

## **TOBB ETÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİTİRME PROJELERİ- 2019**

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, ARAS Kargo, Arçelik, Aygersan, Bayındır Sağlık Grubu, Bendis Enerji, Berg, Borusan ArGe, Borusan EnBW Enerji, Casa de Maris Otel, Coca-Cola, Danone, Demiryolu Lojistik, 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, Roketsan, Sarp Lojistik, Selçuk Ecza Deposu, 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, Yayla Bakliyat, Yiğit Akü, Yön Pazarlama ve Zorlu Enerji Grubu bulunmaktadır.

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



### 2019 Proje Sunumları Kısa Programı

Tüm sunumlar:	08:30- 17:30
Proje Yarışması:	14:00- 17:30
Poster Yarışması:	17:30- 18:00
Ödül töreni ve kokteyl:	18:00- 18:45

*Detaylı program sayfa 17'dedir.*



## ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİTİRME PROJELERİ 2019

FİRMA	PROJE KONUSU	s.
<i>Aygaz</i>	Çok Ürünlü Çok Aşamalı Tüpgaz Bütünleşik Tedarik Zinciri Projesi	3
<i>Borusan ARGE</i>	Kapasiteli ve Zaman Pencereci Araç Rotalama ve Dock Çizelgeleme Optimizasyonu	4
<i>Borusan Enerji</i>	Rüzgar Elektrik Santralinde Enerji Depolama Sistemi Kullanım Optimizasyonu	5
<i>Casa De Maris Hotel</i>	Talep Tahmini ve Fiyat Optimizasyonu	6
<i>Coca Cola-İzmir</i>	Pet Şişeleme Hatlarında Üretim Planlama için Karar Destek Sistemi Tasarımı	7
<i>Coca Cola-İstanbul</i>	Bizim Toptan Market için CCI Ürünlerinin Talep Tahmini ve Lojistiği	8
<i>Eczacıbaşı</i>	Vitra Seramik Sağlık Gereçleri için Fırın Verimlilik İyileştirmesi ve Sırlama Operasyon Planı Oluşturma	9
<i>EnerjiSA</i>	Acil Durum Envanter Atama ve Rotalama Karar Destek Sistemi	10
<i>Ford Otosan</i>	Parça Tedariği için Uygun Stratejilerin Belirlenmesi ve Kasa Seçimi	11
<i>Karel</i>	Paralel Test Hatlarına Vardiya Atama ve Vardiya Sırasına Dayalı Çizelgeleme Karar Destek Sistemi	12
<i>Roketsan</i>	Kafile Bölünmesine Olanak Veren Esnek ve Açık Atölye Tipi Çizelgeleme	13
<i>TAI</i>	Section 19 Montaj Hattı Kapasite Planlama ve Dengeleme Projesi	14
<i>Türk Traktör</i>	Çok Modelli Motor Montaj Hattı Dengeleme ve Karar Destek Sistemi Tasarımı	15
<i>Zorlu Energy Solutions</i>	Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Talep Bazlı Dinamik Fiyatlandırma ile Gelir Maksimizasyonu	16



**Çok Ürünlü Çok Aşamalı Tüpgaz Bütünleşik Tedarik Zinciri  
Bitirme Tasarım Projesi  
AYGAZ A.Ş**

**Takım Elemanları**

Ekin AKKAYA, Onur Alp ÇANDIR, Elif Ece GÜRBÜZ, Yasir  
KOÇ, Ezgi VARLI

**Şirket Danışmanları**

Fırat UZMAN

**Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi. Kürşad DERİNKUYU

**Özet**

Proje kapsamında Aygaz'ın Türkiye genelinde tüpgaz bütünleşik tedarik zinciri sistemi ele alınmıştır. Bayilerin tüp ihtiyacının mevcut tesislerden sağlanması amacıyla her tüp ve araç tipi için taşıma maliyetleri çoklu amaç fonksiyonlarında incelenerek aylık taşıma maliyetlerinin en küçüklenmesi hedeflenmiştir. Farklı tüp, araç ve tesis tiplerinin olması ve tehlikeli madde taşıma yükümlülükleri gibi kısıtlar nedeniyle problem atama ve rotalama olmak üzere iki hiyerarşik aşamada incelenmiştir. Taşıma maliyetlerini en küçükleme üzerine kurulan atama matematiksel modeli CPLEX OPL de çözdürülmüş ve optimal sonuç elde edilmiştir. Bu çıktılar rotalama matematiksel modeli için girdi olarak kullanılmıştır. Zaman penceresi ve tehlikeli madde taşıma yükümlülükleri gibi birçok kısıt bulunan rotalama modelinden makul zamanda uygun çözümler elde edebilmek için 2 farklı sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Süpürme ve tasarruf sezgiselleri Python ve Excel VBA tabanında kodlanarak test edilmiştir. Sezgiseller maliyetleri en küçüklemede yakın sonuçlar verirken süpürme algoritması 8 dakikalık koşturma süresiyle 10 kat daha hızlı çözüm üretmiştir. Geliştirilen süpürme sezgiselinde küme içi rotaların iyileştirilmesi, problemin iç dinamiklerini gözeten yöntemlerle denenmiştir. Mevcut sistemin süpürme algoritmasında hesaplanan 3.168.831 TL'lik taşıma maliyeti, yeni kurulan sistem sayesinde %22'lik iyileştirmeye 2.467.151 TL'ye düşürülerek aylık 701.680 TL kazanç sağlanmıştır. Ayrıca kullanılan kamyon sayısı 140'dan 112'ye düşürülmüştür. Excel VBA tabanında tasarlanan karar destek sistemiyle, operasyonların şirket tarafından kullanılabilirliği artırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tüpgaz, Bütünleşik Tedarik Zinciri Sistemi, Araç Rotalama Problemi, Çok Ürün ve Araç, Süpürme Sezgiseli



## **Kapasiteli ve Zaman Pencerele Araç Rotalama ve Dock Çizelgeleme Optimizasyonu Borusan Arge**

### **Takım Elemanları**

Gözde ÇELEBİOĞLU, İpek GÜLEK, Nazlı Elif HANOĞLU, Sena  
İZMİR, Gizem TEKİNDUR

### **Şirket Danışmanları**

Barış IŞIK, Dilara AYKANAT

### **Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi Eda YÜCEL

### **Özet**

Bitirme Tasarım Projesi kapsamında, Borusan Arge depolarında günlük olarak çözülmesi gereken Kapasiteli ve Zaman Pencerele Araç Rotalama ve Dock(Kapı) Çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Problem iki alt-problem şeklinde çalışılmıştır: milk run ve kapı çizelgeleme. Borusan araçları günlük olarak farklı tedarikçilerden malzemelerini toplayarak Milk Run operasyonunu gerçekleştirir. Milk Run operasyonunu gerçekleştiren araçlar siparişleri boşaltmak üzere hedef lokasyona gelmektedir. Hedef lokasyonda araçların topladıkları malzemeleri boşaltacağı farklı kapı tipleri bulunmaktadır. Kapılar 24 saat boyunca 3 vardiya ile hizmet vermektedir. Problem kapsamında hangi aracın hangi zamanda hangi tedarikçide ya da kapıda olduğuna karar vermek hedeflenmektedir. Projenin amacı ise, araçların kapılardaki bekleme zamanlarını en küçükleme ve malzemeleri kaynak ve montaj kapılarının vardiyaları arasında homojen bir boşaltmaktır. Literatür taraması kapsamında kapı çizelgeleme ve esnek atölye tipi çizelgeleme konularındaki makaleler incelenmiştir. Fakat, literatürde yer alan mevcut çalışmaların ele alınan problemle farklılık göstermesi sonucu farklı çözüm yöntemlerine yönelinmiştir. Problem ilk olarak Karma Tamsayı Matematiksel Programlama ile Cplex OPL’de modellenmiş ve çözülmüştür. Ancak koşturum süresinin küçük problem örneklerinde bile makul sürede olmaması ve olurlu bir çözüm bulunamamasından dolayı yapıcı bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen yapıcı sezgisel algoritma Python programlama dilinde kodlanmıştır. Proje kapsamında elde edilen sonuçlarla gerçek veriler kıyaslandığında bekleme sürelerinde ve vardiya homojenliklerinde iyileşmeler olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Milk Run, Dock Çizelgeleme, Kapasite, Zaman Penceresi, Kurucu Sezgisel Algoritma



## **Rüzgâr Elektrik Santralinde Enerji Depolama Sistemi Optimizasyonu BORUSAN-EnBW Enerji**

### **Takım Elemanları**

Alp BAYAR, Ali Kerem GÜRAN, Maide Ceren KAYMAZ,  
Gizem KILINÇ, Ebru Edanur ŞENTÜRK

### **Şirket Danışmanları**

Samet TÜZÜNOĞLU

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Ayşegül ALTIN KAYHAN

### **Özet**

Enerji talebindeki artış, yenilenebilir enerji kaynaklarına ve üretilen enerjinin depolanmasına duyulan ihtiyacı beraberinde getirmiştir. Günümüzde, rüzgâr ile enerji üretimine verilen önem artmıştır. Rüzgâr ile elektrik enerjisi üretiminde, rüzgârın dinamik ve değişken yapısının üretim tahminini zorlaştırması, taahhüt edilen ve gerçekleşen üretim miktarları arasında dengesizlik oluşturmaktadır. Elektrik piyasasının değişken koşullarının yönetilebilmesi, rüzgâr potansiyelinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi, fazla ve eksik üretimin dengelenbilmesi için bir enerji depolama sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Problemin çözümüne yönelik olarak ilk önce üretim tahmini için makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Mevcut üretim sisteminin, alternatif enerji depolama sistemlerinin ve elektrik piyasalarının incelenmesinin ardından kurulacak enerji depolama sistemine karar verilmiş, Gün İçi ve Gün Öncesi piyasalarında enerji üretimindeki dengesizliğin giderilmesi ve arbitraj ile firmanın gelirinin arttırılması amaçlarıyla matematiksel modeller kurulmuştur. Modellerin optimal çözümleri CPLEX OPL ile elde edilmiştir. Ayrıca, firmada CPLEX kullanılmaması nedeniyle, Open-Solver ve R-Solver araçlarıyla firmaya ücretsiz kullanılacak ek çözümler sunulmuştur. Matematiksel modellerin farklı senaryolar altındaki çözümleri analiz edilerek firmanın kazanımları ve sağlanan iyileştirmeler belirlenmiştir. Kullanıcıya kontrollü esneklik sağlayan gerçek zamanlı bir karar destek sistemi tasarlanarak, firmaya anlık değişimlerin izlenebildiği kullanıcı dostu bir arayüz ile sunulmuştur. Geliştirilen yöntemler sayesinde firmanın, elektrik piyasalarının değişken koşullarını lehine çevirebilmesi, anlık gelişmelere daha hızlı ve iyi şekilde uyum sağlayabilmesi ile gelirini arttırması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Rüzgar Enerjisi, Enerji Depolama Sistemleri, Elektrik Piyasası, Tahmin Methodları, Optimizasyon



## **Otel Talep Tahmini ve Fiyat Optimizasyonu** **Casa de Maris Marmaris Spa & Resort Hotel**

### **Takım Elemanları**

Merve ARPACI, Ömer Görkem AYDEMİR, Belis ÇOLAK,  
Yağmur KILIÇ, Emirhan ŞİRİN, Erol TEKMANLI

### **Şirket Danışmanları**

Fahri TAN

### **Akademik Danışmanlar**

Prof. Dr. Tahir HANALIOĞLU

### **Özet**

Casa de Maris Hotel 2012 yılının Nisan ayından itibaren Marmaris, Türkiye’de otelcilik sektöründe hizmet vermektedir. Mevcut sistemde odaların sayısının ve fiyatlarının tahmini; otelin bulunduğu bölgedeki pazar payı, önceki yıllardaki müşteri memnuniyeti ve otel müdürünün kazandığı deneyimlerle yaptığı tahminler sonucunda belirlenmektedir. Tahminleme ve fiyatlama aşamalarında belirli bir karar destek sistemi kullanılmadığı için otel yılsonu gelir-gider tablosu incelendiğinde tahmin edilen ile gerçekleşen tablo arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Otelin beklentisi ise deneyim ve tahmin üzerine kurulmuş bir sistemden geliştirilecek bir karar destek sistemiyle profesyonelce fiyat belirleme ve müşteri memnuniyetinin daha yukarıya taşınmasıdır. Bu projede geliştireceğimiz sistemi hazırlarken öncelikle mevcut durum analiz edilmiş ve benzer problemler literatürden taranmıştır. Bu analizlerden yola çıkılarak bu projede Casa de Maris Hotel için oda fiyatlandırma; 2019 yılı için oda talep tahmini ve fiyat optimizasyonu problemleri ele alınmaktadır. Otel yöneticilerine oda gelirlerini maksimize eden ve gelecek tahminleri yapan ve esnek, etkili bir karar destek aracı sunmak için fiyat kararlarına dayalı bir otel gelir yönetimi modeli öneriyoruz. Tahminleme tekniği olarak Doğrusal Regresyon, Holt-Winters ve ARIMA teknikleri karşılaştırılarak kullanılmıştır. Fiyatlandırma modeli için fiyat farklılaştırması kullanılmıştır. Bu doğrultuda, tahminleri ve fiyatlandırmayı en doğru yaparak geliri maksimize edecek bir sistem tasarlanmıştır. Geliştirilecek sistemle otel başarı ölçüm metriklerini yükseltebilecek bir karar destek sistemi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gelir Yönetimi, Fiyat Farklılaştırması, Pazar Segmentasyonu, Talep Tahmini



**PET Şişeleme Hatlarında Üretim Planlama için Karar  
Destek Sistemi Tasarımı  
Coca-Cola İçecek A.Ş.**

**Takım Elemanları**

Onurcan BÖLÜK, Berkan EKŞİOĞLU, Elif EROL, Uğur Mert  
GÜVEN, Ece SÖNMEZ

**Şirket Danışmanları**

Erhan ŞEN

**Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Nilgün Fescioğlu ÜNVER

**Özet**

CCI Türkiye İzmir fabrikasında üretim planlama birimi, İstanbul merkezden gelen haftalık üretim taleplerinin planlamasını tecrübeye dayalı olarak yapmaktadır. Planlama birimi herhangi bir yazılım desteği kullanmamaktadır. Bu sebeple planlamanın performans ölçümü yapılamamaktadır. Planlamanın, özellikle üretimin yoğun olduğu yaz döneminde talebe cevap veremediği durumlar oluşabilmektedir. Proje kapsamında, PET şişeleme hatlarındaki mevcut hat sayısı, üretilebilen toplam ürün tipi sayısı, her hatta o ürün tipinin üretilmesi için geçen ortalama süre, hatların temizlik süreleri ve ürün tipi arasındaki geçişlerdeki parça değişim süreleri dikkate alınarak en uygun çıktıyı verecek bir üretim planlama modeli örneğinin oluşturulması amaçlanmıştır. Proje sonucunda, haftalık olarak gelen talebi karşılayacak ürün tiplerinin üretiminin, mümkün olan en uygun planlama doğrultusunda yapılması sonucunda hatlardaki planlamadan kaynaklı toplam maliyetlerin en aza indirgenmesi ve yaz döneminde talebe cevap verebilecek, kış döneminde ise hat duruşlarının çizelgelenmesini kolaylaştıracak bir karar destek sisteminin tasarlanması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda kullanılmak üzere oluşturulan üretim planlaması modelleri, CPLEX OPL yazılımı ve Microsoft Excel üzerine geliştirilen sezgisel metod yardımıyla yapılmıştır. İki modele de ait planlama çıktıları, fabrika planlama örnekleriyle karşılaştırılmış, planlama sürecinin süresindeki azalış ve hatlardaki üretim saatlerindeki iyileştirmelerin analizi sezgisel modelin çıktıları üzerinden yapılmıştır. Sezgisel modelin değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen planlama sonucunda firmaya öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim planlama, sıralamaya bağlı parça değişimi, çok makineli paralel üretim





**Bizim Toptan Market için CCI Ürünlerinin Talep Tahmini  
ve Lojistiği  
Coca Cola İçecek A.Ş.**

**Takım Elemanları**

Gediz KORAY, Rana Ezgi KÖSE, İlayda TAHMAZOĞLU,  
Nurgül TOKER, Mehmet YILDIRIM

**Şirket Danışmanları**

Gözde ERMİHAN

**Akademik Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi Eda YÜCEL

**Özet**

Coca-Cola İçecek A.Ş.'nin mevcut sistemleri ile ürettiği içecekler kendi deposuna getirilmekte ve talepler doğrultusunda depolardan satış mağazalarına yönlendirilmektedir. Bu süreci Co-Managed Inventory (ortak yönetilen envanter) modeli ile yönetmek isteyen Coca-Cola İçecek A.Ş.'nin, Bizim Toptan Market için uyguladığı talep tahmin yöntemleri, uzman çalışanlar ile şekillenen, tecrübeye dayalı nitel yaklaşımlardır. Talep tahmin sürecinde matematiksel yöntemlerinin bulunmaması, Coca-Cola İçecek A.Ş. için fazla emniyet stoğu ile çalışmayı gerektirmekte ve bu durum maliyet artışına neden olmaktadır. Bu doğrultuda proje kapsamında talep tahmininin, satış miktarlarına dayanan matematiksel modeller ile gerçekleştirilmesi ve stok miktarının minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Tahmin modelleri sonrasında süreci bir bütün olarak yönetmek ve Co-Managed Inventory yaklaşımını uygulamak amacıyla, üretilen ürünlerin Bizim Toptan Market deposuna ve oradan Bizim Toptan Market satış mağazalarına dağıtımı ile lojistik ağı da geliştirilmiş ve maliyetleri en küçükleme hedeflenmiştir. Lojistik süreci için matematiksel model ve sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Lojistik sürecine uygun emniyet stoklarının belirlenmesi ve firmaya önerilmesi de proje kapsamında gözlemlenmiştir. Bu sayede talep tahmin sürecinden satış mağazalarına kadar olan tedarik zinciri üzerine çalışılmıştır. Projenin başarı ölçütü minimum stok ve lojistik maliyeti ile tedarik sürecini bir bütün olarak yönetmek ve Co-Managed Inventory yaklaşımını iki firma için başarıyla yürütebilen bir sistem geliştirmektir. Proje kapsamında kazanımlar ise tahmin doğruluğunun sağlanması, stok tutma maliyeti ve lojistik maliyetlerinin azaltılmasıdır. Bir diğer kazanım ise CCI İstanbul deposunun kullanımının kaldırılmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik, Co-Managed Inventory, Talep Tahmini, Stok, Lojistik



## **Vitra Seramik Sağlık Gereçleri için Fırın Verimlilik İyileştirmesi ve Sırlama Operasyon Planı Oluşturma Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu**

### **Takım Elemanları**

Beril Irmak BÜLBÜL, Ece CİVELEK, Emre DOĞRU, Öyküm Canseli DEVECİ, Simge TAŞKIRAN

### **Şirket Danışmanları**

Mustafa ALTAN

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Nilgün FESCİOĞLU ÜNVER

### **Özet**

Eczacıbaşı Yapı Ürünleri Grubu'nun Vitra markası altında üretim süreci sırasıyla Şekillendirme, Kurutma, Sırlama ve Pişirim operasyonlarından oluşmaktadır. Proje kapsamında Sırlama ve Pişirim operasyonlarına odaklanılacaktır. Sırlama hattında birbirlerine paralel olarak yerleştirilmiş sırlama robotları ve kabinleri bulunmaktadır. Sırlanan ürünler, ardışık olarak ilerleyen vagonlara karışık ürün dizilimiyle yüklenip Pişirim işlemi için tünel fırına girmektedir. Ürünlerin sırlama hattına belirli bir plana göre gelmemesi ve vagonlara ürün diziliminin tecrübeye dayalı olarak operatörler tarafından yapılması kesintisiz çalışan fırının verimliliğini düşürmektedir. Bu doğrultuda projenin amacı, en iyiye yakın vagon düzeni oluşturularak ürün başına düşen enerji miktarını azaltmak ve tünel fırının verimliliğini arttırmaktır. Bu amaç doğrultusunda en iyiye yakın vagon dizilimleri oluşturulmuş, Sırlama hattının planının da bu dizilime göre belirlenmesi sağlanmıştır. Problem için öncelikle matematiksel model denenmiş fakat problemin NP-Zor sınıfında olması sebebiyle problemin çözümü için sezgisel algoritma kullanılmıştır. Sezgisel algoritma ile sırlama planı oluşturulmuş, ürünlerin uygun sırlama hatlarına atanması sağlanmış ve vagonlara yüklenecek ürünler her hat için belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan açık kodlu kaynak yardımıyla vagon dizilimi sistematik hale getirilmiştir. Kullanılan sezgisel algoritma ve açık kaynak çözümünün firma tarafından kullanılmasını kolaylaştırmak amacıyla karar destek sistemi tasarlanmıştır. Bunlara ek olarak proje kapsamında oluşturulan vagon diziliminin ve Sırlama planının firma içinde uygulanabilirliğini arttırmak için bir bilişim sistemi tasarımı yapılması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bin Packing Problem (BPP), Enerji Verimli Pişirme Fırını, Paralel Makinelerde Çözgeleme, Vagon Yükleme Karar Destek Sistemi



## **Acil Durum Envanter Atama ve Rotalama Karar Destek Sistemi Enerjisa Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Nebahat Eylül CANBAY, Ümit GÜNEŞ, Seda KÖSE, Cansu  
ÖZKETEN, Yağmur ÜNAL

### **Şirket Danışmanları**

Mehmet DURAN, Sezgin ŞEN, Tolga KARABAŞ

### **Akademik Danışmanlar**

Prof. Dr. Tahir HANALIOĞLU

### **Özet**

Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. 7,3 milyon insana elektrik dağıtımdan sorumlu, hizmetin gerektirdiği inşa, bakım ve işletme faaliyetlerini teknolojik altyapısı ile başarıyla sürdüren bir firmadır. Yoğun bir rekabetin söz konusu olduğu elektrik dağıtım sektöründe, işletmeler müşteri memnuniyetini artırmayı bununla birlikte maliyetleri azaltmayı amaçlamaktadırlar. Ancak mevcut durumda firma, afet zamanlarında talebi olan operasyon merkezi için maliyet gözetmeksizin ana depolarından ya da tedarikçilerinden envanter tedariki gerçekleştirmektedir. Projede, acil durumun yönetimi için gerekli malzemeyi firmanın kendi diğer operasyon merkezlerinin mevcut stokundan sağlaması ve bu yolla maliyet enküçüklemesi amaçlanmıştır. CPLEX OPL programında iki aşamalı model ile ilk olarak, malzemelerin sağlanacağı operasyon merkezleri ve malzeme miktarları belirlenmiş; sonrasında malzemeler uygun araçlarla rotalanarak talebi olan operasyon merkezine ulaştırılmıştır. Firmanın mevcut sistemine kolay entegrasyonu amacıyla Excel VBA programında bir algoritma oluşturulmuştur. Algoritmada Geniş Komşuluk Arama yöntemi kullanılarak sezgisel bir çözüme varılmıştır. Algoritma, iki aşamalı model ile aynı amaç doğrultusunda kullanıcı dostu ara yüz ile hazırlanmıştır. Ayrıca, firma beklentilerine ek olarak operasyon merkezlerinin eşzamanlı talebi halinde, duruma çözüm olacak bir model CPLEX OPL aracılığıyla yazılmıştır. Yapılan çıktı değerlendirmelerinde, CPLEX OPL ile elde edilen en iyi çözüm ve Excel VBA ile bulunan sezgisel çözüm arasında ortalama %24,9 fark bulunmuştur. Proje, firmanın mevcut durumdaki tedarik maliyetlerinin %307,6 oranında azaltılarak iyileştirilmesiyle sonuçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Acil Durum Lojistiği, İki Aşamalı Modelleme, Kapasiteli Araç Rotalama Problemi, Geniş Komşuluk Arama



## **Parça Tedarîği İçin Uygun Stratejilerin Belirlenmesi ve Kasa Seçimi Ford Otosan**

### **Takım Elemanları**

Seray Hande Başparmak, Yağmur Çam, Pınar Erdoğan,  
Fatma Beyza Öztürk, Esra Pamuk Ünal

### **Şirket Danışmanları**

Özkan GICI

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL

### **Özet**

Ford Otosan AŞ İnönü Fabrikası, kamyon ve tır üretiminde tedarikçilerden alınıp direkt montaj hattına getirilen ve ürüne monte edilen ayna, cam, yakıt deposu, lastik, yan etek, üre deposu ve koltuk ürün gruplarını kullanmaktadır. Ürün gruplarının ve alt parçalarının tedarik edilmesi esnasında her parça tek tip kasada gelecek şekilde bir metot izlenmektedir. Bu metodun elde tutma maliyetini, üretim hattı alanının gereksiz işgalini, iş gücü kaybını ve dış lojistikteki maliyet artışını ortadan kaldırması beklenmektedir. Geliştirilen çözüm algoritması doğrultusunda Cplex OPL ile optimize edilen model için parça tedarîğinde üç farklı mod belirlenmiş ve parçalar için belirlenen tedarik modlarının kullanımı sonrasında sıfır stok seviyesine doğru iyileşme, lojistik maliyetinde azalma, iş gücünün daha verimli kullanılması ve üretim hattı alanındaki karmaşanın giderilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen matematiksel modele ek olarak envanter tutulan ve önceki modeli kapsayan bir matematiksel model daha geliştirilmiştir. Geliştirilen matematiksel model Excel Solver ile çözdürülmüştür. Mevcut durum ve geliştirilen model karşılaştırılarak toplam maliyetlerde %8 iyileşme sağlanmıştır. Ayrıca kasa doluluğunda ve hat başı alanda da iyileşmeler yapılmıştır. Son aşamada ise firmaya uygulanması amacıyla bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarik Zinciri Operasyonları, Tam Zamanında Üretim, Kitleme, Karar Destek Sistemi



## **Paralel Test Hatlarına Vardiya Atama ve Vardiya Sırasına Dayalı Çizelgeleme Karar Destek Sistemi KAREL**

### **Takım Elemanları**

Lütfiye Elif AÇIKÖZ, İrem ATASAYAR, Abdurahman Emre  
ÇOŞKUN, Zeynep Dila Özdemir, Melike YAĞAN

### **Şirket Danışmanları**

Şenay ÇITAK, Atilla SEMİZ

### **Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi Salih TEKİN

### **Özet**

Bu çalışmada, Karel bünyesinde bulunan test hatlarına vardiya atama ve üretim planı iyileştirme problemi ele alınmıştır. Mevcut sistemde, üretim sürecinin test aşamasında vardiyaların hatlara; ürünlere ve günlere göre atanması mühendisin ön görüşlerine bağlı olarak el ile gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple ürün teslimi geç olmakta veya stok yapılan ürün miktarı beklentiyi karşılayamamaktadır. Geliştirilen matematiksel model ile en uygun atama yapılarak firma kazancını artırmak ve maliyeti en aza indirmek hedeflenmiştir. Test aşaması otomatik hatlardan oluşmakta ancak personel müdahaleleriyle gerçekleşmektedir. Her ürün grubu kendine özgü hatlarda, hatların tempoları kadar test edilmektedir. Bu çalışmada, vardiyaların 1 gününe j hattına i ürününe uygun atanması, atama ve çizelgeleme problemlerinin özel ve tümleşik bir hali ele alınmıştır. Çok amaçlı yapıda olan problem için hedef programlama ile çözüm önerilmiştir. IBM Cplex ile çözülen model; stok seviyesinin sıfırın altında olduğu günleri, negatif stok miktarını en küçükmekte, bir sonraki ayın sipariş öngörüsüne ise maksimum yakınsayan bir davranış sergilemektedir. Cplex programının firmada bulunmaması sebebiyle sezgisel yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sezgisel algoritma Excel VBA'de yazılmıştır. Proje sonucunda firmaya, hat ve vardiyaların etkin kullanılabilceği bir üretim planı oluşturmaya yardımcı, üretim kararlarını analiz ederken kullanabilecekleri bir karar destek sistemi sunulmuştur. Ayrıca karar destek sistemi anlık meydana gelen miktar değişimlerinde stratejik kararlarını analiz edilmesinde yardımcı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Vardiya atama, vardiya bazlı çizelgeleme, hedef programlama, sezgisel algoritma



## **Değişken İş Öncelikleri Altında Kafile Bölümlü Esnek Ve Açık Atölye Tipi Çizelgeleme Roketsan**

### **Takım Elemanları**

Yaşam ALADAĞ, Cemile Umay ARICAN, Ceren GÜLBAHAR,  
Burakcan İZMİRLİ, Öykü ÖZEREN

### **Şirket Danışmanları**

Şerife Aytuğ BALCI, Sinem MUTLU

### **Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi Kürşad DERİNKUYU

### **Özet**

Projenin birlikte yürütüldüğü savunma sanayii firması, Türk Silahlı Kuvvetleri'ne ve dost ülkelerin taleplerine verdiği destek ile ülke savunmasına büyük ölçüde hizmet etmektedir. Savunma sektörünün doğası gereği ortaya çıkan ani savunma gereksinimini artıran durumlar karşısında proje öncelikleri değişmekte ve istenilen teçhizatların en kısa zamanda ulaştırılması için çalışılmaktadır. Bu proje, esnek ve açık atölye tipi çizelgelemenin ve farklı önceliklere sahip işlerin göz önünde bulundurulduğu, aynı zamanda, acil bir durum çıkması halinde, kafile ayrılmasına olanak sağlayan dinamik bir sistemin planlamasını ele almaktadır. Kafile ayırma kararı ile proje literatürdeki benzerlerinden ayrılmaktadır. Bu kapsamda, 4 farklı matematiksel model oluşturulmuştur: Esnek atölye tipi çizelgeleme modeli, esnek ve açık atölye tipi çizelgeleme modeli, öncelikli esnek ve açık atölye çizelgeleme modeli ve kafile ayrılmasına olanak veren esnek ve açık atölye çizelgeleme modeli. İstenilen hızda bir çözüm üretmek adına, önerilen modellerin içsel karakteristikleri kullanılarak genetik algoritması geliştirilmiştir ve Python dilinde kodlanmıştır. Modeller üzerindeki esneklik, hem kullanıcıya kolaylıklar getirmekte, hem de kayda değer şekilde iyileşmiş çizelgelemeler sunulabilmektedir. Son olarak VBA tabanlı bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Bu kullanıcı dostu sistem ile girdiler, bu girdiler üzerinde oynama, kafile ayırma kararı gibi acil kararlar ve genetik algoritması ile ilgili parametreler kullanıcı tarafından güncellenebilmektedir. Ayrıca farklı çıktılar arasındaki değişik istatistikî karşılaştırmalar da olanaklı hale getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kafile ayırma kararı, esnek ve açık atölye tipi üretim sistemi, iş önceliklendirme, genetik algoritma, karar destek sistemi



## **Section 19 Kapasite Planlama ve Dengeleme Projesi Türk Havacılık ve Uzay Sanayii**

### **Takım Elemanları**

Tuba BİRBİLEN, Kardelen DEVECİ, Bilge Dilay  
GÜZEL, Ekin ŞERİFOĞLU, İrem Nur TÜRKMEN, Tuğçe YILDIZ

### **Şirket Danışmanları**

Ecem CEPHE, Gizem DALCAN

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL

### **Özet**

Projemiz Türk Havacılık ve Uzay Sanayii'nin Airbus A320 Section 19 Montaj Hattı'nın kapasite planlaması ve hat dengelemesi üzerinedir. Hat üzerine set halinde giriş yapan altı plaka birtakım montaj işlemlerinden geçtikten sonra "shell" adı verilen forma dönüşmektedir. Firma bazı müşterilerine direkt olarak "shell" formunda satış yaparken, bazı müşterilerine ise "barrel" formunda yani 6 farklı shell tipinin birleştirilmesinden oluşan montajın tamamlanmış hâliyle satış yapmaktadır. Montaj hattında perçinler, manuel tezgahlar(coji) ve otomatik tezgahlar üzerinde iki farklı şekilde çakılmaktadır. Süreçlerde kullanılan manuel tezgahlar birbirinden farklı özelliktedir. Önümüzdeki 3 sene boyunca barrel talebinde önemli oranda artış gerçekleşecektir. Amaç, sistemdeki toplam kaynak sayısı ve işçi sayısını talebi karşılama kısıtıyla birlikte en küçükmektir. Simülasyon modeli kullanarak, mevcut sistemdeki darboğazların tespiti amaçlanmış, aylık hedefleri karşılama oranlarının analizi planlanmıştır. Matematiksel modelde probleme stratejik açıdan yaklaşmıştır, kullanılacak model "toplam planlama yaklaşımı" ile irdelenmiştir. Bu yaklaşım ile, problem çözümü için gerekli olan her aya ait işçi ve iş istasyonu sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte, simülasyon modeliyle matematiksel modelde ortaya çıkan sonuçların çeşitli senaryolarla değerlendirilmesi ve performans analizinin yapılması amaçlanmıştır. Matematiksel model Cplex OPL ile çözdürülmüş olup gerçek hayat senaryolarına uygun farklı senaryolar denenmiştir. Simülasyon modeli Arena programı ile kurulmuştur ve çıktıların performansı incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Montaj Hattı Simülasyonu, Toplam Planlama, Kapasite Planlama, Hat Dengeleme



## **Çok Modelli Motor Montaj Hattı Dengeleme ve Karar Destek Sistemi Tasarımı Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.**

### **Takım Elemanları**

Ceren İPEK, Derya NURCAN, Hayal Ece ÇELİK, Kübra  
GÜLCÜ, Selen Sude ÖREK

### **Şirket Danışmanları**

Emrah ŞAHİN

### **Akademik Danışmanlar**

Doç. Dr. Ayşegül ALTIN KAYHAN

### **Özet**

Proje, Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş. 'de motor montaj hattındaki verimlilik kayıplarını incelemektedir. Montaj hattı incelendiğinde hattaki problemin temel nedenleri "iş-işçi-istasyon atamasının herhangi bir analitik yönetme dayanmaması" ve "istasyonlar arasındaki dengesiz iş yükü dağılımı" dır. Çalışmada problemin çözümünü için üç farklı matematiksel model oluşturulmuştur. Modellerin amaçları sırasıyla çevrim süresini, çalışan işçi sayısını ve maksimum iş yükü sapsmasını en küçüklemektir. Cplex OPL ile çözümü alınan modellerin doğrulama analizi yapılmıştır. Geçerlilik analizi için ise, modelden elde edilen çevrim süresi ve gerçek sistemin çevrim süresi karşılaştırılarak tutarlı bir sonuç bulunmuştur. Karar destek sistemi ile iki farklı plan yapılabilmektedir.İlki tam kapasite çalışılması gereken yoğun dönemlerde çevrim zamanını en küçükleyip bu süre için mümkün olan en az sayıda işçi kullanmaya çalışılan planlardır. Diğeri çevrim süresinin kısıtlayıcı olmadığı dönemlerde kullanılmak üzere tasarlanmasına karar verilen atanan işçi sayısını en küçükleyen alternatif plandır. Karar destek sisteminin ürettiği çözümler pozisyon ağırlığı sezgisel metodu kullanılarak bulunmaktadır. Her bir motor tipi için ayrı çözüm alındığında, matematiksel model ile üretim adedinde %37,5 ve sezgisel yöntem ile %35 oranında artış sağlanmaktadır. Dolayısıyla, sezgisel yöntem ile alınan sonuçlar optimal değerlere %98,2 oranında yaklaşmaktadır. Ayrıca çok modelli hat dengelemesi için geliştirilen sezgisel metodun sonuçlarına göre, motor tiplerinin birlikte üretilmesiyle sistemin üretim kapasitesi %25 oranında artmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hat Dengeleme, Motor Montaj, Karar Destek Sistemi, Pozisyon Ağırlığı Metodu, Verimlilik





## **Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Talep Bazlı Dinamik Fiyatlandırma ile Gelir Maksimizasyonu ZORLU ENERJİ GRUBU**

### **Takım Elemanları**

Arda ASAROĞLU, Fatih ÖZKAYA, Hikmet Sena TAŞLI, Elif Su  
TÜZÜN, Büşra Tamay ONUR

### **Şirket Danışmanları**

Murat Can SİNİM, Recep ARSLAN

### **Akademik Danışmanlar**

Dr. Öğr. Üyesi Salih TEKİN

### **Özet**

Yerli elektrikli araç üretiminin paydaşlarından Zorlu Grubu'na bağlı Zorlu Energy Solutions markası, elektrikli araç kullanıcılarına yakıt temin edebilecekleri şarj istasyonlarıyla hizmet sunmaktadır. Elektrikli araçlar için farklı istasyon ve soket tipleri mevcuttur. Araçlar soket tipi uyumluluklarına göre şarj olabilmektedirler. Gelişmekte olan bu pazarda ortaya çıkan problemlerden biri de fiyatlandırma stratejilerindeki belirsizliktir. Bu çalışmada, ücretsiz hizmet veren şarj istasyonları için gelir maksimizasyonu amaçlanarak fiyatlandırma stratejisinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Üç zamanlı elektrik alış fiyatına rağmen pazarda hakim olan sabit fiyat stratejisinin aksine, dinamik fiyatlandırma yöntemi önerilmiştir. Bu sayede talebin puant ve yüksek maliyetli saatlerden, maliyetin düşük olduğu saatlere kaydırılması ve talepteki gün içi dalgalanmanın azaltılması amaçlanmıştır. Gerçek veri kullanılarak tatil ve hava durumunun talebe etkisi regresyon yöntemiyle analiz edilmiş; talebin haftanın günlerine ve gün içi saatlere dağılımı tespit edilmiştir. Fiyat alt ve üst limitleri için konuma bağlı özellikler belirlenmiş ve rakip istasyonlara olan mesafe ile bölgenin gelir düzeyi gözetilerek güç endeksi hesaplanmıştır. Talebi etkileyen değişkenler ve fiyat değişimine tepki gözetilerek bir talep fonksiyonu oluşturulmuştur. Kurulan ikinci derece karma tam sayılı matematiksel modellere ek olarak bir sezgisel algoritma geliştirilmiş ve Python dilinde kodlanarak farklı soket tipleri için dinamik satış fiyatları belirlenmiştir. Matematiksel modeller ve sezgisel algoritma gerçek veri ile test edilmiş; alınan sonuçlarda sabit fiyat stratejisine talep dengelemesi açısından %42, kârlılık açısından %54 oranında üstünlük kurulduğu görülmüştür. Son olarak, Visual Studio üzerinden C# ile bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu sayede, saatlik dinamik ve üç zamanlı dinamik olmak üzere şirkete iki farklı fiyatlandırma stratejisi ve talepteki göze alınabilir kayıp oranını seçebilme imkânı sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** elektrikli araç, akıllı şarj istasyonları, dinamik fiyatlandırma, gelir maksimizasyonu, karar destek sistemi



## DETAYLI PROGRAM

Saat	Proje Konusu
08:30-09:00	<b>Ford Otosan-</b> Parça Tedariği için Uygun Stratejilerin Belirlenmesi ve Kasa Seçimi
09:00-09:30	<b>Aygaz-</b> Çok Ürünlü Çok Aşamalı Tüpgaz Bütünleşik Tedarik Zinciri Projesi
09:30-10:00	<b>Karel-</b> Paralel Test Hatlarına Vardiya Atama ve Vardiya Sırasına Dayalı Çizelgeleme Karar Destek Sistemi
ARA – 15 dakika	
10:15-10:45	<b>Coca Cola İzmir-</b> Pet Şişeleme Hatlarında Üretim Planlama için Karar Destek Sistemi Tasarımı
10:45-11:15	<b>Coca Cola İstanbul-</b> Bizim Toptan Market için CCI Ürünlerinin Talep Tahmini ve Lojistiği
11:15-11:45	<b>Casa De Maris Hotel-</b> Talep Tahmini ve Fiyat Optimizasyonu
ARA – 15 dakika	
12:00-12:30	<b>EnerjiSA-</b> Acil Durum Envanter Atama ve Rotalama Karar Destek Sistemi
12:30-13:00	<b>Türk Traktör-</b> Çok Modelli Motor Montaj Hattı Dengeleme ve Karar Destek Sistemi Tasarımı
ÖĞLE ARASI – 60 dakika	
14:00- 14:15	<b>Proje Yarışması Açılışı</b>
14:15-14:45	<b>Zorlu Energy Solutions-</b> Elektrikli Araç Akıllı Şarj Sistemlerinde Talep Bazlı Dinamik Fiyatlandırma ile Gelir Maksimizasyonu
14:45-15:15	<b>TAI-</b> Section 19 Montaj Hattı Kapasite Planlama ve Dengeleme Projesi
15:15-15:45	<b>Borusan Enerji-</b> Rüzgar Elektrik Santralinde Enerji Depolama Sistemi Kullanım Optimizasyonu
ARA – 15 dakika	
16:00-16:30	<b>Eczacıbaşı-</b> Vitra Seramik Sağlık Gereçleri için Fırın Verimlilik İyileştirmesi ve Sırlama Operasyon Planı Oluşturma
16:30-17:00	<b>Roketsan-</b> Kafile Bölünmesine Olanak Veren Esnek ve Açık Atölye Tipi Çizelgeleme
17:00-17:30	<b>Borusan ARGE-</b> Kapasiteli ve Zaman Pencereci Araç Rotalama ve Dock Çizelgeleme Optimizasyonu
POSTER ALANINA GEÇİŞ	
17:30-18:00	Poster Sunumları ve Poster Yarışması
18:00-18:45	Ödül Töreni ve Kokteyl