

# RESTORANLAR İÇİN MOBİL SERVİS ROBOTU TASARIMI VE GARSON TAKİP YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ

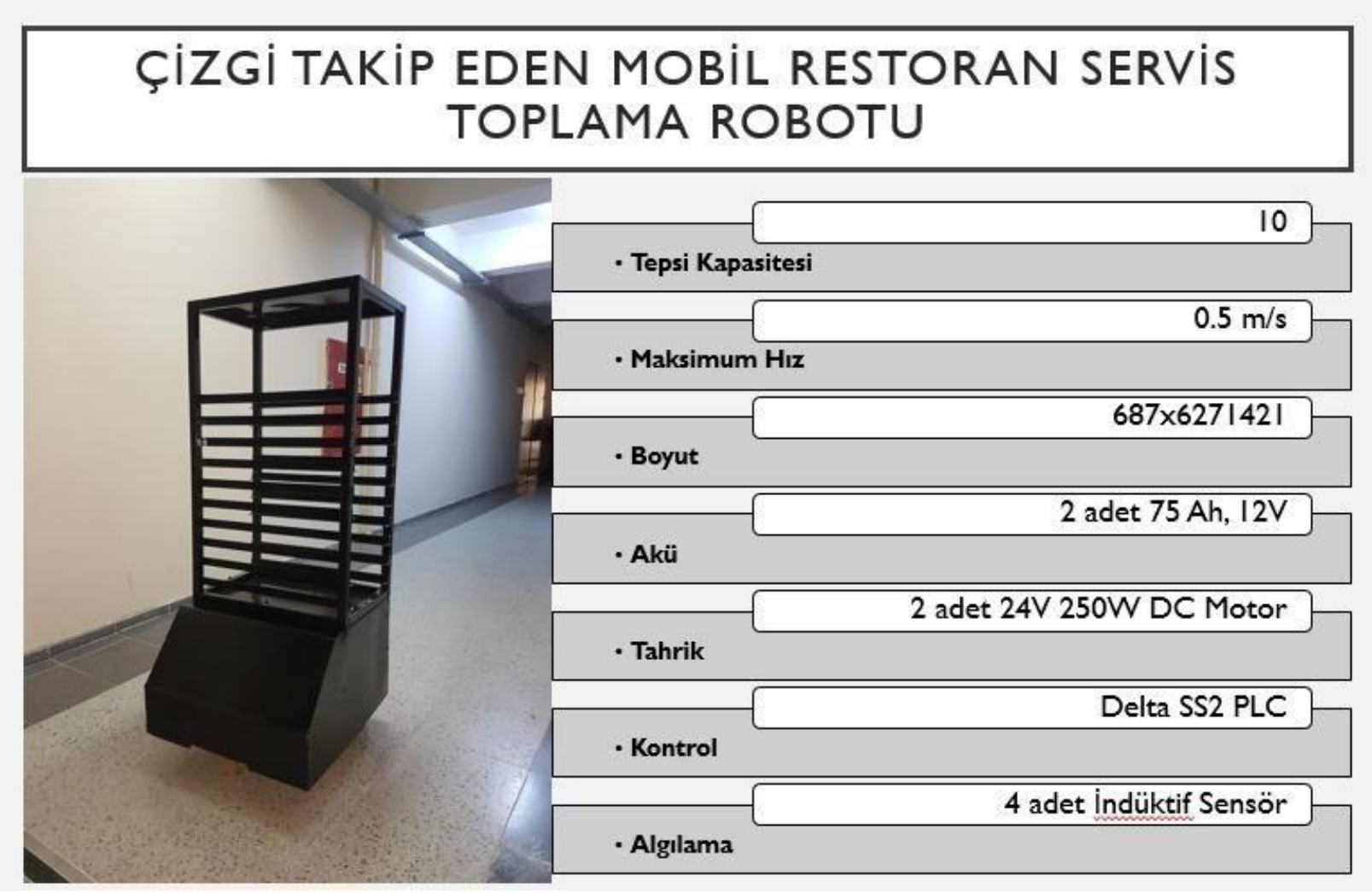
ŞEFİKA GONCA AKÇAY, FAKİ MURAT YILDIZTEKİN, UFUK SEMİH KARCI, OĞUZHAN ÖRNEK  
Danışmanlar: Doç. Dr. Levent MALGACA, Dr. Öğr. Üyesi Murat AKDAĞ, Prof. Dr. Mine DEMİRSOY  
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

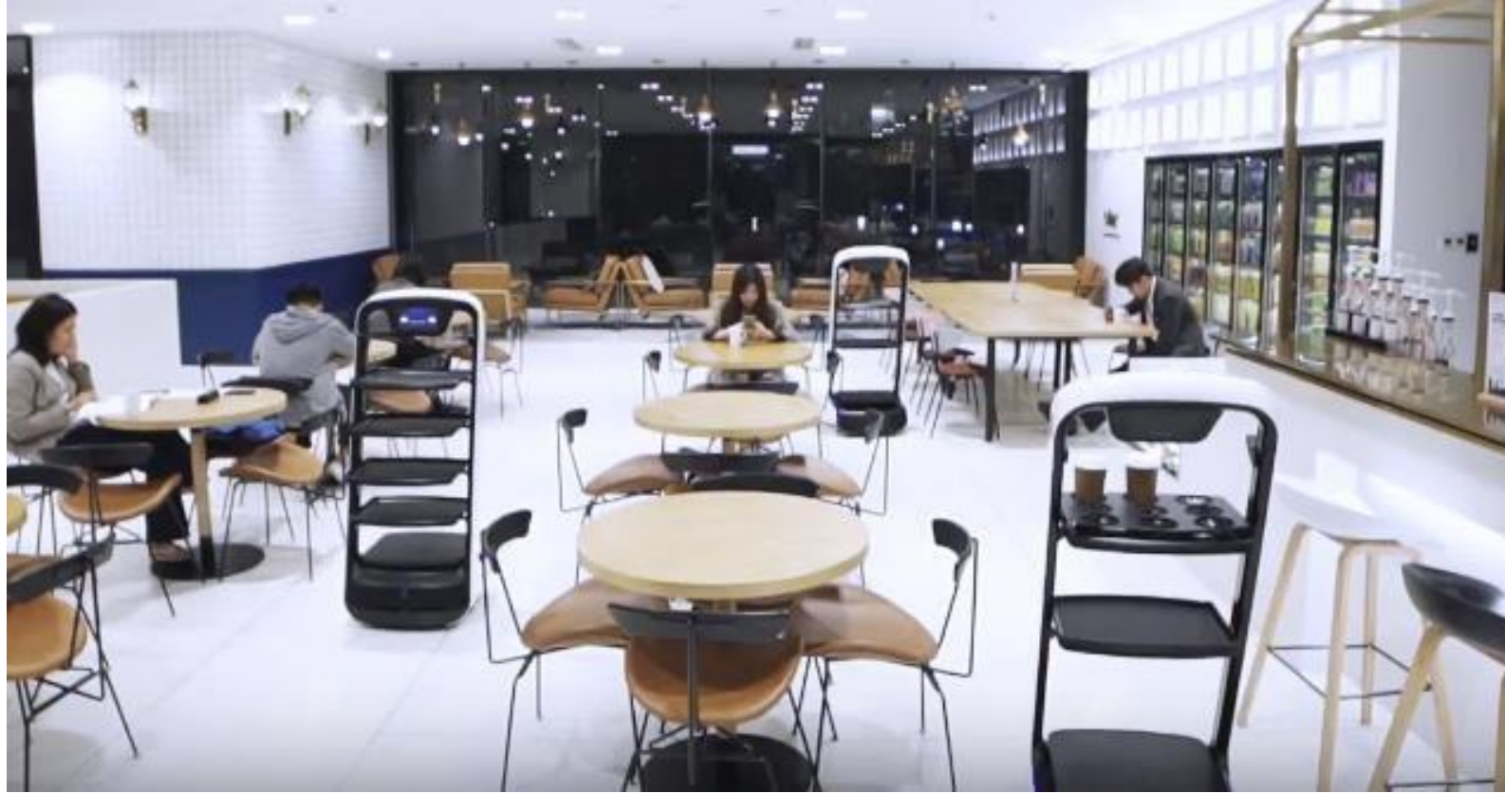
Bu proje kapsamında gerekli ihtiyaçlar doğrultusunda restoranlar için garson takip yazılımı oluşturularak, otonom olarak çalışabilen, servis yapma veya servis toplama yapabilen bir robot tasarımı ve üretimi amaçlanmıştır.

## GİRİŞ

2017/2018 Eğitim-Öğretim yılında Şekil 1'de verilen robot çizgi takip eden mobil restoran servis toplama robotu olarak üretilmiştir. Robot çizgi takibi yaptığı için sadece belirli bir alanda çalışma gösterebilmektedir. Bu durumda revizyon olarak başlanan proje yerine yeni bir tasarım ve kontrol sistemiyle daha az maliyetli, eski projeden bağımsız bir mobil servis robot projesine başlanmasına karar verilmiştir.

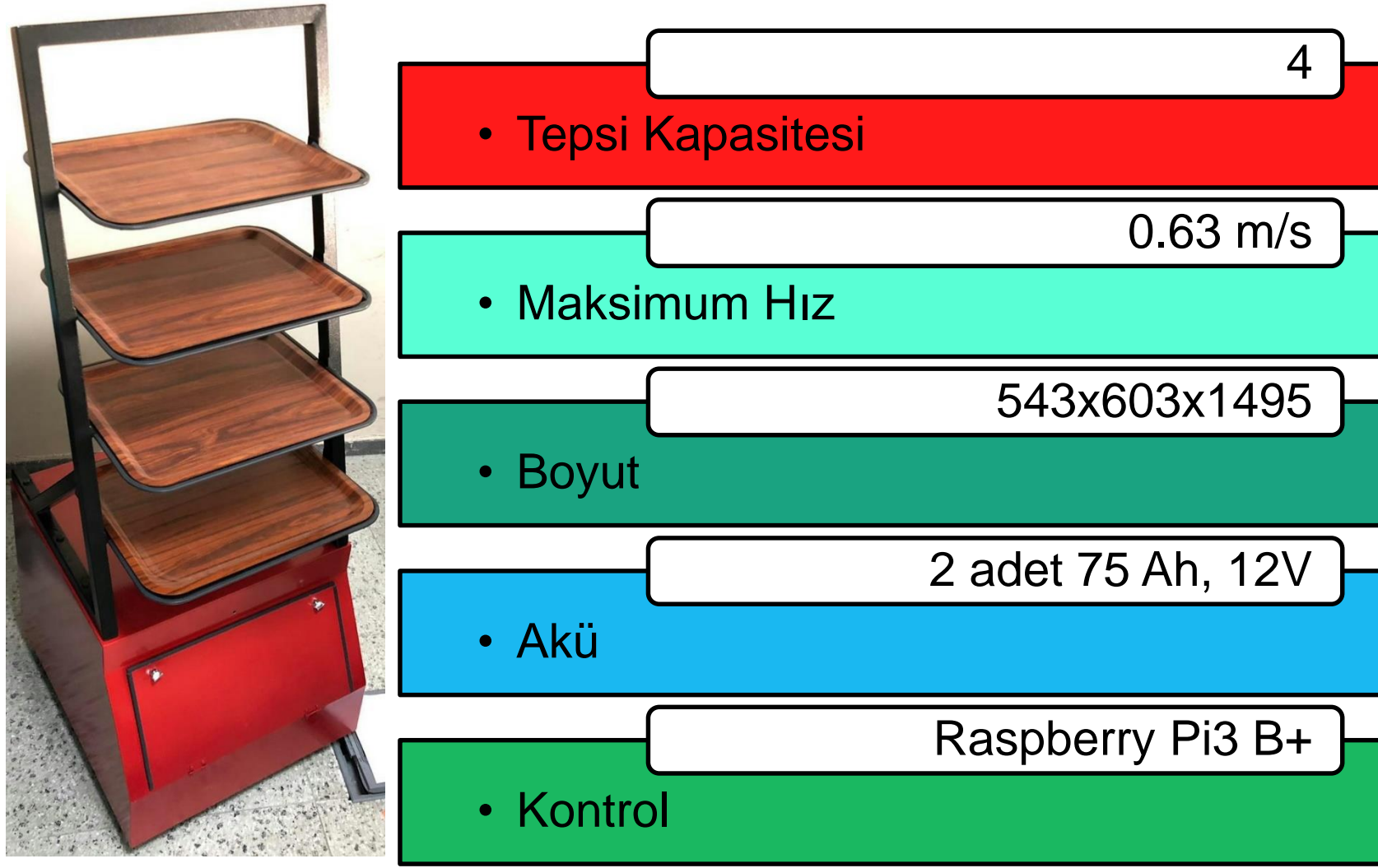


Şekil 1. 2017-2018 Öğretim yılında üretilmiş olan mobil servis robotu ve teknik özellikleri [1]



Şekil 2. PuduBot ve çalışma ortamı [2]

PuduBot'un 2 tepsili olarak üretilmiş olan serisi 8500 \$, 4 tepsili olarak üretilmiş olan serisi 10000 \$'dan satılmaktadır.

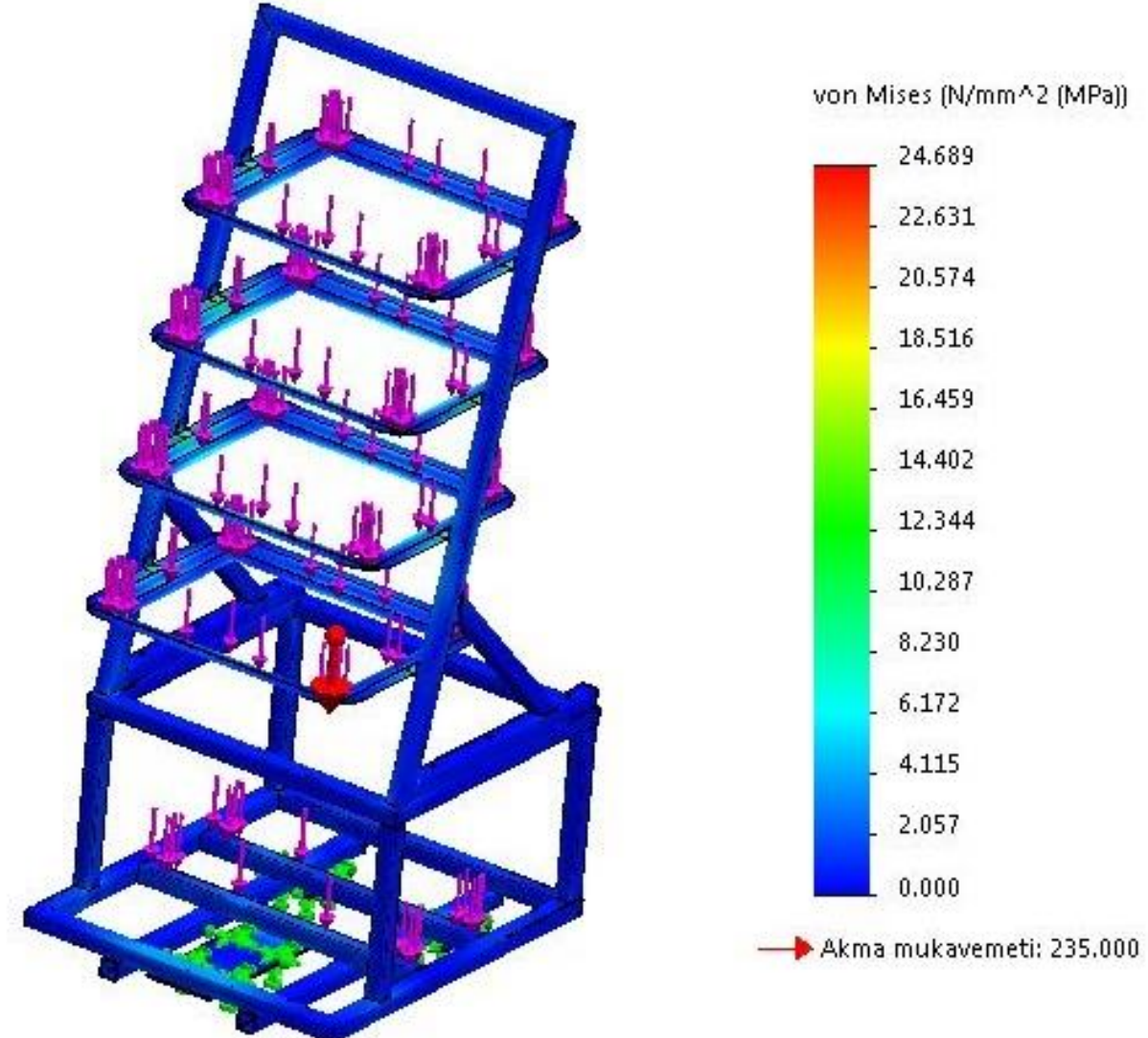


Şekil 3. Üretilen mobil servis robotu ve teknik özellikleri

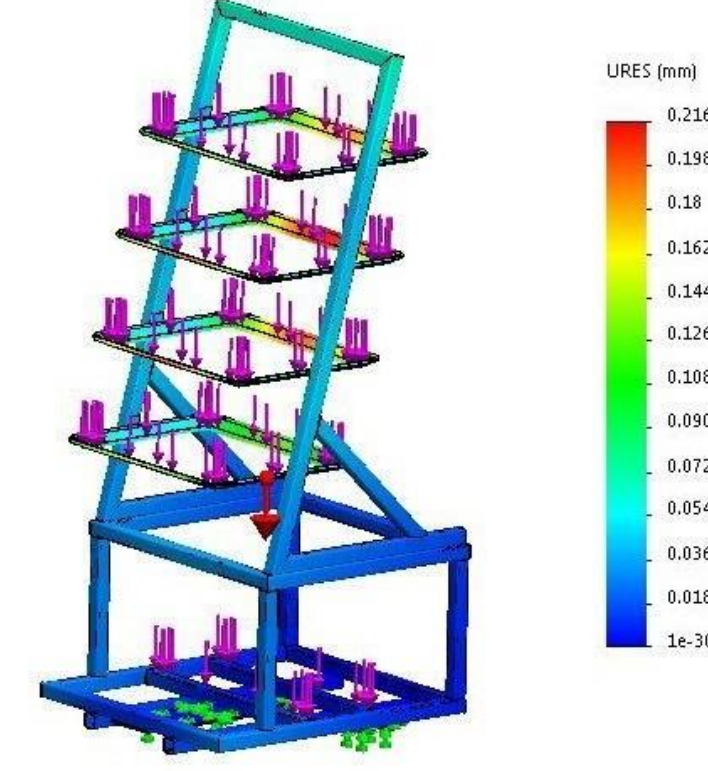
2017-2018 Öğretim yılında üretilmiş olan robot ile bu sene üretilmiş olan robot kıyaslandığında hem tasarım hem de yazılımsal yönden değişiklikler olmuştur. Önceki projede PLC ile kontrol sağlanırken bu sene üretilen servis robotunda Raspberry Pi 3 B+ ile kontrol sağlanmıştır.

## ANALİZLER

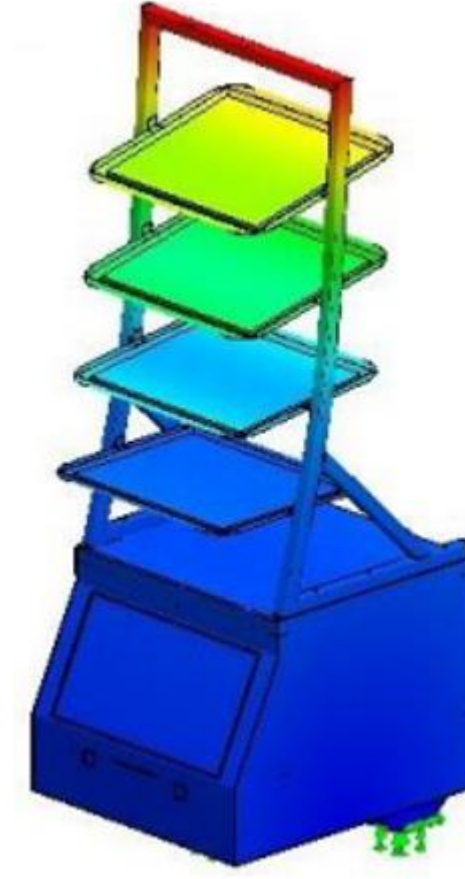
Dıştan dışı 603 mm uzunluk 543 mm genişlik ve 1495 mm yüksekliğe sahip bu mobil robotta tasarım yapılırken alt kısımda pano ve akü bu kısmın şekillenmesinde, üst gövde de ise minimum maliyet ile en yüksek rijitlik ve şıklık yakalanması amaçlanmıştır. Profil malzemesi St-37 olup toplam ağırlık 110 kilo gelmektedir. SolidWorks programı üzerinden modeller tasarlanıp analizleri oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda gövde konstrüksiyonu 9.519 kat emniyetli çıkmıştır. Statik analiz dışında frekans analizi de gerçekleştirilmiştir ve sistemin rezonans riskinin bulunmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. Gövde üzerinde oluşan gerilme değerleri

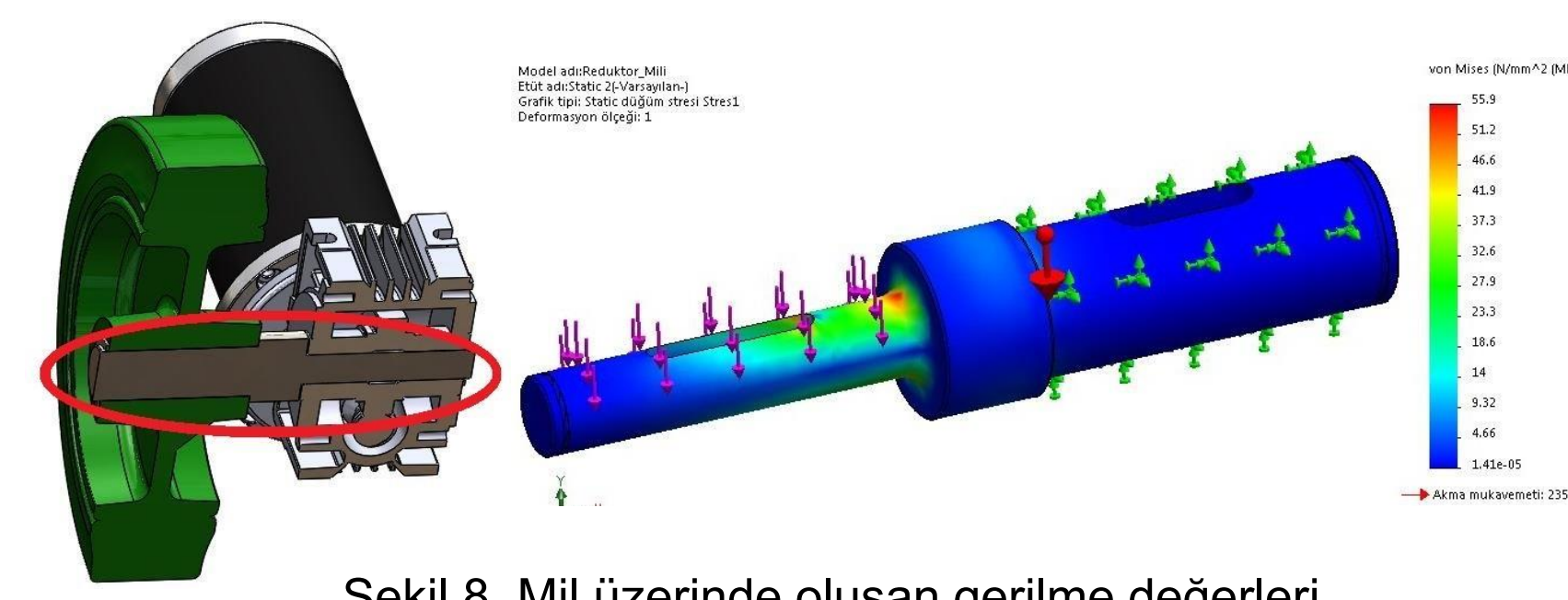


Şekil 5. Gövdenin yer değiştirme sonuçları



Şekil 6. Frekans analizi 2. mod şekli

Redüktör mil için de ayrıca analizler yapılmıştır. Gerilmeler, yer değiştirme ve emniyet katsayısı değerleri bulunmuştur.



Şekil 8. Mil üzerinde oluşan gerilme değerleri

Milin gerilme değerlerine bakılacak olursa maksimum 55.9 MPa gelmektedir. Akma mukavemeti 235 MPa olduğundan problem teşkil etmemektedir. Maksimum yer değiştirme 0.0511 mm olurken emniyet katsayısı 4.2 gelmektedir.

## ÜRETİM

Bu bölüm mobil robotun proje kapsamında üretim ve montaj işlemlerini içermektedir. Robotun tasarıma uygun üretilmesi için ilk önce üretim aşamaları planlanmıştır.

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



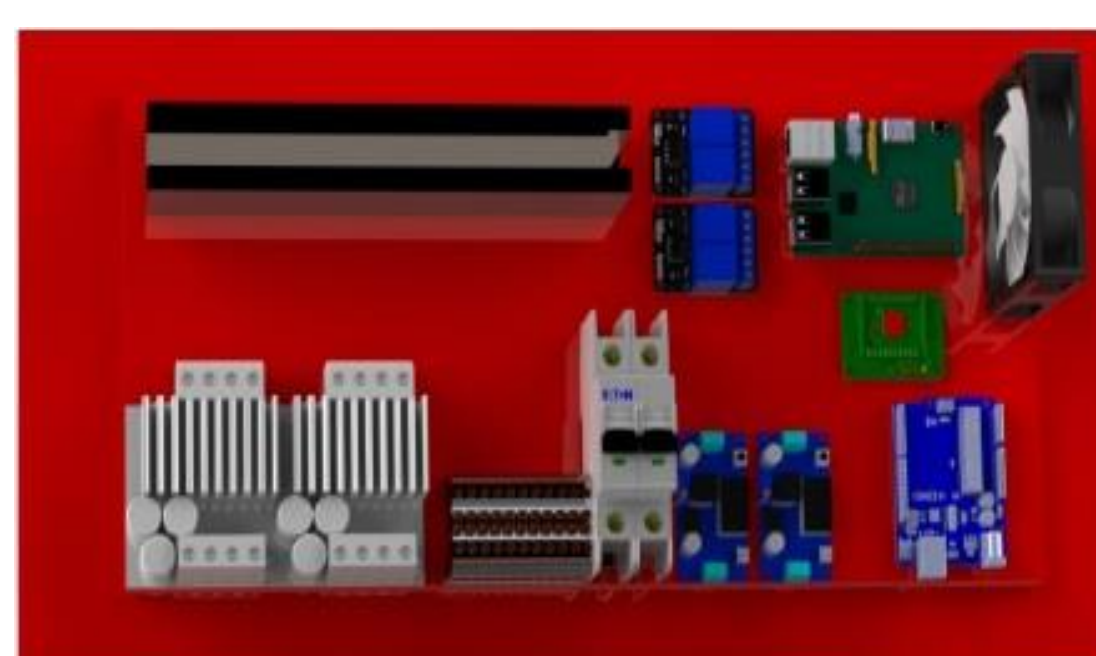
Şekil 9. Mobil robotun prototip üretimi



Şekil 10. Kontrol panosu

## KONTROL

Mobil robotun kontrolünde, bilgisayarlı görme algoritmalarını yerine getirebilecek, aynı zamanda motor kontrollerini sağlayabilecek bir kontrolcü olarak Raspberry Pi 3 B+ tercih edilmiştir. Bu amaçla OpenCV Kütüphanesi kullanılmıştır.



Şekil 10. Kontrol panosu

Mobil robotun kontrolünde farklı çalışma modları geliştirilmiştir. Bunlar;

1. Otonom Çalışma: Robot bu modda çalışırken tanımlı masalar arasında otonom olarak hareket edebilmektedir. Bu çalışma şekli sayesinde robot istenilen herhangi bir masaya gidebilir, gitmesi gereken masalardan sonra diğer servisleri yapmak üzere başlangıç konumuna dönebilir.

Otonom çalışma modunda robot yerde bulunan işaretleri referans olarak tanımlı yollar üzerinde ilerler. İlerlediği sırada yanından geçtiği işaretlerin sayısını tutarak başlangıç noktasına göre konumunu hesaplar. Robota başlangıçta 4 farklı masa hedefi tanımlanabilir. Tanımlanan masalara en yakın masadan itibaren servisine başlar ve en son masaya ulaştıktan sonra başlangıç noktasına dönüş gerçekleşir. Şekil 11. a'da görülen yerde bulunan iki adet yeşil renkli kare işaretin konumları, kamera tarafından alınan görüntü kullanılarak belirlenir. Bu iki konum arasında Şekil 11. b'de gösterildiği gibi çizilen çizginin orta noktası referans alınarak robotun tekerlek hızları hesaplanır. Çizgi merkezinin görüntü merkezine uzaklığı hata olarak değerlendirilerek referans noktasının görüntü merkezine getirilmesi sağlanır.

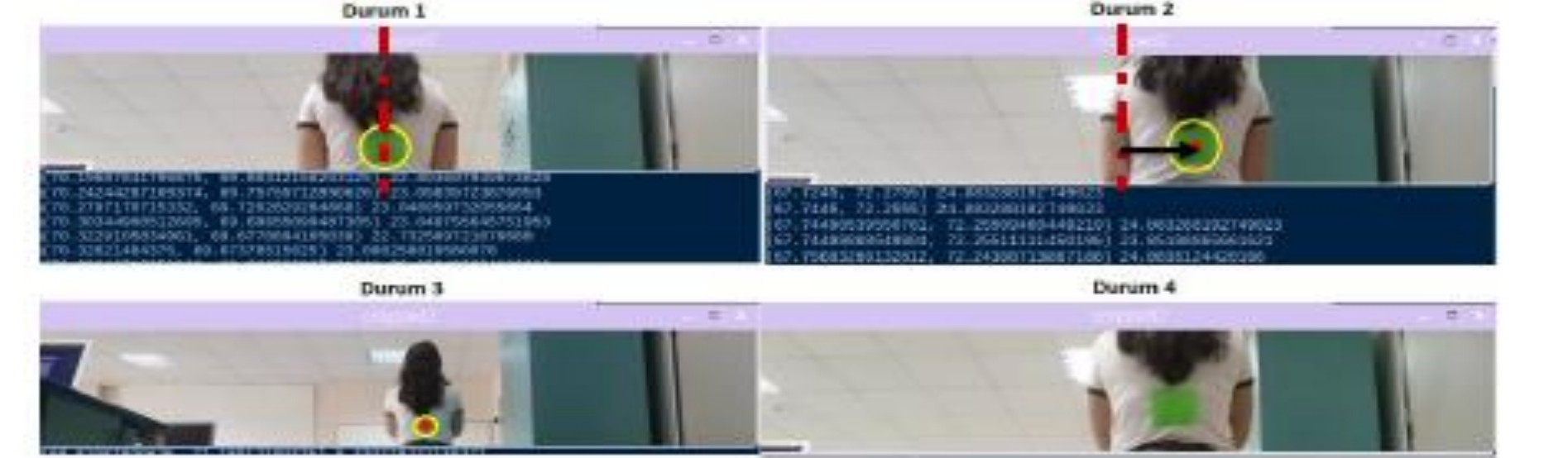


Şekil 11. a) Robotun ve işaretlerin konumları b) Kamera ile işaretlerin algılanması

2. Garson Takip Sistemi: Robot bu modda çalışma sırasında garson üzerinde bulunan işareti takip eder. Bu sayede garsondan belli mesafede kalarak garsonun arkasından ilerlemeye devam eder. Bu çalışma modu her mekanda kullanılabilir olduğundan, masa tanımlaması gerektirmez.

Garson takip modunda garson üzerinde bulunan yeşil kare işaret referans olarak alınır. Garson ilerledikçe işaretin boyutuna bağlı olarak robot ilerler ve işaret belirli bir boyuta ulaştıncaya kadar robot durur. Bu sayede hem robot garsondan belirli bir mesafe uzakta kalır, hem de garsonun arkasından herhangi bir masaya çarpmadan ilerler. Kameradan alınan görüntü kullanılarak yeşil renkli işaretin konumu ve boyutu belirlenir.

Yeşil renkli işaret merkezinin görüntü merkezine uzaklığı hata olarak değerlendirilir. Karenin boyutu ise robotun garsona uzaklığını belirlemek amacıyla kullanılır. Farklı durumlar için program çıktıları Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12. Garson üzerindeki işaretin algılanması

## SONUÇLAR

Robot tasarımı yapılırken maliyet kriterine de önem verilmiştir. Bu nedenle tasarım yapılırken restoranlarda çalışmaya uygunluğun yanında üretim maliyetinin mümkün olduğunca düşük olacağı üretim yöntemleri ve yapı elemanları tercih edilmiştir. Bu durumda 10000 \$ fiyatı bulunan Pudu robotunun çok altında bir maliyette proje çıktısı ürün elde edilmiştir. Robotun kontrolü ise bilgisayarlı görme ile sağlanmıştır. Bu kontrol sisteminin en büyük dezavantajının ise ışığa bağımlılık olduğu gözlemlenmiştir. Işığın beyaz dengesini bozma oranı, parlak yüzeyler, ışığın homojenliği, ışık kaynağının veya algılanan cisimlerden yansıyan ışıkların kameraya olan açısı gibi birçok etmen robotun kontrolünde olumsuz etmen olmuştur. Gelecek dönemlerde bu kapsamda çalışılacak bir proje için, projenin çalışacağı ortamın detaylı bir şekilde analiz edilip olası ışık kaynaklı problemlerin elimine edilmesi için çalışmalar yapılması gereklidir.

## TEŞEKKÜR

Başta bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bir yıl boyunca değerli bilgilerini bizlerle paylaşan, akademik ve kişisel tecrübelerinden faydalandığımız saygıdeğer danışman hocamız Doç. Dr. Levent MALGACA'ya ve bu projenin oluşmasında yardımcı olan aşağıda ismi geçen hocalarımıza, kişi ve kuruluşlara, ayrıca bu çalışmayı destekleyen.

- ✓Prof. Dr. Mine DEMİRSOY, Dr. Öğr. Üyesi Murat AKDAĞ, Dr. Öğr. Üyesi Şahin YAVUZ, Arş. Gör. Şefika İpek LÖK, Arş. Gör. Mehmet UYAR
- ✓NACHI Europe GmbH Türkiye Şubesi Genel Müdürü Gökhan KIRMACI
- ✓ENERPAN TİC. LTD. ŞTİ Kurucu ve Genel Müdürü Mehmet BAŞ ve aynı şirketin çalışanı Mehmet SEÇAN
- ✓SERKO METAL çalışanları Kemalettin ÖZVARDAR ve Erol KAHRAMAN
- ✓Büte Teker firmasının sahibi Naim BÜTE

## KAYNAKLAR

2017-2018 Öğretim yılı Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Çizgi Takip Edilen Mobil Restoran Servis Toplama Robotu bitirme tezi [1]  
PuduBot <http://pudutech.com/en> (Son Erişim Tarihi: 26.05.2019) [2]