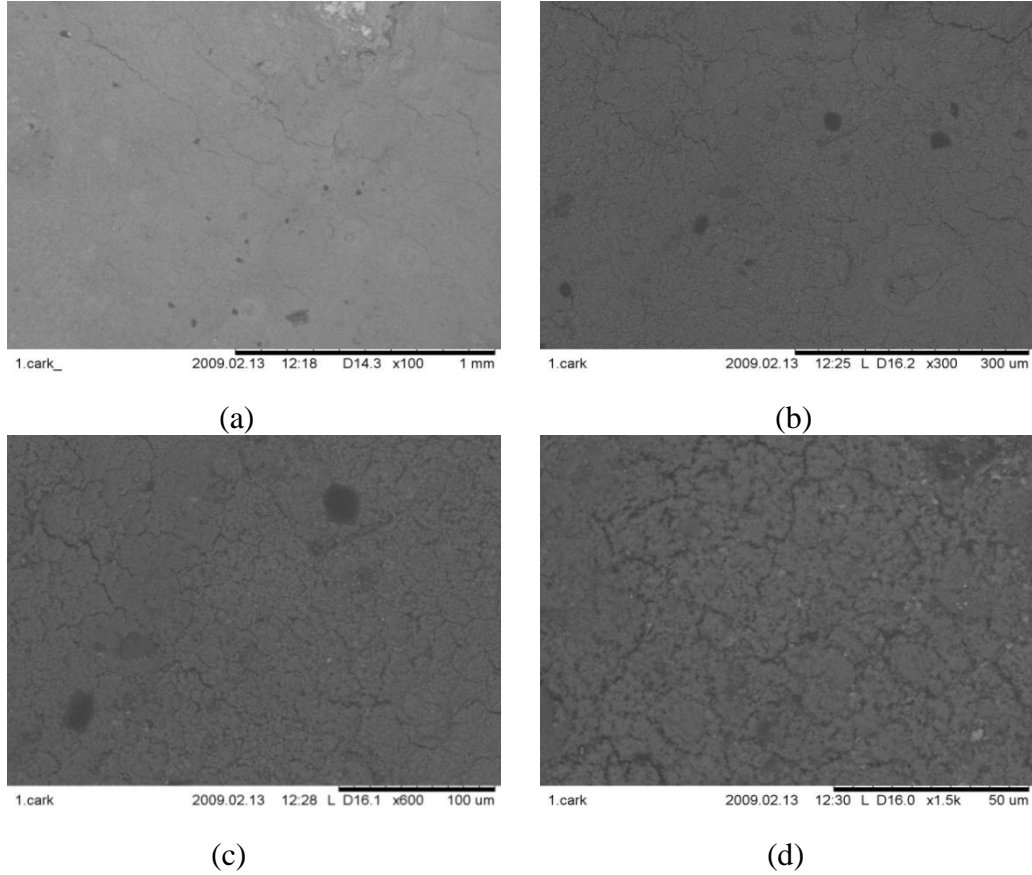


Şekil 4.34. Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri

Şekil 4.34’te çarkın, incelemek amacıyla kırdırılan iç yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Bu dökme demir malzemenin de iç yapısının çiçeksi bir görünüme sahip

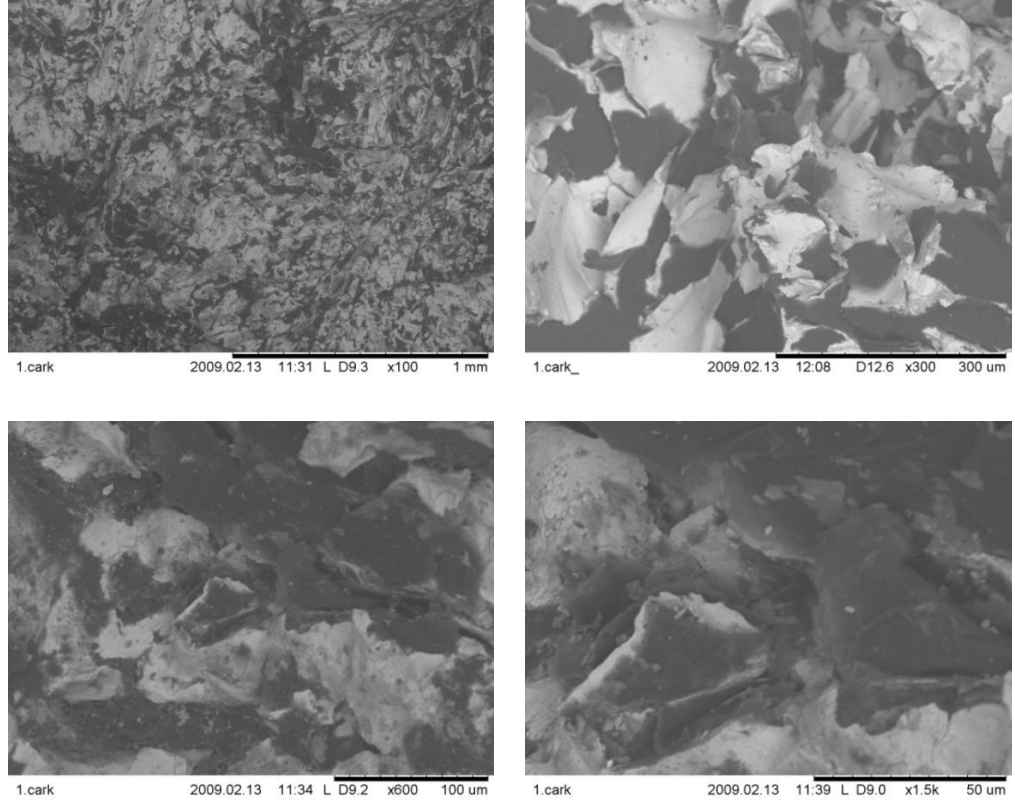
olduğu, i yüzeyde herhangi bir deformasyon ve bozulmanın olmadığı ve korozyonun bu kısma kadar ilerlemediği görülmektedir.

c) **İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın SEM görüntüleri:** ark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.35'te verilmiştir.



Şekil 4.35. ark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

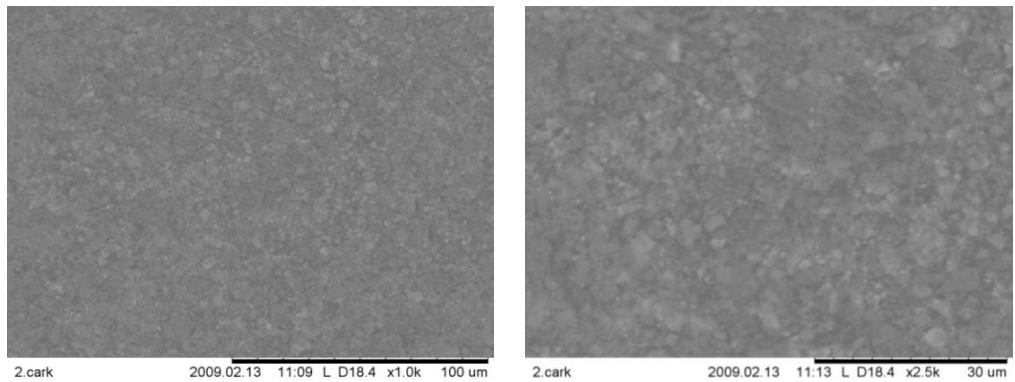
Şekil 4.35'te çarkın dış yüzeyine ait resimler görülmektedir. Şekil 4.35. a'daki resimde yüzeyde kısmi çatlaklar görülmektedir. Şekil 4.35. b ve c'deki resimlerde çatlaklar daha belirginleşmiş bir Şekilde görülmektedir. Şekil 4.35. d'deki resimde ise çatlakların yüzey boyunca homojen bir Şekilde dağıldığı görülmektedir.

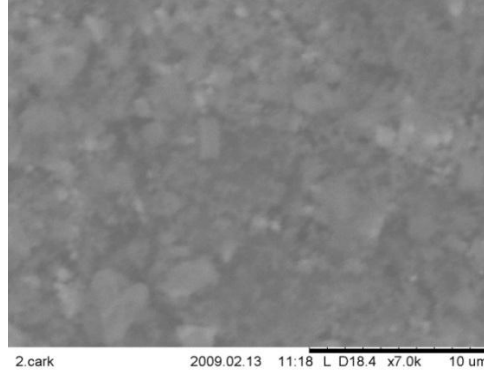


Şekil 4.36. Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri

Şekil 4.36’da çarkın, incelemek amacıyla kırılarak iç yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Resimlerde görüldüğü gibi iç yüzeyde herhangi bir deformasyon ve bozulma olmamıştır.

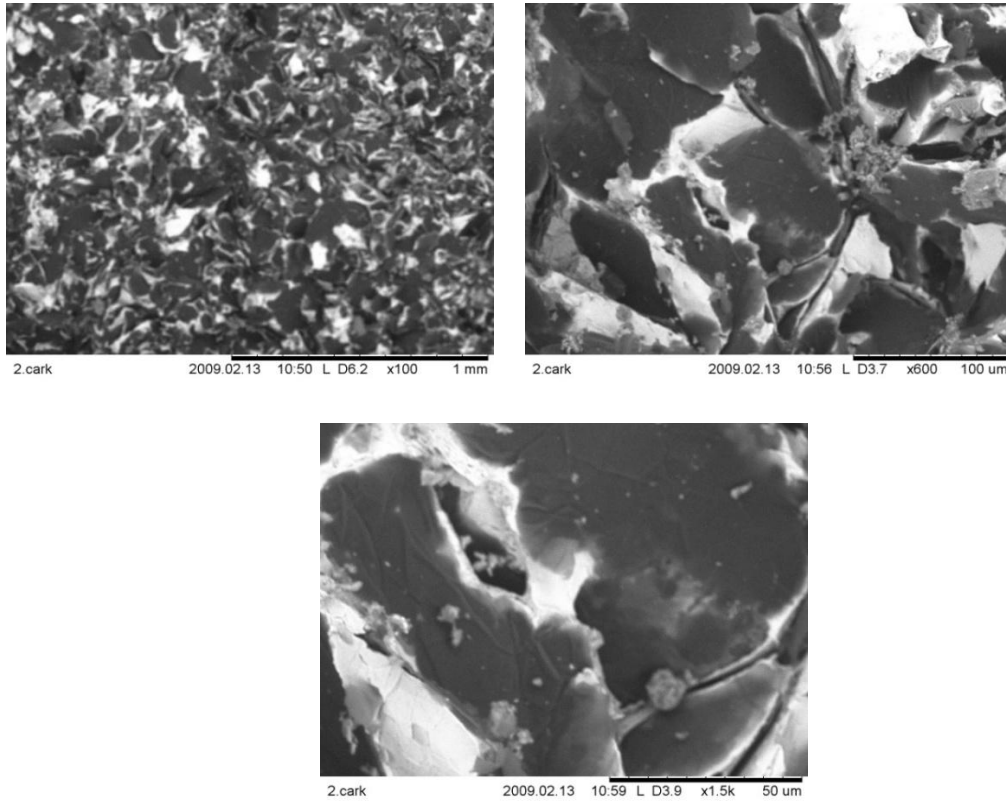
d) İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.37’de verilmiştir.





Şekil 4.37. Çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.37'deki tüm resimler çarkın zımparalanmış üst yüzeyinden alınmıştır. Resimlerde, tüm yüzeye yayılmış çok küçük kılcal çatlakların olduğu görülmektedir.

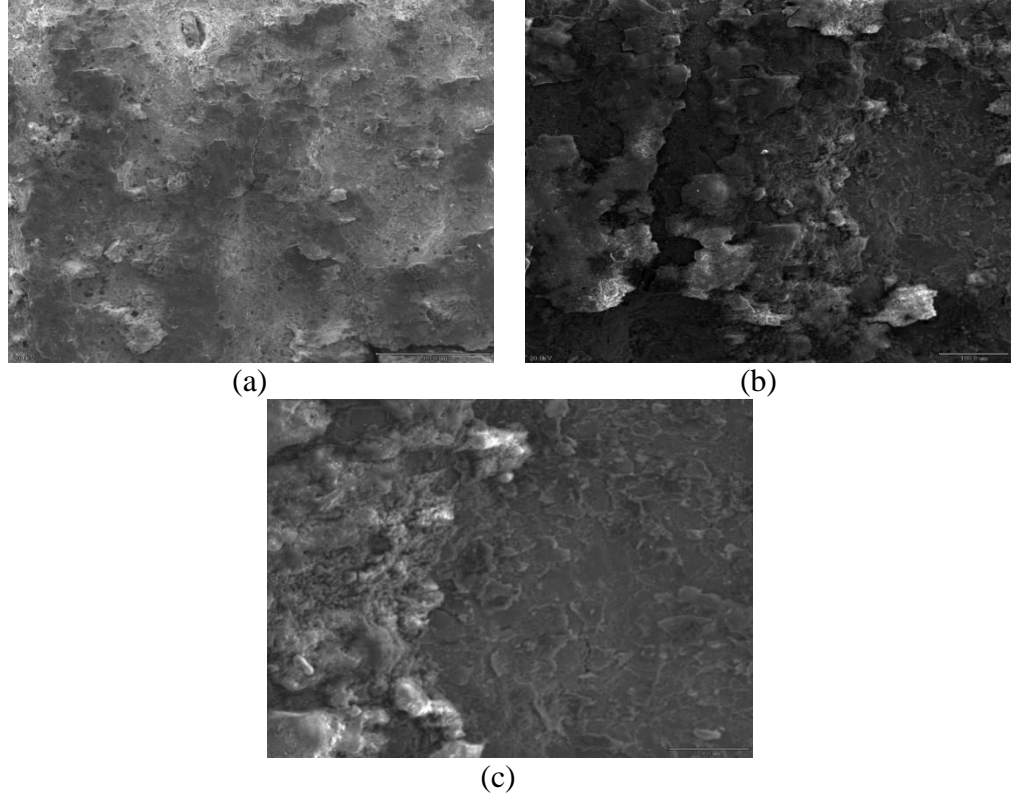


Şekil 4.38. Korozyona uğramış ve aşınmış çark malzemesinin kırılma kesitinden alınan SEM görüntüleri

Şekil 4.38'de çarkın, incelemek amacıyla kırılarak iç yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Resimlere bakıldığında dökme demir malzemenin iç yapısının çiçeksi bir

görünümde olduğu ve herhangi bir deformasyon ve bozulmanın olmadığı ve korozyonun bu kısma kadar ilerlemediği görülmektedir.

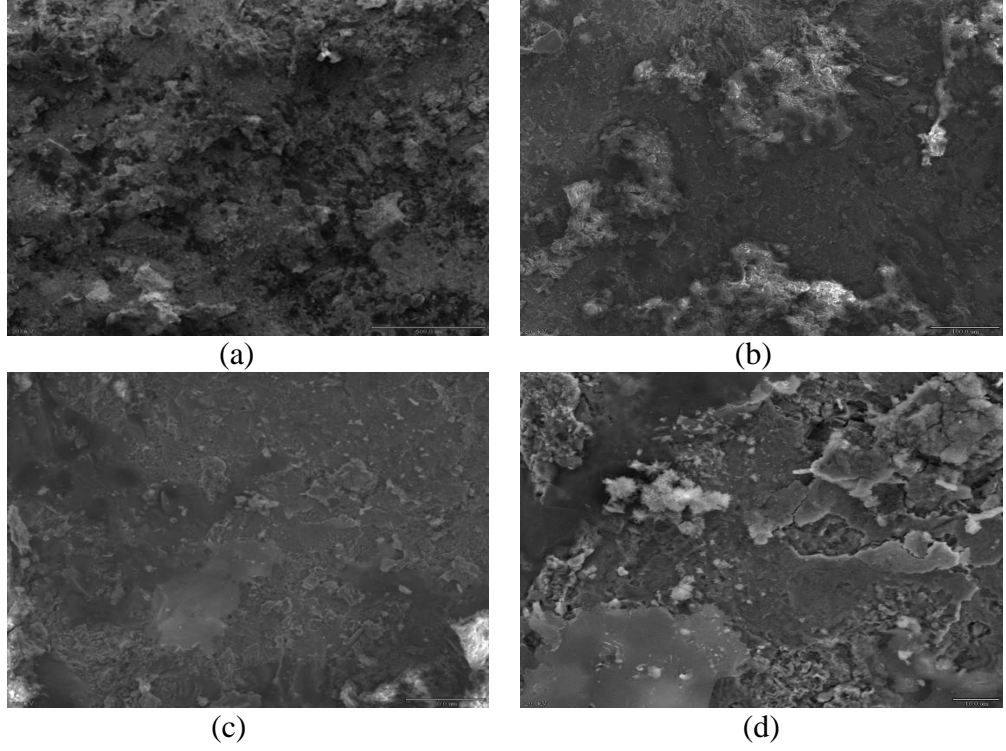
e) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.39'da verilmiştir.



Şekil 4.39. Dökme demir çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.39'da çarkın üst yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Özellikle Şekil 4.39. a'daki resimde yüzeydeki pürüzlülük, aşınma ve korozyon sonucu meydana gelen kopuşmalar belirgin bir şekilde görülmektedir. Şekil 4.39. b ve c'deki resimlere bakıldığında ise a'daki resme benzer şekilde kopuşmaların olduğu görülmektedir.

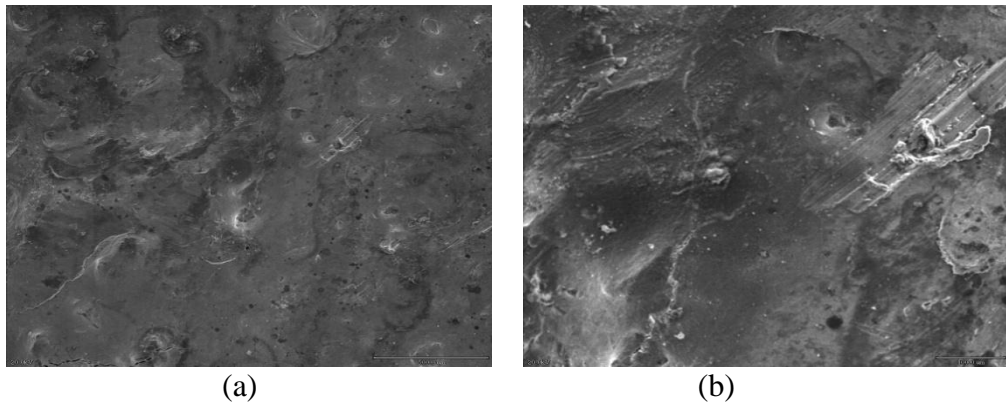
f) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.40'ta verilmiştir.

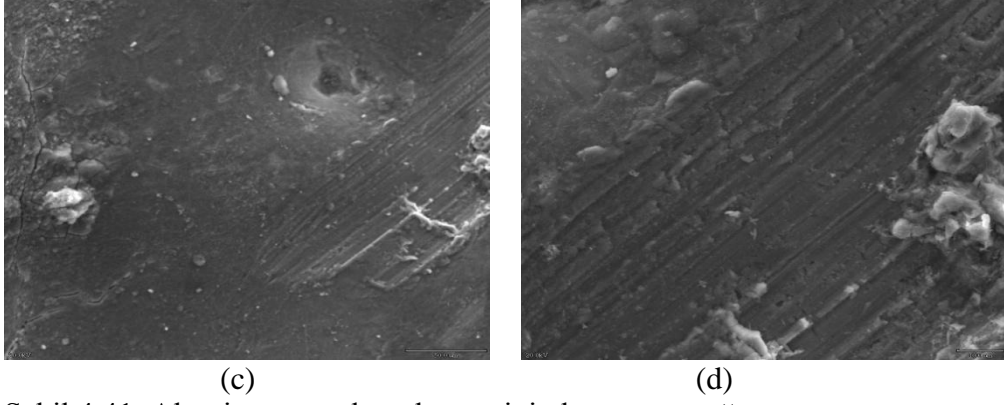


Şekil 4.40. Dökme demir çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.40'ta çarkın üst yüzeyinden alınmış resimler görülmektedir. Şekil 4.40. a'da yüzeyde krater görünümünde çukurcukların oluştuğu görülmektedir. Şekil 4.40. c'de yüzeyde meydana gelen kopuşmalar d'de ise kopuşmaların daha yakından çekilmiş görüntüleri görülmektedir.

g) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.41'de verilmiştir.

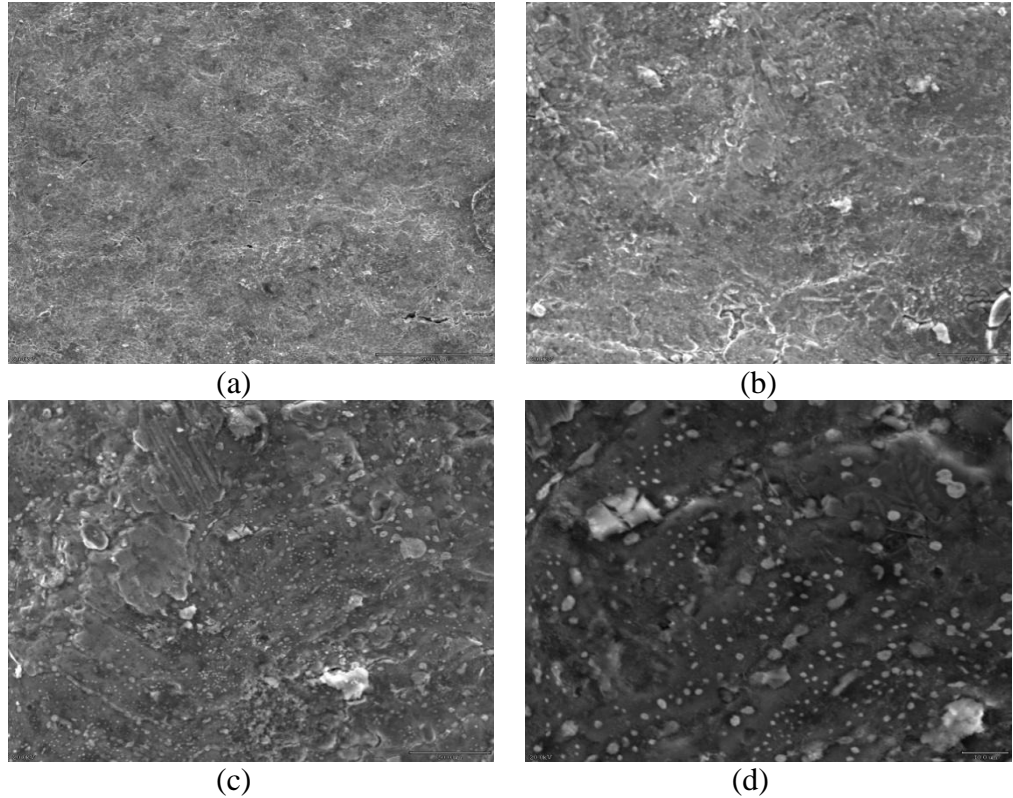




Şekil 4.41. Alüminyum çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.41’de çarkın üst yüzeyinden alınan görüntüler incelendiğinde, alüminyum malzemede dökme demir malzemededen farklı olarak küçük çukurcukların olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.41. c’nin sağ orta bölümünde ve d’nin tümünde çizikler şeklinde aşınma izleri görülmektedir.

h) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın SEM görüntüleri: Çark malzemesine ait mikro yapı görüntüleri Şekil 4.42’de verilmiştir.



Şekil 4.42. Alüminyum çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.

Şekil 4.42’de çarkın üst yüzeyinden alınan görüntüler incelendiğinde, malzemede özellikle a ve b’deki görüntülere bakıldığında yüzeyde küçük ince çatlakların oluştuğu görülmektedir. Şekil 4.42. c’de çatlaklar ve küçük çukurcuklar, d’de ise çukurcuklar daha yakından görülmektedir.

1) İlk ve ikinci 150 ve 200 saatlik denemelere ait çark malzemelerinin taramalı elektron mikroskobu görüntülerinin değerlendirilmesi: Tüm görüntüler incelendiğinde, yüzeyde ince kılcal çatlakların olduğu ve bazı bölgelerde küçük oyukların meydana geldiği görülmektedir.

i) İlk ve ikinci 180 saatlik dökme demir ve alüminyum çark malzemelerinin taramalı elektron mikroskobu görüntülerinin değerlendirilmesi: Dökme demir çark malzemelerine ait tüm görüntüler incelendiğinde, yüzeyde küçük çukurcukların ve kopuşmaların meydana geldiği görülmektedir. Alüminyum çarklara ait görüntüler incelendiğinde ise yüzeyde çiziklerin ve ince çatlakların meydana geldiği görülmektedir.

4.3.2.3. Spektral analiz

Çark malzemelerinin kimyasal bileşenleri spektral analiz cihazı ile çıkarılmıştır.

a) İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,7486	2,0192	0,0187	0,0598	0,6002	0,0398	0,0184	0,0001	0,0848	0,0739

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0028	0,0001	0,0015	0,0001	0,0001	0,0017	93,3303

b) İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,7669	2,0238	0,0190	0,0554	0,5898	0,0395	0,0180	0,0001	0,0848	0,0694

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0030	0,0001	0,0022	0,0001	0,0005	0,0019	93,3256

c) İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın spektral analiz sonuçları:

Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,4479	1,9149	0,0112	0,0187	0,2889	0,0067	0,0142	0,0004	0,0503	0,0126

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0028	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	94,2308

d) İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın spektral analiz sonuçları:

Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,6838	1,9483	0,0133	0,0395	0,5644	0,0358	0,0161	0,0001	0,0826	0,0745

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0026	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	93,5386

e) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,5127	1,5915	0,0440	0,0627	0,5994	0,0200	0,0184	0,0001	0,0580	0,0200

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0028	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	94,1699

f) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
3,5257	1,6946	0,0535	0,0606	0,4511	0,0395	0,0199	0,0001	0,0596	0,0178

Sn	Al	Pb	B	Bi	Mg	Fe
0,0028	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	94,0744

g) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	B	Na
8,3600	1,2630	2,2080	0,3470	0,1770	0,0500	5,4000	0,0500	0,0020	0,0002

Ca	Ni	Pb	Sn	V	Zr	Li	Cd	Ga	Al
0,0011	0,1670	0,0668	0,0209	0,0090	0,0037	0,00001	0,0119	0,0106	81,900

h) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın spektral analiz sonuçları: Malzemenin kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	B	Na
2,2050	1,7250	1,3600	0,1460	0,0138	0,0444	1,1490	0,0342	0,0019	0,0001

Ca	Ni	Pb	Sn	V	Zr	Li	Cd	Ga	Al
0,0008	0,0569	1,0810	0,0245	0,0058	0,0028	0,00001	0,0110	0,0134	92,100

i) İlk ve ikinci 150 ve 200 saatlik denemelere ait çark malzemesine ait spektral analiz sonuçlarının değerlendirilmesi: İlk 200 saatlik denemede kullanılan çark malzemesinin dökme demir standardında yer alan GG 15'in özelliklerine yakın olduğu ancak, yinede tam olarak aynı özellikleri taşımadığı tespit edilmiştir. Diğer kullanılan dökme demir çark malzemelerinin spektral analizleri incelendiğinde, karbon miktarlarının olması gerekenden yüksek ve silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu tespit edilmiştir.

i) İlk ve ikinci 180 saatlik dökme demir ve alüminyum çark malzemelerine ait spektral analiz sonuçlarının değerlendirilmesi: İlk ve ikinci dökme demir (lamel grafitli) çark malzemelerinin spektral analiz sonuçları incelendiğinde, karbon miktarlarının GG 15'e uygun olduğu ancak silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu tespit edilmiştir. İlk ve ikinci alüminyum çark malzemelerine ait spektral analiz sonuçları incelendiğinde, ilk ve ikinci çark malzemesinin Al-Si alaşımı olduğu ve Al-Si₈Cu₃Fe alaşımına oldukça yakın olmakla birlikte, Zn ve Mg oranının olması gerekenden yüksek, Cu oranının düşük olduğu, ikinci çark malzemesinin ise, Al-Si₅Cu₁ alaşımına yakın olmakla birlikte Si oranının olması gerekenden düşük, Zn oranının oldukça yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3.2.4. Sertlik ölçüm sonuçları

Ölçümlerin yapılmasında Brinell sertlik ölçüm yönteminden yararlanılmıştır. Sertlik ölçümü iki noktadan alınmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. İlk denemeye ait çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları

İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	123-125
İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	123-125
İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	131
İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	123-121

Çizelge 4.17. İkinci denemeye ait çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçları

180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	140-143
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	135-138
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	74-81
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın sertlik ölçüm değerleri (HB)	54-57

a) **İlk ve ikinci 150 ve 200 saatlik denemelere ait çark malzemelerinin sertlik ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:** Dökme demir standardında yer alan sertlik ölçüm değerleri incelendiğinde, tüm kullanılan malzemelerin ölçüm sonuçlarının olması gerekenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

b) **İlk ve ikinci 180 saatlik dökme demir ve alüminyum çark malzemelerine ait sertlik ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:** Dökme demir standardında yer alan sertlik ölçüm değerleri incelendiğinde, kullanılan dökme demir çark malzemelerinin ölçüm sonuçlarının olması gerekenden daha düşük olduğu ancak ilk denemede (ilk ve ikinci 150 ve 200 saatlik denemeler) kullanılan malzemelerin sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Alüminyum çark malzemelerinin spektral analiz sonuçları incelendiğinde ilk 180 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın Ti oranının daha yüksek, ikinci 180 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın Ti oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Zeren ve Karakulak (2008) yaptıkları çalışmada, alaşım oranı içindeki Ti oranının artmasıyla malzemenin sertliğinin artması ve bunun da aşınma dayanımının artmasıyla sonuçlanacağını ileri sürmektedirler. Bu çalışmanın sonucuna bağlı olarak ilk alüminyum çarkın sertlik ölçüm değerlerinin daha yüksek olması ve ikinci alüminyum çarkın sertlik değerlerinin daha düşük olmasının alaşım içindeki Ti oranına bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.3.2.5. İlk (150-200 saatlik) ve ikinci (180 saatlik) denemeye ait çarklarda meydana gelen ağırlık kayıpları

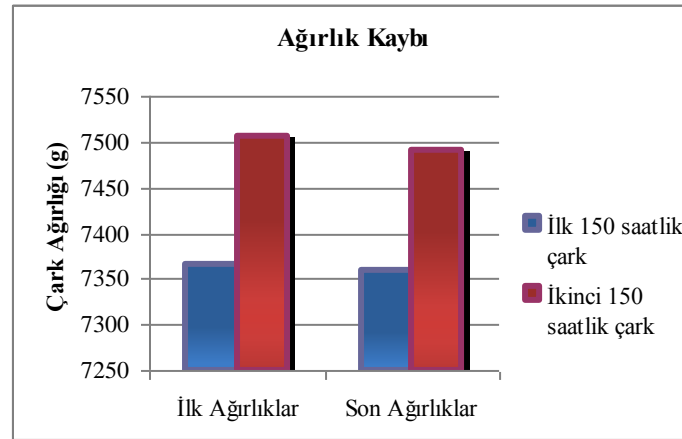
Meydana gelen ağırlık kayıpları hassas terazide ölçülerek belirlenmiştir.

a) **İlk ve ikinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklarda meydana gelen ağırlık kaybı:** Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır. İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.15'te, ikinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait deneme sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. İlk ve ikinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları

İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	7365
İlk 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	7360
İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	7506
İkinci 150 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	7491

Bu tartım sonuçlarına ait ağırlık kaybı grafiği Şekil 4.43'te gösterilmiştir.



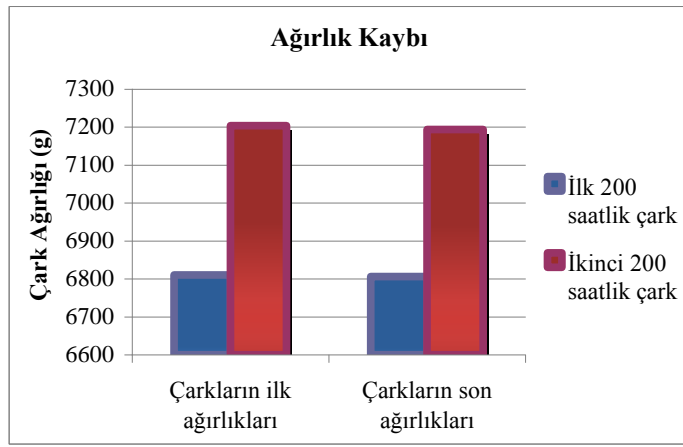
Şekil 4.43. İlk ve ikinci 150 saatte denemesi yapılmış çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği

b) **İlk ve ikinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklarda meydana gelen ağırlık kaybı:** Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır. İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.17'de, ikinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait deneme sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. İlk ve ikinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarka ait tartım sonuçları

İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	6810
İlk 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	6806
İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	7204
İkinci 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	7194

Bu tartım sonuçlarına ait ağırlık kaybı grafiği Şekil 4.44'te gösterilmiştir.



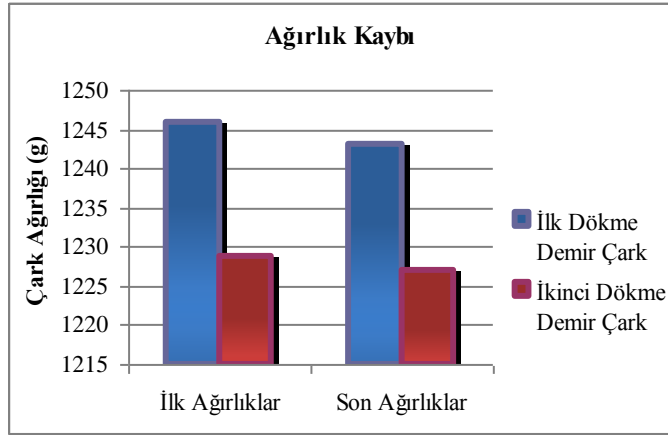
Şekil 4.44. İlk ve ikinci 200 saatte denemesi yapılmış çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği

c) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir çarklarda meydana gelen ağırlık kaybı: Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır. İlk alüminyum çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.19'da, ikinci alüminyum çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarka ait tartım sonuçları

180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	1246
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk dökme demir çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	1243
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	1228,9
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci dökme demir çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	1227

Bu tartım sonuçlarına ait ağırlık kaybı grafiği Şekil 4.45'te gösterilmiştir.



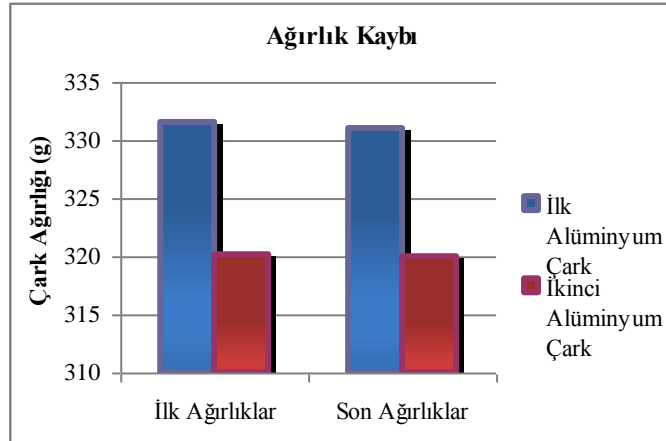
Şekil 4.45. 180 saatte denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği

d) 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci alüminyum çarklarda meydana gelen ağırlık kaybı: Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır. İlk alüminyum çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.21'de, ikinci alüminyum çarka ait tartım sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarka ait tartım sonuçları

180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	331,48
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	331
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	320,18
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ikinci alüminyum çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	320

Bu tartım sonuçlarına ait ağırlık kaybı grafiği Şekil 4.46’da gösterilmiştir.



Şekil 4.46. 180 saatte denemesi yapılmış ilk ve ikinci alüminyum çarklara ait ilk ağırlıklar ile son ağırlıklar arasındaki farkı gösteren ağırlık kaybı grafiği

e) **İlk ve ikinci 150 ve 200 saatlik ve ilk ve ikinci 180 saatlik dökme demir ve alüminyum çark malzemelerine ait ağırlık kaybı sonuçlarının değerlendirilmesi:** Ağırlık kayıpları ile ilgili sonuçlar incelendiğinde en fazla kaybın ikinci 150 saatlik denemeye ait çarkta, en az kaybın ise alüminyum çarklarda meydana geldiği görülmektedir.

4.4. Yapılan Denemelere Ait İstatistiksel Sonuçlar

4.4.1. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait ölçülen parametrelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.23’te verilmiştir. Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına etki eden saat ve çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.22. 150 ve 200 saatlik denemelere ait saat faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Saat	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	200 saat	24	23,58 A	1,150	12,900	32,300
	150 saat	21	14,35 B	0,621	8,400	18,600
Nem %	200 saat	24	67,80 A	2,170	45,600	89,200
	150 saat	21	80,76 B	1,380	67,400	90,100
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	200 saat	24	39,25 A	3,280	10,800	58,300
	150 saat	21	31,09 B	3,600	6,000	48,300
İnfrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı (°C)	200 saat	24	42,23 A	2,590	17,700	57,300
	150 saat	21	34,17 B	2,900	13,900	48,100
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	200 saat	24	39,73 A	2,940	13,300	56,500
	150 saat	21	31,86 B	3,240	9,900	46,500
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	200 saat	24	39,20 A	2,930	12,800	56,100
	150 saat	21	31,17 B	3,240	8,900	45,800
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	200 saat	24	40,58 A	3,090	13,100	58,500
	150 saat	21	32,69 B	3,410	9,500	48,600
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	200 saat	24	40,38 A	3,060	13,100	57,800
	150 saat	21	32,54 B	3,390	9,500	48,100
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	200 saat	24	45,84 A	3,940	12,300	68,000
	150 saat	21	35,16 B	4,010	7,500	54,000
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	200 saat	24	23,20 A	1,230	12,000	33,500
	150 saat	21	13,52 B	0,676	7,000	18,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.24'te verilmiştir. Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce etki eden saat ve çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.23. 150 ve 200 saatlik denemelere ait ve saat faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Saat	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	200 saat	24	1,06	0,012	1,000	1,200
	150 saat	21	1,02	0,027	0,700	1,100
Vakum (mmHg)	200 saat	24	116,67 B	1,570	101,400	122,900
	150 saat	21	129,19 A	2,460	120,700	154,400
Akım (A)	200 saat	24	6,88	0,135	6,100	8,100
	150 saat	21	7,45	0,612	6,400	19,600
Gerilim (V)	200 saat	24	221,88	1,780	195,000	228,000
	150 saat	21	223,48	3,250	165,000	254,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	200 saat	24	1415,80	12,800	1216,000	1450,000
	150 saat	21	1447,30	8,470	1430,000	1614,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	200 saat	24	5781	116	4979	6754
	150 saat	21	7008,20	83,900	6547,400	7989,500

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.25'te verilmiştir. Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına etki eden zaman faktörü, tesadüf parselleri deneme planında tek faktörlü olarak denenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda önemli bulunan $P < 0,05$ grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmiştir. İlgili özelliğe ait ortalamalar karşılaştırılırken A-C harfleri kullanılmıştır. Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P < 0,05$). Çizelgede yer alan sıcaklık değerleri sabah, öğle ve akşam ölçümleri sonucunda elde edilmiş olup, sabah sıcaklıkları en düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.24. 150 ve 200 saatlik denemelere ait sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Değişkenler	Zaman	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	Sabah	15	15,69 B	1,490	8,400	26,100
	Öğle	15	19,95 A	1,460	13,800	30,800
	Akşam	15	22,17 A	1,690	15,100	32,300
Nem %	Sabah	15	75,86	2,330	61,700	87,000
	Öğle	15	75,52	2,940	58,400	90,100
	Akşam	15	70,15	3,100	45,600	84,400
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	Sabah	15	14,21 C	1,720	6,000	26,900
	Öğle	15	41,86 B	1,440	31,700	48,100
	Akşam	15	50,25 A	1,380	40,900	58,300
İnfrared termometre ile suyun sıcaklığı (°C)	Sabah	15	21,55 C	1,640	13,900	32,400
	Öğle	15	43,72 B	1,170	36,500	51,200
	Akşam	15	50,13 A	1,320	41,400	57,300
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	Sabah	15	16,86 C	1,640	9,900	28,500
	Öğle	15	42,16 B	1,230	33,800	49,200
	Akşam	15	49,15 A	1,310	40,500	56,500
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	Sabah	15	16,39 C	1,680	8,900	28,200
	Öğle	15	41,40 B	1,290	32,200	48,500
	Akşam	15	48,57 A	1,320	39,500	56,100
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	15	16,65 C	1,640	9,500	28,300
	Öğle	15	43,49 B	1,280	34,200	51,700
	Akşam	15	50,56 A	1,320	41,400	58,500
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	15	16,71 C	1,650	9,500	28,400
	Öğle	15	43,09 B	1,240	34,100	50,300
	Akşam	15	50,37 A	1,310	41,300	57,800
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	15	15,89 B	1,820	7,500	29,400
	Öğle	15	51,38 A	2,220	36,000	65,900
	Akşam	15	55,29 A	1,830	43,600	68,000
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	15	15,04 C	1,600	7,000	25,800
	Öğle	15	20,28 B	1,730	11,500	33,500
	Akşam	15	20,74 A	1,700	13,200	31,900

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.26’da verilmiştir. Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce etki eden zaman faktörü tesadüf parselleri deneme planında tek faktörlü olarak denenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak analiz edilmiş ve farklılıklar istatistiki olarak önemsiz

bulunmuştur ($P>0,05$). Çizelgede yer alan pompa sistemi karakteristik değerleri sabah, öğle ve akşam ölçümleri sonucunda elde edilmiş olup, basınç ve devir sayısı değerleri sabah, vakum ve gerilim değerleri öğle, akım ve şebekeden çekilen toplam güç değerleri akşam saatlerinde yüksek oldukları gözlenmiştir.

Çizelge 4.25. 150 ve 200 saatlik denemelere ait pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Değişkenler	Zaman	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	Sabah	15	1,07	0,028	0,700	1,200
	Öğle	15	1,03	0,021	0,800	1,100
	Akşam	15	1,03	0,023	0,800	1,100
Vakum (mmHg)	Sabah	15	122,68	2,830	103,600	154,400
	Öğle	15	122,93	3,200	101,600	150,700
	Akşam	15	121,91	2,940	101,400	149,500
Akım (A)	Sabah	15	7,22	0,144	6,400	8,100
	Öğle	15	6,74	0,130	6,100	7,600
	Akşam	15	7,49	0,870	6,200	19,600
Gerilim (V)	Sabah	15	223,87	0,601	219,000	227,000
	Öğle	15	224,93	2,950	195,000	254,000
	Akşam	15	219,07	4,370	165,000	228,000
Devir sayısı (dd^{-1})	Sabah	15	1440,30	2,660	1419,000	1452,000
	Öğle	15	1431,70	19,600	1217,000	1614,000
	Akşam	15	1419,50	14,800	1216,000	1449,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	Sabah	15	6360	186	5190	7412
	Öğle	15	6375	229	4979	7990
	Akşam	15	6326	206	4990	7420

Debi, basınç, vakum, akım 1-2-3, gerilim 1-2-3, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.27’de verilmiştir. Debi, basınç, vakum, akım 1-2-3, gerilim 1-2-3, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güce etki eden saat faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir ($P<0,05$). Deneme 150 ve 200 saatlik süreler halinde yürütülmüş ve debi, basınç ve akım değerleri arasında farklılık gözlenmezken, vakum, gerilim, devir sayısı ve şebekeden çekilen toplam güç değişkenlerinde 150 saat çalıştırılan gruplarda değerler daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.26. Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Saat	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	200 saat	64	1,25	0,082	0,024	2,208
	150 saat	64	1,14	0,072	0,026	1,844
Basınç (bar)	200 saat	72	1,16	0,070	0,200	2,100
	150 saat	72	1,18	0,070	0,100	2,400
Vakum (mmHg)	200 saat	72	102,97 B	4,840	20,00	168,000
	150 saat	72	126,24 A	3,440	50,00	179,000
Akım 1 (A)	200 saat	72	6,92	0,098	5,110	8,200
	150 saat	72	6,78	0,041	6,080	7,330
Akım 2	200 saat	72	6,84	0,100	4,870	8,190
	150 saat	72	6,73	0,044	5,940	7,390
Akım 3	200 saat	72	7,06	0,091	5,630	8,390
	150 saat	72	6,91	0,041	6,250	7,520
Gerilim 1 (V)	200 saat	72	221,54 B	0,862	201,000	227,000
	150 saat	72	225,93 A	0,204	222,000	229,000
Gerilim 2	200 saat	72	221,63 B	0,841	202,000	227,000
	150 saat	72	225,15 A	0,210	222,000	228,000
Gerilim 3	200 saat	72	223,14 B	0,780	205,000	228,000
	150 saat	72	226,89 A	0,160	223,000	229,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	200 saat	72	1430,80 B	2,120	1399,000	1463,000
	150 saat	72	1440,60 A	1,380	1420,000	1465,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	200 saat	72	5720,10 B	43,30	5189,500	6310,700
	150 saat	72	7085,40 A	32,80	6665,000	7474,500

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.28’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.27. 150 ve 200 saatlik denemelere ait çark faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	1.çark	24	21,36	1,480	11,400	32,300
	2.çark	21	16,88	0,983	8,400	24,300
Nem %	1.çark	24	71,99	2,620	45,600	89,200
	2.çark	21	75,96	1,770	61,700	90,100
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	1.çark	24	36,97	3,250	9,400	58,300
	2.çark	21	33,69	3,830	6,000	57,800
İnfrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı (°C)	1.çark	24	39,66	2,700	13,900	57,300
	2.çark	21	37,10	3,040	14,800	56,800
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	1.çark	24	37,47	2,960	11,900	56,500
	2.çark	21	34,44	3,440	9,900	55,900
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	1.çark	24	36,94	2,930	11,400	56,100
	2.çark	21	33,76	3,460	8,900	55,400
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	24	38,22	3,050	11,800	57,200
	2.çark	21	35,39	3,660	9,500	58,500
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	24	38,20	3,060	11,800	57,800
	2.çark	21	35,04	3,580	9,500	57,100
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	24	42,29	3,670	10,900	61,800
	2.çark	21	39,21	4,640	7,500	68,000
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	24	21,42	1,540	10,500	33,500
	2.çark	21	15,57	0,962	7,000	23,100

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç değişkenlerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.29’da verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.28. 150 ve 200 saatlik denemelere ait ve çark faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	1.çark	24	1,05	0,012	0,900	1,100
	2.çark	21	1,04	0,027	0,700	1,200
Vakum (mmHg)	1.çark	24	118,60	1,300	101,400	122,900
	2.çark	21	126,98	3,060	101,600	154,400
Akım (A)	1.çark	24	7,19	0,545	6,100	19,600
	2.çark	21	7,10	0,131	6,200	8,100
Gerilim (V)	1.çark	24	211,88	2,530	165,000	228,000
	2.çark	21	223,48	2,510	195,000	254,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	1.çark	24	1439,50	1,210	1430,000	1450,000
	2.çark	21	1447,30	8,470	1430,000	1614,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	1.çark	24	6085	142	5190	6998
	2.çark	21	6661	171	4979	7990

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.30’da verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.29. 150 ve 200 saatlik denemelere ait hafta faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	1	12	19,83	1,870	10,800	31,400
	2	12	18,68	2,130	8,400	32,300
	3	12	18,50	1,780	9,400	30,900
	4	9	20,34	2,170	11,400	31,800
Nem %	1	12	72,17	3,190	57,900	90,100
	2	12	75,96	3,670	52,500	89,200
	3	12	72,33	3,370	45,600	86,600
	4	9	75,29	2,670	63,600	84,500
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	1	12	35,85	4,820	8,500	54,700
	2	12	33,93	4,910	6,000	58,300
	3	12	35,08	4,890	8,400	53,300
	4	9	37,39	6,080	9,400	57,800
İnfrared termometre ile suyun sıcaklığı (°C)	1	12	37,80	3,860	13,900	54,000
	2	12	37,52	4,040	14,800	57,300
	3	12	38,55	3,950	16,700	55,100
	4	9	40,51	4,910	17,300	56,800
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	1	12	35,84	4,300	11,200	53,300
	2	12	34,98	4,460	9,900	56,500
	3	12	35,85	4,430	11,600	54,000
	4	9	38,06	5,510	11,900	55,900
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	1	12	35,43	4,310	10,400	52,800
	2	12	34,22	4,460	8,900	56,100
	3	12	35,16	4,420	10,500	53,500
	4	9	37,52	5,470	11,400	55,400
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	36,68	4,500	10,900	54,200
	2	12	35,59	4,620	9,500	57,200
	3	12	36,73	4,680	11,200	56,600
	4	9	39,17	5,800	11,800	58,500
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	36,55	4,470	11,000	54,500
	2	12	35,58	4,630	9,500	57,800
	3	12	36,49	4,610	11,300	55,400
	4	9	38,79	5,700	11,800	57,100
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	41,23	5,660	9,400	61,400
	2	12	37,83	5,320	7,500	60,600
	3	12	40,64	5,800	9,900	64,900
	4	9	44,67	7,390	10,900	68,000
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	18,63	2,000	9,100	31,900
	2	12	18,10	2,340	7,000	33,500
	3	12	18,20	1,880	9,500	29,500
	4	9	20,20	2,140	10,500	30,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.31’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.30. 150 ve 200 saatlik denemelere ait ve hafta faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	1	12	0,96	0,039	0,700	1,200
	2	12	1,07	0,014	1,000	1,100
	3	12	1,08	0,011	1,000	1,100
	4	9	1,08	0,015	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	1	12	144,71	3,510	101,400	138,600
	2	12	125,29	2,140	118,600	138,000
	3	12	128,53	4,020	120,000	154,400
	4	9	121,17	0,298	120,000	122,000
Akım (A)	1	12	6,78	0,169	6,200	7,900
	2	12	6,81	0,155	6,100	7,900
	3	12	6,88	0,146	6,400	8,000
	4	9	8,44	1,410	6,400	19,600
Gerilim (V)	1	12	221,92	4,400	195,000	254,000
	2	12	223,42	0,811	218,000	227,000
	3	12	225,42	0,621	222,000	228,000
	4	9	218,78	6,740	165,000	227,000
Devir sayısı (dd^{-1})	1	12	1415,70	30,600	1216,000	1614,000
	2	12	1439,60	1,440	1432,000	1448,000
	3	12	1436,00	4,320	1411,000	1452,000
	4	9	1430,80	4,900	1409,000	1450,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	1	12	6103	292	4979	7990
	2	12	6477	212	5337	7283
	3	12	6490	217	5499	7421
	4	9	6342	193	5650	6998

Debi, basınç, vakum, akım 1-2-3, gerilim 1-2-3, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.32’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.31. Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve çark faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıttıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1	32	1,16	0,107	0,024	1,891
	2	32	1,34	0,125	0,064	2,208
	3	32	1,19	0,106	0,032	1,844
	4	32	1,10	0,097	0,026	1,733
Basınç (bar)	1	36	1,06	0,100	0,200	1,900
	2	36	1,25	0,097	0,400	2,100
	3	36	1,17	0,091	0,400	2,000
	4	36	1,19	0,108	0,100	2,400
Vakum (mmHg)	1	36	100,19	6,130	20,000	140,000
	2	36	105,75	7,540	30,000	168,000
	3	36	107,58	4,270	50,000	129,000
	4	36	144,89	3,160	110,000	179,000
Akım 1 (A)	1	36	6,23	0,084	5,110	6,920
	2	36	7,61	0,069	6,830	8,200
	3	36	6,98	0,051	6,420	7,330
	4	36	6,58	0,044	6,080	6,940
Akım 2	1	36	6,15	0,089	4,870	6,880
	2	36	7,53	0,076	6,690	8,190
	3	36	6,96	0,052	6,400	7,390
	4	36	6,50	0,047	5,940	6,860
Akım 3	1	36	6,42	0,069	5,630	7,020
	2	36	7,70	0,075	6,890	8,390
	3	36	7,10	0,054	6,530	7,520
	4	36	6,71	0,043	6,250	7,060
Gerilim 1 (V)	1	36	218,08	1,520	201,000	227,000
	2	36	225,00	0,178	223,000	226,000
	3	36	225,75	0,180	224,000	228,000
	4	36	226,11	0,367	222,000	229,000
Gerilim 2	1	36	217,86	1,430	202,000	226,000
	2	36	225,39	0,140	224,000	227,000
	3	36	225,00	0,222	223,000	227,000
	4	36	225,31	0,358	222,000	228,000
Gerilim 3	1	36	219,72	1,340	205,000	228,000
	2	36	226,56	0,084	226,000	227,000
	3	36	226,81	0,131	226,000	228,000
	4	36	226,97	0,294	223,000	229,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	1	36	1442,00	2,180	1415,000	1463,000
	2	36	1419,60	2,510	1399,000	1443,000
	3	36	1435,10	1,930	1420,000	1455,000
	4	36	1446,10	1,490	1433,000	1465,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	1	36	5406,80	28,300	5189,500	5648,700
	2	36	6033,50	34,500	5750,700	6310,700
	3	36	6835,60	20,000	6665,000	7000,700
	4	36	7335,20	19,700	7162,300	7474,500

Debi, basınç, vakum, akım 1-2-3, gerilim 1-2-3, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.33'te verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.32. Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve hafta faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1	32	1,17	0,108	0,064	2,021
	2	32	1,19	0,109	0,026	2,011
	3	32	1,21	0,112	0,071	2,208
	4	32	1,20	0,112	0,024	2,000
Basınç (bar)	1	36	1,17	0,092	0,200	2,000
	2	36	1,29	0,104	0,200	2,400
	3	36	1,08	0,098	0,100	2,100
	4	36	1,13	0,101	0,100	2,000
Vakum (mmHg)	1	36	106,75	5,560	20,00	150,000
	2	36	117,50	6,120	20,00	179,000
	3	36	115,72	6,800	20,00	170,000
	4	36	118,44	6,440	20,00	175,000
Akım 1 (A)	1	36	6,82	0,103	5,640	7,990
	2	36	6,73	0,128	5,110	7,990
	3	36	6,89	0,010	6,080	8,200
	4	36	6,96	0,095	6,200	8,160
Akım 2	1	36	6,78	0,101	5,690	7,970
	2	36	6,62	0,134	4,870	7,930
	3	36	6,79	0,101	5,940	8,120
	4	36	6,94	0,096	6,160	8,190
Akım 3	1	36	6,90	0,110	5,630	8,120
	2	36	6,92	0,094	5,730	8,120
	3	36	7,02	0,100	6,220	8,360
	4	36	7,10	0,099	6,310	8,390
Gerilim 1 (V)	1	36	223,75	0,680	216,00	228,000
	2	36	220,61	1,660	201,00	229,000
	3	36	224,50	0,234	222,00	226,000
	4	36	226,08	0,092	225,00	227,000
Gerilim 2	1	36	223,33	0,738	215,00	227,000
	2	36	221,00	1,590	202,00	228,000
	3	36	224,58	0,197	222,00	226,000
	4	36	224,64	0,219	222,00	226,000
Gerilim 3	1	36	224,72	0,691	217,00	229,000
	2	36	222,44	1,460	205,00	229,000
	3	36	225,97	0,205	223,00	228,000
	4	36	226,92	0,101	226,00	228,000
Devir sayısı (dd^{-1})	1	36	1435,5	2,750	1401,000	1465,000
	2	36	1434,7	2,550	1403,000	1462,000
	3	36	1435,8	2,720	1399,000	1462,000
	4	36	1436,7	2,680	1400,000	1463,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	1	36	6193	130	5190	7164
	2	36	6355	128	5334	7302
	3	36	6456	125	5454	7404
	4	36	6608	117	5647	7474

Debi, basınç, vakum, akım 1-2-3, gerilim 1-2-3, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.34'te verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.33. Denemelerde 150 ve 200 saat kullanılan pompalara ait ve kademe faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Kademe	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1	0	*	*	*	*
	2	16	0,10	0,016	0,024	0,253
	3	16	0,47	0,023	0,329	0,686
	4	16	0,86	0,028	0,582	1,044
	5	16	1,39	0,041	1,170	1,717
	6	16	1,55	0,036	1,306	1,831
	7	16	1,64	0,036	1,425	1,904
	8	16	1,73	0,038	1,551	1,992
	9	16	1,82	0,039	1,671	2,208
Basınç (bar)	1	16	1,90	0,052	1,500	2,400
	2	16	1,84	0,044	1,600	2,400
	3	16	1,69	0,052	1,300	2,200
	4	16	1,46	0,048	1,100	2,000
	5	16	1,16	0,055	0,600	1,600
	6	16	0,92	0,064	0,400	1,500
	7	16	0,62	0,057	0,300	1,200
	8	16	0,49	0,064	0,200	1,200
	9	16	0,43	0,071	0,100	1,200
Vakum (mmHg)	1	16	56,90	10,40	20,000	130,000
	2	16	81,19	8,120	30,000	139,000
	3	16	98,19	6,620	62,000	142,000
	4	16	113,44	5,450	80,000	150,000
	5	16	127,50	4,060	110,000	160,000
	6	16	130,63	4,640	120,000	179,000
	7	16	140,06	4,920	120,000	170,000
	8	16	141,56	4,610	122,000	175,000
	9	16	142,00	4,150	125,000	169,000
Akım 1(A)	1	16	6,49	0,142	5,180	7,310
	2	16	6,38	0,126	5,110	7,090
	3	16	6,54	0,139	5,280	7,350
	4	16	6,74	0,142	5,510	7,600
	5	16	6,94	0,151	5,680	7,840
	6	16	7,08	0,146	5,880	7,980
	7	16	7,18	0,161	6,030	8,200
	8	16	7,16	0,154	6,130	8,200
	9	16	7,14	0,145	6,120	8,040
Akım 2	1	16	6,37	0,138	4,910	7,220
	2	16	6,29	0,130	4,870	7,070
	3	16	6,46	0,141	5,120	7,290
	4	16	6,65	0,146	5,320	7,530
	5	16	6,87	0,152	5,620	7,790
	6	16	7,03	0,150	5,760	7,940
	7	16	7,14	0,160	5,940	8,120
	8	16	7,13	0,156	6,040	8,190
	9	16	7,10	0,147	6,010	8,000
Akım 3	1	16	6,59	0,125	5,660	7,430
	2	16	6,50	0,111	5,630	7,280

	3	16	6,67	0,128	5,690	7,520
	4	16	6,86	0,131	5,900	7,790
	5	16	7,09	0,137	6,110	7,990
	6	16	7,23	0,136	6,470	8,160
	7	16	7,34	0,150	6,510	8,320
	8	16	7,27	0,139	6,530	8,390
	9	16	7,30	0,133	6,530	8,200
Gerilim 1(V)	1	16	224,13	1,310	207,000	228,000
	2	16	224,13	1,400	205,000	228,000
	3	16	224,13	1,400	205,000	229,000
	4	16	223,75	1,400	205,000	228,000
	5	16	223,81	1,480	204,000	228,000
	6	16	223,56	1,540	203,000	228,000
	7	16	223,50	1,530	203,000	228,000
	8	16	223,38	1,620	201,000	228,000
	9	16	223,25	1,550	202,000	228,000
Gerilim 2	1	16	223,75	1,250	208,000	228,000
	2	16	224,00	1,320	207,000	228,000
	3	16	223,56	1,350	206,000	227,000
	4	16	223,56	1,350	206,000	228,000
	5	16	223,19	1,400	204,000	227,000
	6	16	223,13	1,430	204,000	227,000
	7	16	223,13	1,440	204,000	227,000
	8	16	223,19	1,570	202,000	228,000
	9	16	223,00	1,520	203,000	228,000
Gerilim 3	1	16	225,31	1,190	210,000	229,000
	2	16	225,50	1,250	209,000	229,000
	3	16	225,13	1,260	208,000	228,000
	4	16	225,13	1,230	209,000	228,000
	5	16	224,94	1,370	207,000	229,000
	6	16	224,81	1,320	207,000	228,000
	7	16	224,88	1,310	208,000	228,000
	8	16	224,69	1,470	205,000	229,000
	9	16	224,75	1,390	206,000	229,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	1	16	1451,90	2,280	1431,000	1463,000
	2	16	1451,90	2,160	1437,000	1465,000
	3	16	1445,80	2,060	1432,000	1457,000
	4	16	1439,30	2,360	1425,000	1453,000
	5	16	1433,50	2,650	1415,000	1447,000
	6	16	1428,00	2,930	1411,000	1443,000
	7	16	1424,60	3,450	1399,000	1443,000
	8	16	1423,80	3,780	1399,000	1447,000
	9	16	1422,40	3,550	1400,000	1440,000
Şebekeden çekilen toplam güç (kW)	1	16	6402	195	5190	7473
	2	16	6402	195	5190	7473
	3	16	6402	195	5190	7473
	4	16	6402	195	5190	7473
	5	16	6403	195	5190	7474
	6	16	6403	195	5191	7474
	7	16	6403	195	5191	7474
	8	16	6404	195	5191	7474
	9	16	6404	195	5191	7474

4.4.2. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış dökme demir ve alüminyum çarklara ait ölçülen parametrelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı ilişkin tanıttıcı istatistikler Çizelge 4.35'te verilmiştir. Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına etki eden çark malzemesi ve çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir ($P<0,05$). Çark malzemesi olarak dökme demir kullanılan pompada basma hattı çıkışının, motorun mil tarafının ve motorun dış tarafının sıcaklıkları alüminyum çark malzemesine göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.34. 180 saatlik denemelere ait çark malzemesi faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark malzemesi	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	19,43 B	1,010	12,300	26,300
	Dökme demir	21	24,51 A	0,822	15,400	29,800
Nem %	Alüminyum	21	80,90 A	1,130	71,300	90,400
	Dökme demir	21	75,77 B	1,110	66,600	84,600
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	Alüminyum	21	24,63	1,710	11,000	34,300
	Dökme demir	21	26,00	1,210	13,200	32,800
İnfrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	27,09	1,290	16,500	34,900
	Dökme demir	21	28,28	0,965	18,000	34,100
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	24,14	1,410	12,900	32,500
	Dökme demir	21	27,19	1,050	16,000	32,300
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	20,24 B	0,988	13,000	26,900
	Dökme demir	21	25,05 A	0,813	15,600	29,900
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	25,56	1,700	12,000	35,000
	Dökme demir	21	30,21	1,580	15,300	37,100
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	24,83	1,570	12,300	33,900
	Dökme demir	21	27,34	1,150	15,200	33,000
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	31,69 B	2,640	12,000	44,600
	Dökme demir	21	48,96 A	4,610	16,600	74,800
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum	21	20,65 B	1,200	11,800	29,000
	Dökme demir	21	26,56 A	1,190	15,600	34,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.36’da verilmiştir. Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına etki eden çark malzemesi ve çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir (P<0,05). Çark malzemesi olarak dökme demir kullanılan pompada basınç ve vakum değişkenleri alüminyum çark malzemesine göre

daha yüksek bulunurken, gerilim değişkeni alüminyum çark malzemesi kullanılan pompada daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.35. 180 saatlik denemelere ait ve çark malzemesi faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark malzemesi	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	Alüminyum	21	1,01 B	0,007	1,000	1,100
	Dökme demir	21	1,06 A	0,011	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	Alüminyum	21	20,39 B	5,770	2,900	92,000
	Dökme demir	21	43,21 A	2,170	31,000	67,500
Akım (A)	Alüminyum	21	8,08	0,039	7,900	8,500
	Dökme demir	21	10,91	0,154	10,000	12,200
Gerilim (V)	Alüminyum	21	219,29 A	0,594	214,000	224,000
	Dökme demir	21	213,57 B	0,456	210,000	217,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	Alüminyum	21	2716,10	26,000	2202,000	2785,000
	Dökme demir	21	2529,90	15,300	2404,000	2652,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	Alüminyum	21	288,80	38,100	43,000	568,300
	Dökme demir	21	417,50	49,500	62,200	748,900

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı'na ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.37'de verilmiştir. Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığına etki eden çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir (P<0,05). Sıcaklık değerleri incelendiğinde ikinci çarkta en yüksek değerler gözlenirken, nem değişkeni bakımından birinci çarkta daha yüksek değerler gözlenmiştir.

Çizelge 4.36. 180 saatlik denemelere ait çark faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	1.çark	21	18,80 B	0,943	12,300	26,300
	2.çark	21	25,15 A	0,665	18,900	29,800
Nem %	1.çark	21	81,55 A	0,943	74,900	90,400
	2.çark	21	75,12 B	1,120	66,600	86,200
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	1.çark	21	23,12 B	1,580	11,000	32,800
	2.çark	21	27,50 A	1,200	17,700	34,300
İnfrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı (°C)	1.çark	21	23,12 B	1,580	11,000	32,800
	2.çark	21	29,57 A	0,917	22,000	34,900
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	1.çark	21	23,17 B	1,330	12,900	32,200
	2.çark	21	28,16 A	0,969	19,700	32,500
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	1.çark	21	19,60 B	0,934	13,000	26,900
	2.çark	21	25,69 A	0,644	19,500	26,900
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	21	25,30 B	1,790	12,000	36,700
	2.çark	21	30,48 A	1,430	18,900	37,100
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	21	23,66 B	1,470	12,300	33,000
	2.çark	21	28,51 A	1,100	19,100	33,900
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	21	35,73 B	3,830	12,000	60,900
	2.çark	21	44,91 A	4,350	18,700	74,800
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	1.çark	21	19,89 B	1,100	11,800	27,500
	2.çark	21	27,32 A	1,070	18,600	34,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.38’de verilmiştir. Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına etki eden çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İncelenen değişkenlerden sadece bir saatte tüketilen güç miktarının değerindeki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$) ve en yüksek değer ikinci çarkta gözlenmiştir.

Çizelge 4.37. 180 saatlik denemelere ait ve çark faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std. hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	1.çark	21	1,02	0,010	1,000	1,100
	2.çark	21	1,05	0,011	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	1.çark	21	33,86	4,990	5,000	92,000
	2.çark	21	29,74	5,060	2,900	67,500
Akım (A)	1.çark	21	9,09	0,255	7,900	11,000
	2.çark	21	9,91	0,379	7,900	12,200
Gerilim (V)	1.çark	21	217,33	0,937	210,000	224,000
	2.çark	21	215,52	0,646	210,000	221,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	1.çark	21	2646,60	29,300	2202,000	2763,000
	2.çark	21	2599,40	29,300	2404,000	2785,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	1.çark	21	175,60 B	21,100	43,000	331,000
	2.çark	21	530,70 A	26,800	353,300	748,900

Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.39’da verilmiştir. Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına etki eden çark malzemesi faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir (P<0,05). Dökme demir çark malzemesinde daha yüksek basınç değerleri gözlenirken, alüminyum çark malzemesinde gerilim değerleri daha yüksek ölçülmüştür.

Çizelge 4.38. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve çark malzemesi faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark malzemesi	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	Alüminyum	56	3,18	0,149	0,565	4,214
	Dökme demir	64	3,29	0,158	0,276	4,701
Basınç (bar)	Alüminyum	63	1,14 B	0,102	0,300	2,400
	Dökme demir	72	1,38 A	0,090	0,200	2,700
Vakum (mmHg)	Alüminyum	63	23,14	5,960	0,000	265,000
	Dökme demir	72	35,63	4,470	0,000	120,000
Akım (A)	Alüminyum	63	7,40	0,164	4,700	8,520
	Dökme demir	72	9,33	0,272	5,180	12,100
Gerilim (V)	Alüminyum	63	222,56 A	0,461	215,00	231,000
	Dökme demir	72	217,14 B	0,566	210,00	228,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	Alüminyum	63	2769,80	12,700	2289,000	2924,000
	Dökme demir	72	2678,20	19,600	2396,000	2919,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	Alüminyum	63	318,20	20,50	81,500	569,000
	Dökme demir	72	462,90	24,90	105,100	785,900

Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarına ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir ve bir saatte tüketilen güç miktarına etki eden çark faktörünün seviye ortalamaları karşılaştırılırken t istatistiğinden faydalanılmıştır. İlgili özellikler için önemli bulunan ortalamalar farklı harflerle gösterilmiştir ($P<0,05$). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde gerilim ölçümlerinin ikinci çarkta, birinci çarka göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.39. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve çark faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin t testi sonuçları

Değişkenler	Çark	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1.çark	64	3,22	0,153	0,276	4,603
	2.çark	56	3,27	0,156	0,565	4,701
Basınç (bar)	1.çark	72	1,24	0,092	0,200	2,400
	2.çark	63	1,29	0,102	0,300	2,700
Vakum (mmHg)	1.çark	72	31,53	5,600	0,000	265,000
	2.çark	63	27,83	4,680	0,000	120,000
Akım (A)	1.çark	72	8,05	0,223	4,700	11,000
	2.çark	63	8,86	0,292	4,760	12,100
Gerilim (V)	1.çark	72	221,01 A	0,546	212,000	231,000
	2.çark	63	218,13 B	0,651	210,000	228,000
Devir sayısı (dd^{-1})	1.çark	72	2752,30	14,600	2289,000	2924,000
	2.çark	63	2685,10	20,500	2396,000	2923,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	1.çark	72	240,40	12,800	81,500	385,400
	2.çark	63	572,50	15,800	387,900	785,900

Vakum özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında, iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.41'de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Vakum özelliğine ilişkin yapılan çalışmada, çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen vakum değerleri dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 48,26 mmHg ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için ikinci çarkta 5,056 mmHg ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.40. 180 saatlik denemelere ait vakum özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	31,89 Aa	5,056 Bb	8,810	0,569	5,000	2,900	92,000	7,300
Dökme demir	36,49 Aa	48,26 Aa	1,300	2,940	31,000	37,400	42,300	67,500

Akım özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.42’de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Akım özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen akım değerleri, dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 11,325 A ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için ikinci çarkta 8,0111 A ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.41. 180 saatlik denemelere ait akım özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	8,13 Ab	8,01 Ab	0,056	0,048	7,900	7,900	8,500	8,200
Dökme demir	10,36 Ba	11,33 Aa	0,140	0,168	10,000	10,500	11,000	12,200

Devir sayısı özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.43’te gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Devir sayısı özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark

faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen devir sayısı değerleri dökme demir çark malzemesi için 2. çarkta 2494,1 dd⁻¹ ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için 2. çarkta 2739,8 dd⁻¹ ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.42. 180 saatlik denemelere ait devir sayısı özelliğine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	2698,3 Aa	2739,8 Aa	45,30	6,71	2202,00	2720,00	2763,00	2785,00
Dökme demir	2577,7 Ab	2494,1 Ab	14,20	19,00	2534,00	2404,00	2652,00	2589,00

Vakum özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.44'te gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Vakum özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen vakum değerleri dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 43,78 mmHg ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için ikinci çarkta 6,56 mmHg ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen vakum değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	35,58 Aa	6,56 Bb	9,920	1,620	0,000	0,000	265,000	23,000
Dökme demir	27,47 Aa	43,78 Aa	5,270	7,030	0,000	0,000	95,000	120,000

Akım özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.45'te gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için

uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Akım özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen akım değerleri dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 9,935 A ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için birinci çarkta 7,374 A ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.44. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen akım değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	7,37 Ab	7,43 Ab	0,222	0,247	4,700	4,760	8,520	8,420
Dökme demir	8,73 Ba	9,94 Aa	0,356	0,391	5,180	5,590	11,000	12,100

Devir sayısı özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.46'da gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. Devir sayısı özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen devir sayısı değerleri alüminyum çark malzemesi için birinci çarkta 2772,6 dd^{-1} ile en yüksek değer olarak bulunurken, dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 2624,3 dd^{-1} ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.45. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen devir sayısı değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	2772,60 Aa	2766,10 Aa	18,200	17,300	2289,000	2596,000	2924,000	2923,000
Dökme demir	2732,00 Aa	2624,30 Bb	22,600	29,800	2542,000	2396,000	2919,000	2903,000

Bir saatte tüketilen güç miktarı özelliğine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında iki faktörlü olarak denenmiş ve Çizelge 4.47’de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Çark malzemesinin her seviyesinde çark ortalamaları karşılaştırılırken A-B, çark faktörünün her seviyesinde çark malzemesi ortalamaları karşılaştırılırken a-b harfleri kullanılmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P<0,05$). Bir saatte tüketilen güç miktarı özelliğine ilişkin yapılan çalışmada çark malzemesi ve çark faktörünün ilgili özelliğe etkileri araştırılmıştır. Ölçülen bir saatte tüketilen güç miktarı değerleri dökme demir çark malzemesi için ikinci çarkta 642,2 kWh ile en yüksek değer olarak bulunurken, alüminyum çark malzemesi için birinci çarkta 197,2 kWh ile en düşük değer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.46. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç miktarı değişkenine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çark Malzemesi	Çark							
	Ortalama		Ort. std.hatası		Minimum		Maksimum	
	1.çark	2.çark	1	2	1	2	1	2
Alüminyum	197,20 Bb	479,60 Ab	14,400	14,400	81,500	387,900	304,500	569,000
Dökme demir	283,60 Ba	642,20 Aa	18,700	18,400	105,10	496,600	385,400	785,900

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.48’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.47. 180 saatlik denemelere ait pompa faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Pompa	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	19,43	1,010	12,300	26,300
	Dökme demir çarklı	21	24,51	0,822	15,400	29,800
Nem %	Alüminyum çarklı	21	80,90	1,130	71,300	90,400
	Dökme demir çarklı	21	75,77	1,110	66,600	84,600
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	Alüminyum çarklı	21	24,63	1,710	11,000	34,300
	Dökme demir çarklı	21	26,00	1,210	13,200	32,800
İnfrared termometre ile suyun sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	27,09	1,290	16,500	34,900
	Dökme demir çarklı	21	28,28	0,965	18,000	34,100
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	24,14	1,410	12,900	32,500
	Dökme demir çarklı	21	27,19	1,050	16,000	32,300
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	20,24	0,988	13,000	26,900
	Dökme demir çarklı	21	25,05	0,813	15,600	29,900
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	25,56	1,700	12,000	35,000
	Dökme demir çarklı	21	30,21	1,580	15,300	37,100
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	24,83	1,570	12,300	33,900
	Dökme demir çarklı	21	27,34	1,150	15,200	33,000
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	31,69	2,640	12,000	44,600
	Dökme demir çarklı	21	48,96	4,610	16,600	74,800
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	Alüminyum çarklı	21	20,65	1,200	11,800	29,000
	Dökme demir çarklı	21	26,56	1,190	15,600	34,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.49’da verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.48. 180 saatlik denemelere ait ve pompa faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Pompa	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	Alüminyum çarklı	21	1,01	0,007	1,000	1,100
	Dökme demir çarklı	21	1,06	0,011	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	Alüminyum çarklı	21	20,39	5,770	2,900	92,000
	Dökme demir çarklı	21	43,21	2,170	31,000	67,500
Akım (A)	Alüminyum çarklı	21	8,08	0,039	7,900	8,500
	Dökme demir çarklı	21	10,91	0,154	10,000	12,200
Gerilim (V)	Alüminyum çarklı	21	219,29	0,594	214,000	224,000
	Dökme demir çarklı	21	213,57	0,456	210,000	217,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	Alüminyum çarklı	21	2716,10	26,000	2202,000	2785,000
	Dökme demir çarklı	21	2529,90	15,300	2404,000	2652,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	Alüminyum çarklı	21	288,80	38,100	43,000	568,300
	Dökme demir çarklı	21	417,50	49,500	62,200	748,900

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.50’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.49. 180 saatlik denemelere ait hafta faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	1	12	20,62	1,390	12,600	26,900
	2	12	21,79	1,510	12,300	28,300
	3	12	22,57	1,390	13,100	29,200
	4	6	23,87	2,030	16,300	29,800
Nem %	1	12	79,55	1,060	73,700	84,300
	2	12	78,48	1,300	69,400	86,200
	3	12	78,51	2,340	68,500	90,400
	4	6	75,25	2,300	66,600	82,300
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	1	12	23,91	1,950	12,200	33,000
	2	12	25,43	2,110	11,000	34,300
	3	12	26,27	2,030	12,000	33,900
	4	6	25,98	2,540	15,000	31,800
İnfrared termometre ile suyun sıcaklığı (°C)	1	12	26,19	1,560	17,100	34,000
	2	12	27,85	1,670	16,500	34,900
	3	12	28,78	1,460	19,000	34,400
	4	6	28,13	1,710	21,800	32,600
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	1	12	24,15	1,690	13,200	31,200
	2	12	25,72	1,860	12,900	32,500
	3	12	26,62	1,710	13,900	32,300
	4	6	26,68	2,080	17,300	30,500
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	1	12	21,06	1,310	13,400	27,500
	2	12	22,58	1,480	13,000	28,200
	3	12	23,44	1,370	14,000	29,200
	4	6	24,33	1,950	17,100	29,900
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	26,33	2,240	12,000	35,600
	2	12	27,78	2,440	12,000	37,100
	3	12	29,01	2,340	13,300	36,800
	4	6	28,95	2,980	16,500	36,000
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	24,58	1,870	12,500	32,900
	2	12	26,14	2,010	12,300	33,900
	3	12	27,09	1,880	13,500	33,300
	4	6	27,00	2,260	16,800	31,100
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	38,88	5,300	12,000	66,000
	2	12	38,73	5,300	12,000	64,800
	3	12	42,02	6,180	12,900	74,800
	4	6	43,00	8,890	16,100	72,000
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	1	12	21,94	1,680	11,900	30,900
	2	12	23,39	1,900	11,800	33,400
	3	12	24,34	1,800	12,700	34,000
	4	6	25,88	2,700	15,900	34,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.51’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.50. 180 saatlik denemelere ait ve hafta faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	1	12	1,03	0,013	1,000	1,100
	2	12	1,04	0,015	1,000	1,100
	3	12	1,03	0,014	1,000	1,100
	4	6	1,05	0,022	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	1	12	23,94	4,920	6,800	43,100
	2	12	22,27	5,310	2,900	44,400
	3	12	40,20	8,070	3,400	92,000
	4	6	49,80	6,530	31,700	67,500
Akım (A)	1	12	9,51	0,441	7,900	12,000
	2	12	9,54	0,460	7,900	12,200
	3	12	9,39	0,437	7,900	12,100
	4	6	9,58	0,718	7,900	11,900
Gerilim (V)	1	12	216,75	1,290	210,000	224,000
	2	12	216,42	1,200	210,000	222,000
	3	12	216,50	1,020	211,000	221,000
	4	6	215,67	0,955	213,000	219,000
Devir sayısı (dd^{-1})	1	12	2631,70	35,000	2433,000	2749,000
	2	12	2596,90	47,600	2202,000	2763,000
	3	12	2640,30	38,000	2404,000	2785,000
	4	6	2623,20	52,100	2467,000	2759,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	1	12	227,60	51,400	43,000	438,900
	2	12	326,70	51,300	121,500	531,700
	3	12	427,60	53,600	187,200	640,800
	4	6	508	105	269	749

Ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.52’de verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.51. 180 saatlik denemelere ait zaman faktörüne bağlı sıcaklık ve nem değişimlerine ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Zaman	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Ortam sıcaklığı (°C)	Sabah	14	18,66	1,120	12,300	24,700
	Öğle	14	22,86	1,210	15,000	28,500
	Akşam	14	24,39	1,150	16,200	29,800
Nem %	Sabah	14	76,66	1,370	66,600	87,300
	Öğle	14	80,61	1,550	68,700	90,400
	Akşam	14	77,72	1,540	69,400	89,800
Basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık (°C)	Sabah	14	17,24	1,060	11,000	22,500
	Öğle	14	28,59	0,929	22,800	33,900
	Akşam	14	30,11	0,803	24,200	34,300
İnfrared termometre ile suyun sıcaklığı (°C)	Sabah	14	21,88	0,823	16,500	26,100
	Öğle	14	29,74	0,876	24,000	34,000
	Akşam	14	31,43	0,781	25,300	34,900
Emme hattı girişinin sıcaklığı (°C)	Sabah	14	19,25	1,080	12,900	24,500
	Öğle	14	28,14	0,956	21,500	32,200
	Akşam	14	29,61	0,864	22,500	32,500
Basma hattı çıkışının sıcaklığı (°C)	Sabah	14	19,26	1,100	13,000	25,200
	Öğle	14	23,83	1,160	16,000	29,000
	Akşam	14	24,84	1,090	18,000	29,900
Salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	14	18,51	1,120	12,000	24,300
	Öğle	14	31,91	1,120	24,000	37,100
	Akşam	14	33,23	0,982	24,800	36,800
Salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	14	18,71	1,110	12,300	24,400
	Öğle	14	29,01	0,933	22,700	33,100
	Akşam	14	30,55	0,810	24,000	33,900
Motorun mil tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	14	18,44	1,110	12,000	24,600
	Öğle	14	51,18	3,500	35,000	74,800
	Akşam	14	51,35	3,680	30,800	74,700
Motorun dış tarafının sıcaklığı (°C)	Sabah	14	18,29	1,140	11,800	24,500
	Öğle	14	25,84	1,430	17,000	33,400
	Akşam	14	26,69	1,410	17,300	34,000

Basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.53'te verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.52. 180 saatlik denemelere ait ve zaman faktörüne bağlı pompa sisteminde ölçülen parametrelere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Zaman	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Basınç (bar)	Sabah	14	1,06	0,014	1,000	1,100
	Öğle	14	1,02	0,011	1,000	1,100
	Akşam	14	1,03	0,013	1,000	1,100
Vakum (mmHg)	Sabah	14	32,12	6,140	3,400	69,000
	Öğle	14	30,35	5,680	3,700	71,000
	Akşam	14	32,94	6,880	2,900	92,000
Akım (A)	Sabah	14	9,92	0,468	8,200	12,000
	Öğle	14	9,31	0,381	7,900	11,300
	Akşam	14	9,25	0,367	7,900	11,300
Gerilim (V)	Sabah	14	214,50	1,040	210,000	222,000
	Öğle	14	216,36	0,970	213,000	223,000
	Akşam	14	218,43	0,754	215,000	224,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	Sabah	14	2679,00	23,400	2557,000	2785,000
	Öğle	14	2607,30	36,100	2404,000	2744,000
	Akşam	14	2582,70	43,100	2201,000	2748,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	Sabah	14	346,30	57,300	43,000	734,200
	Öğle	14	353,90	57,700	48,300	743,000
	Akşam	14	359,30	57,800	54,800	748,900

Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.54'te verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.53. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve pompa faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Pompa	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	Alüminyum çarklı	56	3,18	0,149	0,565	4,214
	Dökme demir çarklı	64	3,29	0,158	0,276	4,701
Basınç (bar)	Alüminyum çarklı	63	1,14	0,102	0,300	2,400
	Dökme demir çarklı	72	1,38	0,090	0,200	2,700
Vakum (mmHg)	Alüminyum çarklı	63	23,14	5,960	0,000	265,000
	Dökme demir çarklı	72	35,63	4,470	0,000	120,000
Akım (A)	Alüminyum çarklı	63	7,40	0,164	4,700	8,520
	Dökme demir çarklı	72	9,33	0,272	5,180	12,100
Gerilim (V)	Alüminyum çarklı	63	222,56	0,461	215,000	231,000
	Dökme demir çarklı	72	217,14	0,566	210,000	228,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	Alüminyum çarklı	63	2769,80	12,700	2289,000	2924,000
	Dökme demir çarklı	72	2678,20	19,600	2396,000	2919,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	Alüminyum çarklı	63	318,20	20,500	81,500	569,000
	Dökme demir çarklı	72	462,90	24,900	105,100	785,900

Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.55'te verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.54. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve hafta faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Hafta	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1	32	3,23	0,218	0,276	4,571
	2	32	3,28	0,199	0,424	4,701
	3	32	3,17	0,225	0,423	4,518
	4	24	3,29	0,239	0,571	4,603
Basınç (bar)	1	36	1,27	0,139	0,200	2,700
	2	36	1,27	0,133	0,300	2,500
	3	36	1,26	0,132	0,300	2,500
	4	27	1,27	0,151	0,300	2,400
Vakum (mmHg)	1	36	19,44	4,650	0,000	95,000
	2	36	21,53	4,990	0,000	90,000
	3	36	36,58	8,070	0,000	230,000
	4	27	45,60	11,400	0,000	265,000
Akım (A)	1	36	8,31	0,363	4,760	11,700
	2	36	8,42	0,340	5,020	12,000
	3	36	8,37	0,349	5,090	12,100
	4	27	8,67	0,450	4,700	12,100
Gerilim (V)	1	36	219,64	0,666	214,000	228,000
	2	36	221,47	0,687	212,000	228,000
	3	36	221,19	0,994	210,000	231,000
	4	27	215,26	0,687	210,000	221,000
Devir sayısı (dd^{-1})	1	36	2714,20	25,200	2289,000	2924,000
	2	36	2729,60	22,800	2410,000	2917,000
	3	36	2718,30	25,100	2396,000	2923,000
	4	27	2721,80	30,000	2427,000	2919,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	1	36	268,40	30,200	81,500	497,600
	2	36	375,60	28,800	153,700	590,600
	3	36	470,10	29,300	247,900	696,800
	4	27	491,30	41,300	303,300	785,900

Debi, basınç, vakum, akım, gerilim, devir sayısı ve bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine ilişkin tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.56'da verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

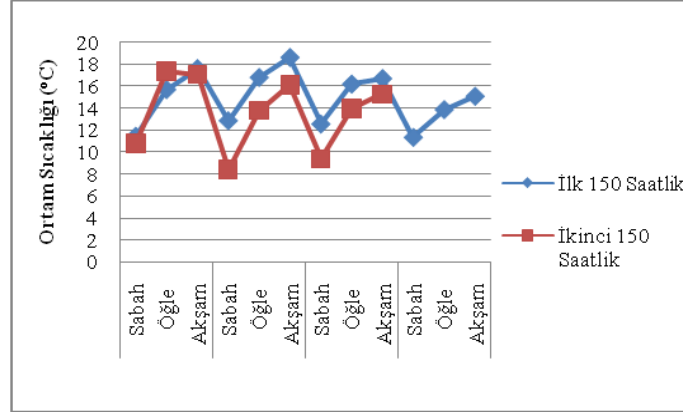
Çizelge 4.55. Denemelerde 180 saat kullanılan pompalara ait ve kademe faktörüne bağlı haftalık ölçülen değişkenlere ilişkin tanıtıcı istatistiklerin sonuçları

Değişkenler	Kademe	Tekrar sayısı	Ortalama	Ort. std.hatası	Minimum	Maksimum
Debi (l/s)	1	0	*	*	*	*
	2	15	0,87	0,093	0,276	1,453
	3	15	1,97	0,180	0,659	2,799
	4	15	3,12	0,061	2,665	3,447
	5	15	3,57	0,035	3,375	3,813
	6	15	3,86	0,050	3,421	4,189
	7	15	4,03	0,041	3,855	4,226
	8	15	4,17	0,053	3,832	4,534
	9	15	4,33	0,064	3,982	4,701
Basınç (bar)	1	15	2,39	0,032	2,200	2,700
	2	15	2,24	0,027	2,100	2,400
	3	15	2,02	0,055	1,600	2,300
	4	15	1,61	0,091	1,000	2,000
	5	15	1,03	0,091	0,600	1,700
	6	15	0,71	0,068	0,200	1,100
	7	15	0,59	0,054	0,400	1,100
	8	15	0,43	0,027	0,300	0,600
	9	15	0,39	0,024	0,300	0,500
Vakum (mmHg)	1	15	0,60	0,375	0,000	5,000
	2	15	0,87	0,376	0,000	5,000
	3	15	3,67	1,930	0,000	25,000
	4	15	13,93	8,530	0,000	130,000
	5	15	29,90	15,000	0,000	230,000
	6	15	41,53	7,840	1,000	95,000
	7	15	47,00	8,220	3,000	105,000
	8	15	71,60	16,100	3,000	265,000
	9	15	59,07	8,940	10,000	120,000
Akım (A)	1	15	5,37	0,104	4,700	5,940
	2	15	5,88	0,130	5,100	6,700
	3	15	7,05	0,241	5,880	9,220
	4	15	8,53	0,285	7,250	10,700
	5	15	9,43	0,345	8,070	11,700
	6	15	9,91	0,407	8,330	12,100
	7	15	9,97	0,413	8,320	12,000
	8	15	9,86	0,402	8,010	11,800
	9	15	9,87	0,390	8,270	11,800
Gerilim (V)	1	15	224,20	1,040	219,000	231,000
	2	15	223,27	1,000	218,000	230,000
	3	15	221,53	1,100	213,000	228,000
	4	15	219,33	1,060	213,000	227,000
	5	15	218,53	1,210	210,000	226,000
	6	15	217,60	1,330	210,000	225,000
	7	15	217,13	1,290	210,000	225,000
	8	15	217,13	1,200	210,000	224,000
	9	15	217,67	1,290	210,000	225,000
Devir sayısı (dd ⁻¹)	1	15	2907,40	3,040	2883,000	2924,000
	2	15	2841,70	39,700	2289,000	2915,000
	3	15	2826,30	8,800	2754,000	2868,000
	4	15	2751,50	12,900	2654,000	2804,000
	5	15	2688,70	19,300	2532,000	2765,000
	6	15	2659,30	32,100	2459,000	2919,000
	7	15	2617,70	28,200	2427,000	2736,000
	8	15	2604,00	31,200	2411,000	2740,000
	9	15	2591,80	32,500	2396,000	2733,000
Bir saatte tüketilen güç miktarı (kWh)	1	15	394,90	54,100	81,500	784,900
	2	15	394,90	54,100	81,600	785,000
	3	15	395,00	54,100	81,900	785,100
	4	15	395,20	54,000	82,200	785,200
	5	15	395,40	54,000	83,400	785,300
	6	15	395,50	54,000	82,600	785,400
	7	15	395,60	54,000	82,800	785,600
	8	15	395,80	54,000	82,900	785,800
	9	15	396,00	54,000	83,100	785,900

4.5. Denemede Ölçülen Parametrelere Ait Grafikler

4.5.1. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait grafikler

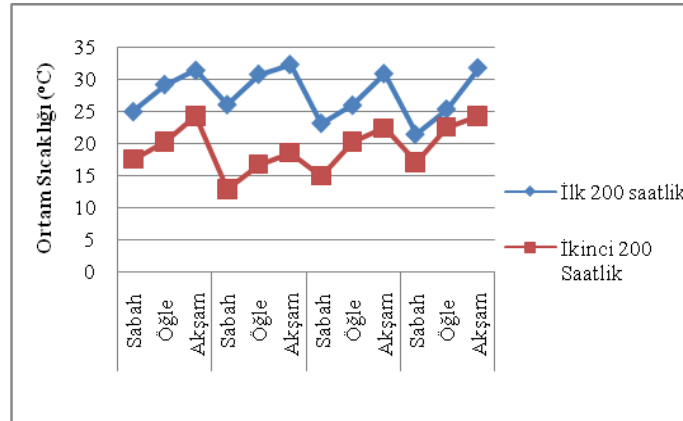
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait ortam sıcaklığı grafiği Şekil 4.47’de gösterilmiştir.



Şekil 4.47. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerleri sabah düşük başlayıp akşama doğru yükselme eğilimi göstermiştir.

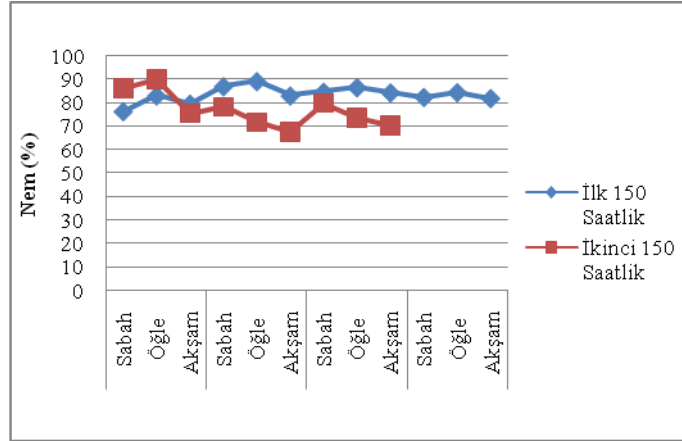
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait ortam sıcaklığı grafiği Şekil 4.48’de gösterilmiştir.



Şekil 4.48. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerleri sabah düşük başlayıp akşama doğru yükselme eğilimi göstermiştir.

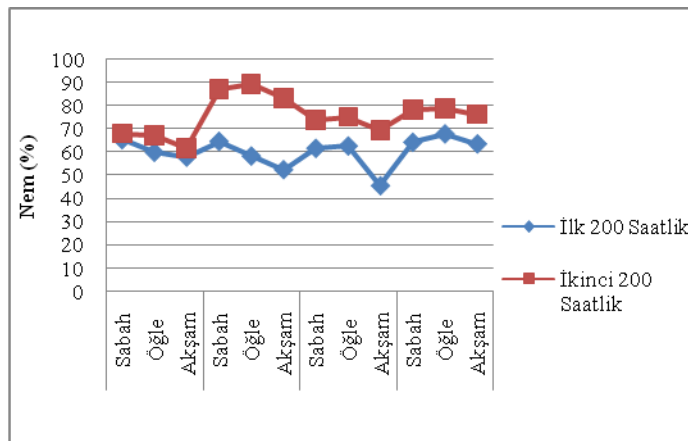
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait nem değişim grafiği Şekil 4.49'da gösterilmiştir.



Şekil 4.49. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük nem değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen nem değerlerinin çoğunlukla akşama doğru düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir.

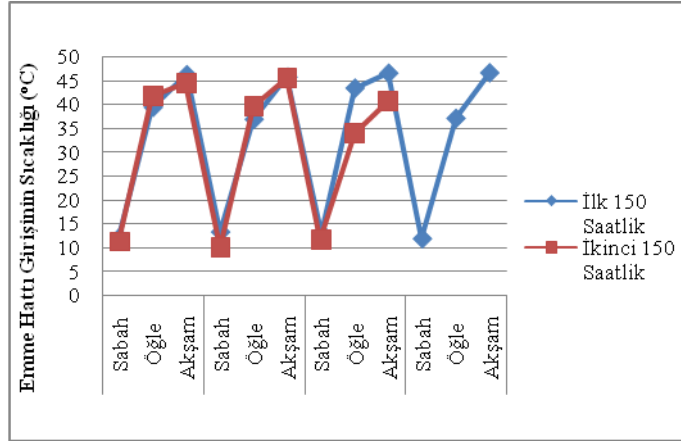
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait nem değişim grafiği Şekil 4.50'de gösterilmiştir.



Şekil 4.50. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük nem değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen nem değerlerinin akşama doğru düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir.

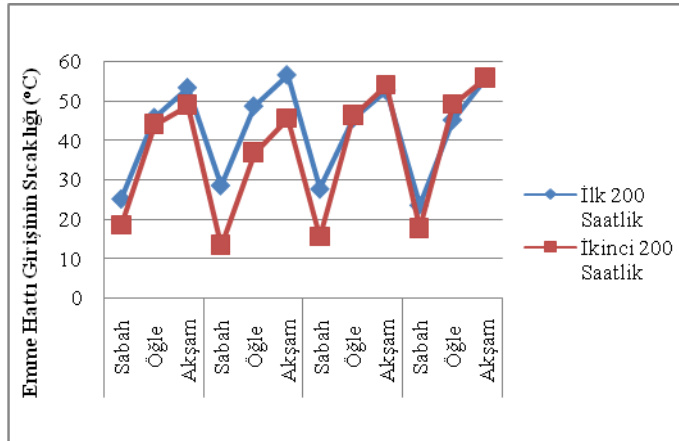
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait emme hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.51’de gösterilmiştir.



Şekil 4.51. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük emme hattına ait sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

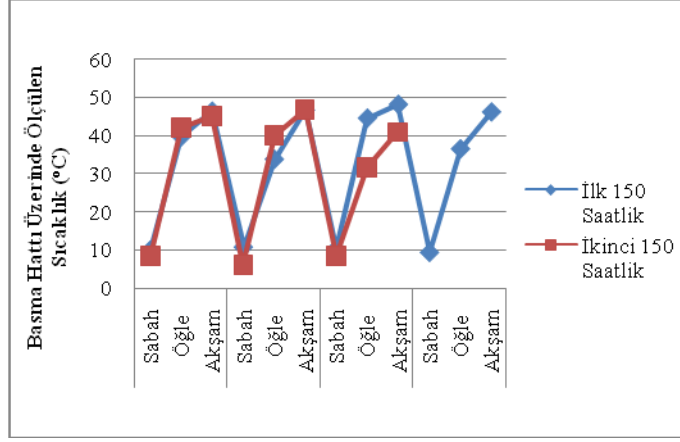
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait emme hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.52’de gösterilmiştir.



Şekil 4.52. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük emme hattına ait sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

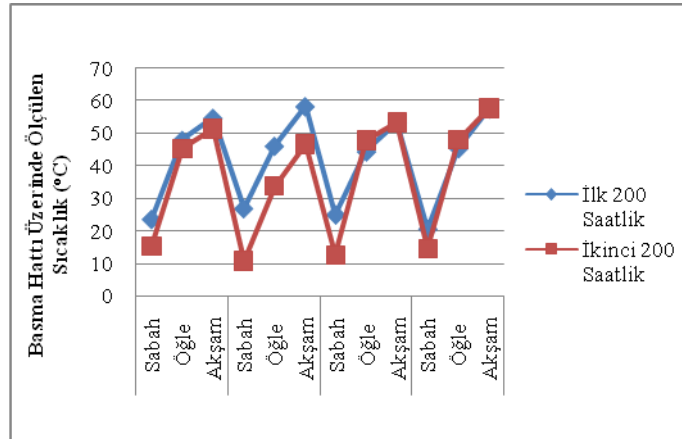
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.53'te gösterilmiştir.



Şekil 4.53. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

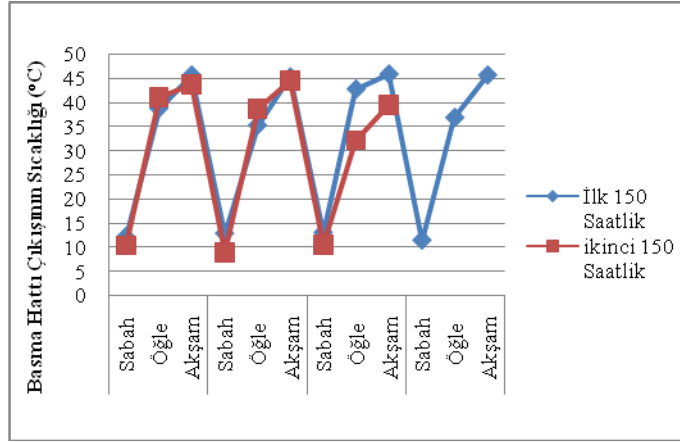
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.54'te gösterilmiştir.



Şekil 4.54. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

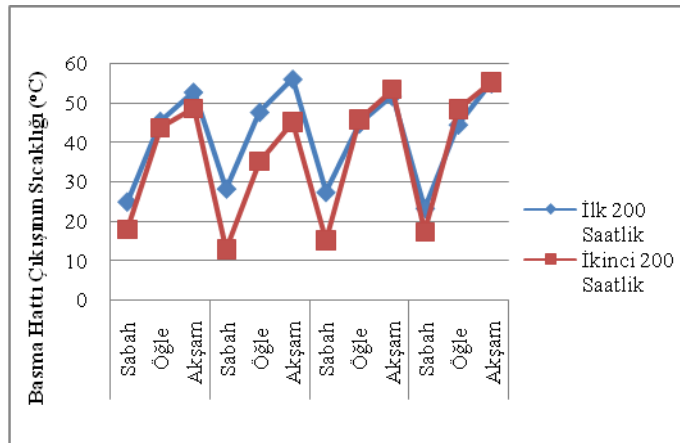
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.55'te gösterilmiştir.



Şekil 4.55. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basma hattı çıkışına ait sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

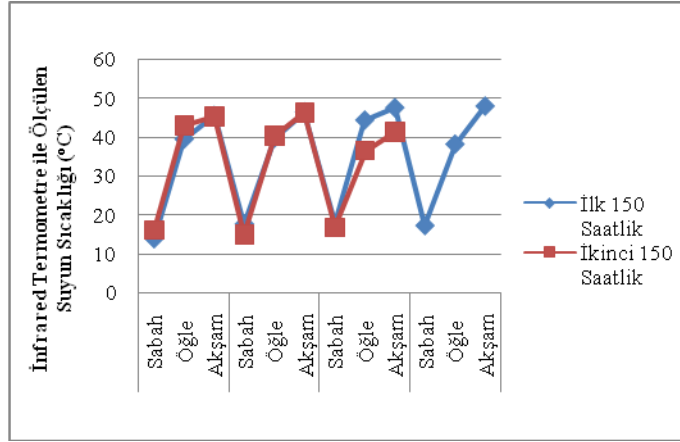
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.56'da gösterilmiştir.



Şekil 4.56. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basma hattı çıkışına ait sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

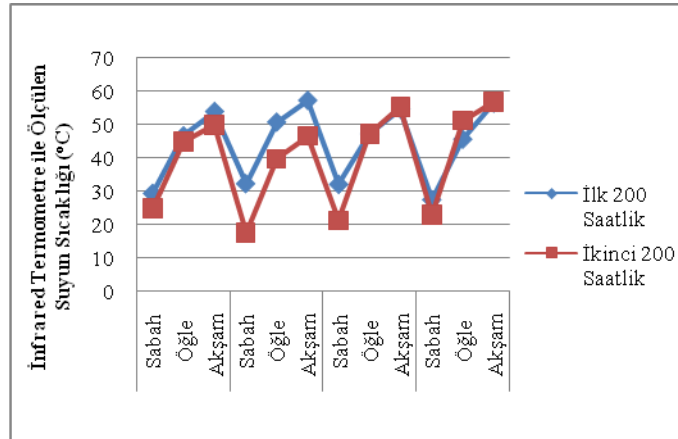
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.57’de gösterilmiştir.



Şekil 4.57. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

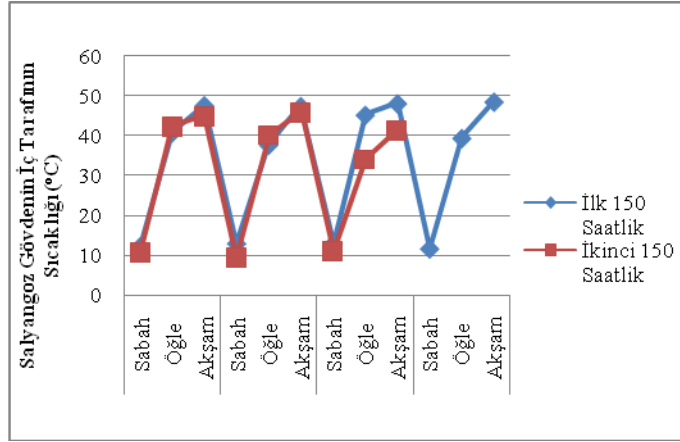
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.58’de gösterilmiştir.



Şekil 4.58. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

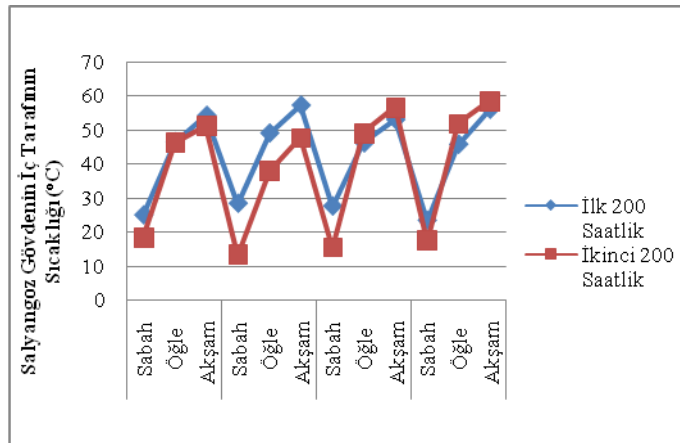
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.59'da gösterilmiştir.



Şekil 4.59. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

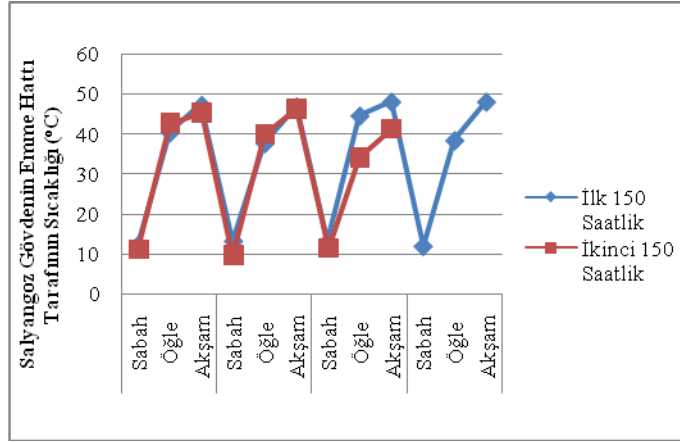
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.60'ta gösterilmiştir.



Şekil 4.60. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

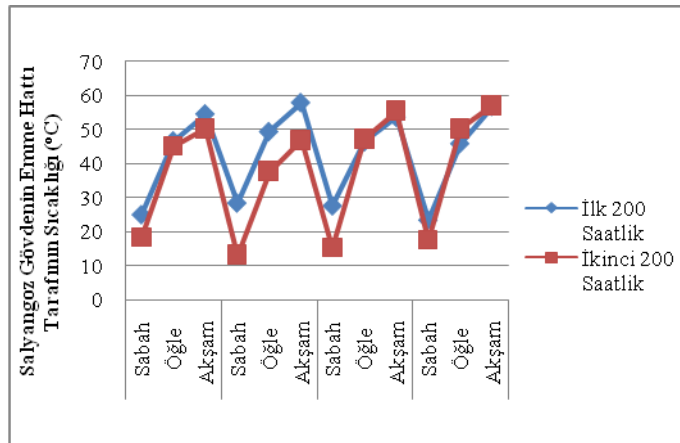
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.61’de gösterilmiştir.



Şekil 4.61. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

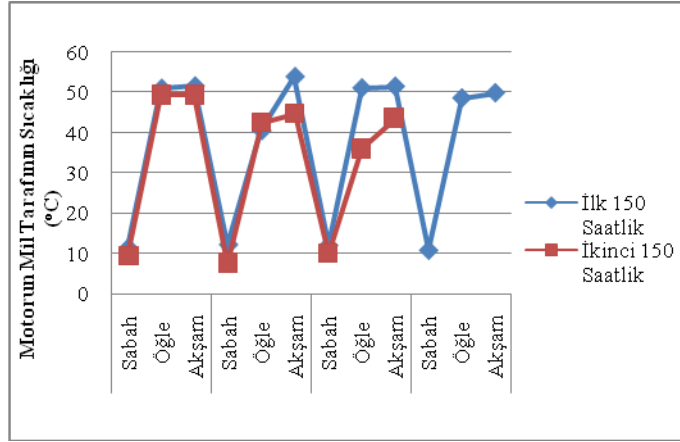
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.62’de gösterilmiştir.



Şekil 4.62. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

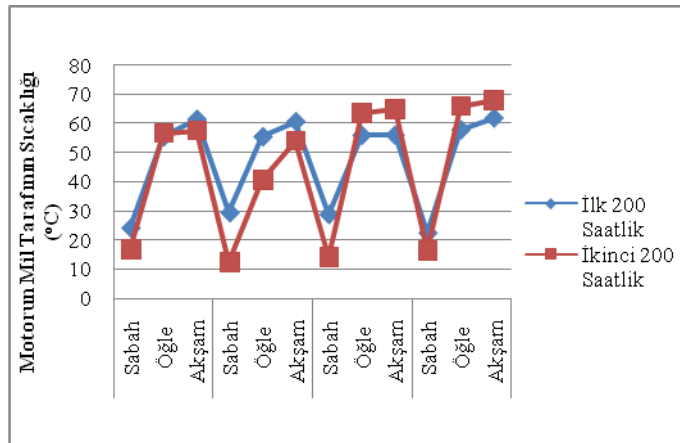
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait motorun mil tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.63'te gösterilmiştir.



Şekil 4.63. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

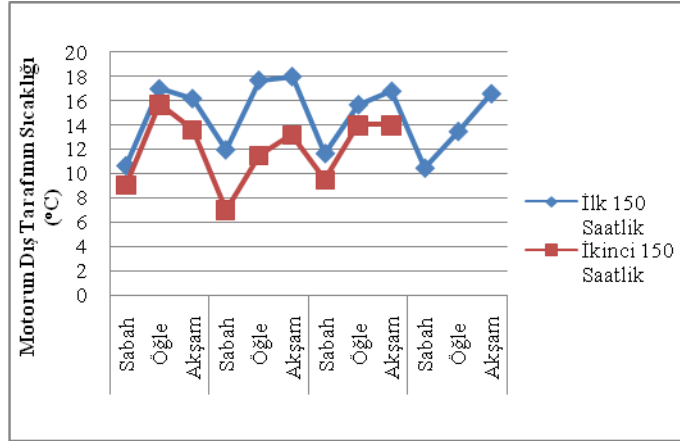
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait motorun mil tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.64'te gösterilmiştir.



Şekil 4.64. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

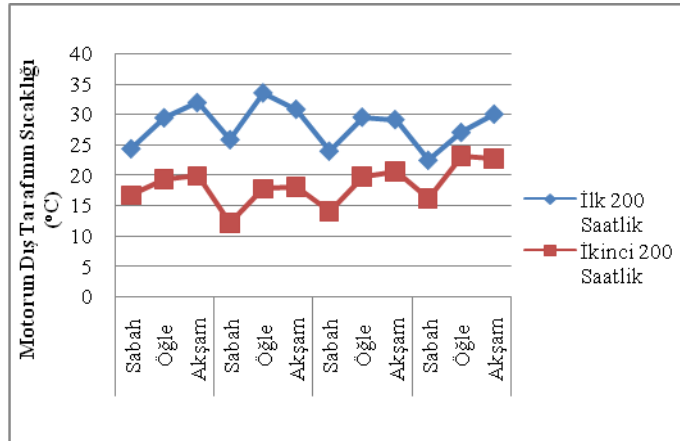
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait motorun dış tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.65'te gösterilmiştir.



Şekil 4.65. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin çoğunlukla öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

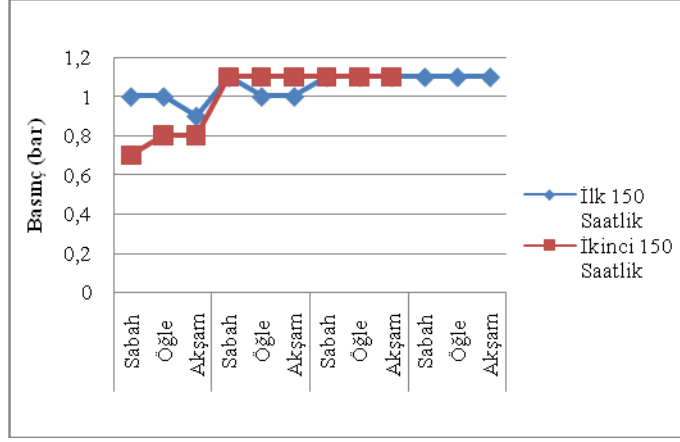
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait motorun dış tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.66'da gösterilmiştir.



Şekil 4.66. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerlerinin çoğunlukla öğleye doğru yükseldiği ve akşam en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

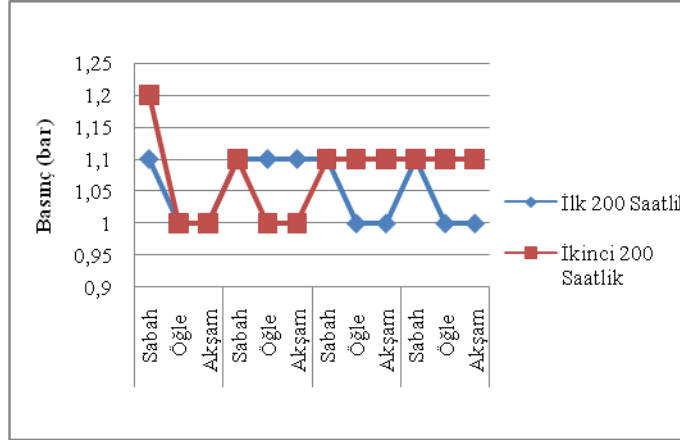
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait basınç değişim grafiği Şekil 4.67’de gösterilmiştir.



Şekil 4.67. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme dört hafta boyunca, ikinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen basınç değerleri 0,7 ile 1,1 bar arasında değişmektedir.

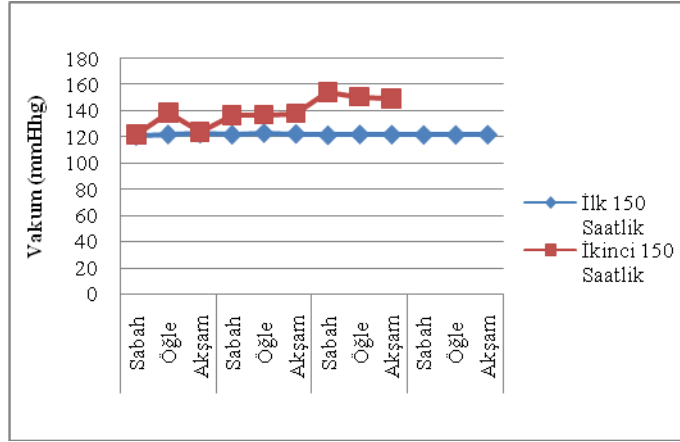
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait basınç değişim grafiği Şekil 4.68’de gösterilmiştir.



Şekil 4.68. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen basınç değerleri 1 ile 1,2 bar arasında değişmektedir.

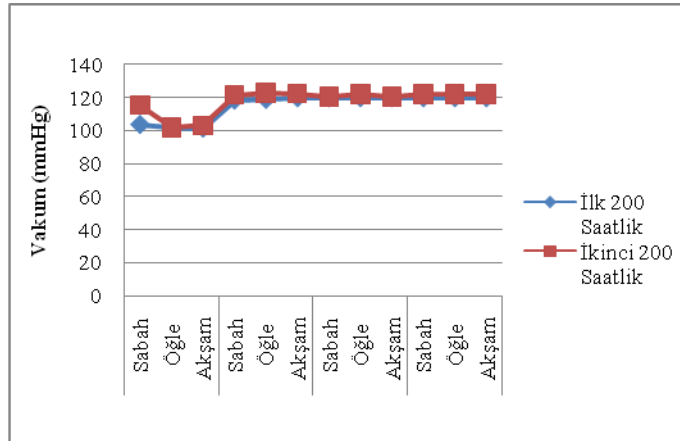
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait vakum değişim grafiği Şekil 4.69'da gösterilmiştir.



Şekil 4.69. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca ölçülen vakum değerleri hemen hemen sabit bir şekilde devam etmiştir. İkinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen vakum değerleri ise 121 ile 154 mm-hg arasında değişmiştir.

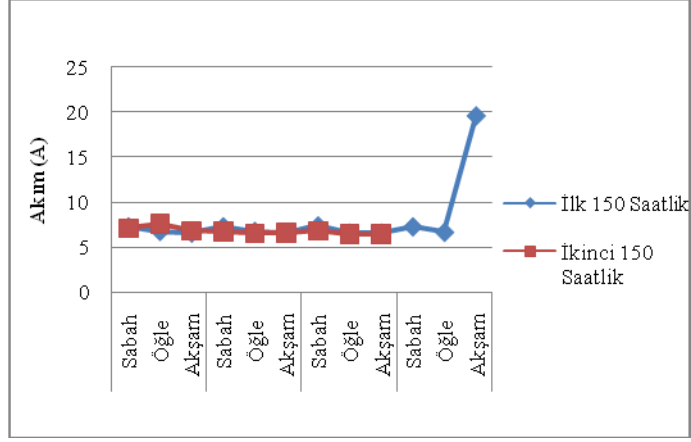
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait vakum değişim grafiği Şekil 4.70'te gösterilmiştir.



Şekil 4.70. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen vakum değerleri ilk haftadan sonra her iki çark için yükselmiş ve aynı seviyede devam etmiştir.

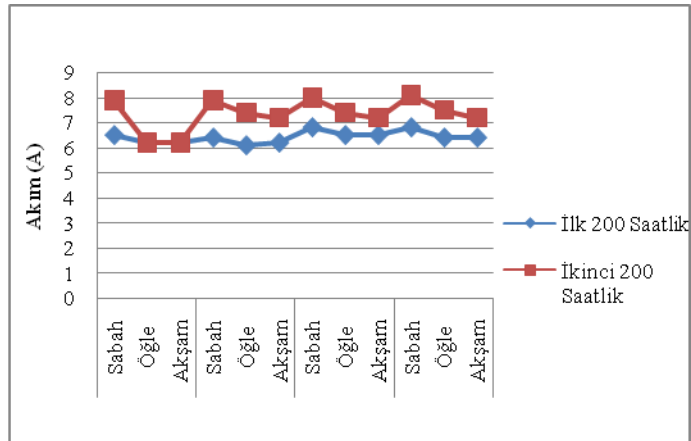
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait akım değişim grafiği Şekil 4.71’de gösterilmiştir.



Şekil 4.71. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca ölçülen akım değerleri dördüncü haftanın son ölçümü haricinde birbirine oldukça yakındır. Bu ani yükselmenin elektrik sisteminden kaynaklanan bir arıza ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. İkinci 150 saatlik denemenin değerlerinin de birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

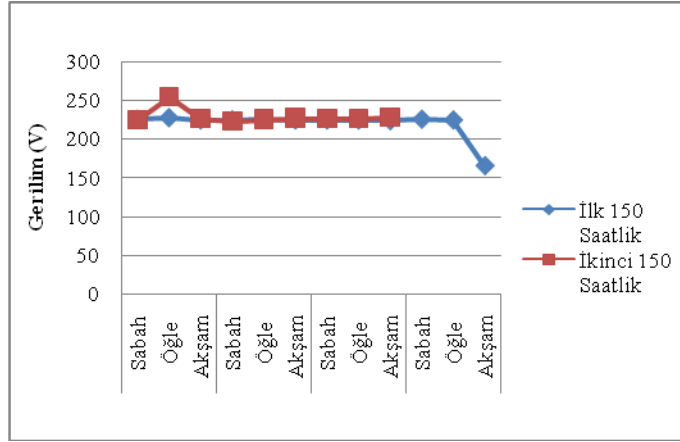
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait akım değişim grafiği Şekil 4.72’de gösterilmiştir.



Şekil 4.72. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen akım değerlerinin sabah saatlerinde daha yüksek akşama doğru ise gittikçe düşme eğiliminde olduğu görülmektedir.

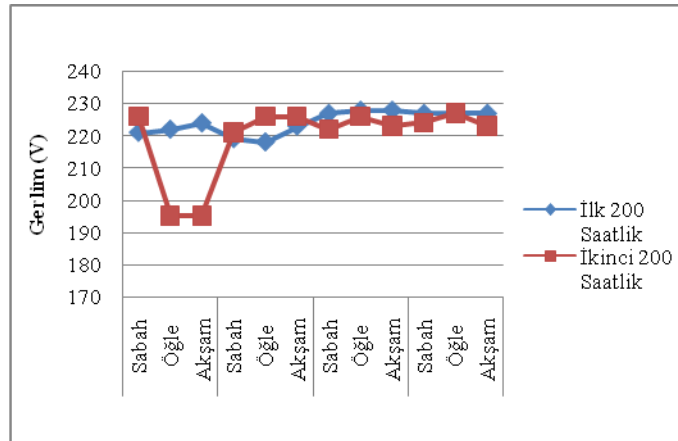
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait gerilim değişimi grafiği Şekil 4.73'te gösterilmiştir.



Şekil 4.73. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük gerilim değişimi grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca ölçülen gerilim değerleri son hafta meydana gelen düşüşün dışında birbirine çok yakındır. Bu meydana gelen düşüşün elektrik sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. İkinci 150 saatlik değerler ise birbirine oldukça yakındır.

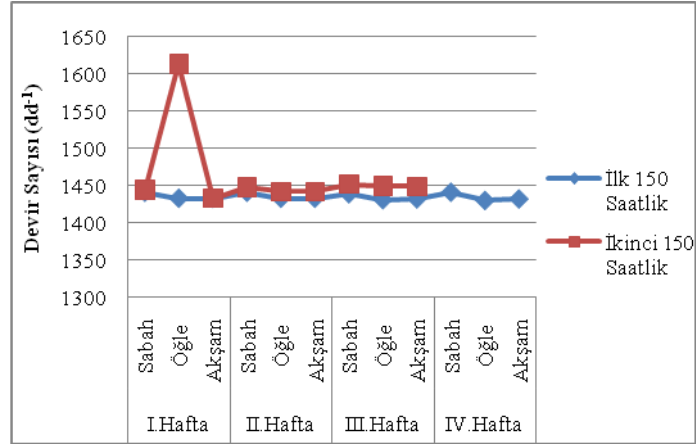
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait gerilim değişimi grafiği Şekil 4.74'te gösterilmiştir.



Şekil 4.74. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük gerilim değişimi grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen gerilim değerleri ikinci 200 saatlik denemenin ilk haftasındaki düşüşün dışında birbirine oldukça yakındır. Bu meydana gelen düşüşün elektrik sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

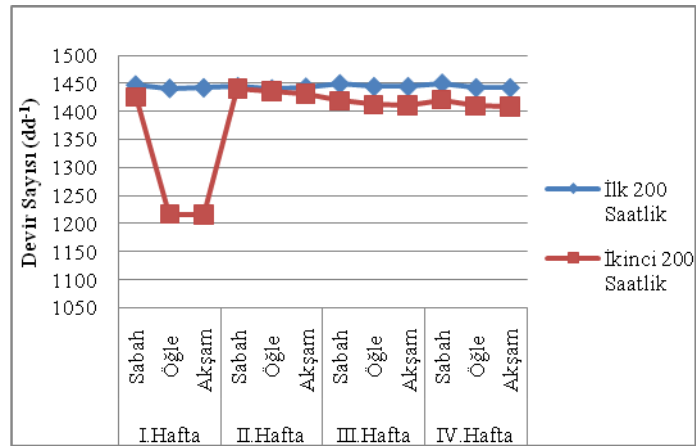
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.75'te gösterilmiştir.



Şekil 4.75. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca ölçülen değerler birbirine oldukça yakındır. İkinci 150 saatlik deneme için üç hafta boyunca ölçülen değerlerde ilk hafta meydana gelen yükselişin dışında birbirine oldukça yakındır.

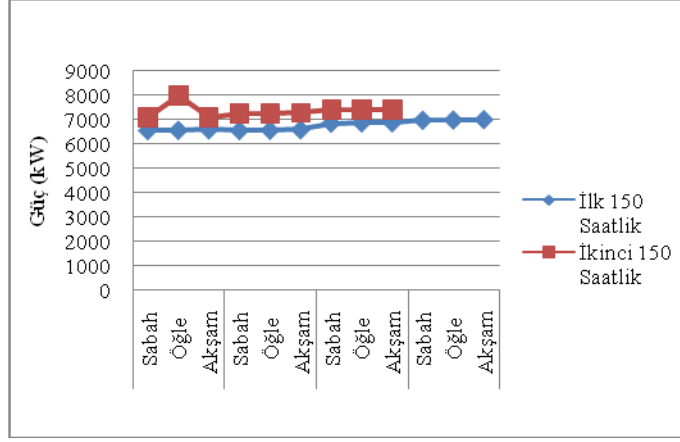
İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.76'da gösterilmiştir.



Şekil 4.76. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen devir sayısı değerleri ikinci 200 saatlik denemenin ilk haftasında meydana gelen düşüşün dışında tüm değerler birbirine oldukça yakındır. Meydana gelen bu düşüşün çark ile gövde arasına giren partiküllerin meydana getirdiği düşünülmektedir.

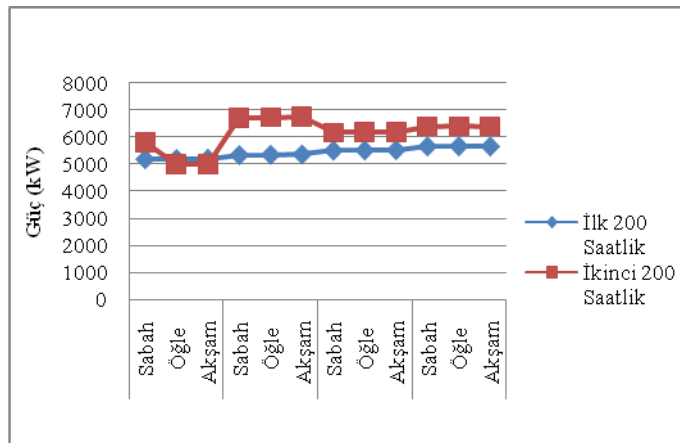
İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.77’de gösterilmiştir.



Şekil 4.77. İlk ve ikinci 150 saatlik denemelere ait günlük şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk 150 saatlik deneme için dört hafta boyunca ölçülen şebekeden çekilen toplam güç miktarları birbirine oldukça yakındır. İkinci 150 saatlik deneme üç hafta boyunca ölçülen şebekeden çekilen toplam güç miktarları birinci hafta meydana gelen tüketim artışı dışında birbirine oldukça yakındır.

İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.78’de gösterilmiştir.

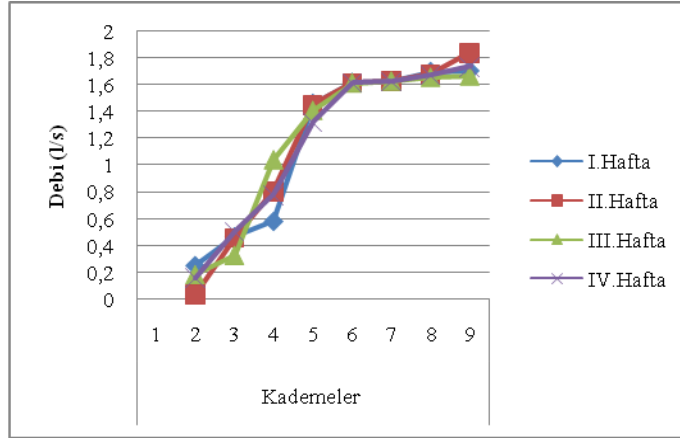


Şekil 4.78. İlk ve ikinci 200 saatlik denemelere ait günlük şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca ölçülen şebekeden çekilen toplam güç miktarları ikinci 200 saatlik deneme için ikinci hafta meydana gelen tüketim dışında alınan tüm ölçümler birbirine yakındır.

Bu denemeye ait haftalık ölçülen debi değişimi grafikleri aşağıda verilmiştir.

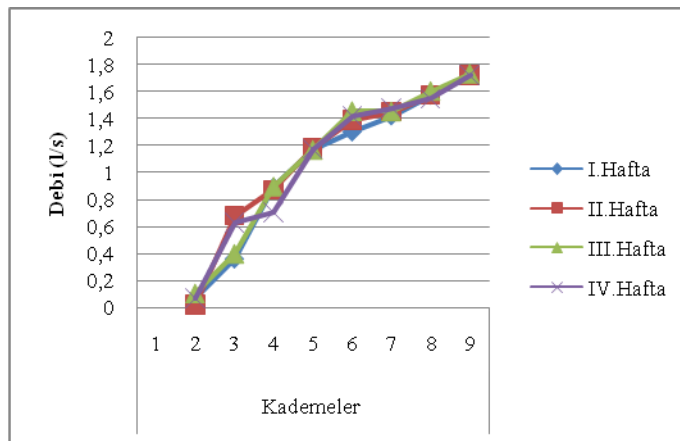
İlk 150 saatlik denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.79'da gösterilmiştir.



Şekil 4.79. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde, anormal bir iniş ya da çıkışın olmadığı görülmektedir.

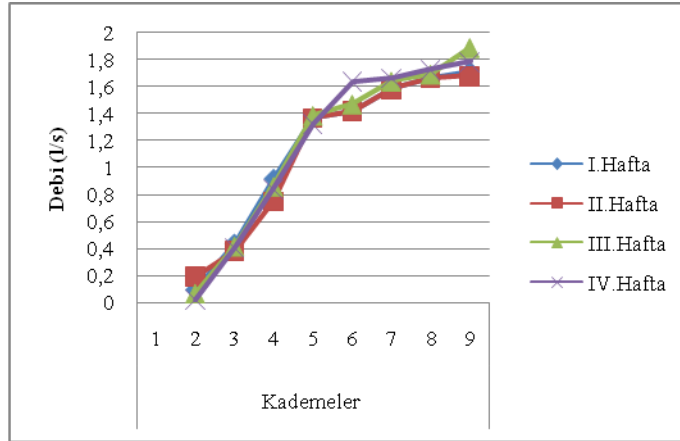
İkinci 150 saatlik denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.80'de gösterilmiştir.



Şekil 4.80. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde, ilk 150 saatlik denemede olduğu gibi herhangi bir iniş ya da çıkışın olmadığı görülmektedir.

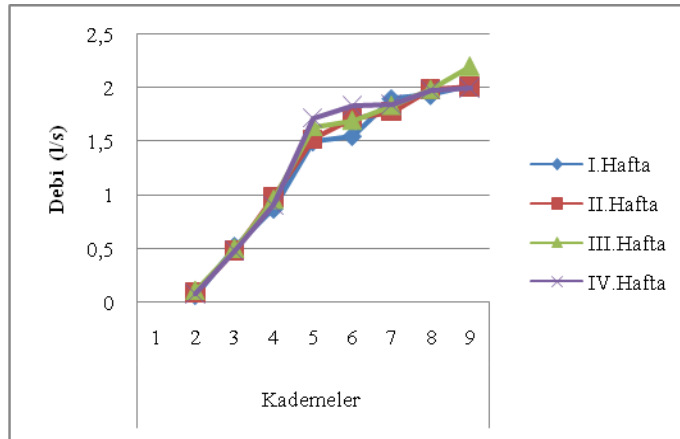
İlk 200 saatlik denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.81’de gösterilmiştir.



Şekil 4.81. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde, anormal bir iniş ya da çıkışın olmadığı görülmektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.82’de gösterilmiştir.

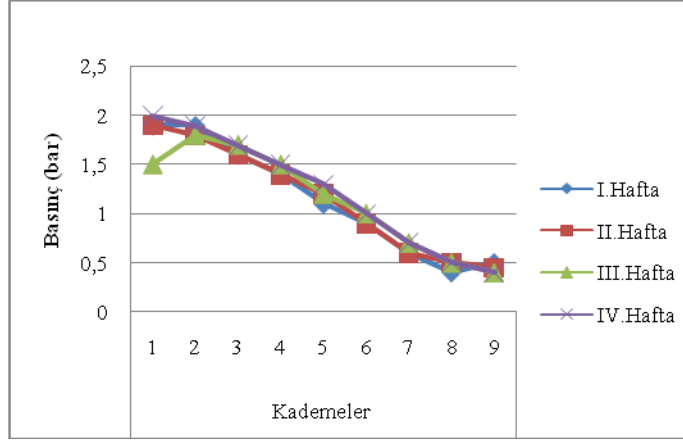


Şekil 4.82. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde, ilk 200 saatlik denemede olduğu gibi anormal bir iniş ya da çıkışın olmadığı görülmektedir.

Haftalık ölçülen basınç değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

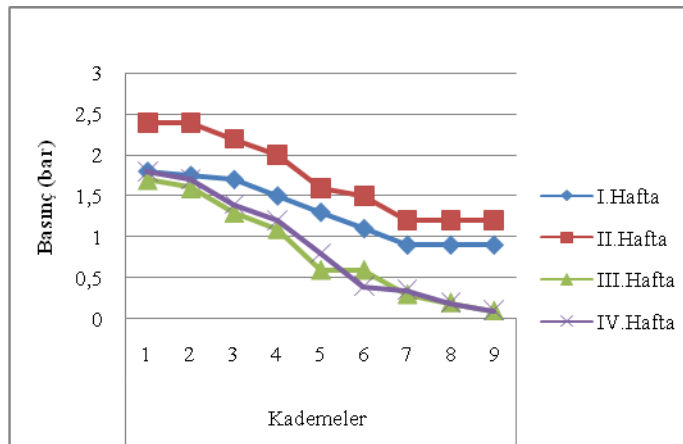
İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.83'te gösterilmiştir.



Şekil 4.83. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında, üçüncü haftanın birinci kademesinin diğer haftalara göre düşük bir değerden başlaması dışında diğer tüm değerler birbirine çok yakındır.

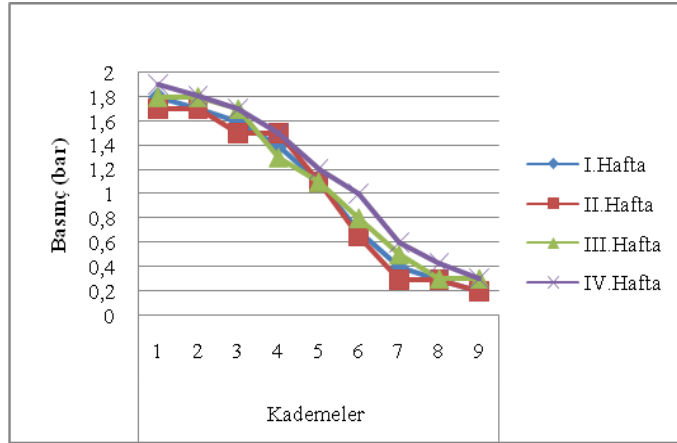
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.84'te gösterilmiştir.



Şekil 4.84. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında, haftalar tek tek bağımsız olarak incelendiğinde herhangi bir iniş ya da çıkışın olmadığı görülmektedir.

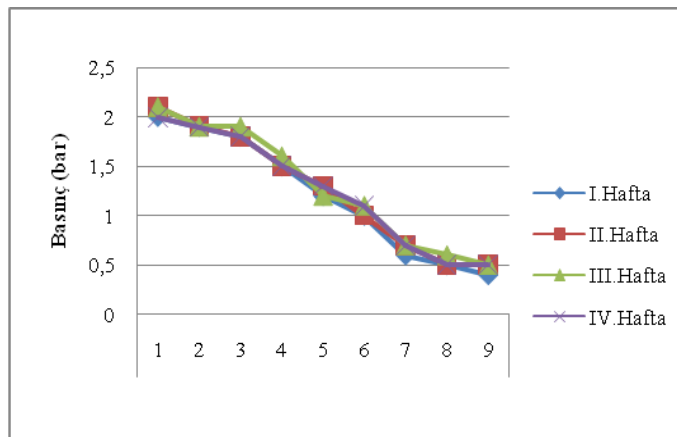
İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.85'te gösterilmiştir.



Şekil 4.85. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında alınan değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.86'da gösterilmiştir.

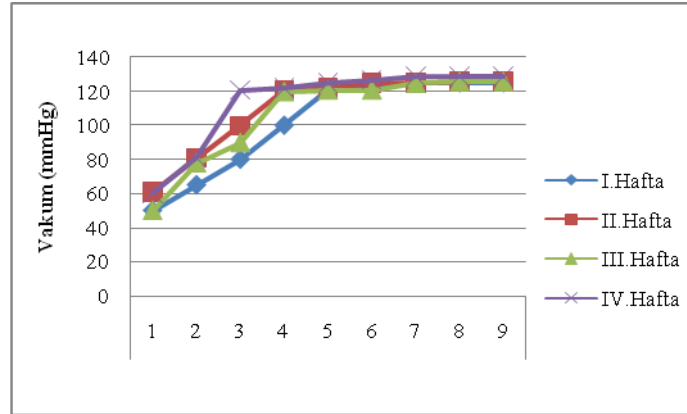


Şekil 4.86. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademedeki yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında alınan değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Haftalık ölçülen vakum değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

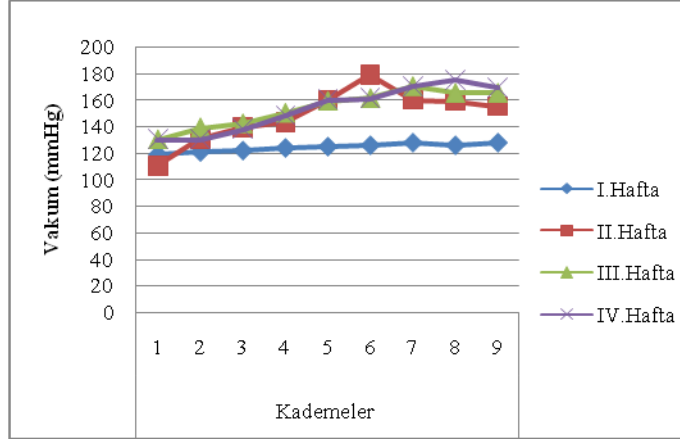
İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.87’de gösterilmiştir.



Şekil 4.87. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademedeki yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan vakum değerlerine bakıldığında, dördüncü haftanın üçüncü kademesinde kırılma meydana gelmiştir. Diğer alınan tüm değerler birbirine oldukça yakındır.

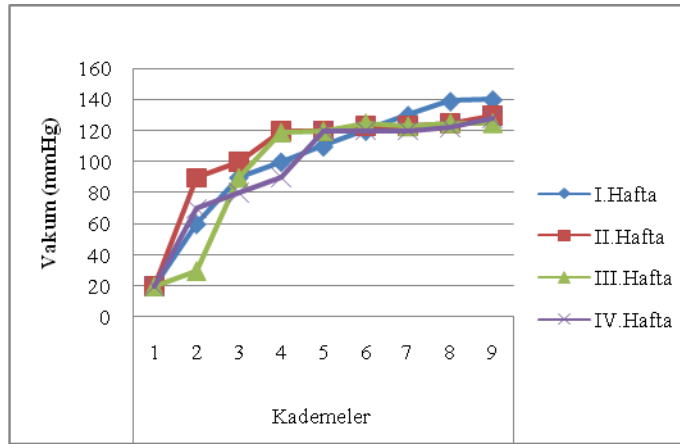
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.88’de gösterilmiştir.



Şekil 4.88. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan vakum değerlerine bakıldığında, bu denemenin basınç değişim grafiğine benzer şekilde olduğu görülmektedir. İlk hafta alınan değerlerin diğer üç hafta alınan değerlere oranla oldukça düşüktür.

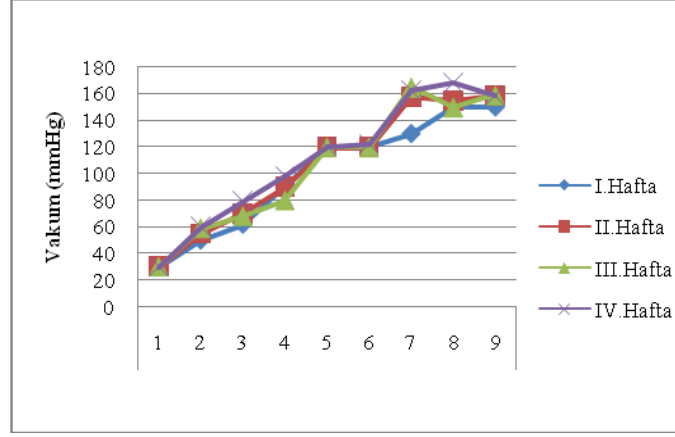
İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.89'da gösterilmiştir.



Şekil 4.89. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak yapılan vakum ölçümlerine bakıldığında, tüm alınan değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.90'da gösterilmiştir.

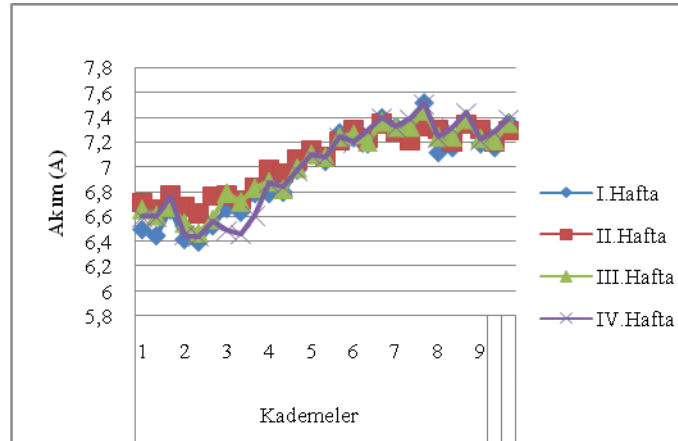


Şekil 4.90. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan vakum değerlerine bakıldığında, ilk hafta dışındaki üç haftanın yedinci ve sekizinci kademelerinde vakumda yükselme olmuş ve daha sonra dokuzuncu kademede tekrar düşüş meydana gelmiştir.

Haftalık ölçülen akım değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.91'de gösterilmiştir.

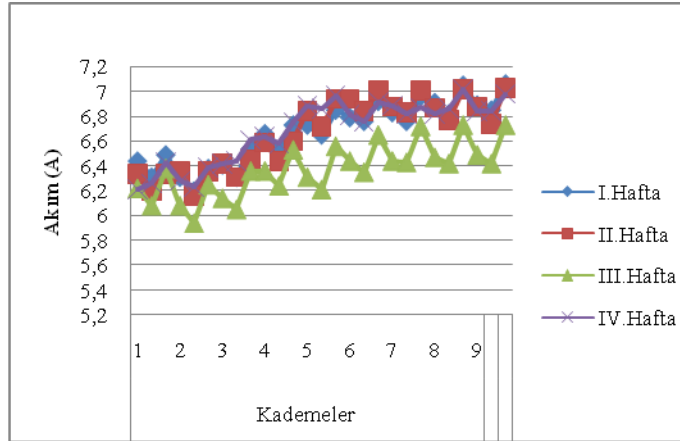


Şekil 4.91. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan akım değerlerine bakıldığında, diğer

denemelerde olduğu gibi kademeler arttıkça akım değerleri de doğru orantılı olacak şekilde artış göstermiştir.

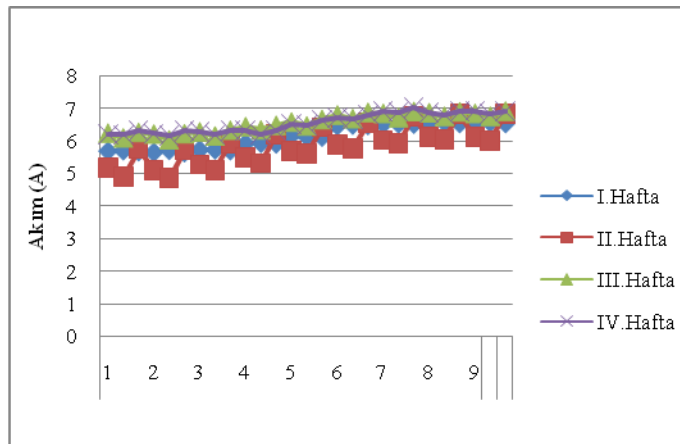
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.92'de gösterilmiştir.



Şekil 4.92. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan akım değerlerine bakıldığında, diğer denemelerde olduğu gibi kademeler arttıkça akım değerleri de doğru orantılı olacak şekilde artış göstermiştir.

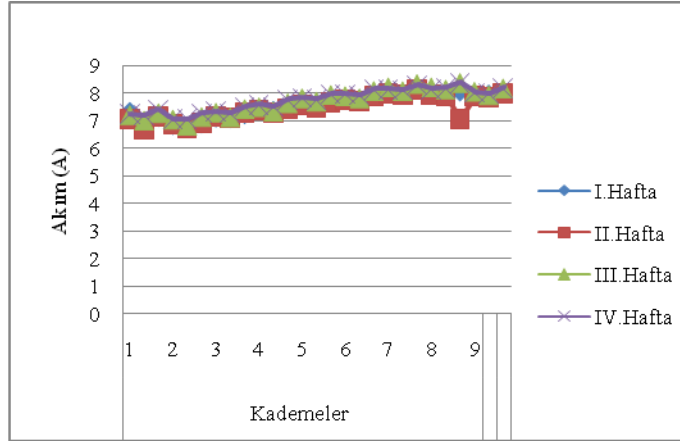
İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.93'te gösterilmiştir.



Şekil 4.93. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan akım değerlerine bakıldığında, kademeler arttıkça akım değerleri de doğru orantılı olacak şekilde artış göstermiştir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.94'te gösterilmiştir.

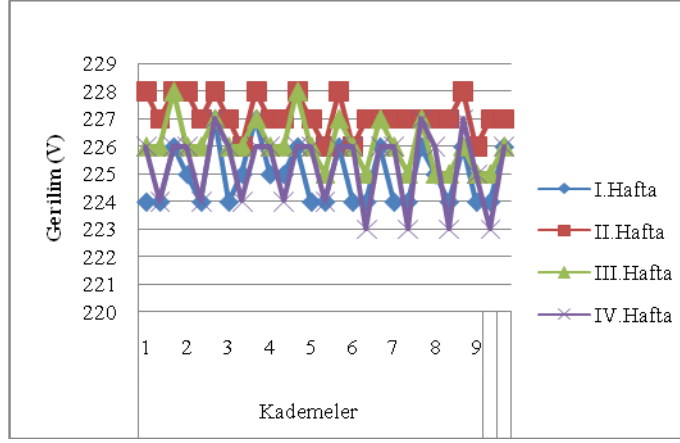


Şekil 4.94. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak alınan akım değerlerine bakıldığında, tıpkı ilk 200 saatlik denemede olduğu gibi kademeler arttıkça akım değerleri de doğru orantılı olacak şekilde artış göstermiştir.

Haftalık ölçülen gerilim değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

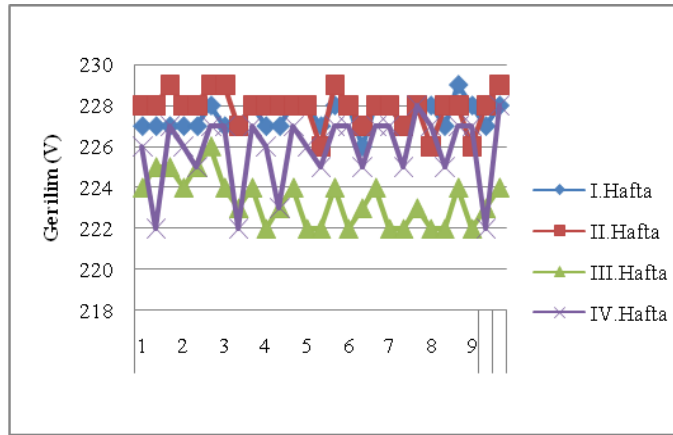
İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.95'te gösterilmiştir.



Şekil 4.95. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan gerilim değerlerinin zigzag oluşturduğu dördüncü haftanın altıncı kademesinden itibaren zigzagların daha da büyüdüğü görülmektedir.

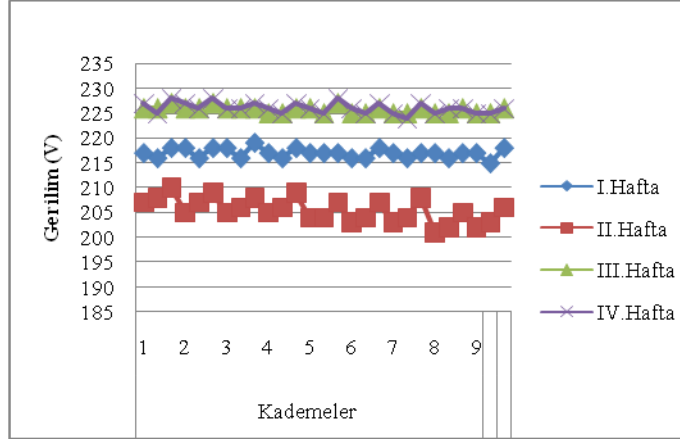
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.96'da gösterilmiştir.



Şekil 4.96. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan gerilim değerlerinin özellikle üçüncü ve dördüncü hafta oluşan zigzagların daha düzensiz olduğu görülmektedir.

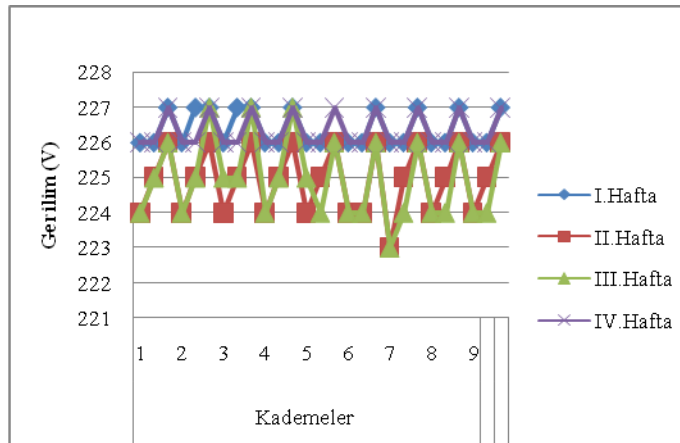
İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.97’de gösterilmiştir.



Şekil 4.97. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık llen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak Şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölümlerine bağlı olarak alınan gerilim değerlerine bakıldığında, çok küçük iniş çıkışların meydana geldiği ancak yine de doğrusal bir çizgiye yakın bir Şekilde devam ettiği görülmektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.98’de gösterilmiştir.

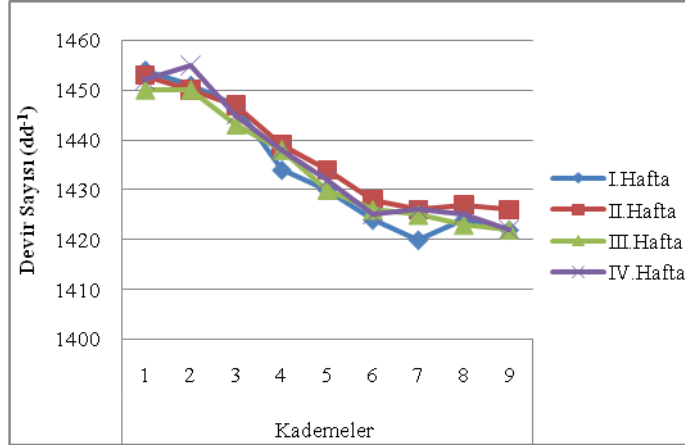


Şekil 4.98. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık llen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak Şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölümlerine bağlı olarak, alınan gerilim değerlerinin düzenli bir Şekilde zigzag oluşturduğu görülmektedir.

Haftalık ölçülen devir sayısı değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

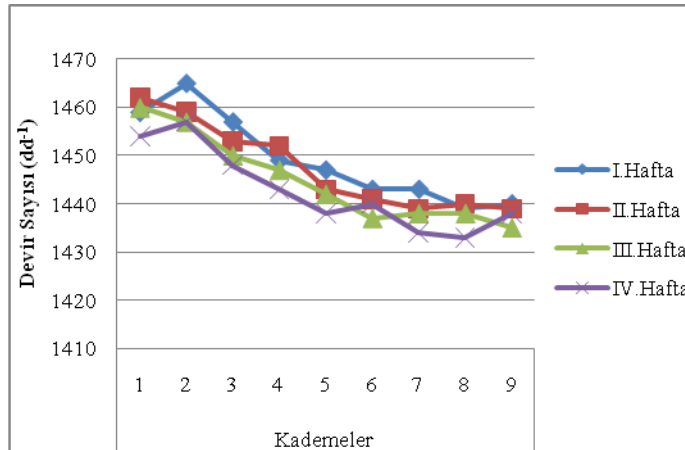
İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.99'da gösterilmiştir.



Şekil 4.99. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan devir sayısı değerleri diğer grafiklerde olduğu gibi kademeler yükseldikçe düşme eğilimi göstermektedir.

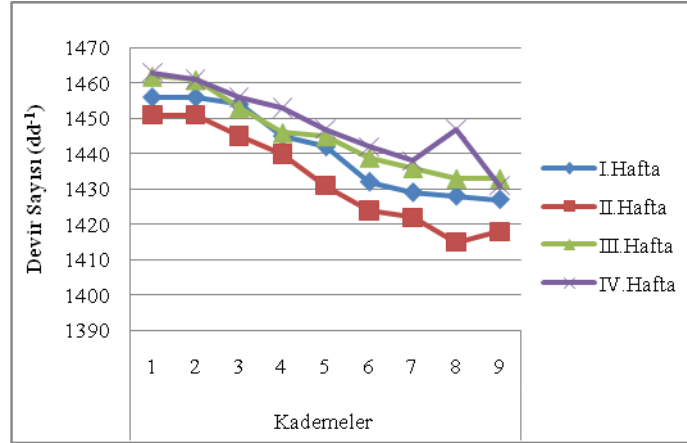
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.100'de gösterilmiştir.



Şekil 4.100. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan devir sayısı değerleri diğer tüm grafiklerde olduğu gibi kademeler yükseldikçe düşme eğilimi göstermektedir.

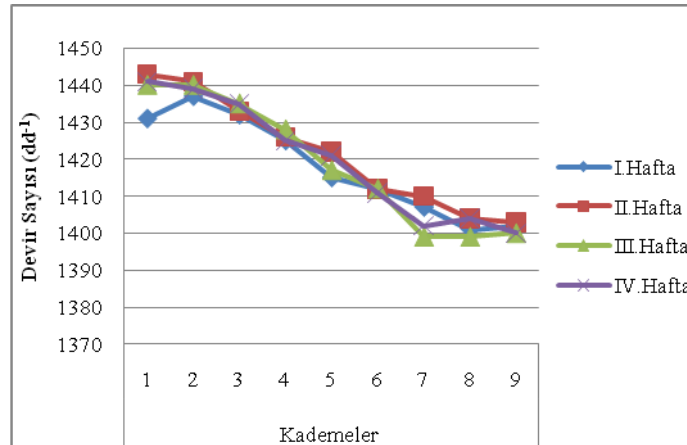
İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.101'de gösterilmiştir.



Şekil 4.101. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan devir sayısı değerleri kademeler yükseldikçe düşme eğilimi göstermektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.102'de gösterilmiştir.

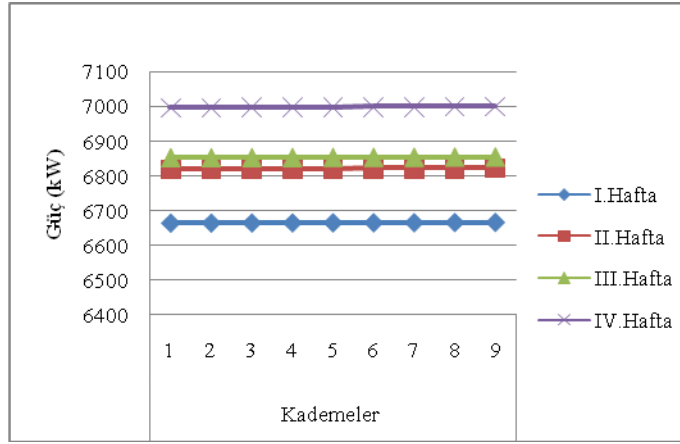


Şekil 4.102. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan devir sayısı değerleri bir önceki grafikte olduğu gibi kademeler yükseldikçe düşme eğilimi göstermektedir.

Haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam güç değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

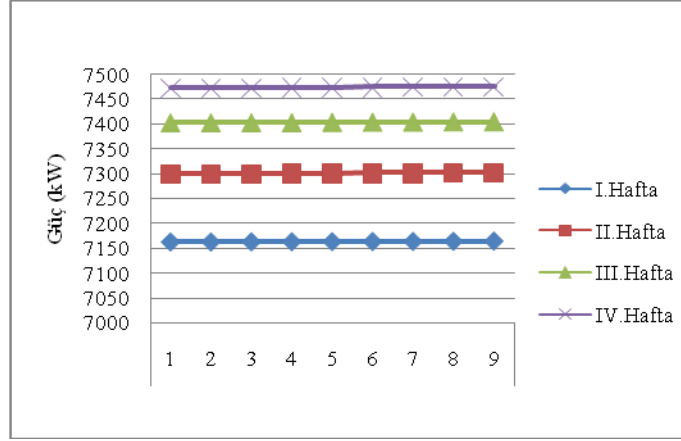
İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.103'te gösterilmiştir.



Şekil 4.103. İlk 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan şebekeden çekilen toplam güç değerlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi her haftanın birbirinden bağımsız olduğu görülmekte ve haftalar kendi içinde kademeler arttıkça çok küçük artışlar göstermektedir.

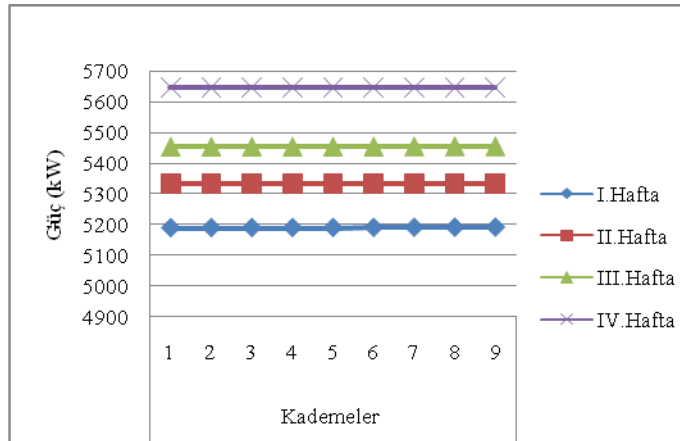
İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.104'te gösterilmiştir.



Şekil 4.104. İkinci 150 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan şebekeden çekilen toplam güç değerlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi her haftanın birbirinden bağımsız olduğu görülmekte ve haftalar kendi içinde kademeler arttıkça çok küçük artışlar göstermektedir.

İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.105'te gösterilmiştir.

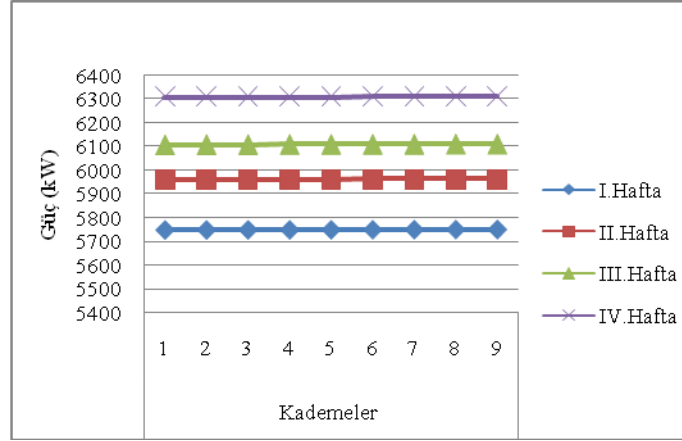


Şekil 4.105. İlk 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan şebekeden çekilen toplam güç

değerlerine bakıldığında her haftanın birbirinden bağımsız olduğu görülmekte ve haftalar kendi içinde kademeler arttıkça çok küçük artışlar göstermektedir.

İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği Şekil 4.106'da gösterilmiştir.

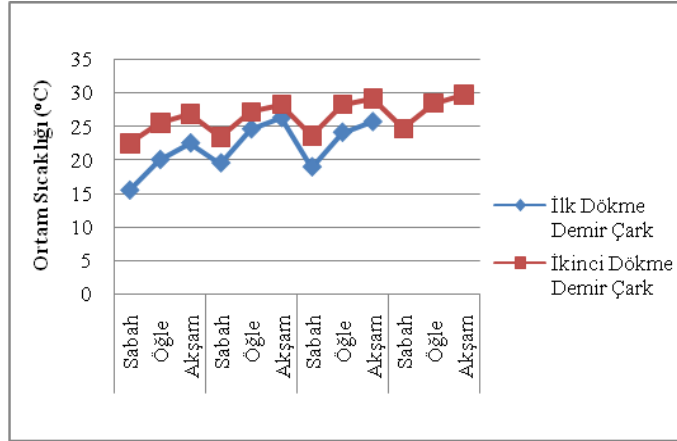


Şekil 4.106. İkinci 200 saatlik denemeye ait haftalık ölçülen şebekeden çekilen toplam gücün değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, alınan şebekeden çekilen toplam güç değerlerine bakıldığında bir önceki grafikte olduğu gibi her haftanın birbirinden bağımsız olduğu görülmekte ve haftalar kendi içinde kademeler arttıkça çok küçük artışlar göstermektedir.

4.5.2. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir ve alüminyum çarklara ait grafikler

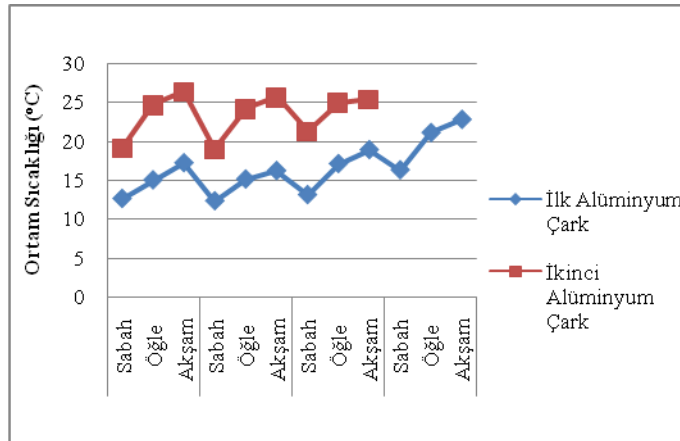
Dökme demir çarklara ait ortam sıcaklığı grafiği Şekil 4.107’de gösterilmiştir.



Şekil 4.107. Dökme demir çarklara ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir dört hafta boyunca ölçülen sıcaklık değerleri, sabah düşük başlayıp akşama doğru pompanın tüm gün çalışması ile birlikte yükselme eğilimi göstermiştir.

Alüminyum çarklara ait ortam sıcaklığı grafiği Şekil 4.108’de gösterilmiştir.

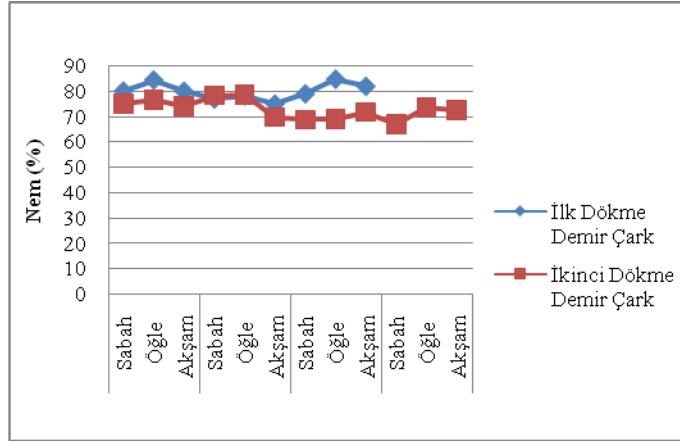


Şekil 4.108. Alüminyum çarklara ait günlük ortam sıcaklığı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen sıcaklık

değerleri, sabah düşük başlayıp akşama doğru pompanın tüm gün çalışması ile birlikte yükselme eğilimi göstermiştir.

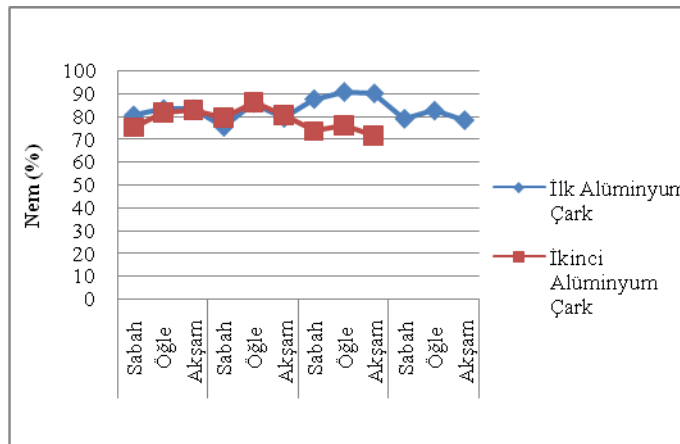
Dökme demir çarklara ait nem değişimi grafiği Şekil 4.109’da gösterilmiştir.



Şekil 4.109. Dökme demir çarklara ait günlük nem değişimi grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen nem değerlerinin çoğunlukla öğlen saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı ve akşama doğru düşme eğilimi gösterdiği, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen nem değerlerinin ise öğlen ve akşam saatlerinde daha yüksek olduğu görülmektedir.

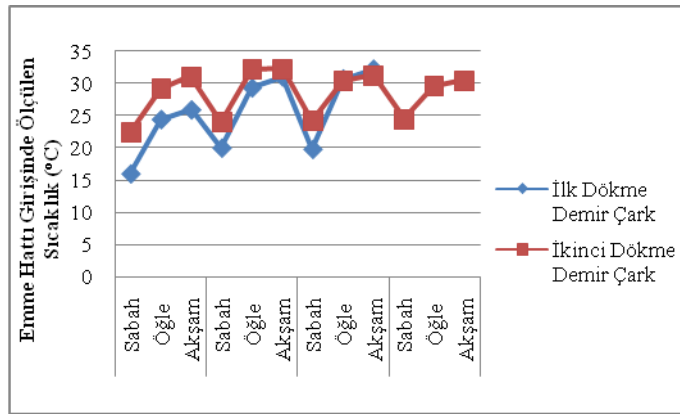
Alüminyum çarklara ait nem değişimi grafiği Şekil 4.110’da gösterilmiştir.



Şekil 4.110. Alüminyum çarklara ait günlük nem değişimi grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen nem değerlerinin çoğunlukla öğlen saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı ve akşama doğru düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir.

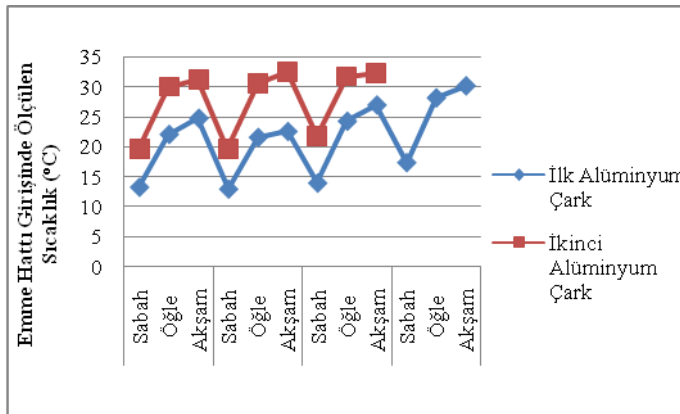
Dökme demir çarklara ait emme hattının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.111'de gösterilmiştir.



Şekil 4.111. Dökme demir çarklara ait günlük emme hattının sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen emme hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde çoğunlukla en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

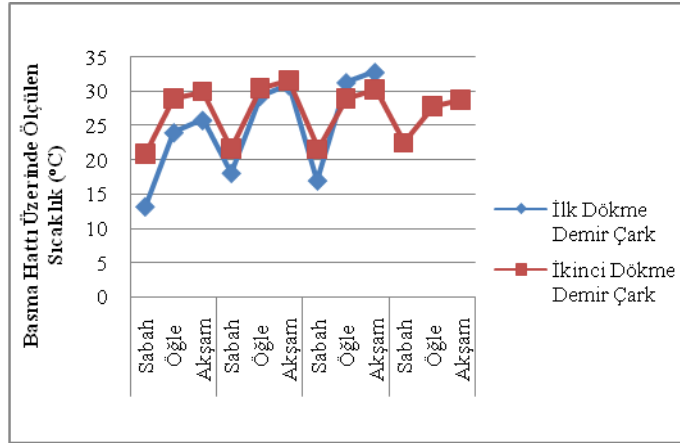
Alüminyum çarklara ait emme hattının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.112'de gösterilmiştir.



Şekil 4.112. Alüminyum çarklara ait günlük emme hattının sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen emme hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

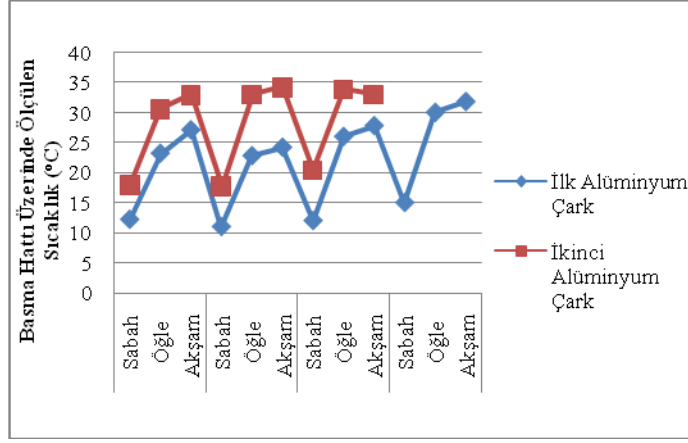
Dökme demir çarklara ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.113'te gösterilmiştir.



Şekil 4.113. Dökme demir çarklara ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen basma hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve çoğunlukla akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

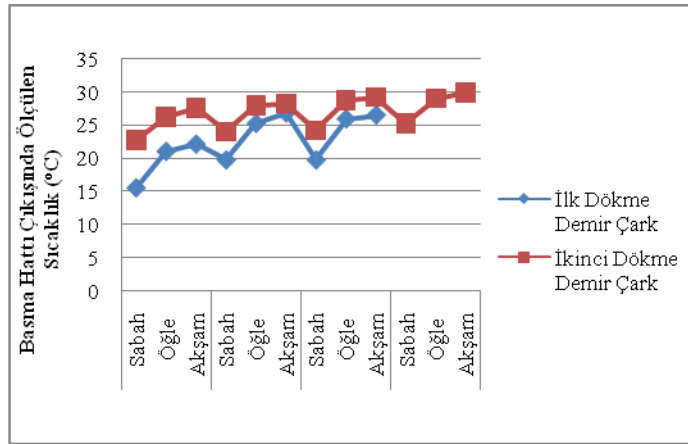
Alüminyum çarklara ait basma hattı sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.114'te gösterilmiştir.



Şekil 4.114. Alüminyum çarklara ait günlük basma hattı sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen basma hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve çoğunlukla akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

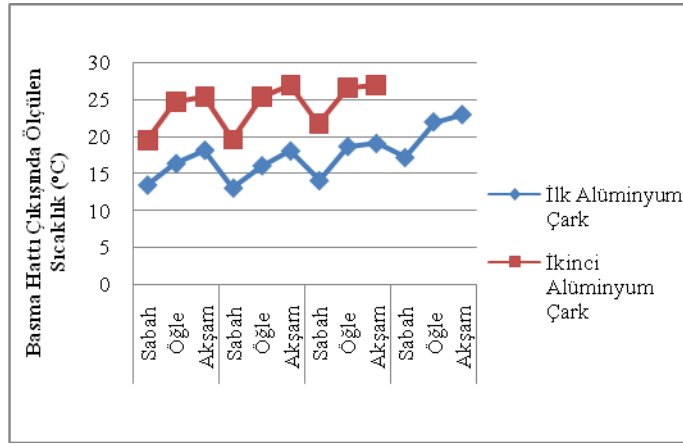
Dökme demir çarklara ait basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.115'te gösterilmiştir.



Şekil 4.115. Dökme demir çarklara ait günlük basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen basma hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde çoğunlukla en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

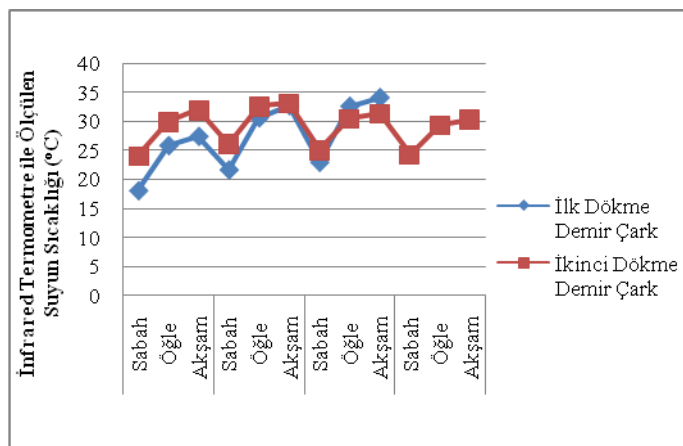
Alüminyum çarklara ait basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.116'da gösterilmiştir.



Şekil 4.116. Alüminyum çarklara ait günlük basma hattı çıkışının sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen basma hattı sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

Dökme demir çarklara ait depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.117'de gösterilmiştir.

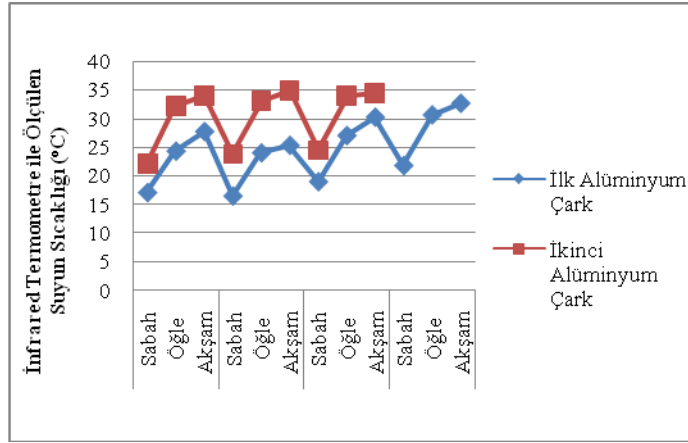


Şekil 4.117. Dökme demir çarklara ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen depodaki

suyun sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

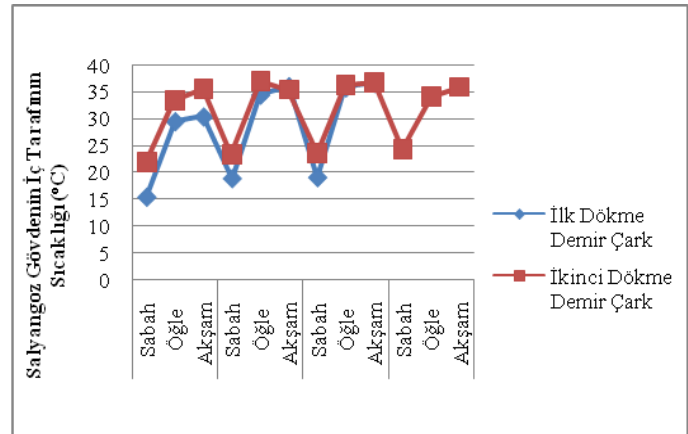
Alüminyum çarklara ait depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.118’de gösterilmiştir.



Şekil 4.118. Alüminyum çarklara ait günlük depodaki suyun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen depodaki suyun sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

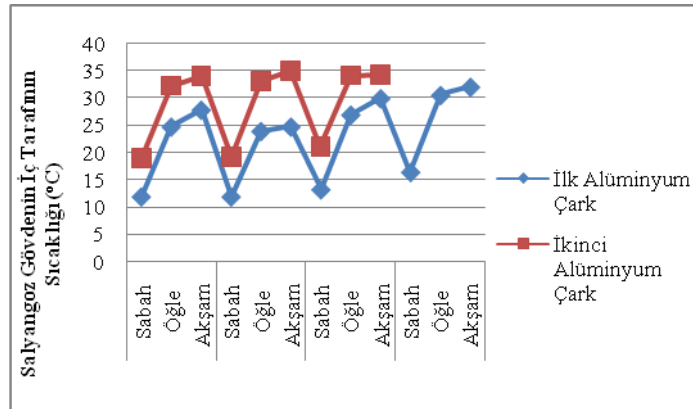
Dökme demir çarklara ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.119’da gösterilmiştir.



Şekil 4.119. Dökme demir çarklara ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen salyangoz gövdenin sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde çoğunlukla en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

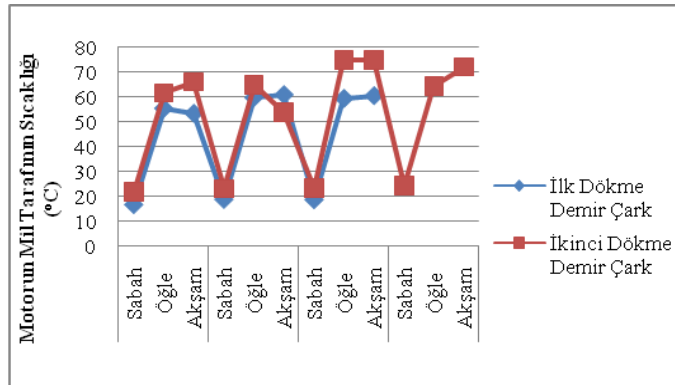
Alüminyum çarklara ait salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.120'de gösterilmiştir.



Şekil 4.120. Alüminyum çarklara ait günlük salyangoz gövdenin sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen salyangoz gövdenin sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

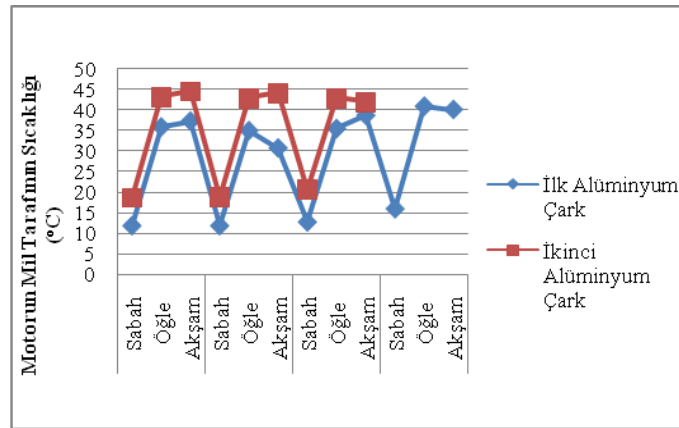
Dökme demir çarklara ait motorun mil tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.121'de gösterilmiştir.



Şekil 4.121. Dökme demir çarklara ait günlük motorun mil tarafının sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen motorun mil tarafının sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde çoğunlukla en yüksek noktaya ulaştığı, yalnızca ilk dökme demir çarkla yapılan denemenin ilk haftası ve ikinci dökme demir çarkla yapılan denemenin ikinci haftasında meydana gelen elektrik kesintisi nedeniyle akşam saatlerinde ölçülen değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

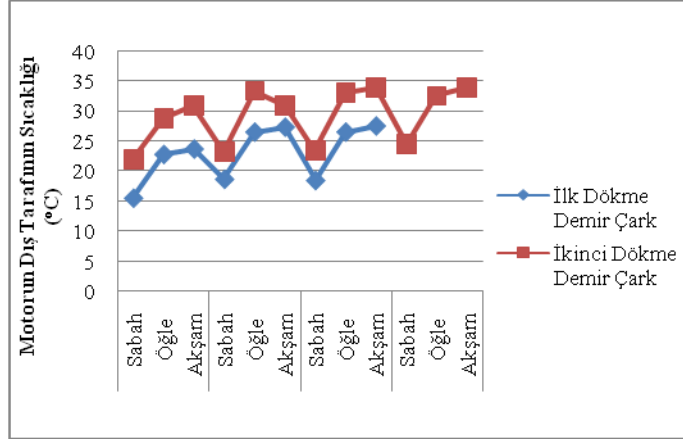
Alüminyum çarklara ait motorun mil tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.122’de gösterilmiştir.



Şekil 4.122. Alüminyum çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen motorun mil tarafının sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı, yalnızca ilk alüminyum çarkla yapılan denemenin ikinci ve dördüncü haftasında ve ikinci alüminyum çarkla yapılan denemenin ikinci ve dördüncü haftasında meydana gelen elektrik kesintisi nedeniyle akşam saatlerinde ölçülen değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

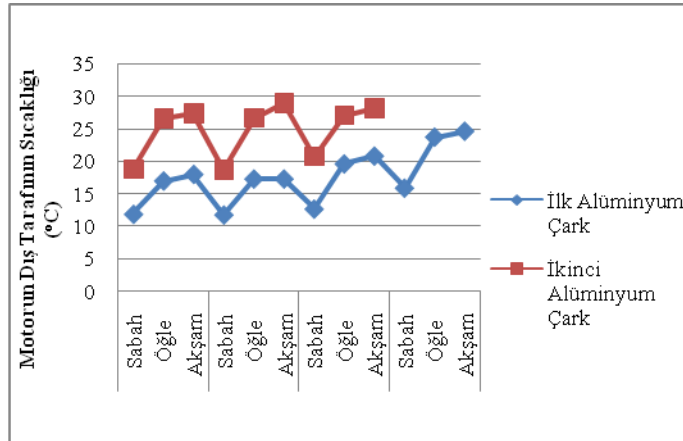
Dökme demir çarklara ait motorun dış tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.123’te gösterilmiştir.



Şekil 4.123. Dökme demir çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen motorun dış tarafının sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde çoğunlukla en yüksek noktaya ulaştığı, yalnızca ikinci dökme demir çarkla yapılan denemenin ikinci haftasında meydana gelen elektrik kesintisi nedeniyle akşam saatlerinde ölçülen değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

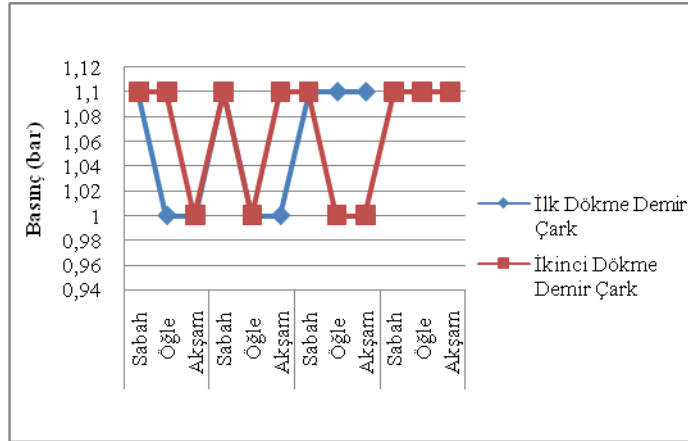
Alüminyum çarklara ait motorun dış tarafının sıcaklık değişim grafiği Şekil 4.124'te gösterilmiştir.



Şekil 4.124. Alüminyum çarklara ait günlük motorun sıcaklık değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen motorun dış tarafının sıcaklık değerlerinin öğleye doğru yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

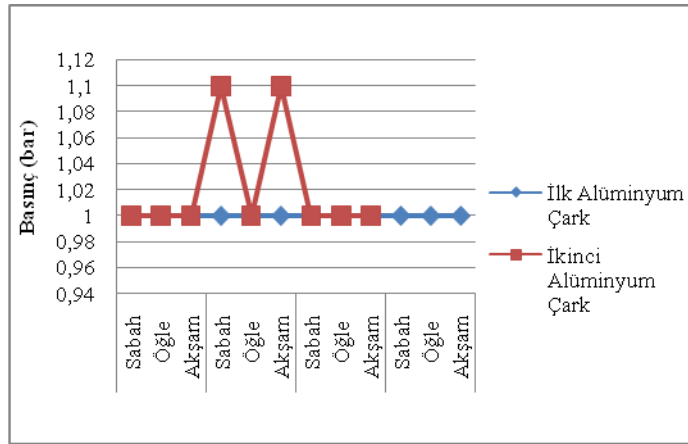
Dökme demir çarklara ait basınç değişim grafiği Şekil 4.125'te gösterilmiştir.



Şekil 4.125. Dökme demir çarklara ait günlük basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen basınç değerleri 1,0 ile 1,1 bar arasında değişmektedir.

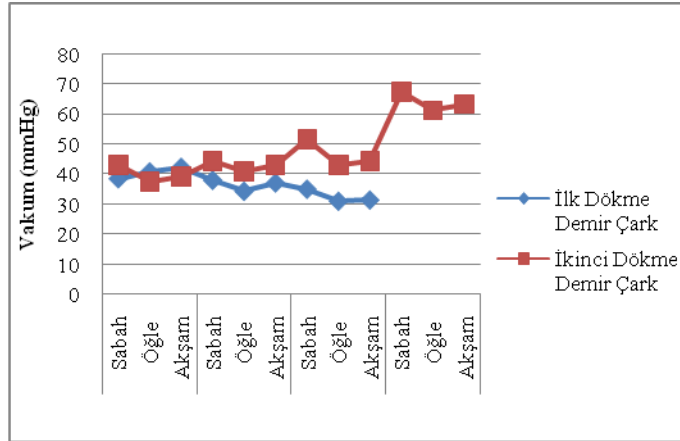
Alüminyum çarklara ait basınç değişim grafiği Şekil 4.126'da gösterilmiştir.



Şekil 4.126. Alüminyum çarklara ait günlük basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen basınç değerleri 1,0 ile 1,1 bar arasında değişmektedir.

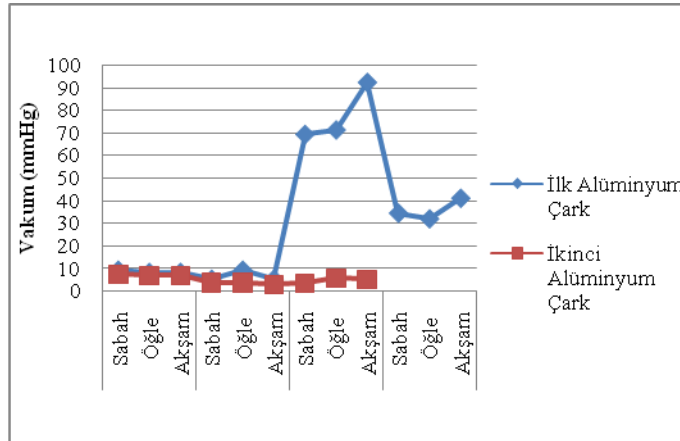
Dökme demir çarklara ait vakum değişim grafiği Şekil 4.127’de gösterilmiştir.



Şekil 4.127. Dökme demir çarklara ait günlük vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen vakum değerleri 31 ile 44 mmHg arasında değişmektedir. İkinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen vakum değerleri ise 37 ile 68 mmHg arasında değişmektedir.

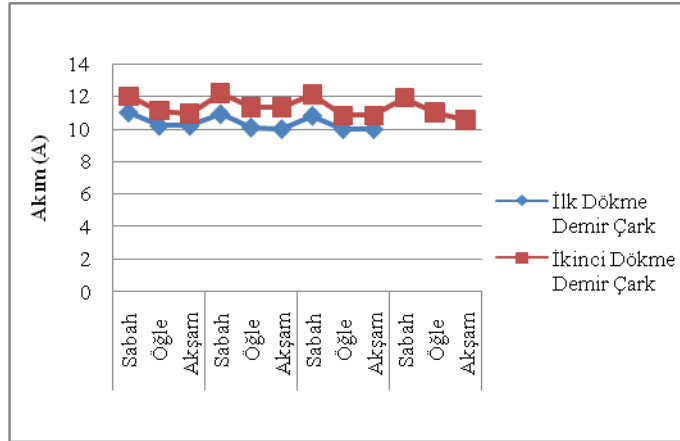
Alüminyum çarklara ait vakum değişim grafiği Şekil 4.128’de gösterilmiştir.



Şekil 4.128. Alüminyum çarklara ait günlük vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca ölçülen vakum değerleri üçüncü hafta yükseliş meydana gelmiş, dördüncü hafta tekrar düşüş yaşanmıştır. Emme hattı içinde meydana gelen bir tıkanıklığın bu ani vakum değişimine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. İkinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca ölçülen vakum değerleri birbirine oldukça yakındır.

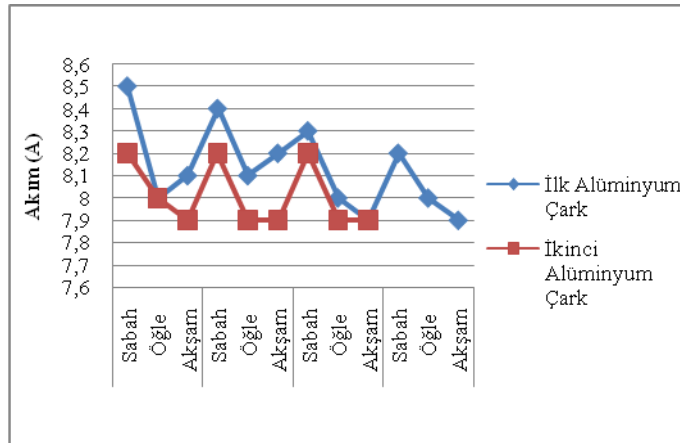
Dökme demir çarklara ait akım değişim grafiği Şekil 4.129'da gösterilmiştir.



Şekil 4.129. Dökme demir çarklara ait günlük akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ölçülen akım değerleri bir önceki grafikte olduğu gibi akşam saatlerine doğru düştüğü görülmektedir.

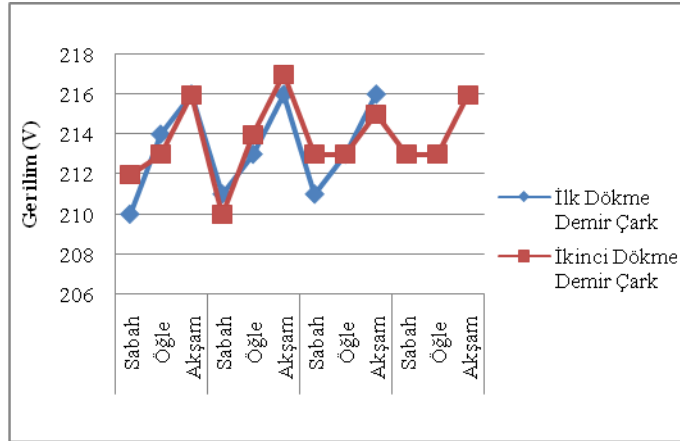
Alüminyum çarklara ait akım değişim grafiği Şekil 4.130'da gösterilmiştir.



Şekil 4.130. Alüminyum çarklara ait günlük akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ölçülen akım değerlerinin genellikle akşam saatlerine doğru düştüğü görülmektedir.

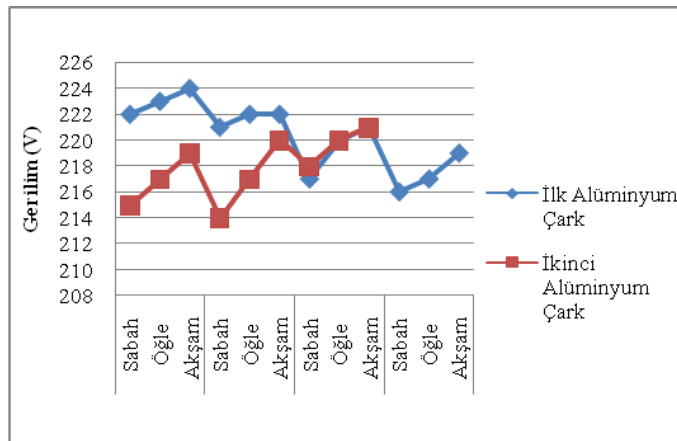
Dökme demir çarklara ait gerilim değişim grafiği Şekil 4.131’de gösterilmiştir.



Şekil 4.131. Dökme demir çarklara ait günlük gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ölçülen gerilim değerleri ikinci dökme demir çarkın üçüncü ve dördüncü haftası sabah öğlen saatlerindeki değerlerin birbiri ile aynı olması dışında gerilim değerleri bir önceki grafikte olduğu gibi sabah saatlerinden itibaren yükselişe geçmiş ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaşmıştır.

Alüminyum çarklara ait gerilim değişim grafiği Şekil 4.132’de gösterilmiştir.

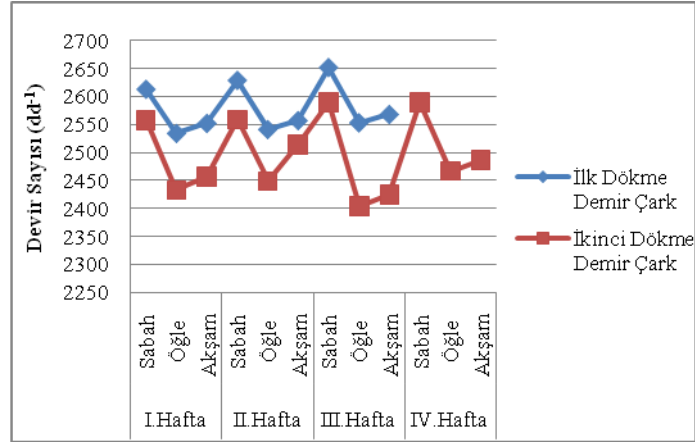


Şekil 4.132. Alüminyum çarklara ait günlük gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ölçülen gerilim

değerlerinin tümü pompanın çalışması ile birlikte sabah saatlerinden itibaren yükselişe geçmiş ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaşmıştır.

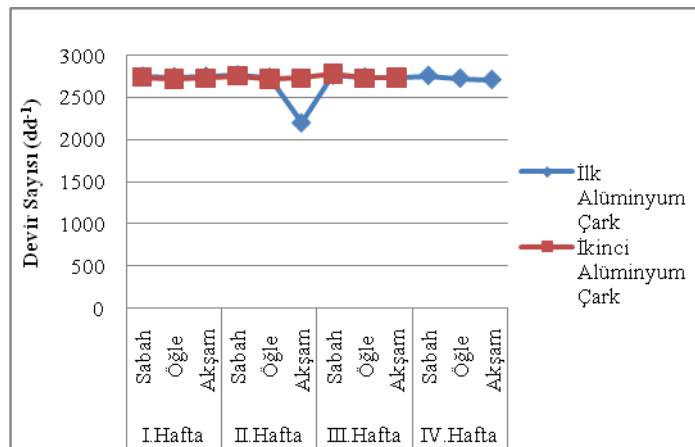
Dökme demir çarklara ait devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.133'te gösterilmiştir.



Şekil 4.133. Dökme demir çarklara ait günlük devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ölçülen devir sayısı değerleri içinde en yüksek 2652 dd^{-1} ve en düşük 2404 dd^{-1} ölçülmüştür. Her iki deneme için ölçülen değerlerin akşam saatlerine doğru düştüğü görülmektedir.

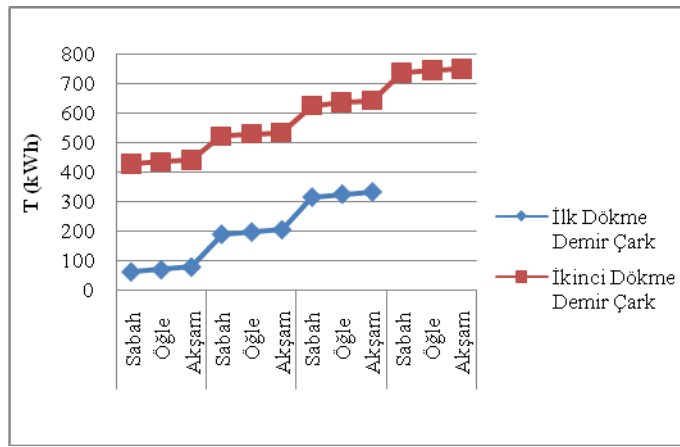
Alüminyum çarklara ait devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.134'te gösterilmiştir.



Şekil 4.134. Alüminyum çarklara ait günlük devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ölçülen devir sayısı değerleri içinde en yüksek 2785 dd^{-1} ve en düşük 2202 dd^{-1} ölçülmüştür. Genel olarak bakıldığında alınan ölçümlerin ilk denemenin ikinci haftasında meydana gelen düşüş dışında birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Meydana gelen bu düşüşün çark ile gövde arasına giren partiküllerin meydana getirmiş olabileceği düşünülmektedir.

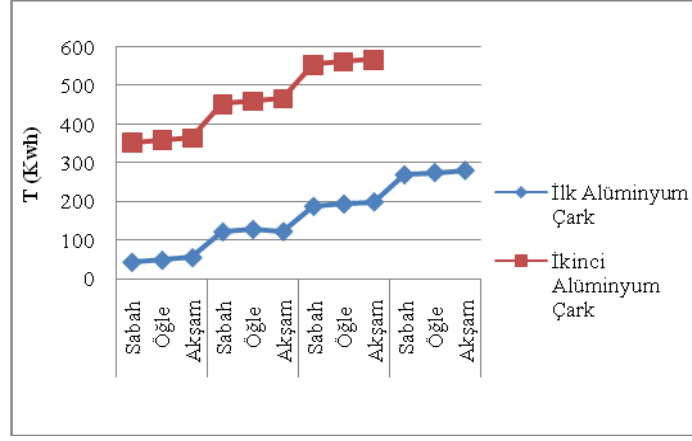
Dökme demir çarklara ait bir saatte tüketilen güç değişimi grafiği Şekil 4.135'te gösterilmiştir.



Şekil 4.135. Dökme demir çarklara ait günlük bir saatte tüketilen güç (T) değişimi grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk dökme demir çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ikinci dökme demir çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ölçülen güç tüketimi değerleri haftalar ilerledikçe kademe kademe olacak şekilde artış göstermiştir.

Alüminyum çarklara ait bir saatte tüketilen güç değişimi grafiği Şekil 4.136'da gösterilmiştir.

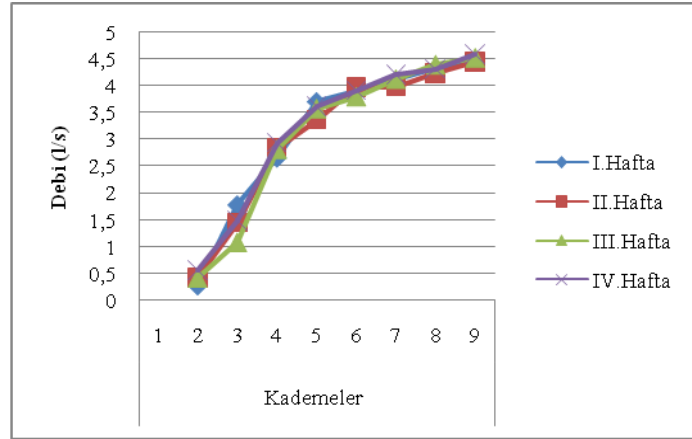


Şekil 4.136. Alüminyum çarklara ait günlük bir saatte tüketilen güç değişimi (T) grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi ilk alüminyum çarkla yapılan deneme için dört hafta boyunca, ikinci alüminyum çarkla yapılan deneme için üç hafta boyunca, ölçülen güç tüketimi değerleri haftalar ilerledikçe kademe kademe olacak şekilde artış göstermiştir.

Bu denemeye ait haftalık ölçülen debi değişimi grafikleri aşağıda verilmiştir.

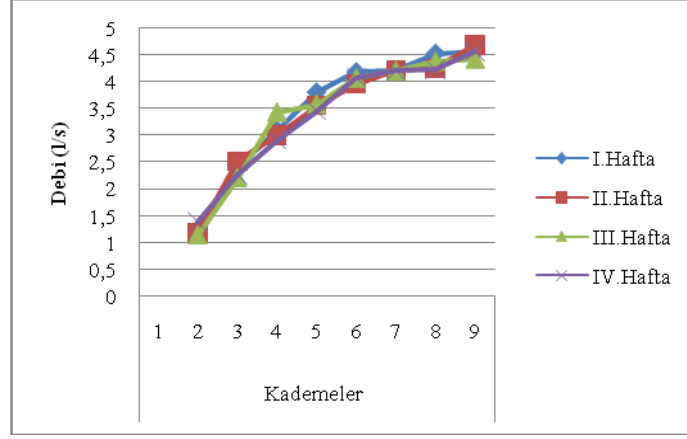
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.137’de gösterilmiştir.



Şekil 4.137. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde herhangi bir sapma olmadığı ve kademeler arttıkça debinin de arttığı görülmektedir.

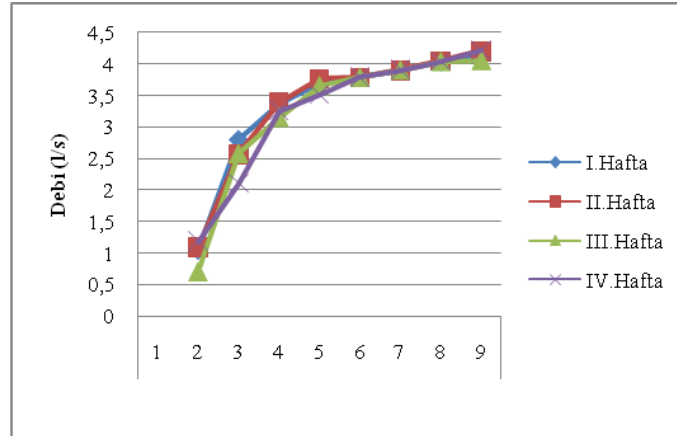
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.138’de gösterilmiştir.



Şekil 4.138. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde herhangi bir sapma olmadığı ve kademeler arttıkça debinin de arttığı görülmektedir.

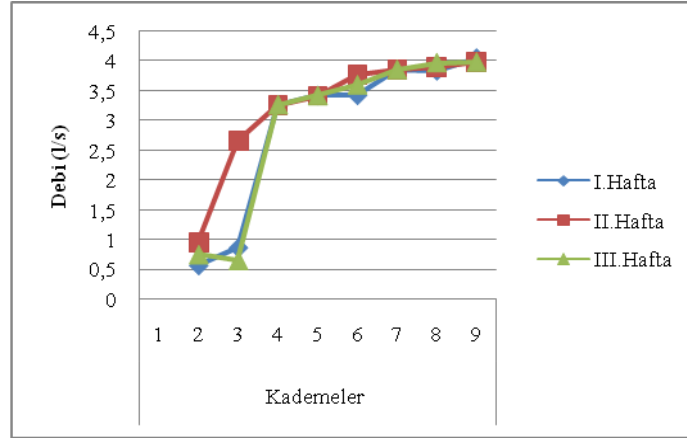
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.139’da gösterilmiştir.



Şekil 4.139. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde herhangi bir sapma olmadığı ve kademeler arttıkça debinin de arttığı görülmektedir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait debi değişimi grafiği Şekil 4.140'ta gösterilmiştir.

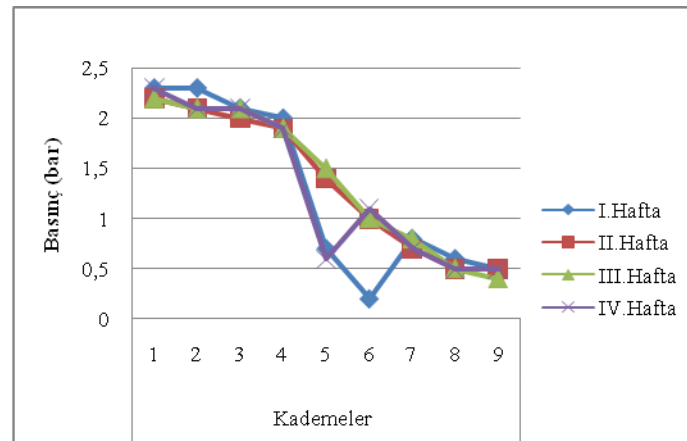


Şekil 4.140. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık debi değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerinde çok büyük bir sapma olmadığı ve kademeler arttıkça debinin de arttığı yalnızca birinci ve üçüncü haftanın üçüncü kademesinde düşüş yaşandığı görülmektedir.

Haftalık ölçülen basınç değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

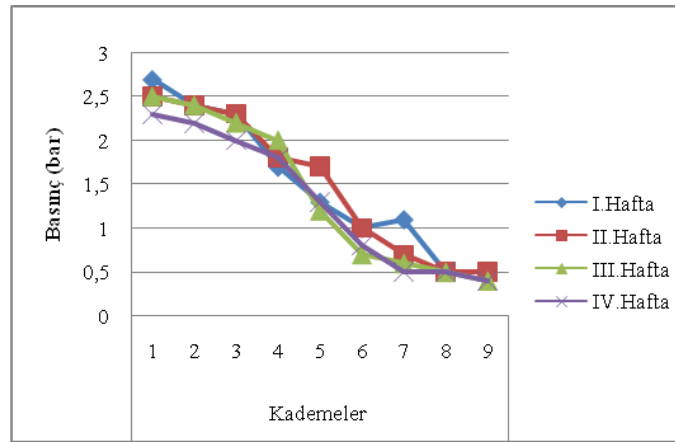
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.141'de gösterilmiştir.



Şekil 4.141. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında birinci haftanın beşinci ve altıncı kademeleri ile dördüncü haftanın beşinci kademesinde küçük düşüşler meydana gelmiştir. Önceki grafiklerde olduğu gibi kademeler arttıkça basınç değerlerinin düştüğü görülmektedir.

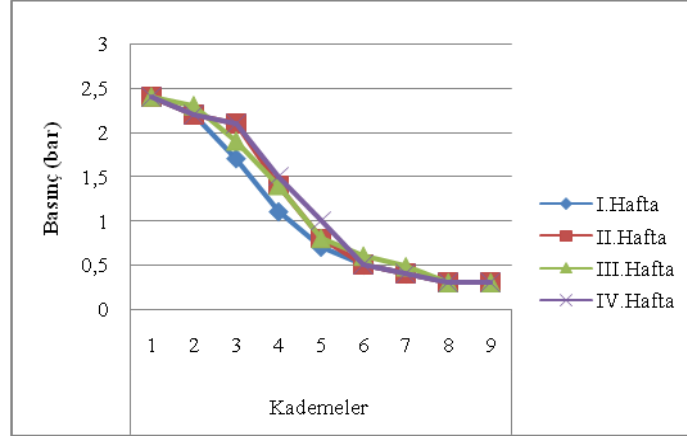
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.142’de gösterilmiştir.



Şekil 4.142. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında dört haftanın değerlerinin birbirine yakın olduğu ve önceki grafiklerde olduğu gibi kademeler arttıkça basınç değerlerinin düştüğü görülmektedir.

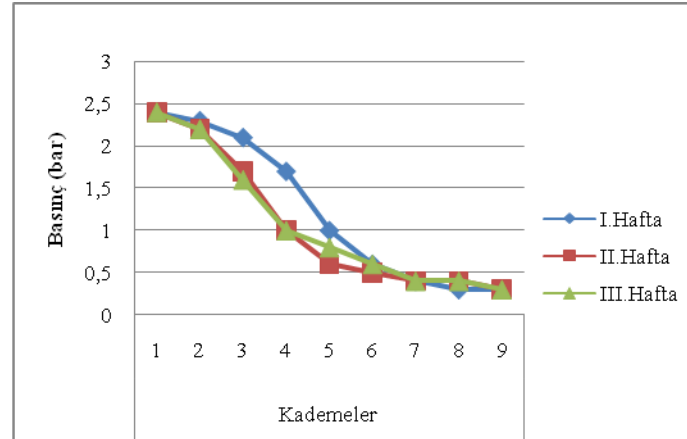
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.143’te gösterilmiştir.



Şekil 4.143. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında dört haftanın değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve kademeler arttıkça değerlerin düştüğü görülmektedir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık basınç değişim grafiği Şekil 4.144'te gösterilmiştir.

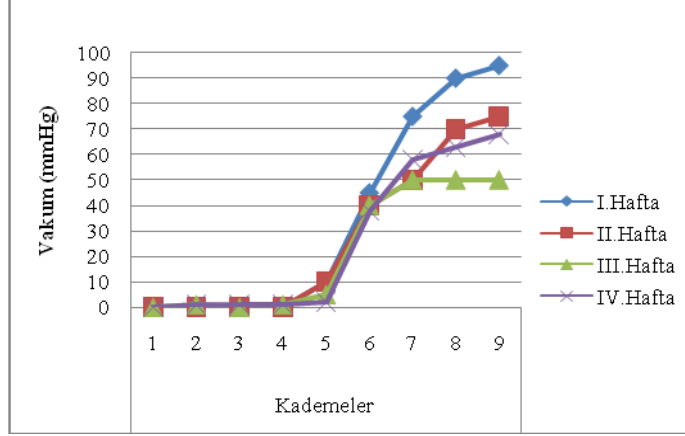


Şekil 4.144. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen basınç değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan basınç ölçümlerine bakıldığında üç haftanın değerlerinin birbirine yakın olduğu ve kademeler arttıkça değerlerin düştüğü görülmektedir.

Haftalık ölçülen vakum değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

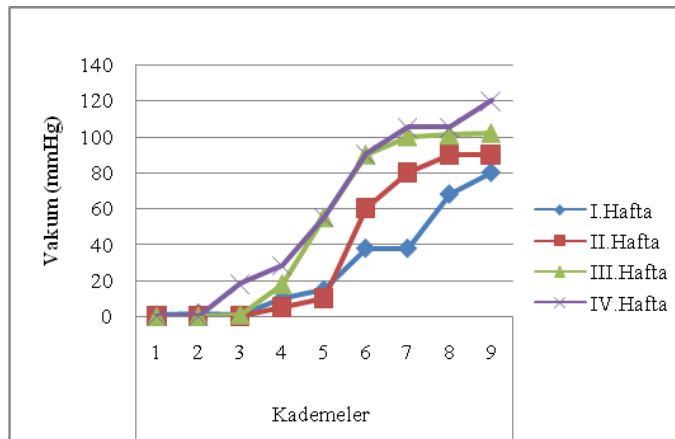
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.145'te gösterilmiştir.



Şekil 4.145. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan vakum ölçümlerine bakıldığında beşinci kademeye kadar değerlerin çok düşük olduğu altıncı kademedен itibaren tüm haftalara ait değerlerin yükselişe geçtiği görülmektedir.

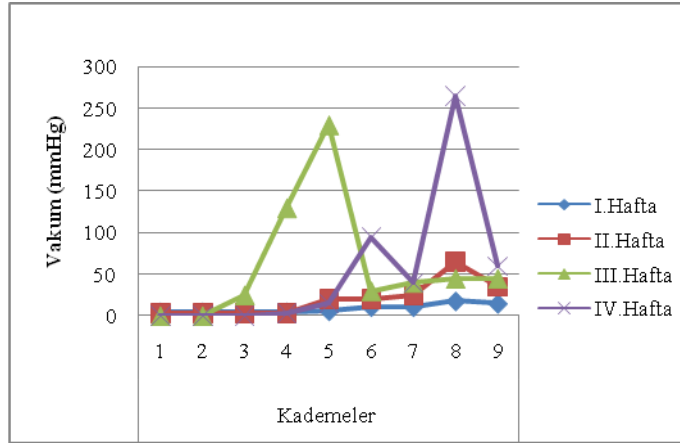
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.146'da gösterilmiştir.



Şekil 4.146. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan vakum ölçümlerine bakıldığında ilk ikinci ve üçüncü kademelerde değerlerin düşük olduğu daha sonraki kademelerde tüm haftalara ait değerlerin yükselişe geçtiği görülmektedir.

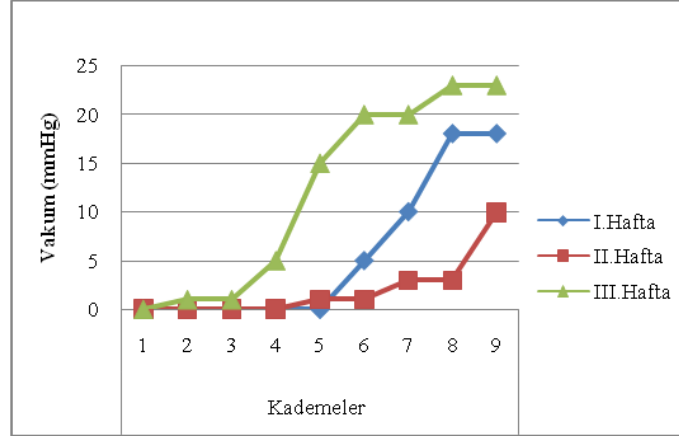
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.147’de gösterilmiştir.



Şekil 4.147. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan vakum ölçümlerine bakıldığında üçüncü haftanın dördüncü ve beşinci kademelerinde ve dördüncü haftanın altıncı ve sekizinci kademelerinde ani yükselmelerin olduğu görülmektedir. Çark ile gövde arasına giren partiküllerin bu ani vakum değişimine neden olduğu düşünülmektedir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık vakum değişim grafiği Şekil 4.148’de gösterilmiştir.

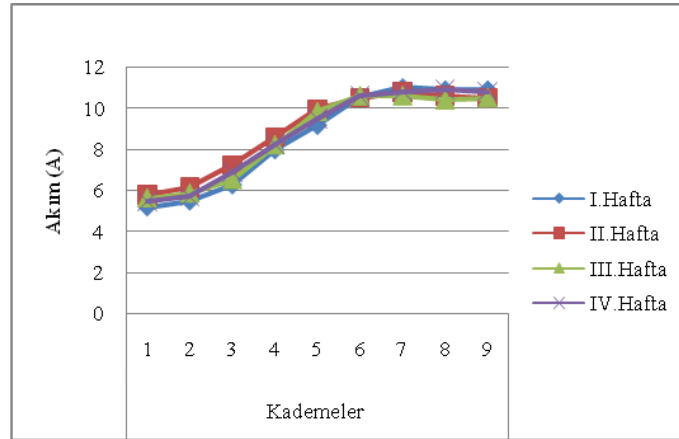


Şekil 4.148. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen vakum değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan vakum ölçümlerine bakıldığında ilk kademelerdeki değerlerin çok düşük olduğu dördüncü ve beşinci kademelerden itibaren yükseldiği görülmektedir.

Haftalık ölçülen akım değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

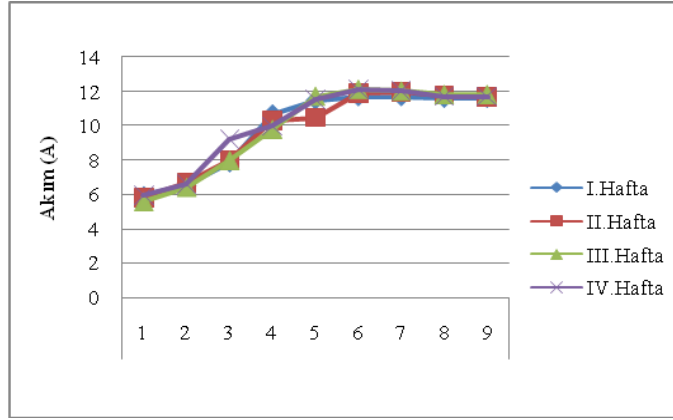
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.149'da gösterilmiştir.



Şekil 4.149. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan akım ölçümlerine bakıldığında kademeler arttıkça akım değerlerinin de doğru orantılı olacak şekilde artış gösterdiği ve tüm haftalara ait değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

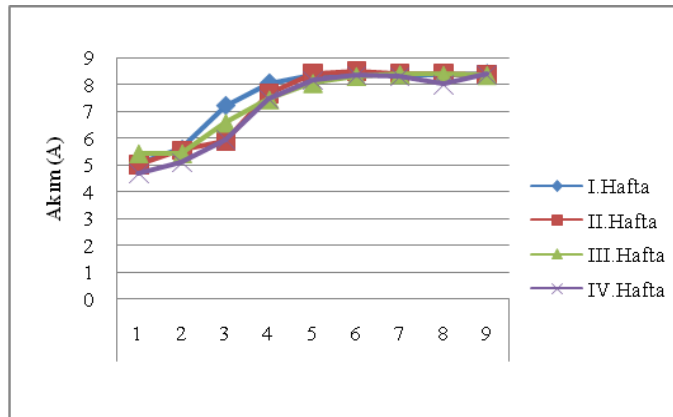
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.150'de gösterilmiştir.



Şekil 4.150. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan akım ölçümlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi kademeler arttıkça akım değerlerinin de doğru orantılı olacak şekilde artış gösterdiği ve tüm haftalara ait değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.151'de gösterilmiştir.

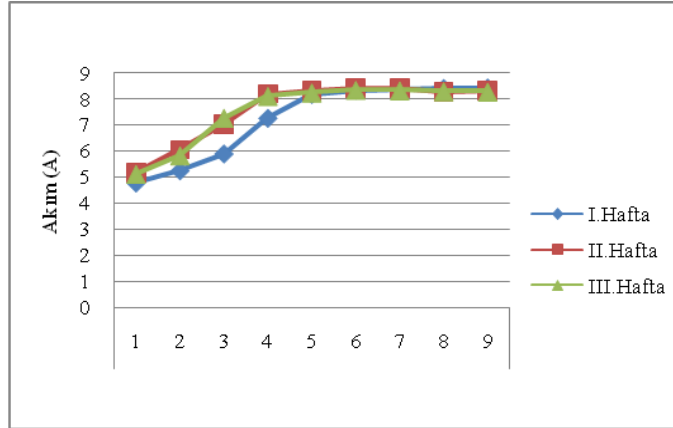


Şekil 4.151. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan akım ölçümlerine bakıldığında

kademeler arttıkça akım değerlerinin de doğru orantılı olacak şekilde artış gösterdiği görülmektedir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık akım değişim grafiği Şekil 4.152’de gösterilmiştir.

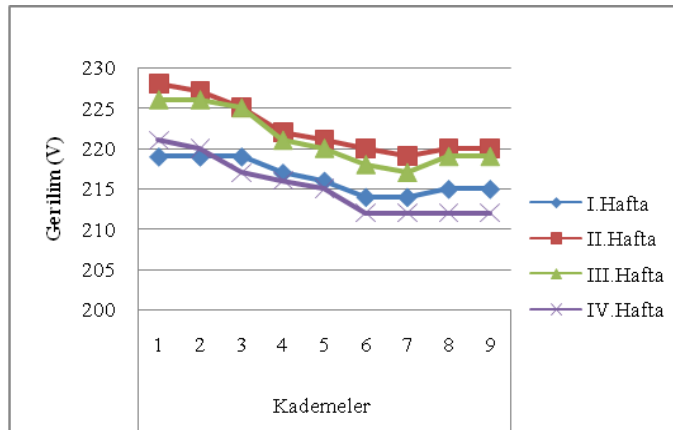


Şekil 4.152. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen akım değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan akım ölçümlerine bakıldığında bir önceki grafikte olduğu gibi kademeler arttıkça akım değerlerinin de doğru orantılı olacak şekilde artış gösterdiği görülmektedir.

Haftalık ölçülen gerilim değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

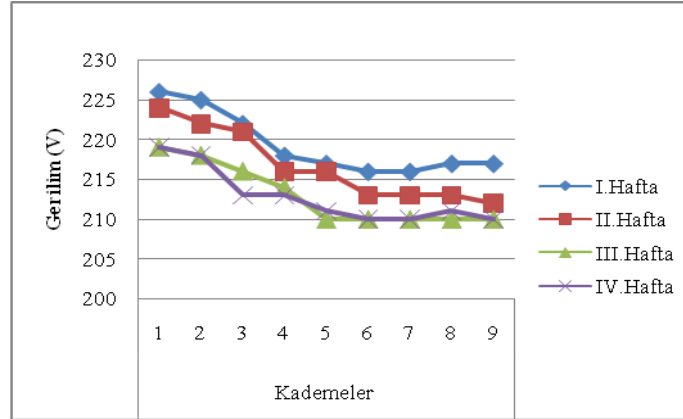
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.153’te gösterilmiştir.



Şekil 4.153. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan gerilim ölçümlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi tüm haftalara ait değerlerin kademeler arttıkça düştüğü görülmektedir.

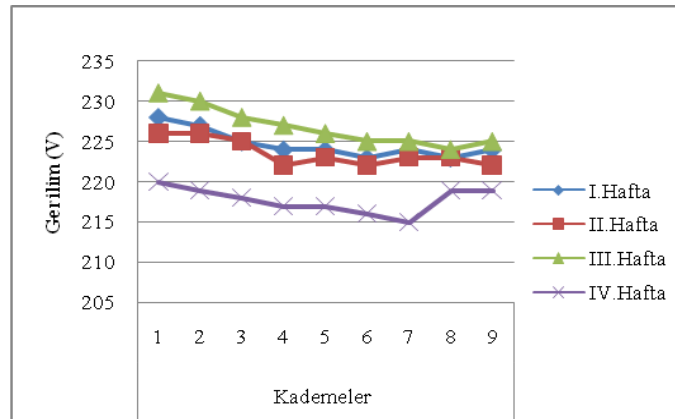
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.154'te gösterilmiştir.



Şekil 4.154. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan gerilim ölçümlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi tüm haftalara ait değerlerin kademeler arttıkça düştüğü görülmektedir.

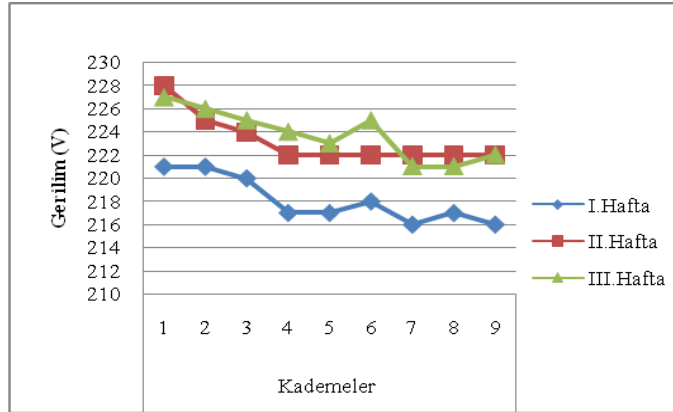
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.155'te gösterilmiştir.



Şekil 4.155. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan gerilim ölçümlerine bakıldığında tüm haftalara ait değerlerin kademeler arttıkça düştüğü görülmektedir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık gerilim değişim grafiği Şekil 4.156'da gösterilmiştir.

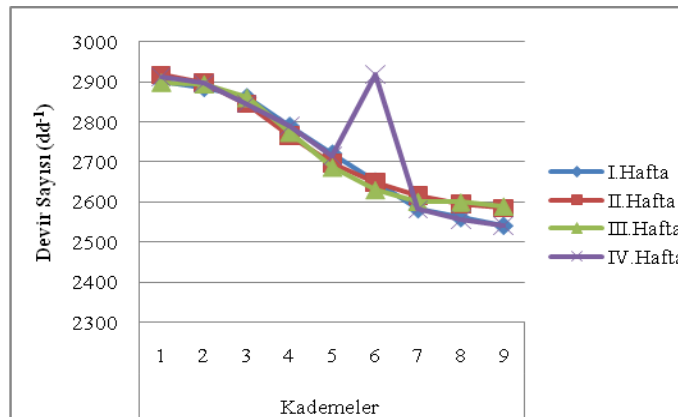


Şekil 4.156. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen gerilim değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan gerilim ölçümlerine bakıldığında tüm haftalara ait değerlerin kademeler arttıkça düştüğü görülmektedir.

Haftalık ölçülen devir sayısı değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

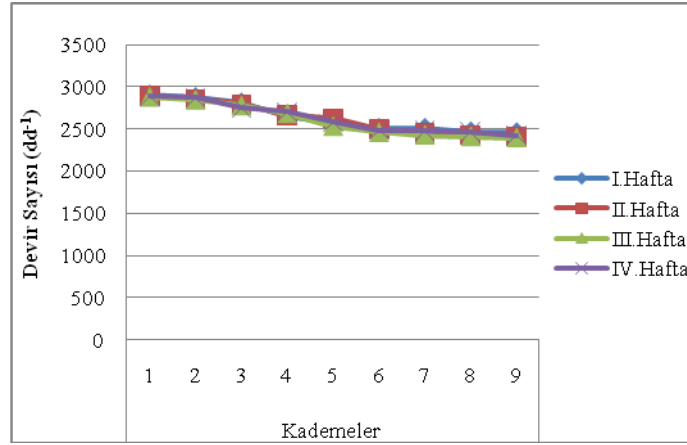
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.157'de gösterilmiştir.



Şekil 4.157. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan devir sayısı ölçümlerine bakıldığında dördüncü haftanın altıncı kademesinde meydana gelen yükselme dışında tüm değerlerin düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir.

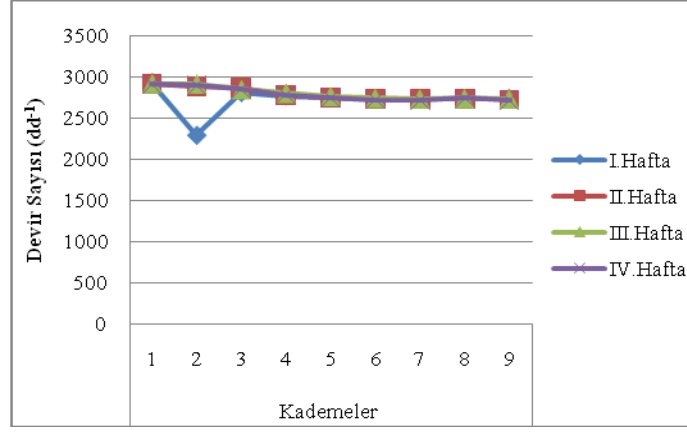
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.158’de gösterilmiştir.



Şekil 4.158. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan devir sayısı ölçümlerine bakıldığında tüm alınan değerlerin beşinci kademeye kadar düştüğü daha sonraki kademelerde sabite yakın bir şekilde devam ettiği görülmektedir.

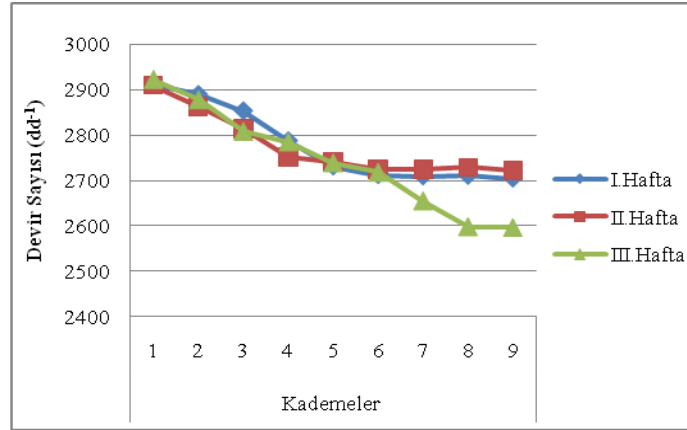
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.159’da gösterilmiştir.



Şekil 4.159. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan devir sayısı ölçümlerine bakıldığında birinci haftanın ikinci kademesinde yaşanan küçük düşüş dışında alınan tüm değerler birbirine çok yakındır. Genel olarak bakıldığında da değerler dördüncü kademeye kadar düşme eğilimi göstermiş daha sonra sabit olarak devam etmiştir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık devir sayısı değişim grafiği Şekil 4.160'ta gösterilmiştir.

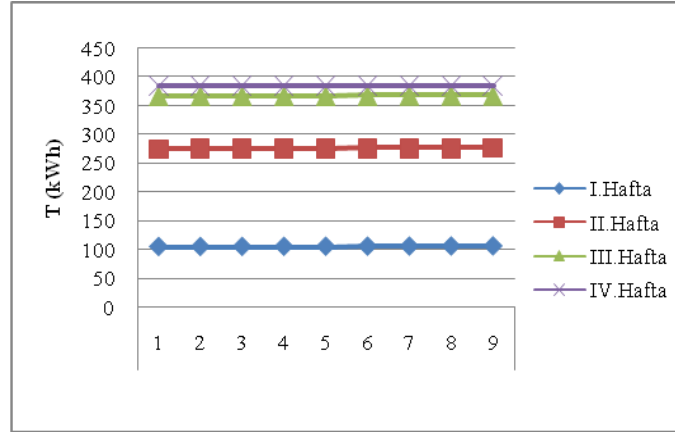


Şekil 4.160. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen devir sayısı değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan devir sayısı ölçümlerine bakıldığında ilk iki hafta alınan değerlerin beşinci kademeye kadar düşüş gösterdiği, üçüncü haftanın ise yedinci kademeye kadar düşüş gösterdiği daha sonra ise üç haftaya ait değerlerin de sabit bir şekilde devam ettiği görülmektedir.

Haftalık ölçülen bir saatte tüketilen enerji değişimlerine ait grafikler aşağıda verilmiştir.

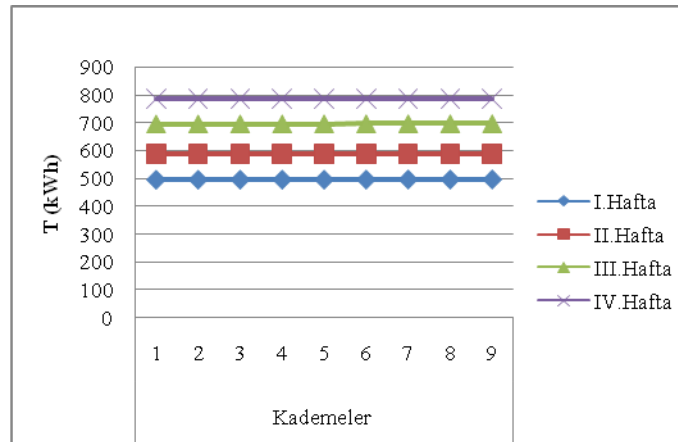
İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık bir saatte tüketilen güç değişimi grafiği Şekil 4.161’de gösterilmiştir.



Şekil 4.161. İlk dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan güç tüketimi ölçümlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi haftalar ilerledikçe ve haftalar kendi içlerinde sabit olacak şekilde değerlerde yükselme meydana gelmiştir.

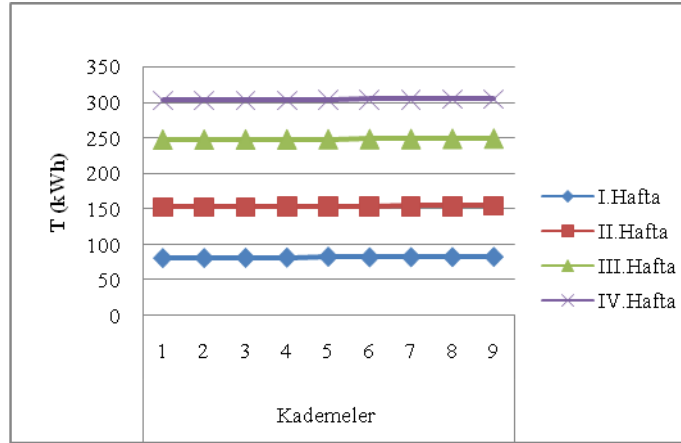
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık bir saatte tüketilen güç değişimi grafiği Şekil 4.162’de gösterilmiştir.



Şekil 4.162. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademedeki yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan güç tüketimi ölçümlerine bakıldığında önceki grafiklerde olduğu gibi haftalar ilerledikçe ve haftalar kendi içlerinde sabit olacak şekilde değerlerde yükselme meydana gelmiştir.

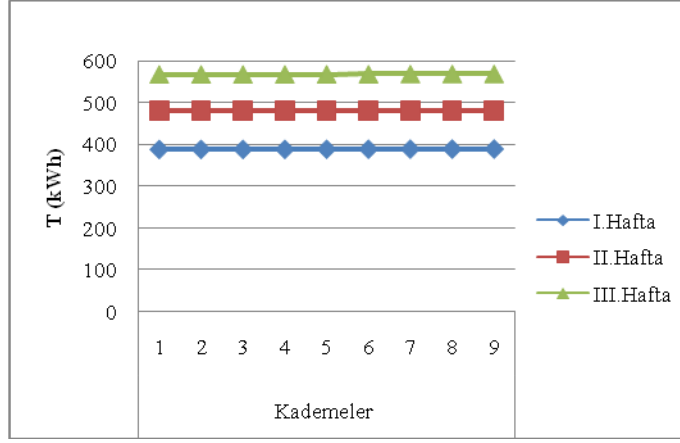
İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık bir saatte tüketilen enerji değişimi grafiği Şekil 4.163'te gösterilmiştir.



Şekil 4.163. İlk alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği

Grafikten anlaşıldığı gibi dört hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademedeki yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan güç tüketimi ölçümlerine bakıldığında haftalar ilerledikçe ve haftalar kendi içlerinde sabit olacak şekilde değerlerde yükselme meydana gelmiştir.

İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık bir saatte tüketilen güç değişimi grafiği Şekil 4.164'te gösterilmiştir.

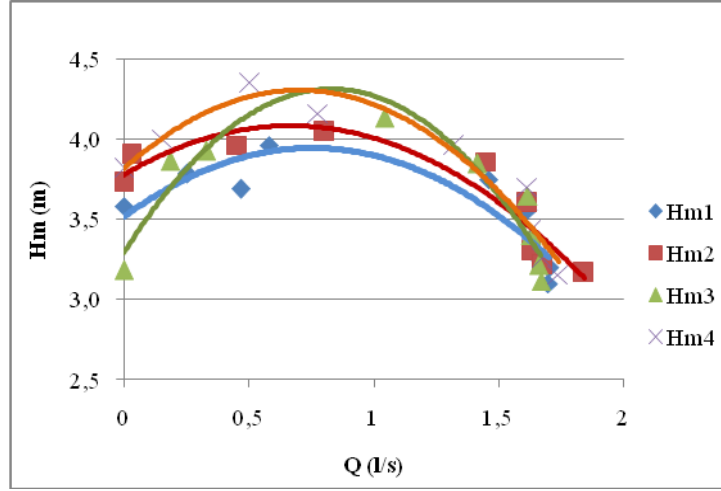


Şekil 4.164. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemeye ait haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç (T) değişim grafiği

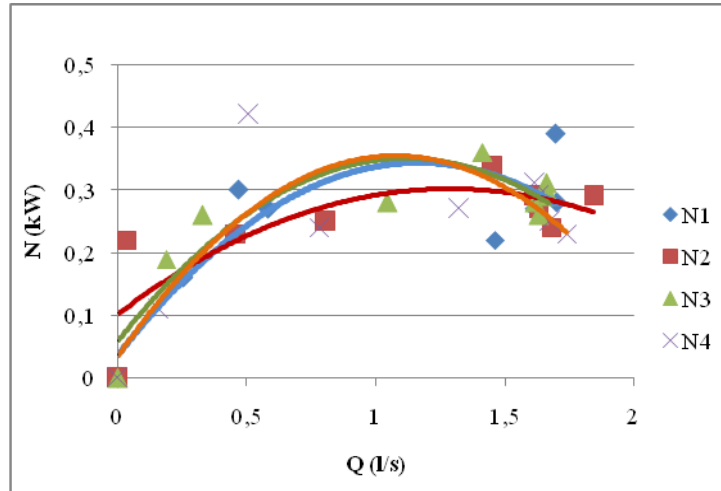
Grafikten anlaşıldığı gibi üç hafta boyunca haftada bir kez olacak şekilde ve dokuz kademede yapılan debi ölçümlerine bağlı olarak, yapılan güç tüketimi ölçümlerine bakıldığında bir önceki grafikte olduğu gibi haftalar ilerledikçe ve haftalar kendi içlerinde sabit olacak şekilde değerlerde yükselme meydana gelmiştir.

4.5.3. İlk 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklar ile ikinci 150 ve 200 saatlik sürede denemesi yapılmış çarklara ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri

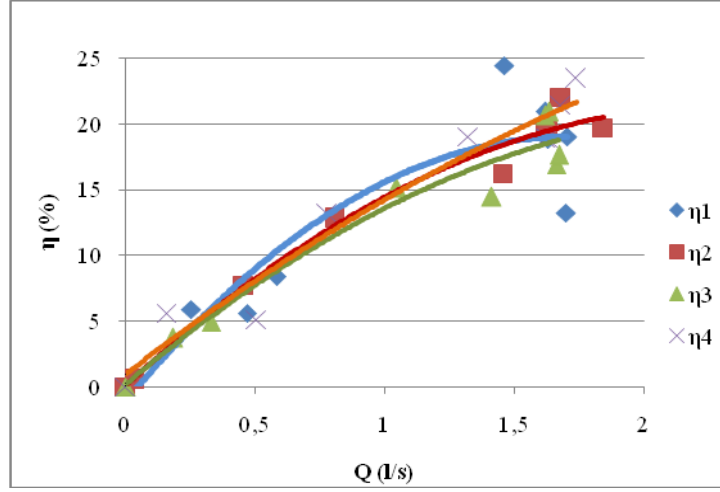
İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.165, Şekil 4.166 ve Şekil 4.167’de verilmiştir.



Şekil 4.165. İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



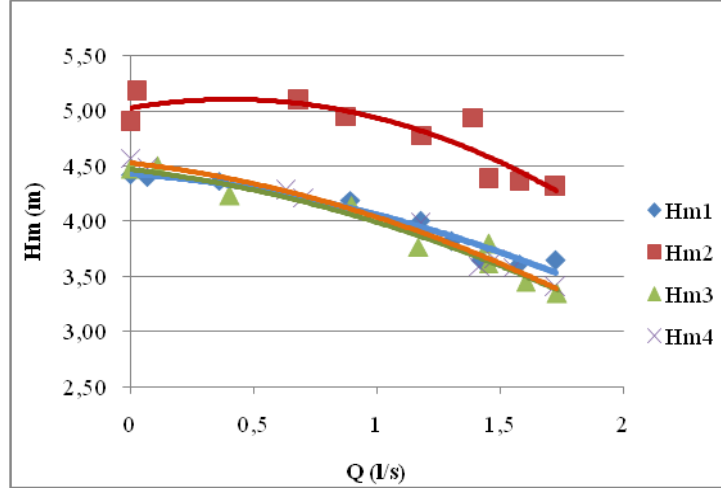
Şekil 4.166. İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri



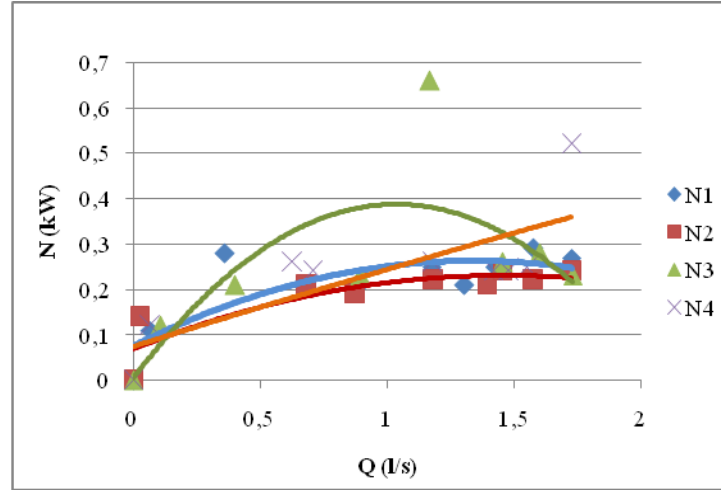
Şekil 4.167. İlk 150 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri

İlk 150 saatlik denemenin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 150 saatlik denemenin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftanın eğrilerinde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 150 saatlik denemenin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftanın eğrilerinde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 150 saatlik denemenin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftalardaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir.

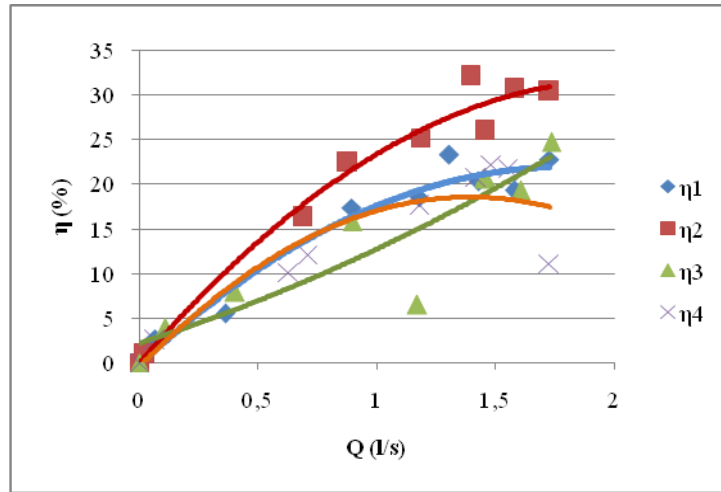
İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait H_m -Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.168, Şekil 4.169 ve Şekil 4.170'te verilmiştir.



Şekil 4.168. İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



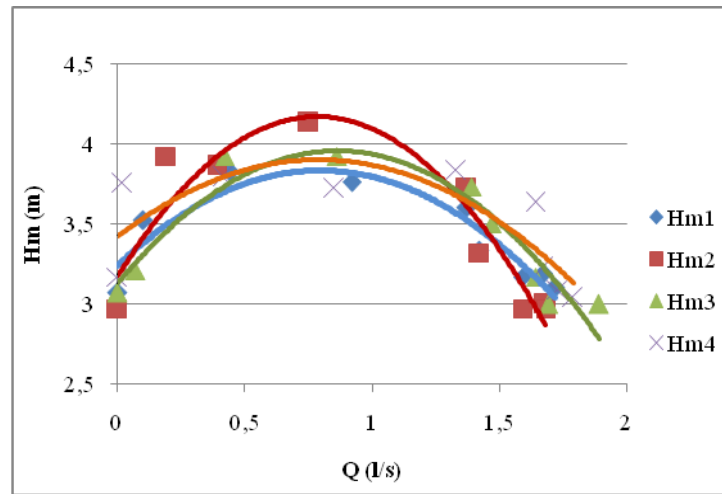
Şekil 4.169. İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri



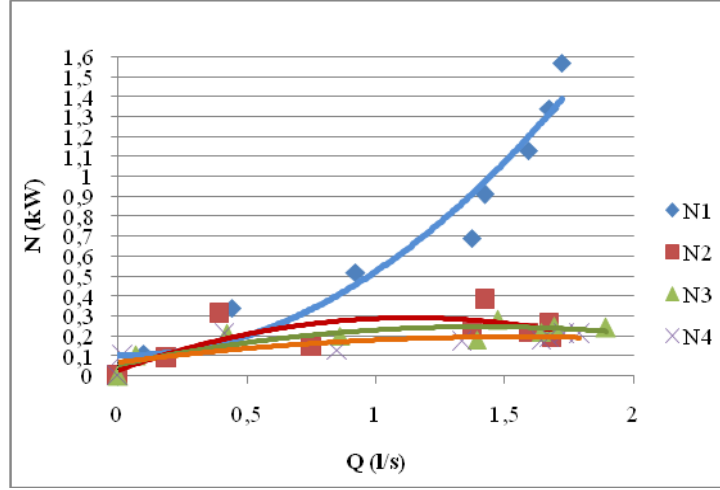
Şekil 4.170. İkinci 150 saatlik denemenin dört haftasına ait η-Q eğrileri

İkinci 150 saatlik denemenin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde çok küçük bir artıştan sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İkinci 150 saatlik denemenin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftadaki eğrilerde olduğu gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde çok küçük bir artıştan sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İkinci 150 saatlik denemenin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İkinci 150 saatlik denemenin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiş ve basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir.

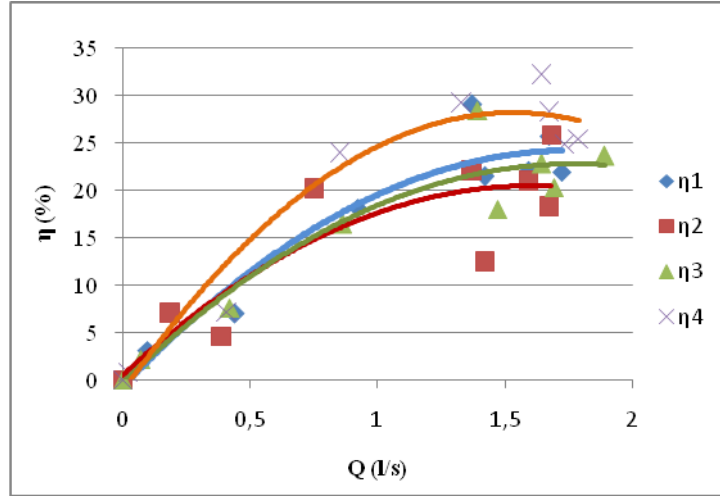
İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait H_m - Q , N - Q ve η - Q eğrileri Şekil 4.171, Şekil 4.172 ve Şekil 4.173'te verilmiştir.



Şekil 4.171. İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait H_m - Q eğrileri



Şekil 4.172. İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri

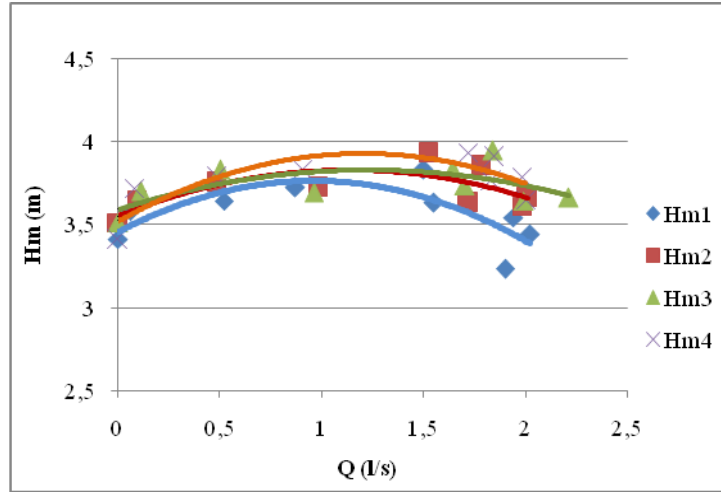


Şekil 4.173. İlk 200 saatlik denemenin dört haftasına ait η-Q eğrileri

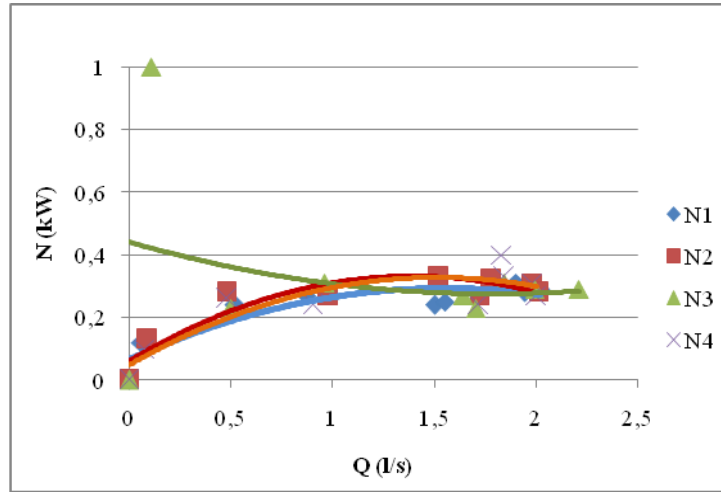
İlk 200 saatlik denemenin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 200 saatlik denemenin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftadaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 200 saatlik denemenin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftadaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk 200 saatlik denemenin dördüncü haftasına

ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri önceki haftalardaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüŖe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir.

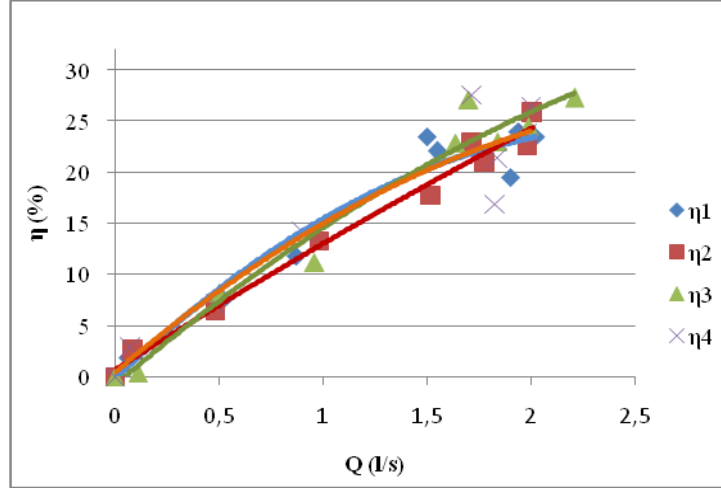
İkinci 200 saatlik denemenin ilk haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.174, Şekil 4.175 ve Şekil 4.176'da verilmiştir.



Şekil 4.174. İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



Şekil 4.175. İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri

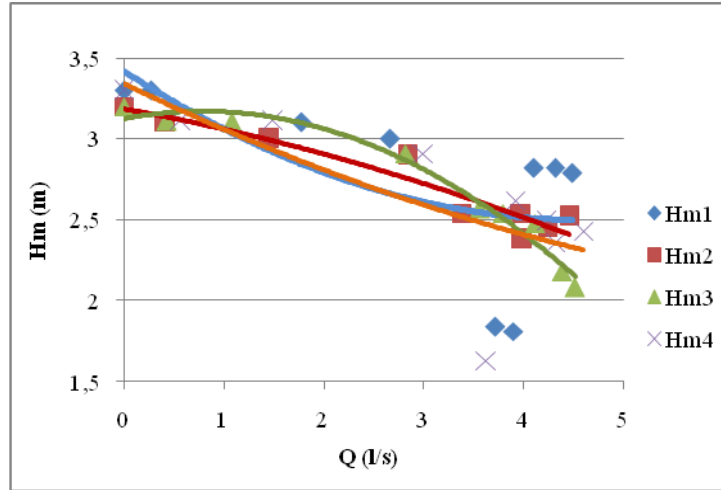


Şekil 4.176. İkinci 200 saatlik denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri

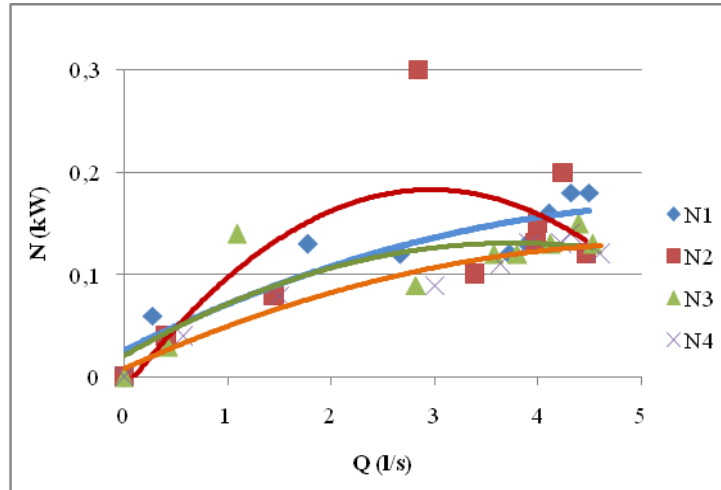
İkinci 200 saatlik denemenin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İkinci 200 saatlik denemenin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftadaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İkinci 200 saatlik denemenin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftadaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Güç ölçümleri elektrik sayacı yardımıyla yapılmıştır. Güç eğrisinde meydana gelen düşüşün sebebi her kademedeki ölçümün diğer denemelerde olduğu gibi aynı sürelerde yapılamamış olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. İkinci 200 saatlik denemenin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftadaki eğrilerde olduğu gibi sistem debisi arttıkça basma yüksekliği, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir.

4.5.4. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk ve ikinci dökme demir ve alüminyum çarklara ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri

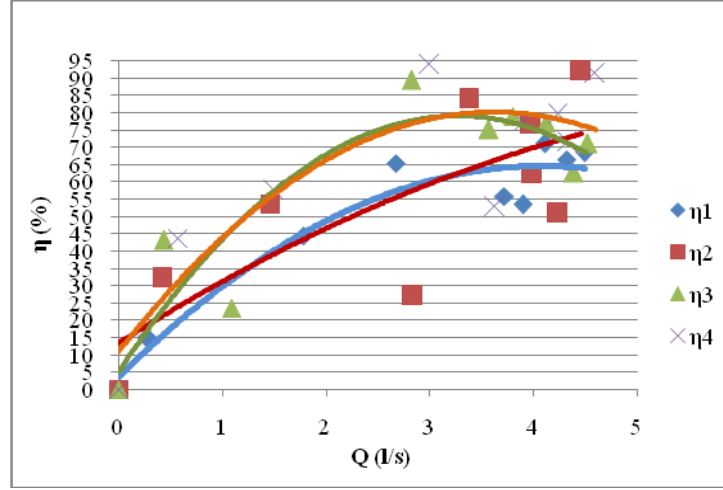
İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.177, Şekil 4.178 ve Şekil 4.179’da verilmiştir.



Şekil 4.177. İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



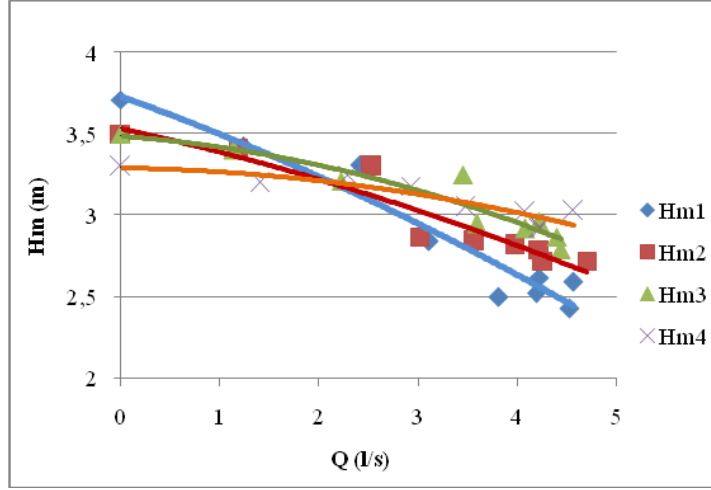
Şekil 4.178. İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri



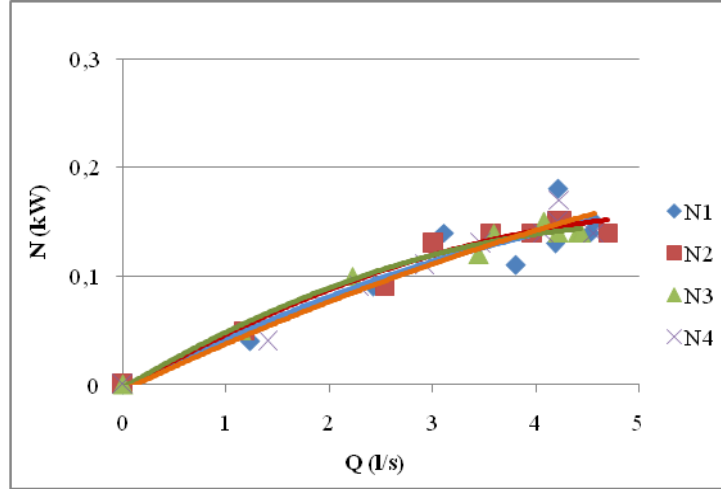
Şekil 4.179. İlk dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri

İlk dökme demir çark denemesinin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk dökme demir çark denemesinin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. İlk dökme demir çark denemesinin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İlk dökme demir çark denemesinin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir.

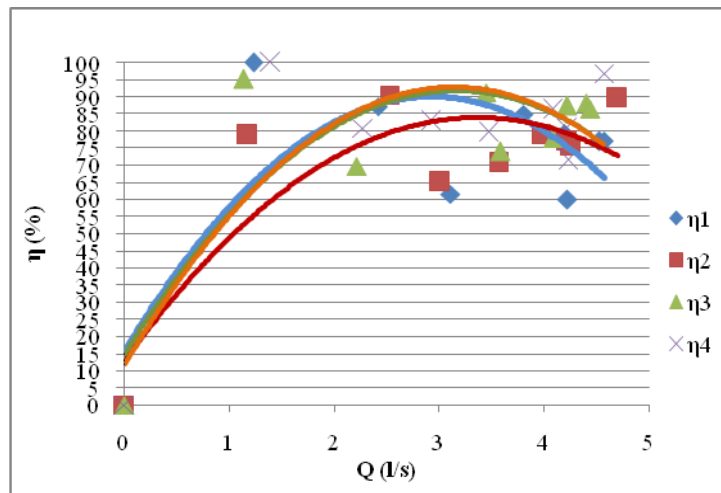
İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.180, Şekil 4.181 ve Şekil 4.182'de verilmiştir.



Şekil 4.180. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



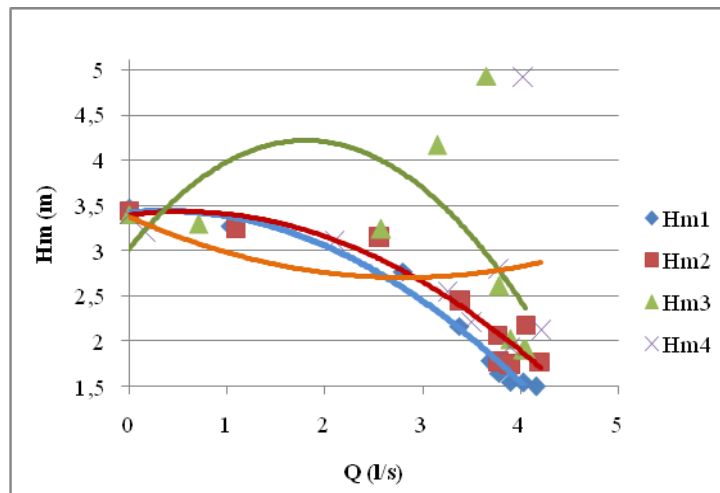
Şekil 4.181. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri



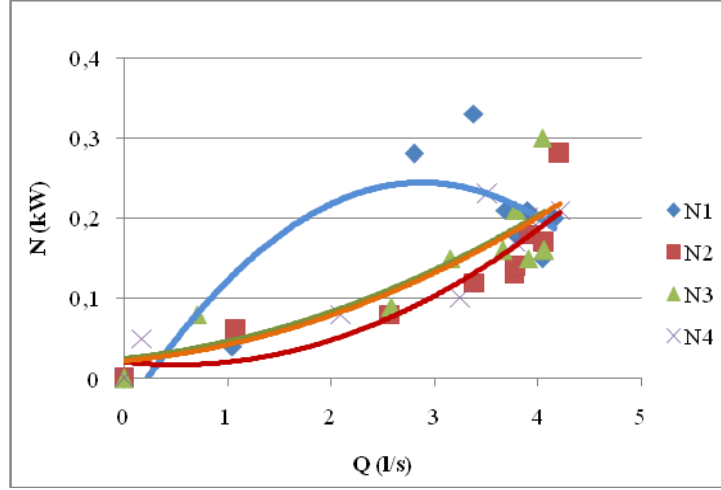
Şekil 4.182. İkinci dökme demir çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η-Q eğrisi

İkinci dökme demir çark denemesinin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İkinci dökme demir çark denemesinin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk haftanın eğrilerinde olduğu gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İkinci dökme demir çark denemesinin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftanın eğrilerinde olduğu gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İkinci dökme demir çark denemesinin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrileri ilk iki haftanın eğrilerinde olduğu gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri de belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir.

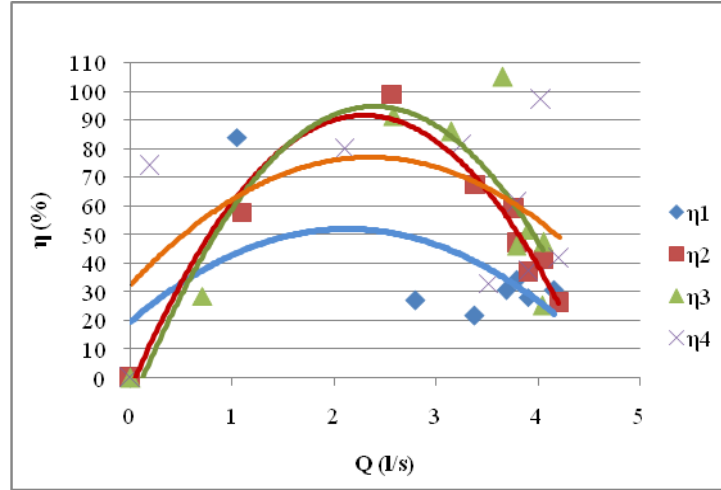
İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin ilk haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.183, Şekil 4.184 ve Şekil 4.185'te verilmiştir.



Şekil 4.183. İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



Şekil 4.184. İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri

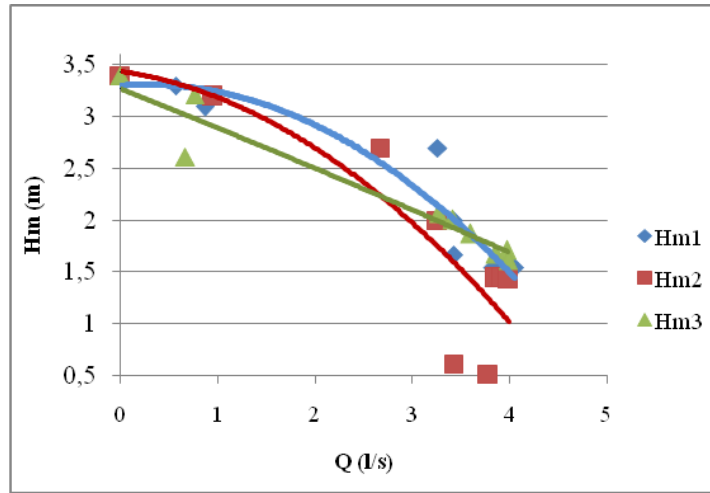


Şekil 4.185. İlk alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η-Q eğrileri

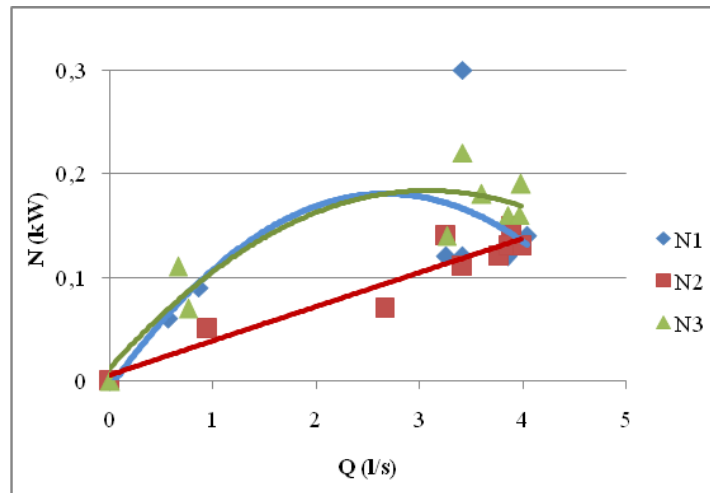
İlk alüminyum çark denemesinin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İlk alüminyum çark denemesinin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde belli bir noktadan sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İlk alüminyum çark denemesinin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış

göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. İlk alüminyum çark denemesinin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliğinde meydana gelen düşüşün, vakum ölçümlerinde meydana gelen iniş çıkışların neden olduğu düşünülmektedir.

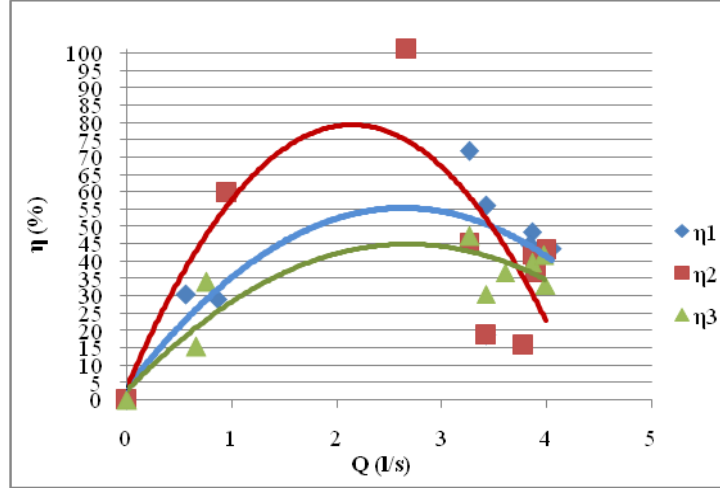
İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin ilk haftasına ait Hm-Q, N-Q ve η -Q eğrileri Şekil 4.186, Şekil 4.187 ve Şekil 4.188’de verilmiştir.



Şekil 4.186. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri



Şekil 4.187. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri



Şekil 4.188. İkinci alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η -Q eğrileri

İkinci alüminyum çark denemesinin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüğe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüğe geçmiştir. İkinci alüminyum çark denemesinin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüğe geçmiştir. İkinci alüminyum çark denemesinin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüğe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüğe geçmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kumlu sularla çalıştırılan pompalarla yapılan denemelerde, dökme demir ve alüminyum malzemelerden imal edilmiş çarklarda aşınma testleri yapılmıştır. Pompalar günde ortalama 7-8 saat olacak şekilde ve toplamda 150, 180 ve 200 saatlik süreler boyunca çalıştırılmıştır. Kumlu su karışımının pompa ile depo arasında açık devre olacak şekilde devir daim ettirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafiksel ve istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir.

Ölçümü yapılmış sıcaklık ve nem parametrelerine ait genel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir. Ortam sıcaklığı ölçümlerine bakıldığında, tüm denemelerin sonuçlarının birbirine oldukça yakın olduğu ve sabah saatlerinde düşük olan değerlerin akşam saatlerine doğru yükseldiği görülmüştür. Ortamın nemi ile ilgili yapılan ölçümlere bakıldığında ortamın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği ve ilk denemenin (150 ve 200 saatlik) sonuçlarına bakıldığında akşam saatlerine doğru artış gösterdiği, ikinci denemenin (180 saatlik) sonuçlarına bakıldığında ise öğle saatlerinde daha yüksek olduğu görülmüştür. Emme ve basma hattı sıcaklık ölçümleri, depodaki suyun sıcaklığı, salyangoz gövde ve motordan alınan sıcaklık ölçümlerine bakıldığında, her iki deneme içinde sabah saatlerinde düşük olan sıcaklığın öğleye doğru yükseldiği, akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı görülmektedir.

Çıkış basıncı ile ilgili tüm ölçümlere bakıldığında ortalama olarak 1,0 ile 1,2 bar arasında değiştiği görülmektedir. Pompa girişindeki vakum ölçümlerine bakıldığında ilk denemenin değerlerinde ani değişmelerin meydana gelmediği 100 ile 154 mmHg arasında değiştiği belirlenmiştir. İkinci denemeye ait vakum ölçümlerine bakıldığında ise ilk alüminyum çark ile yapılan denemenin üçüncü haftasında sistemde beklenmeyen bir vakum değişiminin meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak bu ölçüm zamanına ait diğer parametrelerin ölçümlerine bakıldığında ani bir iniş ya da çıkışa rastlanmamıştır. Çark ile gövde arasına giren partiküllerin meydana getirdiği bir tıkanmanın, bu ani vakum değişimine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. İkinci alüminyum çarkta ve dökme demir çarklara ait denemelerde ise ani bir iniş ya da çıkışa rastlanmamıştır.

Elektriksel akım ölçümleri incelendiğinde, ilk denemeye ait değerlerin çok fazla değişim göstermediği, yalnızca ilk 150 saatlik denemenin son haftasında ani bir yükselmenin olduğu ve bu yükselmenin de, elektrik sisteminden kaynaklanan bir arıza ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. İkinci denemeye ait ölçümlere bakıldığında ise alınan değerlerin akşam saatlerine doğru düştüğü ve ani bir yükselişin ya da düşüşün meydana gelmediği

belirlenmiştir. Elektriksel gerilim ölçümleri incelendiğinde ilk denemeye ait değerlerin 200 ile 250 V arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. İkinci 200 saatlik denemenin ilk haftasında ve ilk 150 saatlik denemenin son haftasında meydana gelen küçük düşüşlerin elektrik sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. İkinci denemeye ait gerilim ölçümlerine bakıldığında alınan tüm değerlerin pompanın çalışmasıyla, yükselişe geçtiği ve akşam saatlerinde en yüksek noktaya ulaştığı belirlenmiştir.

Devir sayısı ile ilgili ölçümler incelendiğinde ilk denemeye ait değerlerin, ikinci 200 saatlik denemenin ilk haftasında meydana gelen düşüş ile ikinci 150 saatlik denemenin ilk haftasında meydana gelen yükselme dışında tüm değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. İkinci denemeye ait devir sayısı ölçümlerine bakıldığında alüminyum çark ile yapılan ilk denemenin, ikinci haftasında meydana gelen düşüş dışında alınan tüm ölçümlerin birbirine yakın olduğu, dökme demir çark ile yapılan denemelerde ise devir sayısının akşam saatlerine doğru düştüğü görülmektedir. Alüminyum çark denemesinde oluşan bu ani düşüşün çark ile gövde arasına giren partiküllerin meydana getirmiş olabileceği düşünülmektedir.

Şebekeden çekilen toplam güç ile ilgili ilk denemenin ölçümlerine bakıldığında pompa çalıştıkça çektiği gücün arttığı görülmektedir. İkinci denemeye ait bir saatte tüketilen güç ölçümlerine bakıldığında yine aynı şekilde pompanın çalışmasına bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir.

Yapılan debi ölçümlerinde her iki denemenin ölçüm değerleri incelendiğinde kademe sayısı arttıkça herhangi bir iniş veya çıkış olmaksızın debinin de arttığı görülmektedir.

Basma yüksekliği-debi (H_m-Q), güç-debi ($N-Q$) ve verim-debi ($\eta-Q$) eğrileri incelenmiştir. Tüm denemelere ait H_m-Q eğrilerinin çoğunlukla teorikte olması gerektiği gibi belli noktadan sonra düşüşe geçtiği görülmüştür. Tüm denemelere ait $N-Q$ ve $\eta-Q$ eğrileri ise çoğunlukla belli bir noktaya kadar yükselmiş ve daha sonra düşüşe geçmiştir. Her üç eğri içinde, olması gerekenden farklı çıkan eğrilerin ölçüm esnasında sistemde meydana gelen ve o anda fark edilemeyen bir arızadan ya da insan hatasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Birinci ve ikinci denemelere ait tüm istatistiksel sonuçlar incelendiğinde genel olarak ortam sıcaklığı, nem, basma hattı üzerindeki termometre ile ölçülen sıcaklık, infrared termometre ile ölçülen suyun sıcaklığı, emme hattı girişinin sıcaklığı, basma hattı çıkışının sıcaklığı, salyangoz gövdenin iç tarafının sıcaklığı, salyangoz gövdenin emme hattı tarafının sıcaklığı, motorun mil tarafının sıcaklığı, motorun dış tarafının sıcaklığı, vakum, gerilim, devir sayısı, şebekeden çekilen toplam güç özelliklerine ilişkin ortalamalar t istatistiği ile karşılaştırılmış olup, aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). İkinci denemeye ait vakum, akım, devir sayısı, haftalık ölçülen vakum, haftalık

ölçülen akım, haftalık ölçülen devir sayısı, haftalık ölçülen bir saatte tüketilen güç miktarı özelliklerine etki ettiği düşünülen çark malzemesi ve çark faktörleri tesadüf parselleri deneme planında, iki faktörlü olarak denenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda çark x çark malzemesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu durumda tüm alt grup ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve bu işlem tüm alt grup kombinasyonları için uygulanmıştır. Her alt grupta farklı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur.

İlk denemeye ait ve hiç kullanılmamış dökme demir (lamel grafitli) çark malzemelerinin spektral analiz, mikro yapı ve sertlik ölçümleri incelendiğinde, yalnızca ilk 200 saatlik denemede kullanılan çark malzemesinin dökme demir standardında yer alan GG 15'in özelliklerine yakın olduğu ancak, yinede tam olarak aynı özellikleri taşımadığı tespit edilmiştir. Diğer kullanılan dökme demir çark malzemelerinin spektral analizleri incelendiğinde, karbon miktarlarının olması gerekenden yüksek ve silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu ve bu nedenlerle de sertliklerinin olması gerekenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İkinci denemeye ait ve hiç kullanılmamış dökme demir (lamel grafitli) çark malzemelerinin spektral analiz sonuçları incelendiğinde, karbon miktarlarının GG 15'e uygun olduğu ancak silisyum miktarlarının olması gerekenden düşük olduğu ve ilk denemenin çark malzemelerine göre sertliklerinin yüksek olduğu ancak, olması gerekenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ilk ve ikinci denemelere ait çark malzemeleri ile hiç kullanılmamış dökme demir çark malzemelerinin spektral analiz, mikro yapı ve sertlik ölçümleri incelendiğinde, denemede kullanılan çark malzemelerinin dökme demir standardında yer alan özellikleri tam olarak taşımadıkları tespit edilmiştir. İlk ve ikinci alüminyum çark malzemelerine ait spektral analiz sonuçları incelendiğinde, malzemelerin Al-Si döküm alaşımı olduğu ve ilk çarkın Al-Si₈Cu₃Fe, ikinci çarkın Al-Si₅Cu₁ alaşımına yakın olmakla birlikte, ilk çarkın Zn ve Mg oranının olması gerekenden yüksek, Cu oranının düşük olduğu, ikinci çarkın Si oranının olması gerekenden düşük, Zn oranının oldukça yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Hiç kullanılmamış çark malzemesine ait spektral analiz sonucu incelendiğinde ise, malzemenin Al-Si döküm alaşımı olduğu ve AlSi₅Cu₃Fe alaşımına yakın olmakla birlikte Zn oranının olması gerekenden yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca spektral analiz sonuçlarına göre ilk 180 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın Ti oranının daha yüksek, ikinci 180 saatlik sürede denemesi yapılmış çarkın Ti oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ilk alüminyum çarkın sertlik ölçüm değerlerinin daha yüksek olması ve ikinci alüminyum çarkın sertlik değerlerinin daha düşük olmasının alaşım içindeki Ti oranına bağlı olduğu düşünülmektedir.

İlk denemeye ait dökme demir çark malzemesinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri incelendiğinde, tüm yüzeyde su ve suyun içinde bulunan partiküllerin (kum vb.) aşındırıcı etkisi ile ince kılcal çatlakların olduğu, yer yer erozyon aşınmasının meydana geldiği ve krater görünümünde çukurcukların olduğu tespit edilmiş olup su sıcaklığının da bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Malzemelerin kırık iç yüzeyinden alınan görüntüler incelendiğinde ise kullanılmamış çark malzemesinin iç yüzeyinden farklarının olmadığı yani oluşan deformasyonun bu kısma kadar ulaşmadığı tespit edilmiştir. Yine mikro yapı görüntüsünde çarkı meydana getiren malzemenin kimyasal yapısındaki farklılıklarda kristal yapıyı etkileyerek malzeme kopuşmasını arttırmaktadır. Meydana gelen bu durumda çark yapım tekniğinin de büyük etkisi olduğu gözlenmektedir. Çark yapılarının SEM ile yapılan mikro yapı incelemelerinde deneme sonunda çarkın dış yüzeyinde aşınma ile birlikte korozyonun meydana geldiği tespit edilmiştir. Her iki etkide malzemeyi öncelikle dıştan daha ileriki aşamalarda ise içten etkisi altına alarak çarkın belli bir süre sonra fonksiyonunu yerine getirememesine neden olabilir. Çark denemelerinde gerek alüminyum, gerek dökme demir malzeme yapısında aşınmanın daha çok, çark dış yüzeyinde oluşu ve buna bağlı olarak yapıda malzeme kopmaları ile oluşan kraterler ileriki aşamalarda çatlamlara neden olacaktır. Çarkın dış yüzeyinde su kitlesinin yaratmış olduğu korozyon ve aşınma birleşerek belli bir süre sonunda pompa genel veriminin düşmesine neden olacaktır. Bunun için çarklarda özellikle iç ve dış yüzey üzerinde hem aşınmayı hem de korozyonu önleyecek yapısal tedbirleri almak için doğru imalat yönteminin uygulaması gerekmektedir. Bu amaçla yüzey sertleştirme uygulamaları önerilir. Sertleşmeye bağlı olarak yüzey kalitesinin iyileştirilmesi, su akışının da kolay olmasını sağlayacak ve su ile çark arasındaki sürtünmenin en aza indirilmesi sağlanmış olacaktır. Böylece pompa genel veriminin çarktaki bu yapı sayesinde artırılması temin edilecektir. Çark imalatında bu aşamada fonksiyonel derecelendirilmiş malzemelerin kullanılması ile yapıda verimlilik, aşınma problemi ve buna bağlı korozyon oluşumunun en aza indirilmesi açısından oldukça iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu konuya günümüzde her ne kadar yeterli önem verilmiyorsa da ileriki zamanlarda malzeme kaybı, enerji ve su tüketimi gibi konular daha çok önem kazanacaktır. Sonuçta gelişen malzeme teknolojisinin pompa çark yapılarında uygulanmasıyla büyük kazanımlar elde edilecektir.

Bu çalışmadan çıkan sonuca göre alüminyum çarklarda ağırlık kaybı ve aşınma dökme demir çarklara göre daha az olmuştur. Ayrıca dökme demir çarkların alüminyum çarklardan daha ağır olması nedeniyle daha fazla enerji kullanılmasına da neden olur. Alüminyum

çarkların daha hafif olması, daha az ağırlık kaybı ve aşınması nedeniyle, sulama pompalarında alüminyum çarkların kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Bütün bu değerlendirmeler ışığı altında sulama pompaj tesislerinde korozyon etkisinin en aza indirilmesi için şu önerileri sıralayabiliriz.

1-Sulama suyu ile pompaj tesisi arasında mutlak bir ilişki vardır. Bu açıdan sulama suyunun ana parametreleri dikkate alınarak, pompa ve buna bağlı olarak pompa elemanları malzemeleri seçilmelidir.

2-Pompa elemanları malzemelerinin gerek imalatında gerek montaj aşamasında, korozyonu azaltacak şekilde, pompa yapım teknolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda özellikle pompa gövdesi ve çarkı üzerinde durulmalıdır.

3-Sulama pompaj tesislerinde pompanın işletme koşullarının yakından izlenmesi korozyon oluşumunun engellenmesinde en önemli unsurlardan biridir. Böylece çalışma koşullarıyla oluşan korozyon noktalarında gerekli korozyon önleme yöntemlerinin (boya vb.) uygulanması, sorunun başlangıç seviyesinde azalmasına olanak sağlayabilir.

4-Arazi koşullarında sulama pompaj tesislerinde pompa ve motor grubunun, bir sehpa üzerine monte edilerek toprak ve su ile temasları kesilerek korozyon oluşumunun azaltılması için önerilebilir.

5-Genel olarak sulama pompaj tesislerinde sık aralıklarla bakımlarının yapılması, korozyon oluşumunu önleme yönünden daha etkili olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Akagündüz S (2001). Çarklarda malzeme seçimi karışık akışlı çark geometrilerinde noryl malzeme uygulaması. 4.Pompa Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 206-214.

Akıncı M (2006). Sulama Sistemleri. <http://khgm.gov.tr/kutuphane/MAKALE/makale002.htm> (erişim tarihi, 26.05.2006)

Anonim (1999). Santrifüj Pompalar-Karışık Akışlı ve Eksenel Pompalar Kabul Deneyi Esasları-Sınıf c. Türk Standartları Enstitüsü, 47s, Ankara, 1999.

Anonim (2006). Rotodinamik Pompalar - Hidrolik Performans Kabul Deneyleri - Sınıf 1 ve Sınıf 2, 72s, Ankara, 2006.

Anonim (2004). Korozyon. <http://www.sanalhoca.com> (erişim tarihi, 18.02.2004)

Anonim (2006). Dökme Demir-Grafit Mikroyapısının Gösterilmesi. Türk Standartları Enstitüsü, 12s, Ankara, 2006.

Anonim (2007a). Korozyon ve Türleri. <http://www.saritas.com.tr/ktlg/pdf/Paslanmaz%20Celik%20Saritas%2006.pdf> (erişim tarihi, 08.10.2007)

Anonim (2007b). Pompa. http://www.basaranisi.com.tr/dosyalar25_4_39.pdf (erişim tarihi, 15.11.2007)

Anonim (2008a). Tekirdağ İli Tarımsal Kuraklık Eylem Planı. T.C. Tekirdağ Valiliği Tarım İl Müdürlüğü Yayını, 63 s.

Anonim (2008b). Temiz Su Dalgıç Pompaları ve Elektrik Motorları, http://ebitt.com.tr/m_x_sd_cs.html

Anonim (2010a). Dökme Demirler. http://metalurjidanismanlik.com/index_dosyalar/Page330.htm (erişim tarihi, 21.03.2010)

Anonim (2010b). Korozyonun Önemi. <http://www.bilgininadresi.net/Madde/32107/Korozyonun-%C3%96nemi> (erişim tarihi, 31.03.2010)

Anonim (2010c). Korozyon Teknolojisi. <http://www.deltaendustriyel.com/01-04--Korozyon-Teknolojisi-ve-Tan%FDm%FD.php> (erişim tarihi, 02.03.2010)

Arıkan R (2007). Saffil (δ -Al₂O₃) Fiber takviyeli ZA-12 alaşımının sürtünme aşınma davranışları. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22:359-368.

Ariely S, Khentov A (2006). Erosion corrosion of pump impeller of cyclic cooling water system. Engineering Failure Analysis, 13(6):925-932.

Arduç F (1996). Mimaride Alüminyum. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aslan H (2000). Tekirdağ' da Tarım. Burcu Ofset Matbaacılık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, 360s, Tekirdağ.

Ay M, Çaydaş U, Hasçalık A (2006). Toz metalurjisi yöntemi ile üretilen Fe-C-Mo-FeCr kompozitinin adhesiv aşınma davranışının incelenmesi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:25-31.

Ayder E, İlikan A N (2009). Rotodinamik Pompaların Tüm Alan Karakteristikleri. http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/9ab1baa033bd371_ek.pdf (erişim tarihi, 17.02.2010).

Baysal B K (1975). Tam Santrifüj Pompalar. İTÜ Kütüphanesi Sayı:1038, 155 s, İstanbul.

Brown A (2005). Weld overlay cladding – the solution to pump corrosion? Arc energy resources, 12:50-54.

Buytoz S, Eren H (2007). Al metal matris kompozitlerin abrasiv aşınma performansına takviye elemanlarının etkisi. FÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2):209-216.

Çakır A (1990). Metalik Korozyon İlkeleri ve Kontrolü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No:131, 391s, Ankara.

Çalışır S (1996). Konya'da İmal Edilen Pompaların İşletme Karakteristikleri ve

Değişik Yönde Uygulamalarının Belirlenmesi. Doktora Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çamoğlu G (2004). Farklı Yapımcı ve Yapım Özelliklerine Sahip Damlatıcılarda Eş Su Dağılımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Çetin M, Gül F (2006). Östemperlenmiş küresel grafitli dökme demirin abrasiv aşınma davranışına östemperleme işleminde soğutmanın etkisi, GÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(2):359-366.

Çetin M, Gül F (2007). Kuru kayma şartlarında matris yapısının küresel grafitli dökme demirin sürtünme katsayısına ve pim sıcaklığına etkisi. GÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22:273-280.

Doruk M (1995). Korozyonun temel ilkeleri üzerine. Korozyon Dergisi, 7:3-19.

Doğuş R, Tezer E (1963). Santrifüj pompalarda karakteristik eğriler ve bunların değerlendirilmesi. Ziraat Makineleri Dergisi, 3:21-23.

Eker B, Akdoğan A (2001). Pompa yapım malzemelerinde korozyon etkisi ve çözüm yolları. 4.Pompa Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 215-224, İstanbul.

Eker B, Yüksel E (2005). Tarım makinelerinde korozyondan korunma yöntemleri üzerine bir çalışma. MakinaTek Aylık İmalat ve Teknoloji Kültürü Dergisi, 10:102-108.

Erbil M (1995). Korozyonun önlenmesi. Korozyon Dergisi, 7:27-34.

Ertöz A Ö (2003). Pompalarda Enerji Verimliliği, http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/04321478f4bc79e_ek.pdf (erişim tarihi, 07.03.2010)

Ertöz A Ö (2005). Jeotermal akışkanların pompajı, VII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 601-608, İzmir.

Ertöz A Ö, Duymuş E (2001). Değişken Devirli Pompa Seçimi, www.vansan.com.tr/degisken.pdf (erişim tarihi, 03.03.2009)

Gölcü M (2001). Dalgıç Pompalarda Çarka Ara Kanatçık İlavesinin Verime Etkisinin Analizi. Doktora Tezi, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Gündoğmuş E, Çakmak B, Tanrıvermiş H, Türker M (2001). Türkiye’de sulama tesislerinin birlik ve kooperatiflere devri ve devir sonrası tesislerin işletmeciliğinde yaşanan sorunlar. 1.Ulusal Sulama Kongresi, 82-91, Antalya.

Güngör Y (2001). Malzeme Bilgisi. Yayın No.1142, 141 s, İstanbul.

Güven A, Özcan M T (2005). Sade karbonlu çeliklerin mineral ortamlarda abrasif aşınmasında aalzeme sertliğinin aşınma üzerine etkisi. Mühendis ve Makine, 46:26-33.

İnce U, Toksoy M, Güden M (2004). İzmir-Balçova jeotermal doğrudan ısıtma sisteminde kullanılan St-37 karbon çelik malzemesinin değişik akışkan hızlarındaki korozyon davranışı ve mekanik özelliklerindeki değişimler. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 83:3-12.

İstanbulluoğlu A (2001). Uygulamalı Havza Projesi. T.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Notları, Tekirdağ.

İşcan S, Tepeli E, Uyan A, Yaşar M, Çavdar A (2004). Sulamanın Temel Esasları 1. Yayın No. 2, 209 s, Adana.

Kanber R (1999). Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: A-52, 418 s, Adana.

Karaca M (2005). Farklı Silt Karışım Oranlarının Santrifüj Pompa Karakteristikleri ve Çark Malzemeleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kesici T, Kocabaş Z (2007). Biyoistatistik. A.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayın No. 94, 369 s, Ankara.

Kondo M, Takahashi M (2005). Metallurgical study on electro-magnetic flow meter and pump for liquid lead-bismuth flow progress in nuclear energy, 47:639-647.

Kurbanoğlu C, Gölcü M, Korkmaz E (2008). Farklı Kanat Sayıları ve Kanat Çıkış Açılarında Ara Kanatçık Uzunluğunun Dalgıç Pompa Performansına Etkileri. <http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ%2CTTAR%2CTTIP%2CTMU>

- H%2CTSOS&ano=99581_8b4dd6a6699ab2ae5bd4eac4b3690f21 (erişim tarihi, 31.03.2010)
- Muratoğlu M, Demirel M (2009). Cu/Ni₃Al metal matrisli kompozitin kuru kayma aşınma davranışlarının araştırılması. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İATS), Karabük.
- Nalbantoğlu B (2001). Pompalarda ömür boyu maliyet ve sistem etkinliği. 4.Pompa Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 178-185, İstanbul.
- Onaran K (1993). Malzeme Bilimi. Bilim Teknik Yayınevi, 368 s, İstanbul.
- Özdemir A (1969). Pompaj ile Sulama ve Bununla İlgili Problemler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını No:109, Erzurum.
- Serfiçeli S (2000). Malzeme Bilgisi. Devlet Kitapları, Birinci Baskı, 304 s, İstanbul.
- Soysal M İ (1998). Biometrinin Prensipleri (İstatistik 1 ve 2 Ders Notları). T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Notları, Yayın No. 95, 331 s, Tekirdağ.
- Tayfur M (2003). Su: İnsan sağlığı ve yaşamı için önemi. KaDeFe, 27(1):27-32.
- Tellioglu Ş (1967). Pompalar Hakkında Teknik Bilgiler, Türkiye Şeker Fabrikası Anonim Şirketi, Neşriyatı No:144, Mars Matbaası, Ankara.
- Tezer E (1978). Sulama Pompaj Tesisleri (Proje Seçim ve İşletme Yöntemleri). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Uçan K (2000). Kahramanmaraş sulaması alanındaki çiftçilerin sulama ve drenaj problemleri. K.S.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(2):83-94.
- Uygur İ (2007). Fe-Cu-C çeliklerine mangan ilavesinin mekanik özelliklere etkisi. G.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(3):325-330.
- Yalçın K (1998). Hacimsel ve Santrifüj Pompalar. ISBN 975-436-034-0, Çağlayan Kitabevi, 585 s, İstanbul.
- Yıldırım O (2003). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 489, 348 s, Ankara.
- Yıldızlı K, Odabaş D, Nair F (2003). Borlanmış AISI 1020 çeliğinin eroziv aşınma davranışının incelenmesi. BA.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1):130-140.
- Yılmaz S S, Ünlü B S, Varol R (2005). Borlanmış demir esaslı FeCu-grafit T/M malzemenin aşınma ve mekanik özellikleri. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:11-21.
- Yılmaz S S, Ünlü B S, Varol R (2007). Borlama ve bilyalı dövmenin demir esaslı T/M malzemelerde yorulma davranışına etkisi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1:61-68.
- Yüksel A N (2007). Suyun Önemi, 22 Mart Dünya Su Günü Etkinlikleri 2007, Küresel Su Krizinin Boyutları ve Dünya Perspektifi, SUSED, Yayın no: 1, S.3-13, İstanbul.
- Yüksel E, Eker B (2005). An experiment on the corrosive effect on metals of agricultural insecticide chemical that are used in agricultural combatting equipment. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 11(4):511-518.
- Yüksel E, Eker B (2009). Tarımsal sulamada kullanılan santrifüj pompaların paslanmaz çelik malzemedan yapılmış çarklarında meydana gelebilecek aşınmanın belirlenmesi. N.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(3):303-314.
- Zeren M, Karakulak E (2008). Titanyumun Al-Si ötektik alaşımlarının aşınma ve sertlik özelliklerine etkisi. Metal Dünyası, 118-119.
- Zhi S, Wenyin W (2000). Studying corrosion in the vane wheel (taker) of a submersible pump. World Pumps, pp.24-28

EK 1 İncelenen sulama pompaj tesislerinin bulunduğu yerler

Üretici No	İli	İlçesi	Köyü	İşletme sahibi
1	Tekirdağ	Merkez	Karaevli	Mehmet Karaevli
2	Tekirdağ	Merkez	Yazır	Hüseyin Ülkü
3	Tekirdağ	Merkez	Yazır	Murat Yavuz
4	Tekirdağ	Merkez	Yazır	Bilinmiyor
5	Tekirdağ	Merkez	Naip	Bilinmiyor
6	Tekirdağ	Merkez	Köseilyas	İnanç Tüzün
7	Tekirdağ	Merkez	Köseilyas	Bilinmiyor
8	Tekirdağ	Hayrabolu	Çiftlikçi	Mustafa Yavuz
9	Tekirdağ	Hayrabolu	Çiftlikçi	Mustafa Yavuz
10	Tekirdağ	Hayrabolu	Ortaca	Bilinmiyor
11	Tekirdağ	Merkez	-	Bağcılık Araştırma Enstitüsü
12	Çanakkale	Gelibolu	Evreşe	Bilinmiyor
13	Çanakkale	Gelibolu	Evreşe	Bilinmiyor
14	Çanakkale	Gelibolu	Evreşe	Bilinmiyor
15	Çanakkale	Gelibolu	Evreşe	Bilinmiyor
16	Çanakkale	Gelibolu	Bayramiç	Bilinmiyor
17	Çanakkale	Gelibolu	Çokal	Bilinmiyor
18	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Hulusi Eker
19	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Halil Gönen
20	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Davut Şıpka
21	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Ferruh Çevik
22	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Erdem Ankara
23	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Eyüp Çevik
24	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Necdet Tekin
25	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Şaban Bayar
26	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Kamil Arda
27	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Ahmet Ateş
28	Edirne	Uzunköprü	Balaban	İbrahim Kınağlı
29	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Efraim Kabadağ
30	Edirne	Uzunköprü	Balaban	Şinasi Değirmenci
31	Edirne	Uzunköprü	-	Selahattin Özçetin
32	Edirne	Uzunköprü	-	İsmail Odabaşı
33	Edirne	Uzunköprü	-	Ercan Odabaşı
34	Edirne	Uzunköprü	-	Osman Engin
35	Edirne	Uzunköprü	-	Saim Odabaşı
36	Edirne	Uzunköprü	-	Haşim Göksu
37	Edirne	Uzunköprü	-	Üzeyir Kayhan
38	Edirne	Uzunköprü	-	Sami Kıyas Erdoğan
39	Edirne	Uzunköprü	-	Fethi Erdoğan
40	Edirne	Uzunköprü	-	Fethi Erdoğan
41	Edirne	Uzunköprü	-	Fahri Yılmaz

EK 2 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
1	Santrifüj (salyangoz)	250	10	Sondaj	Sondaj (160m)	-	-
2	Pancar santrifüj	25	5	Dere	-	-	-
3	Magirüs motor ve santrifüj pompa	600	7	Dere	-	-	-
4	Dizel motopomp	700	5	Dere	-	-	-
5	Dizel motopomp	30	5	Dere	-	-	-
6	Dizel motopomp	250	Kuyu olduğu için hemen yanında	Kuyu	Çakma boru derinliği 20m	-	-
7	Dizel motopomp	200	Kuyu olduğu için hemen yanında	Parsel ikiye bölünmüş yarısı havuz yarısı kuyu	50 m ³ lük havuz	-	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)	Sulama imkanlarının yeterliliği	
1	-	-	Damla sulama ve elma	Killi	35	-	
2	-	Dere	Damla sulama ve biber,bamya, fasulye,patlıcan, domates	Killi	6-7	-	
3	-	Dere	Yağmurlama sulama ve pancar	Killi	20	-	
4	-	-	Yağmurlama sulama ve marul	Killi	3	-	
5	-	-	Damla sulama ve hıyar	Ağır killi	5x3m ² sera	-	
6	-	-	Damla sulama ve mısır ve her çeşit sebze	Ağır killi	50	-	
7	-	-	Damla sulama ve her çeşit sebze ve mısır sonbaharda yağmurlama sulama ile ıspanak	Ağır killi	7	-	

EK 3 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
8	Pancar motor	300	Kuyu olduğu için hemen yanında	Kuyu	-	-	-
9	Pancar motor	Tarladaki boru uzunluğu 700, ana boru 15	Kuyu olduğu için hemen yanında	Kuyu	-	-	-
10	Santrifüj pompa-Magürüs motor	Ana boru 35	10-15	Dere	-	-	-
11	Hidraforlu pompa	Kuyu hemen altında	Kuyu hemen altında	Kuyu	-	-	-
12	Dizel Lombardini	40	1	Dere	-	-	-
13	Pancar motor	150	30-40	Dere	-	-	-
14	Pancar motor	5	3	Dere	-	-	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)	Sulama imkanlarının yeterliliği	
8	-	-	Yağmurlama sulama ve pancar	Siltli kil	8	-	
9	-	-	Yağmurlama sulama ve mısır	Siltli kil	27	-	
10	-	-	Yağmurlama sulama ve pancar	Killi	25	-	
11	-	-	Damla ve yağmurlama sulama, çim ve bağ	Killi tın	10	-	
12	-	-	Yağmurlama sulama ve domates	Killi	5	-	
13	-	-	Yağmurlama sulama ve mısır	Killi	20	-	
14	-	-	Tava sulama ve çeltik	Killi	15	Yetersiz. Çokal barajının bitirilmesi rahatlamayı sağlayacaktır.	

EK 4 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
15	Pancar motor	125	10-15	Dere	-	-	-
16	Honda	100-150	100	Dere	-	-	-
17	Dizel Lombardini	25	2	Dere	-	-	-
18	Pancar motor	450	10-30	Baraj	-	Kanal	-
19	Pancar motor	300	0-50	Baraj	-	Kanal	-
20	Pancar motor	500	20-70	Baraj	-	Kanal	-
21	Pancar motor	370	10-40	Baraj	-	Kanal	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						Sulama imkanlarının yeterliliği
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)		
15	-	-	Yağmurlama sulama ve mısır	Killi	15	Yetersiz. Çokal barajının bitirilmesi rahatlamayı sağlayacaktır.	
16	-	-	Damla sulama ve domates	Siltli kil	20	Yetersiz. Çokal barajının bitirilmesi rahatlamayı sağlayacaktır.	
17	-	-	Yağmurlama sulama ve mısır	Killi	10	Yetersiz. Çokal barajının bitirilmesi rahatlamayı sağlayacaktır.	
18	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzey sulama, karpuz, kavun, ayçiçeği, pancar, mısır	Kumlu kil	80 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
19	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzey sulama, karpuz, kavun, ayçiçeği, pancar, mısır	Kumlu kil	80 ve sulu tarım	-	
20	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzey sulama, pancar ve domates	Kumlu kil	50 ve sulu tarım	-	
21	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzey sulama, pancar ve kavun	Kumlu kil	40 ve sulu tarım	-	

EK 5 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
22	Pancar motor	400	10-45	Baraj	-	Kanal	-
23	Pancar motor	380	25-55	Baraj	-	Kanal	-
24	Pancar motor	400	20-40	Baraj	-	Kanal	-
25	Pancar motor	480	40-80	Baraj	-	Kanal	-
26	Santrifuj pompa	600	20-45	Baraj	-	Kanal	-
27	Pancar motor	250	10-30	Baraj	-	Kanal	-
28	Pancar motor	380	20-50	Baraj	-	Kanal	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)	Sulama imkanlarının yeterliliği	
22	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama, karpuz, kavun, domates	Kumlu kil	45 ve sulu tarım	-	
23	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz, domates	Kumlu kil	35 ve sulu tarım	-	
24	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz, kavun	Kumlu kil	50 ve sulu tarım	-	
25	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz, kavun, domates	Kil	40 ve sulu tarım	-	
26	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, pancar	Kil	50 ve sulu tarım	-	
27	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz	Kil	25 ve sulu tarım	-	
28	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz	Kil	35 ve sulu tarım	-	

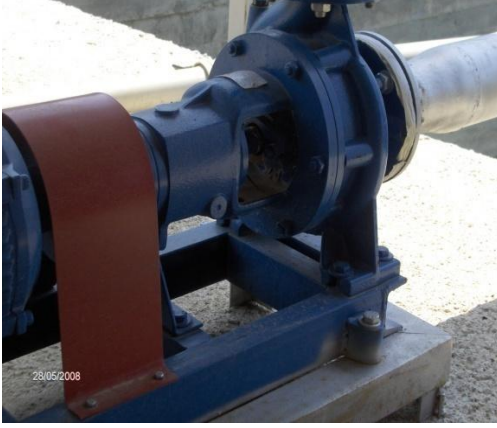
EK 6 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
29	Pancar motor	350	0-20	Baraj	-	Kanal	-
30	Pancar motor	300	0-20	Baraj	-	Kanal	-
31	Pancar motor	340	0-35	Baraj	-	Kanal	-
32	Pancar motor	320	0-25	Baraj	-	Kanal	-
33	Pancar motor	400	0-40	Baraj	-	Kanal	-
34	Pancar motor	250	0-20	Baraj	-	Kanal	-
35	Pancar motor	470	0-40	Baraj	-	Kanal	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						Sulama imkanlarının yeterliliği
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)		
29	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, kavun, karpuz, mısır	Kil	35 ve sulu tarım	-	
30	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, mısır	Kil	40 ve sulu tarım	-	
31	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, kavun	Kumlu kil	25 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
32	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama, karpuz, domates	Kumlu kil	25 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
33	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz	Kumlu kil	40 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
34	-	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz	Kumlu kil	20 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
35	Gölet	-	Yağmurlama sulama, kavun, karpuz	Kumlu kil	45 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	

EK 7 İncelenen pompaj tesislerine ait bilgiler

Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Pompa tipi	Boru uzunluğu (m)	Tesisin sulama kaynağına uzaklığı (m)	Tesiste kullanılan sulama suyunun kaynağı	Kuyu tipi	Kanal	Kanalet
36	Lombardini motor	380	5-280	Baraj	-	Kanal	-
37	Pancar motor	380	20-50	Baraj	-	Kanal	-
38	Pancar motor	350	0-20	Baraj	-	Kanal	-
39	Pancar motor	300	0-20	Baraj	-	Kanal	-
40	Pancar motor	340	0-35	Baraj	-	Kanal	-
41	Pancar motor	320	0-25	Baraj	-	Kanal	-
Çiftçiler	Pompaj Tesisi Elemanları						
	Baraj	Dere tipi	Kullanılan sulama yöntemi ve bitki cinsi	Toprak özellikleri	Ekim yapılan alan (da)	Sulama imkanlarının yeterliliği	
36	-	-	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, kavun ve fıstık	Kumlu	94 ve sulu tarım	-	
37	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama ve karpuz	Kil	35 ve sulu tarım	-	
38	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, kavun, karpuz, mısır	Kil	35 ve sulu tarım	-	
39	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, mısır	Kil	40 ve sulu tarım	-	
40	Gölet	Dere	Yağmurlama ve yüzeysel sulama, karpuz, kavun	Kumlu kil	25 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	
41	Gölet	Dere	Yağmurlama sulama, karpuz, domates	Kumlu kil	25 ve sulu tarım	Kısmen yeterli	

EK 8 Karaevli köyü 1 no'lu pompaj tesisi



EK 9 Yazır köyü 2 no'lu pompaj tesisi



EK 10 Yazır köyü 3 no'lu pompaj tesisi



EK 11 Yazır köyü 4 no'lu pompaj tesisi



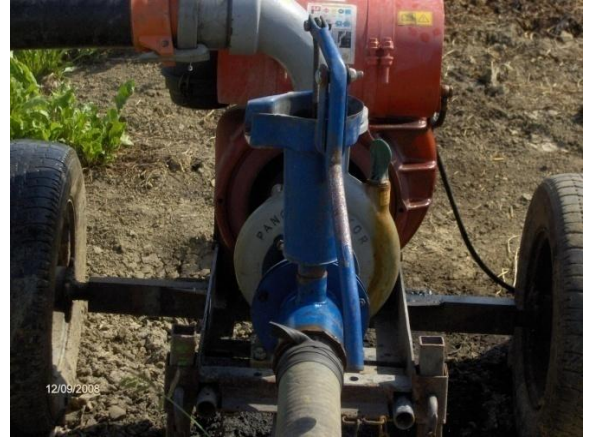
EK 12 Naip köyü 5 no'lu pompaj tesisi



EK 13 Köseilyas köyü 6 no'lu pompaj tesisi



EK14 iftliki ky 8 no'lu pompaj tesisi



EK 15 iftliki ky 9 no'lu pompaj tesisi



EK 16 Ortaca köyü 10 no'lu pompaj tesisi



EK 17 Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü 11 no'lu pompaj tesisi



EK 18 Balaban köyü 18 no'lu pompaj tesisi



EK 19 Balaban köyü 19 no'lu pompaj tesisi



EK 20 Balaban köyü 20 no'lu pompaj tesisi



EK 21 Balaban köyü 21 no'lu pompaj tesisi



EK 22 Balaban köyü 22 no'lu pompaj tesisi



EK 23 Balaban köyü 23 no'lu pompaj tesisi



EK 24 Balaban köyü 24 no'lu pompaj tesisi



EK 25 Balaban köyü 25 no'lu pompaj tesisi



EK 26 Balaban köyü 26 no'lu pompaj tesisi



EK 27 Balaban köyü 27 no'lu pompaj tesisi



EK 28 Balaban köyü 29 no'lu pompaj tesisi



EK 29 Balaban köyü 30 no'lu pompaj tesisi



EK 30 Uzunköprü 31 no'lu pompaj tesisi



EK 31 Uzunköprü 32 no'lu pompaj tesisi



EK 32 Uzunköprü 33 no'lu pompaj tesisi



EK 33 Uzunköprü 34 no'lu pompaj tesisi



EK 34 Uzunköprü 35 no'lu pompaj tesisi



EK 35 İlk 150 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
Q (l/s)	0	0,25	0,47	0,58	1,46	1,62	1,63	1,69	1,70
Hm (m)	3,58	3,78	3,69	3,96	3,75	3,56	3,30	3,10	3,20
N (kW)	0	0,16	0,30	0,27	0,22	0,27	0,28	0,39	0,28
η (%)	0	5,90	5,60	8,40	24,40	20,90	18,80	13,20	19
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,03	0,46	0,81	1,45	1,62	1,63	1,68	1,84
Hm (m)	3,73	3,90	3,96	4,05	3,86	3,60	3,30	3,21	3,16
N (kW)	0	0,22	0,23	0,25	0,34	0,29	0,27	0,24	0,29
η (%)	0	0,55	7,70	12,80	16,20	19,70	19,50	22	19,70
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,19	0,33	1,04	1,41	1,62	1,63	1,66	1,67
Hm (m)	3,18	3,86	3,92	4,13	3,85	3,65	3,4	3,21	3,11
N (kW)	0	0,19	0,26	0,28	0,36	0,28	0,26	0,31	0,29
η (%)	0	3,70	4,90	15,10	14,40	20,60	20,90	16,90	17,60
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,16	0,51	0,78	1,32	1,62	1,63	1,68	1,74
Hm (m)	3,82	4	4,35	4,16	3,96	3,7	3,43	3,25	3,15
N (kW)	0	0,11	0,42	0,24	0,27	0,31	0,29	0,25	0,23
η (%)	0	5,60	5,10	13,20	19	18,90	18,90	21,40	23,40

EK 36 İkinci 150 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
	Q (l/s)	0	0,07	0,36	0,89	1,18	1,31	1,43	1,58
Hm (m)	4,42	4,40	4,36	4,19	4	3,81	3,64	3,61	3,64
N (kW)	0	0,11	0,28	0,21	0,25	0,21	0,25	0,29	0,27
η (%)	0	2,70	5,50	17,40	18,50	23,30	20,30	19,30	22,80
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,03	0,69	0,88	1,18	1,39	1,45	1,58	1,73
Hm (m)	4,90	5,17	5,09	4,95	4,78	4,93	4,38	4,36	4,31
N (kW)	0	0,14	0,21	0,19	0,22	0,21	0,24	0,22	0,24
η (%)	0	0,94	16,30	22,40	25,20	32,10	26	30,70	30,40
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,11	0,40	0,90	1,17	1,46	1,45	1,60	1,73
Hm (m)	4,47	4,49	4,23	4,14	3,76	3,79	3,61	3,44	3,34
N (kW)	0	0,12	0,21	0,23	0,66	0,26	0,25	0,28	0,23
η (%)	0	4	7,90	15,80	6,50	20,80	20,60	19,30	24,70
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,07	0,63	0,71	1,18	1,42	1,48	1,55	1,73
Hm (m)	4,57	4,47	4,28	4,21	3,98	3,59	3,66	3,58	3,40
N (kW)	0	0,12	0,26	0,24	0,26	0,24	0,24	0,25	0,52
η (%)	0	2,50	10,10	12,10	17,60	20,80	22,20	21,80	11,10

EK 37 İlk 200 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
Q (l/s)	0	0,10	0,44	0,92	1,37	1,42	1,59	1,67	1,72
Hm (m)	3,07	3,52	3,82	3,76	3,60	3,33	3,17	3,19	3,10
N (kW)	0	0,11	0,34	0,52	0,69	0,91	1,13	1,34	1,57
η (%)	0	3,15	7	18,10	29	21,40	22	25,70	21,90
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,19	0,39	0,75	1,37	1,42	1,59	1,67	1,68
Hm (m)	2,97	3,92	3,86	4,13	3,73	3,32	2,97	3	2,97
N (kW)	0	0,09	0,31	0,15	0,23	0,38	0,22	0,27	0,19
η (%)	0	7	4,60	20,10	22	12,40	20,90	18,20	25,80
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,07	0,42	0,86	1,39	1,47	1,64	1,69	1,89
Hm (m)	3,07	3,21	3,92	3,92	3,73	3,50	3,17	3	3
N (kW)	0	0,10	0,21	0,20	0,18	0,28	0,22	0,25	0,24
η (%)	0	2,20	7,60	16,40	28,40	18	22,80	20,30	23,60
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,02	0,41	0,85	1,33	1,64	1,67	1,73	1,79
Hm (m)	3,17	3,75	3,79	3,72	3,83	3,63	3,23	3,09	3,04
N (kW)	0	0,10	0,21	0,13	0,17	0,18	0,19	0,21	0,21
η (%)	0	0,86	7,20	23,90	29,10	32,10	28,20	24,90	25,40

EK 38 İkinci 200 saatlik denemenin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
	Q (l/s)	0	0,06	0,52	0,87	1,50	1,55	1,90	1,94
Hm (m)	3,41	3,58	3,64	3,72	3,83	3,63	3,23	3,54	3,44
N (kW)	0	0,12	0,24	0,27	0,24	0,25	0,31	0,28	0,29
η (%)	0	1,86	7,60	11,80	23,50	22,10	19,50	24	23,50
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,10	0,48	0,98	1,52	1,72	1,78	1,98	2,01
Hm (m)	3,51	3,65	3,75	3,72	3,93	3,63	3,85	3,61	3,66
N (kW)	0	0,13	0,28	0,27	0,33	0,27	0,32	0,31	0,28
η (%)	0	2,53	6,40	13,30	17,80	23	21	22,60	25,80
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,11	0,50	0,96	1,64	1,70	1,84	1,99	2,21
Hm (m)	3,51	3,70	3,83	3,69	3,83	3,73	3,94	3,64	3,66
N (kW)	0	1	0,23	0,31	0,27	0,23	0,31	0,29	0,29
η (%)	0	0,40	8,22	11,20	22,90	27,10	23	24,50	27,30
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,07	0,48	0,90	1,71	1,83	1,84	1,98	2
Hm (m)	3,41	3,72	3,78	3,83	3,93	3,76	3,90	3,79	3,65
N (kW)	0	0,10	0,26	0,24	0,24	0,40	0,33	0,31	0,27
η (%)	0	2,80	7,01	14,10	27,60	16,90	21,30	23,70	26,50

EK 39 İlk dökme demir çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
	Q (l/s)	0	0,28	1,78	2,67	3,72	3,90	4,11	4,32
Hm (m)	3,30	3,30	3,10	3	1,84	1,81	2,82	2,82	2,79
N (kW)	0	0,06	0,13	0,12	0,12	0,13	0,16	0,18	0,18
η (%)	0	14,90	44,40	65,30	55,70	53,30	71	66,40	68,30
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,42	1,46	2,84	3,38	3,98	3,99	4,24	4,46
Hm (m)	3,10	3,10	3	2,90	2,54	2,54	2,38	2,45	2,52
N (kW)	0	0,04	0,08	0,30	0,10	0,13	0,15	0,20	0,12
η (%)	0	32,20	53,60	26,90	83,90	76,40	62,10	50,90	91,90
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,42	1,09	2,82	3,57	3,80	4,12	4,39	4,52
Hm (m)	3,20	3,11	3,10	2,91	2,57	2,54	2,48	2,18	2,08
N (kW)	0	0,03	0,14	0,09	0,12	0,12	0,13	0,15	0,13
η (%)	0	43	23,50	89,40	74,90	78,80	77	62,60	70,90
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,57	1,50	2,95	3,63	3,92	4,23	4,32	4,60
Hm (m)	3,30	3,11	3,11	2,91	1,63	2,62	2,49	2,36	2,43
N (kW)	0	0,04	0,08	0,09	0,11	0,13	0,13	0,14	0,12
η (%)	0	43,60	57,30	93,60	52,60	77,40	79,30	71,40	91,20

EK 40 İkinci dökme demir çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
	Q (l/s)	0	1,26	2,42	3,11	3,81	4,19	4,22	4,53
Hm (m)	3,71	3,43	3,31	2,84	2,50	2,52	2,62	2,43	2,59
N (kW)	0	0,04	0,09	0,14	0,11	0,13	0,18	0,14	0,15
η (%)	0	98	87,30	61,70	85	79,50	60,10	77	77,30
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	1,18	2,53	3,01	3,57	3,97	4,22	4,26	4,70
Hm (m)	3,50	3,40	3,30	2,87	2,84	2,82	2,79	2,72	2,72
N (kW)	0	0,05	0,09	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14
η (%)	0	79	90,70	65,20	70,80	79	77	75,80	89,60
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	1,14	2,22	3,45	3,59	4,08	4,22	4,40	4,44
Hm (m)	3,50	3,40	3,21	3,25	2,95	2,92	2,96	2,87	2,79
N (kW)	0	0,05	0,10	0,12	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14
η (%)	0	95,30	69,80	91,30	74,20	78	87,40	88,40	86,60
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	1,40	2,28	2,92	3,47	4,08	4,22	4,23	4,57
Hm (m)	3,30	3,20	3,25	3,18	3,05	3,02	2,93	2,93	3,03
N (kW)	0	0,04	0,09	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,14
η (%)	0	100	81	83	79,70	86,40	80,70	71,50	97

EK 41 İlk alüminyum çark denemesinin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
Q (l/s)	0	1,05	2,80	3,38	3,69	3,79	3,90	4,04	4,16
Hm (m)	3,47	3,27	2,77	2,17	1,78	1,65	1,55	1,55	1,50
N (kW)	0	0,04	0,28	0,33	0,21	0,18	0,21	0,15	0,20
η (%)	0	83,80	27,10	21,80	30,70	34	28,20	40,80	30,60
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	1,09	2,57	3,39	3,77	3,79	3,90	4,06	4,21
Hm (m)	3,44	3,24	3,14	2,44	2,07	1,77	1,74	2,18	1,78
N (kW)	0	0,06	0,08	0,12	0,13	0,14	0,18	0,17	0,28
η (%)	0	57,70	98,90	67,60	58,80	47	36,90	41,50	26,20
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,71	2,58	3,15	3,66	3,79	3,90	4,04	4,06
Hm (m)	3,40	3,30	3,24	4,17	4,93	2,61	2,02	1,91	1,91
N (kW)	0	0,08	0,09	0,15	0,16	0,21	0,15	0,30	0,16
η (%)	0	28,60	91,10	85,80	105	46,10	51,60	25,20	47,5
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,18	2,10	3,26	3,51	3,79	3,90	4,04	4,21
Hm (m)	3,40	3,20	3,10	2,54	2,20	2,79	1,94	4,90	2,12
N (kW)	0	0,05	0,08	0,10	0,23	0,17	0,20	0,20	0,21
η (%)	0	74	79,70	81	33	61	37,20	97	41,60

EK 42 İkinci alüminyum çark denemesinin (180 saatlik) Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- η (verim) sonuçları

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
	Q (l/s)	0	0,57	0,86	3,26	3,42	3,42	3,86	3,83
Hm (m)	3,40	3,30	3,10	2,70	2	1,67	1,54	1,55	1,55
N (kW)	0	0,06	0,09	0,12	0,12	0,30	0,12	0,13	0,14
η (%)	0	30,40	29,10	71,80	55,90	18,60	48,40	44,60	43,80
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	0,95	2,66	3,26	3,42	3,78	3,86	3,90	3,99
Hm (m)	3,40	3,20	2,70	2	0,61	0,51	1,44	1,44	1,44
N (kW)	0	0,05	0,07	0,14	0,11	0,12	0,13	0,15	0,13
η (%)	0	59,60	101	45,60	18,70	15,80	41,90	36,70	43,20
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,76	0,66	3,27	3,42	3,60	3,86	3,97	3,98
Hm (m)	3,40	3,21	2,61	2,07	2	1,87	1,67	1,71	1,61
N (kW)	0	0,07	0,11	0,14	0,22	0,18	0,16	0,16	0,19
η (%)	0	34,10	15,30	47,30	30,50	36,70	39,50	41,70	33,10

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Erzurum'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Tekirdağ'da tamamladım.

1996 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde lisans eğitimime başladım.

2000 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldum.

2000 yılının eylül ayında Trakya Birlik Entegre Tesislerinde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladım.

2001 yılının şubat ayında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde yüksek lisans eğitimime başladım.

2001 yılının kasım ayında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım.

2004 yılının haziran ayında yüksek lisans eğitimimi tamamladım ve aynı yılın eylül ayında doktora eğitimime başladım.

2007 - 2009 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Tarım Makinaları Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştım.

2009 yılının ağustos ayından beri Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak çalışmaktayım.