

1

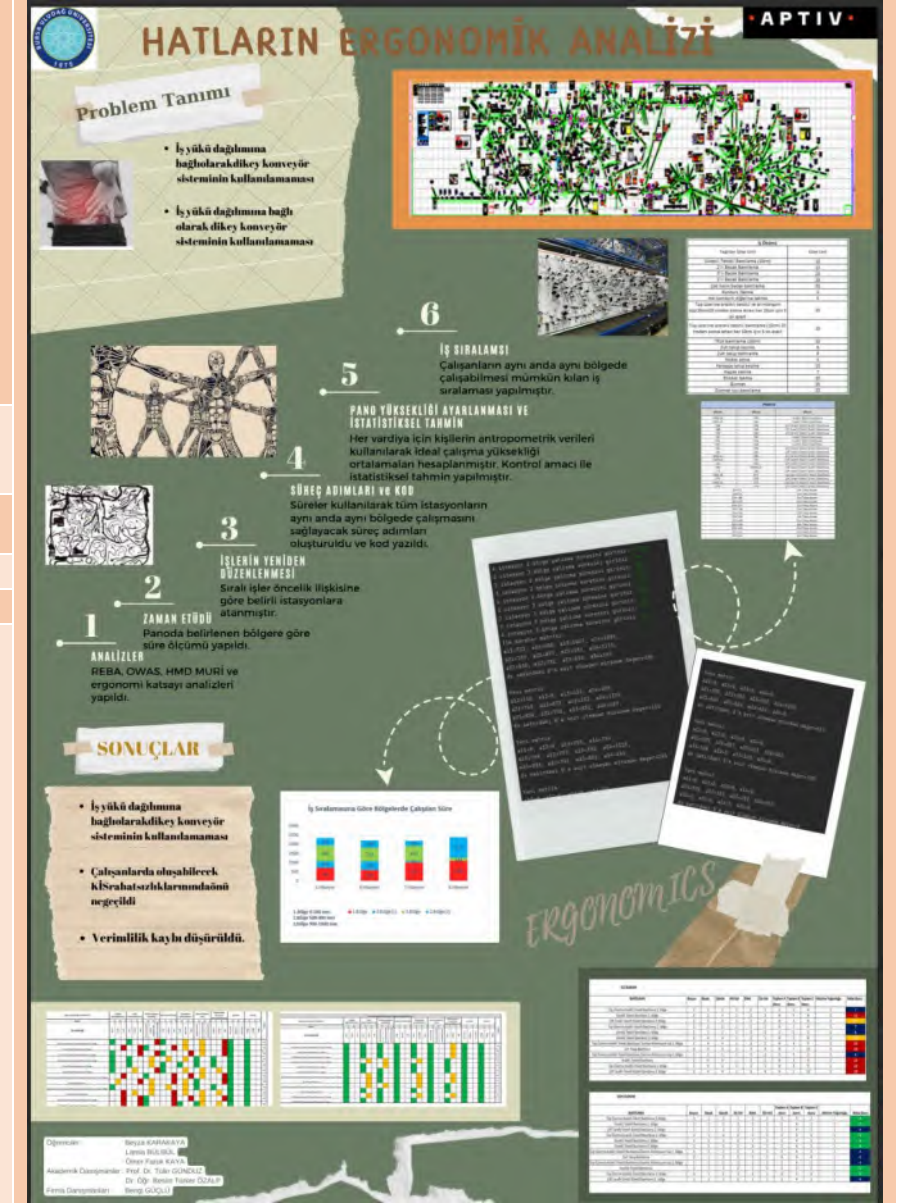


|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Beyza Karakay<br>Lamia Bülbül<br>Ömer Faruk Kaya         |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Tülin Gündüz<br>Dr. Öğr. Üyesi B. Türker Özalp |
| Destekleyen Kuruluş  | APTIV                                                    |
| Proje Konusu         | <b>Hatların Ergonomik Analizi</b>                        |

APTIV firması 1992 yılında kurulmuştur. Farklı konumda 165 firması mevcuttur. Otomotiv sektöründe faaliyet göstermektedir. Kablo ağları ve elektrik aksamları üreten bir firmadır.

Bu proje kapsamında otomotiv yan sanayide üretilen kablo ağı panosunda meydana gelen ergonomik sorunlar ele alınmıştır. Ferrari GSX panosunda üretilen kablo ağı modelinin boyut ölçüsünün büyük olmasına bağlı olarak panoda 4 çalışan bulunmaktadır. Çalışanların aynı anda farklı yüksekliklerde çalışma durumunda kalmasından dolayı mevcut olan dikey konveyör sistemi kullanılamamaktadır. Çalışanlar ergonomik risk oluşturan iş koşullarında çalışmaktadır. Ergonomik sorunların çözülmemesi çalışan için uzun ve kısa vadede kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına ve meslek hastalıklarına yol açmaktadır.

Çalışma kapsamında panoda yapılan işler yüksekliklerine göre alt, orta ve üst bölüm olmak üzere sınıflandırılmıştır. Bu bölgelerde yapılan işlerin ergonomik riskleri REBA ve MURI ile analiz edilmiştir ve zaman etüdü yapılarak çalışma süreleri bulunmuştur. Çözüme yönelik, çalışanların aynı ya da yakın bölgelerde çalışmasını sağlayan bir süreç adımı oluşturulmuştur. Her vardiyanın kendi içinde ideal çalışma yüksekliği ortalaması tespit edilmiştir. Buna uygun her süreç adımı için pano yerden yükseklikleri hesaplanmıştır. İş akışlarındaki gerekli düzenlemeler yapılarak dikey konveyör aktif hale getirilmiştir.







|                      |                                                                        |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Al Masu Barlinti<br>Ceydanur Kıl<br>Moustafa Siampın<br>Ayşenur Harman |
| Akademik Danışmanlar | Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akansel<br>Dr. Öğr. Üyesi B. Türker Özalp        |
| Destekleyen Kuruluş  | BARMAK                                                                 |
| Proje Konusu         | <b>Depo Yerleşimi ve Stok Yönetimi</b>                                 |

Barmak Barutçuoğlu, ekmekçilik sektörüne 1961 yılında ekmek üretimiyle girmiştir. Bursa Nilüfer bölgesinde faaliyet gösteren fabrikada depo yerleşim ve stok yönetimi çalışmaları yapılmıştır. Ürünlerin yeri sistemsel olarak tanımlı olmamakla beraber sadece depo sorumlusunun tecrübeleri ile belirlenmektedir. Depo giriş ve çıkış işlemleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Depo stok yönetiminde ürünler için hazırlanan barkod sistemi ile ürünlere tanımlamalar yaparak, sisteme giriş çıkışların takip edilmesi amaçlanmıştır. Depo yerleşiminde, depoda bulunan ürünlerin talep özelliklerine ve ergonomik faaliyetlerin verimli gerçekleştirilmesine uygun bir yerleşim düzeni tasarlanmıştır. Depo için en verimli yerleşim planını hazırlamak ve stok kontrolünü sağlamak için yıllık talep miktarları tespit edilmiştir. Depo yerleşimi için önemli kriterler belirlenerek AHS yöntemiyle ABC analizi yapılmıştır. Çok kriterli ABC analiz sonuçlarından yararlanarak, CPLEX' te matematiksel model oluşturulmuştur. Kurulan matematiksel model ile mevcut durumdaki taşıma mesafesi minimize edilmiş ve taşımalar için gerekli metabolik maliyet azaltılmıştır. Matematiksel modelde, etkili ve birçok platformda çalıştırılabilir olduğu için Python yazılım dilinin Pyomo modülü kullanılarak modelleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar sonunda ergonomi kısıtları olmadan yapılan yerleşim düzeninde, fayda maliyet hesaplamaları da göz önünde bulundurularak mevcut duruma göre yeni durumda %38,03 iyileştirme sağlanmıştır. Ergonomi kısıtları dikkate alınarak yapılan yerleşim düzeninde ise gerekli minimum metabolik maliyet hesaplanmıştır. Mevcut duruma göre yeni durumda taşıma mesafesinde %25,83 iyileştirme sağlanmıştır.



## Bütünleşik Sistem Tasarımı Projesi Depo Yerleşimi ve Stok Yönetimi



**Takım Üyeleri:** Al Masu BARLINTI – Ayşenur HARMAN NAZLI – Ceydanur KİL – Moustafa SIAMPAN

**Proje Danışmanları:** Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AKANSEL - Dr. Öğr. Üyesi B. Türker ÖZALP

### PROJE TANIMI

- Mevcut yerleşimin etkin olmamasına bağlı olarak taşıma mesafelerinin uzun olması ve buna bağlı olarak yaşanan zaman kayıpları oluşmaktadır.
- Ürün gruplarında barkod olmaması ve ürünlerin giriş çıkışlarını sistemden kontrol edilememektedir.

### PROJENİN AMACI

- Amaç Barmak Barutçuoğlu firmasına ait kısıtların da göz önüne alarak depoda taşıma mesafesini en aza indirmek ve çalışan kişinin bu işi yaparken enerjisini minimize etmektir.

### YÖNTEM

- İşletmede problemin çözüm yöntemi olarak matematiksel model kullanılmıştır.
- CPLEX üzerinde modelleme yapılmış ve taşıma mesafesini minimizasyonu amacıyla raflara ürünler atanmıştır.
- İşletmenin daha kolay kullanması açısından Python'da arayüzler oluşturulmuştur.

### ARAŞTIRMA BULGULARI

- Mevcut durum analiz edilmiştir ve taşıma mesafesi saptanmıştır. Aşağıda mevcut durumdaki yerleşim planı bulunmaktadır.



### SONUÇ

İki farklı öncelikli yerleşim planı elde edilmiştir.

- Birinci yerleşimde ergonomi kısıtları göz önünde bulundurulmadan taşıma mesafesi en aza indirilmiş ve %33,03 iyileştirme sağlanmış olup, yılda 9.827,46 TL çalışan saati bazında fayda maliyeti sağlanmıştır.
- İkinci yerleşim planında ergonomi kısıtları göz önünde bulundurulmuş ve taşıma mesafesi en aza indirilmiş ve %25,68 iyileştirme sağlanmış olup, yılda 4.094,31 TL çalışan saati bazında fayda maliyeti sağlanmıştır. İkinci planın seçilmesiyle meslek hastalıklarının azalacağı öngörülmektedir.



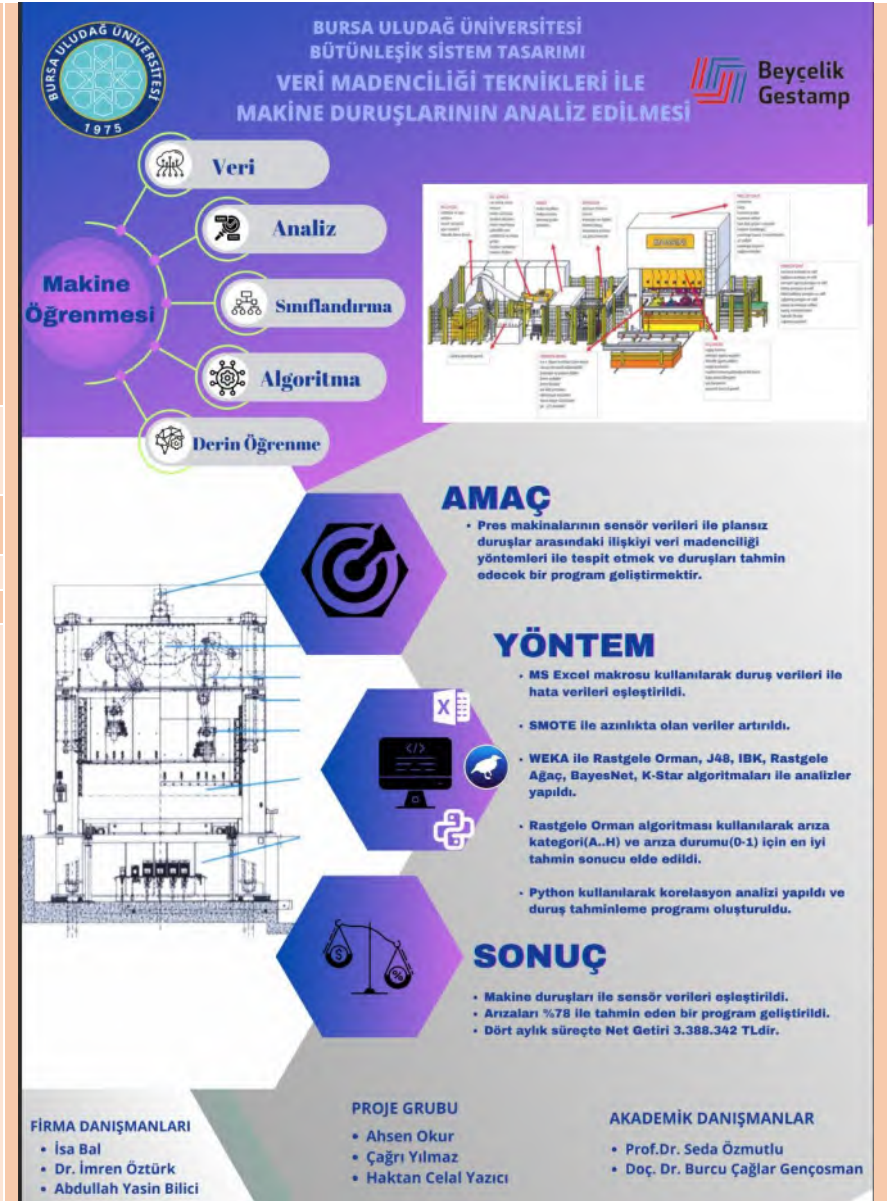


|                      |                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Çağrı Yılmaz<br>Haktan Celal Yazıcı<br>Ahsen Okur                          |
| Akademik Danışmanlar | Prof.Dr. Seda Özmutlu<br>Doç. Dr. Burcu Çağlar Gençosman                   |
| Destekleyen Kuruluş  | Beyçelik Gestamp                                                           |
| Proje Konusu         | <b>Veri Madenciliği Teknikleri ile Makine Duruşlarının Analiz Edilmesi</b> |

Beyçelik Gestamp firmasının Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında, makine duruşlarının analizi yapılmış ve veri madenciliği teknikleri kullanarak bu duruşların nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, öncelikle fabrikada bulunan makinelerin duruş verileri toplanmış ve bu veriler üzerinde çeşitli veri madenciliği teknikleri uygulanmıştır. Bu teknikler arasında, Rassal Orman, IBK, RepTree, Bayes Net, J48, Rastgele Ağaç, k-NN gibi algoritmalar yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlar, makine duruşlarının nedenlerinin belirlenmesinde oldukça etkili olmuştur. Özellikle, Rassal Orman algoritması ile yapılan sınıflandırma sonuçları, makine duruşlarının nedenlerinin belirlenmesinde %78 F-ölçütü düzeyinde tahmin sonuçları vermiştir. Arızalı veriler için kategorik ve ikili sınıflandırma yapılmıştır. Hatalı yakalama oranı kategorik veriler için %96.93, ikili tahmin için hatalı yakalama oranı:  $546/554 = \%98.56$ 'dır. Ayrıca, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, fabrikada bulunan makinelerin bakım ve onarım işlemlerinin daha etkin bir şekilde planlanması ve yönetilmesi mümkün hale gelmiştir.

Projenin sonuçları, endüstriyel işletmeler için oldukça önemli bir yol gösterici niteliği taşımaktadır. Özellikle, veri madenciliği tekniklerinin endüstriyel uygulamaları açısından oldukça önemli bir örnek teşkil etmektedir. Bu teknikler, endüstriyel işletmelerin verilerini analiz ederek, işletmelerin performansını artırmalarına yardımcı olabilir. Ayrıca, bu proje sonuçları, Beyçelik Gestamp firması gibi diğer endüstriyel işletmeler için de oldukça faydalı olabilir.







|                      |                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Aslıhan İlhan<br>Gamze Kılıçarslan<br>Serkan Erendiz Öztürk |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Nursel Öztürk<br>Doç. Dr. İlker Küçükoglu         |
| Destekleyen Kuruluş  | Bosch Güç Aktarma Çözümleri Fabrikası                       |
| Proje Konusu         | <b>Kutu İçi Optimizasyon</b>                                |

Bu projede, BOSCH BuP1 lokasyonlarına tedarikçilerden kutu içerisinde gelen dökme konseptindeki parçaların kutu içi miktar optimizasyonu yapılarak, tedarik zinciri sürecinde oluşan maliyetler minimum seviyeye indirgenmiştir. İlk olarak, kuruluşun sistemi analiz edilmiş ve sorunun dökme konseptinden kutu içerisinde gelen parçaların düşük doluluk oranlarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu nedenle, parçaların ambarda göz kontrol yöntemiyle tespit edilmesi sağlanmış ve iyileştirme potansiyeli olan parçalar belirlenmiştir. Ardından, ABC-XYZ analizi kullanılarak parçalar önceliklendirilmiş ve ekonomik sipariş miktarları belirlenmiştir. Son olarak, PRO MODEL programı kullanılarak sistem simülasyonu yapılmış ve kutu içi miktarlar optimize edilerek en uygun sevkiyat sıklıkları belirlenmiştir. Bu optimizasyon sayesinde lojistik sistemin etkinliğini artırarak maliyetleri azaltmış, taşınan malzeme miktarını optimize etmiş, palet ve KLT sayısını azaltarak verimliliği artırmış ve depolama alanında önemli bir tasarruf sağlamıştır.



## KUTU İÇİ MİKTAR OPTİMİZASYONU

### PROBLEM

Tedarikçilerden parçaların kutu içerisinde tam kapasite ile gönderilmemesinden kaynaklı lojistik maliyetlerinin yüksek olmasıdır.

### AMAÇ

Farklı tedarikçilerden kutu içerisinde gelen dökme konseptindeki parçaların kutu içerisinde tam kapasite ile alınıp, lojistik maliyetlerini en aza indirmektedir.

### ALINAN AKSİYONLAR



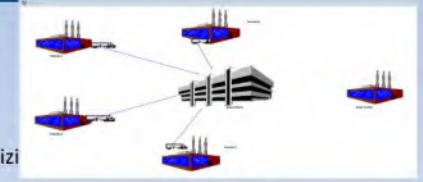
- 1- Parça Önceliklendirmesi
  - ABC-XYZ Analizi



- 2- Sipariş Optimizasyonu
  - EOQ Analizi ve hesaplaması



- 3- Yeni Durum Analizi
  - ProModel ile simülasyon analizi



### SONUÇ

$$EOQ = \sqrt{2 \times Pg \times Dg \times (Cx + Cy + Cz + Ct + Cv + Cr + Ck) \div \left( \left( \frac{Pm - Pn}{24} \right) \times (Pg - Dg) \right)}$$

Yapılan araştırma, geliştirilen formüller ve simülasyon doğrultusunda excel üzerinde bir araç yaratılmış olup parçaların optimum sipariş miktarları belirlenmiş ve en başta lojistik maliyeti olmak üzere birçok maliyette kazanç elde edilmiştir.

#### PROJE EKİBİ

Aslıhan İlhan  
Gamze Kılıçarslan  
Serkan Erendiz Öztürk

#### AKADEMİK DANIŞMANLAR FİRMA DANIŞMANLARI

Prof. Dr. Nursel Öztürk  
Doç. Dr. İlker Küçükoglu

Yalçın Parlar  
Gülün Kafadar



|                      |                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Zeynep Yıldız<br>Ayşe Selin Yılmaz<br>Melisa Sariçan      |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU                                    |
| Destekleyen Kuruluş  | BOSCH Sanayi ve Ticareş A.Ş.                              |
| Proje Konusu         | <b>Enjektör Alt Parça İskarta Oranlarının Düşürülmesi</b> |

Bu tez, enjektör alt parça ıskarta oranlarının azaltılmasına yönelik bir proje üzerinde yürütülen araştırmanın sonuçlarını ve bulgularını sunmayı amaçlamaktadır. Proje, otomotiv sektöründe enjektör üretimi yapan bir şirkette gerçekleştirilmiştir ve enjektör alt parçalarının üretim sürecinde ortaya çıkan ıskarta oranlarının azaltılmasına odaklanmıştır.

İlk olarak, mevcut üretim verileri toplanmış ve detaylı bir veri analizi yapılmıştır. İskarta oranlarının en yüksek olduğu aşamaları ve olası nedenleri tespit etmek için Pareto analizi, balık kılçığı metodu ve FMEA analizi kullanılmıştır. Tespit edilen nedenlerin verileri toplanarak ANOVA ile ıskarta oranları üzerindeki etkileri incelenmiştir ve regresyon analizi ile ıskarta oranı ve nedenleri arasındaki ilişkiler ifade edilmiştir.

Daha sonra, matematiksel modelleme kullanılarak, enjektör alt parça üretim sürecindeki faktörlerin ve değişkenlerin ıskarta oranlarını minimize edecek değerleri tespit edilmiştir. Model sonuçlarına dayanarak, proje ekibi bir uyarı uygulaması geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu uyarı ekranı ile potansiyel ıskarta üreten koşulların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.







|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Melih Taner Öztürk<br>Ayşenur Dolan<br>Ekrem Arif Gündeş |
| Akademik Danışmanlar | Dr. Öğretim Üyesi Seval ENE YALÇIN                       |
| Destekleyen Kuruluş  | Bosch Fren Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.             |
| Proje Konusu         | <b>Hurda Maliyetlerinin İzlenmesi ve Azaltılması</b>     |

Hurda Maliyetlerinin İzlenmesi ve Azaltılması projesi Bosch Fren Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından Uludağ Üniversitesi Bütünleşik Sistem Tasarımı projesi olarak uygun görülmüş ve önerilmiştir. Proje ekibi bir öğretim görevlisi danışman iki mühendis bir müdür ve üç öğrenciden oluşmaktadır. Firma, hurda maliyetlerindeki hedefine ulaşmak ve verimli üretim yapmak için projeyi desteklemektedir. Firma, hurda maliyetlerinde %25 azalma ve hurda maliyetlerinin izlenmesi için bir dijital dönüşüm yapılmasını hedeflemektedir.

Yapılan mevcut durum analizi sonucunda en çok hurda maliyetine sebep olan hattın, NOAH Montaj hattı olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda NOAH Montaj hattına yoğunlaşmıştır. Yapılan analizler sonucu NOAH Montaj hattının en çok hurdaya sebep olan hata modunun "Sıvama Kontrolü Hatası" (128 Hatası) olduğu tespit edilmiştir. NOAH Montaj hattında sıvama hatasını azaltmak amaçlı yapılan çalışmalar başlıca şunlardır:

Sıvama kontrolü üst spesifikasyon limitinin artırılması.

Taşıyıcı paletlerde bakımsal iyileştirmelerin yapılması.

Global sıvamanın tüm tiplerde kullanılması.

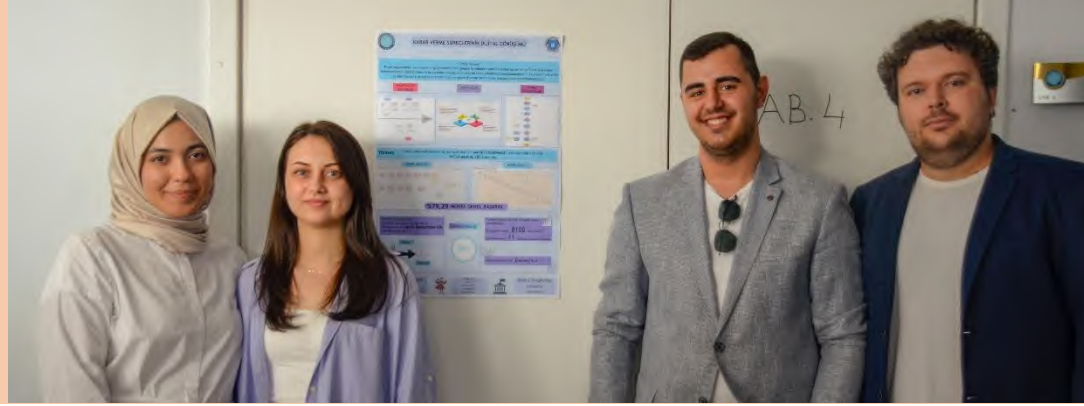
Ezici ruloların, yekpare gövdeli olanlarıyla değiştirilmesi.

Ayrıca hurda maliyetlerinin dinamik bir şekilde görüntülenebilmesi için SAP'deki P99 hareketinden 5 tranzaksiyon birbiri ile birleştirilmiş ve PowerBI yazılımı ile görselleştirilmiştir. Yapılan PowerBI yazılımı ile hatta göre hurda maliyetleri seçilen tarihe, hata moduna ve istasyona göre görüntülenebilmektedir. Ayrıca hurda maliyetleri günlere ve alt parça referanslarına göre takip edilebilmektedir.

Elde edilen veriler ve yapılan 8D çalışması doğrultusunda ilgili hat ve istasyonlarda çalışmalar yapılmış, başarılı olan çalışmalar devreye alınmış, başarısız olan denemeler ise devreye alınmamıştır. Yapılan çalışmalar ile hurda maliyetlerinde %22,81'lik bir düşüş yakalanmış ve %91,24 başarıyla proje sonlandırılmıştır.

Sonuç olarak firmaya 2652 €/Yıl kazanç, yeniden işleme etkinliklerinde azalma ve OEE'de artış sağlanmıştır.





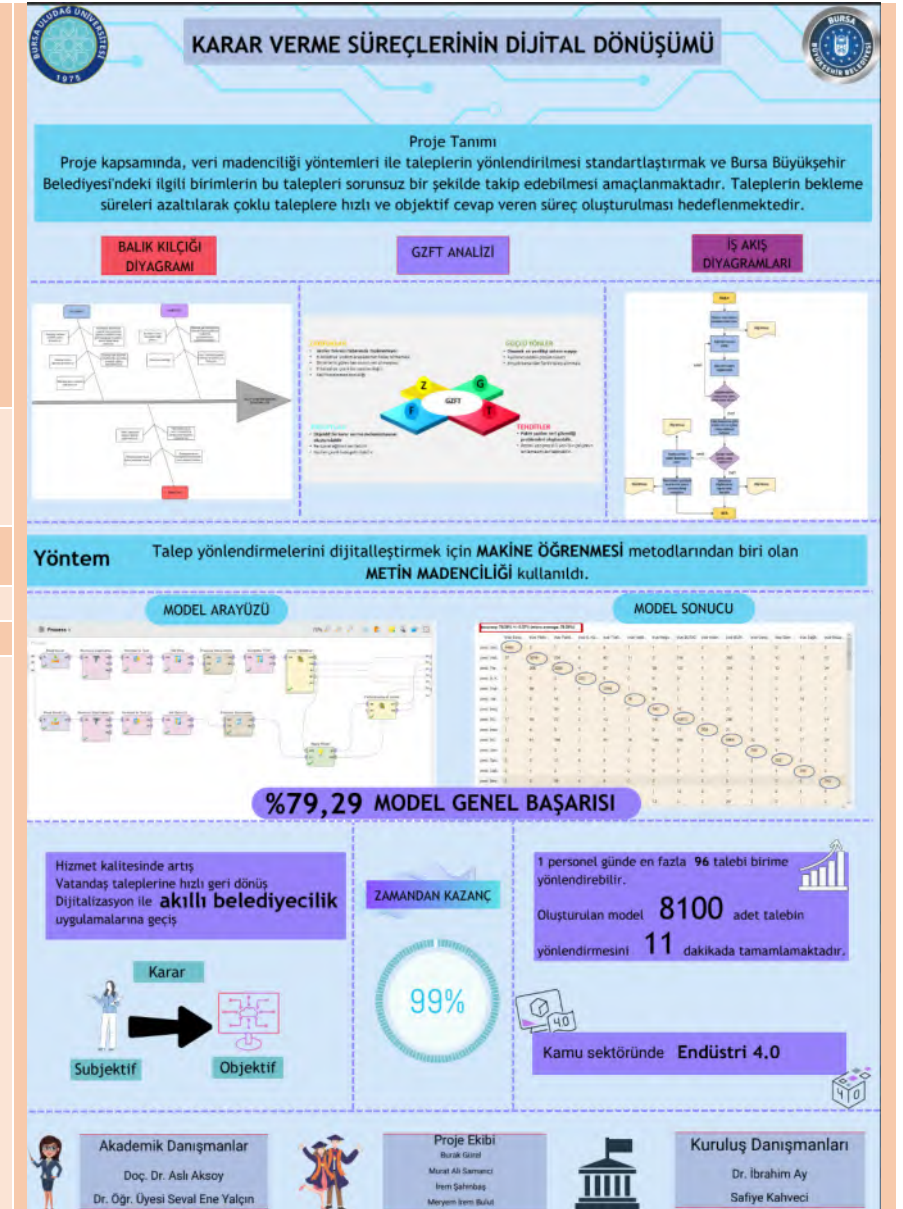
|                      |                                                                        |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Burak GÜREL<br>Murat Ali SAMANCI<br>İrem ŞAHİNBAŞ<br>Meryem İrem BULUT |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. Aslı AKSOY<br>Dr. Öğr. Üyesi Seval ENE YALÇIN                 |
| Destekleyen Kuruluş  | Bursa Büyükşehir Belediyesi                                            |
| Proje Konusu         | <b>Karar Verme Süreçlerinin Dijital Dönüşümü</b>                       |

Bu çalışmada, Bursa Büyükşehir Belediyesine iletilen taleplerin metin madenciliği teknikleri ile analiz edilmesi ve yönlendirilmesi ele alınmıştır.

Çalışmada problemin tanımlanması için sistem analizi tekniklerine bağlı kalınarak süreçlerin anlaşılması amacıyla iş akış diyagramı, birimlerin kendi içinde yaşadığı ve birimler arası yaşanan benzer sorunların tespiti için GZFT analizi, karşılaşılan sorunun temel nedenini belirlemek ve etkili çözümler üretebilmek amacıyla kök neden analizi yöntemini uygulanarak talep yönetim sistemi incelenmiştir.

Talep yönlendirmelerinin, birimde çalışanların kararları ile ilgili bulunan birimlere yönlendirmelerinin yapıldığı tespit edilmiştir. Bu subjektif etkiyi kaldırmak amacıyla makine öğrenmesi tekniklerinden metin madenciliği ile karar verme süreçlerinin dijitalleştirilmesine karar verilmiştir. Amaca yönelik birçok algoritma karşılaştırmıştır. Veriye en uygun bulunan Naive Bayes algoritması seçilmiştir. Kullanılacak program da veriye uygunluk açısından Rapidminer olarak seçilmiştir. Farklı özellik çıkarımı yöntemleri ve parametreler atanarak model performansı artırılmıştır.

Kurulan model %79.29 doğruluğa ulaşmıştır. Belediye gelen taleplerin makine öğrenmesi algoritması ile yönlendirilmesi sağlanmıştır. Model 8100 talep verisini 11 dakika 32 saniyede yönlendirmesini tamamlamış bu da personelin manuel yaptığı işleme göre zamandan %99.86 kazanç sağlamıştır.







|                      |                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Ecem YÜCE<br>Koray GÜLDOĞAN<br>Sümeyye KARABIYIK          |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Ali Yurdun ORBAK<br>Arş. Gör. Dr. Emine EŞYÜREK |
| Destekleyen Kuruluş  | Coşkunöz                                                  |
| Proje Konusu         | <b>Robotik Süreç Otomasyonu</b>                           |

**Kuruluşun Tanıtımı:** Coşkunöz Metal Form otomotiv sektöründe presli sac parça imalatı alanında faaliyet gösteren ve sanayideki yarım asrı geçen tecrübesi ile Türkiye’de pazar lideri konumundadır.

**Problemin Tanımı:** Firma bünyesinde gerçekleşmekte olan satış süreçlerindeki; monoton, katma değeri olmayan adımlardan oluşan bazı operasyonel süreçler ve işlemler incelenmiştir. Bu işlemler işgücünü verimli bir şekilde kullanmayı engellemekte ve çalışanların rutin iş adımlarını gerçekleştirirken hata yapabilmesine neden olmaktadır.

**Yöntem:** Robotik Süreç Otomasyonu (Robotic Process Automation-RPA); rutin, tekrar eden ve öngörülebilir işleri, çalışan davranışını taklit ederek yapabilen bir otomasyon teknolojisidir. RPA uygulaması UiPath yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Sistem Analizi:** Satış süreçlerinde yapılan manuel işler; Proje Ömrü Kârlılığı Takibi süreci her hafta tekrar etmekte, Ciro ve Kârlılık Takibi süreci ve Stratejik Planlama Takibi süreci de her ay tekrar etmektedir. Bu nedenle süreçler monoton ve zaman alıcıdır.

**Sonuç:** RPA ile bahsedilen süreçler için yazılımsal robotlar geliştirilerek insan etkileşimi gerektiren adımlar elimine edilmiş ve belirlenen süreçlerin robotlar tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak Proje Ömrü Kârlılığı Takibi süreci 8 saat sürerken 11 dakikaya, Ciro ve Kârlılık Takibi süreci 4 saat sürerken 7 dakikaya ve Stratejik Planlama süreci 6 saat sürerken 4 dakikaya indirilmiştir. Bunun yanında maliyetler de azaltılmıştır.



# SATIŞ SÜREÇLERİNİN DİJİTALLEŞMESİ

Firma bünyesinde gerçekleşmekte olan satış süreçlerindeki monoton, katma değeri olmayan adımlardan oluşan bazı operasyonel süreçler ve işlemler incelenmiştir. Bu işlemler işgücünü verimli bir şekilde kullanmayı engellemekte ve çalışanların rutin iş adımlarını gerçekleştirirken hata yapabilmesine neden olmaktadır. Robotik Süreç Otomasyonu (Robotic Process Automation- RPA) ile bahsedilen süreçler için yazılımsal robotlar geliştirilerek insan etkileşimi gerektiren adımlar elimine edilmiş ve belirlenen adımların robotlar tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

## Proje Ekibi

Ecem YÜCE  
Koray GÜLDOĞAN  
Sümeyye KARABIYIK

## Firma Danışmanları

Nur TUNA  
Onur ARPAT

## Akademik Danışmanlar

Prof. Dr. Ali Yurdun ORBAK  
Araş. Gör. Dr. Emine Eş YÜREK





|                      |                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Ebrar Ataklı<br>Oğuzhan Dikenlitarla<br>Rümeysa Türkan<br>Aytaç Şenel |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Ali Yurdun Orbak<br>Prof. Dr. Tülin Gündüz                  |
| Destekleyen Kuruluş  | Coşkunöz Metal Form Makine ve Endüstri Ticaret Anonim Şirketi         |
| Proje Konusu         | <b>Hat Akışı ve Yerleşiminin Optimizasyonu</b>                        |

Coşkunöz Metal Form'da üretim hattının verimsizliği ve yerleşim düzeninin optimize edilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu durum, süreçlerin yavaşlamasına, bekleme sürelerinin artmasına ve maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır.

**Amaç ve Hedef:** Bu projenin amacı, üretim hattının verimliliğini artırmak, bekleme sürelerini minimize etmek ve maliyetleri düşürmektir. Böylelikle, Coşkunöz Metal Form'un rekabet gücünü artırarak daha hızlı, verimli ve ekonomik bir üretim sürecine sahip olması hedeflenmektedir.

**Kuruluş Beklentisi:** Projenin tamamlanmasından sonra, Coşkunöz Metal Form'da daha hızlı üretim süreçleri, düşük işçilik maliyetleri ve rekabet gücünün artması beklenmektedir. Bu da müşteri taleplerine daha hızlı yanıt verme kabiliyeti ve genel olarak kuruluşun sektördeki rekabet avantajını güçlendirecektir.

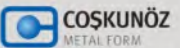
**Yöntem:** Proje ekibi, zaman etüdü, ip diyagramı, VSM (Değer Akış Haritası) ve etkinlik ilişki şeması gibi yöntemleri kullanarak süreçleri analiz etmiş ve iyileştirme adımlarını belirlemiştir. Bu yöntemler, iş istasyonlarının verimliliğini artırmak, malzeme ve bilgi akışını optimize etmek, darboğaz noktalarını tespit etmek ve atıl kaynakları ortadan kaldırmak için kullanılmıştır.

**Veri Analizi ve Değerlendirme:** Proje kapsamında, üretim süreçlerine ilişkin verilerin analizi yapılmış, zaman etüdü sonuçları değerlendirilmiş ve ip diyagramları, VSM ve etkinlik ilişki şeması gibi araçlarla elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu analizler sayesinde, iyileştirme adımları belirlenmiş ve süreçlerin verimliliği artırılmıştır.

**Sonuç olarak,** Hat Akışı ve Yerleşiminin Optimizasyonu projesi, Coşkunöz Metal Form'da üretim hattının verimliliğini artırmayı, maliyetleri düşürmeyi ve rekabet gücünü yükseltmeyi hedeflemektedir. Proje ekibi, yöntemlerini etkin bir şekilde kullanarak analizler yapmış ve süreçleri optimize etmiştir.



# BURSA ULUDAĞ UNIVERSITY



## HAT AKIŞI VE YERLEŞİMİNİN OPTİMİZASYONU

### VSM (DEĞER AKIŞI HARİTALAMA)

**SORUN NEYDİ?**  
Operatör çevrim süresi ve robot çevrim sürelerinin birbirinden farklı olması, üretim hedeflerine sayasal manada ulaşamaması, işlem sırasında operatörün ergonomik olmayan hareketlerinin bulunması gibi birçok sorunlar bulunmaktaydı.

**PROBLEMİN TEDRİSİ**

- Küçük Tanımı
- Parça Bilgilerinin Detaylı Tanımlanması
- Genel Akış Şemasının Oluşturulması
- Yüksek Planının Oluşturulup İncelenmesi
- Sistem Analizi ile Veri Edinilmesi
- Spagheetti (ip) Diyagramının Oluşturulması
- Zaman Etüdü Çalışmalarının Gerçekleştirilmesi
- Yüksek Verimlilik Ede Edilip İncelenmesi
- Yüksek Bilgilerin Ede Edilip İncelenmesi
- Seküler Bilgilerin Ede Edilip İncelenmesi
- Yüksek Bilgilerin Ede Edilip İncelenmesi
- Teknik İyileştirme
- Pareto Diyagramı
- Hedef Analizi

**PROJEMİZİN AMACI**  
Hat ve hücre bazlı üretim modellerinde VSM metodolojisi kullanarak optimizasyon çalışmaları yapmak ve bununla beraber verimliliği arttırmaktır.

**MEVCUT DURUM GÖSTERİMİ**

**İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ VE GELECEK DURUM**

**SONUÇ**  
Sağlanan sorunlara yönelik projemizin en son olan VSM (Value Stream Mapping) yöntemiyle birçok problem iyileştirilmiş olup, verimlilik artışı gözlemlenmiştir.

**FAYDALANDIĞIMIZ ARAÇLAR**  
Projenizi oluştururken, Değer Akışı Haritalama anaçısı eli ve yardımcı araçlar olarak farklı yöntemlere başvurduk. Bunlardan bazıları; Pareto analizi, Zaman etüdü, Balık kılçığı diyagramı, 5S analizi gibi yöntemlerdir.

**TOGG**

**AKADEMİK DANIŞMANLARIMIZ:**  
PROF. DR. ALİ YURDUN ORBAK  
PROF. DR. TÜLİN GÜNDÜZ

**AYTAÇ ŞENEL  
EBRAR ATAKLI  
RÜMEYSA TÜRKAN  
OĞUZHAN DİKENLİTARLA**

**SİRKET DANIŞMANLARIMIZ:**  
FURKAN TURAN  
DOĞRAN BİRAHİR  
AHMET ELMA

**Sunum için**

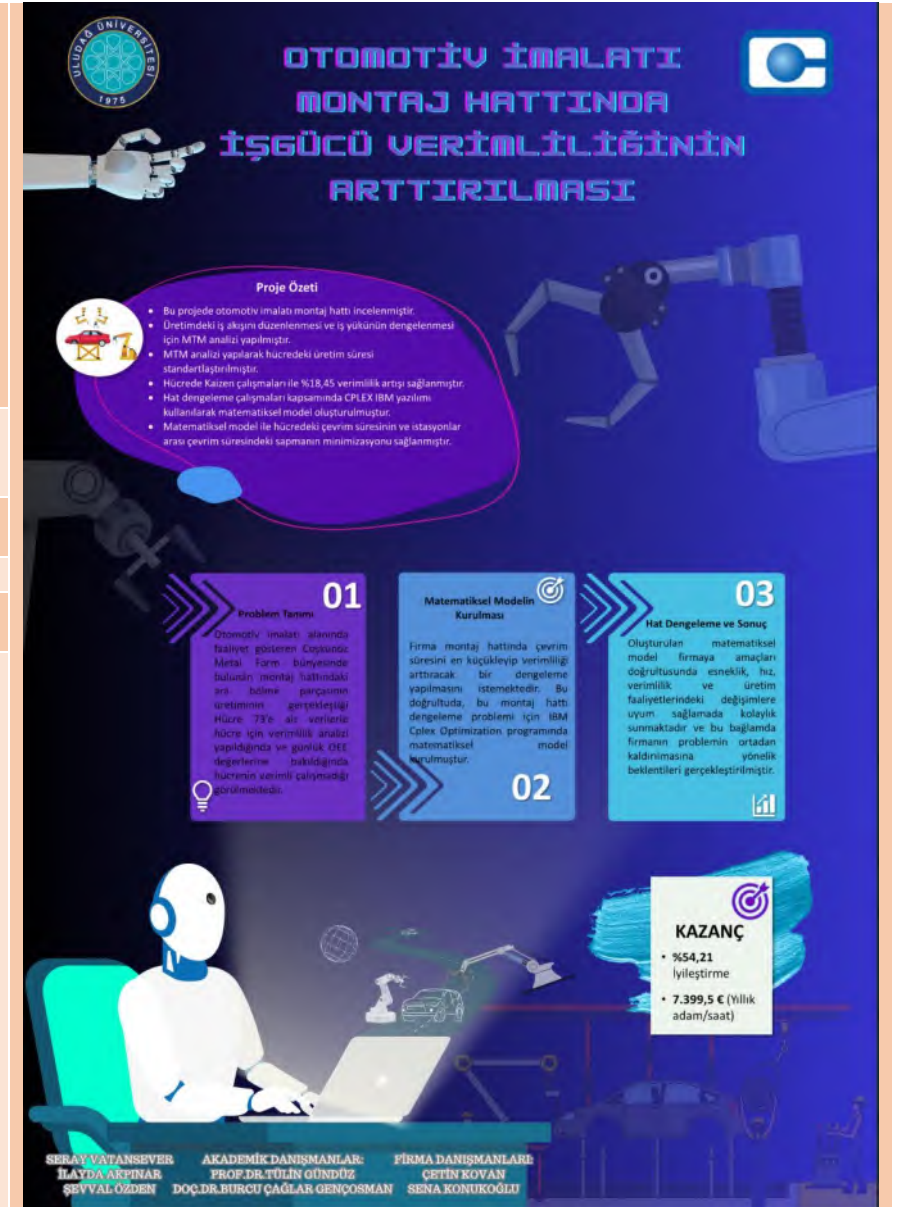
**AERO**

**QR Code**



|                      |                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Seray Vatansever<br>İlayda Akpınar<br>Şevval Özden                                           |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Tülin Gündüz<br>Doç. Dr. Burcu Çağlar Gençosman                                    |
| Destekleyen Kuruluş  | Coşkunöz Metal Form                                                                          |
| Proje Konusu         | <b>Otomotiv İmalatı Montaj Hattında Hat Dengeleme ile İşgücü Verimliliğinin Arttırılması</b> |

1968 yılında kurulan ve otomotiv imalatı alanında faaliyet gösteren Coşkunöz Metal Form bünyesinde gerçekleştirilen bu projede; montaj hattındaki, günlük OEE oranlarında düzensizlik olan bir hücre ele alınmıştır. Üretimdeki iş akışının düzenlenmesi ve iş yükünün dengelenmesi amacıyla öncelikle MTM analizi yapılarak hücredeki üretim süresi standartlaştırılmış ve hücrede iyileştirme alternatiflerinin oluşturulması sonucunda %18,45 verimlilik artışı potansiyeli görülmüştür. Üretimde gerçekleşen manuel operasyonlara ait montaj hattı dengeleme çalışması kapsamında bir tamsayılı matematiksel model oluşturulmuştur. Geliştirilen tamsayılı matematiksel modelde iki farklı amaç fonksiyonu kullanılmıştır: çevrim süresinin minimizasyonu ve istasyonlara ait çevrim süresindeki sapmanın minimizasyonu. Önerilen tamsayılı matematiksel model ILOG IBM CPLEX 22.1'de modellenmiş ve Cplex çözücüsü ile çözülmüştür. Bu model ile farklı amaç fonksiyonları alternatiflerinin yanında üretimde verimlilik oranının arttırılması da hedeflenmiştir. Üretimdeki mevcut durumda var olan atamalar sabitlenerek matematiksel modele çevrimi minimize eden amaç fonksiyonu hesaplatıldığında üretimin mevcut çevrim süresi 214 saniye, verimlilik oranı ise %43,5 olarak bulunmuştur. Sabitlenen atamalar kaldırılıp tamsayılı matematiksel modelin 2 istasyonla çalıştırılması durumunda çevrim süresi 153 saniye, verimlilik oranı %91,28; 3 istasyonla çalıştırılması halinde ise çevrim süresi 98 saniye ve verimlilik oranı %95 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak tamsayılı matematiksel model, firmaya amaçları doğrultusunda esneklik, hız, verimlilik ve üretim faaliyetlerindeki değişimlere uyum sağlamada kolaylık sunmakla birlikte talebin yoğunluğuna göre tercih edilebilecek alternatif senaryolar arasında %54,21'e varan çevrim süresi iyileştirmesi ve 7.399,5 Euro'ya varan yıllık adam/saat kazancı sağlamaktadır.







|                      |                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Arzu Tuğçe YAPAR<br>Elif ALTU<br>Hamza MOHTASEB      |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Erdal EMEL<br>Arş. Gör. Dr. Emine Eş YÜREK |
| Destekleyen Kuruluş  | Coşkunöz Metal Form                                  |
| Proje Konusu         | <b>Forklift ile hat besleme</b>                      |

Bütünleşik Sistem Tasarımı çalışması Coşkunöz Metal Form bünyesinde gerçekleştirilmektedir. Coşkunöz Otomotiv sektöründe presli sac parça imalatı alanında faaliyet göstermektedir. Bu proje firmanın montaj hattında gerçekleştirilmiştir. Montaj hattındaki kasaların taşınması için forkliftler kullanılmaktadır. Yapılan projede kasaların vagonlu trene yüklenmesi forklift ile, depodan hücrelere ilgili kasaların taşınması ise vagonlu tren aracılığıyla gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Vagonlu treninin rotalanması için matematiksel model geliştirilerek Python'da kodlanmıştır.

Öncelikle pilot olarak belirlenen hücreler için verileri kullanarak tren, hücreler ve hücreler ile depo arasındaki kat ettiği seyahat süresi 535(sn) olarak bulunmuştur. Bu model firmadaki belirli bir günde gerçekleşen vardiyalık veriler ile çalıştırılmıştır. Tüm veriler kullanılarak tren, hücreler ve hücreler ile depo arasındaki kat ettiği seyahat süresi 993(sn) olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler ışığında bütün hücrelere ait kasaların vardiya süresi içerisinde teslim edildiği ve beklemlerin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.




## İÇ LOJİSTİK MALZEME TAŞIMA EKİPMANIN ANALİZİ

$$\text{Min } \sum_{i \in N} \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j \in N} \sum_{l=1}^{n_j} \sum_{r \in R} t_{ij} \cdot x_{ik}^{jlr} + C * s_{N-1,0}$$

- Bu proje Coşkunöz Metal Form montaj bölümünde gerçekleştirilmiştir ve malzeme taşıma ekipmanları analiz edilmektedir.
- Hücrelere ayrılan montaj hattındaki kasa taşımalarının forkliftler yerine yeni devreye alınacak vagonlu tren ile yapılması planlanmaktadır. Vagonlu tren için rotalama çalışması yapılmıştır. Vagonlu treninin rotalanması için matematiksel model geliştirilerek Python'da kodlaması yapılmıştır.
- Kurulan matematiksel model firmadaki belirli bir günde gerçekleşen vardiyalık veriler ile çalıştırılmıştır. Tren hücreler ve hücreler ile depo arasındaki kat ettiği seyahat süresi 993(sn) olarak bulunmuştur.

**Bu projenin gerçekleştirilmesiyle birlikte montaj hattındaki beklemlerin ortadan kaldırılıp az sayıda araç ile etkin bir şekilde turlama ve başarılı bir kasa beslemesi yapılmaktadır**

**Akademik Danışmanları:**  
PROF. DR. ERDAL EMEL  
ARŞ. GÖR. DR. EMİNE EŞ YÜREK

**Kuruluş Danışmanı:**  
GÜLÜZAR YILMAZ

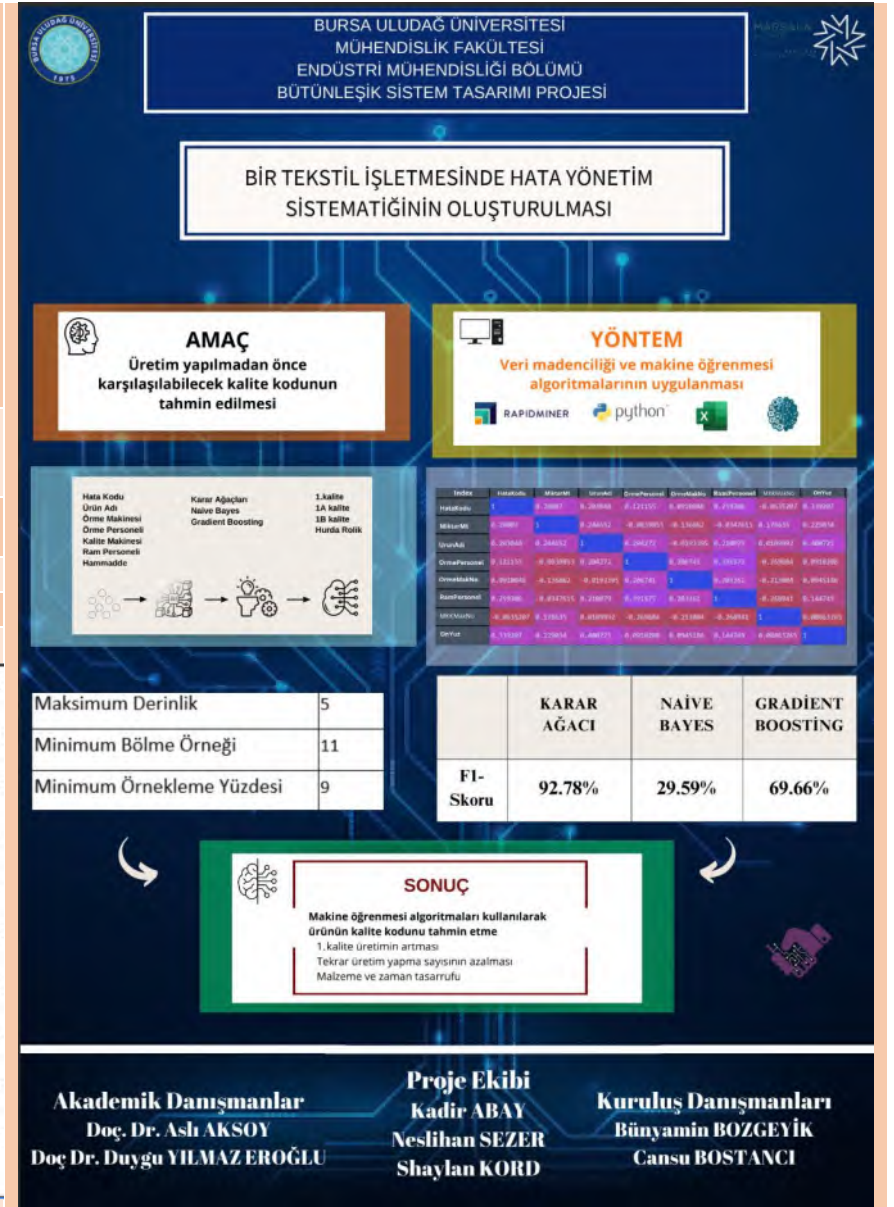
**Hazırlayanlar:**  
031840054 ARZU TUĞÇE YAPAR  
031540042 ELİF ALTU  
031740067 HAMZA MOHTASEB





|                      |                                                                           |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Kadir Abay<br>Shaylan Kord<br>Neslihan Sezer                              |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. Duygu YILMAZ EROĞLU<br>Doç. Dr. Aslı AKSOY                       |
| Destekleyen Kuruluş  | MARSALA HOME                                                              |
| Proje Konusu         | <b>Bir Tekstil İşletmesinde Hata Yönetim Sistematiğinin Oluşturulması</b> |

Bu projede, işletmenin devamlılığının sağlanması ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda hata oranlarının düşürülmesi hedeflenmiş olup hata tiplerini tespit edebilmek için makine öğrenmesi çalışması yapılmıştır. Üretim sonucunda oluşan hata oranlarının yüksek olması problem olarak tanımlanmıştır. Verilerdeki özniteliklere göre Python ile bir makine öğrenmesi sınıflandırma algoritması seçerek hata kodu tahminlemesi yapılmıştır. Ayrıca bu çalışma yapılırken korelasyon katsayısı hesaplanarak öznitelikler arasındaki ilişkiler gözlemlenmiştir. Makine öğrenmesi yapılırken 3 farklı sınıflandırma algoritması ele alınmıştır. Seçilen sınıflandırma algoritması olan karar ağacına göre parametre optimizasyonu yapılmıştır. Bunun dışındaki verideki dengesizliği çözmek adına dengesizlik çözücü yöntem olan SMOTE yöntemi uygulanmıştır. Böylece proje tamamlanmış olup performans ölçütü olan f1 skoru 92.78% olarak elde edilmiştir. Böylece bu projeden sonra üretilen ürünlerin hata kodu tahminlemesi firma tarafından yapılabilecektir.







|                      |                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Gülben AYDIN<br>Oğuzcan YÜCE<br>Esat DEMİR                                                                              |
| Akademik Danışmanlar | Doç.Dr.Ali Yurdun Orbak<br>Araş.Gör.Dr.Emine Eş Yürek                                                                   |
| Destekleyen Kuruluş  | Ficosa Otomotiv San. Ve Tic. A.Ş.                                                                                       |
| Proje Konusu         | <b>Yalın Üretim Sistemlerinde Ayna Katlama Motoru Değer Akış Haritalama Yaparak Toplam Üretim Süresinin Azaltılması</b> |

Ficosa firması 16 ülkede bulunan İspanya merkezli bir kuruluştur. Bursa Gemlik' te faaliyet gösteren Ficosa Otomotiv San. Tic. Adı ile 2005 yılında kurulmuştur. Ficosa Otomotiv de ayna katlama motoru, vites ve park fren sistemleri, arka görüş sistemleri üretilmektedir.

Ayna Katlama motoru hattında toplam imalat süresinin istenilen düzeyde olmadığı ve hat içinde dengesizliklerin bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu problemin çözümü için yalın üretim sistemlerinde Ayna Katlama Motoru değer akış haritalama yapılarak toplam imalat süresinin istenilen düzeye getirilmesi hedeflenilmektedir. Ayna katlama motoru hattı için sistem analizi yapılmıştır. Giriş ambardan bileşenler forklift ile yapıştırma yardımcı istasyonuna ve tren ile ana montaj hattına gönderilmektedir. Ana montaj hattında yapılan işlemlerden sonra kontrol için ses odası yardımcı istasyona bitmiş ürün forklift ile gönderilir. Burada kontrol işlemleri tamamlanan bitmiş ürünler doğruluğu yeniden gözden geçirilmesi için final kontrol noktasına ve buradan müşteri sevkiyatı için sevkiyat ambara gelmektedir. Yapılan analizler doğrultusunda mevcut, ideal, gelecek ve yeni durum değer akış haritaları çizilmiştir. Bu harita ve gözlemlerden çıkardığımız bulgular fazla stok, hat dengesizliği, ergonomik uygunsuzluklardır. Mevcut ve yeni durum haritalarına bakıldığında toplam değer katan zamanda %4,68'lik bir iyileşme, toplam değer katmayan zamanda %6,63'lük bir iyileşme ile sonuçlandırılmıştır.



# DOĞRU

## KUMAŞ DEPOSUNUN TAŞINMASI VE YENİ YERLEŞİM YERİNİN PLANLANMASI

Üretim merkezi dışındaki kumaş deposu ambar raf yerleşimi planlanarak taşınmıştır. ABC Analizi ve Matematiksel Modelleme ile kumaş raf ataması gerçekleştirilmiştir. Matematiksel Modelleme CPLEX ile çözülmüştür.

### PROBLEM

Mevcut kumaş deponun kumaş kesim merkezine uzaklığı ve verimli kullanılamaması nedeni ile kumaş deponun kesim merkezindeki depoya taşınması, yeni kumaş deponun sistematik yerleşimin planlanması olarak belirlenmiştir.

### MATEMATİKSEL MODELLEME

ABC Analizi ile ürünlerin önem dereceleri belirlenerek ürünlerin depo içerisindeki toplam taşıma mesafelerini en aza indirmeyi amaçlayan raf atama için matematiksel modelleme oluşturulmuştur.

$$\text{Min } \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n N_{ij} \cdot D_{ij} + X_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} \leq b$$

$$\sum_{i=1}^n W_i \cdot Y_{ij} \leq A_j$$

$$W_i \cdot Y_{ij} \leq A_j \cdot X_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^n W_i \cdot Y_{ij} = C_j$$

### ABC ANALİZİ

Ürünlerin talep ve önem sıralamasına göre 3 grupta incelenmiştir. 65 kumaş çeşidi için ilk 5 ürün - A ; sonraki 20 ürün - B ; kalan ürünler ise C grubunda analiz edilmiştir. ABC Analizi sonucunda elde edilen veriler modelde kullanılmıştır.

### CPLEX

Kurulan modellemedeki kısıtlar , karar değişkenleri ve amaç fonksiyonu değeri hesaplanmıştır. Kumaşların CPLEX yardımı ile atanması gereken raflar belirlenmiştir.

### SONUÇ

Kurulan matematiksel modellemenin CPLEX çözücüsünde işleme alınması ile yeni depo yerleşiminde kumaşların raflara istiflenmesi sistematik hale getirilmiştir. Ürünlerin depo içerisindeki toplam taşıma mesafeleri en aza indirilmiştir. Kumaşların üretime çıkış süreleri en aza indirilmesi çalışılmıştır.



#### AKADEMİK DANIŞMANLAR

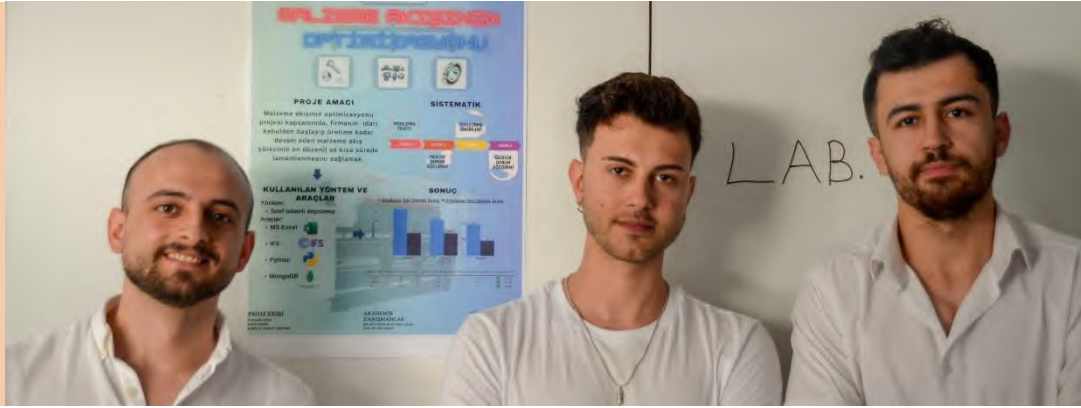
PROF. DR. TÜLİN İNKAYA  
DR.ÖĞR.Ü. BESİM TÜRKER ÖZALP

#### PROJE EKİBİ

BERKAY MERTOĞLU  
AYBARS YALCINKAYA  
ADİL KULAKOĞLU  
FEYZA NUR ÜNLÜ

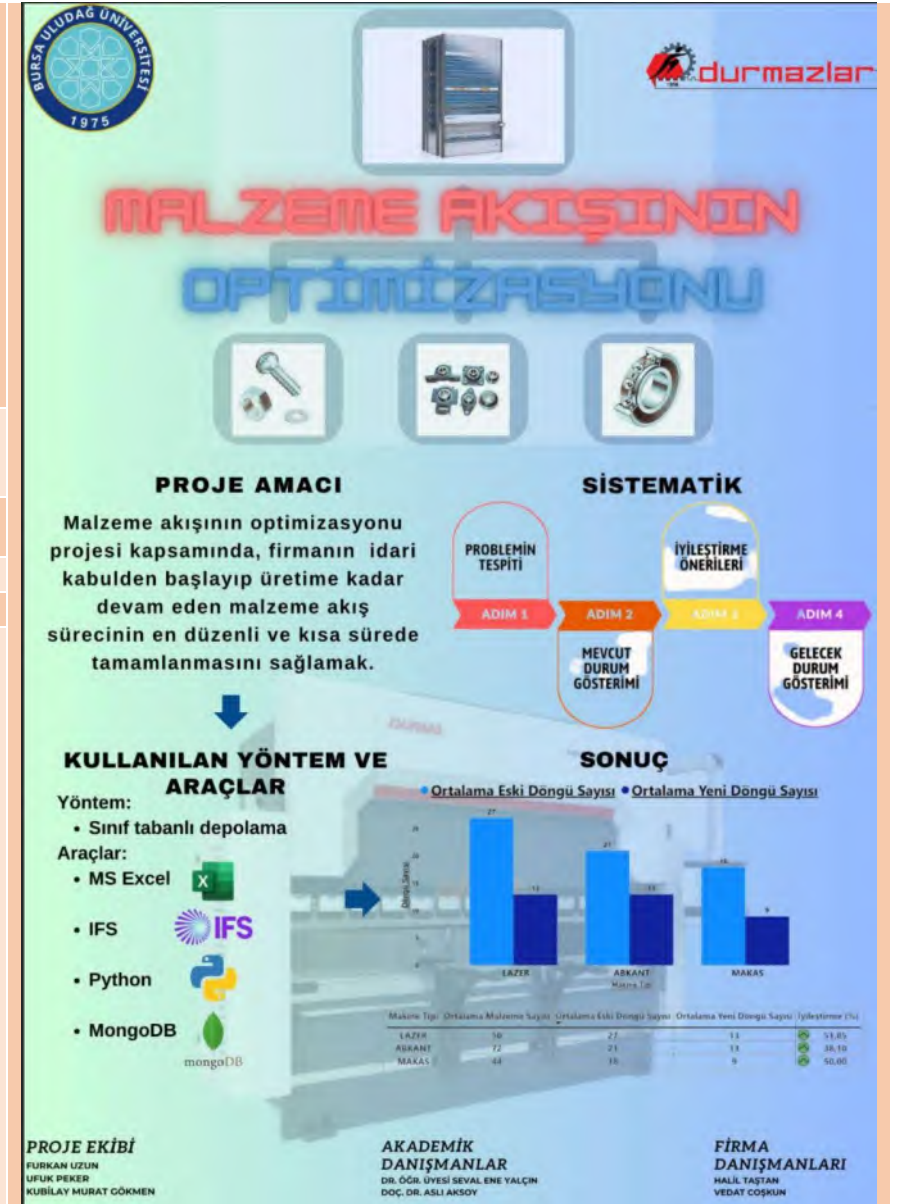
#### FİRMA DANIŞMANI

AHSEN TORAMAN



|                      |                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Ufuk Peker<br>Furkan Uzun<br>Kubilay Murat Gökmen      |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. Aslı Aksoy<br>Dr. Öğr. Üyesi Seval Ene Yalçın |
| Destekleyen Kuruluş  | Durmazlar Makina                                       |
| Proje Konusu         | <b>Malzeme Akışının Optimizasyonu</b>                  |

Türkiye’de sektörünün lideri olan Durmazlar, sac işleme makinaları üretimi alanında faaliyet gösteren, 1.500 kişilik uzman kadro, son teknolojiyle donatılmış geniş üretim parkuru ve toplam 150 bin metrekare kapalı alana sahip tesisleriyle küresel bir üreticidir. Gün içinde depodan çıkışı yapılan malzemelerin %52 si AAA31 lokasyon kodlu otomatik dikey depolama sisteminden yapılmaktadır. Fazla sayıda malzeme çıkışıyla oluşan uzun döngüler malzeme akışındaki en büyük gecikmeye sebep olmaktadır. AAA31 lokasyon kodlu otomatik depolama sisteminde toplam 6723 çeşit malzeme bulunmaktadır. Tek bir tepsinin taşıma kapasitesi 740 kg olmakla beraber toplamda 56 adet tepsi bulunmaktadır. Depolanan 6723 çeşit malzeme, irsaliye girişi sırasına göre herhangi bir ölçeklendirme veya sınıflandırma yapılmadan depolanmaktadır. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda sınıf bazlı depolama yöntemi rastgele depolama yöntemine göre daha avantajlı olduğu saptanmıştır. Makinelerin yıllık üretim miktarları ve bu makinelerde kullanılan malzemeler makine modelleri, boyutları ve kullanım sıklıklarına göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan bu malzemeler CSV formatında kaydedilerek MongoDB veri tabanına aktarılmıştır. Oluşturulan bu dosyalar ile Python geliştirme ortamında atama işlemi gerçekleştirilmiştir. Alınan sonuçlar eski veriler ile karşılaştırıldığında üretimi en fazla olan makinelere ait ortalama 55 malzemenin yer aldığı malzeme listelerinde ortalama döngü sayısı 22 iken 12 döngüye düşürülmüştür. Böylece %45,45 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Döngü sayıları üzerinde yapılan iyileştirme sonucunda aynı zamanda otomatik dikey depolama sistemine her 10 000 döngüde bir yapılması gereken bakım sıklığı da azaltılmıştır.

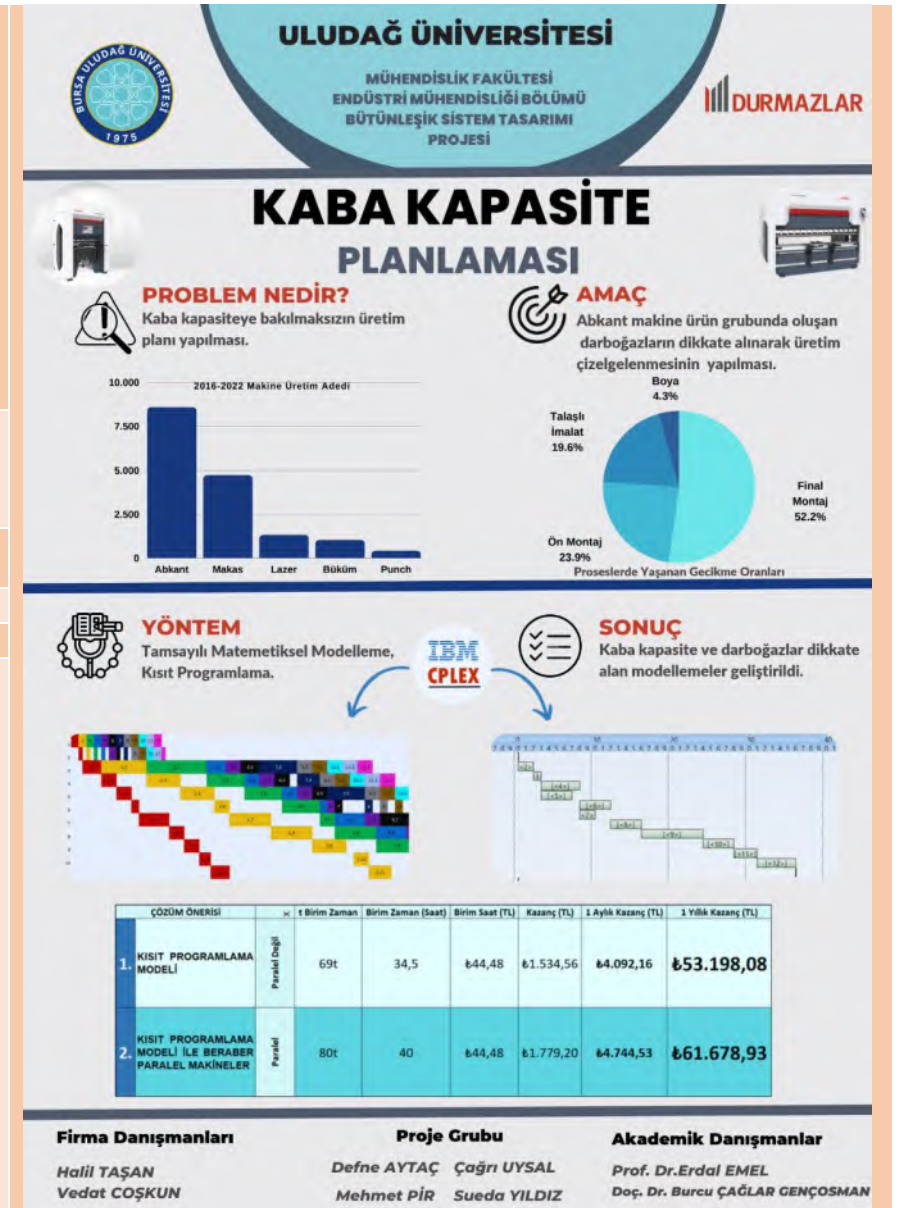






|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Defne AYTAÇ<br>Mehmet PİR<br>Çağrı UYSAL<br>Sueda YILDIZ |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. Burcu Çağlar Gençosman<br>Prof. Dr. Erdal Emel  |
| Destekleyen Kuruluş  | Durmazlar Makine Sanayi                                  |
| Proje Konusu         | <b>Kaba Kapasite Planlaması</b>                          |

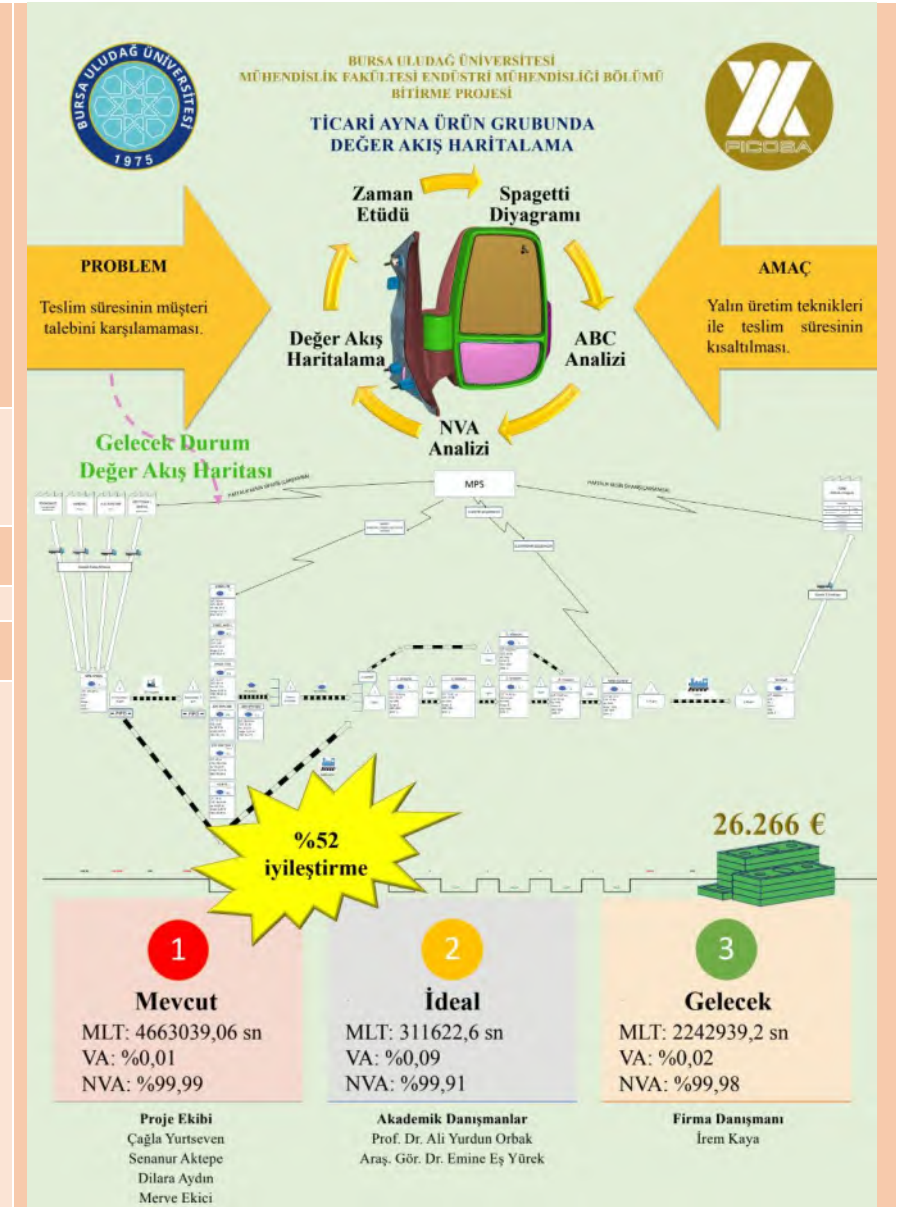
Bu proje; proje tipi üretim yapan özel makine imalat sanayi sektörünün önde gelen firmalarından olan Durmazlar firması bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Planlama dönemi sonrası araya alınan siparişlerin, üretimde darboğaz oluşturduğu ve abkant makine siparişlerinin vaktinde yetiştirilemediği tespit edilmiştir. Abkant üretim aşamaları sırasıyla kaynak, talaşlı imalat, ön montaj, boya ve final montajdan oluşmaktadır. Yapılan analizler sonucunda abkant montaj proseslerinde gecikmeler olduğu gözlemlenmiştir. Bu proseslerde yaşanan gecikmelerin mühendislik ve kök neden analizleri kullanılarak hangi nedenden ortaya çıktığının belirlenmesinin ardından gecikme sürelerinin minimize edilmesine yönelik çözümler geliştirilmiştir. Literatürde proje çizelgeleme problemi için geliştirilen matematiksel modeller incelenmiş ve kaynak kısıtlı çok projeli çizelgeleme problemi için bir tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Ancak gerçek boyutlu problem çözümünde tamsayılı matematiksel model ile optimal sonuca belirlenen süre limitleri içinde ulaşılamamıştır. Alternatif olarak çizelgeleme problemlerinde başarılı olduğu kanıtlanan Kısıt Programlama yaklaşımı ile problem modellenmiştir. Kısıt programlama ile gerçek boyutlu problemlerin optimal çözümüne dakikalar içinde ulaşılmıştır. Gerçekleşen planlama, tamsayılı matematiksel model ve kısıt programlama çözümleri karşılaştırılarak planlamada iyileştirme oranları ve maddi kazanımlar hesaplanmıştır. Kısıt programlama modeli ile Abkant final montaj istasyonlarında yaşanan gecikmeleri %38 oranında iyileştirilebileceği ve firmaya yıllık ₺61.678,93 kazanç sağlanabileceği öngörülmüştür.





|                      |                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Dilara AYDIN<br>Merve EKİCİ<br>Senanur AKTEPE<br>Çağla YURTSEVEN                            |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Ali Yurdun ORBAK<br>Araş.Gör.Dr. Emine EŞ YÜREK                                   |
| Destekleyen Kuruluş  | Ficosa International Otomotiv San. Ve Tic. A.Ş.                                             |
| Proje Konusu         | <b>Ticari ayna ürün grubunda değer akış haritalama yaparak teslim süresinin azaltılması</b> |

2022-2023 eğitim-öğretim yılı Bitirme Projesi dersi kapsamında yapılan Ficosa International Otomotiv San. ve Tic. A.Ş. bünyesinde gerçekleşen proje çalışmasında ticari ayna ürün grubu hatlarında toplam teslim süresinin istenilen düzeyde olmaması, çevrim süresinin tempo süresinden fazla olması problemleri gözlemlenmiştir. Proje kapsamında stokların, malzeme ve işçilik maliyetlerinin ve üretim süresinin minimize edilmesi, iş yükünün dengeli dağıtılması, taşımaların azaltılması için çalışmalar yapılmıştır. Proje süreci yalın üretim ve kaizen uygulamalarından olan zaman etüdü, NVA analizi, ABC analizi ve spagetti diyagramı çalışmaları ile desteklenmiştir. Ticari ayna ürün grubu hattında mevcut, ideal ve gelecek durum değer akış haritaları çizilerek mevcut sistem analiz edilip gerekli iyileştirmeler yapılmıştır.







|                      |                                                                        |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Sinem Çelebi<br>Ömer Faruk Yılmaz                                      |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK<br>Dr. Öğr. Üyesi Seval ENE YALÇIN             |
| Destekleyen Kuruluş  | Freudenberg Sealing Technologies                                       |
| Proje Konusu         | <b>Bir Üretim Hattında Heijunka (Üretim Seviyelendirme) Uygulaması</b> |

Firma Hakkında: Freudenberg Sealing Technologies firması motor blokları için sızdırmazlık elemanı olan sızdırmazlık contaları üretmektedir. Contalar, metal bilezik üzerine hamur enjekte edilerek preslenir ve fırında pişirilir ardından gerekli kontroller sonrası müşteriye sevk edilir.

Problem: Firmada itme sistemi mevcuttur. Müşteri siparişleri yığın üretim yapılarak ve büyük partili üretim planları oluşturularak karşılanır. Bu durum ara stok miktarlarında fazlalığa sebep olmaktadır ve ara stok takibini zorlaştırmaktadır.

Amaç: Mevcut sistemde müşteri siparişleri kadar üretimin yapılması ve ara stok takip mekanizmasının oluşturulmasıdır.

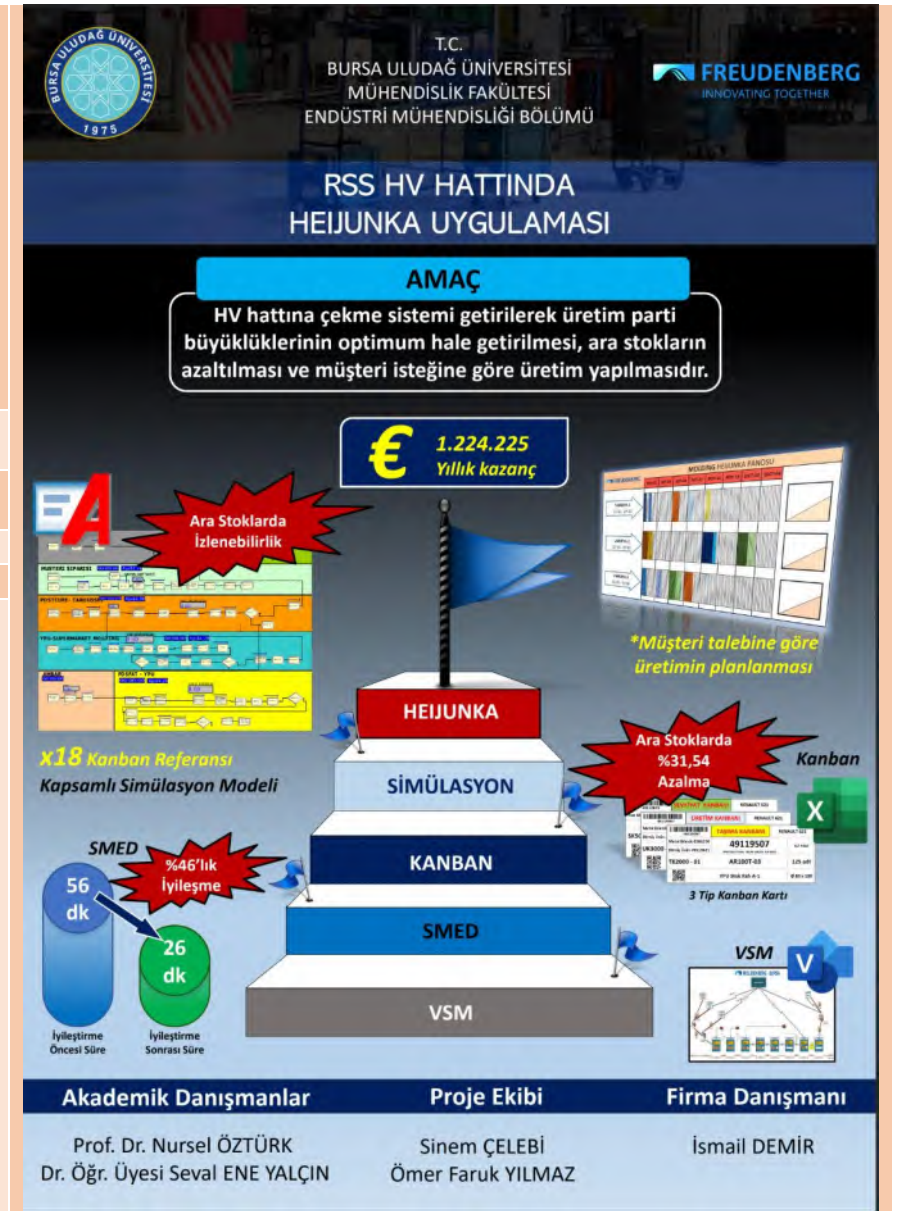
Çözüm Yaklaşımları: Heijunka üretim seviyelendirme uygulamasıdır ve üretimin daha küçük partilerle izlenebilir stok noktaları ile yönetilmesine yardımcı olur. Heijunkanın devreye alınabilmesi için aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır.

KANBAN: Müşteriye sevk edilen sipariş miktarı kadar üretimin seviyelendirilmiş stoklarla yapılmasına karar verilmiştir ve çekme sistemini devreye almak için çalışmalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ve simülasyon sonucu %31,54'lük ara stok azalışı öngörülmektedir.

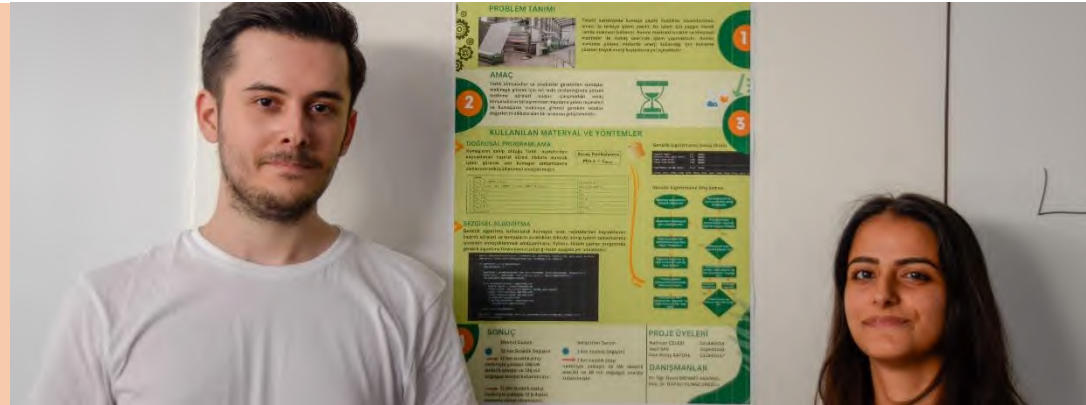
SMED: Daha küçük partili üretim yapılabilmesi için model dönüşüm sürelerinde iyileşmeye gidilmesi önerilmiştir. Kanban referanslarının üretildiği 100T-04 makinesinde kalıp değişim süresi 56 dakikadan 26 dakikaya düşürülerek model dönüş hızında %46 iyileşme sağlanmıştır.

SİMÜLASYON: Aşamalı olarak devreye alınan kanban sisteminin uzun vadede çıktılarının öngörülmesi için bir simülasyon modeli oluşturulmuştur. Bu çalışma sayesinde parti büyüklüklerinin ayarlanarak stokların takip edilebilmesi, makine verimliliğinin öngörülmesi ve üretimde devreye alınacak kanban referanslarının sırasının belirlenebilmesi için çeşitli kombinasyonlar yapılabilmektedir.

Proje Sonuçları: Yapılan kanban hesaplamaları ve simülasyon çalışmaları ile 81.130 adet olan stok sayısı 55.540 adete indirilerek yıllık 1.224.225 £ kazanç sağlanmıştır.







|                         |                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu             | Seçil SAV<br>Cem Kutay BATDAL<br>Nazlıcan ÇELEBİ               |
| Akademik<br>Danışmanlar | Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AKANSEL<br>Doç. Dr. Duygu YILMAZ EROĞLU  |
| Destekleyen Kuruluş     | Güncel Yazılım                                                 |
| Proje Konusu            | <b>Tekstil Sektöründe Terbiye Makinelerinin Çizelgelenmesi</b> |

Bu çalışma işletmelerin performanslarını ve verimliliklerini en üst seviyelere çıkartılmasına katkı sağlamak amacıyla, yazılım çözümlerini hayata geçiren Güncel Yazılım firmasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tekstil sektöründe terbiye işlemi için kullanılan ramöz makinesinde sıra bağımlı hazırlık süreli çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Çalışmadaki amaç işlem görecektir olan kumaşları sıcaklık ve kimyasal özellikleri dikkate alan bir sıralama algoritması geliştirilmesidir. Çalışma kapsamında öncelikle literatürde bu tip problemlerin çözümü için var olan doğrusal modeller ve sezgisel modeller araştırılmıştır. Problem için ilk önce bir matematiksel modelleme oluşturulup IBM ILOG CPLEX Optimization Studio programında çözdürülmüştür. Fakat büyük boyutlu problem için beklenen sürede sonuç verememiştir. Bu yüzden sezgisel algoritma arayışına geçilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda genetik algoritma kullanılarak Python programında algoritma geliştirilip gerçek veri üzerinde denenip sonuç alınmıştır. Algoritma firmanın talebi ile sıcaklık parametresi eklenerek geliştirilmiştir. Geliştirilen durumda algoritma farklı sıcaklık değerleri olan kumaşları kümeleyip sonrasında bu kümelerin sıralamalarını sıcaklık zamanla artacak şekilde birleştirmektedir. Sıcaklık faktörü dikkate alınmadığında zaman ve enerji kayıplarına sebep olmaktadır. Bu konuda Güncel Yazılım'ın bir müşterisinden enerji kullanım verileri alınmıştır. Bu sıcaklık değişimleri sebebiyle problemdeki mevcut durumda yaklaşık 198 kW elektrik enerjisi ve 198 m<sup>3</sup> doğalgaz enerjisi kullanılmıştır. Aynı zamanda makinenin soğuması sırasında 72,6 dakika bekleme süresi oluşmuştur. Geliştirilen algoritmada ise yalnızca 1 kez sıcaklık değişimi meydana gelmiştir. Bu durumda ise 18 kW elektrik enerjisi ve 18 m<sup>3</sup> doğalgaz enerjisi kullanılmıştır.



**GÜNCEL YAZILIM**

# TEKSTİL SEKTÖRÜNDE TERBİYE MAKİNELERİNİN ÇİZELGELENMESİ



## PROBLEM TANIMI



Tekstil sektöründe kumaşa çeşitli özellikler kazandırılması amacı ile terbiye işlemi yapılır. Bu işlem için yaygın olarak ramöz makinesi kullanılır. Ramöz makinesi sıcaklık ve kimyasal maddeler ile kumaş üzerinde işlem yapmaktadır. Ramöz makinesi yüksek miktarda enerji kullandığı için bekleme süreleri büyük enerji kayıplarına yol açmaktadır.

## AMAÇ

Farklı kimyasallar ve sıcaklıklar gerektiren kumaşlar makineye girmek için art arda sıralandığında yüksek bekleme süreleri oluşur. Çalışmadaki amaç kimyasalların birleşiminden meydana gelen reçeteleri ve kumaşların makineye girmesi gereken sıcaklık değerlerini dikkate alan bir sıralama geliştirmektir.



## 1

## 2

## KULLANILAN MATERYAL VE YÖNTEMLER

### DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Kumaşların sahip olduğu farklı reçetelerden kaynaklanan hazırlık süresi dikkate alınarak işlem görececek son kumaşın tamamlanma zamanının enküçülenmesi amaçlanmıştır.

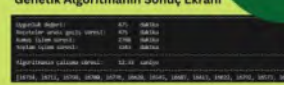
| Kısıtlar                                                                                |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. $C_k \leq X_{k,j} \leq \text{Alg}M * (1 - X_{k,j})$                                  | $\forall k, j, m, n = 1$         |
| 2. $C_k \leq C_j + p_{j,m} + \text{Alg}M * (1 - X_{k,j}) - \text{Alg}M * (1 - X_{k,j})$ | $\forall k, j, k', j', m, n = 1$ |
| 3. $X_{k,j} = 1$                                                                        | $\forall m$                      |
| 4. $X_{k,j} = 1$                                                                        | $\forall k, j$                   |
| 5. $X_{k,j} = 1$                                                                        | $\forall k, j$                   |
| 6. $C_k \leq C_j$                                                                       | $\forall k, j$                   |
| 7. $X_{k,j} = 1$                                                                        | $\forall k, j$                   |
| 8. $C_k \leq C_j$                                                                       | $\forall k, j$                   |

### Amaç Fonksiyonu

$\text{Min } z = C_{\text{max}}$

## 3

## Genetik Algoritmanın Sonuç Ekranı



## SEZGİSEL ALGORİTMA

Genetik algoritma kullanılarak kumaşlar arası reçetelerden kaynaklanan hazırlık süreleri ve kumaşların sıcaklıkları dikkate alınıp işlerin tamamlanma süresinin enküçülenmesi amaçlanmıştır. Python dilinde yazılan programda genetik algoritma fonksiyonun çalıştığı kısım aşağıda yer almaktadır.

### Genetik Algoritmanın Akış Şeması



## 4

## SONUÇ

### Mevcut Durum

- 22 Kız Sıcaklık Değişimi
- 11 kez sıcaklık artışı nedeniyle yaklaşık 198 kw elektrik enerjisi ve 198 m3 doğalgaz enerjisi kullanılmıştır.
- 11 kez sıcaklık azalışı nedeniyle yaklaşık 72,6 dakika bekleme süresi oluşmuştur.

### Geliştirilen Durum

- 1 Kız Sıcaklık Değişimi
- 1 kez sıcaklık artışı nedeniyle yaklaşık 18 kw elektrik enerjisi ve 18 m3 doğalgaz enerjisi kullanılmıştır.

## PROJE ÜYELERİ

Nazlıcan ÇELEBİ

Seçil SAV

Cem Kutay BATDAL

031840018

031940081

031840037

## DANIŞMANLAR

Dr. Öğr. Üyesi MEHMET AKANSEL

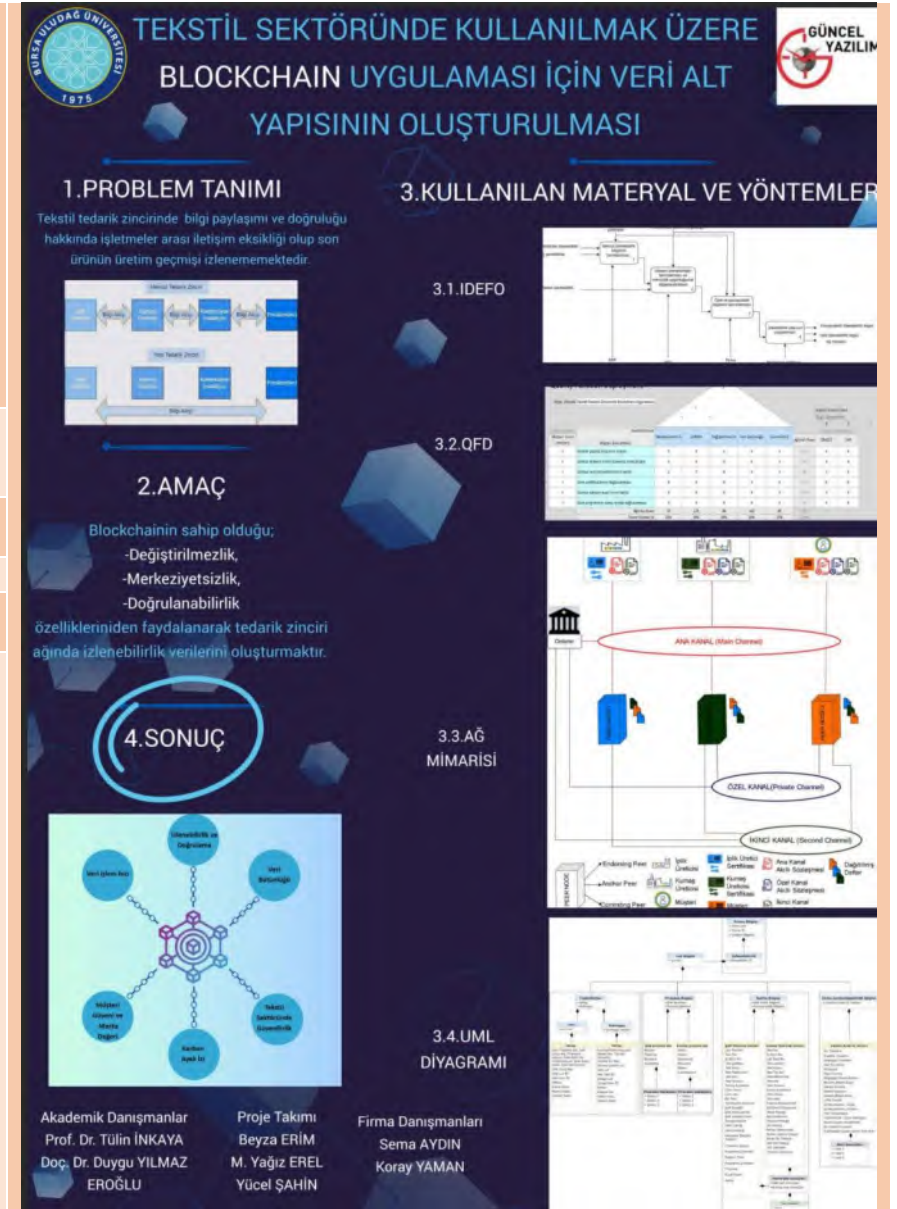
Doç. Dr. DUYGU YILMAZ EROĞLU





|                      |                                                                                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Beyza ERİM<br>M. Yağız EREL<br>Yücel ŞAHİN                                                    |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Tülin İNKAYA<br>Doç.Dr. Duygu YILMAZ EROĞLU                                         |
| Destekleyen Kuruluş  | Güncel Yazılım                                                                                |
| Proje Konusu         | <b>Tekstil Tedarik Zincirinde Blockchain Uygulaması İçin Veri Alt Yapısının Oluşturulması</b> |

Güncel Yazılım tekstil sektöründe işletmelerin performanslarını ve verimliliklerini en üst seviyeye çıkarılmasını sağlayan ERP yazılım çözümleri üreten, bir Arge firmasıdır. Bu projede tekstil tedarik zincirinde lot bilgisi paylaşımı ve doğruluğu hakkında işletmeler arası iletişim eksikliği olup son ürünün üretim geçmişi izlenememektedir. Bu durumda; hammaddelerin ve materyallerin kaynaklarını takip edilmesindeki problemlere, ürün kalite bilgilerinin eksik olmasına, sürdürülebilirlik açısından karbon ayak izi ile ilgili bilgi bütünlüğünün sağlanamamasına neden olmaktadır. Tekstilde izlenebilirliği sağlamak için blockchain platformunun kullanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla süreç tasarımı IDEF0 metodu ile gerçekleştirilmiştir. Müşterinin isteklerinin belirlenmesi için Kalite Fonksiyon Dağılımı kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma tekstil tedarik zincirinde blockchain kullanımının potansiyelini göstermekte ve izlenebilirlik ile veri güvenliği gibi kritik konuları ele almaktadır. Geliştirilen çözüm yöntemi, Hyperledger Fabric ağ mimarisi ve izlenebilirlik UML diyagramı ile desteklenmektedir. Gelecekte, bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, tekstil endüstrisindeki paydaşların ve kuruluşların blockchain teknolojisini benimsemeleri ve tedarik zinciri yönetiminde iyileştirmeler yapmaları önerilmektedir. Blockchain teknolojisinin kullanılmasıyla, tekstil tedarik zincirinin şeffaflığının artırılması, sahtecilik önlemlerinin güçlendirilmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerinin desteklenmesi mümkün olacaktır.



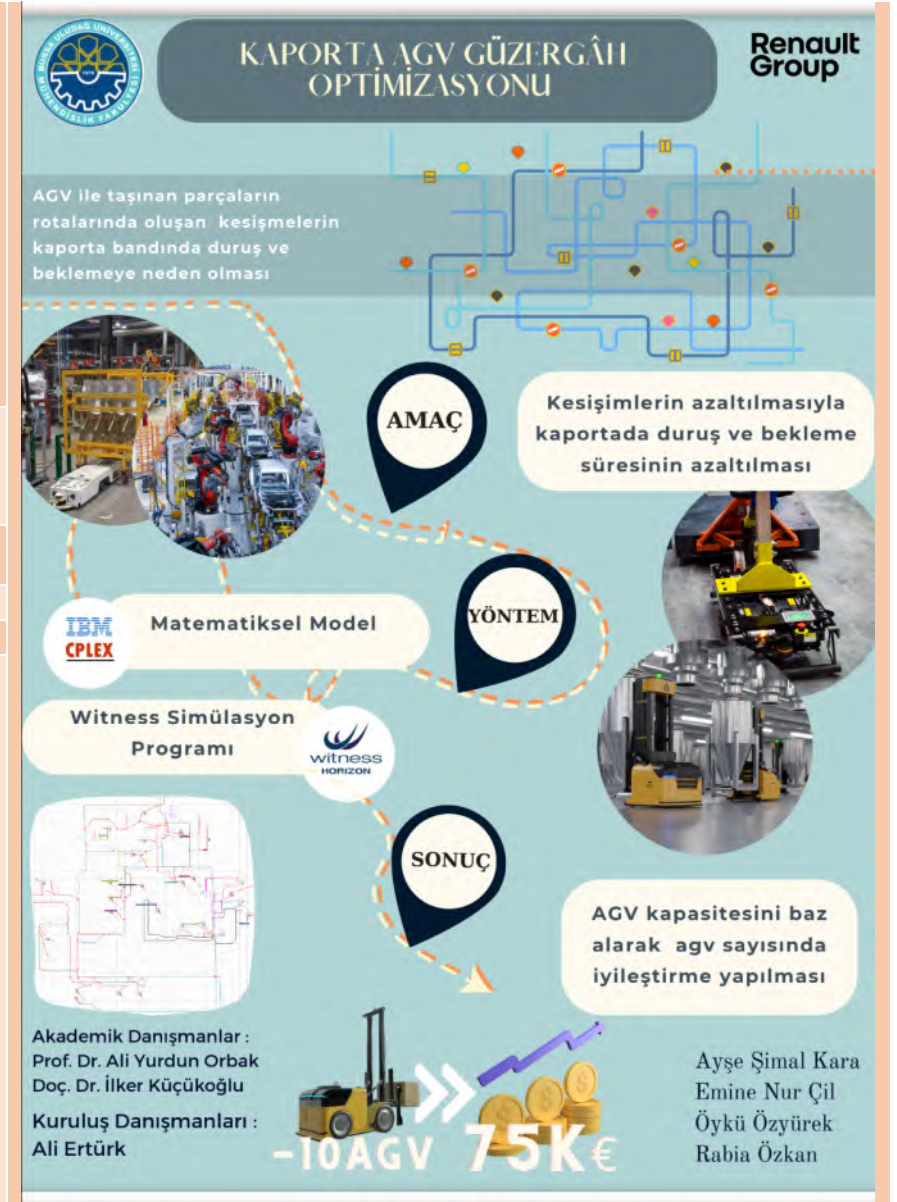




|                      |                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Emine Nur Çil<br>Ayşe Şimal Kara<br>Rabia Özkan<br>Öykü Özyürek |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. İli Yurdun Orbak<br>Doç. Dr. İlker Küçüköğlü          |
| Destekleyen Kuruluş  | Oyak Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.                          |
| Proje Konusu         | <b>Kaporta AGV Güzergâhları Optimizasyonu</b>                   |

Oyak Renault Otomobil Fabrikaları 1969 yılında Oyak ile Fransız Renault grubunun katılımıyla kurulan ve Renault marka binek araçlarının ve mekanik parçalarının üretimi ve ihracatını gerçekleştiren kurumdur. Oyak Renault'un Kaporta bölümünde yarı mamul sac parçalarının taşınmasını ve yükleme arasında akışı sağlayan AGV isimli otonom araçlar bulunmaktadır. Bu otonom araçlar şaryo isimli parça taşıma kabinlerini çekmektedir. AGV'ler yükleme noktasından aldıkları dolu şaryoları boşaltma noktasına götürdükten sonra boş şaryo ile birlikte güzergâhları üstündeki şarj istasyonunda önceden belirlenmiş sabit süre kadar şarj olarak yükleme noktasına giderek turu tamamlarlar. AGV ile taşınan 16 çeşit yarı mamul parça dolayısıyla 16 hat bulunmaktadır. Bu hatlar üzerinde kaporta bandında bekleme ve duruşa sebep olan AGV kesişmeleri yaşanmaktadır. İncelenen veriye göre vardiya bazında kaporta bandında AGV kaynaklı toplam bekleme ortalama 45,06 dakika yani ortalama bir araç kaybı yaşanmaktadır. Sistem analizi sonucunda bant duruşuna en çok sebep olan hatlar; ön kaput ve sol arka kapı olarak belirlenmiştir. Kuruluşun beklentisine göre kaportada AGV'lerin kesişimlerini azaltmak için güzergâhlarını optimize etmek gerekmektedir. Bu amaç üzerine en optimal yolları bulabilmek adına, matematiksel model ve simülasyon olmak üzere iki farklı çözüm yöntemi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda problemin ark rotalama başlığı altında ele alınması gerektiğine karar verilip matematiksel model için Cplex yazılımından yararlanılmıştır. Bunların yanında firmanın da isteği üzerine, modelleme ve çözüm yöntemi olarak Witness simülasyon programı kullanılmasına karar verilmiştir. Farklı hatlar üzerinde şaryonun ağırlık ve parça taşıma kapasitesine göre yapılan deneylerde şaryo azaltma yöntemine başvurulmuş olup kaporta departmanında toplamda on AGV kazancının yaşanan trafik sıkışıklığı problemine çözüm bulunması öngörülmüştür.







|                      |                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Ayşenur KAVLAK<br>Duygu ÖZTÜRK<br>Sena SAYRAÇ<br>Şeymanur BAŞAKBAŞ      |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK<br>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AKANSEL                |
| Destekleyen Kuruluş  | OYAK Renault Otomobil Fabrikaları                                       |
| Proje Konusu         | <b>Siparişlere Göre Ambalaj Yeterliliği Öngörülerinin Oluşturulması</b> |

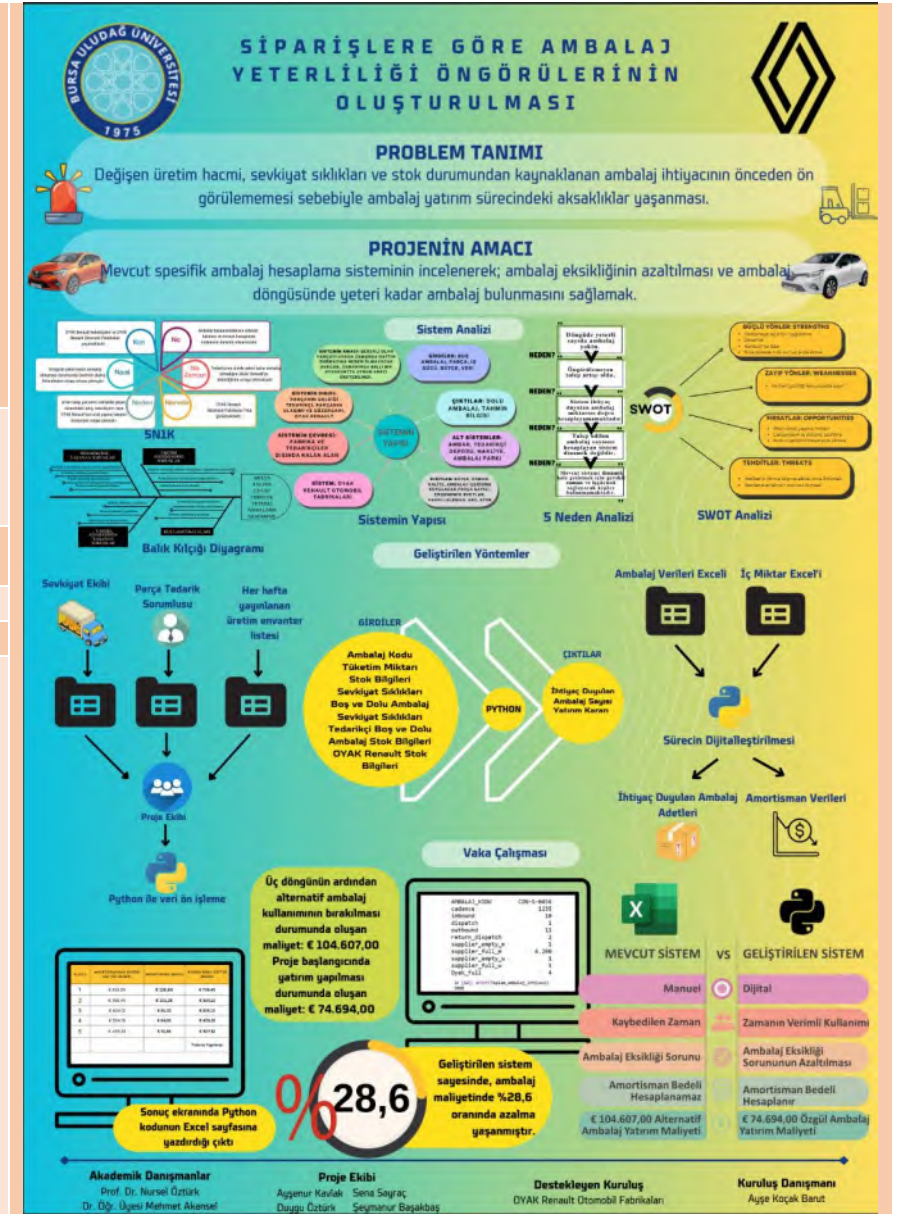
#### Proje Özeti:

OYAK Renault Otomobil Fabrikaları bünyesinde standart, özgül ve alternatif olmak üzere üç çeşit ambalaj, parça tedariki aşamasında kullanılmaktadır. Firmanın en çok sorunla karşılaştığı ambalaj özgül ambalajdır. Özgül ambalajlar sadece özel bir malzemeyi taşımak için Renault tarafından yaptırılmış maliyeti yüksek ambalaj türüdür. Bütünleşik Sistem Tasarımı projesi kapsamında özgül ambalajların bazı durumlarda yetersiz kalması ve üretimin aksama riskiyle karşılaşması sonucunda ortaya çıkan probleme çözüm getirmek amacıyla yapılmıştır.

Projedeki amaç firmada halihazırda kullanılmakta olan ambalajları hesaplayan sistemin dinamik hale getirilmesidir. Dinamik hale gelen sistemle birlikte işlem süresi kısaltılmış ve çalışanlar üzerindeki iş yükü ve oluşacak hata oranları azaltılmıştır.

Ambalaj ihtiyacı firma içerisinde her ambalaj için bir Excel dosyası oluşturularak hesaplanmaktadır. Bu Excel dosyalarının düzenli tutulduğu ve arşivlendiği bir sistem bulunmamaktaydı. Proje kapsamında tüm ambalajlar Python üzerinde bir kütüphaneye aktarıldı ve bir bütün haline getirildi. İşlem yapılacak ambalajın kodu ve kullanılacak malzeme miktarı girildiğinde Python söz konusu ambalaj için verileri Python kütüphanesinden çekerek Excel üzerinde bir çıktı oluşturmaktadır. Bu sayede dinamik bir sistem elde edilmiştir.

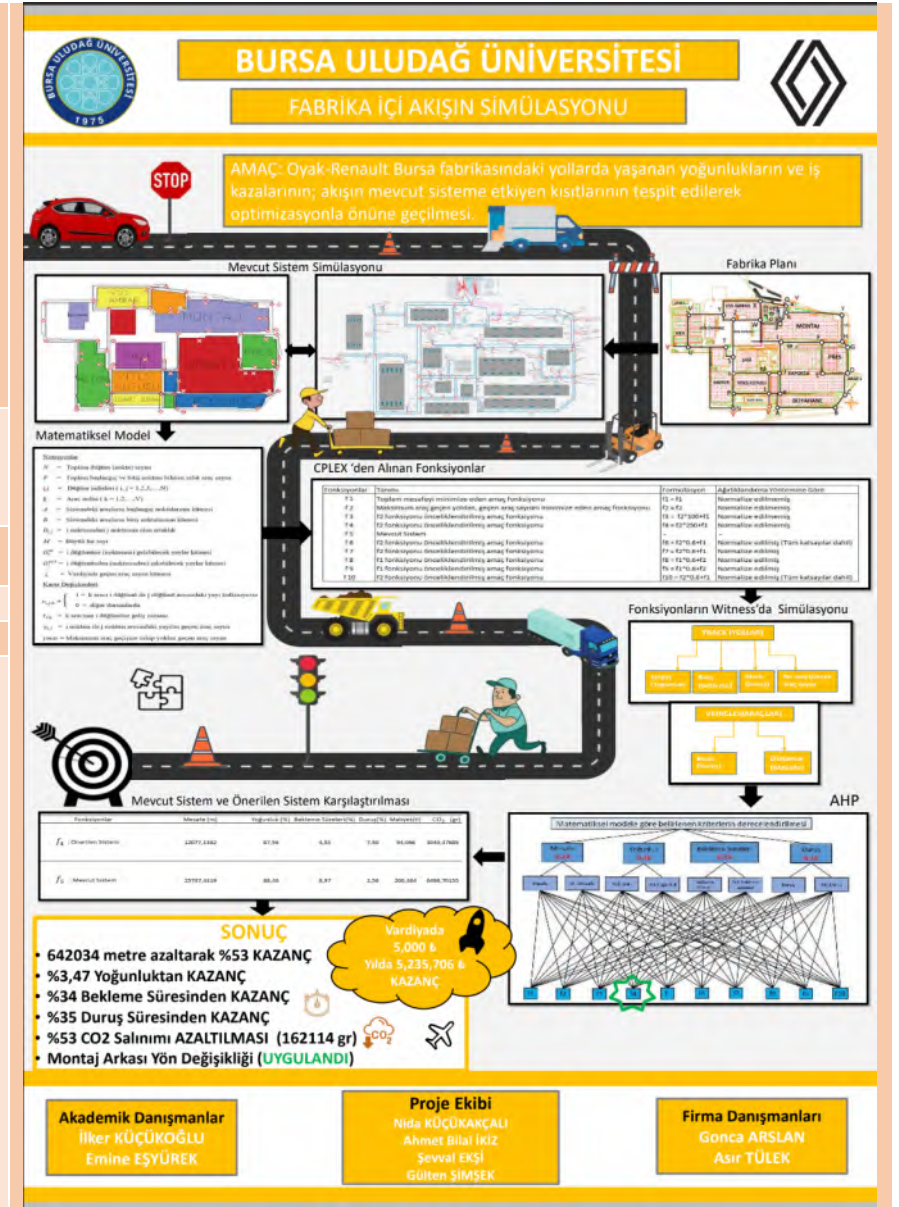
Yapılan uygulamanın bir diğer işlevi ambalaj eksikliğinin yaşandığı durumlarda ihtiyaç duyulan ambalaj miktarına bağlı olarak “Özgül ambalaj yatırımı mı yapılmalı, özgül ambalaj yokluğunda kullanılan kartondan oluşan alternatif ambalaja mı yatırım yapılmalı?” sorusuna çeşitli matematiksel hesaplamalar yaparak kendini amorte etme zamanına bağlı olarak sonuç oluşturmaktadır. Proje için yapılan vaka analizi çalışması neticesinde firma yeni sistemle birlikte %28,6 oranında kar sağlamış olacaktır.





|                      |                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Nida KÜÇÜKAKÇALI<br>Ahmet Bilal İKİZ<br>Gülten ŞİMŞEK<br>Şevval EKŞİ |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. İlker KÜÇÜKOĞLU<br>Araş. Gör. Dr. Emine EŞ YÜREK            |
| Destekleyen Kuruluş  | OYAK RENAULT OTOMOBİL FABRİKALARI A. Ş.                              |
| Proje Konusu         | <b>Fabrika İçi Akışın Simülasyonu</b>                                |

Bu çalışma Oyak Renault Bursa fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı fabrika içi yollardaki akışı analiz etmek ve akışa dahil olan yollardaki trafik yoğunluğunu 5S, İSG ve performans kısıtları dahilinde yoğunluğu azaltmaktır. Çalışma kapsamında mevcut sistem analizi yapılması için veri toplanmış, verilerden araçların güzergahları ve bekleme noktalarındaki bekleme süresi olasılıkları bulunmuştur. Analiz yapıldıktan sonra simülasyon Witness ve Promodel uygulamaları üzerinden mevcut sistem çalıştırılmıştır. Mevcut durumdaki yolların yoğunlukları bulunduğundan sonra alternatif rotalar bulmak için matematiksel model yazılmıştır. Bulunan rotalardan hangisinin seçileceği AHP yöntemi ile belirlenmiş, seçilen alternatif durum tekrar çalıştırılıp karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma; bekleme noktalarındaki süreler ve yollardan geçen araç sayısı için yapılmıştır. Mesafenin %53, yoğunluğun %3,47, bekleme sürelerinin %34, duruş sürelerinin %35 oranında azaldığı görülmüştür. Her kriterin yüzdesi önem derecesiyle çarpıldığında bütün kriterler bazında mevcut duruma %51,39 iyileşme gözlemlenmiştir. Sahada yapılan anket çalışması sonucu nitel veri analizi yapılmış olup, öneriler firmaya sunulmuştur. Önerilerimizden iki tanesi uygulanmıştır.



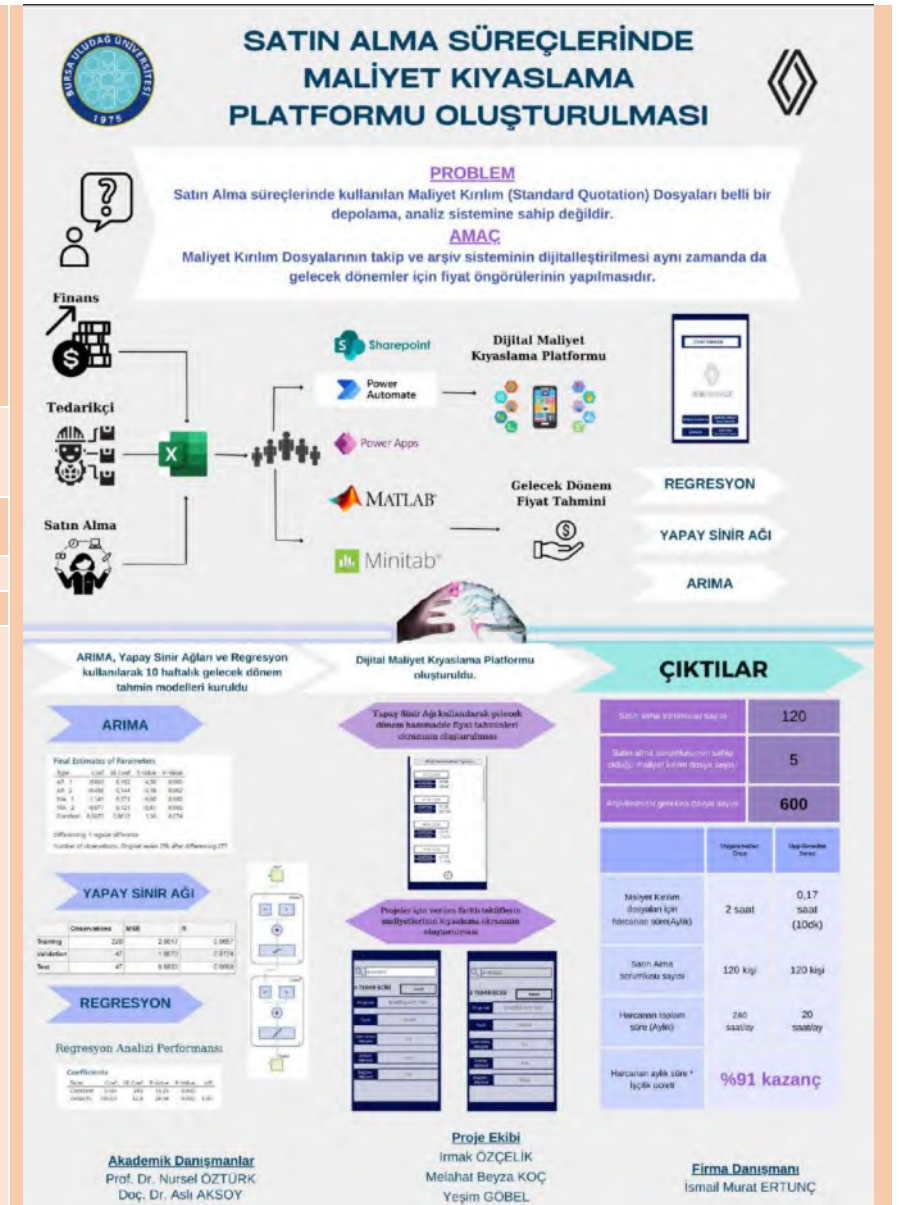




|                         |                                                                          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu             | Irmak Özçelik<br>Melahat Beyza Koç<br>Yeşim Göbel                        |
| Akademik<br>Danışmanlar | Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK<br>Doç. Dr. Aslı AKSOY                           |
| Destekleyen Kuruluş     | Oyak Renault                                                             |
| Proje Konusu            | <b>SATIN ALMA SÜREÇLERİNDE MALİYET KİYASLAMA PLATFORMU OLUŞTURULMASI</b> |

OYAK-Renault, otomobillerin motor ve mekanik aksamalarını üretmektedir, Renault Grubu'nun dünya çapındaki 38 üretim merkezinden biridir. Oyak Renault Otomobil Fabrikaları için yürütülmeye başlanılan proje kapsamında satın alma departmanında "Maliyet Analizi Platformu Oluşturulması" konusu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Projenin hedefi; satın alma departmanı bünyesindeki tedarikçileri ve parçaların maliyet verilerini kapsayan sistematik ve bilgi kaybına izin vermeyecek yapıda sistem oluşturulmasıdır. Bu sistemden beklenen tekliflerin analiz edilmesi ve istenildiği zaman hızlı bir şekilde ulaştırılmasını sağlayan bir platformun oluşturulmasıdır. Bu platformun PowerApps üzerinden oluşturulmasına karar verilmiştir. Buna ek olarak ekonomik değerlendirmede yüksek önemi olan hammaddeledeki fiyat değişimleri göz önünde bulundurularak parça grubunun fiyatına etki eden hammaddelelerden nikelin; yapay sinir ağıları analizi, ARIMA analizi, doğrusal regresyon analizi yöntemlerinin karşılaştırılarak en uygun model ile gelecek dönem fiyatlarının tahmin edilmesine karar verilmiştir.

Sonuç olarak Oyak Renault Satın alma departmanında kullanılmak üzere PowerApps platformu kullanılarak maliyet kıyaslama uygulaması ve yapılan tahmin modellerinden en iyi sonucu veren yapay sinir ağıları kullanılmıştır. Yapılan analizi sonucunda nikel fiyatlarının gelecek dönem tahminleri oluşturulmuştur. Proje sonucunda “Maliyet Kırılım” dosyasının depolanma problemi giderilmiş, satın alma sorumlusunun yeni gelen tekliflerdeki maddede fiyatını öngörebilmesi sağlanmış ve satın alma sorumluların nitelikli çalışma süresinde %91 oranında iyileştirme yapılmıştır.





|                      |                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Bensu ÖZTÜRK<br>Çağla SAMİOĞLU<br>Tansu HIZAR    |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU<br>Prof. Dr. Tülin İNKAYA |
| Destekleyen Kuruluş  | Oyak Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.           |
| Proje Konusu         | <b>Pres Kalıp Bakımında Dijitalizasyon</b>       |

Oyak Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş., Renault marka binek araçların ve mekanik parçaların üretimi ve ihracatını gerçekleştirmektedir. Projenin gerçekleştiği pres atölyesinde toplam 8 hat, 26 pres ve 234 kalıp vardır. Mevcut sistemde parçaya seri form vermeye yarayan kalıpların bakımı manuel olarak takip edilmektedir.

Bu çalışmada imalatın devamlılığını sağlamak, kalıpların sürekli olarak çalışabilirliğini sağlamak, kalıpların güvenilirliğini artırmak ve müşteriden gelen iyileştirme isteklerini gerçekleştirmek için kullanılan kestirimci bakım faaliyetlerini geliştirmek, uygun bakım sıklığını tespit etmek ve bakım maliyetlerini azaltmak amacıyla IoT sensör devreye alınması amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında devreye alınacak IoT sensörün işlevi hakkında bilgiler verilmiştir. Sensörün devreye alınması için uygun kalıp seçilmesi ve sensörün devreye alınma aşamaları anlatılmıştır. Ayrıca devreye alınan sensörden gelen veriler öznitelik olarak kullanılarak makine öğrenmesi ile bir sonraki üretim saatinde duruş olma olasılığı tahmin edilmiştir. Uygun makine öğrenme algoritması tespiti için kullanılan WEKA yazılımı analizler ve seçilen algoritma ile oluşturulan Python kodu paylaşılmıştır. Fayda maliyet analizi yapılmış olup bu kapsamda sensörün kendi ücretini kaç yılda amorti edeceği hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda plansız duruşları azaltmak amacıyla firmaya kalıp bakımı için çeşitli öneriler sunulmuştur.



## PRES KALIP BAKIMINDA DİJİTALİZASYON



### PROJENİN AMACI

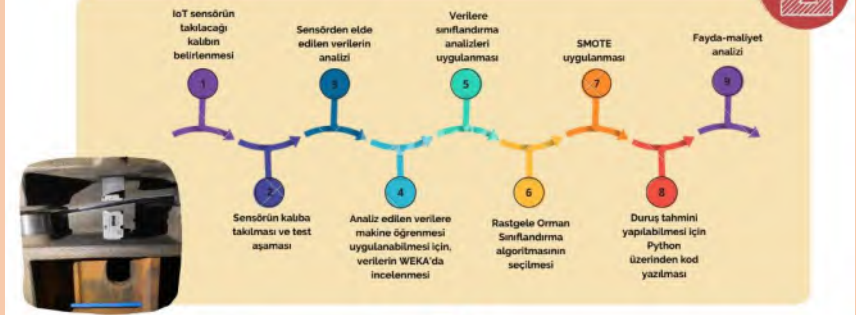
1

Proje kapsamında bir kalıp için IoT sensör devreye alınacaktır. Sensörün topladığı sıcaklık, döngü süresi, vuruş sayısı, verileri göz önünde bulundurularak kestirimci bakım stratejileri geliştirilecektir. Makine öğrenmesi yardımıyla duruş tahmini yapılması amaçlanmaktadır.



### YÖNTEM

2



### SONUÇ

3

Kalıp bakımının dijitalleştirilmesi için IoT sensör devreye alınmıştır. Elde edilen verilerle kalıp kaynaklı duruş tahmini yapılabilmesi için WEKA' da makine öğrenmesi teknikleri uygulanmıştır. En yüksek başarı oranı **%85 oranıyla Rastgele Orman algoritmasıdır**. Bir sonraki üretim saatindeki duruş olma olasılığı hesaplanmıştır ve Python aracılığıyla bir arayüze yansıtılmıştır. Uygulanan makine öğrenmesi sayesinde; duruş tahmin edilen saatlerden önce, üretime başlamadan silme ve kontrol aktivitesi önerilmiştir. Yıllık 26.931.175 Euro kazanç elde edilmesi öngörülmüştür.



Proje Takımı :  
Bensu ÖZTÜRK  
Çağla SAMİOĞLU  
Tansu HIZAR

Akademik Danışmanlar :  
Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU  
Prof. Dr. Tülin İNKAYA

Firma Danışmanları :  
Cüneyt GENÇELİ  
Mustafa AKGÜN





|                      |                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Sinem Çetin<br>Zeynep Şimşek<br>Melih Tozlu               |
| Akademik Danışmanlar | Doç. Dr. İlker Küçüköğlü<br>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akansel |
| Destekleyen Kuruluş  | Şahinkul Makina A.Ş.                                      |
| Proje Konusu         | <b>Lojistik Akış Optimizasyonu</b>                        |

Yakın geçmişte ve günümüzde ekonomi, teknoloji, iletişim ve ulaşım alanında yaşanan gelişmeler, işletmelerin dünyanın her tarafından ürün tedarik etmesini ve dünyanın her tarafına da ürün satmasını olanaklı hale getirmiştir. Bu durum, lojistik faaliyetler olarak ifade edilen, taşıma, depolama, elleçleme, sipariş işleme, bilgi yönetimi, stok yönetimi, paketleme ve ambalajlama faaliyetlerinin en uygun biçimde düzenlenmesini gerektirmektedir. Lojistik faaliyetlerin akışının en uygun şekilde düzenlenebilmesi için tüm süreçlerin belirlenip, lojistik kaynakların verimli kullanımının planlanması gerekmektedir.

Bu çalışma, Şahinkul Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.'deki lojistik süreci iyileştirmek için yapılmıştır. İncelenen tüm verilerle birlikte yapılan literatür araştırmaları sonucunda uygun çözüm yönteminin bulunması ve uygulanması öngörülmüştür.

Firmanın beklentileri dikkate alınarak lojistik süreci için excel sistemi oluşturuldu ve süreçler için oluşan maliyetler belirlenerek yapılan hesaplamalar standart hale getirildi. Zaman etüdü yapılarak ambalajlama sürecindeki her bir operasyonun süreleri incelenerek iyileştirme önerileri sunuldu. Ambalajlama sürecini en uygun şekilde planlamak için hat dengeleme matematiksel modeli geliştirildi ve bu model firma içi kullanıma uygun olması amacıyla excel makro arayüzü ile standart hale getirildi. Bir palet maksimum konulabilecek kutu sayısını hesaplamak için matematiksel model geliştirildi ve bu model firmada kullanılabilmesi amacıyla excel makro arayüzü oluşturuldu.



**LOJİSTİK AKIŞ  
OPTİMİZASYONU**



**AMBALAJLAMA HATTI İŞ Dengeleme Modeli**

**PALET İÇİ MAKSİMUM KUTU YERLEŞTİRME MODELİ**

**KURULAN MATEMATİKSEL MODELLERİN IBM ILOG CPLEX İLE ÇÖZÜLMESİ**

**MS EXCEL MACRO YARDIMIYLA KULLANICI ARA YÜZÜN OLUŞTURULMASI**



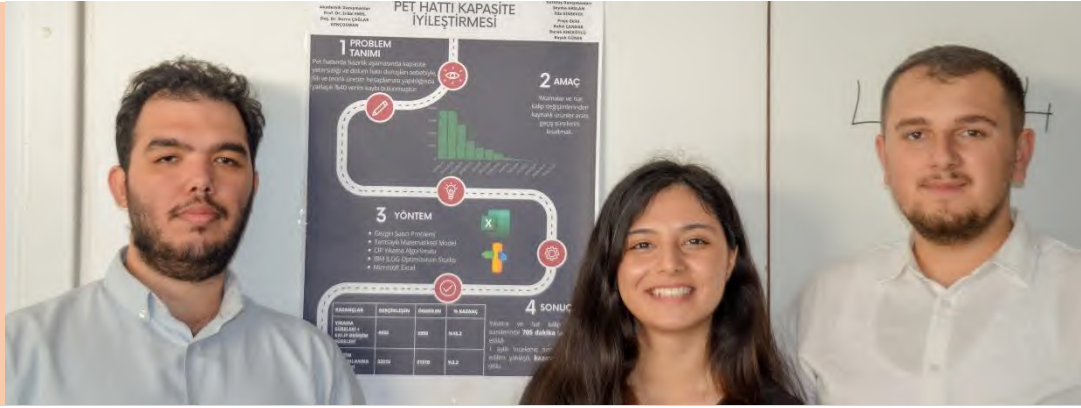
27.463 TL/Yıl  
244,5 Saat/Yıl  
**KAZANÇ**



**PROJE GRUBU**  
Sinem Çetin  
Zeynep Şimşek  
Melih Tozlu

**AKADEMİK DANIŞMANLAR**  
Doç. Dr. İlker Küçüköğlü  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akansel

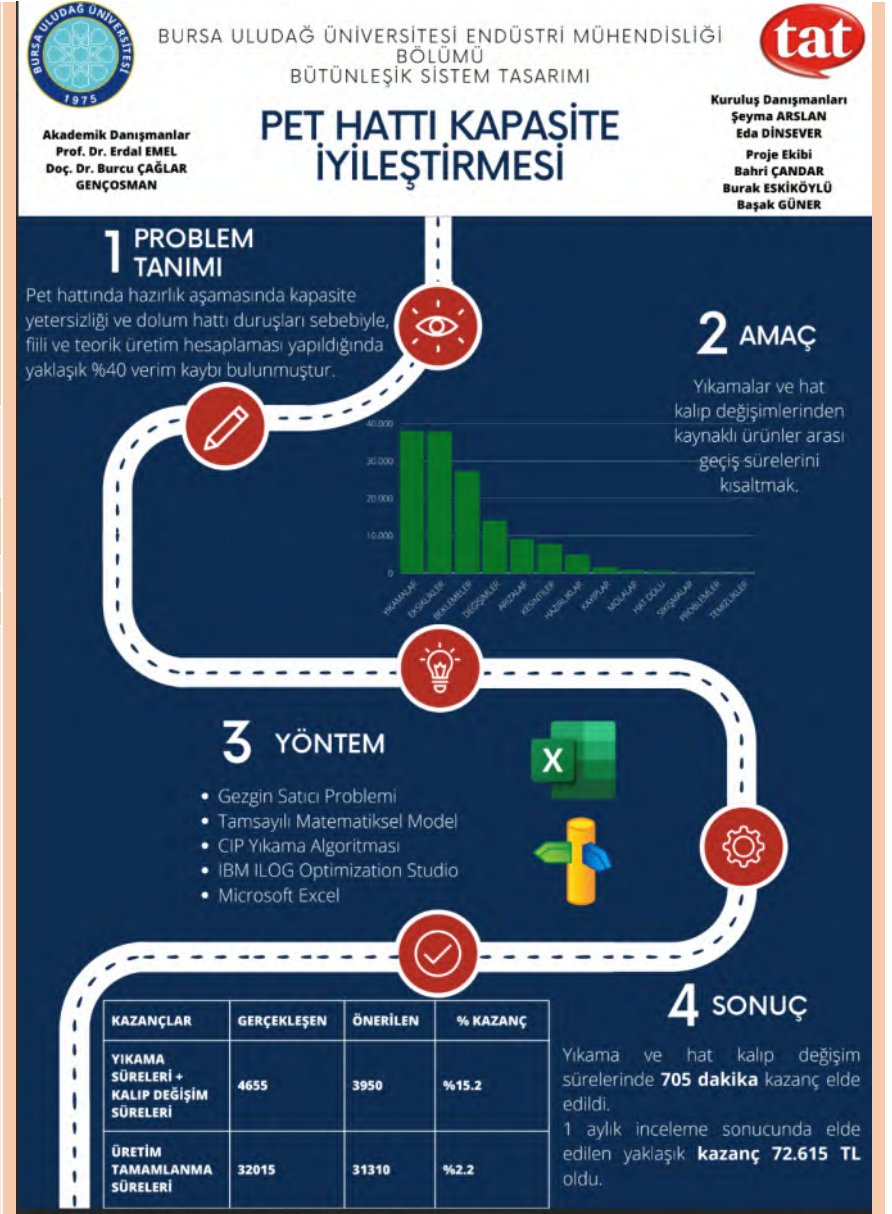
**FİRMA DANIŞMANLARI**  
Ersin Mutlu  
İdris Özmer



|                      |                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Başak GÜNER<br>Bahri ÇANDAR<br>Burak ESKİKÖYLÜ          |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Erdal EMEL<br>Doç. Dr. Burcu ÇAĞLAR GENÇOŞMAN |
| Destekleyen Kuruluş  | Tat Gıda                                                |
| Proje Konusu         | <b>Pet Hattı Kapasite İyileştirmesi</b>                 |

#### Proje Özeti:

Bu çalışma Tat Gıda firmasında ketçap ve mayonez ağırlıklı üretim olan pet hattı kapasite iyileştirilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Bu çalışma kapsamında verim kaybı incelenmiştir. Bulunan verim kaybı yaklaşık %40'a tekabül etmektedir. Bu verim kaybının temel sebebi olan duruşlar incelenmiştir. İncelenen duruşlar sonucunda hijyen prosedürlerine bağlı olarak gerçekleştirilen yıkama prosedürleri ürünler ve kalıplar için farklı süreleri içermektedir. Yapılan incelemeler sonucunda matematiksel modele dayalı bir üretim çizelgesinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda benzer probleme sahip makaleler ve çözüm yöntemleri incelenmiştir. Gezgin satıcı problemi için geliştirilen tamsayılı matematiksel modelin ürünler arası hazırlık/yıkama sürelerinin minimizasyonunda da kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bu sebeple ele alınan çizelgeleme problemi çözümü için gezgin satıcı modeli esaslı bir tamsayılı matematiksel model oluşturularak sıra bağımlı hazırlık/yıkama sürelerinin minimizasyonu amaçlanmıştır. Sabit zamanda gerçekleştirilmesi gereken yıkamalar, üretim sıralamasından bağımsız olduğu için tamsayılı matematiksel modelin bulduğu çözüme algoritma ile sonradan eklenmiştir. Bu sayede sıra bağımlı ve bağımsız yıkamaların da dahil olduğu toplam üretim tamamlanma zamanı hesaplanabilmektedir. Gerçekleşen üretim planları ve önerilen çözüm karşılaştırıldığında yıkama ve hat kalıp değişim sürelerinde %15,2 azalma, toplam tamamlanma zamanında %2,2 azalma sağlanmıştır.







|                      |                                                                          |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Dzhamilya ABUSAIDOVA<br>Luqman Yusuf GULED                               |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. ERDAL EMEL<br>Prof. Dr. TULİN İNKAYA                           |
| Destekleyen Kuruluş  | TMEX (Tokaçlar Makine)                                                   |
| Proje Konusu         | <b>Metaverse Ortamında Kişiselleştirilmiş Pazarlamanın Optimizasyonu</b> |

Bu çalışma Test Mekatronik TMEX firmasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada metaverse konusu ele alınmıştır. Sanal gerçeklik sistemleri kullanılarak, fiziksel ürünlerin pazarlanmasını sanal dünyaya taşımak hedeflenmiştir. Sanal pazarlama Showroom'ları oluşturularak kullanıcı deneyimini gerçek yaşantıya taşınması hedeflenmiştir. Çalışmada Unreal Engine oyun motoru ile sanal pazarlama showroom'u hazırlanmıştır. Bu showroom ise sanal gerçeklik gözlüğü ile deneyimlenmektedir. VR kullanımı firmaların ürünlerini tanıtmakta fayda sağlamıştır ancak bu deneyim için firmalar gözlük sağlamak zorunda kalmıştır. Her kullanıcıya hitap etmemektir. Bu yüzden VR kullanmında ortaya çıkan maliyet sorunu gözetildiğinde ve müşteriye uygunluk sağlamak açısından ise AR teknolojisi alternatif olarak uygulanmıştır. AR teknolojisi ise Google Model Viewer desteğiyle web servisleri üzerinde çalışmaktadır. Web servisleri tüm mobil cihazlarda kullanılabilmesinden dolayı maliyet olarak daha uygundur.



## Metaverse Ortamında Kişiselleştirilmiş Pazarlamanın Optimizasyonu



**PROBLEM**

Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik kullanarak metaverse'te interaktif pazarlama deneyimleri sunmak.

**Sanal Gerçeklik Uygulaması**



**VR için Kullanılan Yazılımlar**




Unreal Engine      Blender

**VR Uygulamasının Kullanımı**



**Artırılmış Gerçeklik Uygulaması**




Örnek Uygulama

**AR için Kullanılan Yazılımlar**




Glitch      Google Model Viewer

**AR Uygulamasının Kullanımı**



**SONUÇ**

- Mağaza yerini al, düşük maliyetle satış deneyimi sunar.
- Müşteri memnuniyetini artırır, kolay erişim ve ürün seçimi sağlar.
- İş süreçlerini iyileştirir, saha çalışanlarına hızlı ve hatasız rehberlik yapar,

**Akademik Danışmanlar**

Prof. Dr. ERDAL EMEL  
Prof. Dr. TULİN İNKAYA

**Proje Ekibi**

LUQMAN YUSUF GULED  
DZHAMILYA ABUSAIDOVA

**Kuruluş Danışmanları:**

Önder K TOKÇALAR





|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Görkem Koç<br>Damla Kulu<br>Senanur Akman                |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Betül Yağmahan<br>Doç. Dr. Duygu Yılmaz Eroğlu |
| Destekleyen Kuruluş  | Şahince Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.                  |
| Proje Konusu         | <b>ÇİNKO KAPLAMA HATTI YERLEŞİM VE OPTİMİZASYON</b>      |

Kuruluşu 1980 yılına dayanan Şahince Otomotiv San. Ve Tic. A.Ş. Bursa Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Otomotiv Yan Sanayi firmasıdır. Şahince Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş. de bulunan mevcut çinko kaplama hattının 'ProModel' programı kullanılarak simülasyonu yapılmış ve kurulması beklenen yeni hattın yapılan analizler sonucunda en verimli halde olması amaçlanmıştır.

Fabrikada mevcutta bulunan çinko kaplama hattı terminlerini karşılayamamaktadır. Literatür araştırması yapılarak mevcut hattın benzetimi ve yeni hat için fikir oluşturulacak ayrıca diğer benzer örnekler incelenmiştir. Sistem analizi araçları ile ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilecek ve üst yönetime yeni yatırım sürecinde bilgi akışı sağlanmıştır.

Kuruluşun beklentisi, mevcutta bulunan çinko kaplama tesisinin analizi ve yeni kurulacak hat için yapılacak var olan hatta ait detaylı analiz çalışmasıdır. Firma bu sayede hem şu anki durumu tespit etmiş olacak hem de yeni kurulacak tesis için analiz sonuçlarını değerlendirmiş olacaktır.

Bu projeye birlikte mevcut hat incelenip simülasyona aktarılmış ve yeni hat için örnek simülasyon çalışması oluşturulmuştur. Alınan çıktı sonuçları analiz edilip firma üst yönetimine bilgi verilmiştir.

Özellikle hat içerisinde parçaların fazla beklediği noktalar tespit edilerek yoğunluğu yüksek makineler listelenmiştir. Yeni kurulacak hat için makine sayıları farklılığı bu yoğunluklar göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

İki hat arasında oluşan verimlilik farkı simülasyon programı çalıştırıldıktan sonra alınan çıktılarda daha net olarak gözükmektedir.



**ÇİNKO KAPLAMA HATTI  
YERLEŞİM VE OPTİMİZASYONU**



**SAHİNCE**  
Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.

**PROBLEM TANIMI:**

Firmada mevcutta bulunan çinko hattının müşteri siparişlerini karşılayamamasından kaynaklı yeni bir çinko hattı kurulacaktır. Yeni hattın daha verimli çalışması için mevcut hattın doluluk oranı yüksek olan yerleri tespit edilmektedir.



**KULLANILAN YÖNTEM**

Mevcut hattın problemlerini ve verimsizliklerini tespit ve analiz etmek için hattın ProModel simülasyon programına aktarımı ve çıktıların elde edilmesi kullanılan başlıca yöntemdir.

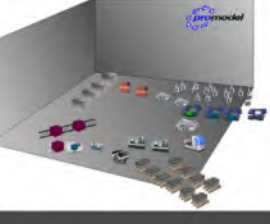
**SİSTEM ANALİZLERİ**



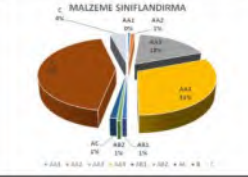
**Simülasyona Aktarılan Sistemin Prosesleri**



**Yeni Hattın ProModel Görüntüsü**



**Yeni Hat Çıktısı**





**SONUÇ**

Yeni hattın simülasyonu Block oranının parça bazında %18 ile %50 sonucunda kazan oranında düşmesi ve reçete bazında kapasiteleri, kazan sayıları, işlem/zaman oranında verimlilik artışı, ve asılarda parça Lokasyon bazında kazanlardaki sıkışıklık sayıları artışıyla elde oranında yaklaşık %40 oranında bir ilettilme olduğu görülmüştür.

**Proje Takımı:** 031840016 Senanur Akman - 031940013 Damla Kulu - 031940042 Görkem Koç

**Akademik Danışmanlar:** Prof. Dr. Betül Yağmahan - Doç. Dr. Duygu Yılmaz Eroğlu

**Destekleyen Kuruluş:** Şahince Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.

**Kuruluş Danışmanları:** Murat Avcı





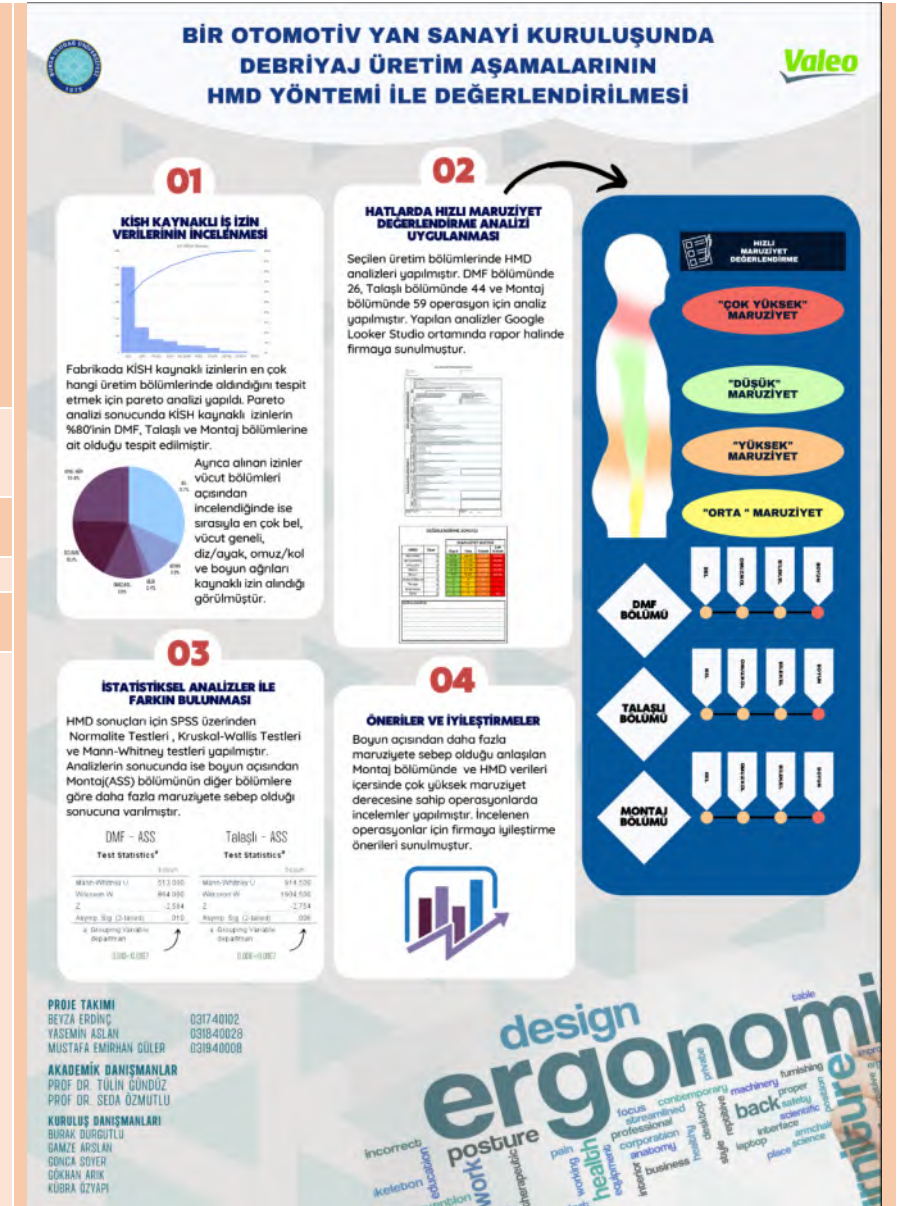
|                      |                                                                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Beyza ERDİNÇ<br>Yasemin ASLAN<br>Mustafa Emirhan GÜLER                                                    |
| Akademik Danışmanlar | Prof. Dr. Tülin GÜNDÜZ<br>Prof. Dr. Seda ÖZMUTLU                                                          |
| Destekleyen Kuruluş  | VALEO OTOMOTİV SAN. VE TİC. A.Ş.                                                                          |
| Proje Konusu         | <b>Bir Otomotiv Yan Sanayi Kuruluşunda Debriyaj Üretim Aşamalarının HMD Yöntemi ile Değerlendirilmesi</b> |

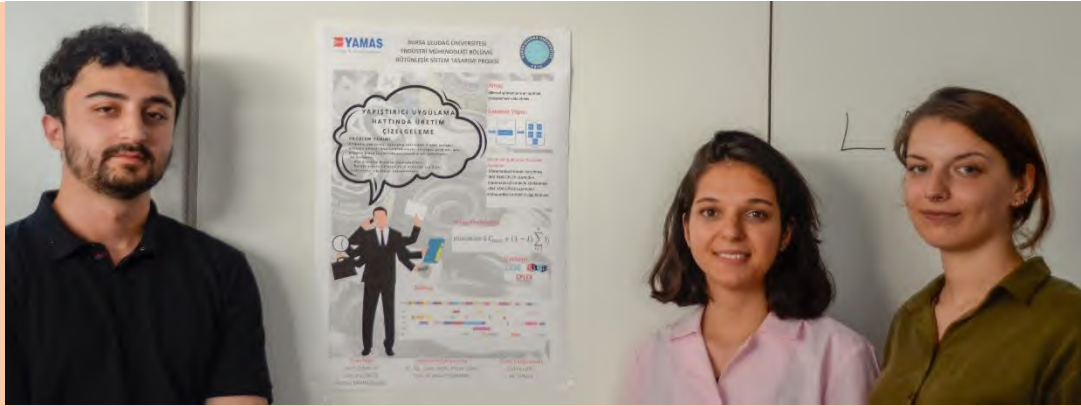
Fabrika genelinde yapılan iş izinleri incelendiğinde, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarından kaynaklı izinlerin diğer rahatsızlıklara göre daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Bu rahatsızlıklar, iş verimini azaltmakta ve çalışanların iş gücü kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle, DMF, ASS ve Talaşlı üretim bölümlerindeki iş hatlarının ve operasyonların bu rahatsızlıklara yol açıp açmadığı araştırılmıştır.

Proje kapsamında, hatlarda çalışan operatörlerin rahatsızlıkları ile alınan sağlık raporları arasındaki ilişki incelenmekte ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) analizi kullanılarak vücudun hangi bölgelerinin ne seviyede maruziyete sahip olduğu tespit edilmektedir.

Yapılan HMD analizleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır. Mann-Whitney testi ile yapılan istatistiksel analizde, ASS bölümünün boyun açısından diğer iki üretim bölümünden daha fazla maruziyete sahip olduğu tespit edilmiştir. ASS bölümünde boyun açısından "çok yüksek" maruziyet seviyesine sahip operasyonlar belirlenmiştir.

ASS bölümündeki boyun skoru yüksek olan 28 operasyon incelenmiş ve çalışma şekli ve ergonomik sorunlar açısından 3 ana gruba ayrılmıştır: balata çakma operasyonları, final kontrol noktaları ve pres işlemleri. Elde edilen bulgular doğrultusunda ergonomik açıdan sorunlu olan operasyonlarda yapılacak iyileştirmeler belirlenmiş ve danışmanlara öneriler sunulmuştur.





|                      |                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| Proje Grubu          | Zehranur Neyiş<br>Ecem Sultan Uc<br>Farman Mahmudzade         |
| Akademik Danışmanlar | Dr. Öğr. Üyesi Besim Türker ÖZALP<br>Prof. Dr. Betül YAĞMAHAN |
| Destekleyen Kuruluş  | YAMAS YAŞAR MAKİNA KALIP OTO YEDEK PARÇA SAN. VE TİC. A.Ş.    |
| Proje Konusu         | <b>Yapıştırıcı Uygulama Hattında Üretim Çizelgeleme</b>       |

Projeyi destekleyen kuruluş, Yamas Yaşar Makina Kalıp Oto Yedek Parça San ve Tic. A.Ş.'dir. Kuruluşun faaliyet gösterdiği sektör, otomotiv yan sanayi, kauçuk ve metal sektörüdür.

Yamas, after market pazarına ve OEM satış yaptığı markalara titreşim sönümleyici ürünler üretmektedir. Binek araçlar için hidro-burç, salıncak/denge kolu burcu, amortisör takozu, subframe burcu, viraj demir burcu, motor takozu gibi ürünler üretirken ticari araçlar için körük takozu, yay burcu, motor takozu gibi ürünler üretmektedir. Fabrika genelinde üretim hatları analiz edilmiştir. Analizler sonucunda darboğaz tespit edilen Yapıştırıcı Uygulama hattı incelenmiş, bu hattaki üretim çizelgeleme sorunlarının ana proseste duruşlar meydana getirdiği, ara stok yığılmalarına sebep olduğu gözlenmiştir. Yapıştırıcı Uygulama hattın modellenerek optimal bir üretim çizelgesine sahip olabilmesi için hattın sistemi incelenmiştir. İncelemeler sonucu bu hattı besleyen Yüzey İşlem hattı da çizelgeleme sistemine dahil edilmiştir.

Proje kapsamında, iki aşamalı ilk aşamasında bir makine, ikinci aşamasında beş adet eşdeğer olmayan paralel makine olan üretim sahası incelenmiştir. Problem için ele alınan sistemin yapısı sıra bağımlı hazırlık süreli iki aşamalı esnek akış tipi üretimdir. Bu üretim çizelgeleme tipi için uygun matematiksel model oluşturulmuştur. Oluşturulan matematiksel model IBM ILOG CPLEX programında kodlanmıştır. Sonrasında bu kod pilot veriyle ve gerçek boyutlu veriyle çalıştırılmıştır. Yapılan çalışmada örnek pilot 5 veri ile optimal sonuca ulaşılmaktadır. CPLEX ile 31 iş için üretim çizelgeleme en küçük 21,29% Gap ile 1 dakika 3 saniye sürmüştür. Üretim sorumlusunun 31 iş için yaptığı üretim çizelgeleme 2 saat sürmektedir. Proje sonucunda yıllık 475,8 üretim sorumlusu/saat kazanç sağlanmıştır. Yıllık 62448,72 TL kar elde edilmiştir.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
BÜTÜNLEŞİK SİSTEM TASARIMI PROJESİ

## YAPIŞTIRICI UYGULAMA HATTINDA ÜRETİM ÇİZELGELEME

**PROBLEM TANIMI**  
Firmanın yapıştırıcı uygulama hattındaki 5 adet eşdeğer olmayan paralel makinelerde oluşan darboğaz problem, ana proseste giden işlemlerde gecikmelere yol açmaktadır. Bu durumda;

- Ana proseste duruşlar yaşanmaktadır.
- Önceki proses ile boya hattı arasında ara ürün stoklarında yığılmalar yaşanmaktadır.

**Amaç**  
Bilimsel yöntemlerle en optimal çizelgelemeyi elde etmek

**Sistemin Yapısı**

**Çözüm İçin Kullanılan Yöntemin Aşamaları**

- Matematiksel model kurulması
- IBM ILOG CPLEX üzerinden matematiksel modelin kodlanması
- IBM ILOG CPLEX üzerinden matematiksel modelin uygulanması

**Amaç Fonksiyonu**

$$\text{minimize } \lambda C_{\max} + (1 - \lambda) \sum_{j=1}^n T_j$$

**Yöntem**  
IBM ILOG CPLEX

**Sonuç**

**Proje Ekibi**  
Ecem Sultan UC  
Zehranur NEYİŞ  
Farman MAHMUDZADE

**Akademik Danışmanlar**  
Dr. Öğr. Üyesi Besim Türker ÖZALP  
Prof. Dr. Betül YAĞMAHAN

**Firma Danışmanları**  
Gökhan ATCI  
Ali TUNCAY