



Maden-Tek 2022

Maden Endüstrisi Teknoloji Günleri

DEĞİRMENLERDE GERÇEK ZAMANLI AŞINMA TAKİBİ İÇİN AKILLI LİFTERBARLARIN GELİŞTİRİLMESİ



Doç. Dr. Ersin Yener Yazıcı

*Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ)
Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon*

20-21 Eylül 2022
Meyra Palace Hotel, Ankara

TÜBİTAK TEYDEB 1501 Projesi



inovas
Elektronik



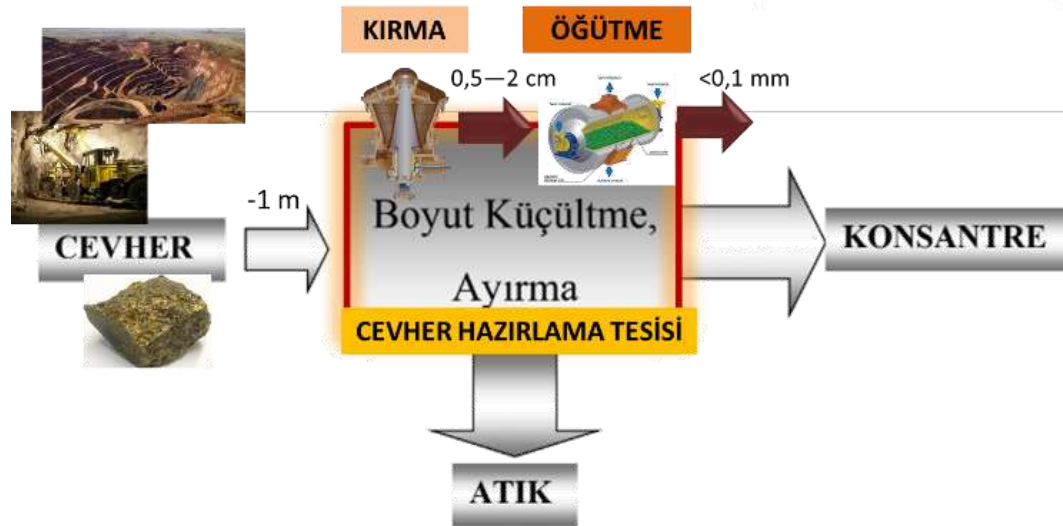
RETİNA

ARGE YAZILIM BİLİŞİM MÜH. HİZ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

Destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Cevher Hazırlama Süreçlerinde Öğütme

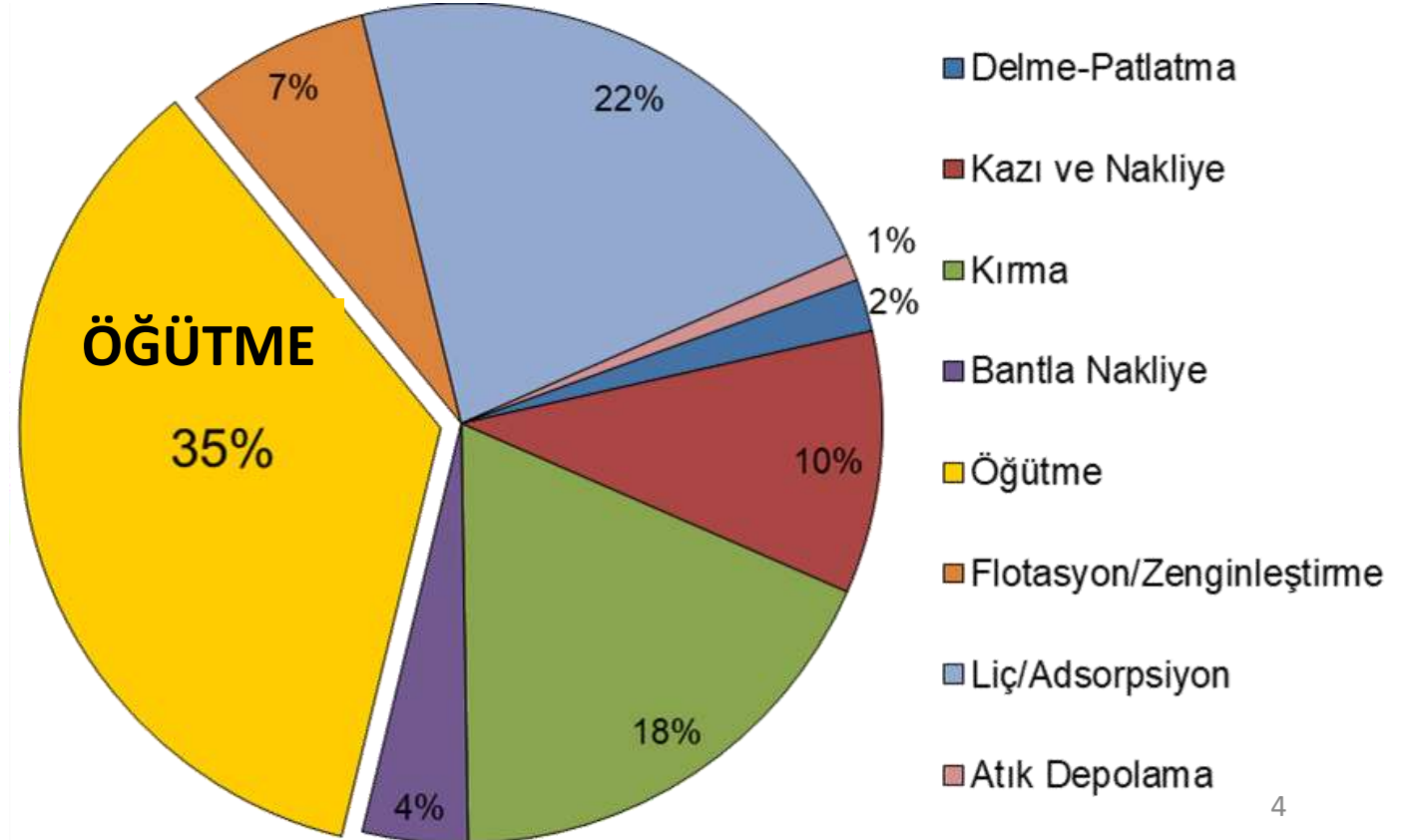
- Öğütmenin temel amacı cevherin tane boyutunu, değerli mineral(ler)in en ekonomik olarak zenginleşebildiği optimum serbestleşme boyutuna küçültmektir.



Öğütme İşleminin Enerji Tüketimi ve Maliyeti



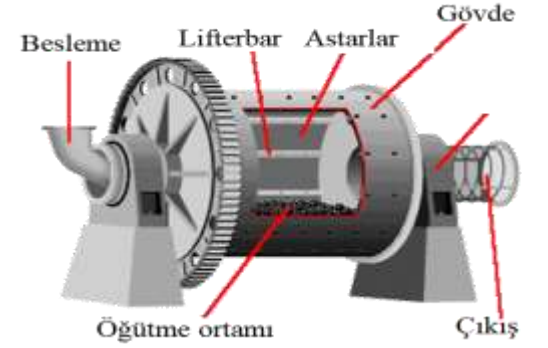
- Değirmenler, cevher hazırlama tesislerinde ilk yatırım ve işletme maliyetleri en yüksek ekipmanlar
- Bir cevher hazırlama tesisinde öğütme işlemleri **%35** ile enerji tüketiminde en yüksek paya sahiptir (Stadler, 2015)



Öğütme Performansı

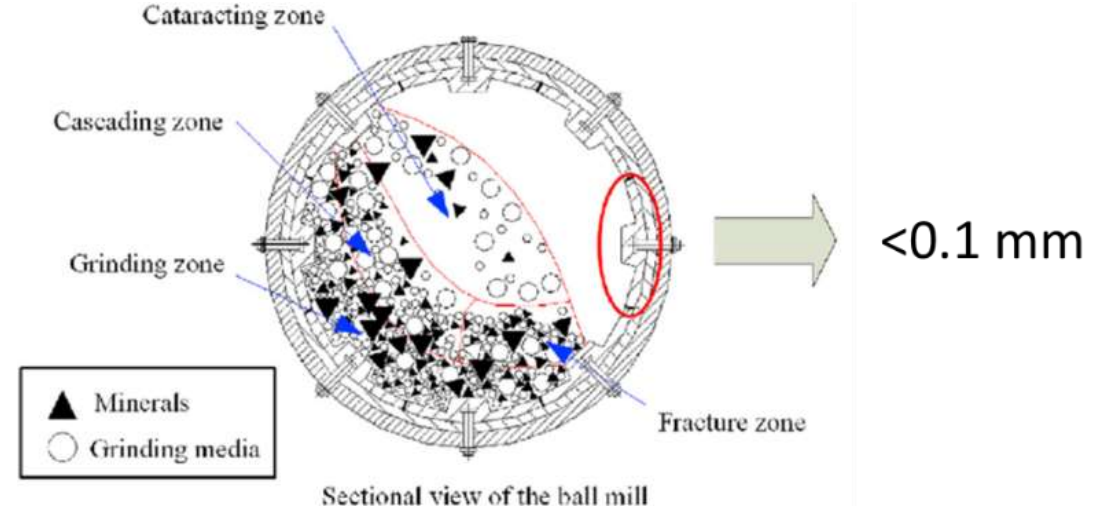


- Zenginleştirme ve hidrometalurjik süreçlerde en önemli parametrelerden bir tanesi tane boyutudur.
- Düşük öğütme performansı (*gerekli tane boyutuna öğütememe veya aşırı öğütme gibi*), öğütme sonrası uygulanan **zenginleştirme** (gravite ayırma, flotasyon vd.) ve **hidrometalurjik süreçleri** (liç, adsorpsiyon vd.), ve dolayısıyla tesisdeki metalürjik performansı olumsuz etkiler.



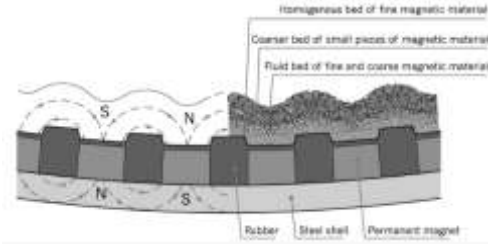
Öğütme Performansını Etkileyen Faktörler

- Değirmene beslenen cevherin tane boyut dağılımı
- Besleme malzemesinin öğütülebilirliği
- Pulp reolojisi
- Öğütücü ortam (çap, dağılım, doluluk oranı)
- Değirmenin kritik hızı
- **Astar/lifterbar özellikleri**



Astar/Lifterbar

- Öğütücü ortam ve beslenen malzemenin hareketi için gerekli
- Astar/lifterbar malzemesi: *döküm, çelik, seramik, polimer bazlı, lastik (kauçuk), manyetik*



Çelik-kauçuk ve Manyetik astar
(Powell vd., 2006)




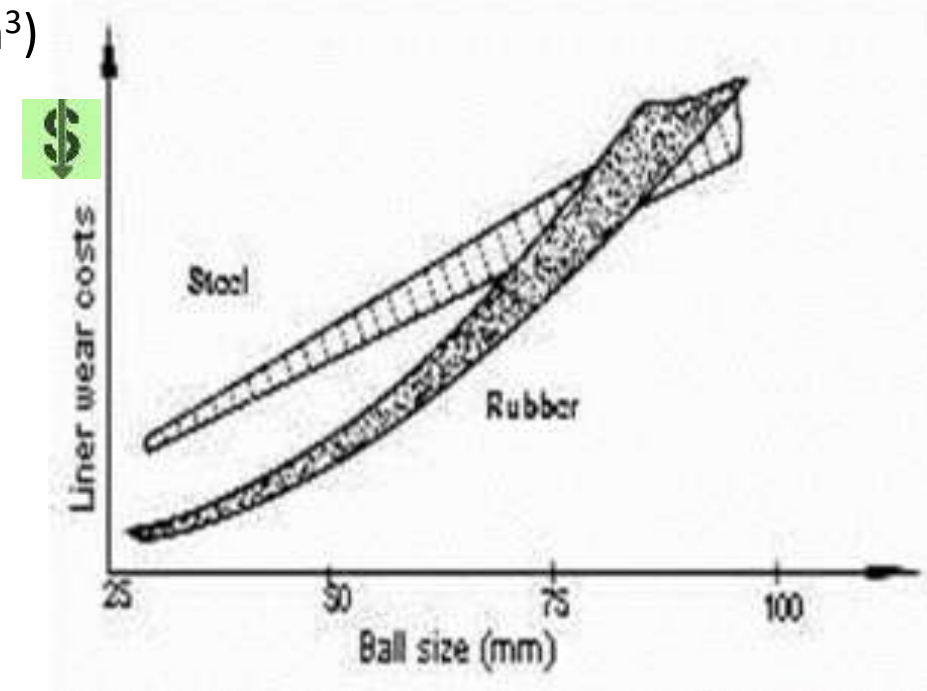
Kauçuk astarlar
(FKK, 2022)



Kauçuk Astar/Lifterbarlar

Kauçuk Astar/Lifterbarların Özellikleri (Powell vd., 2006; Thomas, 2016; Yıldız, 2014):

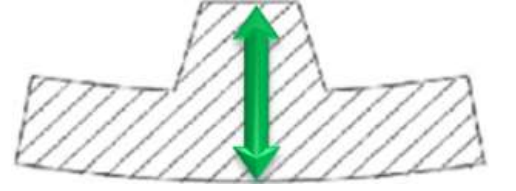
- ✓ Düşük gürültü seviyesi 
- ✓ Düşük değirmen ağırlığı (lastik 1,25 ve döküm/çelik 7,5 g/cm³)
- ✓ Değirmen yataklarına gelen düşük yük
- ✓ Daha az mekanik arıza
- ✓ Düşük güç tüketimi (%4-5 seviyesinde enerji tasarrufu)
- ✓ Korozyona dayanıklı
- ✓ Düşük bilya tüketimi
- ✓ Düşük aşınma (Lastik, darbe soğurma özelliği nedeniyle döküm malzemeye göre daha az aşınır)



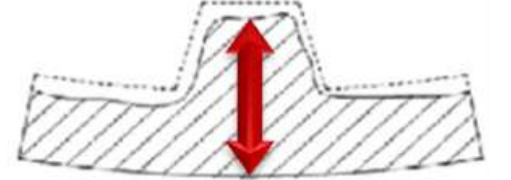
Astar/Lifterbar Değişimi

- Öğütme performansının sürdürülebilmesi için belirli bir kritik seviyenin üstünde aşınan lifterbarların değiştirilmesi gerekir
- Değişim esnasında tesiste üretime ara verildiği (duruş) için **değişimin en uygun zamanda yapılması** hem üretimde yaşanan duraklamaların hem de astar/lifterbar maliyetlerinin en düşük seviyelerde tutulması açısından önemli
- Astar/lifterbar maliyetleri değirmen işletme maliyetleri içinde öğütücü ortam ve enerji ile birlikte en bařta gelen maliyet kalemlerinden birisi

YENİ astar/lifterbar



AřINMIř astar/lifterbar

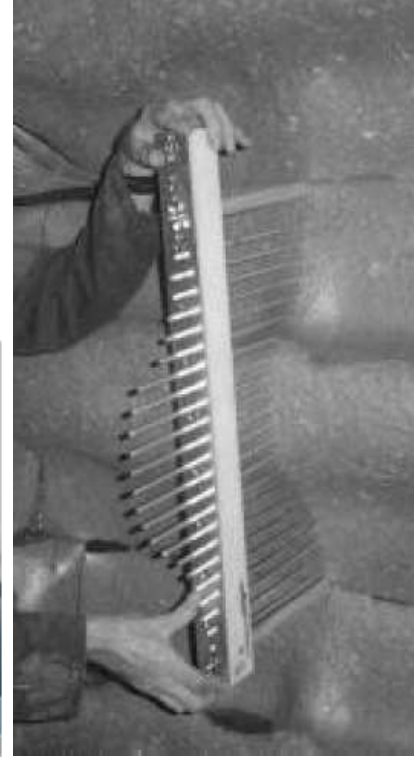


Astar/Lifterbar Aşınma Ölçümü

- Değirmenin durdurulmasını takiben **astar/lifterbar aşınma profilinin tespit edilmesinde** kullanılan 4 temel teknik bulunmaktadır (Dandotiya vd., 2018; Powell vd., 2006; Taylor et al., 2015)

1. Mekanik/dijital ölçüm (*basit, kullanımı kolay, ekonomik*)
2. Üç boyutlu (3D) lazer tarama ile değirmen içinin analizi
3. İki boyutlu (2D) tarama ile belirli bir değirmen diliminin analizi
4. Ultrasonik (akustik) algılayıcılar ile ölçüm

Astar/lifterbar aşınma ölçümü yapmadan öğütme performansının kontrol edilmesine yönelik de bazı sistemler geliştirilmektedir.



(Powell vd., 2006)

Gerçek Zamanlı Lifterbar Aşınma Takibi

Temel hedef, değirmenlerdeki kauçuk lifterbar aşınma seviyelerinin;

- 1) gerçek zamanlı ölçümü/takibi,
- 2) değişim için en uygun zamanın tespiti,
- 3) elde edilen aşınma değerleriyle oluşturulacak matematiksel model ile gelecek süreler için aşınma tahmini yapabilen bir **sistem** (THS 9) geliştirmek (TÜBİTAK TEYDEB 1501 (2019-2022) kapsamında)



inovas
Elektronik



Sistemin Genel Akım Şeması

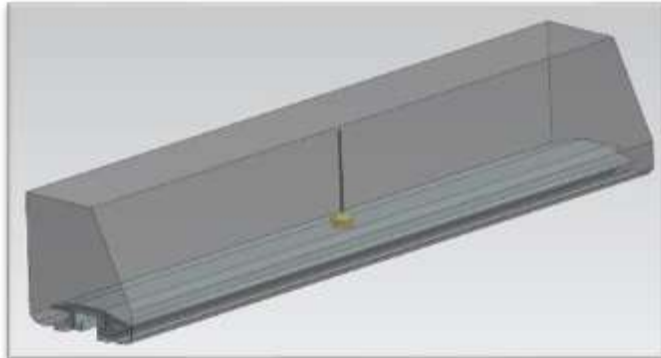
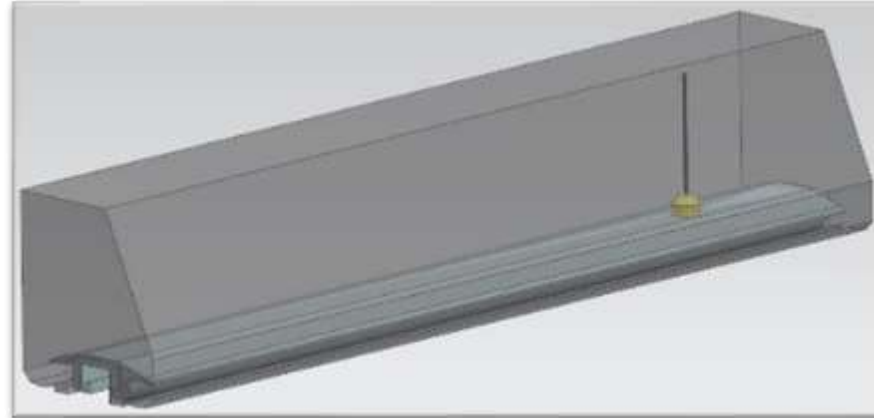
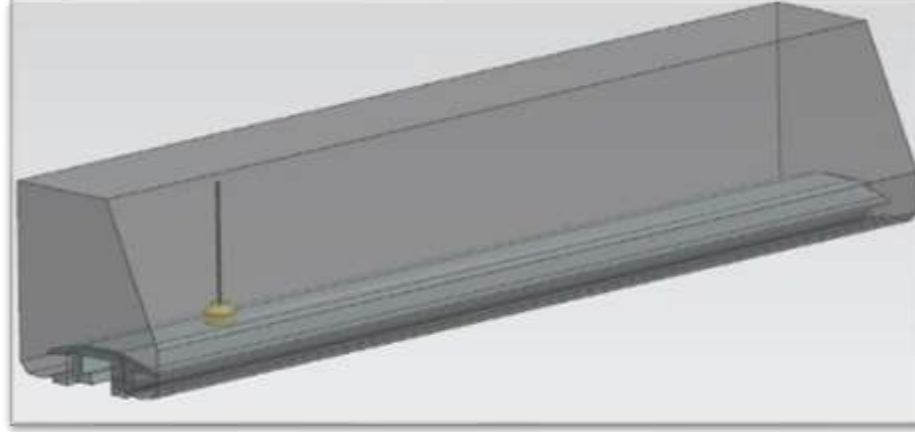


Sistemin Temel Bileşenleri

■ «Akıllı» Lifterbarlar

- ✓ Sensörler kullanılarak lifterbarların «akıllı» hale getirilmesi
- ✓ Farklı geometri ve tasarımlarda sensörler üretimi ve testi

Lifterbardan farklı mesafelerde konumlandırılmış sensör çizimleri



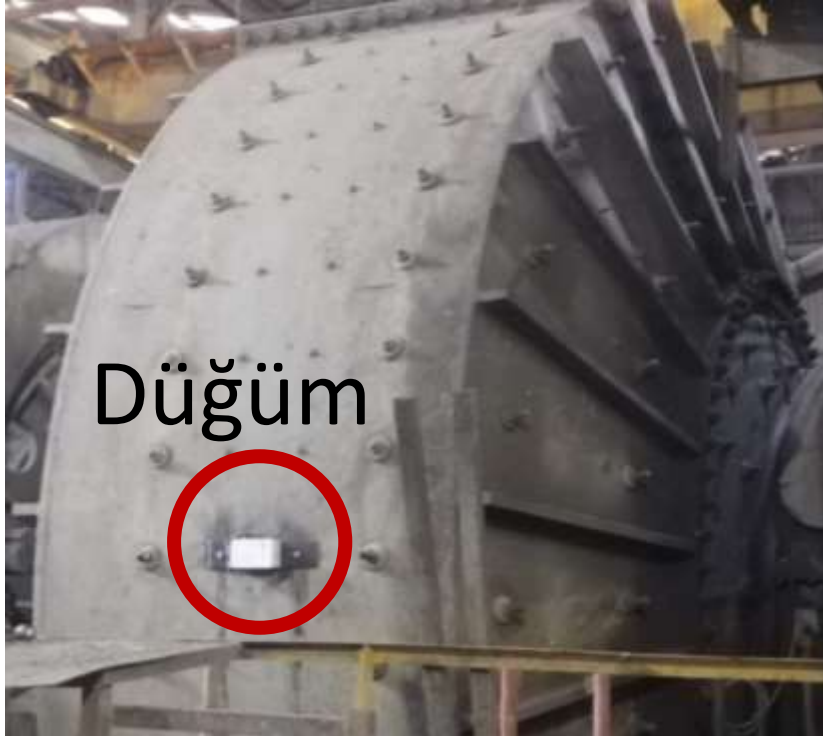
Montaj çalışmaları



Sistemin Temel Bileşenleri

Verilerin Toplanması ve Haberleşme

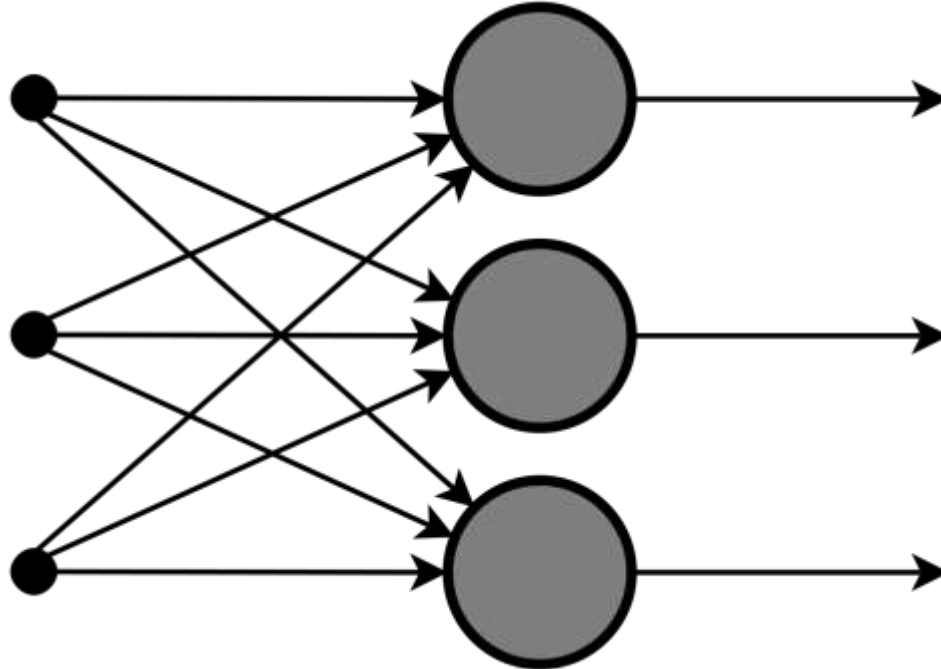
- ✓ Akıllı lifterbarlardan toplanan verilerin değirmen üzerinde bir birimde (Düğüm) toplanması
- ✓ Toplanan verilerin kablosuz haberleşme ile tesis içinde bir birime (Koordinatör) aktarılması ve buradan da buluta (sunucuya) aktarılması



Sistemin Temel Bileşenleri

■ İleriye Yönelik Tahmin için Model Oluşturulması

- ✓ Toplanan veriler kullanılarak yapay sinir ağı (YSA) yaklaşımları ile matematiksel model oluşturulması
- ✓ Model yardımıyla ileriye yönelik aşınma tahmini yapılması



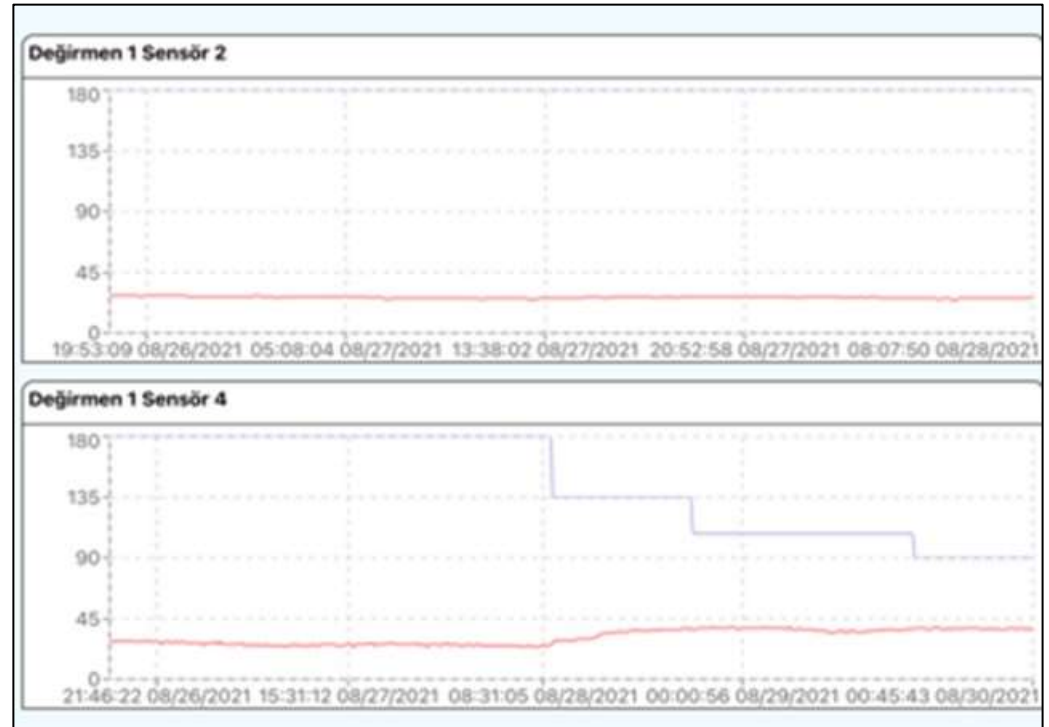
Sistemin Temel Bileşenleri

- Kullanıcı dostu bir ara yüz ile son kullanıcı tarafından takip ve kontrol

Son Kullanıcı Raporlama ve Takip Arayüzünden görüntüler

Değirmen 1 Sensör 2		
Zaman	Lifterbar Kalınlığı(mm)	Sıcaklık(C)
17:05:05 08/26/2021	180	28
18:23:12 08/26/2021	180	28
18:38:09 08/26/2021	180	28
18:53:09 08/26/2021	180	28
19:08:09 08/26/2021	180	28

Değirmen 1 Sensör 4		
Zaman	Lifterbar Kalınlığı(mm)	Sıcaklık(C)
17:41:12 08/26/2021	180	29
17:56:11 08/26/2021	180	28
17:56:09 08/26/2021	180	28
18:11:09 08/26/2021	180	29
18:12:03 08/26/2021	180	28



Saha Testleri

- Laboratuvar testlerini takiben Eti Bakır İşletmelerinde bulunan otojen değirmende saha testleri yürütülmüştür



Patent Başvuruları

- Türkiye ve uluslararası patent başvurusunda bulunuldu.
- Araştırma ve inceleme aşamaları olumlu tamamlandı.
- Diğer ülkeler için patent başvuruları yapıldı ve halen devam ediyor.



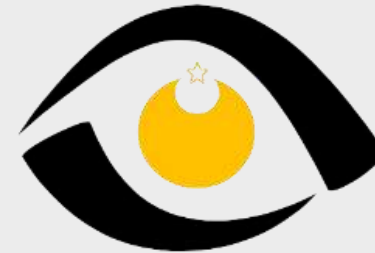
Sonuç

- Geliştirilen sistem ile lifterbarlar aşınmasının gerçek zamanlı olarak takip ve kontrolü hedeflenmiştir.
- Astar/lifterbar değişimi için en uygun zaman belirlenebilecektir.
- Üretimde duruş sıklığının/süresinin azaltılması/optimizasyonu ve ekonomik kaybın en aza indirilmesi sağlanacaktır.
- Astar/lifterbar bakım/değişim maliyetleri azalacaktır.
- Aşınma değerlerine göre hem son kullanıcı firma hem de FKK Güney Oto firması tarafından stok/üretim vb. planlamalar daha kolay ve önceden yapılabilecektir.
- Saha testleri ve sistemin nihai halinin pazara sürülmesi için çalışmalar devam etmektedir.

dinlediđiniz için teŖekkür ederiz...



inovas
Elektronik



RETİNA

ARGE YAZILIM BİLİŖİM MÜH. HİZ. SAN. TİC. LTD. ŖTİ.