

# UZAY VE HAVACILIK SAVUNMA SANAYİİNDE BOEİNG 737 ELEVATÖR MONTAJ HATTININ ÇİZELGELEME VE DENGELEME YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ VE UYGULAMASI

(ENM 411 Endüstri Mühendisliğinde Tasarım II Proje Raporu)

Zehra Helin Tekin

Mert Çağlayan

Zeliha Sevim

Alperen Sağırkaya

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Haziran 2023

## ÖZET

Montaj hattı dengeleme ve çizelgeleme problemi, birçok imalat şirketinin karşılaştığı bir problemdir. Üretim tamamlanma zamanını en aza indirmek ve verimliliği en üst düzeye çıkartmak amacı için istasyon sayısının sabit tutulurken çevrim zamanının enküçüklenmesini ya da çevrim zamanı sabit tutulurken istasyon sayısının enküçüklenmesini amaçlamaktadır. Tüm bunlar yapılırken en verimli metot ve süreç ile yapılmasını içermektedir. Bu raporda Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'nin üretim hattında bulunan Boeing 737 elevatör montaj hattının eniyilenmesi amaçlanmaktadır. Yeni kurulan montaj hattının analiz edilmiş, mevcut montaj hattının üretim taleplerini karşılamadaki etkinliği incelenmiştir. Bu süreçlerde hat üzerindeki taşımalar, üretim kısıtları, üretime hazırlık süreleri, ara stoklar, üretim sistemine atamalar ve çizelgeleme, üretim hattında oluşan darboğazlar, montaj hattının mevcut kapasitesi incelenecektir. Literatür taraması ile, probleme dair ortaya konulan yaklaşımlar ve çözümler, alandaki en son raporlar ve yeni gelişmeler incelenmiştir. Tüm bu incelemeler sonucu sistem analizi ve tanıtımı yapılmış, sistemde mevcut problem ve probleme sebep olabilecek olası bulgular ortaya konmuş ve literatürde bu tip problemlerin çözümü için geliştirilen metodolojiler araştırılmış ve problemi çözümlmek amacı ile sistemin simülasyonu kurulmuş ardından matematiksel model ile dengeleme sağlanmıştır. Kurulan matematiksel model ile istasyonlara işler atanarak optimal dengeleme yapılmıştır. Nihayetinde Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'nin Boeing 737 montaj hattında üretim kapasitesi arttırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Montaj Hattı Dengeleme, Tip-1 Montaj Hattı Dengeleme Problemleri, Matematiksel Modelleme, Eniyileme

Sayfa Adedi : 86

Danışman : Doç. Dr. Hakan ÇERÇİOĞLU

## İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
GİRİŞ .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 2 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
MONTAJ HATTI Dengeleme KONUSUNA GENEL BAKIŞ .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.1 Montaj Hattı Dengeleme .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.1.1 Montaj Hatlarının Dengelenmesinde Kullanılan Temel Kavramlar.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.2 Montaj Hattı Dengeleme Problemleri .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.2.1 Montaj Hattı Dengelemedeki Kısıtlar.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.2.2 Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin 3 Ana Başlığı .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.3 Çözüm Yaklaşımları Genel Sınıflandırma .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.3.1 Analitik Yöntemler .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.3.2 Sezgisel Yöntemler.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.3.3 Benzetim Teknikleri .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 3 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
SİSTEMİN TANIMI.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1 Sistemde Yer Alan Ürünler .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1.1 Boeing 737 Elevatör Sistemi .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1.2 Boeing 737 Spar .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.2 Sistemde Yer Alan Makineler .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.3 Sistemde Yer Alan Yardımcı Ekipmanlar.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.4 Sistemde Var Olan İş Gücü.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.5 Süreçlerde Kullanılan Ekipmanlar .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.6 Sistemde Yer Alan Süreçler .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 4 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
SİSTEMİN ANALİZİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1 Öncelik Diyagramı .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1.1 Spar Delik İşlemleri.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1.2 Main Koji ve Robot İşlemleri .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1.3 Out of koji/Spar Montaj/Main Koji İşlemleri.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.1.4 Main Koji İşlemleri .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

4.2 Çalışılan Montaj Hattı Tipinin Analizi .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 5 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
PROBLEMİN BELİRLENMESİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.1 Problemin Tanımı.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.2 İncelenecek Durumlar .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.3 Proje Sonunda Cevaplanacak Sorular .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.4 Problem Varsayımları .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.5 Problemin Literatür ile İlişkilendirilmesi .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
5.6 Amaç .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 6 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ İÇİN TEORİK ARAŞTIRMA VE ÇÖZÜM METODOLOJİSİNİN BELİRLENMESİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
6.1 Tip-1 Montaj Hattı Dengeleme Problemi İçin Optimal Çözüm Önerisi .	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
6.1.1 0-1 Tam Sayılı Programlama Modeli .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
6.2 Tip-1 Montaj Hattı Dengeleme Problemi İçin Sezgisel Çözüm Metodları	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
6.2.1 Comsoal Metodu.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
6.1.2 Pozisyon Ağırlığı Yöntemi (Ranked Positional Weight Method - RPWT)	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 7 .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
UYGULAMA .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.1 Mevcut Hattın Kurgusu .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.1.1 Hattın Çıktısı.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.2 Matematiksel Model.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.3 Gams Kullanarak Modelin Çalıştırılması.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.4 Program Kodları .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5 Program Çıktıları.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5.1 16 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5.2 17 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5.3 18 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5.4 19 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
7.5.5 20 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

7.5.6 21 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.5.7 22 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.5.8 23 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.5.9 24 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.5.10 30 Çıktı Üzerinden Optimum Atama.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.6 Sonuçların Karşılaştırılması .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.7 Simülasyon Çalıştırılması .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.7.1 Çevrim Zamanı 1137 Olduğunda Kurgu .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.7.2 Çevrim Zamanı 940 Olduğunda Kurgu .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.7.3 Çevrim Zamanı 720 Olduğunda Kurgu .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.8 Mevcut Hattın Analizi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.9 Alternatif-1 Analizi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.10 Alternatif-2 Analizi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.11 Hedef Analizi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
KAYNAKÇA.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
EKLER.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

