

## DÜZGÜN OLMAYAN ZEMİNLERDE İLERLEMeye UYGUN MOBİL ROBOT

Furkan TANRIKULU, Furkan TÖTÜNCÜ, İke DEMİRHAN, Mert Mutlu ALADAĞ, Yüksel TABAN  
Danışman: Prof.Dr. Binnur GÖREN KIRAL, Prof.Dr. Zeki KIRAL, Prof.Dr. Hasan ÖZTÜRK  
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Bu projede engebeli arazide hareket etmeye uygun ve engelleri aşabilen bir mobil robot tasarımı ve üretimi amaçlanmıştır. Robotun hareket ettirilmesi ve yönlendirilmesi araç gövdesi üzerine bağlanmış sekiz adet servo motor ile gerçekleştirilmiştir.

Mobil robot parçalarının tasarımı, robotun montajı ve sonlu elemanlar yöntemi ile SolidWorks® programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Motor seçimleri için gerekli moment ve güç hesapları yapılmıştır. Bunun sonucunda motor seçimleri ve yüksek serbestlik derecesine sahip olması için mekanik elemanların tasarımları yapılmış, uygun üretim yöntemleri belirlenerek üretimleri gerçekleştirilmiş ve maliyet analizi yapılmıştır.

Robotun kontrolü için Arduino Mega kullanılmıştır. Uzaktan erişim için gerekli modül seçimi ile kontrol ve uzaktan erişim modülü için gerekli kodlamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ile dört tekerden tahrikli, tekerleri de yön değiştirebilen yüksek hareket kabiliyetine sahip bir mobil araç tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir.

### GİRİŞ

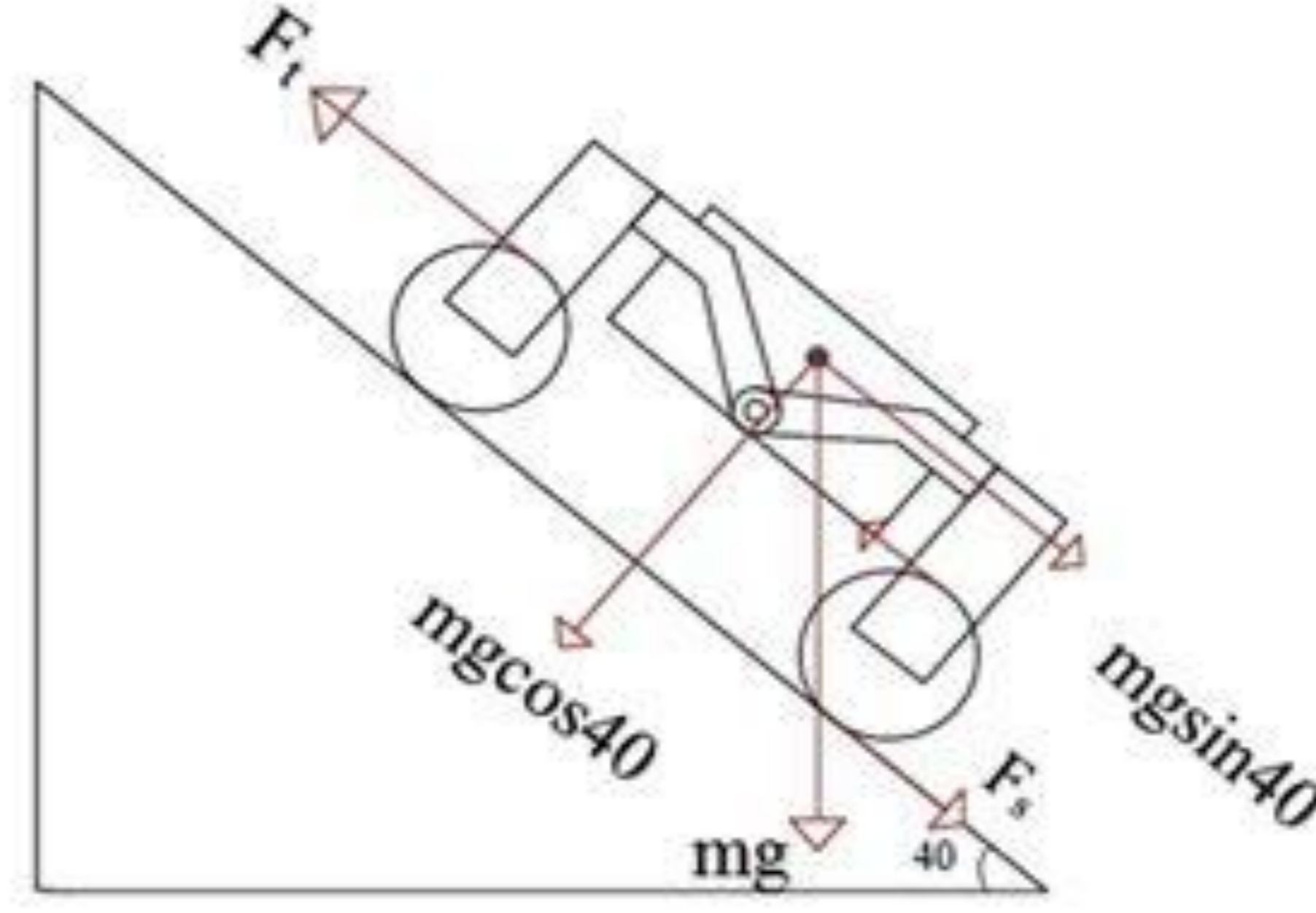
Mobil robotlar temel olarak sensörler, gömülü sistemler ve aktüatörler içeren elektromekanik araçlardır. Günümüzde mobil robotlar birçok alanda kullanılabilir. Temizlik endüstrisinde, bomba ve mayın haritalama, imha etme çıkarma işlemlerinde, nükleer ve termik santral denetimlerinde, yüksek gerilim hatlarının denetimi gibi tehlikeli işlemlerde robotlar kullanılmaktadır. Deprem, sel gibi doğal afetler sonrası arama kurtarma görevlerinde mobil otonom veya uzaktan kontrol robotları içeren kurtarma robotları kullanılmaktadır. Bu projede düzgün olmayan zeminlerde ilerlemeye uygun gezgin bir robot tasarımı amaçlanmıştır[1]. Gezgin robotlar fiziksel bir noktaya sabitlenmemiş, tanımlanmış bir çevrede (karada, su altında ya da havada) hareket ederek istenilen fonksiyonları yerine getirebilen robotlardır. Gezgin robotlar zemini düz olmayan bir ortamda hareket ettirilmek istendiği zaman, farklı sayıda ve yapıda uzuvlara sahip robotların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Hareket sistemlerine göre mobil robotlar tekerlekli, paletli, ve ayaklı tiplere ve ayaklı tiplere ayrılabilirler. Mars'ta görev yapan, NASA'ya ait «Curiosity» ünlü bir gezgin robottur[2].



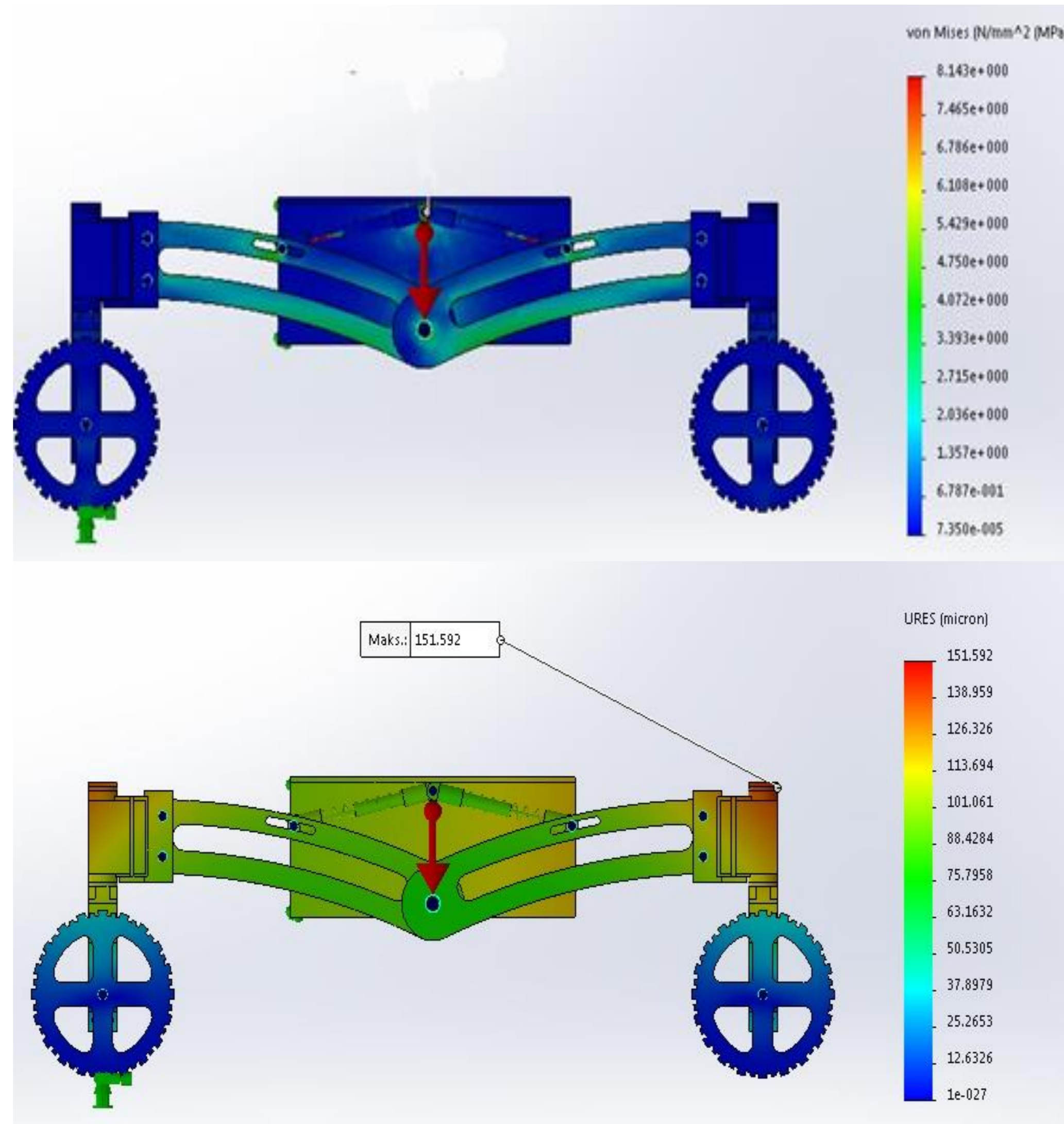
Şekil 1. Mobil Robot

### YÖNTEM

Mobil robotların yapısında çerçeve, hareket sistemi, işleticiler, beyin, devreler ve batarya olmak üzere altı temel unsur bulunmaktadır. Tasarım, tekerlek sistemi ve sürüş tekniği amaca uygun olacak şekilde tercih edilmiştir. Düzgün olmayan zeminlerde ilerlemeye uygun mobil robot tasarımı yapmadan önce, öncelikle bu alanda daha önce yapılan çalışmaların incelenerek motor momentinin yola iletiminde nasıl bir yapı kullanılacağına karar verilmiştir. Paletli sistem ve tekerlekli sistem karşılaştırıldığında, tekerlekli sistemin daha iyi manevra kabiliyetinin olması, daha hafif olması, üretiminin ve montajının daha kolay olması özellikle ön plana çıkmıştır ve tekerlekli sistem tercih edilmiştir. Kontrol kolaylığı ve kararlı hareketleri nedeniyle dört tekerlekli mobil robotun bütün tekerleklerinde servo motor kullanılmasına karar verilmiştir. Bu servo motorların, tasarım sınırlarını karşılayabilecek güçleri hesaplanmıştır ve bu motorlara gerekli enerjiyi sağlayabilecek batarya seçimi yapılmıştır. Mobil robotun gövde tasarımında servo motorların ve bataryanın yerleştirilebilmesi için uygun boyutlandırılmaların yapılmasına dikkat boyutlandırılmaların yapılmasına dikkat edilmiştir. Proje kapsamında geliştirilmesi hedeflenen mobil robot için servo motor moment gereksinimlerini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Proje kapsamında geliştirilmesi hedeflenen mobil robot için hedef eğim 40 ° olarak belirlenmiştir. Mobil robotun eğimli bir zeminde hareketi sırasında etki eden kuvvetler Şekil 2'de gösterilmiştir. Mobil robotun analizleri SolidWorks® programında yapılmıştır. Şekil 3'te gösterilmiştir.



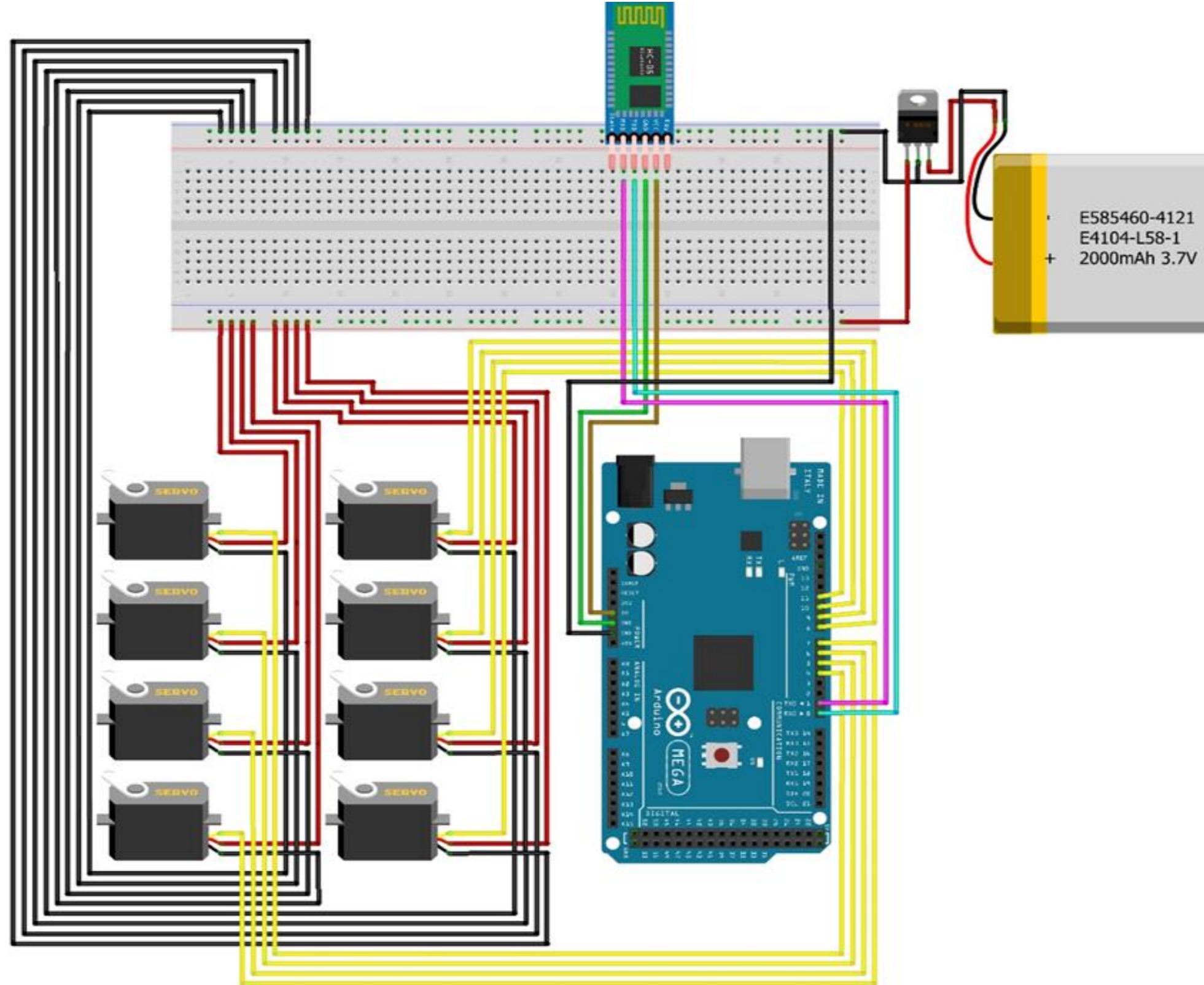
Şekil 2. Aracın 40° eğimli yüzeyde etkisi altında kaldığı kuvvetler



Şekil 3. Analiz sonuçları

### YAZILIM VE ELEKTRONİK DEVRE ŞEMASI

Mobil aracın hareketini sağlamak için kullanılan motorların sürülmesi Arduino Mega ile sağlanmaktadır. Kontrol için bluetooth HC-06 modülü aracılığıyla Arduino android arayüzü kullanılmıştır. Robot güç sağlayıcısı olarak lipo batarya kullanılmıştır. Bataryadan gelen yüksek gerilimi motorların ihtiyacı olan gerilime düşürmek için voltaj regülatörü kullanılmıştır. Gerekli devre şeması oluşturulmuştur. Elektronik devre şeması Şekil 4'te gösterilmiştir.

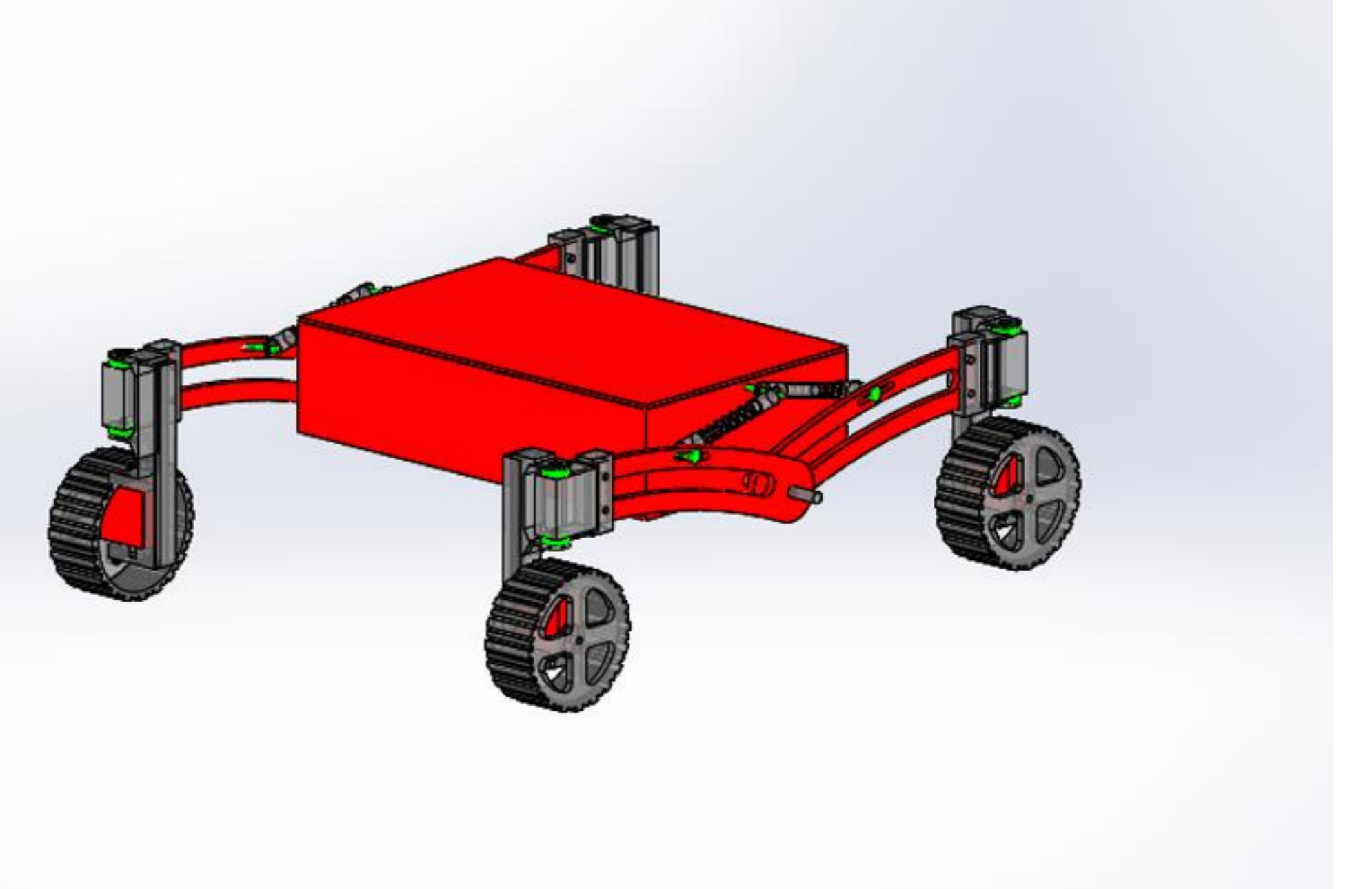


Şekil 4. Devre şeması

### SONUÇLAR

Bu çalışmada engebeli arazilerde ve farklı zemin koşullarında çalışmaya uygun, manevra kabiliyeti yüksek bir mobil robotun tasarımı ve uzaktan kumandalı kontrolü gerçekleştirilmiştir. Mobil robot üzerinde teker tahriği ve teker yönlendirilmesi için sekiz adet servo motor kullanılmış olup, üretim yöntemi olarak üç boyutlu yazıcı ile yazdırma, lazer kesim ve talaşlı imalat yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada prototip üretimi gerçekleştirilen mobil robot için PLA malzeme, alüminyum malzeme ve çelik malzeme kullanılmış olup, alüminyum ve çelik malzemeler geri dönüştürülebilir niteliktedir. PLA malzeme de esas nişasta bazlı olup olumsuz nitelikli çevresel etkilerin çok düşük düzeyde olduğu değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında prototip bir ürün elde edilmesi amaçlandığı için çıktıya ait genel boyutlar malzeme ve enerji sarfiyatının düşük düzeyde tutulması dikkate alınarak belirlenmiştir.

Bu çalışma ile elde edilen mobil engebeli arazilerde çalışmaya uygun mobil robotun üzerine kamera takılarak zor koşullarda saha gözlemlene işlemleri gerçekleştirilebilir. Ayrıca mobil robot üzerine takılacak bir robot kol ile, yine insanlar için tehlikeli olacak işlemlerin uzaktan kumanda ile gerçekleştirilmesi sağlanabilir. SolidWorks® Sustainability analizini yapılması için verilen girdiler verilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen karbon ayak izi, toplam tüketilen enerji miktarı, hava asitlenmesi ve su ötrofikasyon sonuçlarına Şekil 5'te yer verilmiştir.

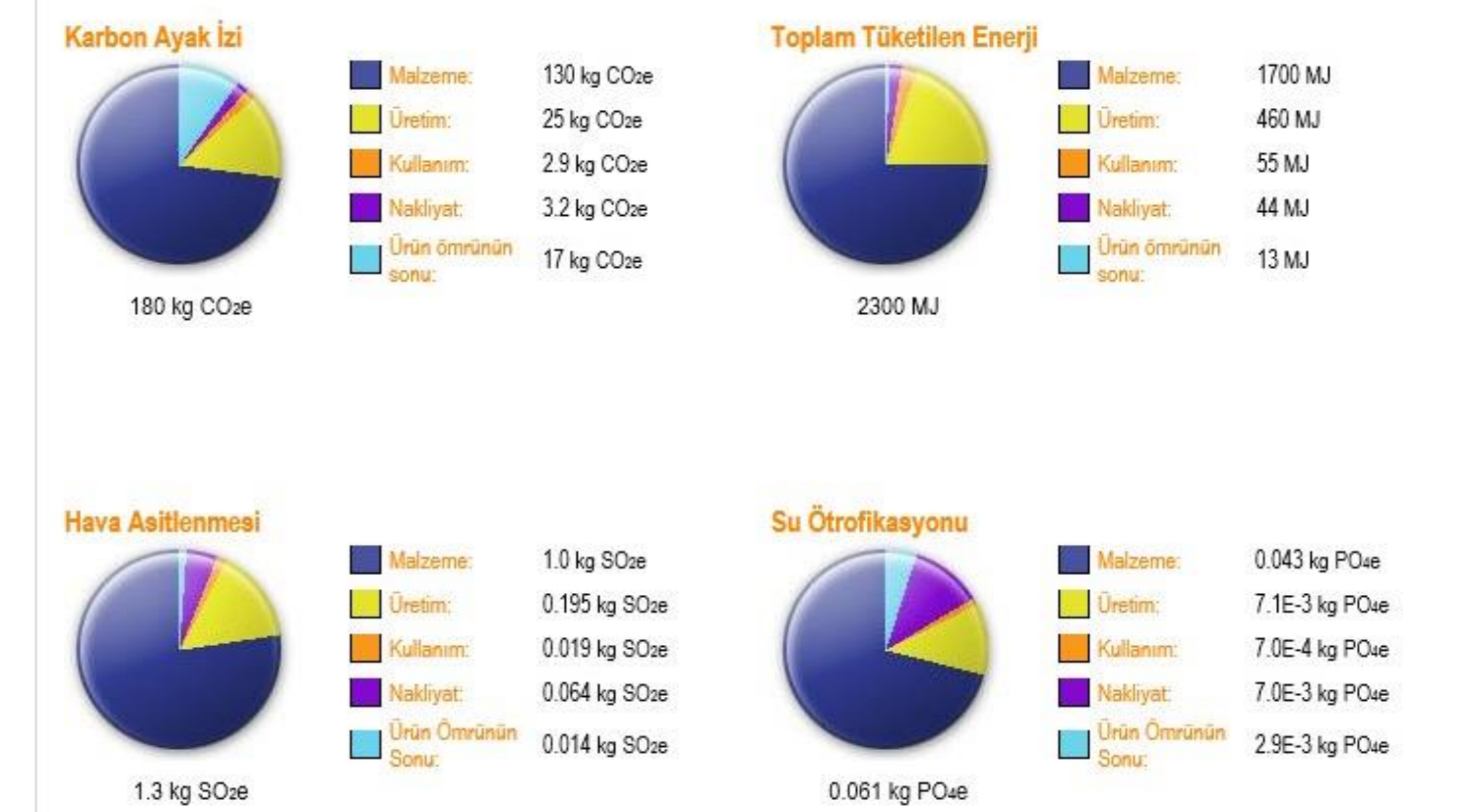


#### Bileşen Çevresel Etkisi

Dört Çevresel Etki Alanına En Çok Etki Eden En Üst On Bileşen

Bileşen	Karbon	Su	Hava	Enerji
Araç Gövde	8.7	1.9E-3	0.059	120
Tahrik Motoru	2.9	1.3E-3	0.033	31
Gövde Kapağı	0.809	3.1E-4	2.2E-3	19
Gövde Kolu	0.953	2.5E-4	3.1E-3	13
Vidalı Mil	0.358	2.4E-4	2.3E-3	3.6
Tekerlek	0.360	1.3E-4	1.2E-3	8.2
Ekleme Motoru	0.224	1.2E-4	1.4E-3	3.9
Tekerlek Kolu	0.190	7.2E-5	5.2E-4	4.5
Amortisör	0.224	5.2E-5	1.6E-3	2.7
Kol Motor Bağlantısı	0.057	2.2E-5	1.5E-4	1.3

Çevresel Etki (CML etki değerlendirme yöntemi kullanılarak hesaplanır)



Şekil 5. SolidWorks® Sustainability analizi

### TEŞEKKÜR

Düzgün olmayan zeminlerde ilerlemeye uygun mobil robot tasarımı projesinin başlangıcında fikirleri ve önerilerini paylaşan, hesaplamalarda bizi yönlendiren, bizlere gerekli desteği sağlayan Prof.Dr. Zeki KIRAL, Prof.Dr. Binnur GÖREN KIRAL ve Prof.Dr. Hasan ÖZTÜRK'e teşekkür ederiz.

Yüksel TABAN  
Furkan TANRIKULU  
Furkan TÖTÜNCÜ  
İke DEMİRHAN  
Mert Mutlu ALADAĞ

### KAYNAKLAR

- [1] Mobil robot çeşitleri [http://www.robotiksistem.com/mobil\\_robot\\_çesitleri.html](http://www.robotiksistem.com/mobil_robot_çesitleri.html) (Erişim Tarihi: 20.05.2019).  
[2] Robotların kronolojik sıralaması <https://stmm.weebly.com/robotların-kronolojik304k-gel304s304m304.html> (Erişim Tarihi: 20.05.2019).