

## **TOBB ETÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİTİRME PROJELERİ- 2021**

TOBB ETÜ Endüstri Mühendisliği Sistem Tasarımı Bitirme Projeleri, proje ortağı firmaların gerçek hayat problemlerine Endüstri Mühendisliği/Yöneylem Araştırması tekniklerini uygulayarak çözümler üretirler. Projeler imalat ya da servis sistemlerinin incelenmesi, modellenmesi ve verimliliğinin artırılmasına yönelik tasarım çalışmalarını içermektedir.

Proje ortağımız olan firmalar arasında Anadolu Efes, Almila İnşaat/Pekuslu Enerji, Anadolu Jet, Anova, Aras Kargo, Arçelik, Arvato, Aygersan, Bayındır Sağlık Grubu, Bendis Enerji, Berg, Borusan ArGe, Borusan EnBW Enerji, British American Tobacco, Casa de Maris Otel, Coca-Cola, Danone, Demiryolu Lojistik, DHL Supply Chain, Eczacıbaşı, ELMED Medikal, EnerjiSA, Erkunt Traktör, Es Yapı, ETİ, Etlik Zübeyde Hastanesi, Fatih Üniversitesi Hastanesi, Ford Otosan, FNSS, Gama Enerji, IBA Kimya, ITC Entegre Katı Atık Yönetim Sistemleri, İstanbul Şehir Hatları, Karel Elektronik, Kayseri Şeker Fabrikası, Liv Hospital Ankara, MAN, Medicana, Microsoft, MİTAŞ Civata, Mitaş Enerji, MNC Akü, Nevzat Ecza Deposu, ODTÜ Mediko, Optimizasyon Algoritmalar Enerji Danışmanlık, OYAK Renault, Roketsan, Sarp Lojistik, Selçuk Ecza Deposu, St International Trade Co, TAI, TAV, T.C. Devlet Demiryolları, Tepe Home Mobilya, Termikel, THY, TOBB ETU, TOBB ETÜ Hastanesi, TPPD, TREYSAN, Turkcell, Turuncu Grup, Türk Kızılayı, Türk Traktör, ULUSOY Elektrik, Unilever, Yataş, Yayla Bakliyat, Yiğit Akü, Yön Pazarlama ve Zorlu Enerji Grubu bulunmaktadır.

Tüm firmalar ve endüstriyel danışmanlarımıza projelerimize verdikleri destek için teşekkür ederiz.

*TOBB ETÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü*



### 2021 Proje Sunumları Kısa Programı

Tüm sunumlar: 08:45- 16:00

Proje Yarışması: 13:30- 16:00

*Detaylı program sayfa 16'dadır.*



## ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİTİRME PROJELERİ 2021

| FİRMA                                | PROJE KONUSU  | s. |
|--------------------------------------|---|----|
| <i>OYAK Renault</i>                  | H Motor Hattı Picking Bölgesi Malzeme Dağıtım Otomasyonu  | 3  |
| <i>Anova</i>                         | Üretim Hattı Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme ve Karar Destek Sistemi  | 4  |
| <i>Türk Traktör</i>                  | Günlük Sevkiyat Planlaması İçin Ürün – Nakliye Aracı Eşleme Optimizasyonu Problemi                        | 5  |
| <i>Arvato Supply Chain Solutions</i> | Depodan Ürün Toplanmasında İşçi Hareketinin Minimize Edilmesi   | 6  |
| <i>MİTAŞ</i>                         | Kapasite Ölçüm ve Değerlendirilmesine Yönelik Karar Destek Sistemi Tasarımı                               | 7  |
| <i>British American Tobacco</i>      | Ulusal Dağıtım Ağı Optimizasyonu  | 8  |
| <i>DHL Supply Chain</i>              | Ürün Envanter Seviyelerinin Doğrulaması ve İyileştirilmesi  | 9  |
| <i>Borusan EnBW Enerji</i>           | Hibrit Santral Kapasite Planlaması  | 10 |
| <i>Yataş</i>                         | Yataş Grup Makine Hattı Performans Kayıpları Ölçümü, Analizi ve İyileştirmesi                             | 11 |
| <i>Türk Traktör</i>                  | Endüstriyel Robotlu Dikey Depolama Sistemi Simülasyon ve Optimizasyonu                                    | 12 |
| <i>Zorlu Enerji</i>                  | Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Sürücü Bazlı Dinamik Rotalama İle Yolculuk Süresi Minimizasyonu | 13 |
| <i>St International Trade Co.</i>    | Tedarikçi Seçimi Sistemi  | 14 |
| <i>TUSAŞ</i>                         | 3-4-5 Eksen Metal İmalat Tezgahlarında Standart Zaman Tahminleme Modelinin Oluşturulması                  | 15 |



## **H Motor Hattı Picking Bölgesi Malzeme Dağıtım Otomasyonu OYAK Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Aysu İrem ADAM, Seda ÇAMLICA, Ayşe İÇÖZ, Uğur Ataman  
SARAL, Rukiye Nur SERT, İlayda ŞEN

### **Şirket Danışmanları**

Nedim SÖNMEZ

### **Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi. Salih TEKİN

### **Özet**

OYAK-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş. bünyesindeki K tipi motor montaj hattını, firmanın K motor üretimini bırakması sebebiyle H tipi motorlara uygun hale getirme çalışmasını sürdürmektedir. Montaj bandının parça beslemesi "Picking Bölgesi" adı verilen ve hatta iletilecek parçaları taşıyan yük arabalarının dolumunu ve iletimini yapan iş istasyonlarıyla sağlanmaktadır. Mevcut sistemde parça iletimi arabaları gerekli montaj istasyonlarına ileten mavi yakalı çalışanlar tarafından yapılmaktadır ancak OYAK-Renault bu sistemin AGV kullanımını ile otomasyonun gerçekleştirilmesini talep etmektedir. Bu sayede sadece parça arabası iletimi yaparak kaybedilen iş gücünün geri kazanımı ve başka faaliyetlerde kullanımı amaçlanmaktadır.

Bu proje için fabrika, proje ekibiyle; picking bölgesi ve montaj istasyonu arasındaki mesafeler, istenen parça iletimi zaman çizelgesi, montaj hattı çevrim süresi ve AGVler için izin verilen hız değerlerini paylaşmıştır. Proje ekibinden proje kapsamında beklenen bu sistemde yaşanabilecek rastgeleliklerin belirlenmesi, belirlenen çizelgenin uygulanmasının bu rastgeleliklerin etkisi göz önünde bulundurulduğunda kaç AGV ile sorunsuz ve gecikmeye yer bırakmadan sağlanabileceğinin belirlenmesi ve son olarak eğer proje ekibinin sistemde yapılabilecek iyileştirmeler konusunda görüşleri varsa bunların paylaşılmasıdır.

Proje ekibi proje kapsamında belirtilen amaçlara ulaşmak amacıyla olabilecek rastgeleliklerin belirlenmesi için yerinde gözlem ve ölçümlerde bulunmuş, parça dağıtım sisteminin Arena Simulation programı ile simülasyonunu kurmuş ve CPLEX programı yardımıyla doğrulama (verification) sürecini gerçekleştirmiştir.



**Üretim Hattı Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme ve Karar  
Destek Sistemi**  
**ANOVA Savunma Otomotiv Enerji Sistemleri Makine ve  
Sanayi Tic. A.Ş.**

**Takım Elemanları**

Zeynep Yaren AKKOYUNLU, Bilge CANDAN, Aysun  
SARITOSUN, Ümmühan ŞAHİN, Ceren TOSUN

**Şirket Danışmanları**

Kübra SIZMAZ, Vedat BEŞTAŞ

**Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi Salih TEKİN

**Özet**

Bu projede esnek atölye tipi çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Esnek atölye tipi çizelgeleme, her tezgâhın belirli bir anda sadece tek bir parça üzerinde işlem gerçekleştirebileceği ve her parçanın işlem görebileceği uygun tezgâha atanmasını sağlamaktadır. Bu proje, savunma sanayii sektöründe hizmet veren Anova ile yürütülmekte olup, firmanın ihtiyaçları karşılanmaya ve beklentileri sağlanmaya çalışılmıştır. Projede ilk adımın amacı, matematiksel model geliştirilip, bu model ile en verimli üretim planının yapılmasıdır. Anova, sipariş bazlı çalışan bir şirkettir ve esnek atölye tipi üretim yapmaktadır. Üretimde, teslim zamanı en erken olan ürüne öncelik verilmektedir ve buürüne göre haftalık olacak şekilde bir planlama yapılmaktadır. Ancak, acil olarak yetiştirilmesi gereken siparişler mevcuttur ve bu siparişler için yeniden bir planlama yapılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak üretim sırası değişmektedir. Bu sebeple siparişlerin teslim tarihine yetişmemesiproblemi ve yapılan planın takip edilememesi durumu yaşanmaktadır. Mevcut durumda, üretim planlanırken matematiksel model veya sezgisel herhangi bir yaklaşım kullanılmamaktadır. Proje kapsamında, sistem için belirlenen kısıtları ve değişkenleri içeren bir matematiksel model ve son kullanıcı için anlaşılır bir karar destek sistemi oluşturulması beklenmektedir. Hazırlanması beklenen matematiksel model ve sezgisel modelin, esnek atölye tipi çizelgelemeye uygun olması gerekmektedir. Bunun yanında, teslim zamanına yetişemeyen projelerin olmasını engellemek, teslim zamanına yetişemeyen projeler için bu gecikmeyi en küçükleme amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Esnek atölye tipi üretim çizelgeleme, iş önceliklendirme, öğrenme etkisi, dinamik çizelgeleme



## Günlük Sevkiyat Planlaması İçin Ürün – Nakliye Aracı Eşleme Optimizasyonu Problemi

**TürkTraktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Selen AKYOL, Simay ÇALIŞKAN, Merve Sıla DOĞAN, Zeynep  
FIRAT, Başak HELVACI

### **Şirket Danışmanları**

Muhammet Recai BAYLAN, Özgün ÇAKIR

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Eda YÜCEL

### **Özet**

Bitirme Tasarım Projesi dersi kapsamında TürkTraktör firmasının Lojistik departmanı ile birlikte, günlük sevkiyat planlaması optimizasyonu projesi yürütüldü. Her gün üretilen traktörlerin bir önceki günden kalanlar ile birlikte Türkiye'nin farklı şehirlerindeki bayilere teslim edilmesi gerekmektedir. Teslimatlar için kullanılan nakliye araçları dış kaynak kullanılarak sağlanmaktadır. Eğer bir sevkiyatta farklı şehirlere sevk edilecek traktörler varsa o sevkiyat sevkiyattaki en uzak traktörün şehrine göre fiyatlandırılmakta ve bu da uğrak maliyet olarak adlandırılmaktadır. Projemiz ile uğrak maliyeti en küçükleyecek şekilde sevkiyat planları oluşturulması hedeflenmiştir. Bu problem bir Kutu Paketleme (*Bin Packing*) problemi olarak ele alınmış olup nakliye araçlarına yüklenecek traktörlerin maliyet açısından en uygun tira eşlemesini sağlayacak bir matematiksel model geliştirilmiştir. Model, CPLEX üzerinde çalıştırılıp elde edilen ilk sonuçlar firma ile paylaşarak modelin doğruluğu teyit edilmiştir. Firmanın isteği doğrultusunda CPLEX'te kurgulanan matematiksel modelin aksine daha kısa sürede, optimal olmasa bile optimale yakın bir çözüm verecek bir sezgisel model hazırlanmıştır. Bu doğrultuda Açgözlü Rastgele Uyumlu Arama Prosedürleri (*GRASP*) algoritmasından yola çıkarak başlangıç çözümünü elde edecek bir sezgisel model oluşturulmuştur. Ardından, ilgili traktörün eşlenebileceği en iyi sevkiyatı bulabilmesi amacıyla En İyi İyileştirme (*Best Improvement*) yaklaşımını izleyen Yerel Arama (*Local Search*) algoritması eklenmiştir. TürkTraktör'ün kullanmasını kolaylaştırmak amacıyla sezgisel modelimizin arayüzü oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Lojistik, Kutu Paketleme Problemi, GRASP Algoritması, CPLEX, Yerel Arama



## Depodan Ürün Toplanması İçin İşçi Hareketinin Minimize Edilmesi

### Arvato Supply Chain Solutions

#### Takım Elemanları

Rıdvan AKTEPE, Ozan ALTINBIÇAK, Batuhan ALTUNBULAK,  
Mehmet Emin BULUN, Ferhat GÖZTEPE, Mustafa Berat  
ÖRS

#### Şirket Danışmanları

Esra ARSLAN

#### Akademik Danışmanlar

Dr. Öğr. Üyesi Halenur Şahin MAHMUTOĞULLARI

#### Özet

Arvato Supply Chain Solutions, e-ticaret lojistiği ve depolama yönetimi konularında faaliyet göstermektedir. Özellikle e-ticaret şirketlerinin ürünlerinin depolanmasında ve bunların stok yönetiminde çalışmalar gerçekleştiren Arvato, müşterilerden gelen siparişlerdeki ürünlerin depolama alanındaki ilgili bölgelerden işçiler aracılığıyla toplanması ve bunların ilgili operasyonel süreçlere aktarılması konusunda birtakım iyileştirmelere ihtiyaç duyduğunu belirtmektedir. Bu nedenle bu proje kapsamında, sistem kısıtları içerisinde minimum toplam mesafe kat edilerek ürünlerin toplanabilmesini amaçlayan bir algoritma hazırlanmıştır. Sistemi yansıtan bir matematiksel model geliştirilmiştir fakat proje konusu olan problemde zaman kısıtının bulunması ve problemin çoklu gezgin satıcı problemi (mTSP) olmasının beraberinde getirdiği NP-Zor durum nedeniyle farklı bir yaklaşım tercih edilmiştir. İncelenen çeşitli yaklaşımlar sonucunda genetik algoritma ve benzetilmiş tavlama algoritmalarının beraber kullandıkları hibrit bir algoritma, problemin çözümü için geliştirilmiştir. Geliştirilen bu algoritmanın, şirketin mevcut toplama sistemine kıyasla etkili olduğu yapılan analizler sonucunda görülmüştür. Proje sonucunda firmaya, kullanıcı dostu ve firmanın isteklerini karşılayan bir karar destek sistemi hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Optimizasyon, Çoklu Gezgin Satıcı Problemi, Genetik Algoritma, Benzetilmiş Tavlama, Karar Destek Sistemi



## **Kapasite Ölçüm ve Değerlendirilmesine Yönelik Karar Destek Sistemi Tasarımı MİTAŞ Poligon Demir Çelik Endüstri A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Kardelen AYDOĞDU, İdil Ceren FİDAN, Bilsel Buse  
KADIOĞLU, Beyza MUTLU, Beyza Duygu YILMAZ

### **Şirket Danışmanları**

Taner GÜLEZ

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL

### **Özet**

MİTAŞ Poligon Demir Çelik Endüstri A.Ş. metal endüstrisinin önde gelen firmalarından biridir. Firma enerji iletim ve dağıtım hatları, aydınlatma, projektör, teleferik, telekomünikasyon ve reklam direklerinin üretimi ve montajını yapmaktadır. Proje kapsamında fabrikanın kapasite gereksiniminin adam-saat ve makine-saat bazında hesaplanması amaçlanmaktadır. Mevcut sistemde sipariş bazlı üretim yapılmakta ve yeni bir sipariş geldiğinde üretim için gereken kapasite gereksinimi tonaj bazında belirlenmektedir. Ancak kapasite gereksinimi için kullanılan söz konusu parametre yetersiz kalmaktadır. Literatür incelendiğinde, kapasite kaynak gereksiniminin belirlenmesinde standart zaman tahmininin yaygın olarak kullanıldığı ve söz konusu tahminin adam-saat ve makine-saat gereksinimleri bazında yapıldığı görülmüştür. Bu bağlamda operasyon sürelerinin belirlenebilmesi amacıyla zaman etüdü metodu kullanılmıştır. Operasyonların gerektireceği adam-saat ve makine-saat gereksinimlerinin belirlenmesi amacıyla süreyi etkileyen faktörler her bir makine bazında kategorize edilmiş ve bu doğrultuda kategoriler ve sistem parametreleri belirlenmiştir. Operasyon sürelerinin standart hale getirilebilmesi için projelerin makinelerde gerektireceği işlem süreleri, parametre ve kategoriler kullanılarak formüle edilmiştir. Formüle edilen standart işlem süresi fonksiyonları ile yapılan süre tahminleri, zaman etüdü metodu ile elde edilen gerçek değerlerle kıyaslanarak yüzde hata değerleri operasyon bazında hesaplanmıştır. Formüller ve yüzde hata değerleri kullanılarak "Excel Visual Basic for Application" programlama dili ile karar destek sistemi tasarlanmıştır. Karar destek sistemi ile firmanın üretim planlama ve maliyetlendirme departmanına değer katılması amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kapasite gereksinimi, Adam-saat, Makine-saat, Standart zaman tahmini, Karar destek sistemi





## Ulusal Dağıtım Ağı Optimizasyonu

### British American Tobacco (BAT) Türkiye

#### Takım Elemanları

Fatih Sultan KAZDAL, Melis METİN, Batuhan SEVER, Beyza  
ŞAHİN, Ayşe İrem YÖRÜK

#### Şirket Danışmanları

Serdar BAŞAR

#### Akademik Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Halenur ŞAHİN MAHMUTOĞULLARI

#### Özet

BAT Türkiye, Samsun Fabrikası'nda üretilen ürünleri distribütör depolarına kendi organize ettiği dağıtım ağı ile ulaştırır. Bu projenin amacı ulusal dağıtım ağına müşteri (distribütör) taleplerini ve BAT'ın satış hedeflerini eksiksiz olarak karşılarken dağıtım maliyetlerini de en az yapmaktır. Problem tır ve kamyon için iki ayrı dağıtım ağı şeklinde ele alınmıştır. Problemi çözmek için öncelikle mevcut sistem analiz edilip, problem ile ilgili literatür taraması yapılmış ve benzer araştırmalar incelenmiştir. Bu araştırmalar sonucunda problemin kapasite kısıtlı zaman pencereli araç rotalama problemi olduğu belirlenmiştir. Problem tanımlamasına uygun olarak kısıt, parametre ve karar değişkenleri belirlenmiştir. Firmadan alınan ham verilerin analizi Python dilinde yazılan kod yardımıyla modele uyarlanabilir hale getirilmiştir. Matematiksel model belirlendikten sonra CPLEX OPL yardımıyla eniyileme kodu yazılmış, gerçek verilerle eniyileme denemeleri yapılmıştır. Kamyon rotaları için CPLEX OPL ile optimal rotalar belirlenmiştir. Tır rotaları için problemin NP-Zor bir problem olmasından dolayı sezgisel metotlara yönelinmiştir. Google OR-Tools yardımıyla çeşitli sezgisel ve meta-sezgisellerden oluşan kombinasyonlar denenmiştir. Problemin başarı ölçütlerine en yakın metodun Path Most Constrained Arc (En Kısıtlı Yay) ve Guided Local Search (Rehberli Yerel Arama) olduğu Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) analiziyle belirlenmiştir. Belirlenen metodun sonucunda dağıtım rotaları oluşturulmuş ve tüm başarı ölçütlerinde iyileştirilme yapıldığı gözlenmiştir. Firmaya da rotaların detaylı sevkiyat planı sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Araç Rotalama Problemi, Dağıtım Ağı Eniyilemesi, Kapasiteli Zaman Pencereli Araç Rotalama Problemi, Path Most Constrained Arc, Guided Local Search



## Ürün Envanter Seviyelerinin Doğrulaması ve İyileştirilmesi DHL Supply Chain

### Takım Elemanları

Tuğrul BİLGİN, Elif ÇELİK, Kaan DAİBAŞOĞLU, Gül Beyza  
KOCAMIŞ, Defne ÖZTÜRK

### Şirket Danışmanları

Niyazi Ömer USTA, Eda ÖNAL

### Akademik Danışmanlar

Doç. Dr. Nilgün FESCİOĞLU ÜNVER

### Özet

Bu proje, DHL Supply Chain'in danışmanlık verdiği bir firmanın fabrikasındaki envanter ve sipariş kontrol sistemini kapsamaktadır. Mevcut sistemde materyallerin sipariş kontrolü aylık talep tahmin verileri kullanılarak daha önceden belirlenen Re-Order Point (Yeniden Sipariş Verme Noktası-ROP) ve EOQ parametreleriyle gerçekleştirilmektedir. Bu parametrelerin, mevcut sistemde düzenli olarak güncellenmemesinden dolayı firmanın hammadde deposundaki bazı ürünler için fazla stok tutulduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, envanter yönetimi ve sipariş süreçlerinin iyileştirilmesi için mevcut sistem incelenmiş, literatür çalışmalarından bilgi edinilmiş, doğrusal ve dinamik bir matematiksel model oluşturulmuştur. Matematiksel model, hammaddelerin maliyet ve talep bilgilerinin yanı sıra konteyner kapasiteleri gibi lojistik parametrelerini girdi olarak alarak, toplam maliyeti minimize edecek şekilde sipariş ve envanter seviyelerini belirlemektedir. Oluşturulan matematiksel modelin çıktıları iyileştirmek için modelin girdilerinden biri olan talep tahminleri analiz edilmiş ve talep tahminlerindeki hataların azaltılması amaçlanmıştır. Talep tahmin metodlarıyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendikten sonra, hammadde bazında talep tahminlerindeki sapmayı minimize eden değerleri bularak tahmin üreten bir algoritma tasarlanmıştır. Talep tahmin modelinin çıktıları matematiksel modelle birleştirilmiş ve açık kaynaklı bir yazılım kullanılarak, kullanıcı dostu bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Mevcut sistemle gerçekleşen maliyetler ile oluşturulan sistem tarafından belirlenen sipariş seviyeleri için meydana gelen maliyetler karşılaştırılmıştır ve başta lojistik maliyetleri olmak üzere toplam maliyette iyileşme sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Envanter ve Sipariş Miktarlarının Optimizasyonu, Doğrusal Programlama, Maliyet Minimizasyonu, Karar Destek Sistemi, Talep Tahmini



## Hibrit Santral Kapasite Planlaması

### Borusan EnBW Enerji

#### Takım Elemanları

Özlem BOZDAĞ, Melda Betül ŞEN, Deniz ŞENOL, Şehribanu  
USTA, Zehranur YILMAZ

#### Şirket Danışmanları

Samet TÜZÜNOĞLU

#### Akademik Danışmanlar

Doç. Dr. Ayşegül ALTIN KAYHAN

### Özet

Borusan EnBW Enerji Şirketi'nin çeşitli bölgelerde rüzgar enerji santralleri bulunmaktadır. Yürürlüğe yeni giren yönetmelik ile var olan santrallerin yanına başka enerji üretim santrali eklenerek hibrit santraller haline getirilmesine izin verilmiştir. Bu proje kapsamında Borusan EnBW'nin Mersin Mut Rüzgar Enerji Santralinde bulunan belli alanlara güneş panelleri eklenerek kurulacak hibrit santral için kapasite planlama problemi ele alınmıştır. Bu kapsamda öncelikle rüzgar enerjisi üretim kapasitesini tahmin etmek için derin öğrenme tekniklerinden olan LSTM ve klasik tahmin yöntemlerinden ARIMA kullanılmıştır. Hata oranları analiz edildiğinde LSTM tahmin modelinin ARIMA modeline göre %2,5 daha doğru sonuç verdiği görülmüştür. Bu nedenle proje kapsamında LSTM modelinin çıktıları dikkate alınmıştır. Elde edilen rüzgar hızı tahminlerinden Weibull dağılımı kullanılarak rüzgar enerjisi elde edilmiştir. Sonrasında matematiksel model ve sezgisel yöntemlerle kurulacak güneş enerjisi üretim kapasitesi belirlenmiştir. Buna bağlı olarak kurulacak güneş panellerinin potansiyel alanlardan hangilerine hangi oranda yerleştirileceğine karar verilmiştir. Stratejik karara ek olarak, Gün Öncesi Piyasası için bildirilecek 24 saatlik enerji üretim miktarlarının tahmini gibi operasyonel kararlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların firmanın diğer santrallerine de entegre edilmesi amacıyla Visual Basic for Applications (VBA) kullanılarak karar destek sistemi tasarlanmıştır. Kullanıcı arayüzü hazırlanırken kullanıcı dostu ve güvenilir olmasına önem verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi Santrali, Rüzgar Enerjisi Santrali, Kapasite Planlaması, Rüzgar Hızı Tahmini, Karar Destek Sistemi.



## **Yataş Grup Makine Hattı Performans Kayıpları Ölçümü, Analizi ve İyileştirmesi**

### **Yataş Grup A.Ş.**

#### **Takım Elemanları**

Münevver Melis BAŞTAK, Hasan Göktuğ ÇELENK, Zeynep  
DİNÇER, Ecem Neslişah MERAL, Gizem Burcu ÖZSOY

#### **Şirket Danışmanları**

Selçuk ÇOŞAR, Abdülsamed AFŞİN

#### **Akademik Danışmanlar**

Prof. Dr. Tahir HANALIOĞLU

### **Özet**

Yataş Grup A.Ş. ev tekstili ve mobilyacılık alanında hem Türkiye’de hem de yurtdışında faaliyet gösteren bir markadır. İlgili proje Yataş Grup A.Ş. Ankara fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı, üretim planlamadan gelen talebi belirlenen süre içerisinde karşılarken aynı zamanda harcanan zaman, enerji ve maliyetleri düşürmek, kayıpları azaltmak, verimliliği arttırmaktır. Proje kapsamında, üzerinde çalışılacak makineye karar verilmesi adına Excel VBA’de AHP Analizi yapılmıştır. Mevcut sistemde, operatörler tarafından tutulan OEE (Overall Equipment Effectiveness) formlarından verimlilik hesabı yapılmaktadır. Bu süreçte insan hata payı göz önüne alındığında, firmanın verimlilik analizlerinin doğru olmadığı görülmüştür. Proje kapsamında, seçilen makinenin günlük OEE verilerini otomatik olarak sisteme geçirip ve analiz eden böylece doğru verimlilik hesaplanmasına katkıda bulunacak bir otomasyon çalışması yapılmıştır ve analizler için doğru veriler elde edilmiştir. Mevcut sistem incelenirken, makine odaklı verimliliği artırmak adına SMED çalışması uygulanıp alınan sonuçlar üzerinden verimlilik analizi yapılmıştır. Makine ve bulunduğu hat incelenip çeşitli analizler yapıldığında, fabrikanın mevcut rotalama çizelgesinin iyileştirmelere ihtiyacı olduğu görülmüş, üretim süresini azaltıp verimliliği arttıracak bir rotalama optimizasyonu için matematiksel model hazırlanmıştır. Makine ve operasyon sayıları fazla olduğu için IBM ILOG CPLEX OPL’de çözdürülememiştir. Onun yerine geliştirilen sezgisel algoritma uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilerle öncesindeki veriler karşılaştırılarak yapılan iyileştirme oranları hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Verimlilik, SMED, Rotalama, Veri Analizi



## **Endüstriyel Robotlu Dikey Depolama Sistemi Simülasyonu ve Optimizasyonu**

**Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Burak ESKİ, Elif Beyza KOCATÜRK, Kübra YALÇIN, İlkercan  
ERİZ, Özgünca ÖZDOĞAN

### **Şirket Danışmanları**

Mustafa ÖZKAN

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Nilgün FESCİOĞLU Ünver

### **Özet**

Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş. depolama biriminde dikey depolama sistemleri ve bir endüstriyel robotun olduğu kendi arasında etkileşimli bir sistem kullanmaktadır. Sistem paletlerle gelen iki farklı tipteki kasaların sisteme girişini gerçekleştirmekte ve hat taleplerine göre çıkışını yapabilmektedir. Sistemin önceliği çıkış emirlerinin icra edilmesinde olup firmayla yapılan toplantılarda özellikle bu kısımda yapılabilecek iyileştirmelerin firma için faydalı olabileceği belirtilmiştir. Hareket verileri ve algoritması incelenerek sistemin akış diyagramı oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Sistemin Python programlama dili ile simüle edilmesi kararlaştırılmış, belirlenen veri setleri için simülasyon çalıştırılmış ve geçmiş veriler ile doğrulamalar yapılmıştır.

Çıkış emirlerinin önemi bağlamında çıkış işleminin öncelik politikası sorgulanmış literatürde karşılığı olan yerleşim algoritmaları araştırılmıştır. Verilerden, algoritmadan ve hatalardan gözlemler yapılmış olup, iyileştirmeler açıklanmış çıkış işlemleri için alternatif bir algoritma geliştirilmiştir. Ek olarak çıkış işlemlerine zaman kazandırmak amacıyla giriş işlemlerinde tespit edilen verimsizlikler için de öneriler yapılmıştır. Geliştirilen algoritmanın belirlenen performans ölçütlerince daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonuçlar ve gözlemlere dayalı tespitler önerileri ile firmaya sunulmuştur. Sistemin birçok parametreye bağlı olması sebebiyle değişiklikler hemen uygulanamamış ancak uygulama planına dahil edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dikey depolama sistemi, Endüstriyel robot, Shortest path algorithm, En Yakın Komşu Algoritması



## **Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Sürücü Bazlı Dinamik Rotalama İle Yolculuk Süresi Minimizasyonu**

### **Zorlu Enerji - Zorlu Energy Solutions (ZES)**

#### **Takım Elemanları**

Yiğit ANIŞ, Emre DEMİREL, Elif DEMİRKAYA, Afra EDİKLİ,  
Sümeyra ÖZEN

#### **Şirket Danışmanları**

Recep ARSLAN, Gürkan DÖKÜMCÜGİL

#### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Ayşegül ALTIN KAYHAN

### **Özet**

Günümüzde fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar nedeniyle, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji alanındaki çalışmalardan biri olan elektrikli araç kullanımının artırılması hız kazanmıştır. Elektrikli araçların kullanımında benzinli araçlardan farklı olarak dikkat edilmesi gereken bazı konular vardır. Bunlardan en önemlisi elektrikli bir aracın batarya kapasitesi ile gidebileceği menzilin nispeten kısa olmasıdır. Bu durum, özellikle uzun menzilli yolculuklarda, elektrikli araç kullanıcılarında menzil kaygısı olarak tanımlanan yolda kalma endişesine sebep olmaktadır. Zorlu Enerji Sistemleri (ZES) ile yürütülen projenin amacı, elektrikli araçlar için şehirler arası yolculuklarda rota optimizasyonu yapan bir Karar Destek Sistemi (KDS) geliştirmektir. Bu doğrultuda Python Programlama Dili'nde Karma Tam Sayılı Optimizasyon Modeli oluşturulmuştur. Model sonucunda belirlenen rota ile sürücünün yolculuk başlangıç noktasından hedef noktaya kadar gerektiğinde şarj edilerek en kısa sürede ulaşması sağlanmaktadır. Planlanan rotada kullanıcıya, toplam yolculuk süresi, yolculuk süresince durması gereken istasyonlar, bu istasyonlarda geçirmesi gereken süreler ve kullanmaları gereken soket bilgileri sunulmaktadır. Rota hesaplanmasında dinamik olarak değişen hava, yol ve şarj istasyonu parametreleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu parametrelerdeki anlık değişimlerle ortaya çıkan batarya seviyesindeki değişiklikleri yönetebilmek için, yolculuk süresince dinamik olarak çalışan geri besleme-kontrol sistemi geliştirilmiştir. Böylelikle, KDS'de yolculuk süresince rota güncellemeleri yapılarak kullanıcıya optimal rota planı sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrikli Araç Şarj İstasyonları, Rota Optimizasyonu



## **Tedarikçi Seçimi Sistemi**

### **St International Railway Equipments & Steel Construction Trade Co.**

#### **Takım Elemanları**

Fatma BAYZİN, Emine BULUT, Duygu HOROZCU,  
Ahmet Can POLAT, Sezin TÜRKER, Zeynep UĞURLU

#### **Şirket Danışmanları**

Semih DEMİRKOPARAN

#### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Eda YÜCEL

### **Özet**

Tedarikçi seçimi günümüz dünyasında firmalar için büyük önem teşkil etmektedir. Çünkü bu firmanın imajından, finansal yapısına kadar her faktörünü etkileyebilecek bir seçimdir. Tedarikçi seçim sürecinin amacı sadece en iyi hizmeti veya en iyi fiyatı ya da en iyi teslimatı sunan tedarikçiyi bulmak değildir; aynı zamanda optimal fayda sağlayan tedarikçiyi belirlemektir. Bu çalışmada da önde gelen bir Türk üreticisi, tam servis bileşeni sağlayıcısı ve tedarik zinciri danışmanı olan ST Railway'in tedarikçi seçim sürecine dair memnun olmadığı ve yeterli bulmadığı sistemlerinin değiştirilmesi detaylı olarak işlenmiştir. Firma hakkında detaylı bilgi, firmanın probleminin tanımı, detayları ve bu projeden beklentileri, mevcut sistemlerinin analizi, bu sisteme dair şikayetleri, yeni önerilen sistemin detaylı yapısı, yeni sistemde kullanılan metotlar ve araçlar hakkında bilgi, sistemde var olması planlanan ara yüzler, projenin ilerleyişine dair planlamalar ve süreç takvimi, olası veya kullanılan metotlar hakkında literatür taraması çalışmanın temel hatlarını oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, TOPSIS, Tedarikçi Seçimi



### 3-4-5 Eksen Metal İmalat Tezgahlarında Standart Zaman Tahminleme Modelinin Oluşturulması

#### Türk Havacılık ve Uzay Sanayii (TUSAŞ)

##### Takım Elemanları

Yaren Gürsoy, Yaren Gül, Polen Narçın, Ahmet Takıt, İpek  
Cemre Sonyıldırım

##### Şirket Danışmanları

Erdem Seçkin

##### Akademik Danışmanlar

Doç. Dr. Kadir Ertoğral

#### Özet

Proje konusu gereği, metal imalat süreçlerinde uygulanan operasyonların tanımlanması, inceleme yapılarak gruplandırılması, bir programda hesaplama arayüzü oluşturulması ve benzetim yapılarak parça işlem sürelerinin hesaplanması beklenilmektedir. Standart sürelerinin hesaplanması ve parçaların işlem süresi tanımı oluşturmak projenin ilk amacıdır. Bu aşamadan sonra; tahminleme çalışmasının temelleri oluşturularak, değişkenlerinin belirlenmesiyle hesaplama modeli oluşturulmuştur. Modelden elde edilen proje çıktıları ile kullanıcı dostu bir arayüz tasarlanması ve firmanın kütüphanesine eklenmesi hedeflenmiştir. Firmanın proje takımından beklentisi; fabrikada alınan gözlemler sonucu tahminleme yapılarak standart zamanların çıkarılması, standart zamanların kullanılarak karar destek sisteminin oluşturulmasıdır. Bu doğrultuda yapılan literatür araştırması sonucu sonuçları incelenen yöntemler Yapay Sinir Ağları, XGBoost, Random Forest, Doğrusal ve Doğrusal Olmayan SVR olarak sıralanmaktadır. Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, %2 sapma ile XGBoost ve %8 sapma ile Doğrusal Olmayan SVR modellerinin daha iyi tahminleme yaptığı sonucuna ulaşılmıştır ve bu metodların kullanılmasına karar verilmiştir. Bu modeller doğrultusunda HTML ve Python dillerinde otonom bir karar destek sistemi tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Standart Zaman Tahminlemesi, Yapay Sinir Ağları, Regresyon, 3-4-5 Eksen Tezgahları, Karar Destek Sistemi





### DETAYLI PROGRAM

| Saat                            | Proje Konusu   |
|---------------------------------|--|
| 08:45-09:15                     | <b>Oyak Renault-</b> H Motor Hattı Picking Bölgesi Malzeme Dağıtım Otomasyonu  |
| 09:15-09:45                     | <b>Anova-</b> Üretim Hattı Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme ve Karar Destek Sistemi   |
| 09:44-10:15                     | <b>Arvato-</b> Depodan Ürün Toplanmasında İşçi Hareketinin Minimize Edilmesi   |
| 10:15-10:45                     | <b>MİTAŞ-</b> Kapasite Ölçüm ve Değerlendirilmesine Yönelik Karar Destek Sistemi Tasarımı                                      |
| <b>ARA – 15 dakika</b>          |  |
| 11:00-11:30                     | <b>British American Tobacco-</b> Ulusal Dağıtım Ağı Optimizasyonu  |
| 11:30-12:00                     | <b>Yataş-</b> Makine Hattı Performans Kayıpları Ölçümü, Analizi ve İyileştirmesi   |
| 12:00-12:30                     | <b>Türk Traktör-</b> Endüstriyel Robotlu Dikey Depolama Sistemi Simülasyon ve Optimizasyonu                                    |
| 12:30-13:00                     | <b>St International Trade Co. -</b> Tedarikçi Seçimi Sistemi   |
| <b>ARA – 30 dakika</b>          |  |
| 13:30-14:00                     | <b>DHL Supply Chain-</b> Ürün Envanter Seviyelerinin Doğrulaması ve İyileştirilmesi  |
| 14:00-14:30                     | <b>TUSAŞ-</b> 3-4-5 Eksen Metal İmalat Tezgahlarında Standart Zaman Tahminleme Modelinin Oluşturulması                         |
| 14:30-15:00                     | <b>Zorlu Enerji-</b> Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Sürücü Bazlı Dinamik Rotalama ile Yolculuk Süresi Minimizasyonu |
| 15:00-15:30                     | <b>Türk Traktör-</b> Günlük Sevkiyat Planlaması için Ürün – Nakliye Aracı Eşleme Optimizasyonu Problemi                        |
| 15:30-16:00                     | <b>Borusan EnBW Enerji-</b> Hibrit Santral Kapasite Planlaması   |
| <b>Derecelerin Belirlenmesi</b> |  |
| <b>Kapanış</b>                  |  |