

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ASANSÖRLERDE KULLANILAN FREN BALATALARININ  
TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL  
İNCELENMESİ**

**Ali Hakan YURTSEVEN**

**Danışman: Doç. Dr. Ertuğrul DURAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA – 2010**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER .....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	15
3.1 Materyal .....	15
3.2 Yöntem .....	16
3.2.1 Deney Düzenegi .....	16
3.3 Deney Şartları .....	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	24
4.1 Deney Sonuçları .....	26
5. SONUÇ .....	51
KAYNAKLAR .....	55
ÖZGEÇMİŞ .....	58

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **ASANSÖRLERDE KULLANILAN FREN BALATALARININ TRIBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

**Ali Hakan YURTSEVEN**

**Süleyman Demirel Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Ertuğrul DURAK**

Bu çalışmada asansörlerde kullanılan fren balatalarının sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı, aşınması, raylarda oluşan yüzey pürüzlülüğü gibi tribolojik özellikleri araştırılmıştır. Literatürde tribolojik özellikler genellikle pim-disk sürtünme test cihazlarıyla araştırılmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde testlerin yapılabilmesi için gidip gelme hareketi yapabilen bir aşınma test cihazının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. İkinci bölümde ise test numunesi olarak ülkemizde asansörlerde kullanılan yerli ve/veya ithal edilen fren balataları ve asansör rayı kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre fren balataları kuru olarak sürtünmeye bırakılmış ve sürtünme katsayısı 0,3 - 0,8 arasında tespit edilmiştir. Hem sürtünme hem de aşınma yönünden 1 nolu fren balatasının daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asansör, asansör fren mekanizması, paraşüt fren sistemi, gidip gelme hareketli sürtünme – aşınma testi

**2010, 66 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **THE EXPERIMENTAL STUDY OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF THE BRAKE PADS USED IN THE ELEVATORS**

**Ali Hakan YURTSEVEN**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Mechanical Engineering**

**Supervisor: Assoc. Dr. Ertuğrul DURAK**

The tribological specifications as the friction force on the brake pads used in elevators, friction coefficient, abrasions and the surface roughness of the guide rails are researched in this thesis. The tribological specifications in technical literature are studied generally by pin-disc friction test devices.

In the first part of this study a test device, which can make abrasion by oscillation, is designed and produced. In the second part local or imported brake pads and the guide rails are used as test samples. According to the test results the brake pads tried in dry friction conditions have friction coefficients between 0,3 and 0,8. It was experimentally determined by aspect of the both behavior of the friction and wear that the best of specimen brake was number of 1 specimen.

**Key words:** Elevator, elevator brake systems, safety gear system, pin-disc friction test.

**2010, 66 pages**

## ÖNSÖZ

Yüzyılımızda yüksek bina yapımına doğan ihtiyaç, düşey taşımacılığında gelişimini beraberinde getirmiştir. Düşey taşımacılıktaki gelişmeler ve kazanılan teknik başarı, daha yüksek bina yapımında etkili olmuştur. Birbirini etkileyerek büyüyen iki sektör kendi içinde daha ileri teknoloji, güvenlik ve konfor standartlarını geliştirmiş, bugünkü seviyelere gelinmiştir. Günümüzde sadece yüksek binalarda kullanma zorunluluğundan ziyade artık günlük ihtiyaçlar arasında yer alan asansörleri güvenlik elemanlarından fren mekanizmalarında kullanılan fren balatalarının tribolojik özellikleri incelenmiştir. Bu sistemler insan hayatı ile doğrudan ilişkili sistemler olduklarından teknoloji ve imalat yöntemlerindeki gelişmelerin bu alana adaptasyonunun önem taşıdığı düşünülmektedir.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Ertuğrul DURAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ali Hakan YURTSEVEN  
ISPARTA, 2010

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dıştan montajlı asansör sistemi .....	2
Şekil 1.2. Asansör makina dairesi .....	3
Şekil 1.3. Asansör fren sistemi modeli (Ake Asansör) .....	4
Şekil 1.4. Asansör karkası ve fren mekanizması .....	4
Şekil 2.1. Asansör çalışma prensibi ve fren sistemi (Çavdar vd., 2005). .....	6
Şekil 2.2. Ani etkili paraşüt tertibatları, (İmrak ve Gerdemeli, 2000, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul, Erişim tarihi: 10.05.2010) .....	7
Şekil 2.3. Kaymalı paraşüt tertibatı (İmrak ve Gerdemeli, 2000, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul, Erişim tarihi: 10.05.2010) .....	8
Şekil 2.4. Çeşitli fren mekanizmaları .....	9
Şekil 2.5. Şematik mekanik fren sistemi (Ake Asansör) .....	10
Şekil 2.6. Süspansiyon askı sistemi (Ake Asansör) .....	11
Şekil 2.7. Kılavuz ray (http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program, Erişim tarihi: 10.05.2010) .....	13
Şekil 2.8. Asansör kuyusuna monte edilmiş kılavuz kabin ve karşı ağırlık rayları (http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program, 10.05.2010) .....	13
Şekil 3.1. Numune pimler .....	15
Şekil 3.2. Ölçüm kolu bağlantısı .....	16
Şekil 3.3. Gidip-Gelme Hareketli Test Sistemi (a, b, c) .....	17
Şekil 3.4. Ray numunesinin bağlandığı ve hidrolik ceplerin olduğu parça .....	18
Şekil 3.5. Hidrostatik yağlama ünitesi (a, b) ve test ünitesi montesi .....	19
Şekil 3.6. Frekans değiştirici ünite .....	20
Şekil 3.7. Veri toplamak için kurulan bilgisayar sistemi .....	21
Şekil 3.8. Ray numunesi .....	22
Şekil 3.9. Numunelerin kütle ölçümü (a, b) .....	22
Şekil 4.1. Deney sırasında bir görüntü .....	26
Şekil 4.2. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 111 .....	27
Şekil 4.3. Sürtünme katsayısı-zaman grafiği, deney 111 .....	27
Şekil 4.4. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 112 .....	28
Şekil 4.5. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 112 .....	28
Şekil 4.6. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 113 .....	29
Şekil 4.7. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 113 .....	29
Şekil 4.8. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 121 .....	30
Şekil 4.9. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 121 .....	30
Şekil 4.10. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 122 .....	31
Şekil 4.11. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 122 .....	31
Şekil 4.12. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 123 .....	32
Şekil 4.13. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 123 .....	32
Şekil 4.14. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 211 .....	33
Şekil 4.15. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 211 .....	33
Şekil 4.16. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 212 .....	34
Şekil 4.17. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 212 .....	34
Şekil 4.18. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 213 .....	35

Şekil 4.19. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 213 .....	35
Şekil 4.20. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 221 .....	36
Şekil 4.21. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 221 .....	36
Şekil 4.22. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 222 .....	37
Şekil 4.23. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 222 .....	37
Şekil 4.24. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 223 .....	38
Şekil 4.25. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 223 .....	38
Şekil 4.26. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 311 .....	39
Şekil 4.27. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 311 .....	39
Şekil 4.28. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 312 .....	40
Şekil 4.29. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 312 .....	40
Şekil 4.30. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 313 .....	41
Şekil 4.31. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 313 .....	41
Şekil 4.32. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 321 .....	42
Şekil 4.33. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 321 .....	42
Şekil 4.34. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 322 .....	43
Şekil 4.35. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 322 .....	43
Şekil 4.36. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 323 .....	44
Şekil 4.37. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 323 .....	44
Şekil 4.38. Ray numunesindeki aşınmış yüzey .....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deney numaraları ve parametreleri.....	23
Çizelge 4.1. Deney sonuçlarının ortalama değerleri .....	46
Çizelge 4.2. Ray numunesi aşınma kütle ölçüm sonuçları (g).....	47
Çizelge 4.3. Balata numunelerindeki aşınma miktarı (g).....	48
Çizelge 4.4. Ray deney numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, $\mu\text{m}$ ).....	50
Çizelge 4.5. Rayların yüzey pürüzlülük değeri (Ra, $\mu\text{m}$ ) (Targıt, 2003).....	50



## SİMGELER DİZİNİ

a	Ölçüm kolunda mesafe
b	Ölçüm kolunda mesafe
d/d	Devir /dakika
$F_1=50$ N	Deney 1. Yüğü
$F_2=75$ N	Deney 2. Yüğü
$F_3=100$ N	Deney 3. Yüğü
$R_{1...}$ $R_7$	Ray numuneleri
$n_1, n_2$	Motor mil hızı
$N_{11...}$ $N_{37}$	Fren balata numuneleri
$F_{kol}$	Kola gelen kuvvet
$F_s$	Sürtünme kuvveti
$v_1, v_2$	Test doğrusal hızı
x	Rayın uzunluğundaki yönü
y	Rayın genişliğindeki yönü
$\mu$	Sürtünme katsayısı
$g_n$	Yerçekimi ivmesi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

## 1. GİRİŞ

Geçen yüzyılın ortalarından itibaren, dünyanın büyük endüstri merkezlerinde hızlı kentleşmenin getirdiği arsa değerlerinin artışı dolayısıyla, yüksek bina yapımına doğan ihtiyaç ve eğilim, insan asansörü tekniğinde gelişme yolunda çalışma yapılmasını hızlandırmıştır. Yüksek bina yapımının getirdiği ihtiyaçla birlikte; sağlanacak rahatlık ve çabukluk gözetilerek, yük ve insanların düşey doğrultuda taşınabilmesi için eski zamanlardan beri çeşitli uygulamalar yapılmıştır (İmrak ve Gerdemeli, 2000).

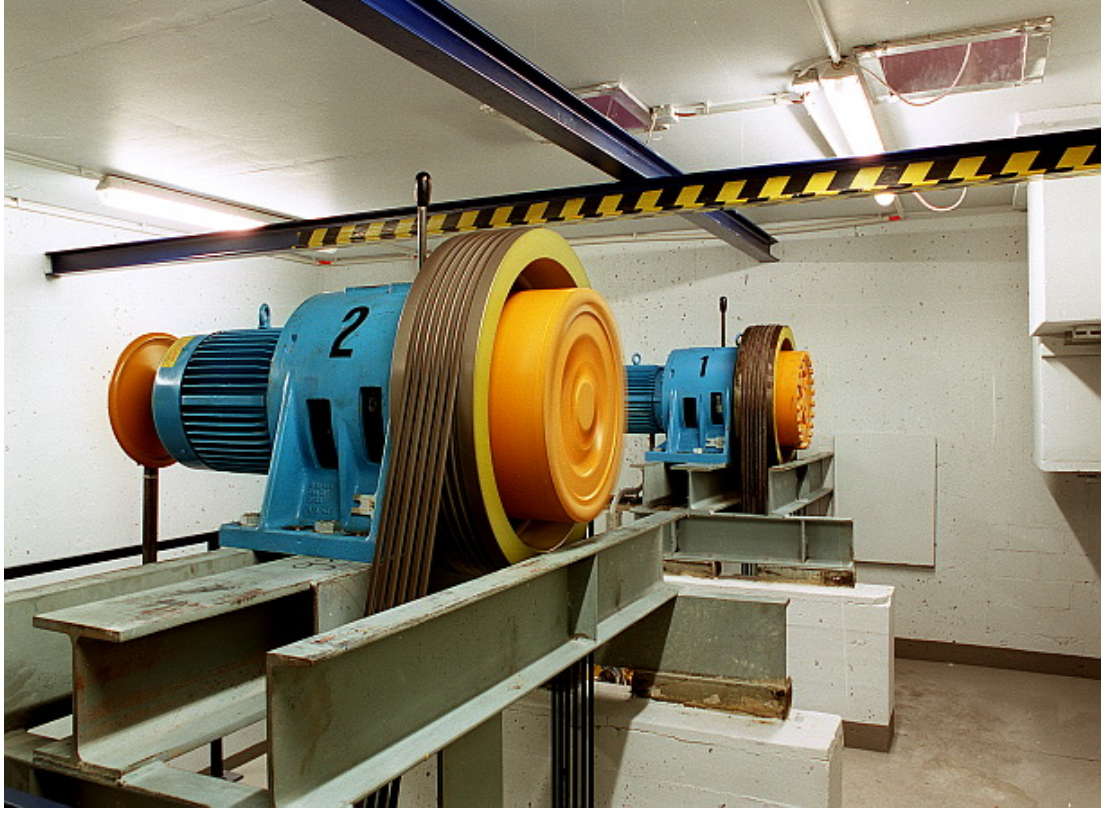
Asansör, dikey ve yatay olarak yük ve insan taşımada kullanılan bir araçtır (Şekil 1.1.). Asansör, özellikle şehirlerde vazgeçilmez bir araç olmuştur. Şehirlerde gittikçe artan arsa değerleri sonucu daha yüksek binalar yapılması, insanların üst katlara ulaşabilmesi için asansörleri zorunlu kılmıştır. Ayrıca inşaatlarda ve fabrikalarda yük taşıyan asansörler de mevcuttur. Genellikle asansör sistemleri kabin ve bunu dengeleyen karşı ağırlıktan oluşan, kılavuz raylarla kılavuzlanmış sistemlerdir. Günümüzde elektrikli (Şekil 1.2.) ve hidrolik tahrikli tipleri vardır. Asansörlerde güvenlik elemanı olarak kılavuz raylarla beraber çalışan fren tertibatları kullanılmaktadır. Bunlar herhangi bir kontrolsüz hızlanmada devreye girerek sistemi durduran, aynı zamanda yolculara zarar vermeyecek ivmeye sahip olan sistemlerdir. Gerekli şartlar standartlarda belirtilmiştir (TS 10922 EN 81-58 1-2, 2001).

Asansörün güvenlik aksamının insan sağlığı ve güvenliği veya söz konusu ise malların güvenliğinin korunması açısından sahip olması gereken asgari sağlık ve tüketicinin korunması açısından sahip olması gereken asgari güvenlik koşullarını sağlaması gerekmektedir (Asansör Yönetmeliği 95/16/AT, 2003).



Şekil 1.1. Dıştan montajlı asansör sistemi

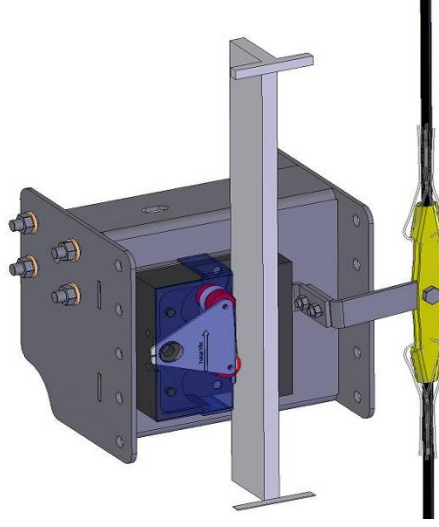
Asansörün en önemli malzemesi, fren tertibatıdır (Şekil 1.3. ve Şekil 1.4.). Çünkü asansör kabininin aşağı veya yukarı doğru kontrolsüz ivmelenmesini engelleyen emniyet sistemidir. Asansörde dikkate alınması gereken risklerin başında asansörün hızlanması ve yavaşlaması gelir. Bu şartların oluşması sırasında oluşabilecek ivme değerlerini, EN 81-1 Standardı, kaymalı güvenlik tertibatları için Madde 9.8.4'te, tamponlar için Madde 10.4.1.2.1. de verilmiştir (TS 10922 EN 81-58 1, 2001).



Şekil 1.2. Asansör makina dairesi

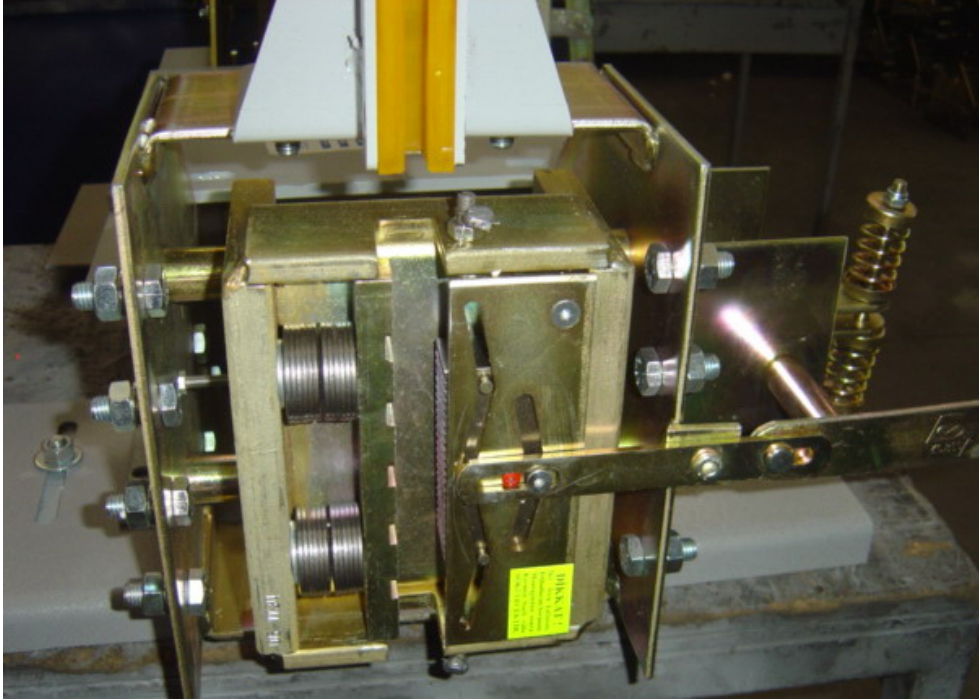
Hareketsiz durum asansördeki en az riskli durumdur. Bu sistemler insan hayatı ile doğrudan ilişkili sistemler olduklarından teknoloji ve imalat yöntemlerindeki gelişmelerin bu alana adaptasyonunun önem taşıdığı düşünülmektedir. (Çavdar vd., 2005).

Fren balatalarında genellikle kuru veya kısmi yağlı çalışan raylar kullanılmaktadır. Bu nedenle balatalarda meydana gelen sürtünme katsayısı ve aşınma tipleri farklılık gösterebilmektedir.



Şekil 1.3. Asansör fren sistemi modeli (Ake Asansör)

Literatürde fren malzemelerinin tribolojik özellikleri genellikle pim-disk (pin on disc) aşınma test cihazı ile yapılmaktadır. Bu aşınma cihazında dönen bir disk ile pim temas etmektedir. Fakat asansör sistemlerinde fren balatası ile ray doğrusal hareket (gidip-gelme, öteleme) etmektedir. Bu nedenle pim-disk cihazı uygun olmamaktadır.

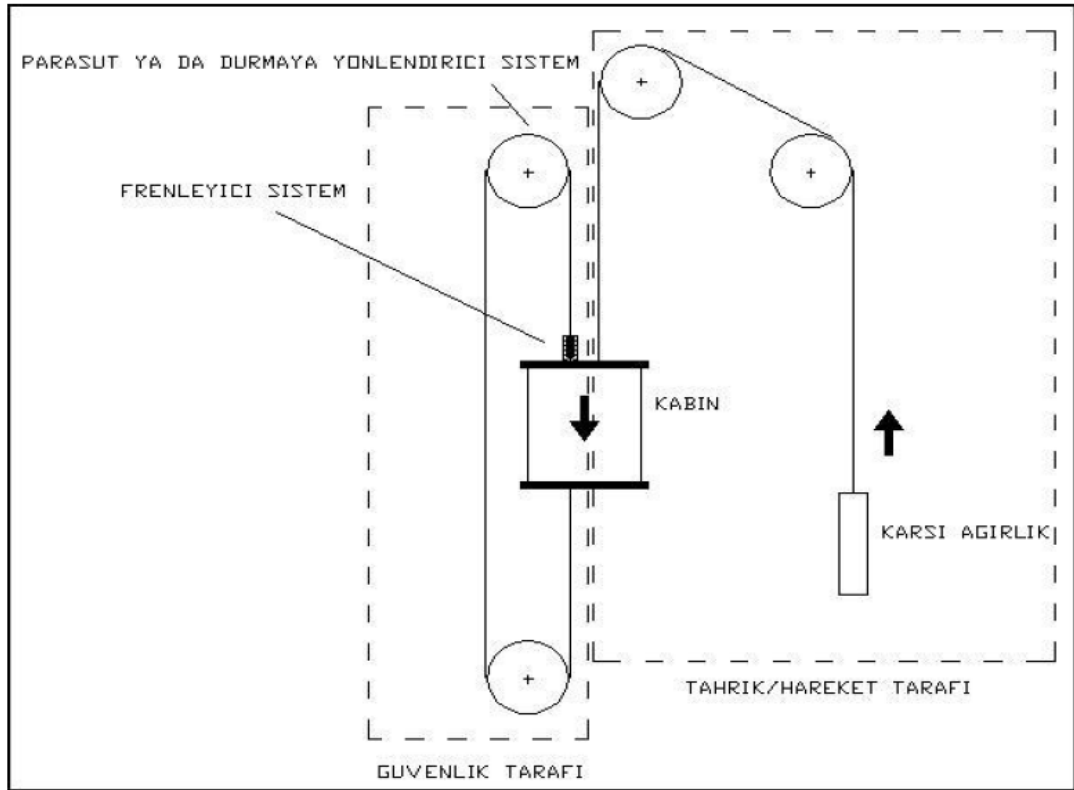


Şekil 1.4. Asansör karkası ve fren mekanizması

Bu çalışmada asansörlerde kullanılan fren balatalarının sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı, aşınma gibi tribolojik özellikleri deneysel incelenmesi amaçlanmıştır. Asansör tesislerinin en önemli güvenlik elemanlarından biri olan fren sistemlerindeki balataların sürtünme ve aşınma özellikleri hem güvenlik hem de konfor açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Bu amaç için; doğrusal hareket şartlarına sahip deney düzeneğinde pratikte yaygın kullanılan asansör balataların sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı ve aşınma gibi tribolojik özelliklerini belirlemek için gidip–gelme hareketi yapabilen bir aşınma test cihazı tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

Asansörlerin Avrupa Standartları kapsamında, hesapları ve CE (Conformité Européenne) işaretlemesinin detaylı olarak incelenmesi bu tezin konusu ve amacını teşkil eder. Öncelikle asansörlerin sınıflandırılması, aksamı ve hesapları; asansörlerde CE standardı ve uygulamaları hakkında bilgiler içerir. Asansörlerle ilgili CE uygulamasının Ülkemizde uygulanması şarttır ve gerek asansör firması gerekse birey olarak bu konuda bizlerin bu standartları daha iyi hale getirmek her konuda olduğu gibi asansörler konusunda en iyi olma gayreti içinde olmak vazifemiz olmalıdır. İlgili standartlar ile asansörün aksamı (Şekil 2.1.) ve hesapları, emniyet sistemlerindeki CE standart şartları incelenmiştir (Kaya, 2008).



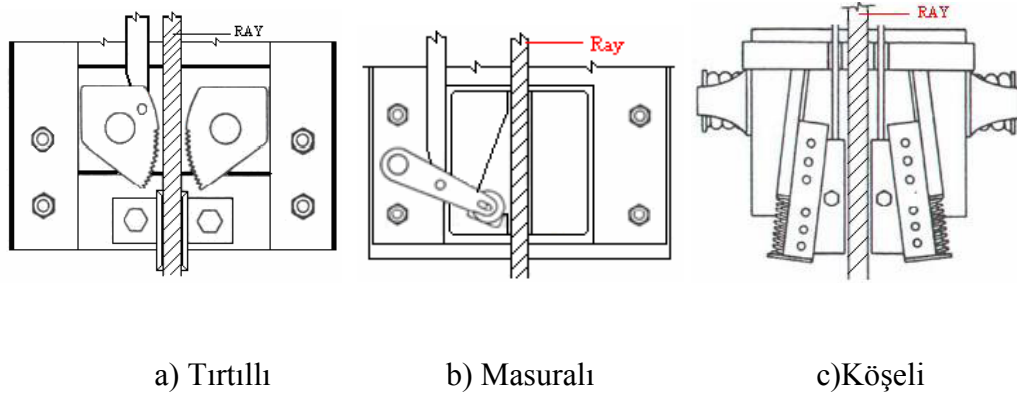
Şekil 2.1. Asansör çalışma prensibi ve fren sistemi (Çavdar vd., 2005).

Halat kopması veya iniş hızının aşırı derecede artması halinde, asansör kılavuz raylar üzerinde frenleyerek durdurmak için paraşüt mekanizmaları kullanılır. Kabinin üst veya alt kirişlerine monte edilirler. Elektrikli, hidrolik veya pnömatik sistemler

güvenli olmadığından mekanik olarak çalışırlar. Ani frenleyerek kısa mesafede durdurma, atalet kuvvetleri yüzünden gerek insan, gerekse taşıyıcı elemanlar üzerine zararlı etki yapacağından, yumuşatıcı ve kaydırıcı paraşüt freni uygulanır. 0,85 m/s asansör hızına kadar kullanılan sert fren etkilerinden başka, kılavuz raylara da hasar (kazıma, aşınma izleri) verebilmektedir. Paraşüt tertibatının kabin hızına bağlı olarak kullanılan ani ve kademeli olmak üzere iki tip paraşüt mekanizması vardır (İmrak ve Gerdemeli, 2000, Kurbanoğlu, 1996).

### 2.1. Ani Olarak Etki Eden Paraşüt Tertibatı

Bu tip paraşüt tertibatı 1 m/s'lik kabin hızlarına kadar kullanılmaktadır. Kabin durdurma mesafesi küçük olduğundan kabin ve kılavuz raylar aşırı zorlanmaktadır. Daha büyük hızlarda paraşüt tertibatı çalıştığı zaman yolcular şok etkisi altında kalacağından, genellikle bu tip paraşüt tertibatı tercih edilmemektedir. Ani etkili paraşüt tertibatları tırtıllı, masuralı ve köşeli olmak üzere üç değişik tiptedir (Şekil 2.2.) (İmrak ve Gerdemeli, 2000).



Şekil 2.2. Ani etkili paraşüt tertibatları, (İmrak ve Gerdemeli, 2000, [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul), Erişim tarihi:10.05.2010)

### 2.2. Kademeli Olarak Etki Eden Paraşüt Tertibatı

Hızı 1 m/s'den büyük olan modern asansörlerde genellikle bu tip paraşüt kullanılmaktadır. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatında kılavuz raylara



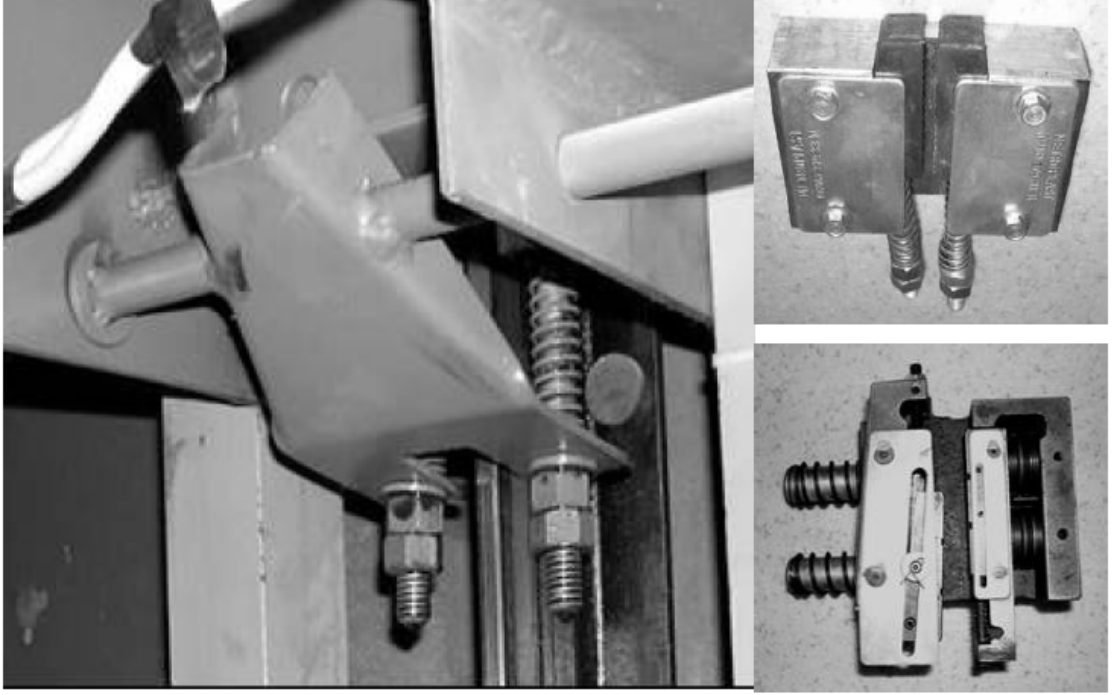
uygulanan durdurucu kuvvet, kademeli olarak büyüdüğünden kabin gerek kılavuz raylara gerekse yolculara zarar vermeden darbesiz olarak durabilmektedir. Bu tip paraşüt tertibatı halat kopma esasına göre çalışır, fakat daha çok kullanılan metot bu tertibatın çalışmasını hız kontrol cihazına bağlı kılmaktadır.

Basma yayları bulunan kaymalı paraşüt tertibatında frenleme kuvveti, serbest düşmeye geçen kabinin emniyetle durmasını sağlamaktadır. Çözme tesisatlı kaymalı güvenlik tertibatı hızı 6 m/s'den az olan asansörlerde kullanılmaktadır. Paraşüt tertibatı sadece aşağı doğru ve sürtünme katsayısı 0,1 değerindedir. Kaymalı paraşüt tertibatına ait resim Şekil 2.3.'te verilmiştir.



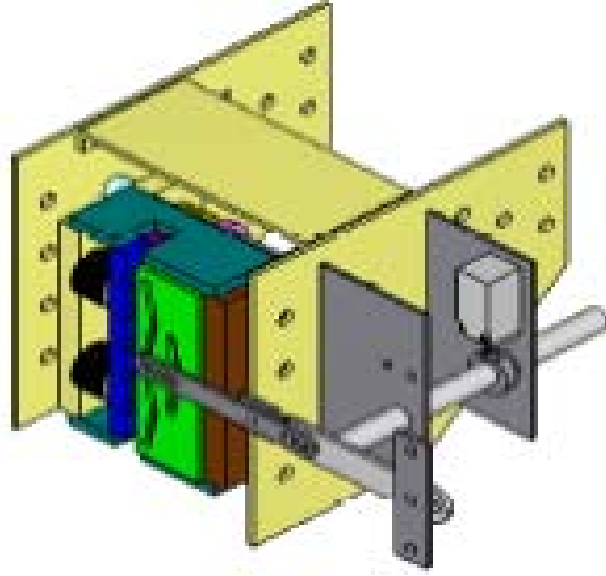
Şekil 2.3. Kaymalı paraşüt tertibatı (İmrak ve Gerdemeli, 2000, [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul), Erişim tarihi:10.05.2010)

Asansör tesislerinin en önemli güvenlik elemanlarından (Şekil 2.4.) biri olan silindir tipi güvenlik tertibatlarının gerilme ve ivmelenmesi çeşitli araştırmacılar tarafından incelemeye alınmıştır.



Şekil 2.4. Çeşitli fren mekanizmaları

Bu araştırmalarda paraşüt fren sisteminin (Şekil 2.4. - 2.5.) devreye girmesi sonucu yüksek gerilmelere ve fren ivmelerine maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Silindir tipi ani frenlemeli güvenlik tertibatında paraşüt freni esnasında maruz kaldığı kuvvet ve gerilmelerin hesaplanması için en uygun formüller ve denklemler çıkartılmıştır. Üç değişik metotla, sonlu elemanlar, analitik ve deneysel metotlarla silindir tipi ani frenlemeli güvenlik tertibatı analizi yapılmıştır. Analitik ve deneysel metotlarla elde edilen sonuçlarla ABAQUS/CAE paket programı kullanılarak sonlu elemanlar metoduyla tespit edilen gerilme, sehim, deformasyon, frenleme süresi, mesafesi, ivmesi ve hız değerleri karşılaştırılarak, sonlu elemanlar metodunun bu problemde doğruluğu araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda ABAQUS/CAE paket programı kullanılarak sonlu elemanlar metodu ile elde edilen sonuçların hata mertebeleri dikkate alındığında, kılavuz rayların ve güvenlik tertibatının sonlu eleman modellemesinde kullanılan eleman tipinin ve sınır şartlarının tatminkâr hassasiyette sonuçlar verdiği görülmüştür (Bedir, 2005).

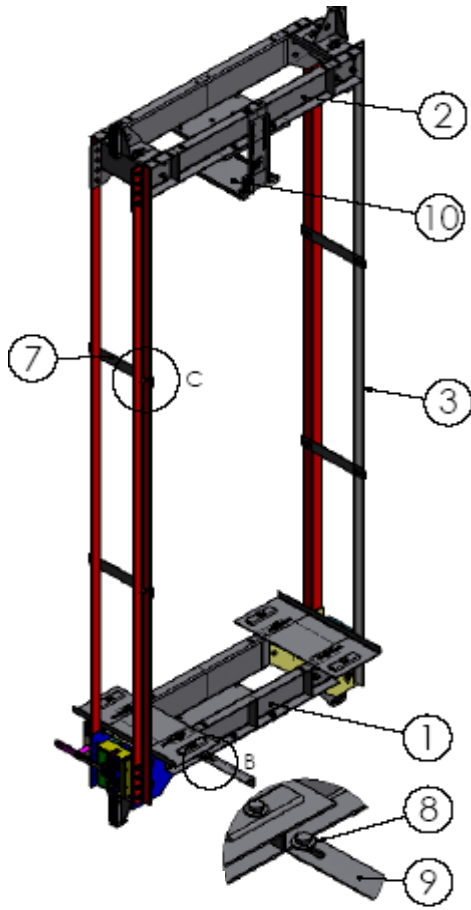


Şekil 2.5. Şematik mekanik fren sistemi (Ake Asansör)

Asansörün durma ve kalkma anındaki ivmelenmesi, kabin içindeki titreşim ve ses seviyeleri, kabin için görsellik ve fonksiyonellik, engelliler için düzenlemeler, konfor parametreleri ray deformasyonlarına etken olarak sayılan sebeplerdendir (Kıral ve Kıral, 2005).

Titreşim asansör kabin içindeki seyahat konforunu etkileyen parametrelerden biridir. Asansör kabini içinde hissedilen titreşimin temel kaynağı kılavuz raylarda montaj esnasında ortaya çıkabilecek kaçıklıklar, kılavuz ray deformasyonları ve makina motor çalışması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Gomez vd., 2004). Asansör kılavuz ray montajı ile ilgili problemler montaj esnasındaki özen ve çalışma periyodu süresince yapılacak düzenli bakım çalışmaları ile giderilmesi mümkün olabilmektedir (Hagivara vd., 2004).

Çavdar vd., (2005), asansörlerde hız kontrolü için uzun yıllardır kullanılan paraşüt fren sistemleri analiz etmişler ve yeni tasarım önerileri ortaya koymuşlardır. Bu sistemler insan hayatı ile doğrudan ilişkili sistemler olduklarından teknoloji ve imalat yöntemlerindeki gelişmelerin bu alana adaptasyonunun önem taşıdığı düşünülmüştür. Önerilen sistemler için mukavemet hesaplarının yanı sıra fayda analizleri de gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.6.).



- 1- Alt süspansiyon
- 2- Üst süspansiyon
- 3- Süspansiyon askı köşebenti
- 4- M12 cıvata
- 5- M12 rondela
- 6- M12 somun
- 7- Askı köşebenti bağlantı sacı
- 8- M12 pul
- 9- Fleksible askı köşebenti
- 10- Halat gevşeme aparatı

Şekil 2.6. Süspansiyon askı sistemi (Ake Asansör)

Jong (2001) makalesinde asansör ani frenlemeli ve kaymalı güvenlik elemanlarının davranışları, tasarım ve hesapları incelemiş, kılavuz raylar üzerindeki etkilerini araştırmıştır.

Dikmen (1994), asansörlerde kullanılan tampon etkili güvenlik elemanlarının sektördeki yeri, kullanım yeri ve kaymalı güvenlik elemanlarına göre farklılıkları, uygulama şekilleri, kılavuz raylar üzerinde oluşturdukları etkileri incelemiştir. Ayrıca fren bloklarının çalışma sistemleri ve çeşitleri de incelenmiştir.

Alışılmışın dışında C / C-SiC alaşımlı malzemeler yüksek hızlı asansörler için fren balataları olarak kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Dinamik ve sabit koşullar altında, bu malzemeler yüksek termal şok direnci, yüksek sürtünme katsayıları ve son derece düşük aşınma oranları göstermektedir. Ayrıca, bu sürtünme yüzeyinde C / C-SiC

malzemelerin SiC içeriği sürtünme davranışına etkisi olduğu görülmüştür. Düşük maliyetli malzemeler kısa fiber takviyesi ile büyük ölçüde sürtünme katsayısını azalttığından fren balataları üretimi için yüksek potansiyel olarak gösterilmiştir (Abu El-Hija vd., 2005).

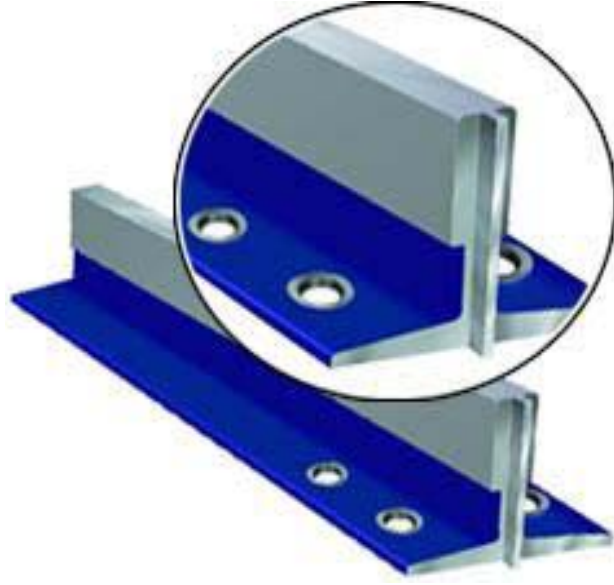
Road ve Barkand ( 2002) yaptıkları çalışmada asansörlerde meydana gelen kazaları önlemek ve hız kontrol sistemleri ile fren mekanizmaları için yeni tasarımlar sunmuştur. Ayrıca asansörlerdeki aşağı yönde frenleme sistemi dışında yukarı yönde de frenlemeye gerek olduğu vurgulanmış, tasarımlar bu konuda tartışılmıştır. Yasalar ve düzenlemeler güvenlik asansör uygulanmadan kazaları buna yanıt olarak incelenmesi tavsiye edilmiştir. Acil fren sistemleri, aşırı hız koruma sağlamak üzere tasarlanmıştır. Tehlikeler, yönetmelik temel asansör tasarımı tartışılmıştır. Ayrıca, pnömatik tip fren sisteminin çalışma raporu ve testi üzerinde de durulmuştur.

Asansörler ve asansör ekipmanlarında CE işareti uygulaması ve AT uygunluk beyanı için şu maddelere dikkat edilmesi gerekmektedir.

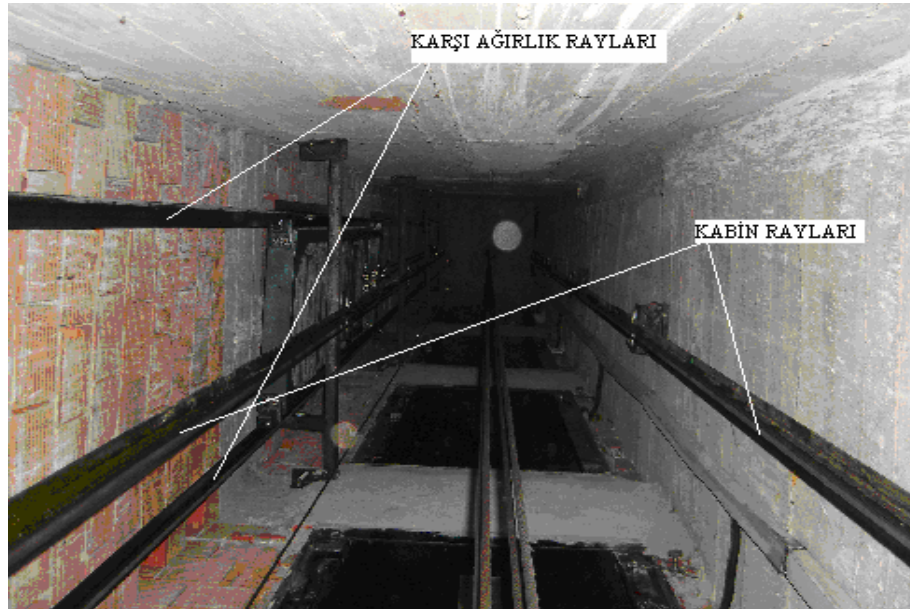
- a) Emniyet aksamı imalatçı tanımı,
- b) Emniyet aksamı açıklamaları,
- c) Emniyet aksamının imal tarihi ve uyduğu hükümler,
- d) Kullanılan standartlara atıf,
- e) Emniyet aksamı imalatçısı adın yetkilendirilen imza sahibi,
- f) Onaylanmış kuruluşun tanımlama bilgileri (İmrak ve Fetfacı, 2003).

Asansör kılavuz rayları yapı çeliğinde imal edilmiş çelik profillerdir. ISO 7465 standardıyla tanımlanmış kılavuz rayları sahip olması gereken ölçü ve özellikler tanımlıdır. Rayların detaylı açıklandığı bir standart var olduğundan kılavuz rayların uygun olduğu veya sahip olduğu kabul edilir (Targıt, 2010). Kılavuz raylar (Şekil 2.7.-2.8.), hassas ölçüm imkânlarına sahip, düzenli fabrika ortamlarında üretilmektedir. Kılavuz raylar soğuk çekme ve talaşlı işleme usulleri ile imal edilebilir. Soğuk çekme yöntemi ile kılavuz rayların imalatının avantajları; yeni teknoloji ürünüdür, malzeme (talaş) kaybı yok, seri üretime uygun, ürün kalitesi

malzeme kalitesi aynı değerdedir. Talaşlı işlemeli rayların avantajları ise; kalın ve ağır rayların üretimine imkan verir, yarı mamule ihtiyaç duyulmaz, fakat ürün pahalı ve talaş atığından dolayı maliyeti fazladır (Targıt, 2003).



Şekil 2.7. Kılavuz ray ([http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program), Erişim tarihi:10.05.2010)



Şekil 2.8. Asansör kuyusuna monte edilmiş kılavuz kabin ve karşı ağırlık rayları ([http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program), 10.05.2010)

Hwang vd., (1999), dairesel hareket yapan ve gidip-gelme hareketi yapan kuru testlerde, testler süresince numune ile temas alanındaki parçacıkları gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, dairesel hareket yapan testlerde daha fazla aşınma ve sürtünme gözlemlemişlerdir.

Odabaş ve Su (1997), gidip-gelme hareketli ve dairesel hareket yapan kayma arasındaki performansı kıyaslamışlardır. Tek yönlü deneylerde, kayma mesafesi ve aşınma izlerindeki parçacıkların miktarı ile meydana gelen farklılıkları belirtmişlerdir. Dairesel harekette, aşınma daha fazla, aşındırıcı katsayısı oranı daha yüksek, gidip-gelme hareketinde aşınmış yüzeyin ortalama pürüzlülük değerini daha büyük olarak tespit etmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Frekans değiştirici üniteyle test balata numunesi ve temasta olan ray malzemeli plakanın hızı 0,1 m/s ile 2,6 m/s arasında farklı hızlar elde etmek mümkün olmaktadır. Test cihazında pim numunesi sürtünme yüzeyi imkânlar ölçüsünde kare olarak tasarlanmıştır. Testlerde sürtünme alanı yaklaşık 25mm<sup>2</sup>-35mm<sup>2</sup> arasında olan numuneler kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Uygulanan deney yükleri 50 N, 75 N ve 100 N olarak seçilmiştir. Test yükü 50 N seçildiğinde imkânlar ölçüsünde hazırlanan balata numunelerindeki bu kesitlerde meydana gelen ortalama basınçlar 1,04 ile 1,09 N/mm<sup>2</sup>, 75 N da ise 1,56 ile 2,85 N/mm<sup>2</sup>, 100 N yükte ise 2,80 ile 3,80 N/mm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

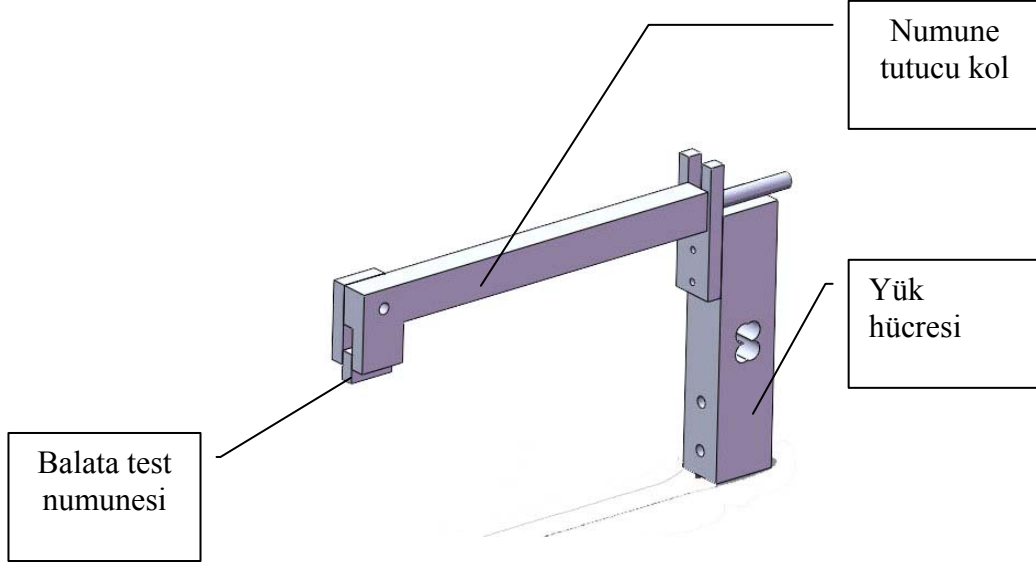


Şekil 3.1. Numune pimler

Temas yüzeylerinde bu çalışmada yüzeysel temas düşünülmüştür. Gerçek asansör sistemlerinde de kaymalı tiplerinde yüzeysel temas söz konusudur. Daha sonraki çalışmalarda silindirik, küresel, vb. yüzeylerinde test edilebilmesi mümkündür. Test sisteminde sabit yük uygulanmaktadır. Yük büyüklüğü ise 500 N'a kadar çıkabilmektedir.



Sürtünme kuvveti, yük hücresi kullanılarak ölçülmektedir. Ölçüm kolu tasarlanan metal bağlantı aparatları yardımıyla yük hücresine bağlanmaktadır. Bu sayede sürtünme kuvveti kol yardımıyla yük hücresine iletilerek ölçümü yapılmaktadır (Şekil 3.2.).

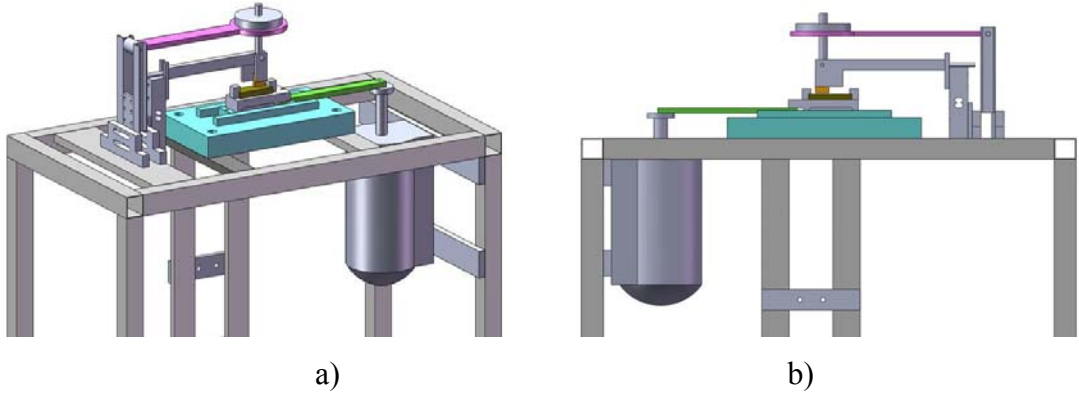


Şekil 3.2. Ölçüm kolu bağlantısı

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Deney Düzenegi

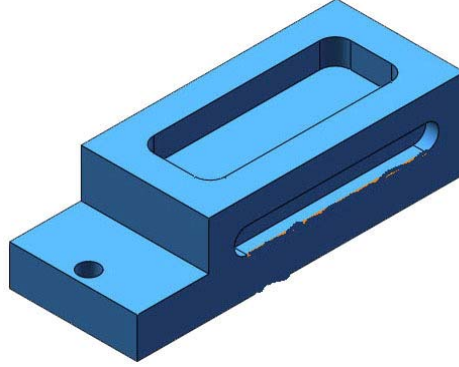
Test sistemi gidip gelme hareketine (doğrusal) sahip bir plaka (ray malzeme) ile sabit bir pim (balata numunesi) arasındaki sürtünme kuvvetini ölçebilmek için tasarlanmıştır (Şekil 3.3.). Benzer test cihazı olan pim-disk test cihazında pim dönen disk ile temas etmektedir.



Şekil 3.3. Gidip-Gelme Hareketli Test Sistemi (a, b, c)

Gidip gelme hareketine sahip test cihazındaki pim numune, doğrusal harekete sahip bir plaka ile temas etmektedir (Şekil 3.3.). Plaka numunesinin bağlandığı parça freze de işlenip yağ kanalları ve yağ delikleri açıldıktan ve çalışma yüzeyleri taşlandıktan sonra belirli bir süre el ve düşük devirlerle çalıştırılarak yüzeylerin birbiri ile alışması sağlanmıştır. Bu plakanın hareketini kolaylaştırmak ve plakanın altında bulunan tabla ile temasın önlenmesi plakanın alt ve yan yüzeylerinde oluşturulan hidrostatik yağ

cepler ile sağlanmıştır. Plakanın alt yzeyinde bir adet, yan yzeyinde ikişer adet yağ cebi tasarlanmıştır (şekil 3.4.). Deney sırasında plaka ile tabla arasında metalik temasın olmadığı elektriksel bağlantı ile olđulebilmektedir. Bu hidrostatik ceplere gnderilen, basıncı ve debisi ayarlanabilir yağlayıcı, yağlama ünitesinden (şekil 3.5.) sağlanmaktadır.

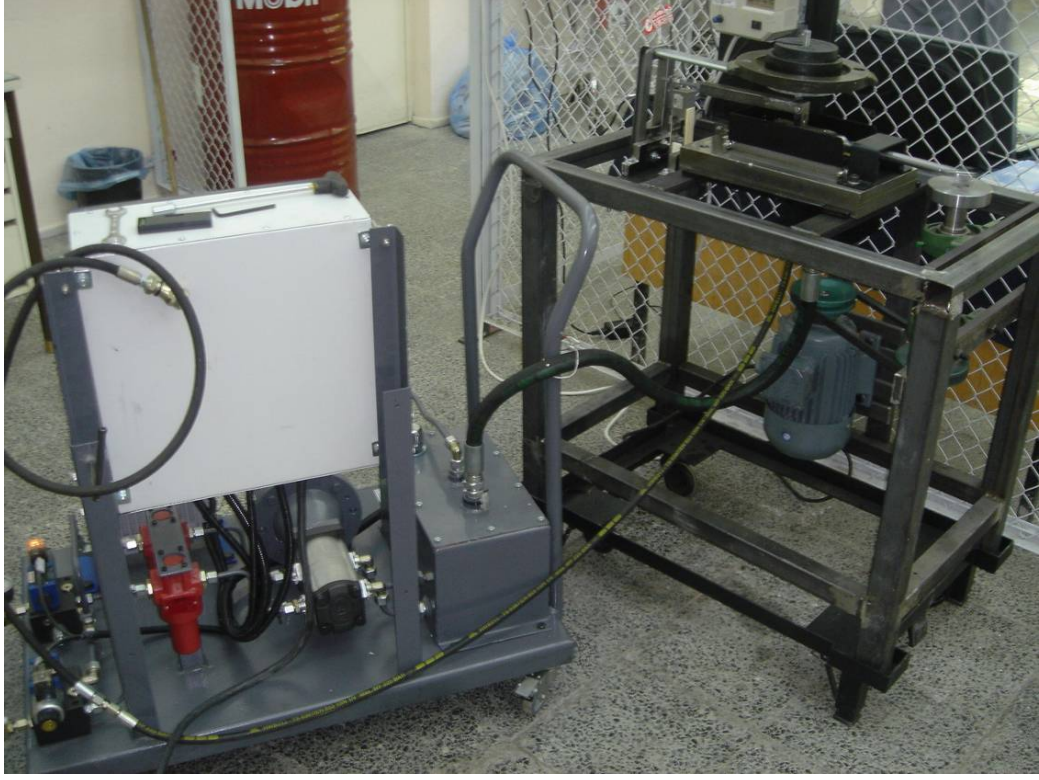


şekil 3.4. Ray numunesinin bağlandığı ve hidrolik ceplerin olduğu parđa

Test sisteminde, TUBITAK 108M627 nolu proje ile kazandırılan ve Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında bulunan mobil yağlama ünitesi ile sınır, karışık ve sıvı filmlili yağlama bölgelerinde testler yapılması mümkündür. Yağlayıcı, mobil yağ ünitesi ile farklı şartlarda (farklı sıcaklık, debi, basınç, vb.) yağ gönderilebilmektedir.



a)



b)

Şekil 3.5. Hidrostatik yağlama ünitesi (a, b) ve test ünitesi montesi

Test cihazında doğrusal hareketi yapan plaka, elektrik motoru ile (1,5 kW, 1390 d/d, 220 V) tahrik edilmektedir. Elektrik motoru miline kama ile bağlanan flanş ile hareketli plaka iki tarafı küresel mafsallı bir kol ile sağlanmaktadır. Bu flanş üzerinde yer alan vidalı bağlantı ile farklı yarıçaplarda küresel mafsallı bu kolu bağlayarak ayarlanabilir bir kurs boyu mümkündür. Farklı hızlarda testler yapmak için elektrik motorunun devri, frekans değiştirici (Şekil 3.6.) ile değiştirerek yaklaşık 50 d/d ile 1200 d/d arasında ayarlanabilmektedir.

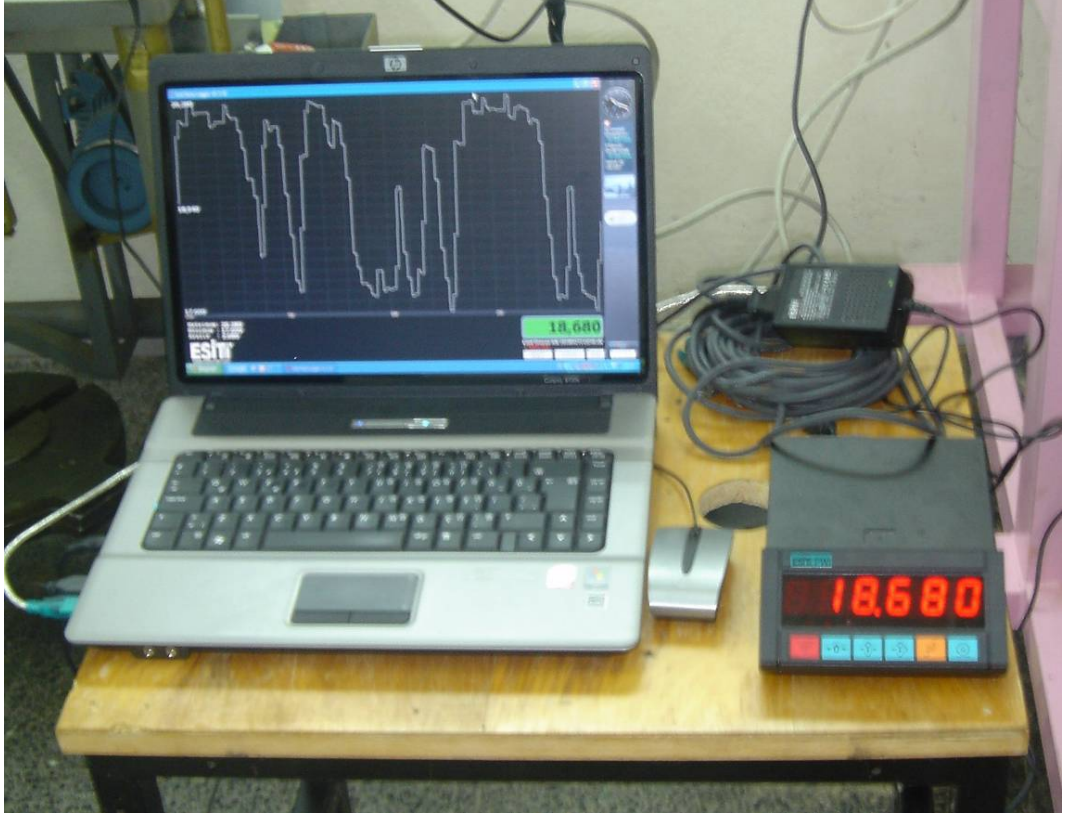


Şekil 3.6. Frekans değıştirci ünite

### 3.3 Deneş Şartları

Plakanın rahatça hareketini sağlamak için tabla ile plaka arasında hidrostatik bir yağ filmi oluşturulmaktadır. Burada mobil yağlama ünitesinde uygun basınç ve debi ile bu şartlar rahatlıkla sağlanabilmektedir. Böylece doğru ölçmek için tabla ile plakanın teması önlenmiştir. Oluşan sürtünme kuvvetine ait sinyaller kaydedilerek, daha önceden elde edilen kalibrasyon doğrusu yardımı ile alınan bu sinyal değerleri ölçüm kolu üzerindeki kuvvetler moment alınarak sürtünme kuvvetine çevrilmiştir. Deneşlere başlarken plaka hareket ettirilmeden (motor döndürülmeden), plaka ile tabla arasına yağ gönderilmekte, böylece metal-metal teması kontrol edilerek test yüküne göre yağ ünitesi şartları (basınç, debi, vb.) ayarlanmıştır. Sürekli yağ sevkiyatı ile tahrik başlangıcındaki ve bitimindeki büyük aşınmalar en aza indirilmeye çalışılmıştır. Plaka ile tabla arasından sızan yağ ile pim ile plaka arasından sızan yağlar toplama tablası vasıtasıyla yağlama ünitesine gönderilip, yağın sürekli sirkülasyonu sağlanmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programı ile

sürtünme katsayısı hesaplanıp sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı test süresine bağlı olarak hesaplanabilmektedir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Veri toplamak için kurulan bilgisayar sistemi

Tribolojik özelliklerin belirlenmesinde, sürtünme kuvvetinin kayma mesafesi ile değişimlerinin izlenmesi, yük, hareket uzunluğu ve çevresel etkiler vb. gibi çeşitli parametrelerin yanı sıra yüzeyler arasındaki normal kaymada üretilen talaş miktarı ve deney numunesinin kütle kaybının da göz önünde bulundurulması aşınma yönünden gerekmektedir. Deneylerde ülkemizde yaygın kullanılan ve kendi imkanlarımızla temin edilen 3 farklı firmaya ait fren balata örnekleri ve bir adette kuru çalışan ray numunesi kullanılmıştır (Şekil 3.5. ve 3.8.). Bu numuneler kendi imkânlarımızla deneyde kullanılacak boyutlara işlenmiş ve hazırlanmıştır. Hem ray hem de balata numunelerinde pratikte kullanıldığı haliyle kullanmaya özen gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Ray numunesi

Deneye başlamadan önce bütün numunelerin kütle ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla Makine Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında mevcut olan 0.001 g hassasiyetli terazi (Şekil 3.9.a) kullanılmıştır. Aynı şekilde deney sonrasında da kütle ölçümleri yapılarak aşınma miktarlarının tespitinde çalışılmıştır (Şekil 3.9.b). Test numuneleri test öncesi ve test sonrası el değmeden hegzan sıvısı ile yıkanıp kurutulmuştur.



a)

b)

Şekil 3.9. Numunelerin kütle ölçümü (a, b)

Deneylerde iki farklı motor hızı seçilmiştir. Çizelgede ve tartışma bölümünde belirtildiği  $n_1 = 100$  d/d ve  $n_2=175$  d/d olarak seçilmiştir. Flanşa seçilen eksantrik yarıçapı 42 mm olarak sabit alınmıştır. Bu yarıçapa göre doğrusal hızlar ise  $v_1=0,22$  m/s ve  $v_2=0,38$  m/s olarak hesaplanmıştır. Toplam kat etme mesafesi olarak ise

1000m seçilmiştir. Bu seçilen verilere göre test süreleri ise  $t_1=12,5$  dakika ve  $t_2=6$  dakika olarak belirlenmiştir. Uygulanan deney yükleri ilse 50 N, 75 N ve 100 N olarak seçilmiştir. Çalışmada yapılan bütün deneylerin listesi ve şartları Çizelge 3.1.'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deney numaraları ve parametreleri

Deney 111	n1,F3,R1,N11	Deney 211	n1,F1,R4,N21	Deney 311	n1,F1,R6,N31
Deney 112	n1,F1,R1,N13	Deney 212	n1,F2,R4,N22	Deney 312	n1,F2,R6,N32
Deney 113	n1,F2,R1,N14	Deney 213	n1,F3,R4,N23	Deney 313	n1,F3,R6,N33
Deney 121	n2,F1,R2,N15	Deney 221	n2,F1,R5,N24	Deney 321	n2,F1,R7,N34
Deney 122	n2,F2,R2,N16	Deney 222	n2,F2,R5,N25	Deney 322	n2,F2,R7,N35
Deney 123	n2,F3,R2,N18	Deney 223	n2,F3,R5,N26	Deney 323	n2,F3,R7,N36



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Günümüzde, insan sağlığını tehdit eden asbest esaslı sürtünme malzemelerinin yerine asbeste alternatif, geniş çalışma aralığında yüksek performans sergileyebilen ve insan sağlığını tehdit etmeyen sürtünme malzemeleri üretilmeye çalışılmaktadır. Sürtünme malzemelerini belirlerken yüksek sürtünme katsayısı ve iyi aşınma direnci sergilemesi istenmektedir (Sugözü ve Mutlu, 2009).

Asansör güvenlik tertibatının devreye girmesi esnasında ortalama frenleme ivmesi 0,2 ile 1 g<sub>n</sub> arasında olması gerekliliği standartta belirtilmiştir. Bu şartların oluşması anında oluşabilecek ivme değerlerini EN 81-1 Standardı kaymalı güvenlik tertibatları için Madde 9.8.4'te tamponlar için Madde 10.4.1.2.1. de vermiştir. Değerler 0,2 g<sub>n</sub> ile 1 g<sub>n</sub> değerleri arasında olmalıdır ve 25 g<sub>n</sub> den büyük frenleme ivmesi ancak 0,04s'den uzun sürmemesi durumunda kabul edilebilir. 0,04 saniye aralıklı yapılan ölçümlerde arka arkaya iki ölçümde ivmenin bu değer üstüne çıkması kabul edilmez. Tek ölçüm değerinde bu seviyenin görülmesi kabul edilmektedir (Akdemir, 2008). Asansör hızlarına göre regülatörlerin devreye gireceği hız ise EN 81-1 Madde 9.9.1 de belirtilmiştir (EN 81-58.1, 2001).

**a)** Ani frenlemeli güvenlik tertibatında makaralı tip haricinde 0,8 m/s

**b)** Makaralı ani frenlemeli güvenlik tertibatında 1 m/s

**c)** Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatında ve 1 m/s'ye kadar olan beyan hızlarında kullanılan kaymalı güvenlik tertibatlarında 1,5 m/s

**d)** 1 m/s'den büyük beyan hızlarında kullanılan kaymalı güvenlik tertibatında:  $1,25*v+0,25$  m/s olarak. (1,6m/s hız da 2,156m/s olarak hesaplanmıştır.)

$$v^2=2a.s \quad (4.1)$$

formülünü kullanarak ve maksimum duruş mesafesi hesabında

$a=0,2g_n = 0,2*981 = 1962 \text{ m/s}^2$  minimum duruş mesafesinde  $a=1.g_n = 9,81 \text{ m/s}^2$  kabul ederek duruş mesafeleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$S_{min}=v_g^2/1,962 \text{ m} \quad (4.2)$$

$$S_{max}=v_g^2/3,924 \text{ m} \quad (4.3)$$

$v_g^2$ : regülatörün devreye girdiği kilitleme hızı

Sadece fren tutma mesafeleri değerlendirileceği için regülatörün devreye girme mesafesi  $0,1+0,03 \text{ m}$  dikkate alınmamıştır. Bu durumda asansörde kullanılacak güvenlik tertibatlarının belirlenen ivme değerleri içinde kalması için yukarıda belirtilen maksimum ve minimum durma mesafeleri içinde bir duruş sağlamaları gerekmektedir. Minimum duruş mesafesinin üstünde bir duruş mesafesi  $1 g_n$  altında bir ivme oluşturacağı için güvenlik tertibatlarında yeterli sayılmaktadır (Barney vd., 1997).

Bu verilere göre yaptığımız deneylerde numune hızı  $v_1=0,22 \text{ m/s}$ ,  $v_2=0,38 \text{ m/s}$  olarak alınmıştır.

Bu hız

$$v=\pi.d.n/60 \quad (4.4)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Yük hücreesindeki kol kuvvetinin sürtünme kuvvetine dönüştürülmesi

$$F_{kol}.a=F_s.b \quad (4.5)$$

$$\mu = \frac{F_s}{F} \quad (4.6)$$

kullanılarak hesaplanacaktır.

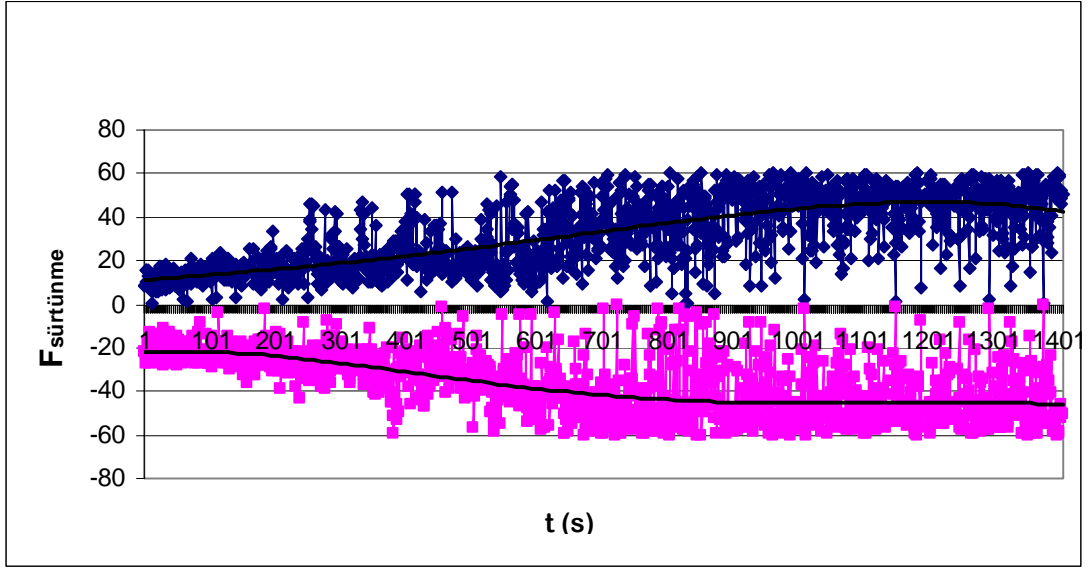
Tasarım ve imalatı gerçekleştirilen deney setinde deneme testleri (Şekil 4.1.) yapılarak karşılaşılabilecek olumsuzluklar gözlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen deney şartları altında testler başarı ile yapıp, ölçülen kol kuvveti daha sonra Microsoft Excel programı yardımı ile ilk önce sürtünme kuvvetine, daha sonra sürtünme katsayısına dönüştürülmüştür. Gidip gelme anında sürtünme kuvvetleri ayrı ayrı ölçülüp grafikte pozitif bölgede gitme anındaki, negatif bölgede de gelme anındaki sürtünme kuvvetleri ve sürtünme katsayıları gösterilmiştir.



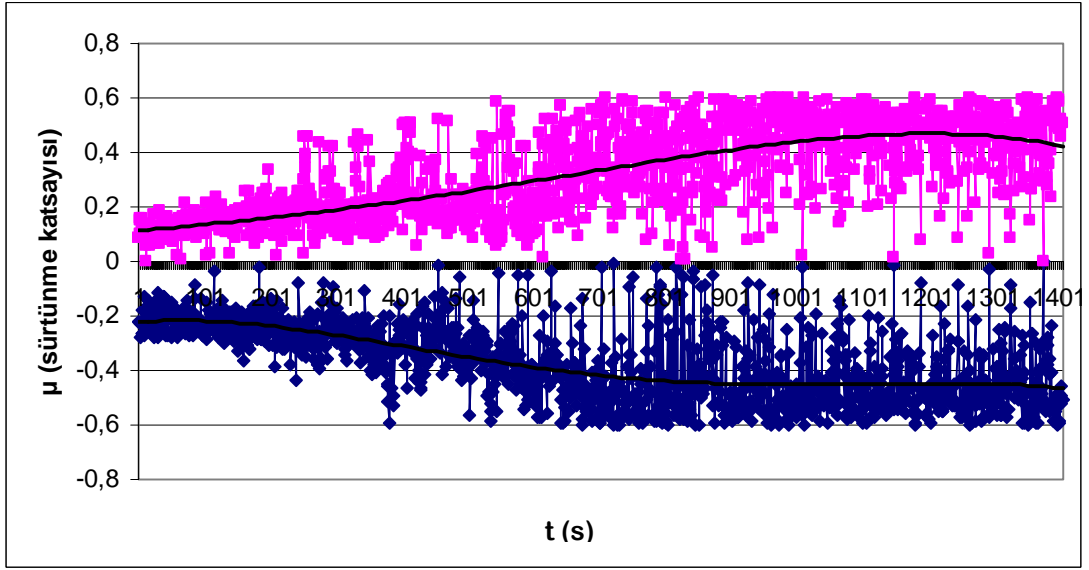
Şekil 4.1. Deney sırasında bir görüntü

#### 4.1 Deney Sonuçları

Belirlenen deney şartlarında elde edilen deney sonuçları önce sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayılarına dönüştürüldükten sonra her bir deney için ayrı ayrı Microsoft Excel Programı ile grafik haline dönüştürülmüş ve Şekil 4.2.- 4.37.'de verilmiştir.

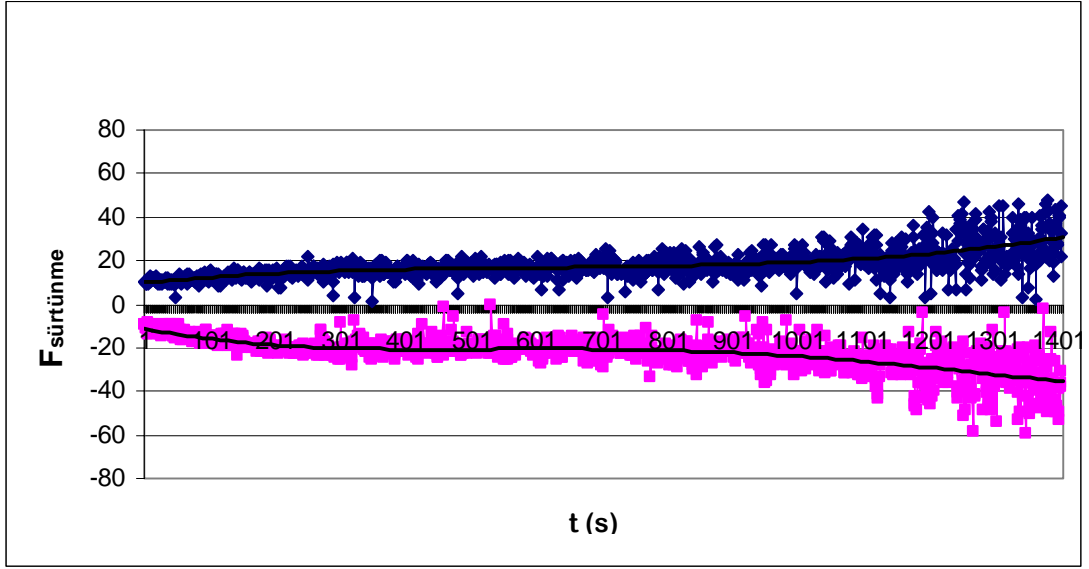


Şekil 4.2. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 111

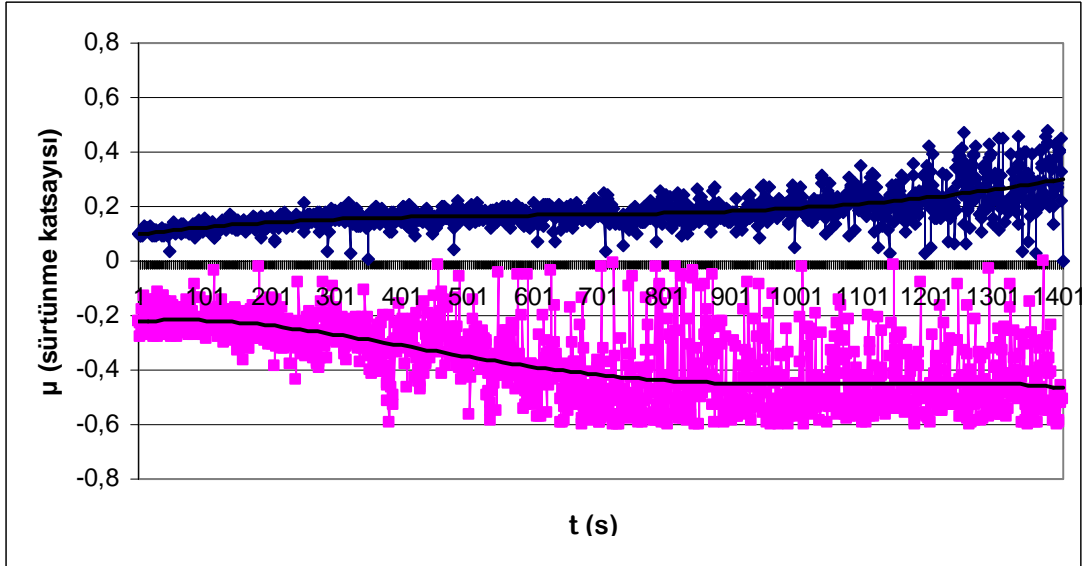


Şekil 4.3. Sürtünme katsayısı-zaman grafiği, deney 111

Deney 111 (Şekil 4.2., 4.3.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu deney şartında yük büyük hız ise küçüktür. Deney başlangıcında daha küçük değerler elde edilip daha sonra tedricen bir artış gözlenmiştir.

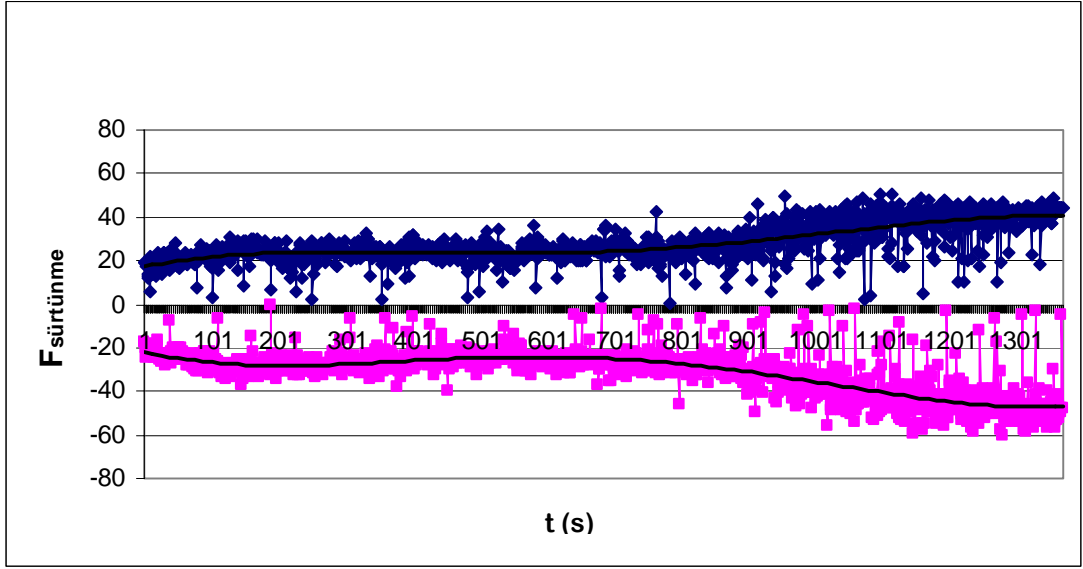


Şekil 4.4. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 112

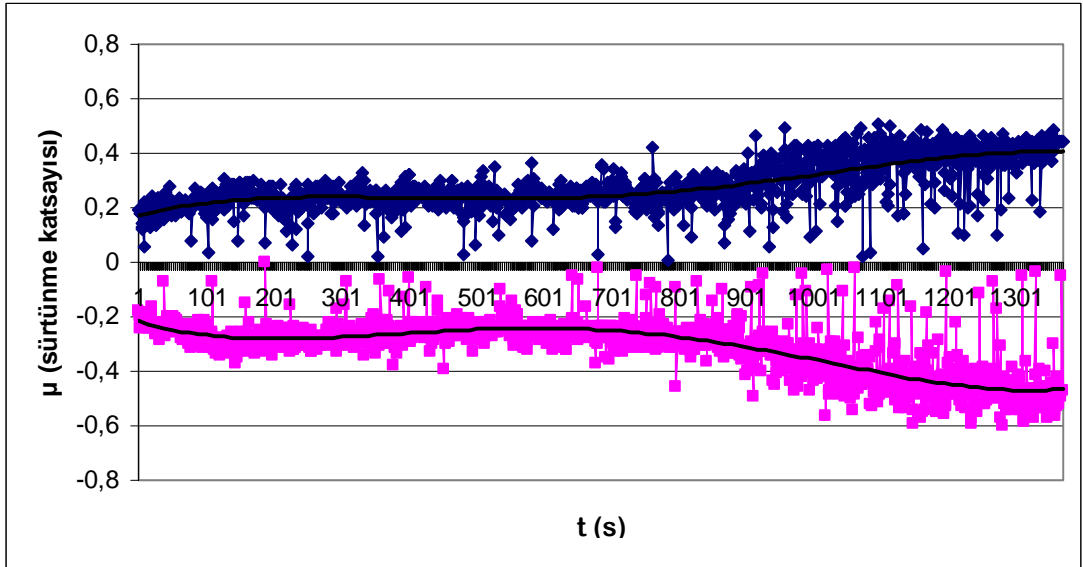


Şekil 4.5. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 112

Deney 112 (Şekil 4.4., 4.5.) de ise gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında biraz farklılık gözlenmiştir. Bu farka yüzeyde oluşan aşınma izleri ve aşınma partikülleri neden olabileceği düşünülmektedir. Deney 112.'de de bir önceki (Deney 111) deneyde olduğu gibi deney başlangıcında daha küçük değerler elde edilip daha sonra tedricen bir artış gözlenmiştir.



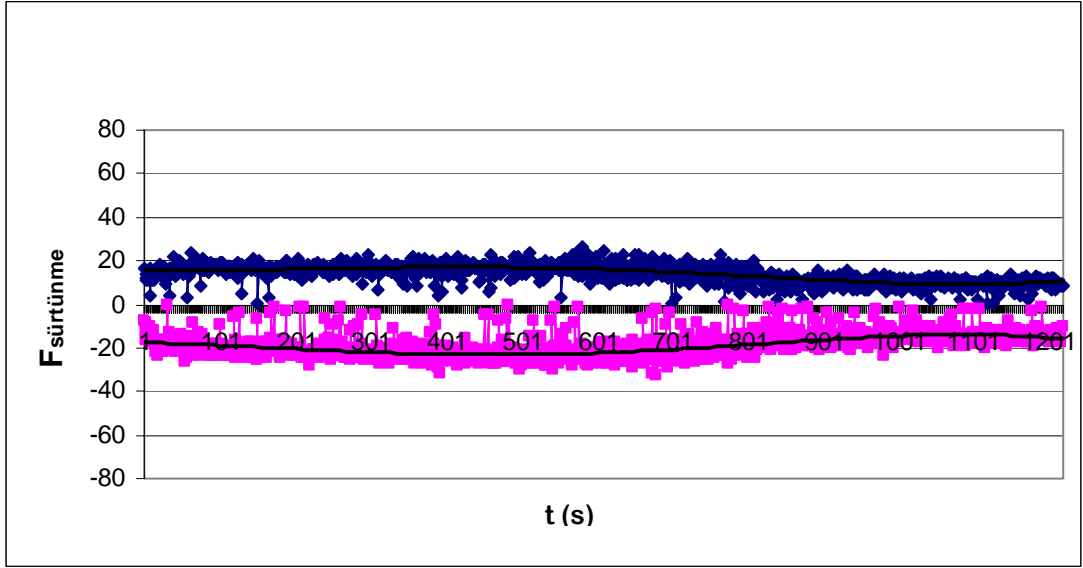
Şekil 4.6. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 113



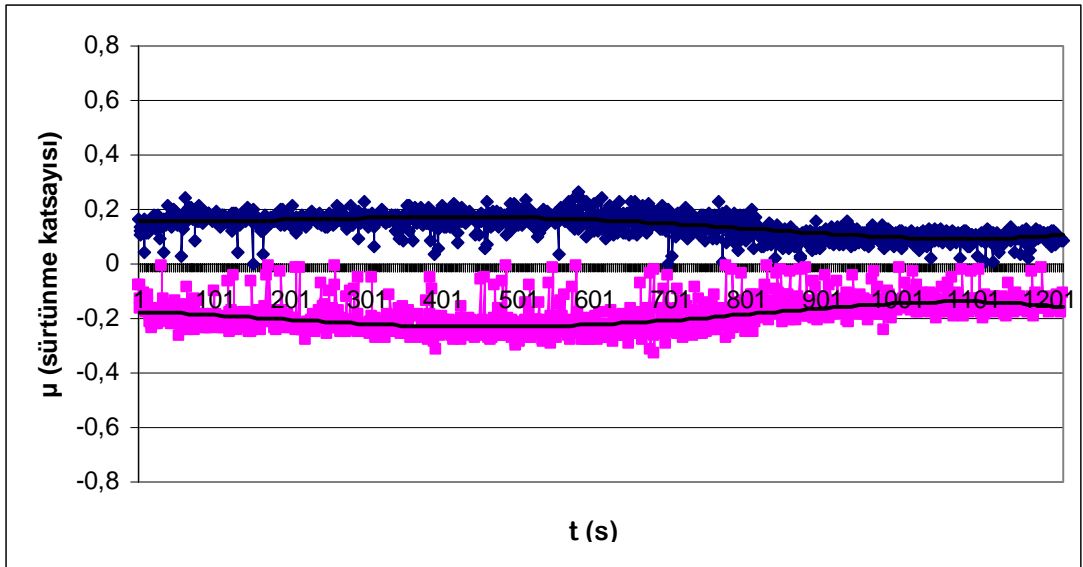
Şekil 4.7. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 113

Deney 113 (Şekil 4.6., 4.7.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Deney başlangıcında daha küçük değerler elde edilip daha sonra sabit bir davranış, daha sonra ise tedricen bir artış gözlenmiştir.

Bu üç deney sonucunu (Şekil 4.2.-4.7.) birlikte göz önüne alındığında burada hızların sabit yüklerin değiştirildiği görülmektedir. Yük artması ile sürtünme kuvveti artarken, sürtünme katsayısının azaldığı görülmektedir. Ortalama sürtünme katsayıları 0,30 – 0,50 arasında değiştiği görülmektedir. Kuru ve/veya sınır sürtünme şartları için oldukça büyük bir sürtünme fakat fren mekanizmaları için ise oldukça olumlu olduğu düşünülmektedir.

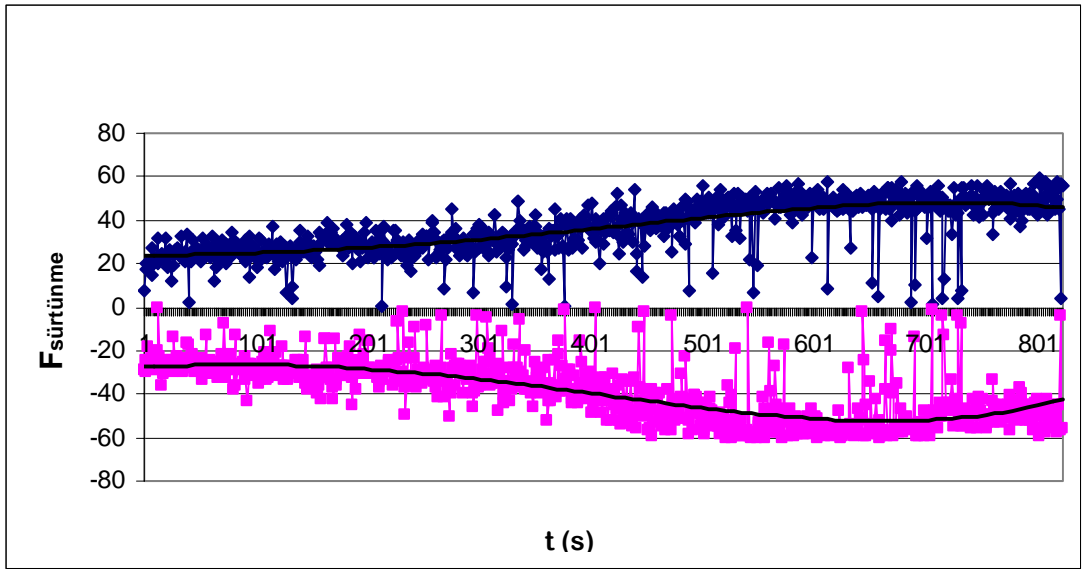


Şekil 4.8. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 121

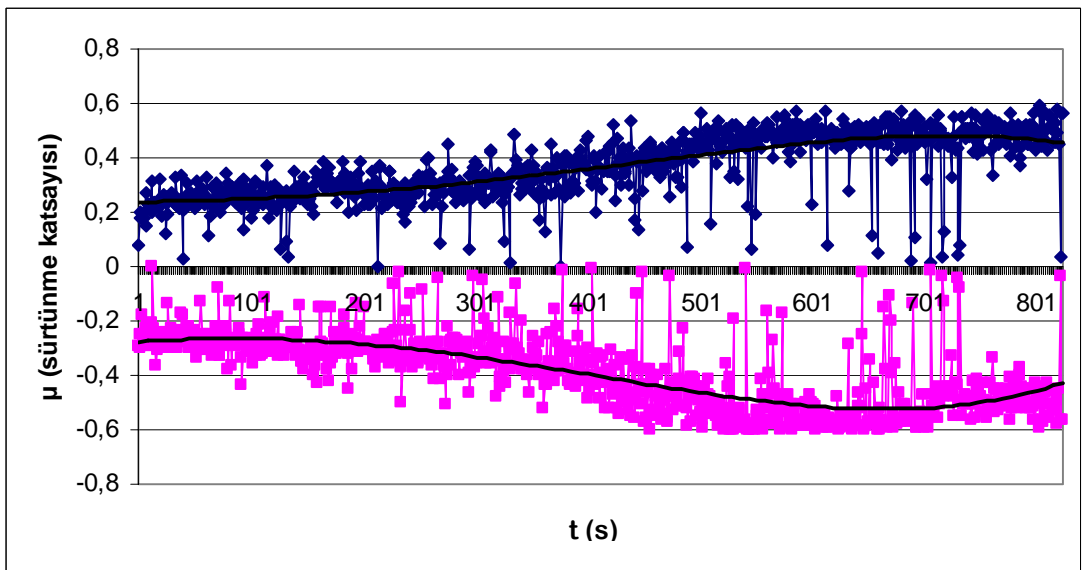


Şekil 4.9. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 121

Deney 121 (Şekil 4.8., 4.9.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu deney şartında yük küçük, hız ise büyüktür. Önceki deneylerin aksine deney başlangıcında daha büyük değerler elde edilip daha sonra tedricen bir düşüş gözlenmiştir. Yüzeylerde oluşan pürüzlerin iyice küçüldüğü bu nedenle sürtünme katsayısında düşüşler olabileceği düşünülmektedir. Hızın etkisiyle sürtünme kuvvetinde ve sürtünme katsayısında büyük düşüşler görülmüştür.



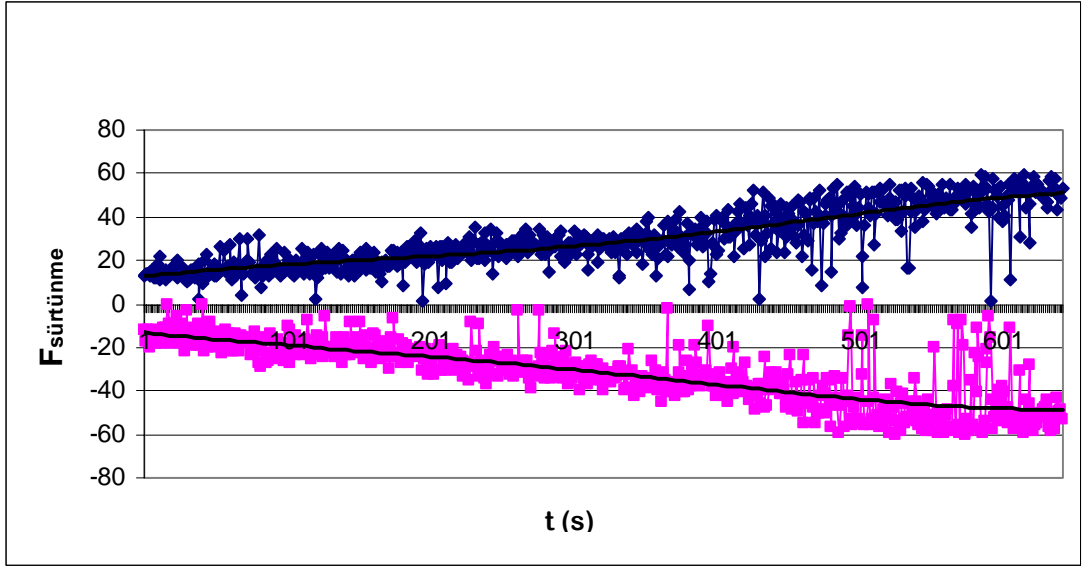
Şekil 4.10. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 122



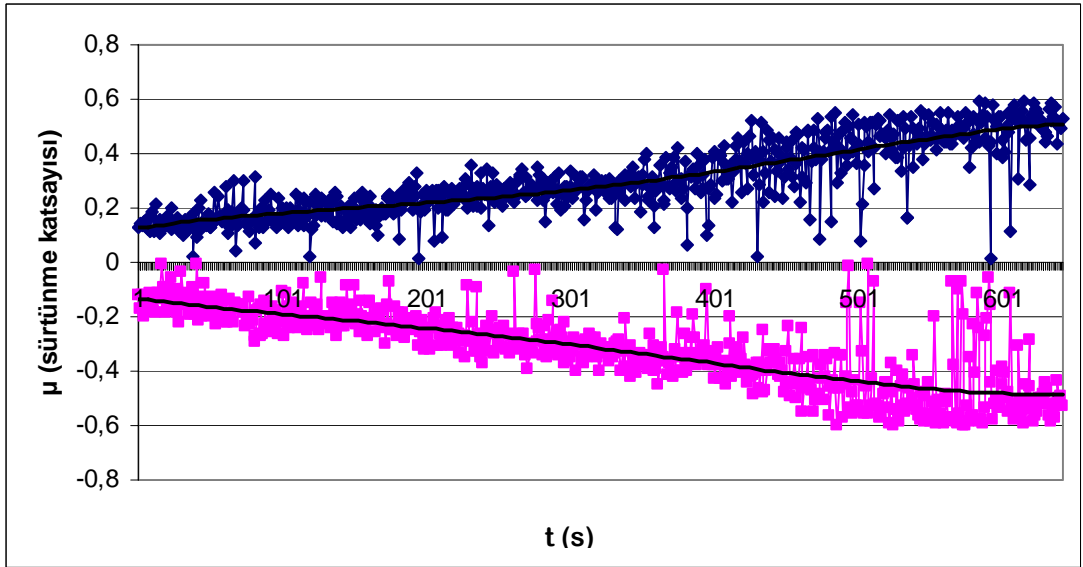
Şekil 4.11. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 122



Deney 122 (Şekil 4.10., 4.11.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Yükte bir miktar artış olurken sürtünme kuvveti ve katsayısında oldukça büyük miktarda artış tespit edilmiştir. Yine bu deneyde de deney başlangıcında küçük daha sonra tedricen bir artış gözlenmiştir.

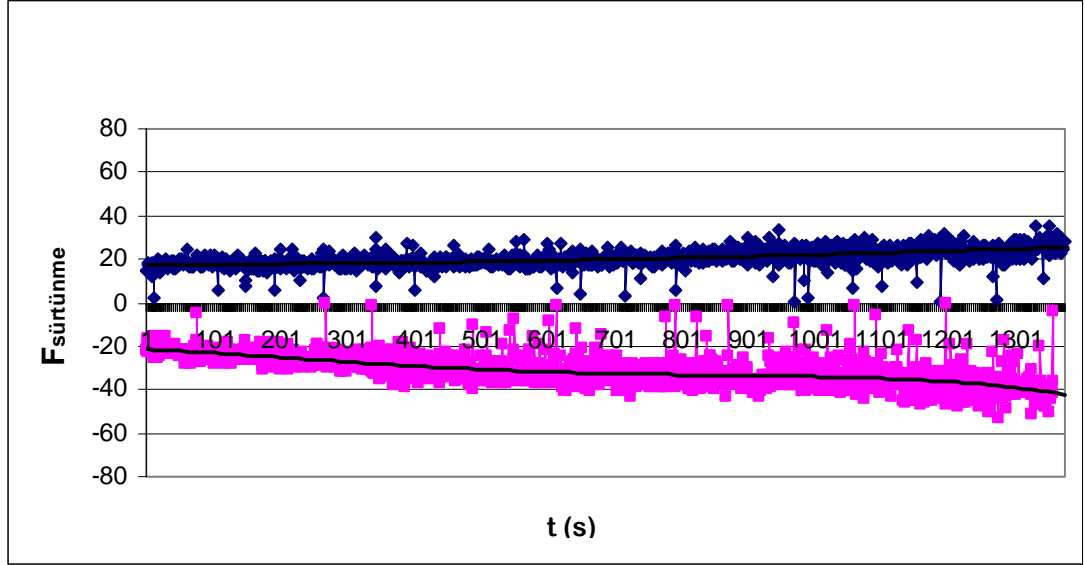


Şekil 4.12. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 123

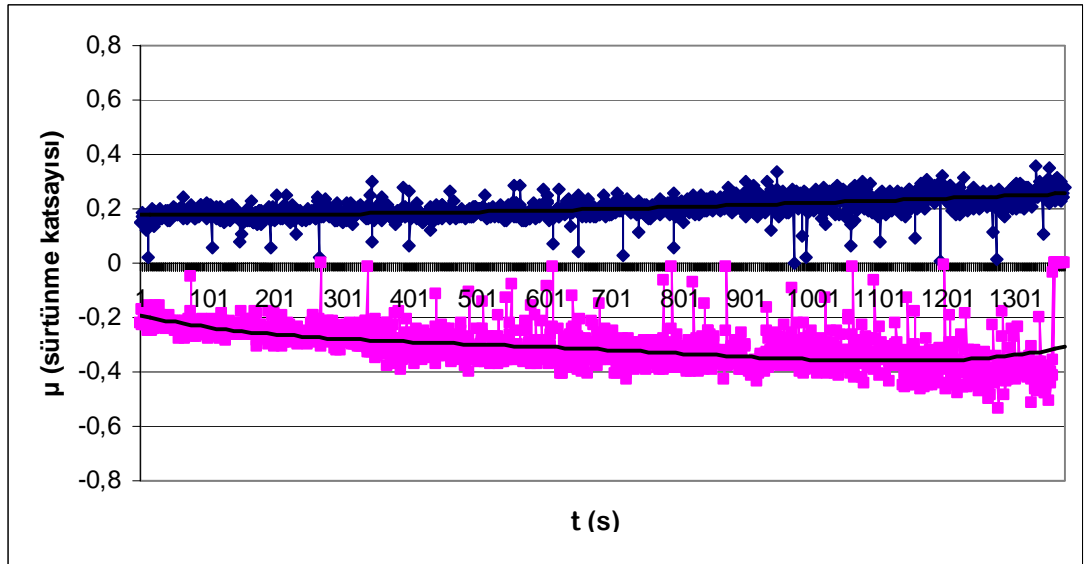


Şekil 4.13. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 123

Deney 123 (Şekil 4.12., 4.13.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu deney şartında yükte hızda büyüktür. Yine bu deneyde de deney başlangıcında küçük daha sonra tedricen bir artış gözlenmiştir. Deney 121'e göre büyük fakat Deney 122'e göre bir miktar daha düşük sürtünme katsayısı sergilemiştir.

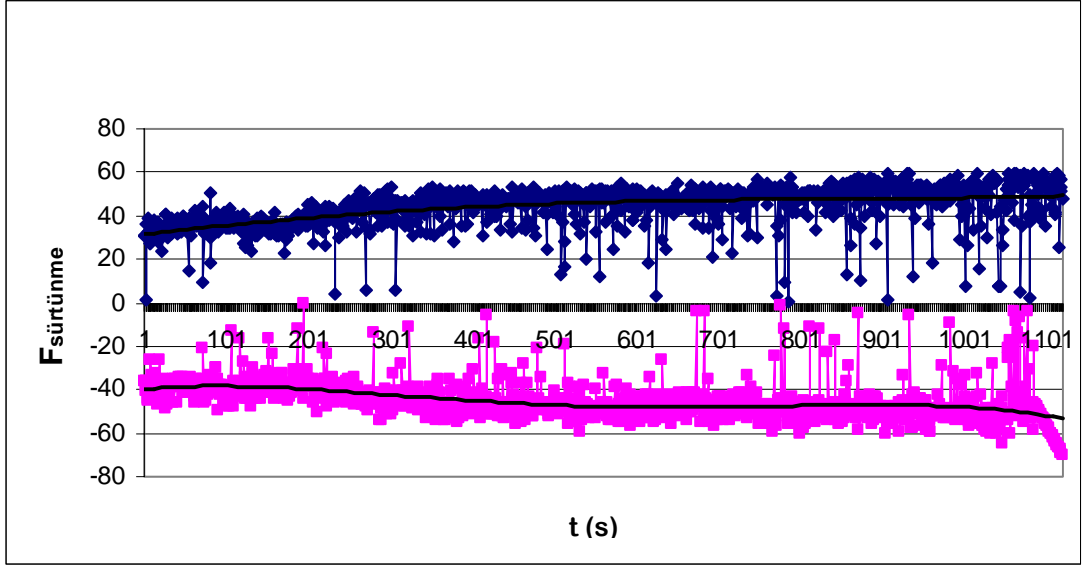


Şekil 4.14. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 211

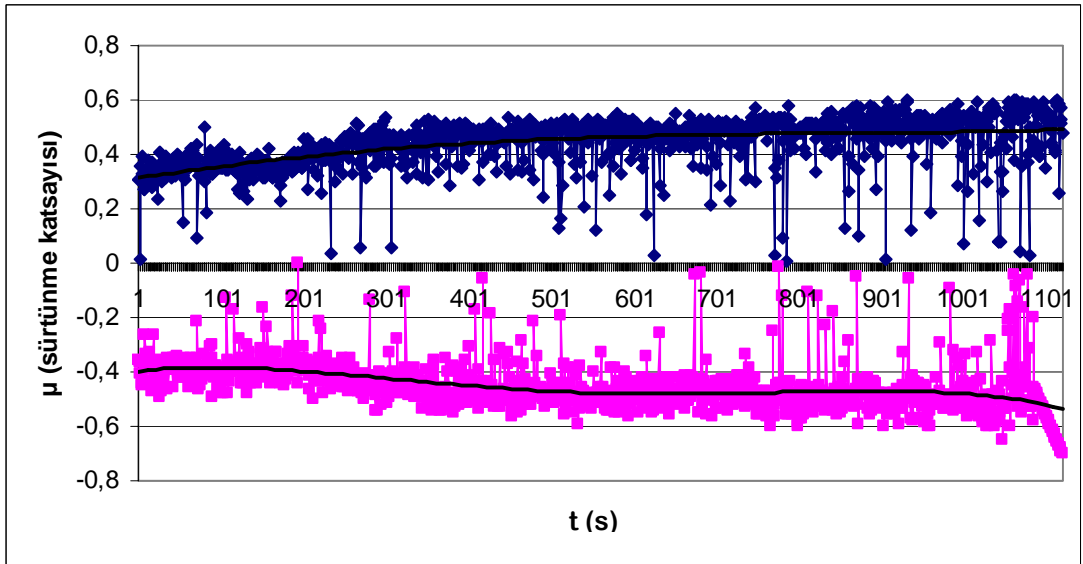


Şekil 4.15. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 211

Deney 211 (Şekil 4.14., 4.15.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında biraz farklılık gözlenmiştir. Bu farka yüzeyde oluşan aşınma izleri ve aşınma partikülleri neden olabileceği düşünülmektedir. Diğer deneylerde olduğu gibi deney başlangıcında daha küçük değerler elde edilip daha sonra tedricen bir artış gözlenmiştir. Daha düşük sürtünme katsayıları elde edilmiştir.

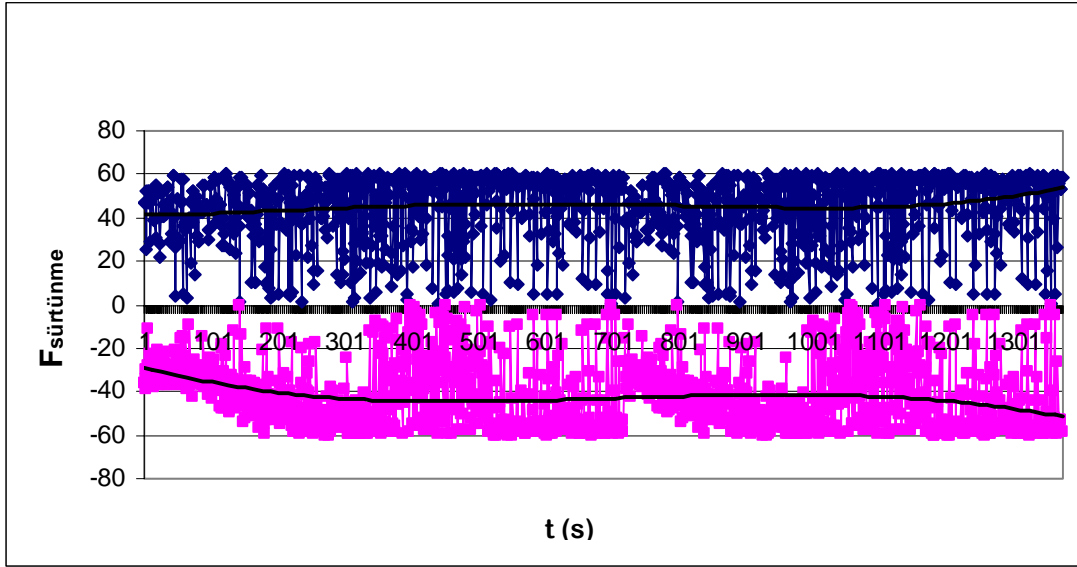


Şekil 4.16. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 212

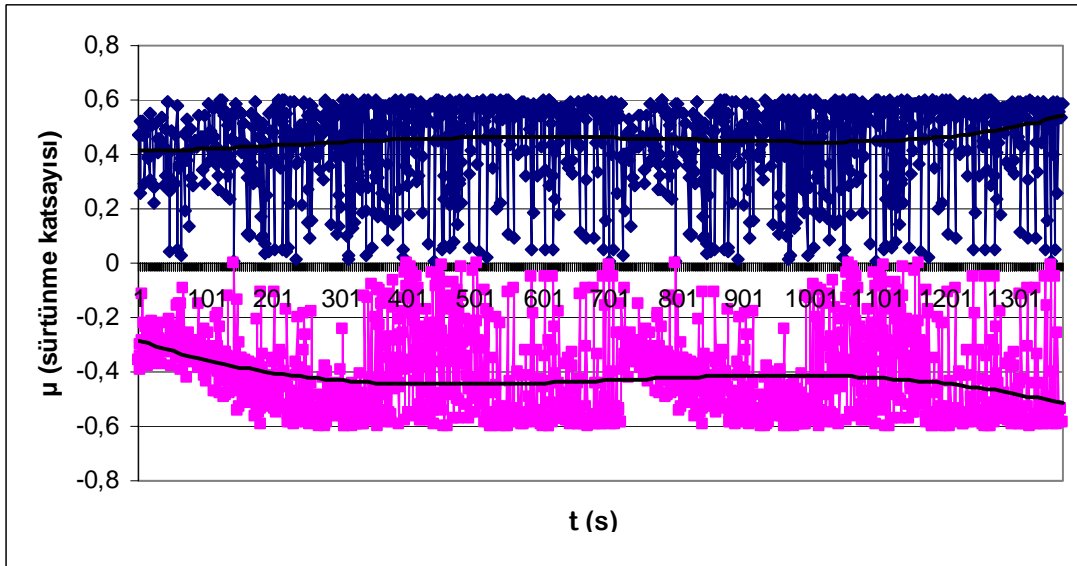


Şekil 4.17. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 212

Deney 212 (Şekil 4.16., 4.17.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Önceki deneylerden farklı olarak genelde deney süresi boyunca sabit sürtünme davranışı sergilemiştir. Bir önceki deney şartına göre daha büyük sürtünme katsayısı sergilemiştir.

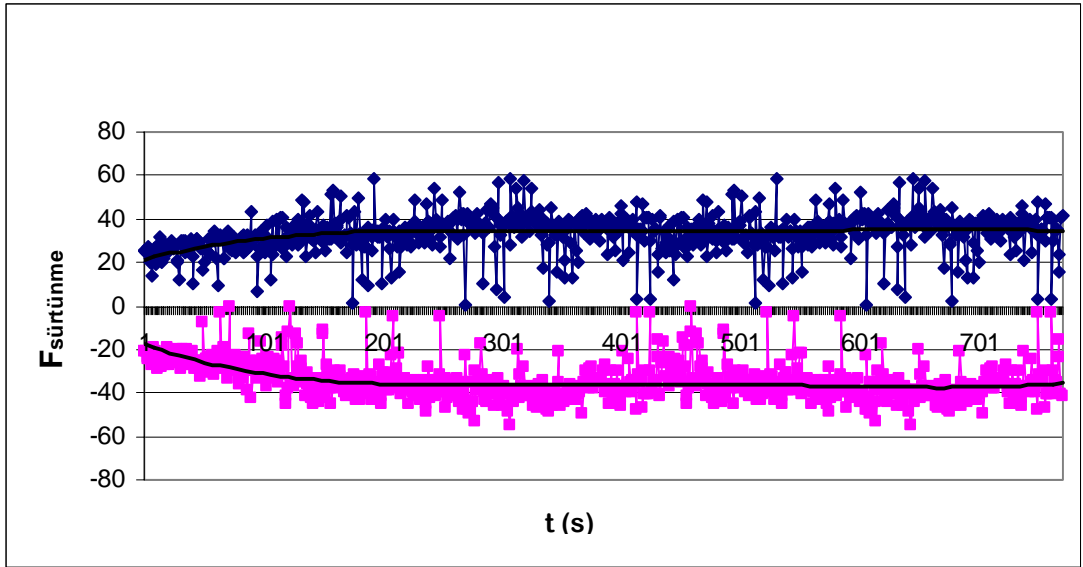


Şekil 4.18. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 213

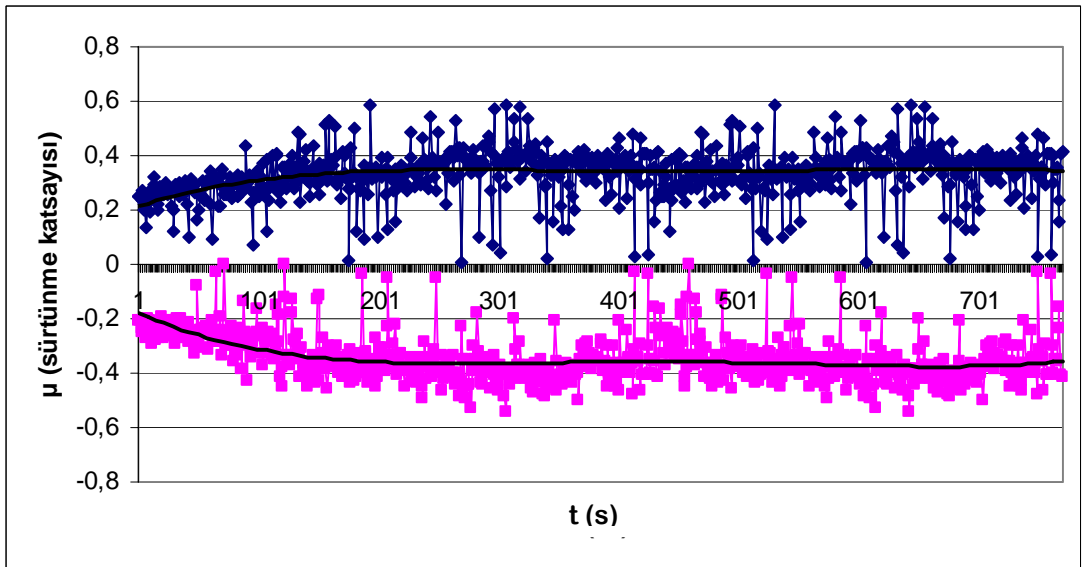


Şekil 4.19. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 213

Deney 213 (Şekil 4.18., 4.19.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu test şartında önce bir düşüş sonra sabit bir davranış daha sonra ise yine tedricen bir düşüş sergilemiştir. Bu üç test sonucu ile diğer üç deney sonucunu karşılaştırdığımızda yani düşük hızda her üç yükte de önceki balata test numunesine göre bu ikinci balata numunesi daha büyük sürtünme kuvveti ve katsayısı sergilemiştir.

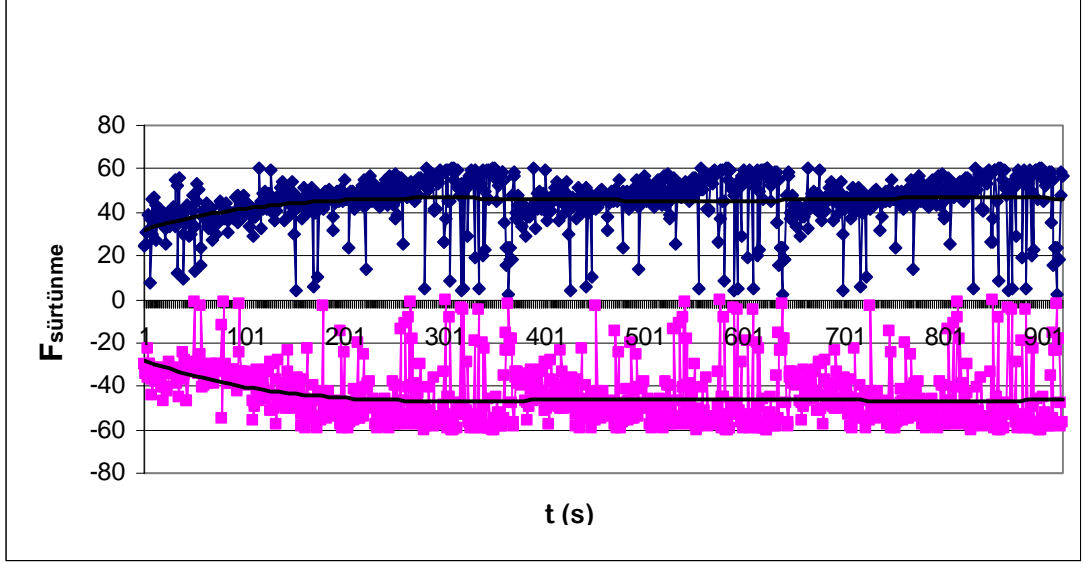


Şekil 4.20. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 221

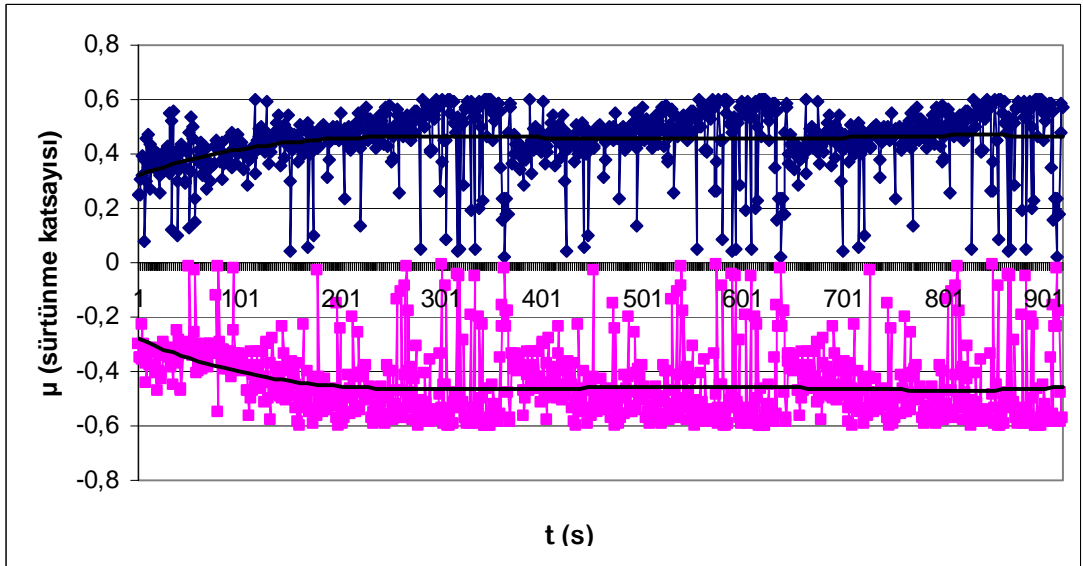


Şekil 4.21. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 221

Deney 221 (Şekil 4.20., 4.21.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu test şartında önce bir düşüş sonra sabit bir davranış sergilemiştir.



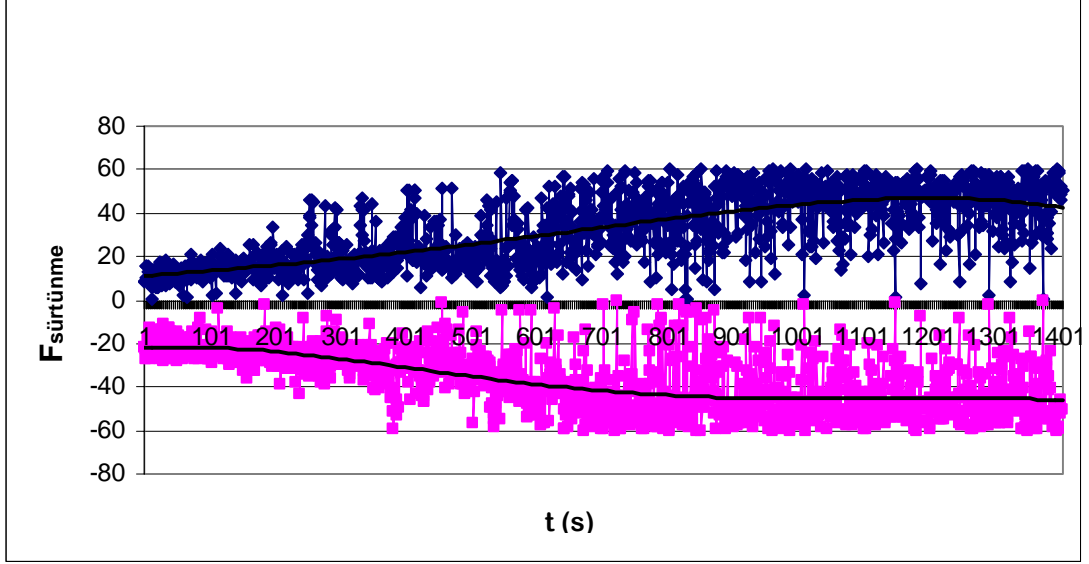
Şekil 4.22. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 222



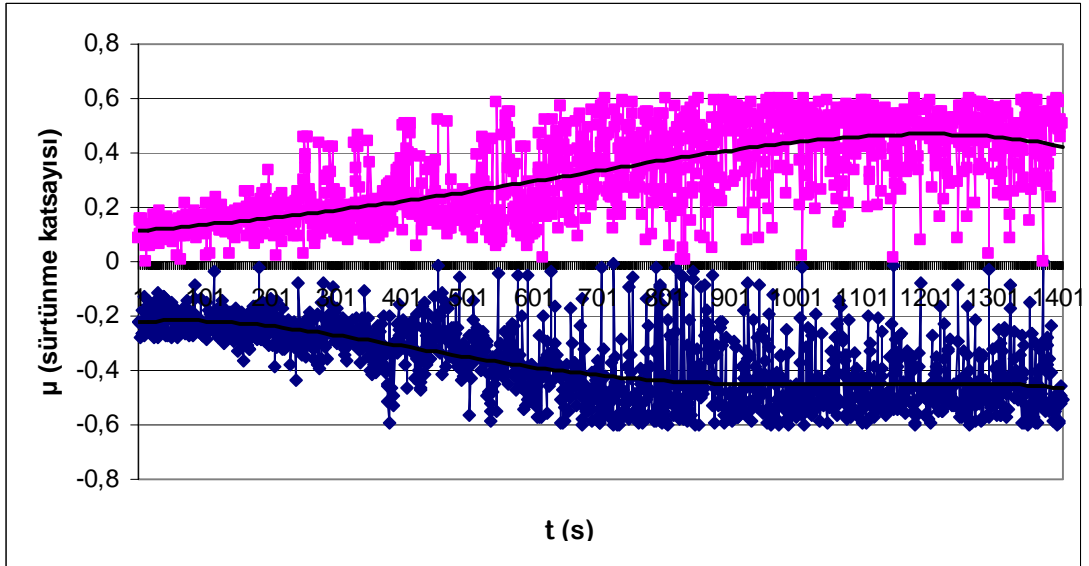
Şekil 4.23. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 222

Deney 222 (Şekil 4.22., 4.23.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu test

şartında bir önceki test şartlarına benzer davranış göstererek önce bir düşüş sonra sabit bir davranış sergilemiştir.



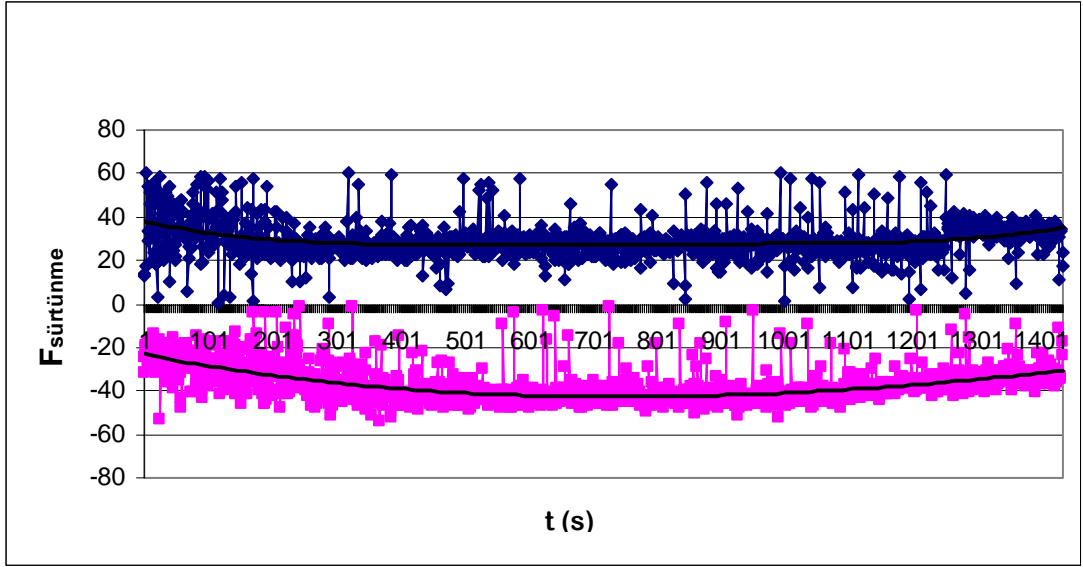
Şekil 4.24. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 223



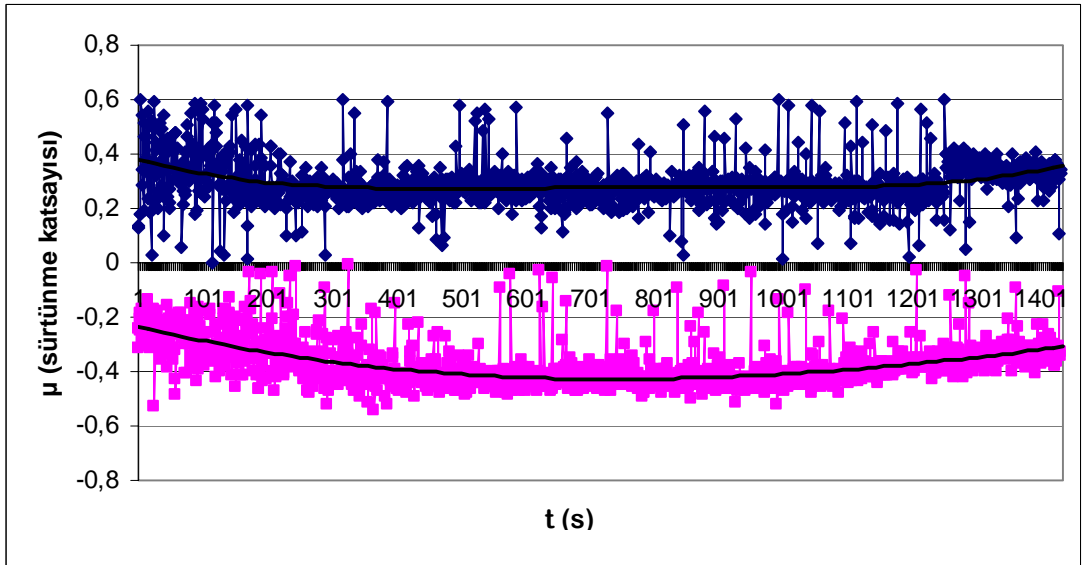
Şekil 4.25. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 223

İkinci balata numunesinin son deneyi olan Deney 223 (Şekil 4.24., 4.25.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları genelde bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu test şartında ise tedricen bir artış gösterip deney sonlarına doğru küçük oranda bir düşüş sergilemiştir.

Bu üç test sonucu ile diğer üç deney sonucunu karşılaştırdığımızda yani yüksek hızda her üç yükte de önceki balata test numunesine göre bu ikinci balata numunesi daha büyük sürtünme kuvveti ve katsayısı sergilemiştir. Dolayısıyla hem düşük hızda hem de yüksek hızda ikinci balata numunesi tüm yüklerde daha büyük sürtünme katsayısı sergileyerek daha iyi bir frenleme kabiliyetine sahip bir fren malzemesi olduğu anlaşılmaktadır.



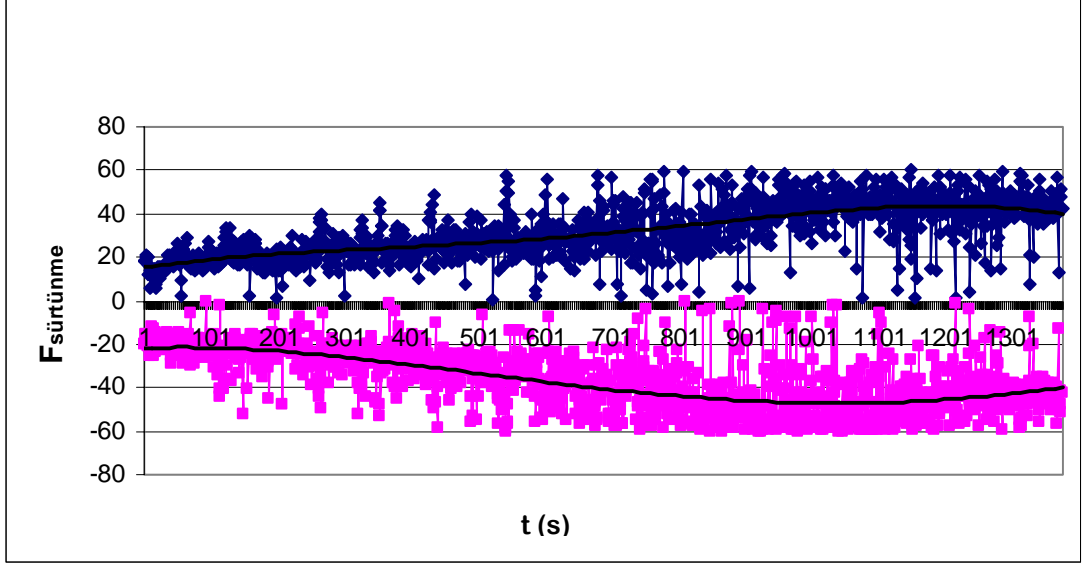
Şekil 4.26. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 311



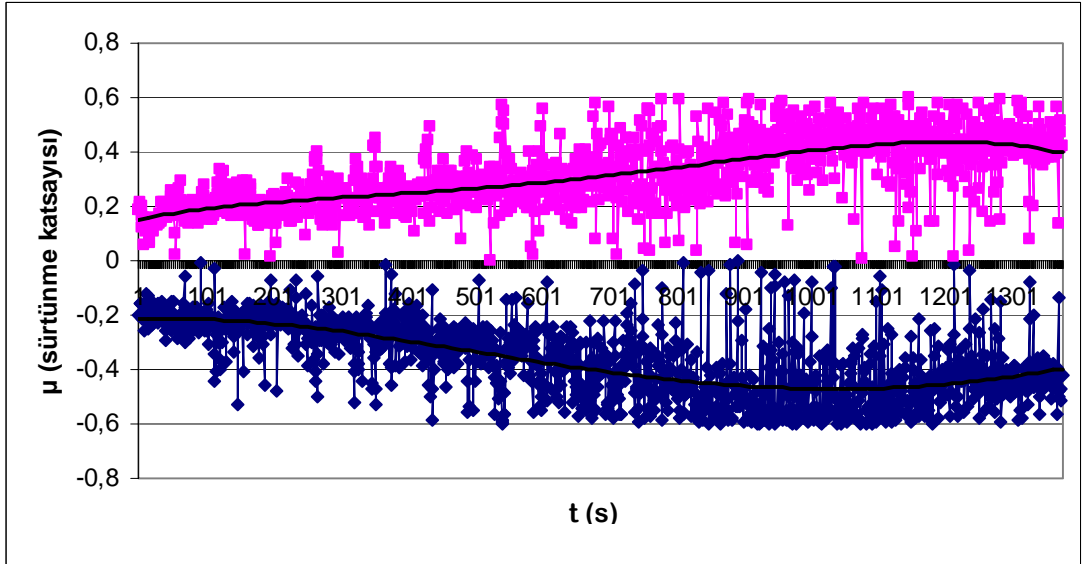
Şekil 4.27. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 311



Deney 311 (Şekil 4.26., 4.27.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında biraz farklılık söz konusudur. Gitme periyotunda deney başlangıcında önce bir düşüş sonra sabit ve tedricen bir artış sergilerken, geri gelme periyotunda ise önce biraz artış, sonra sabit deney sonunda ise tedricen bir düşüş sergilemiştir.

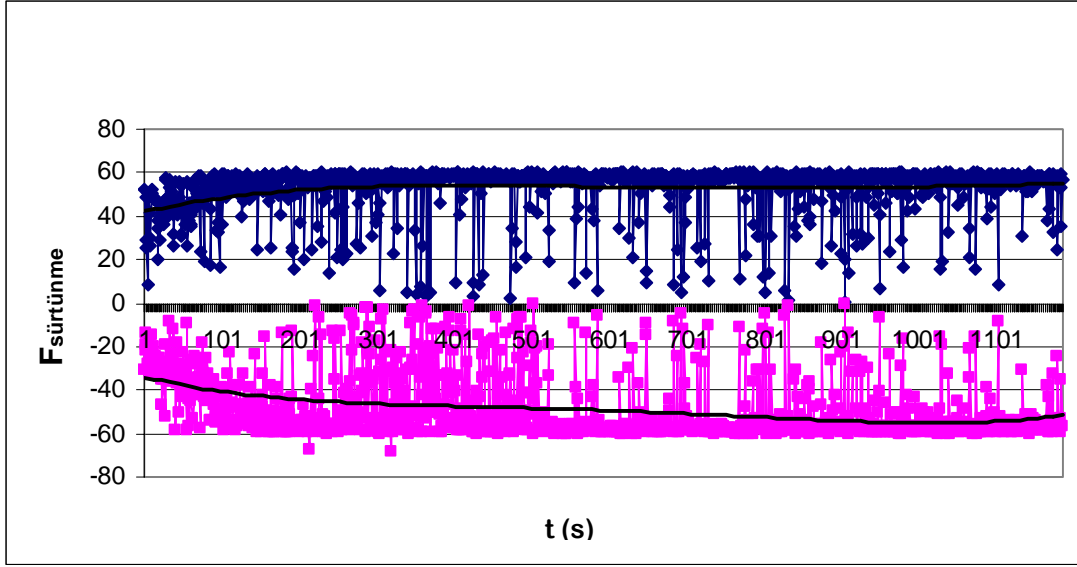


Şekil 4.28. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 312

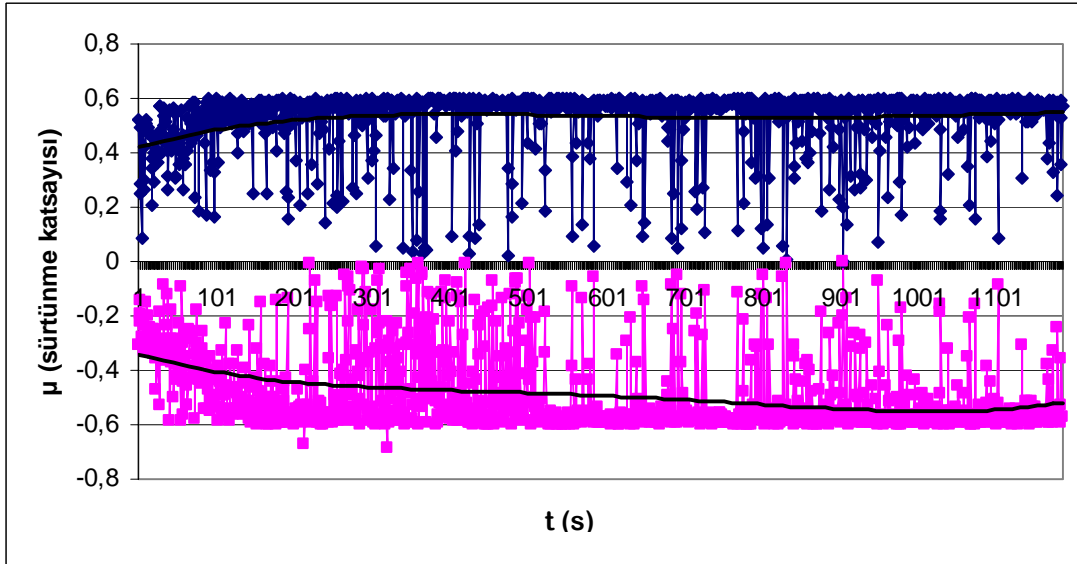


Şekil 4.29. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 312

Deney 312 (Şekil 4.28., 4.29.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında genelde bir uyum söz konusudur. Deney başlangıcında önce sabit bir davranış, sonra bir artış ve deney sonunda ise çok az bir düşüş sergilemiştir.

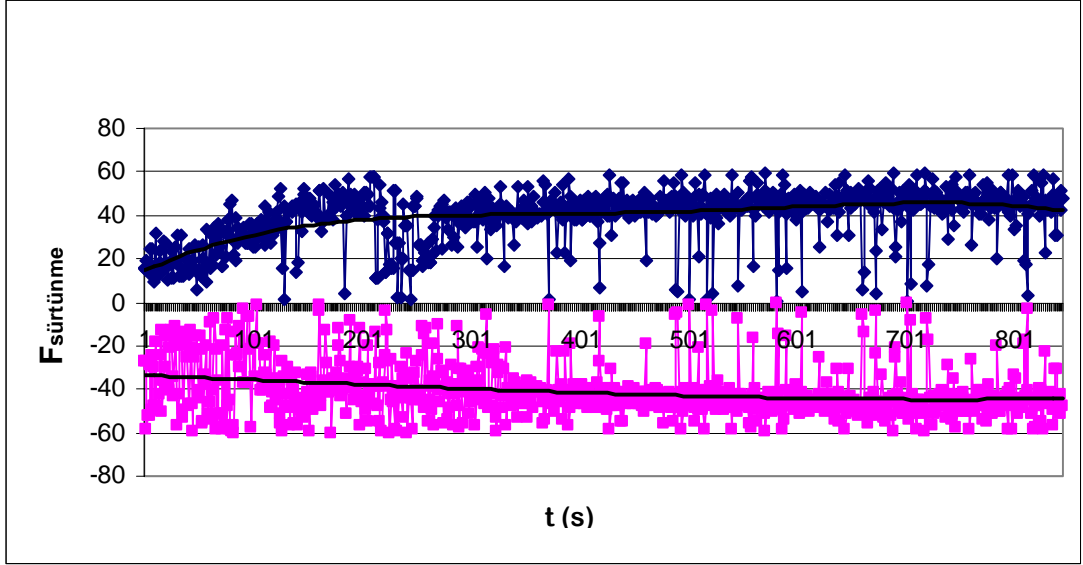


Şekil 4.30. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 313

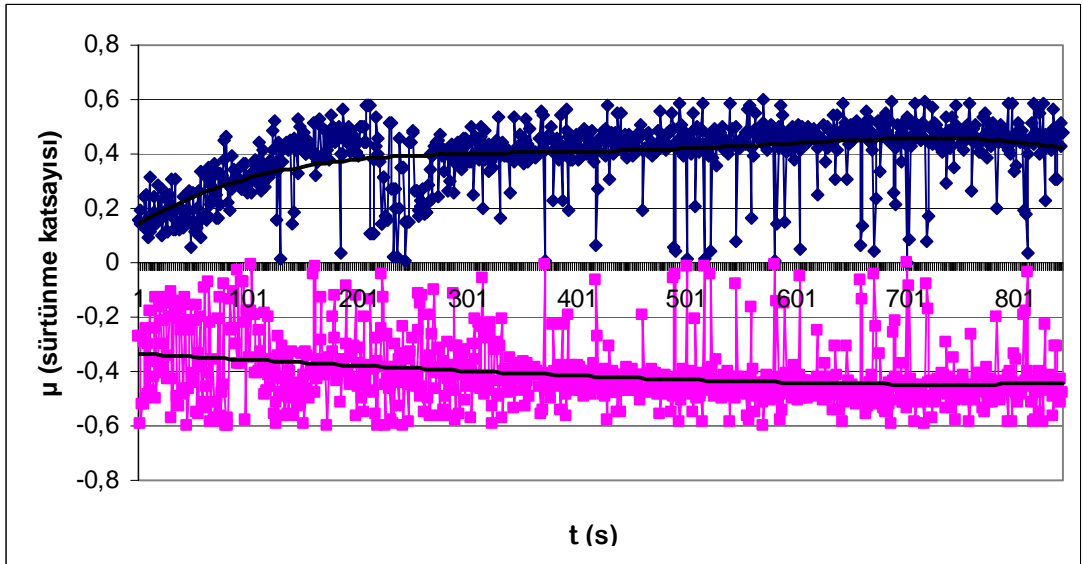


Şekil 4.31. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 313

Deney 313 (Şekil 4.30., 4.31.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında genelde bir uyum söz konusudur. Deney başlangıcında önce biraz bir artış sonra ise sabite yakın bir davranış sergilemiştir.



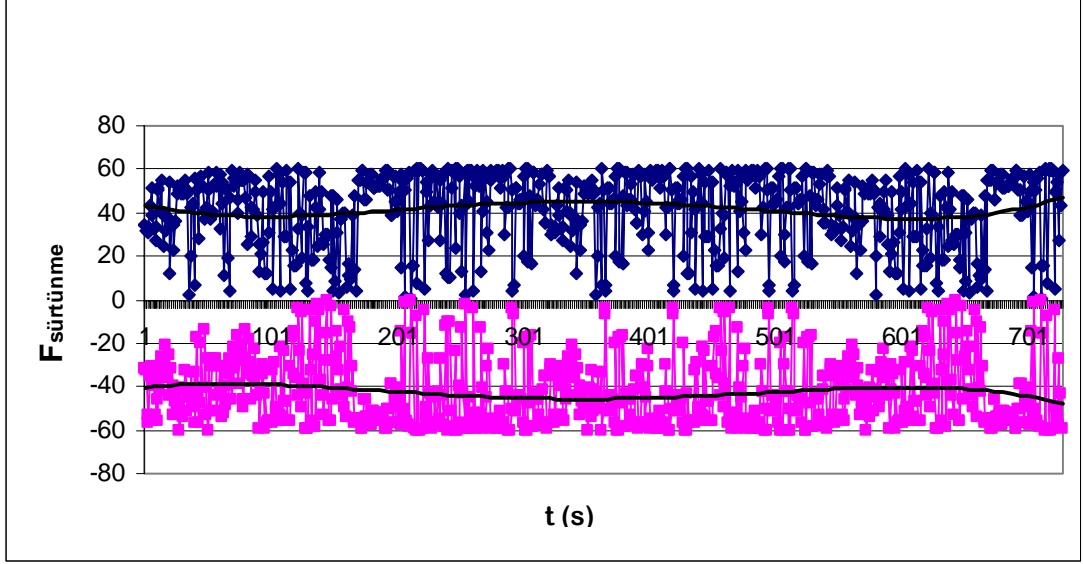
Şekil 4.32. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 321



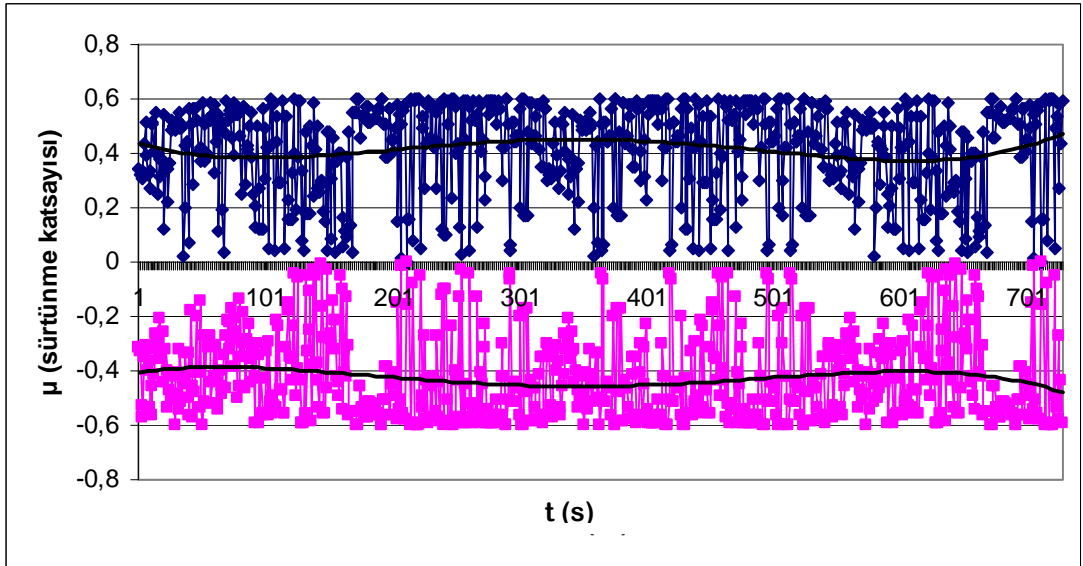
Şekil 4.33. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 321

Deney 321 (Şekil 4.32., 4.33.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında biraz farklılık gözlenmiştir. Gitme periyotunda deney

başlangıcında gelme periyotuna göre daha fazla bir artış sergilemiştir. Sonrasında ise genellikle her ikisinde sabit yakın bir davranış gözlenmiştir.



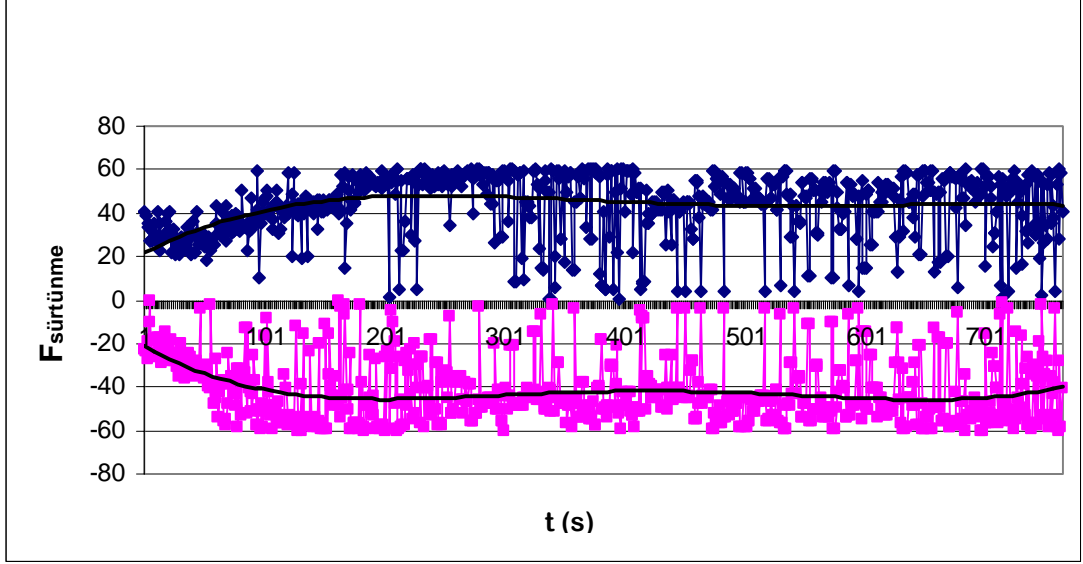
Şekil 4.34. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 322



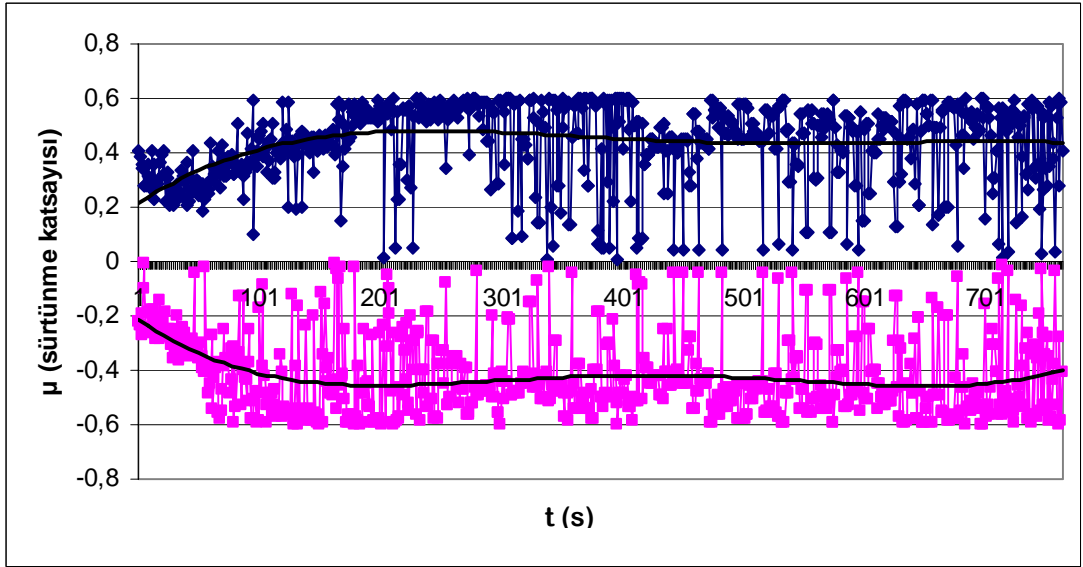
Şekil 4.35. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 322

Deney 322 (Şekil 4.34., 4.35.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında genelde bir uyum söz konusudur. Deney süresince

çok büyük miktarda olmasa da değişken bir (artış, düşüş) şeklinde bir davranış sergilenmiştir.



Şekil 4.36. Sürtünme kuvveti-zaman grafiği, deney 323



Şekil 4.37. Sürtünme katsayısı -zaman grafiği, deney 323

Deney 323 (Şekil 4.36., 4.37.) gidip ve gelme sürelerinde elde edilen sürtünme kuvveti ve katsayıları arasında genelde bir uyum söz konusudur. Deney süresince tedricen bir artış deney sonunda ise biraz bir düşüş sergilemiştir.

Son balata test numunesi genelde birinci numuneye göre daha büyük sürtünme katsayısı sergileyip, ikinci numuneye göre bazı deney Şartlarında daha düşüş sürtünme katsayısı sergilemiştir. Dolayısıyla nc balata test numunesi ortada bir performans sergilediğini söylemek mümkündür.

Deney süresince elde edilen ölçüm kolundaki kuvvet, sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısının ortalamaları alınarak Çizelge 4.1.'de toplu olarak verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ortalama en düşüş sürtünme katsayısı 0,310, en büyük ise 0,802 olduğu görülmektedir. Sürtünme katsayısının çok büyük değerde çıkması yüzeylerde kazıma, birbirine yapıŐma olduğu gösterilebilir. Zaten ortalama sürtünme katsayısının 0,802 değerinin olduğu Deney 321' e ait grafik incelendiğinde (Şekil 4.32.- 4.33.) baŐlangıçtan sonra yükselip deney sonuna kadar bu değerde sabit bir davranış sergilemiştir. Bu bölgede adhezyon aŐınmasının meydana geldiği sylenabilir.

Çizelge 4.1. Deneý sonuçlarının ortalama deęerleri

Deneý No	Deneý Parametreleri	$F_{kol}$ [N]	$F_s$ [N]	$\mu$
Deneý 111	n1,F3,R1,N11	24,034	34,706	0,347
Deneý 112	n1,F1,R1,N13	14,126	20,399	0,407
Deneý 113	n1,F2,R1,N14	20,469	29,558	0,394
Deneý 121	n2,F1,R2,N15	11,493	16,597	0,339
Deneý 122	n2,F2,R2,N16	26,318	38,004	0,506
Deneý 123	n2,F3,R2,N18	21,535	31,097	0,310
Deneý 211	n1,F1,R4,N21	17,921	25,879	0,517
Deneý 212	n1,F2,R4,N22	30,813	44,495	0,593
Deneý 213	n1,F3,R4,N23	30,177	43,576	0,435
Deneý 221	n2,F1,R5,N24	22,992	33,201	0,664
Deneý 222	n2,F2,R5,N25	29,880	43,148	0,575
Deneý 223	n2,F3,R5,N26	31,237	45,107	0,451
Deneý 311	n1,F1,R6,N31	23,074	33,320	0,666
Deneý 312	n1,F2,R6,N32	23,646	34,146	0,455
Deneý 313	n1,F3,R6,N33	35,155	50,764	0,507
Deneý 321	n2,F1,R7,N34	27,789	40,128	0,802
Deneý 322	n2,F2,R7,N35	28,927	41,771	0,556
Deneý 323	n2,F3,R7,N36	29,759	42,972	0,429

Yapılan çalışmadaki deneýlerde kullanılan ray numunelerinin (şekil 4.38.) aşınma ktlllmleri sonuçları izelge 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.38. Ray numunesindeki aşınmış yüzey

Çizelge 4.2. Ray numunesi aşınma kütle ölçüm sonuçları (g)

<b>Numune No</b>	<b>Deney No</b>	<b>Aşınma Miktarı</b>	<b>% Aşınma Miktarı</b>
R1	Deney 111	0,068	0,023
R1	Deney 112	0,115	0,040
R1	Deney 113	Belirlenemedi	Belirlenemedi
R2	Deney 121	0,655	0,225
R2	Deney 122	0,121	0,042
R2	Deney 123	0,171	0,059
R4	Deney 211	0,203	0,068
R4	Deney 212	0,607	0,205
R4	Deney 213	Belirlenemedi	Belirlenemedi
R5	Deney 221	0,216	0,074
R5	Deney 222	0,175	0,060
R5	Deney 223	0,321	0,110
R6	Deney 311	0,289	0,099
R6	Deney 312	0,404	0,139
R6	Deney 313	Belirlenemedi	Belirlenemedi
R7	Deney 321	0,496	0,166
R7	Deney 322	0,198	0,066
R7	Deney 323	0,118	0,040



Yapılan çalışmadaki deneylerde kullanılan balata numunelerinin aşınma kütle ölçümleri sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.4. incelendiğinde 1 nolu balata numunesinde meydana gelen minimum aşınma miktarı ray malzemesinde meydana gelen maksimum aşınma miktarından daha büyüktür. Bu nedenle normal şartlarda büyük aşınmanın fren balatalarında meydana gelmesi şartı böylece sağlanmış olur. Bu yönü ile 1 nolu balata numunesinin uygun olduğu söylenebilir. 2 nolu ve 3 nolu balata numunelerinde meydana gelen minimum aşınma miktarı ray malzemesinde meydana gelen maksimum aşınma miktarından daha küçüktür. Dolayısıyla normal şartlarda büyük aşınmanın fren balatalarında meydana gelmesi şartı böylece sağlanmamış olmakta, bu numunelerin bu yönüyle uygun olmadığı anlaşılmaktadır. 2 ve 3 nolu balata numunelerinde aşınmanın büyük çıkmasının bir nedeni numune kesitlerinin gerçek sisteme göre küçük olması, bu geometrinin bir kazıma etki oluşturma ihtimali olabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 4.3. Balata numunelerindeki aşınma miktarı (g)

Numune No	Aşınma Miktarı	% aşınma miktarı	Numune No	Aşınma Miktarı	% aşınma miktarı
N11	0,016	0,176	N24	Belirlenemedi	Belirlenemedi
N12	0,060	0,827	N25	0,037	0,164
N13	0,010	0,108	N26	Belirlenemedi	Belirlenemedi
N14	0,099	1,317	N27	0,001	0,007
N15	0,040	0,697	N31	Belirlenemedi	Belirlenemedi
N16	0,002	0,024	N32	0,004	0,055
N17	Belirlenemedi	Belirlenemedi	N33	0,001	0,012
N18	0,067	0,889	N34	0,002	0,027
N21	Belirlenemedi	Belirlenemedi	N35	0,007	0,105
N22	0,023	0,105	N36	0,002	0,022
N23	Belirlenemedi	Belirlenemedi	N37	Belirlenemedi	Belirlenemedi

Deneylerde kullandığımız ray numunelerde (Şekil 4.38.) oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Çizelgede x boyuna, y ise enine yüzey pürüzlüklerini göstermektedir.

Asansör kabinin, raylar üzerinde sessiz çalışması ve kılavuz patenlerini aşındırmasının gecikmesi için, yüzeylerinin belirli bir pürüzlülük düzeyinde olması gerekmektedir. Sıcak haddelenmiş profillere yapılan ek işlemler, bu amaca da yöneliktir. ISO 7465 standardında atıf yapılan ISO 468 veya TSE 971 yüzey özelliğini açıklamaktadır. Rayların yüzey pürüzlülüğü ortalama Ra standart ölçüleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir (Targit, 2003). Deneylerde kullanılan ray numunelerinde hem boyuna hem de enine ortalama yüzey pürüzlülükleri incelendiğinde numunelerin standartlara uygun olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge 4.4. incelendiğinde genelde hem boy yönünde hem de en yönünde ortalama pürüzlülük değerlerinin artış gösterdiği görülmektedir. Bununla test sırasında hem adhezyon aşınması hem de abrazyon aşınması olduğu rahatlıkla görülmektedir. Çünkü aşınma tiplerinden olan adhezyon aşınması sonucu oluşan bağların kopması sonucu bu kopan parçacıkların abrazyon aşınmaya neden olduğu bilinmektedir (Durak, 2005; Koç, 2007; Kurbanoglu, 2006). Bu iki aşınma mekanizması birbirini böylece tetiklemektedir. Ayrıca her bir balata numunesindeki ortalama yüzey pürüzlüklerini karşılaştırdığında 3 nolu ve 2 nolu malzemelerde daha büyük ortalama yüzey pürüzlük değerleri olduğu görülmektedir. Aşınma değerleri ile yüzey pürüzlük değeri bu nedenle bu numunede bir paralellik sergilemektedir.

Çizelge 4.4. Ray deney numunelerin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, µm)

Yüzey pürüzlülüğü												
	x0	y0	x1	y1	x2	y2	x3	y3	x4	y4	Ort. x	Ort. y
R1	1,170	0,970	2,260	0,960	1,970	1,240	3,880	0,890	2,150	1,320	2,286	1,076
R2	1,230	0,760	1,190	0,830	2,810	1,130	1,800	0,980	1,750	1,250	1,756	0,990
R4	0,800	1,200	1,320	0,630	2,490	0,510	1,760	0,640	--	--	1,274	0,596
R5	1,360	0,800	3,180	1,330	0,820	0,800	3,550	1,490	1,690	0,550	2,120	0,994
R6	1,460	0,630	3,150	1,160	2,690	0,890	2,090	0,780	---	---	1,878	0,692
R7	0,810	0,460	1,080	0,810	2,310	0,870	3,070	1,200	4,610	1,480	2,376	0,964
<b>Ortalama</b>											<b>1,948</b>	<b>0,885</b>

Çizelge 4.5. Rayların yüzey pürüzlülük değeri (Ra, µm) (Targıt, 2003).

Ray Sınıfı	Boyuna	Enine
A (Soğuk Çekilmiş Ray)	$1,6 \leq Ra \leq 6,3$	$1,6 \leq Ra \leq 6,3$
B (İşlenmiş Ray)	$Ra \leq 1,6$	$0,8 \leq Ra \leq 3,2$
BE (Yüksek kaliteli ray)	$Ra \leq 1,6$	$0,8 \leq Ra \leq 3,2$

## 5. SONUÇ

Ani frenlemeli tampon etkili fren uygulamasının ray hesaplamalarında kabin ve içindeki beyan yükünün ray üzerindeki etkisi üzerinde kabul edilen katsayı kabindeki yük sebebiyle oluşan kuvvetteki tampon etkisi dikkate alındığı için kullanılmaktadır. Ancak kabin ve yük ile süspansiyon arasında oluşan tampon stroğu kadar esneme ve kabin ile içindeki yükün duruşunun yumuşaması (P+Q tarafından oluşturulan kuvvetin yumuşaması) süspansiyonun ani duruşu sebebiyle diğer tahrik aksamlarında oluşmaz. Bu yanılığa düşülmemelidir.

Bu uygulamalar konusunda bir noktanın daha özellikle üzerinde durulması gerekir. Ani frenlemeli tampon etkili fren uygulamasında süspansiyona bağlanan fren bir ani etkili frendir ve bilinenin aksine bu uygulamada süspansiyonun duruşunda bir tampon etkisi söz konusu değildir. Bu yüzden asansörün taşıyıcı ve tahrik sisteminde (halatlarda makine-motorda diğer süspansiyonlarda) oluşan darbeye bir yumuşama söz konusu olmaz. Tamponlama etkisi kabin ile taşıyıcı süspansiyon (karkas) arasındadır ve kabin içini etkiler diğer sistemler süspansiyonun ani duruşuyla ani frenlemeli güvenlik tertibatı etkisine maruz kalır. Bu yüzden süspansiyonlar makine-motor gibi aksamlar ani frenleme etkisine maruz kalınacağı düşünülerek tasarlanmalıdır. EN 81-1 standardı şartlarını sağlamaları durumunda 1 m/s hızlara ve 95/16 ya uygun üretilen ürünlerde bu durum dikkate alınmalıdır.

EN 81-1 standardının F.3.2.2.1. inde ani frenlemeli güvenlik tertibatında yapılacak deney kapsamı tanımlanmıştır. Deney bir pres veya ani hız değişikliği olmadan hareket eden benzeri bir teçhizat kullanılmak suretiyle yapılmalıdır. Aşağıdaki hususlar ölçülmelidir:

- a) Kuvvetin fonksiyonu olarak kat edilen mesafe,
- b) Kuvvet veya kat edilen mesafenin fonksiyonu olarak güvenlik tertibatı gövdesinin deformasyonu.

Dikkat edilirse bu tip güvenlik tertibatında bir ivmeden bahsedilmez. Standard da bu konuda bir sınırlama getirmemektedir. Yapılan testlerde ani frenleme oluşması durumunda frenleme çeneleri raya sürtünmeye başladıktan ve frenleme için raya temas ettikten sonra bu mesafeler çok rahat elde edilmektedir. Asansör testlerinde tam yükte (Güvenlik tertibatı için bu değer kabin ağırlığı olmadan sadece beyan yükünün yarısı demektir.) ve asansörün beyan hızında bir değişikliğe yol açmaz. Yapılan testlerde farklı sonuçlar alınabilir. Ayrıca gerçek testte ani frenlemenin oluşması 0,04 s ile 0,12 s arasında bir zaman almaktadır. Bu durumda “a” değeri çoğunlukla ikinci 0,04 s dışında  $1gn$ 'nin altında değer vermektedir.

Sabit sürtünmede izin verilen kütle serbest düşmekte olan bir M kütlesini durdurmak için, bu kütle üzerine gelen yerçekimi kuvveti olan N'dan daha yüksek bir kuvvet uygulamamız gerekir. Bu güç, yerçekimine zıt olarak uygulanmalıdır. Kademeli tip güvenlik tertibatları için tip testlerini açıklayan EN 81-1, açık bir şekilde ortalama 0,6 g'lik bir yavaşlamayla sonuçlanan bir ayara ulaşmaya çalışmaktadır.

Hızın sürtünme toleransları üzerindeki etkisi birçok malzeme, belirli bir Güç x Hız aralığı üzerinde makul olarak sabit bir sürtünme kuvvetine sahip olacaktır. Maalesef güvenlik tertibatı balatalarının sınırlı alanından ötürü güvenlik tertibatı uygulamalarında bu aralığın çok dışına çıkılmaktadır.

İki farklı güvenlik tertibatı ayarı için farklı hızlarda yapılan geniş sayıda güvenlik tertibatı testini göstermektedir. Güvenlik tertibatı kuvvetinin hızın artmasıyla açık şekilde düştüğünü veya hızın azalmasıyla açık bir şekilde arttığını görebiliriz. Aynı zamanda herhangi bir hızda sürtünme kuvvetinde ciddi toleransların da olduğunu görebilmekteyiz.

Hız bağımlı karakteristiklere sahip bir güvenlik kabininin tipik serbest düşme hız eğrisini göstermektedir. Güvenlik tertibatı devreye girdiğinde hız lineer olarak 5,06 m/s'ye kadar yükselmektedir. Devreye girme sonrasında hız düştükçe eğrinin daha sert inişler gösterdiğini, artan yavaşlamama oranları ve artan sürtünme kuvvetleri yansıttığını görebiliriz (Asansör Teknolojisi 12, Elevcon, 2002).

Bu çalışma kapsamında doğrusal harekete sahip sürtünme ve aşınma gibi tribolojik özelliklerin belirlenmesine imkân tanıyan yeni bir test cihazı tasarlanıp imalatı gerçekleştirilmiştir. İmkânlar ölçüsünde pratikte yaygın kullanılan üç farklı ticari fren numunesi ile çok yaygın kullanılan ray numunesi ile eş çalıştırılırken meydana gelen sürtünme ve aşınma durumları incelenmiştir. Söz konusu deney seti; lisans, lisansüstü ve diğer bilimsel araştırmalarda, triboloji alanındaki deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere üniversitemize kazandırılmıştır.

Yaptığımız deneylerde de göstermiştir ki asansör frenlerinde kullanılan balataları ray malzemesinden daha sert ve aşınmaya karşı dirençli imal edilmektedir. Elde ettiğimiz deney sonuçlarında sürtünme katsayısı zamana göre artış göstermekte ve buna bağlı olarak sürtünme kuvveti artmaktadır. Frenleme esnasında sistemin hızını sıfırlayacak şekilde balata baskı kuvveti fren mekanizmalarında ayarlı olmaktadır. Bizim de elde ettiğimiz sonuçlarda ise sabit hızda sabit kuvvette sürtünme katsayısı parabol oluşturacak şekilde bir artış göstermekte ve bir süre sonra sabit değer vermektedir.

Deney sonuçlarından sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı ve aşınmaya hem kuvvetin hem de hızın etkisi olabildiği gibi malzemenin de ne kadar etkili olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada seçilen ray malzemesi için deneylerde kullanılan eş çalışacak üç adet balata numunelerinden 1 nolu numunenin aşınma yönünden en uygun olduğunu söylemek mümkündür. 2 ve 3 nolu malzemelerde ortalama yüzey pürüzlükleri de aşınma gibi büyük değerlerde çıktığı, dolayısıyla aşınma ile yüzey pürüzlüğü arasında yakın bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Sürtünme performansı yönünden de 1 nolu balata malzemesinde daha düşük sürtünme katsayısı sergilemiş, 2 ve özellikle 3 nolu balata numunesine göre daha büyük sürtünme katsayıları sergilemiştir. Bu nedenle sürtünme performansı ve aşınma birlikte göz önüne alınırsa 1 nolu, sadece sürtünme göz önüne alınırsa 2 ve 3 nolu balata numuneleri daha iyi bir performansa sahip oldukları tespit edilmiştir.

Balata numuneleri daha farklı kesit büyüklüklerinde, bu yüzeylerde yapılacak yüzeysel işlemlerle, rayların kısmi yağlanması, farklı yeni balata ve ray malzemeleri ile asansör sistemleri için daha uygun fren malzemeleri geliştirmek mümkündür. Ayrıca ileride yapılacak bu tip çalışmalar imkânlar bulunması halinde balata ve ray yüzeylerinin incelemeleri ile balata numunelerinin tribolojik özellikleri hakkında daha detaylı araştırma bulguları elde edilebileceği düşünülmektedir..

## KAYNAKLAR

- Abu El-Hija, H., Krenkel, W., Hgel, S., Heidenreich, B., 2005. Development of C/C-SiC.  
<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118672568/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0> . Erişim Tarihi:10.05.2010.
- Akdemir, L. 2008. Güvenlik Tertibatları Hakkında. Asansör Dünyası Dergisi, Sayı 75 S 39.
- Anonim, Ake Asansör Teknik izimler, 2009.
- Standart, TSE 10922 EN 81-1. 2001.
- Barney, G.C., Cooper, D.A., Ingis, J., 1997. Elevator And Escalator Micropedia IAEE Part A S 47, Part C S 9.
- Barlas, E., 2008. Paraşüt Emniyet Freninin Basit Tarihi ve Tampon Tesirli Fren Sistemi. Asansör Dünyası Dergisi, Sayı 73 S 82.
- Bedir, S., 2005. Çift Yönlü Asansör Fren Bloklarının Modellenmesi Ve Sonlu Elemanların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- avdar, K., Karpat, B., Güngören Y., 2005. Asansörler İçin Paraşüt Fren Sistemi Tasarımı. TMMOB Makine Mühendisleri Odası II. İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi, İstanbul, 27-28 Mayıs 2005.
- De Jong, J., 2001 Understanding The Natural Behaviour Of Elevator Safety Gears And Their Triggering Devices. Elevator Technology, 14 IAEE (Türkçe tercümesi Asansör Dünyası Dergisi Sayı 74 de yayınlanmıştır).
- Dikmen, S., 1994. Tampon Etkili Fren Nedir Ne Değildir. Asansör Dünyası Dergisi, Sayı 71 S 39.
- Durak, E., 2005, Sürtünme ve Aşınma Mekanizmaları Ders Notları. SD Makina Mühendisliği Bölümü, Isparta, Basılmamış.
- Durak, E., Yurtseven A. H., 2010. Asansörlerde Kullanılan Fren Balatalarının Tribolojik zelliklerinin İncelenmesi. Asansör Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-23 Mayıs 2010. S 240-243.
- Gomez, A., Pelegay, J. L., Villa, L., Bernard, C., 2004. State Of The Art Simulation And Measurement Techniques For The Analysis Of Noise And Vibrations Problems In Elevator Installations. Elevator Technology, 14 pp, 90-97.



- Hagiwara, T., Hamada, Y., Yamamoto, Y., 2004. Automatic Guide Rail Measuring Systems For Elevator Installations And Renewal. Elevator Technoloji, 14 pp 106 - 112.
- Hwang, D.H., Kim, D.E., Lee, S.J., 1999. Influence Of Wear Particle Interaction In The Sliding Interface On Friction Of Metals. Wear, 225 - 229, pp. 427 - 439.
- İmrak, C. E., 1997. Düşey Transport Sistemleri. Ders Notları, İTÜ Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Basılmamış.
- İmrak, C.,E., Gerdemeli, İ., 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- İmrak, C. E., Fetvacı, M. C., 2003. Asansör ve Asansör Ekipmanlarında CE İşareti Uygulama Esasları. S 9-11.
- Janovsky, L., 2003. Elevator Mechanical Design. Part 8, S 264.
- Kaya, M. 2008. CE Kapsamında Asansörlerin İncelenmesi ve Hesapları. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kıral, Z., Kıral, B. G., 2005. Ray Deformasyonlarının Asansör Titreşimlerine Etkisinin İncelenmesi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, II. İletim Teknolojileri Kongresi Bildiriler Kitabı, 27-28 Mayıs 2005, S 171 - 176.
- Koç, E., Makina Elemanları. Cilt 2, Nobel Yayınevi, Adana, (2007). S 425
- Kurbanoglu, C., 1996. Transport Tekniği. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kurbanoglu, C., 2006. Makina Elemanları. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/) . Erişim Tarihi:10.05.2010.
- Odabas, D., Su S., 1997. A Comparison Of The Reciprocating And Continuous Two-Body Abrasive Wear Behavior Of Solution - Treated And Agehardened 2014 Al Alloy. Wear, 208, pp. 25 - 35.
- Road, C. M., Barkand, T. D., 2002. Elevator Safety: Give The Miner A Brake. <http://www.msha.gov/s&hinfo/techrpt/hoist/paper4.htm> . Erişim Tarihi: 10.05.2010.
- Sugözü, İ., Mutlu İ., 2009. Fren Balatası Üretiminde Toz Karıştırma Süresinin Frenleme Karakteristiğine Etkisinin Araştırılması, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.

Targıt, S., 2010. Asansörlerde Enerjinin Verimli Kullanılmasına Etki eden Pasif Unsurlar. Asansör Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-23 Mayıs 2010. S 79-82.

Targıt, S., 2003. Asansör Kılavuz Rayları Özellikler ve Uygulamalar. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi, 15-18 Ekim 2003, İstanbul, S 291-300.

Tavaslıoğlu, S., 2005. Asansör Uygulamaları. Final Matbaası, Bölüm 6.

## ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Ali Hakan YURTSEVEN  
Doğum Yeri ve Yılı: Afyon 1972  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Antalya Gazi Lisesi 1986 - 1989  
Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi 1990 - 1994  
Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniv. 2008 -

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Ake Asansör 2002 -  
Sartaş İnşaat Reklam 1998 - 2002  
Mekisan Asansör 1997 - 1998

Yayımları (SCI ve diğer makaleler): Asansörlerde Kullanılan Fren Balatalarının Tribolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Asansör Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2010. S 240-243.