

# ÇİZGİ TAKİP EDEN MOBİL RESTORAN SERVİS TOPLAMA ROBOTUNUN TASARIMI, KONTROLÜ VE ÜRETİMİ

Burak GÜNGÜL Sinan KARAMAN, Enes MERMER, Mustafa ÖZKARA  
Danışman: Doç. Dr. Levent MALGACA, Dr. Öğr. Üyesi Murat AKDAĞ, Prof. Dr. Mine DEMİRİSOY  
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Mobil robotlar lojistikte, taşınacak olan maddeleri sorunsuz olarak ileten, insan gücü kullanımını en aza indiren güvenilir teknolojileri ile yer almaktadır.

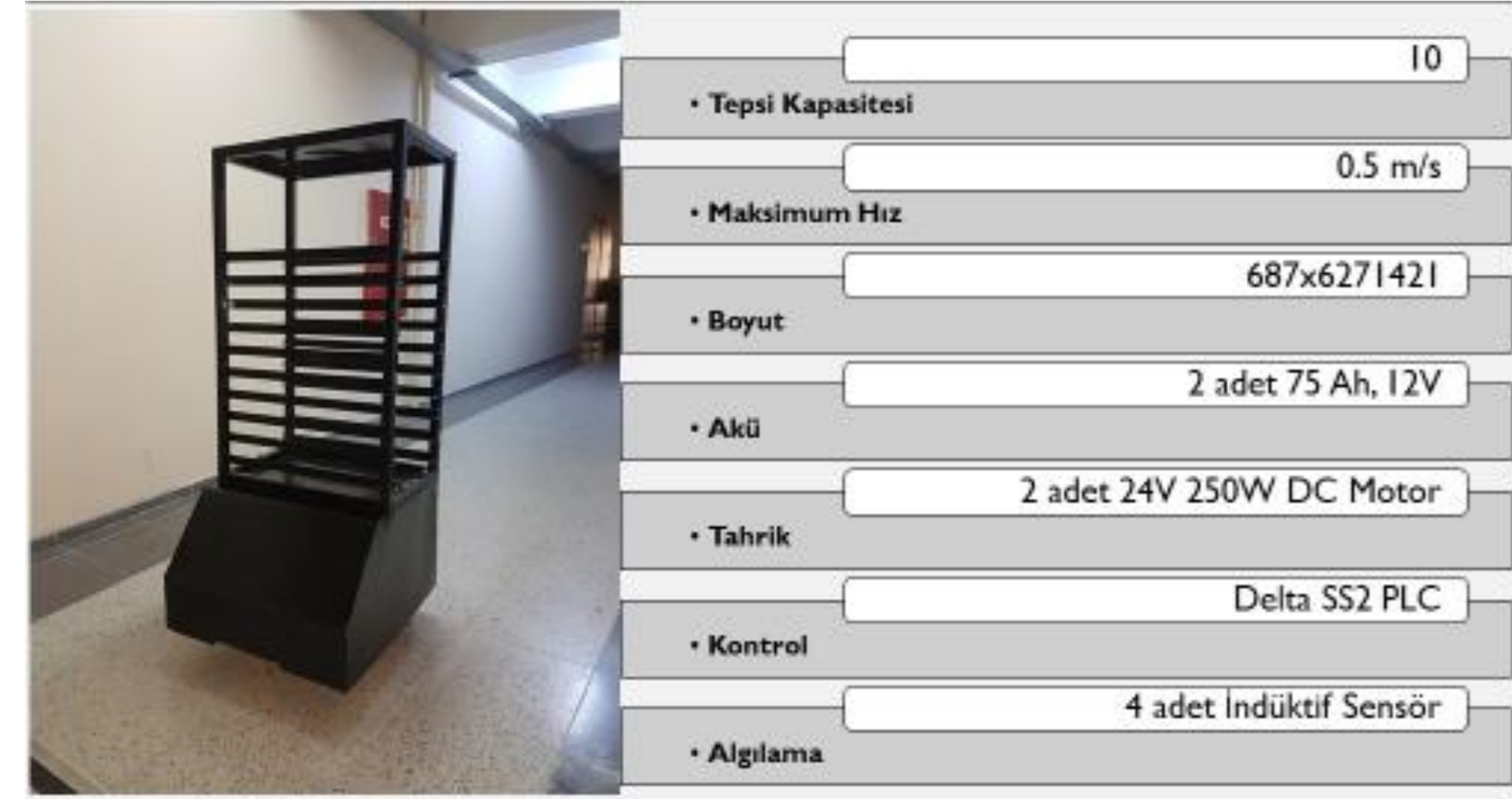
Mobil robot teknolojisi üzerinde araştırmalar yapılarak Dokuz Eylül Üniversitesi sosyal tesisler yemekhanesinde servis elemanlarına yardımcı olması amacıyla çizgi izleyen mobil servis robotu yapma kararı alınmıştır.

## GİRİŞ

Robotun çalışma koşulları ve istenen çalışma koşulları dikkate alınarak, çalışma alanı belirlenmiş ve bu çalışma alanına göre bir tasarım oluşturulmuştur. Robotun kendi ağırlığıyla birlikte taşıyacağı yükün ağırlığı ulaşması gereken maksimum hız, ivme üzerine uygulanacak direnç kuvvetler her biri bir bileşen olarak ele alınıp robot için gerekli güç ve tork değerleri elde edilip bu duruma göre motor ve akü hesabı yapıldı, seçilmiştir.

Üretim aşamasında çelik konstrüksiyon olan profiller tasarıma göre şekillendirilmiş ve kaynaklı imalat yöntemleriyle üretimi tamamlanmıştır. Standart parçalar hazır olarak alınıp, üretilen ve alınan parçaların montajı gerçekleştirilmiştir.

Belirlenen iş tanımını yerine getirebilmesi için yazılım hazırlanmıştır. Bu yazılım için Solidworks'ten ve Matlab'ten elde ettiğimiz analiz ve hesaplamalar sonucunda WPLSoft programında yazılım gerçekleştirilip senaryoya uygunluğu sağlanmıştır.



## TASARIM

Tasarım yapılırken kullanışlı olması, otomasyona uygunluğu ve düşük maliyetli olması göz önünde bulundurulmuş kriterlerdir.

Mobil servis robotunun en önemli özelliklerinden biri de fonksiyonel olmasıdır. Tepsi taşıma görevi gören üst bölüm sökülüp takılabilir şekilde tasarlanmıştır. Üst bölümün tasarımı değiştirilerek endüstride farklı amaçlara hizmet edebilir.



Şekil 1. Mobil Servis Robotu Tasarlanan Şekil

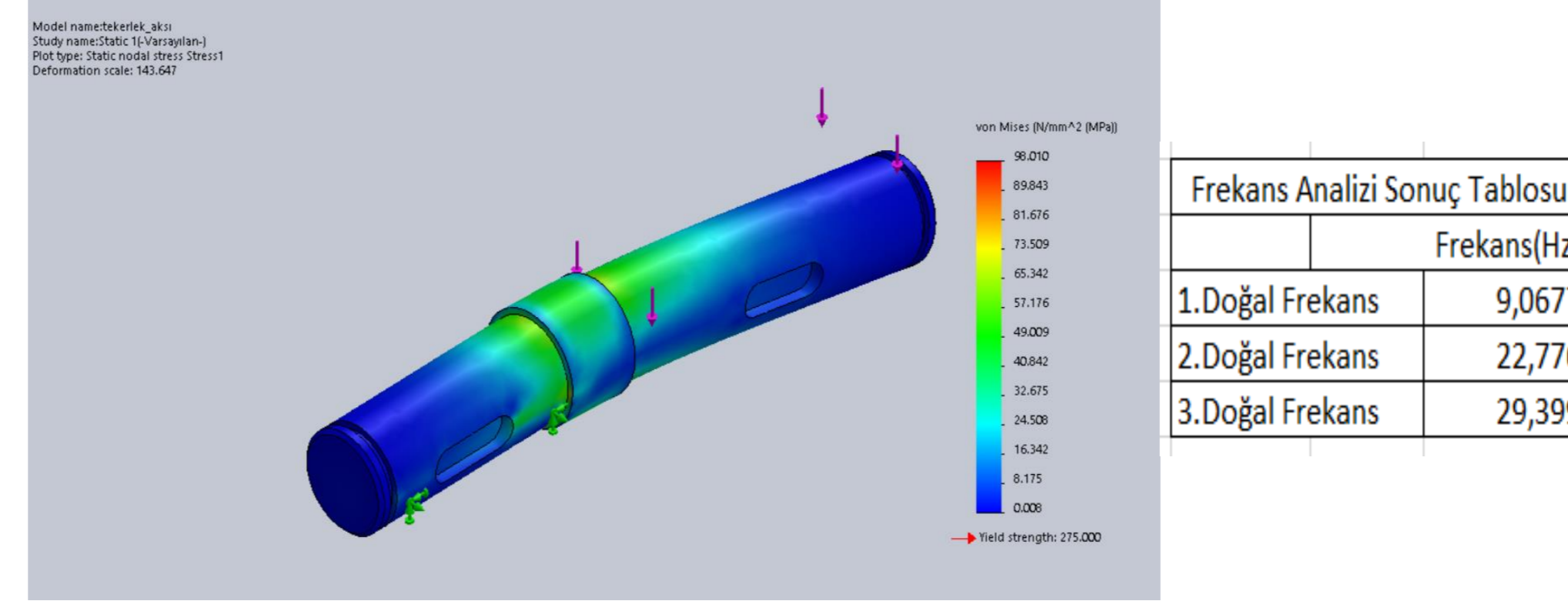
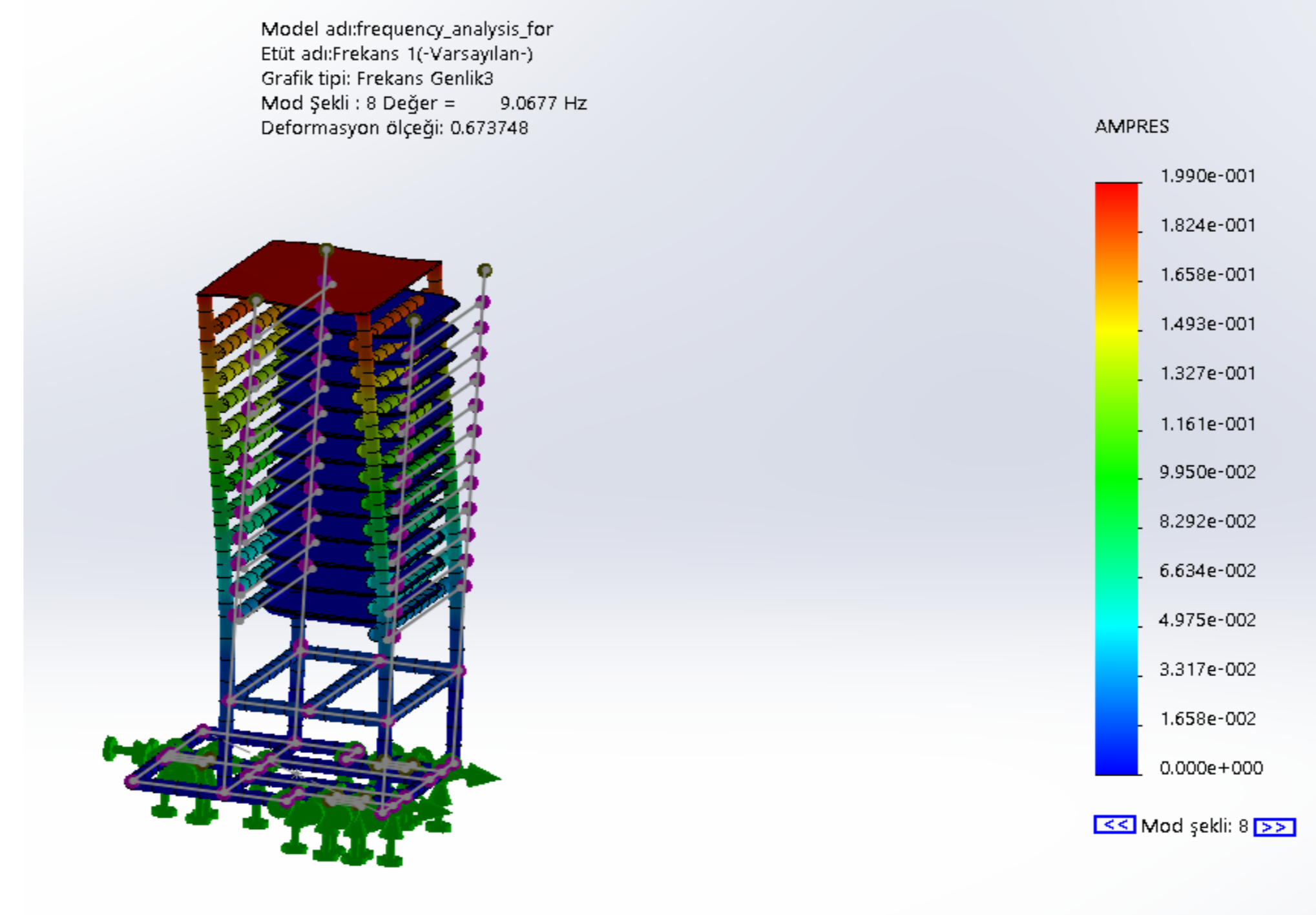
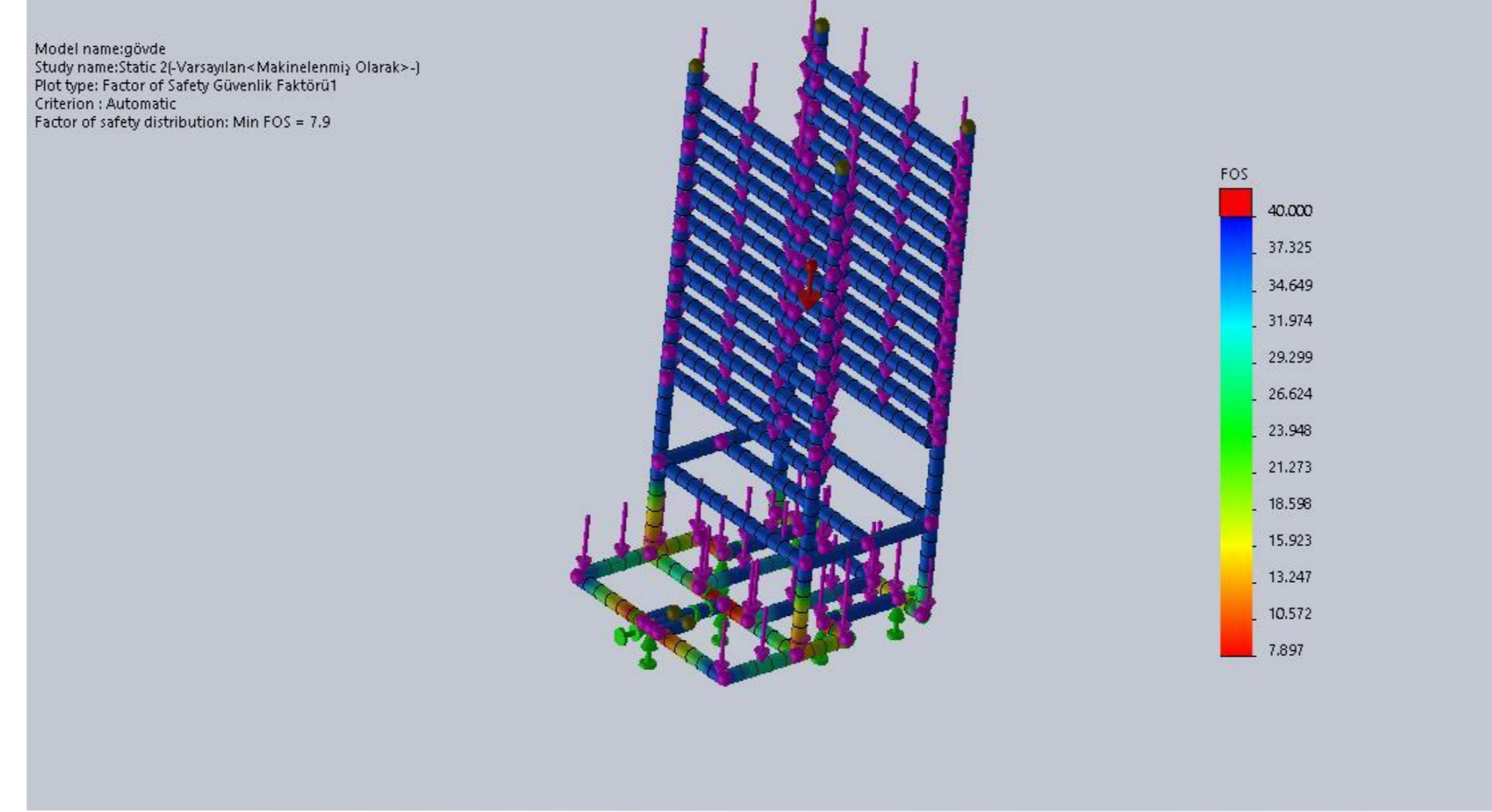
## ANALİZ

Diştan dışı 687 mm uzunluk, 627 mm genişlik ve 1421 mm yükseklik olacak şekilde profil elemanlar kullanılarak robotun analiz modeli oluşturulmuştur.

Profil malzemesi St-37 den imal edilmiş olup toplam ağırlık 250 kilogramdır.

Bu koşullar göz önünde bulundurularak gövde için statik ve doğal frekans analizi, motor mili için ise statik yapısal analiz yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda gövde konstrüksiyonu 7 kat, mil ise 3 kat emniyet katsayısına sahiptir. Frekans analizi sonucunda ise sistemin rezonansa girme riski bulunmamaktadır.



Şekil 2. Mobil Servis Robotunun ve Motor Milinin Analiz Sonuçları

## ÜRETİM

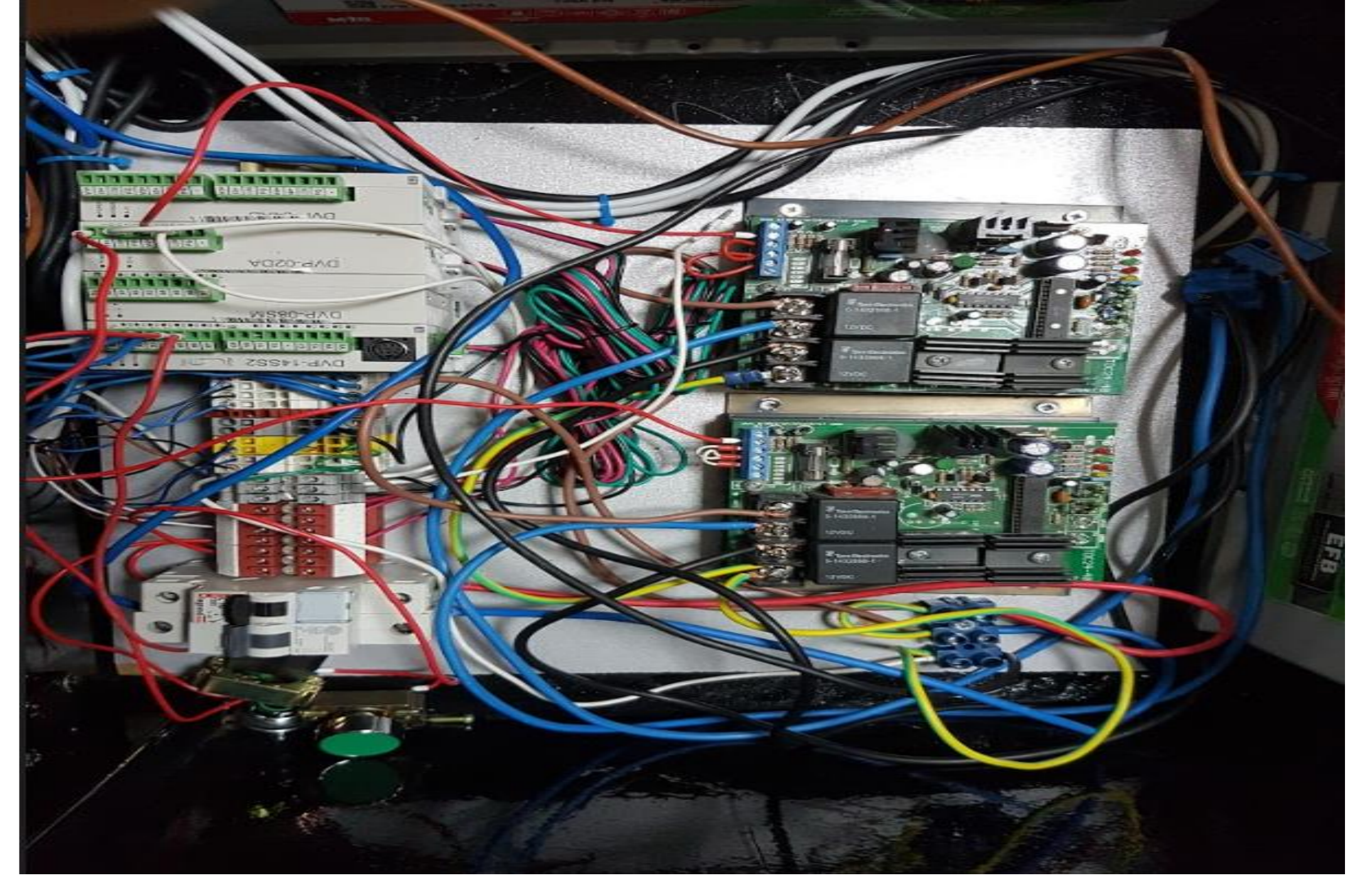
Bu bölüm mobil robotun proje kapsamında üretim ve montaj işlemlerini içermektedir. Robotun tasarıma uygun üretilebilmesi için ilk önce üretim aşamaları planlanmıştır. Bu aşamaların ilk adımı, tasarımda öngörülen mamullerin ve yarı mamullerin en uygun kaynaklardan tedarik edilmesidir.

Mobil robotun gövdesi iki parçadan oluşmaktadır. Birinci kısım panonun, akülerin bulunduğu tekerleklerin ve motorların montajının yapıldığı hareketi sağlayan kısımdır. İkinci kısım ise tepsilerin ve bardakların yerleştirileceği kısımdır.



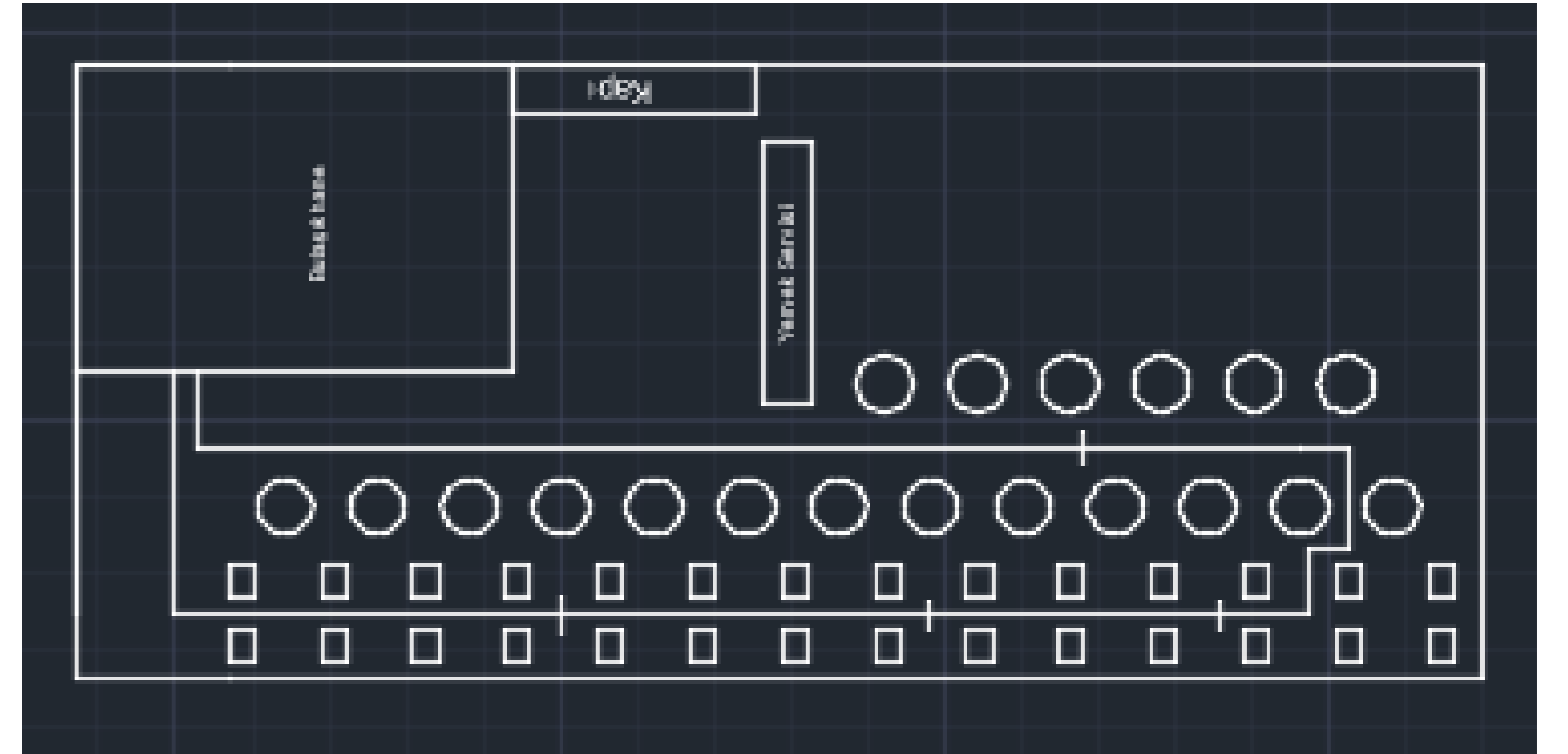
Şekil 3. Mobil Robotun Genel Görünümü

## OTOMASYON



Şekil 4. Otomasyon Panosu

Kontrolcü olarak PLC tercih edilmiştir, bunun sebebi ise Arduino vb. kartların endüstriyel kullanımdan çok hobi aracı olarak kullanıma uygun olmasıdır. Projemizde Arduino sadece PLC'ye yardımcı olarak kullanılmıştır. Piyasada birçok firmanın PLC'leri bulunmaktadır ve tarafımızca Delta PLC kullanılması tercih edilmiştir. Bizleri bu sonuca iten konu ise tamamen kullanacağımız sensörlerle alakalıdır. Okulumuzda bulunan Siemens 12/24R PLC'ler enkoder ile uyumlu çalışmadıkları için Delta PLC kullanımı uygun görülmüştür. Delta PLC seçiminde bir diğer önemli nokta giriş çıkış pin sayıları olmuştur Seçilen DVPSS2 kodlu Delta PLC'nin resmi Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 5. Restoran Krokisi ve Takip Edilecek Çizgi

Kontrol senaryomuz ise robotun hareket alanı daha önceden anlatıldığı üzere bir restoran zeminine çizilen çizginin üzeri olacaktır. Bu sebeple uygun yerlerde durak yapılması başlıca önceliğimiz olmuştur. İşe ilk olarak Şekil 4.5'te gösterilen Eylül Restoran'ın krokisi çizilerek başlanmıştır. Çalışanlarla sıkça görüşülerek problemler dinlenmiştir ve çalışma sırasındaki hareket koşulları yerinde incelenmiştir. Bunun sonucunda dört durak yapılması uygun görülmüştür. Bununla birlikte restoran personelinin elinde bulunan bir kumanda ile robotumuzun en yakın durağa çağırılmasına karar kılınmıştır. Bu duraklarda yüklenen tepsiler ise daha sonra en kısa yoldan bulaşıkhaneye gönderilecek ve tekrar çağırılana kadar orada komutu bekleyecektir.

## TEŞEKKÜR

Başta bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bir yıl boyunca değerli bilgilerini bizlerle paylaşan, akademik ve kişisel tecrübelerinden ziyadesizle faydalandığımız saygıdeğer danışman hocamız Doç. Dr. Levent MALGACA'ya, üretim ve tasarımın her aşamasında bize yol gösteren değerli bilgi ve tecrübelerini bize aktaran Dr. Öğr. Üyesi Murat AKDAĞ'a, donanım ve yazılım konusunda her türlü sorumuza yanıt alabildiğimiz ve yardımlarını bizden esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Şahin YAVUZ'a, Arş.Gör. İpek LÖK'e, Arş.Gör. Murat HOCAOĞLU'na, Arş.Gör. Mehmet UYAR'a, değerli bilgi ve tecrübelerini bize aktarıp yol gösteren ayrıca motor ve sensörlerin temininde bize yardımcı olan değerli mühendis büyüğümüz ROBOS AGV LTD.ŞTİ kurucu ve yöneticisi Enver Burak KORÇAK'a, akü temininde bize yardımcı olan saygıdeğer MUTLU AKÜ LTD.ŞTİ. Satış ve Sevkiyat sorumlusu Derya BOZKIR'a, sac işlerimizde bize en iyi şekilde yardımcı olan HÜRTEM METAL Genel Müdürü Fatih TOPÇU'ya, üretim aşamasında her türlü desteği sağlayan Mehmet MUTLU'ya, tahrik tekerlekleri makina elemanları tedarik etmede yardımcı olan Naim BÜTE'ye ayrıca bu çalışmayı destekleyen Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Mühendislik Fakültesi Dekanlığına ve Makina Mühendisliği Bölümü Başkanlığına içten teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- [1] Sabattini L, Digani V, Secchi C, Cotena G, Ronzoni D, Foppoli M, et al. Technological roadmap to boost the introduction of AGVs in industrial applications IEEE international conference on intelligent computer communication and processing (ICCP);
- [2] Mahadevan B, Narendran TT. Design of an automated guided vehicle-based material handling system for a flexible manufacturing system. Int J Prod Res 1990;28(9):1611-22.
- [3] Impact of retirement on risky driving behavior and attitudes towards road safety among a large cohort of French drivers (the GAZEL cohort). Scand. J. Work Environ. Health 34 (4), 307-315.
- [4] Oleari F, Magnani M, Ronzoni D, Sabattini L. Industrial AGVs: toward a pervasive diffusion in modern factory warehouses. In: Proceedings of the IEEE international conference on intelligent computer communication and processing (ICCP). Cluj-Napoca, Romania; 2014. p. 233-8