

ÜRETİLMİŞ BİR DELTA ROBOTUN REVİZYONU

Barış KARACA, Işıl KADIOĞLU, Alican ERDOĞAN, Ali ÇATAL
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Murat AKDAĞ, Doç.Dr. Yusuf ARMAN
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Proje kapsamında hâlihazırda olan delta robot üzerinde revizyona gidilmiştir. Eksen tasarımı, görüntü işleme ve robot üzerinde iyileştirmeler yapılması için tasarım çalışmaları yapılmıştır. Delta robotun 4.eksende hareketinin sağlanabilmesi için uygun bir motor seçildi ve motorun robot üzerinde montajının yapılabilmesi için uç parça tasarlandı. Tasarlanan uç parça su jetinde üretildi. Uç noktadaki titreşimin azaltılabilmesi ve robotun uç nokta hızının yüksek olması için mevcut robot ağırlığının azaltılması gerekir. Bu yüzden kolların alüminyum yerine kompozit olarak üretilmesine karar verilmiştir. Kompozit kolun üretilmesinde karbon-fiber kumaş kullanılmıştır ve kol, elle tabakalama yöntemi ile üretilmiştir. Görüntü işleme de gelmesiyle birlikte tabla üzerinde duran parçaların alınması Gripper ve parmak tasarımı ile gerçekleştirilmiştir. Gripper ile motor arasındaki bağlantı için ara parça tasarımı yapılmıştır.

Robotun istenilen işi yapabilmesi için gerekli olan yazılımlar Matlab, Visual Basic kullanılarak oluşturulmuştur. Programın ara yüzü Matlab ile oluşturulmuştur. Matlab programından ters kinematik analiziyle hesaplanan motor hız değerleri, Visual Basic aracılığıyla kontrol kartına aktarılır.

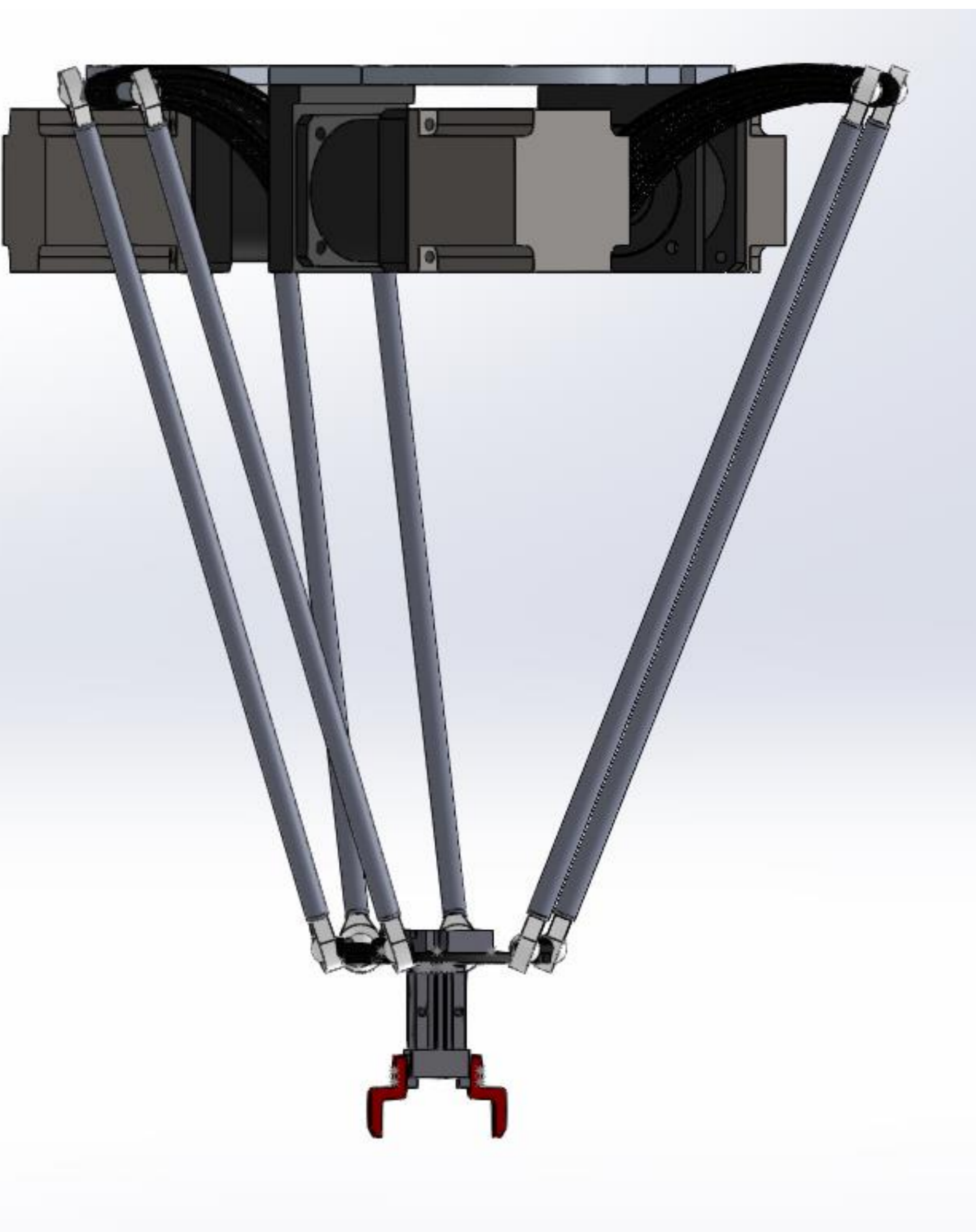
GİRİŞ

Proje başlangıcında robot ve delta robot literatürü araştırılmış ve bu araştırmalar sonucunda robotun iş planı çıkartılmıştır. Robotun çalışma alanı belirlenmiş ve bu çalışma alanına göre bir tasarım oluşturulmuştur. Daha sonra sonlu eleman analizleri yapılarak tasarım şekillendirilmiştir. Araştırmalar sonucunda örnek delta robotların hızları tasarım üzerinde denenmiş ve Solidworks programı üzerinden kinematik ve kinematik analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizlerde elde edilen hız eğrileri motorlara verilerek tork grafikleri çıkartılmıştır. Bu grafikler ile motorun tork değeri belirlenmiş ve motor seçilmiştir.

Üretim aşamasında CNC torna ve CNC freze tezgahları kullanılarak parçalar imal edilmiştir. Standart parçalar hazır olarak alınmıştır. Üretilen ve alınan parçalar montajlanmıştır.

Montajlanan robotun önceden düşünülen iş tanımını yerine getirebilmesi için yazılım hazırlanmıştır. Bu yazılım için gereken hız eğrileri öncelikle Solidworks programından elde edilmiştir. Daha sonra Matlab programı ile ters kinematik analiz yapılarak, bu analizi yapan Matlab programı oluşturulmuş ve Visual Basic yazılımı ile birleştirilmiştir.

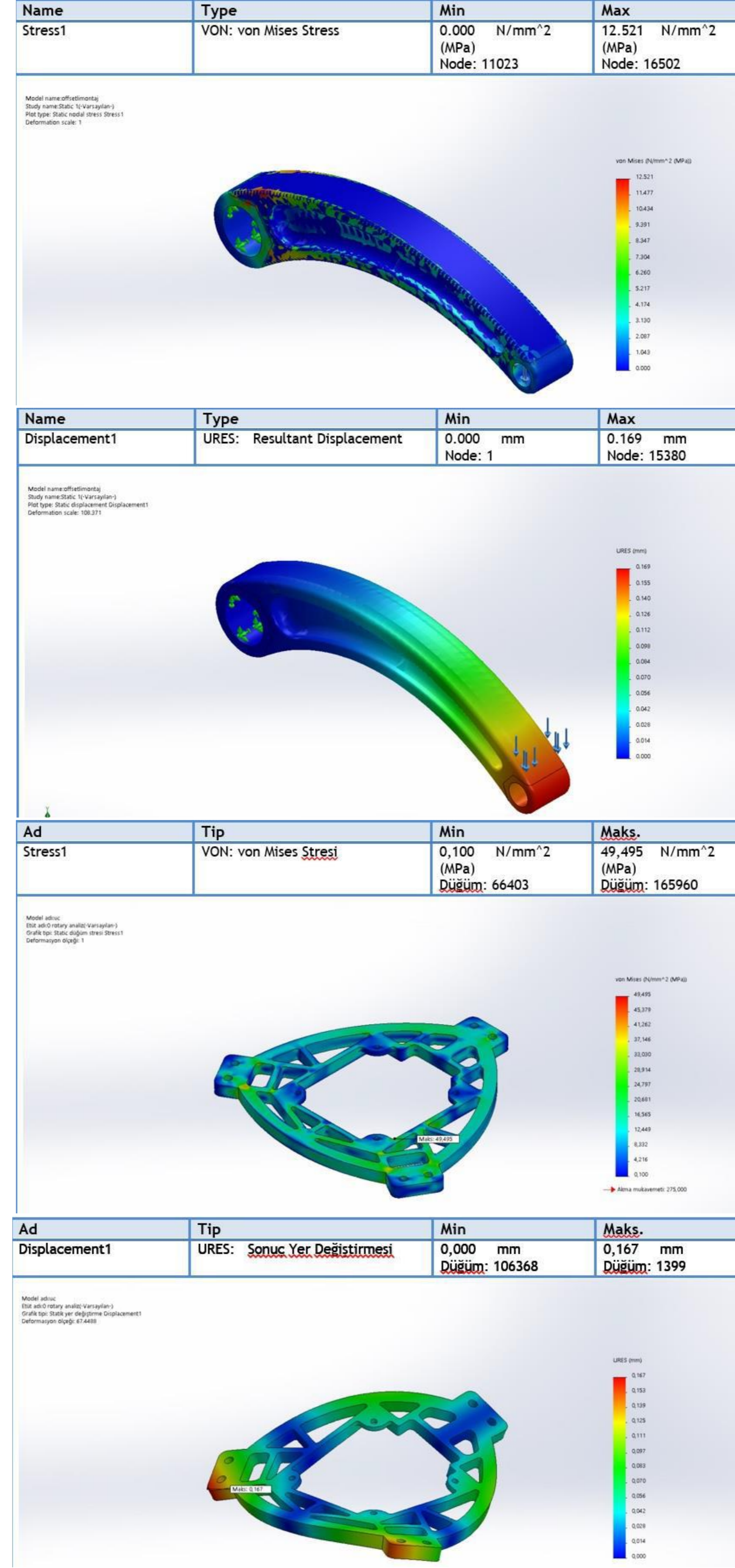
Sonuç olarak yapılan görüntü işleme ile tabla üzerinde duran parçaların koordinatları belirlenir. Gripper ve parmak vastası ile istenilen konumlara götürülür. Revize edilen delta robotun son hali Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Solidworks programı üzerinden çizilmiş açılabilir delta robot modeli

YÖNTEM

Robotla yapılan işlemlerin hassasiyetinin önemi, sistemin hafif ve dayanımlı olması gerekliliğini getirir. Bu yüzden uç parçanın ve kompozit aktüatör kol olabildiğince hafif aynı zamanda mukavim olan malzemelerden seçilerek Solidworks'de analizi yapılmıştır.



| Başlangıç Konumu | Gerilme Sonucu (MPa) | Yer Değiştirme Miktarı (mm) | Güvenlik faktörü (FOS) |
|------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| 0DERECE | 49,5 | 0,167 | 5,6 |
| 20DERECE | 56,2 | 0,085 | 4,9 |
| 40DERECE | 117,4 | 0,238 | 2,3 |
| 60DERECE | 56,7 | 0,114 | 4,9 |
| 80DERECE | 47,2 | 0,103 | 5,8 |
| 100DERECE | 45,5 | 0,077 | 6 |
| 120DERECE | 31,4 | 0,056 | 8,8 |

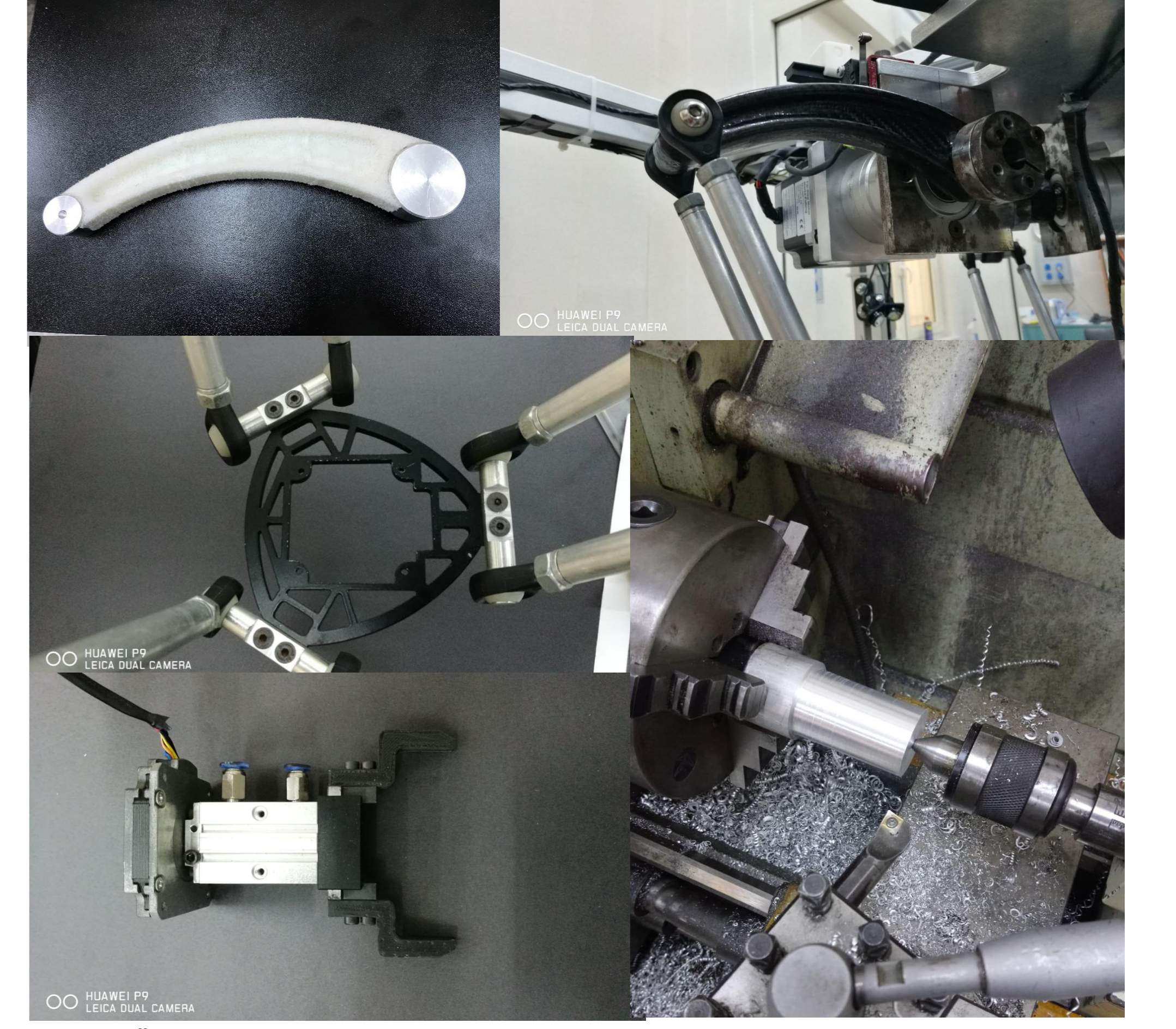
Şekil 2. Uç parça ve kompozit aktüatör kolun analizi

TASARIM AŞAMASI

Projede kapsamında revize edilen robot, paralel delta robot olarak bilinir. Paralel manipülatörlerin tarihsel gelişimiyle ortaya çıkan bu robot çeşidinin avantajı ağır parçaların sabitlenip asıl işi yapacak olan hareketli kısmın hafifliğiyle öne çıkan hız yeteneğidir. Tasarım yapılırken de dikkat edilen öncül husus, robotun hafifliğini, dayanımı azaltmadan sağlamak ve motorların ihtiyaç duyduğu tork miktarını azaltmaktır. Bu kriterler doğrusunda tasarımı oluşturacak konstrüksiyon şekillenir. Bu parametreler göz önünde bulundurularak alüminyum aktüatör kol yerine kompozit aktüatör kol tasarlanmıştır. 4.eksende hareketin sağlanabilmesi için hafif ve yeterli tork sağlayabilecek bir motor seçilmiştir. Seçilen motora göre uç parça tasarımında değişikliğe gidilmiştir. Uç parçanın tasarımında göz önünde bulunduran hususlar; hafiflik, rijitlik ve görsellik. Bunun haricinde gripper motor bağlantısını sağlayacak ara parça tasarlanmıştır. Tabla üzerinde yer alan tahta parçalarını tutup istenilen konuma yerleştirilmesi için parmak tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan parçalar belirtilen parametreler göz önünde bulundurularak son halini almıştır.

ÜRETİLEN PARÇALAR

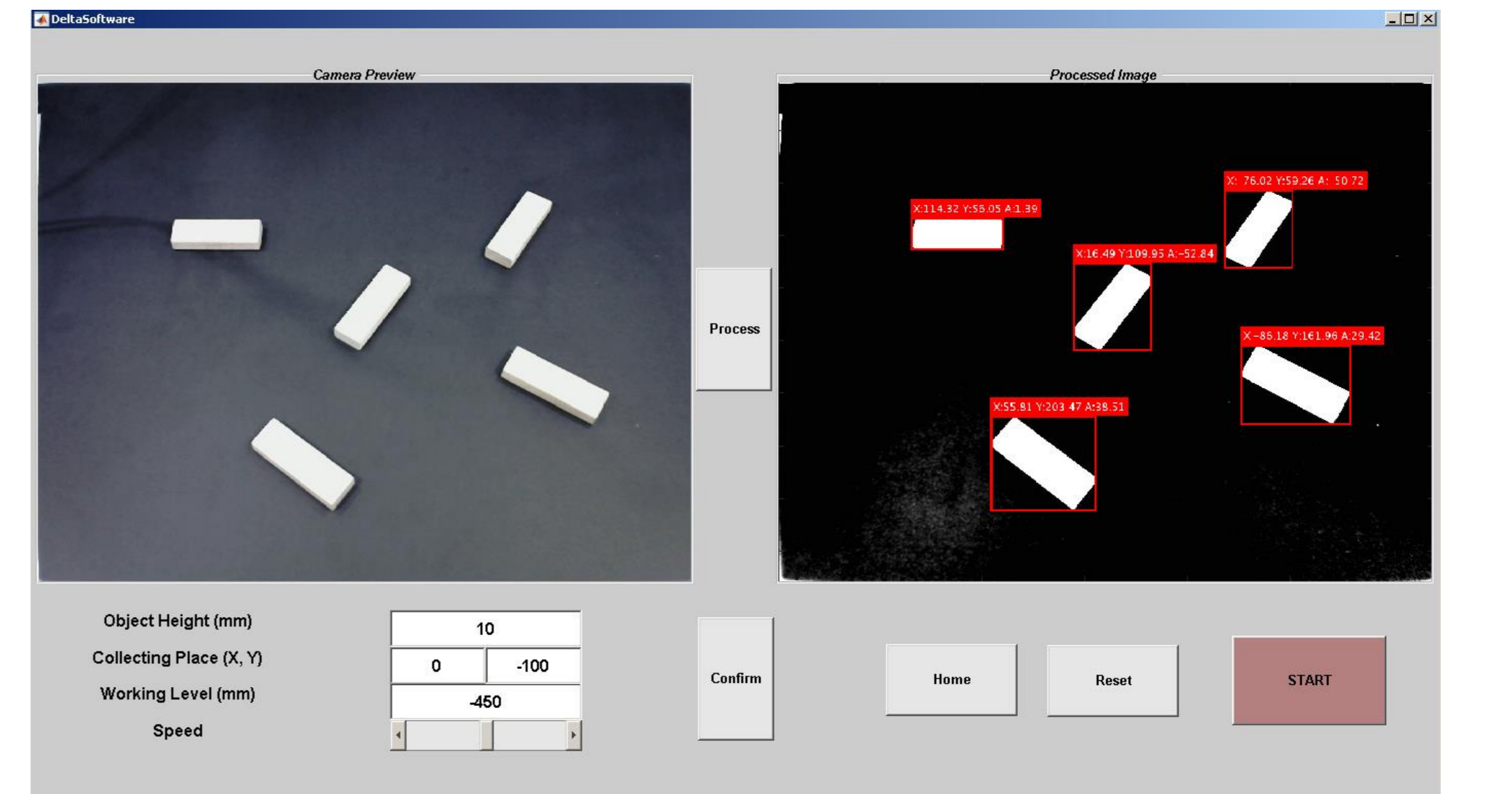
Tasarımı gerçekleştirilen robot parçalarından standart olan ürünlerin tedarigi sağlanmıştır. Ancak standart olmayan parçaların üretimi su jeti, 3D printer ve operatörünü yaptığımız CNC freze ve torna tezgahında yapılmıştır. Üretilen parçalar Şekil 3'de yer almaktadır.



Şekil 3. Üretilen parçalar

YAZILIM

Delta robot yazılımının asıl görevi, rastgele yerleştirilmiş nesnelere belirli bir alana dizilmesini sağlayacak kontrolü sağlamaktır. Yazılım bu görevi üç aşamada gerçekleştirir. İlk olarak çalışma alanının görüntüsü kameradan elde edilir. Bu görüntü işlenerek uygun boyutlardaki nesnelere tanımlar ve pozisyon bilgileri kullanılmak üzere bir sonraki aşamaya aktarılır. İkinci aşamada bu veriler kullanılarak ters kinematik analiz ile robot kolun nesnelere konumlandırılması için gerçekleştirilmesi gereken hareket planı hazırlanır. Son aşamada ise hazırlanan hareket planı devreye alınarak, robot kolların kontrolü ile gerçekleştirilir ve görev tamamlanır.



Şekil 4. Görüntü işleme arayüzü

SONUÇLAR

Bu proje kapsamında delta robotun revize edilmesi, geliştirilmesine katkı olan parçaların üretimi ve kontrolü sağlanmıştır. Bu robot sistemi ile edinilen bilgiler sayesinde, robot geliştirilerek kolaylıkla endüstriyel bir alanda kullanılabilir.

- Robotun hızı yaklaşık 1.5 m/s hıza ulaşmıştır.
- 4. eksen eklenmiştir.
- Uç noktada maximum hafiflik elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Projemizin yürütülmesi ve araştırılmasında temel rolü olan ve bizleri tecrübe ve bilgisıyla en doğru şekilde yöneten, robot konstrüksiyonun her bir parçasında emeği bulunan, bizleri imalat ve tasarım konularında aydınlatan, sonsuz sabır ve desteklerinden ötürü Dr. Öğr. Üyesi Murat AKDAĞ'a teşekkür ederiz. Proje kapsamında yer alan, kontrol aşamasında emeği bulunan, bizleri robot kollarının kompozit olarak üretilmesinde aydınlatan, sonsuz sabır ve desteklerinden ötürü Doç. Dr. Yusuf ARMAN'a teşekkür ederiz. Yazılım, elektronik donanım ve robotun kontrol edilmesinde tecrübe ve bilgilerini bizden esirgemeyen Arş. Gör. Hayrettin ŞEN'e teşekkür ederiz. Proje kapsamında su jeti ile üretilen parçanın hazırlanmasında ve bize ulaştırılmasında emeği geçen okulumuzun mezunlarından Makine Mühendisi Cemal DEĞİRMENCI'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Rueda, J.D., Angel, L., 2009, Structural Analysis of a Delta-Type Parallel Industrial Robot Using Flexible Dynamic of ANSYS 11.0, Industrial Electronics Society (Annual Conference IECON), 2247-2252. Merlet, J.P., Paralel Robots SE, Springer, 2006.