



Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Yüksek İvmeli Çalışan Paralel Robotların Konumlama Hassasiyetinin Artırılmasına Yönelik Yöntemler Çalıştayı

20-21 Kasım 2019

ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara

<http://raml.iyte.edu.tr/paralel-robotlarda-konumlama-hassasiyeti-calistayi/>

Bu çalışma 116M272 nolu TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında düzenlenmektedir.

Çalıştay organizatörleri ve proje ekibi



Eres
Söylemez



Ulaş
Yaman



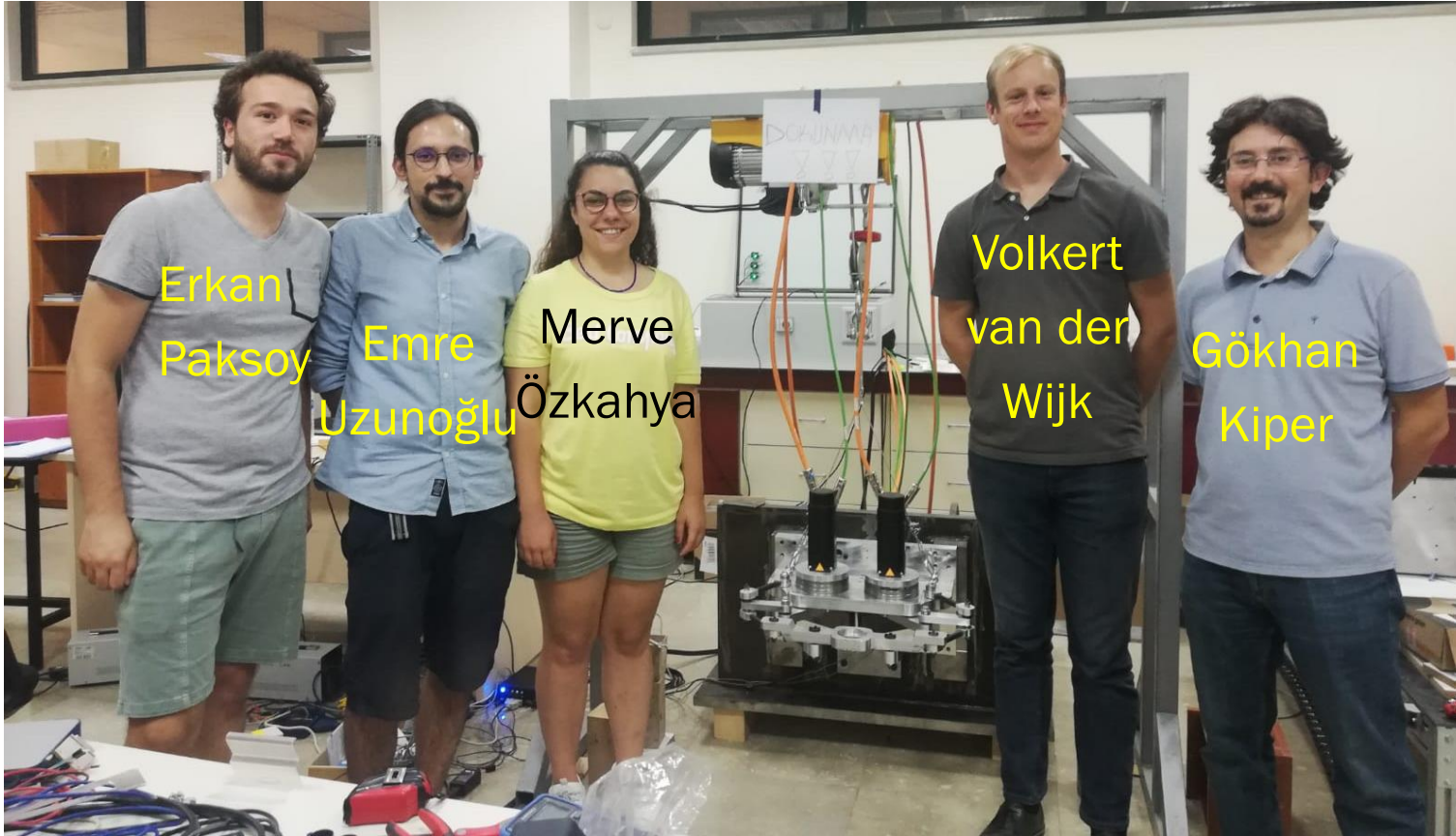
Kemal
Özgören



Ashitava
Ghosal



Can Dede



Erkan
Paksoy

Emre
Uzunoğlu

Merve
Özkahya

Volkert
van der
Wijk

Gökhan
Kiper



İbrahimcan
Görgülü



Barış Taner



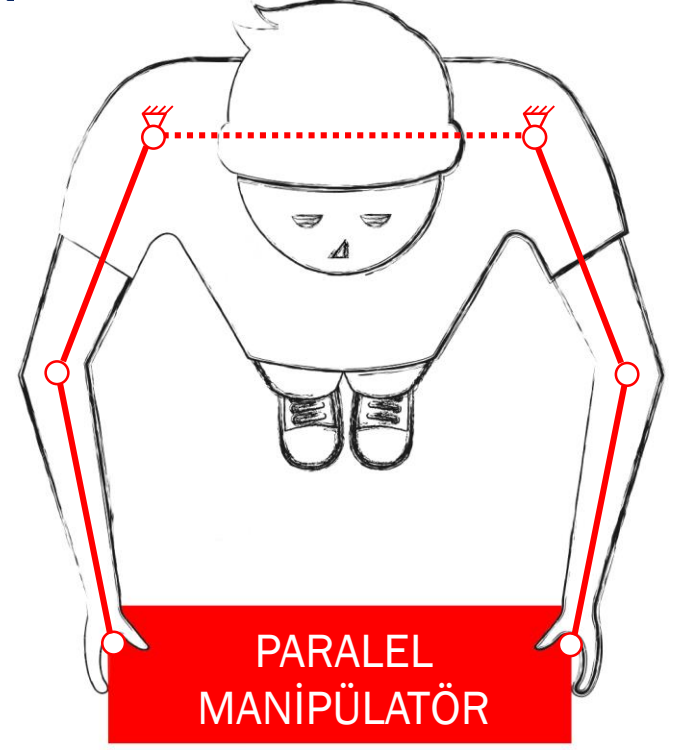
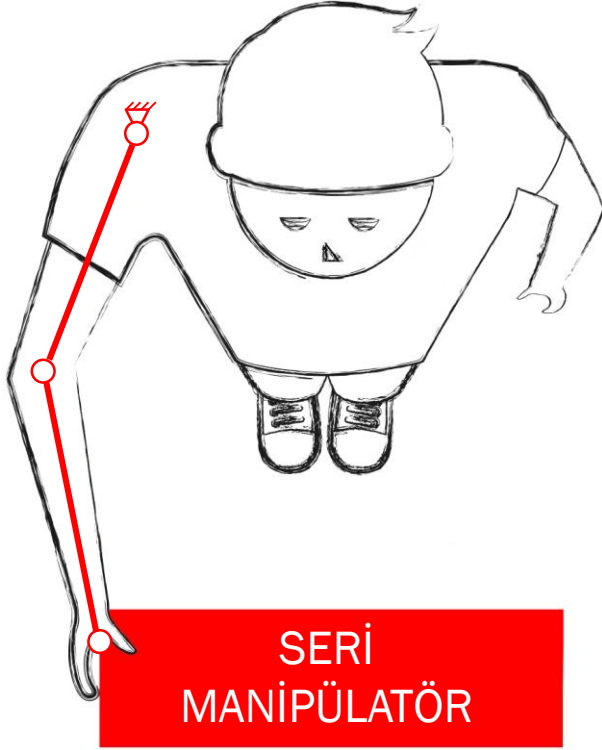
Paralel Robotlarda Konumlama Hassasiyetini Artırmak İçin Gerekli Çalışmalar – Özet

Doç. Dr. Gökhan Kiper

20-21 Kasım 2019

ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara

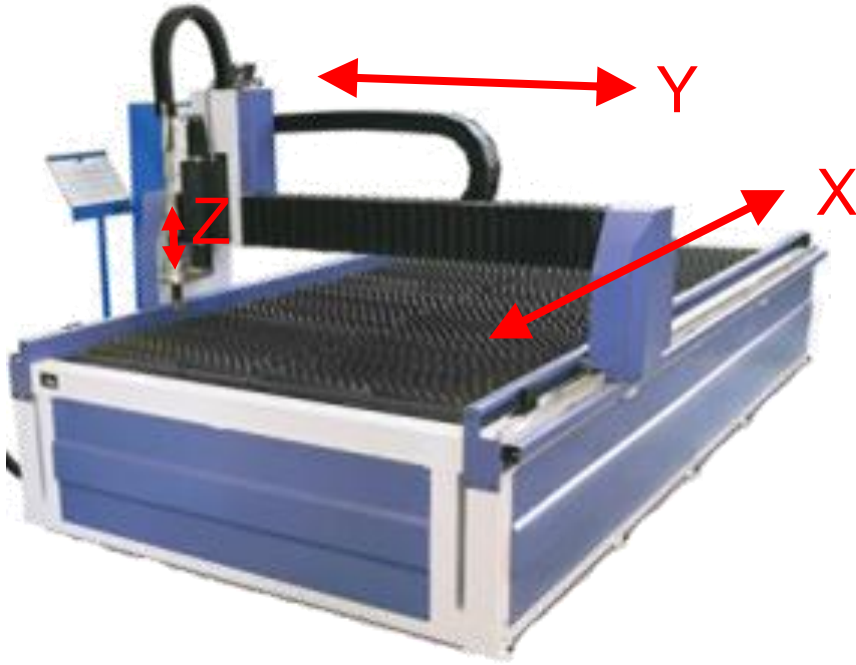
Seri ve Paralel Manipulatörler



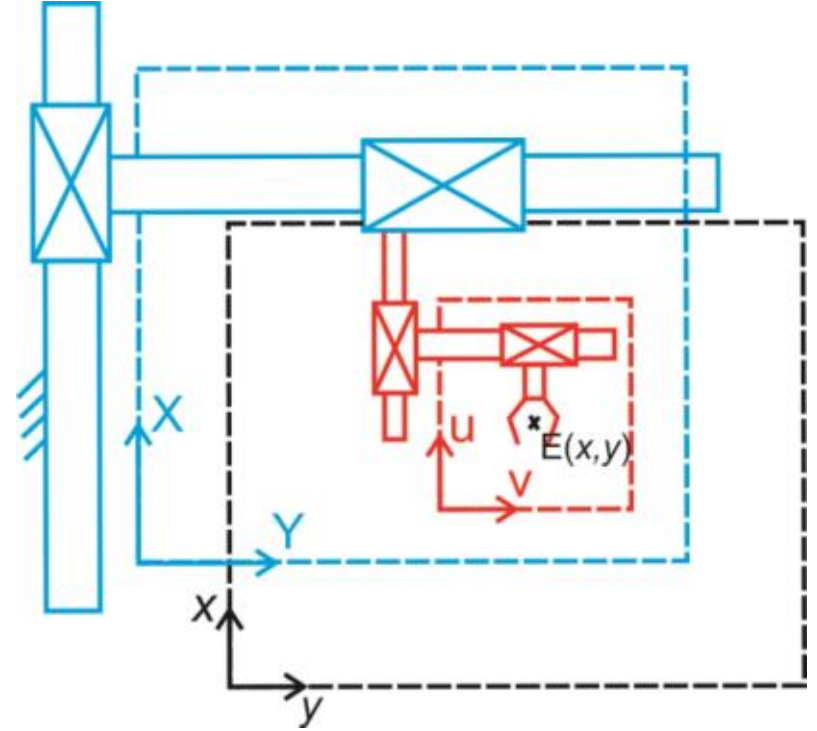
- Büyük çalışma uzayı
- Daha az sayıda uzuv/mafsal
- Daha basit kinematik/dinamik model
- Sadece çalışma uzayı sınırında tekillik
- Düşük yük taşıma kapasitesi
- Daha esnek \Rightarrow kötü konumlama hassasiyeti
- Daha yavaş

- Küçük çalışma uzayı
- Daha fazla sayıda uzuv/mafsal
- Daha karmaşık kinematik/dinamik model
- Çalışma uzayı sınırında ve içinde tekillik
- Yüksek yük taşıma kapasitesi
- Daha katı \Rightarrow iyi konumlama hassasiyeti
- Daha hızlı (100g'ye kadar ivme)

Motivasyon



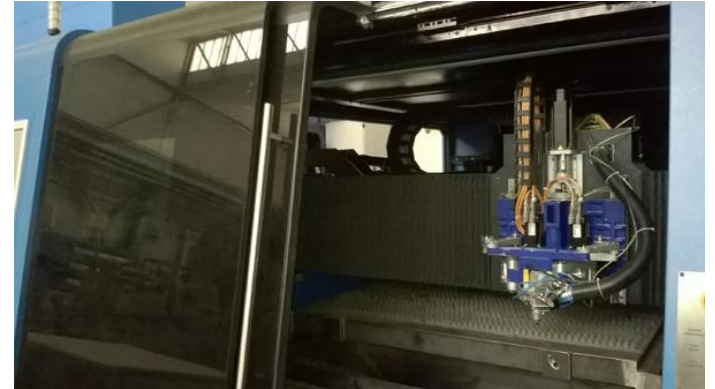
Düzlemsel lazer kesim



Makro-Mikro Manipülasyon

Hedefler:

- 1g + 5g 'ye kadar ivme
- Konumlama hassasiyeti: $\pm 30 \mu\text{m/m}$
- Tekrarlanabilirlik: $\pm 15 \mu\text{m/m}$



Paralel manipülatörlerde konumlama hassasiyetinin artırılabilmesi için neler yapılabilir?

- Fazla kısıtlı (İng. overconstrained) mekanizma yapısı kullanılabilir.
- Uzun ve mafsalların malzeme ve geometrisi iyileştirilebilir.
- Dengeleme ile sarsma kuvvetleri giderilebilir.
- Direngenlik modeli ile kalibrasyon ve denetim yapılabilir.
- Kalibrasyon ve kontrol iyileştirilebilir.

116M272 nolu TÜBİRAK 1001

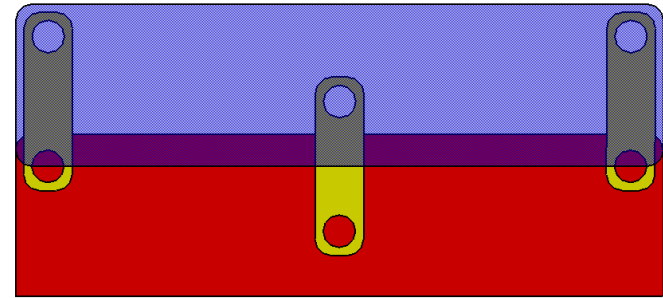
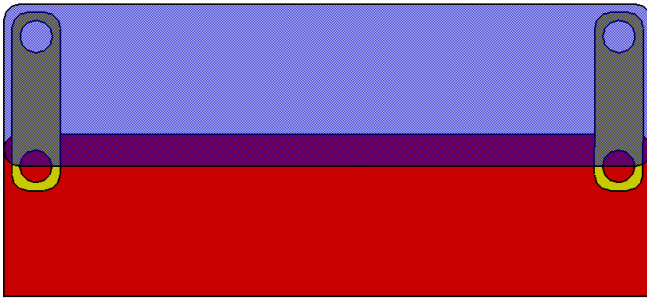
Projesi Kapsamında Karşılaştırılanlar

2 serbestlik dereceli bir düzlemsel manipülatörde

- Fazla kısıtlı / normal kısıtlı mekanizma
- Tam ya da kısmi dengelenmiş / dengelenmemiş mekanizma
- Doğrusal / doğrusal olmayan denetim
- Direngenlik modelinin denetime çevrimiçi/çevrimdışı olarak dahil edilmesi

Fazla / Normal Kısıtlı Mekanizma

Normal kısıtlı mekanizma / Fazla kısıtlı mekanizma

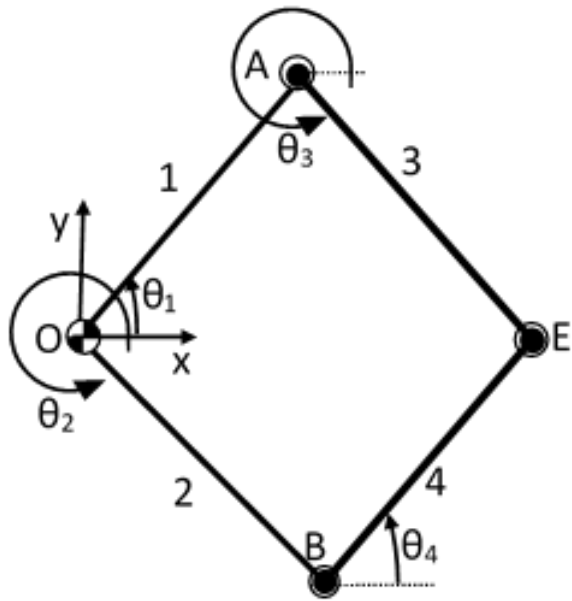


Fazla kısıtlı mekanizma, normal kısıtlıya göre daha direngendir. Ancak fazla kısıtlı mekanizmalarda:

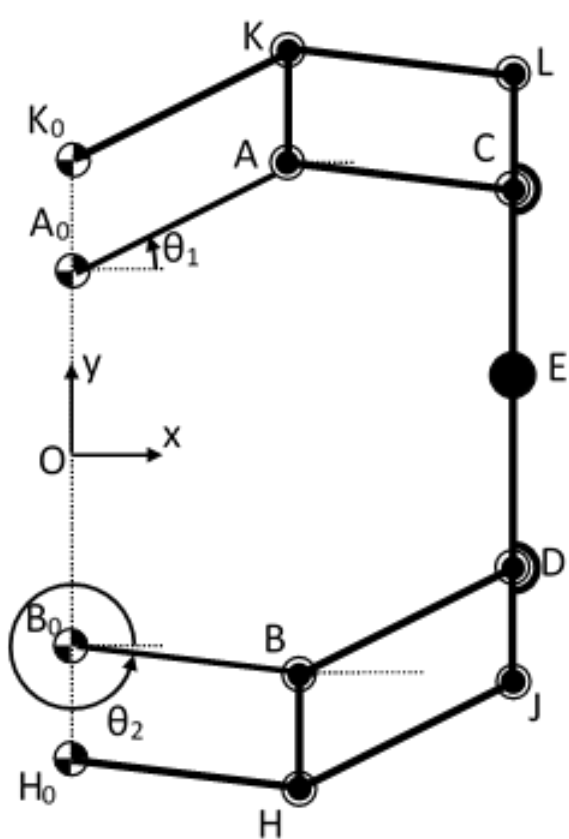
- 1) Kinematik denklemlerde eksik deęişken,
- 2) Statik denklemlerde fazla değişken vardır.

Projedeki Mekanizmalar

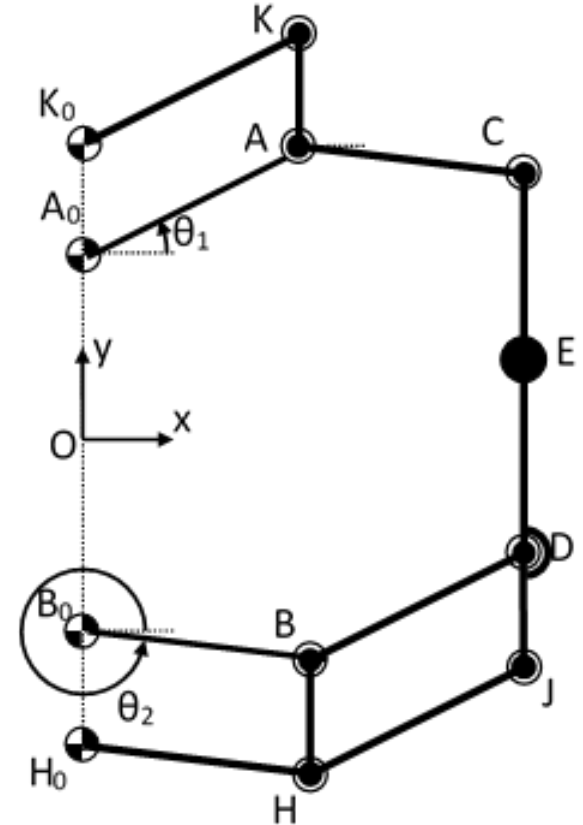
Başlangıçtaki fikir



Fazla kısıtlı mekanizma

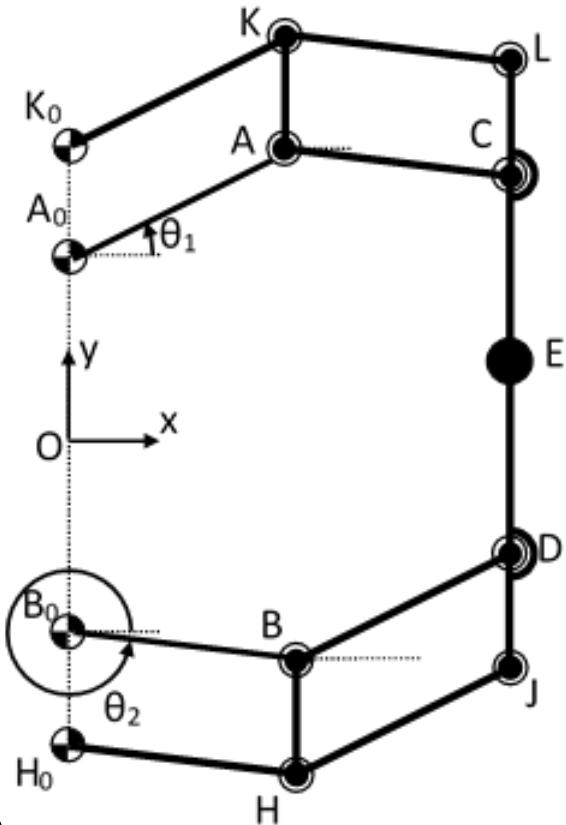


Normal kısıtlı mekanizma

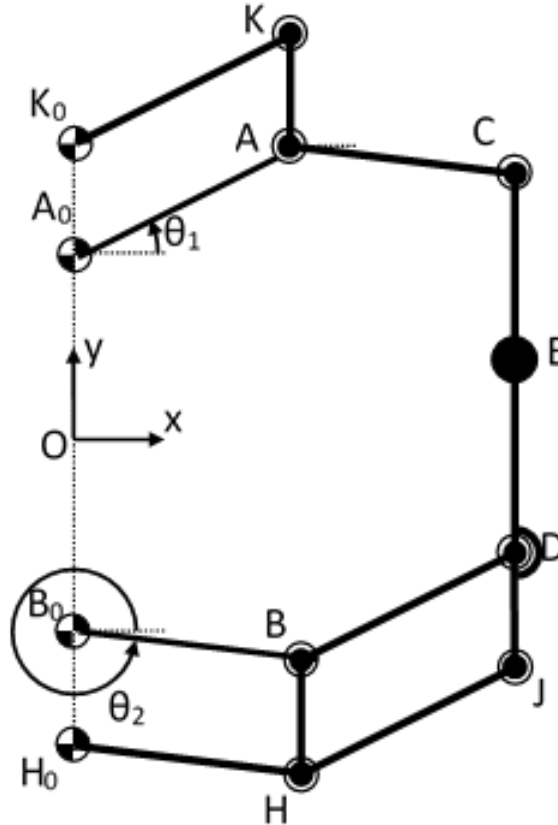


Projedeki Mekanizmalar

Fazla kısıtlı mekanizma



Normal kısıtlı mekanizma



Kıyaslama Yapılacak Kıstaslar

Enerji verimliliği

Sarsma kuvvetleri

Konumlama ve tekrarlanabilirlik

Kontrol edilebilirlik

Kalibrasyon kolaylığı

Paralel Manipulatörlerde Malzeme



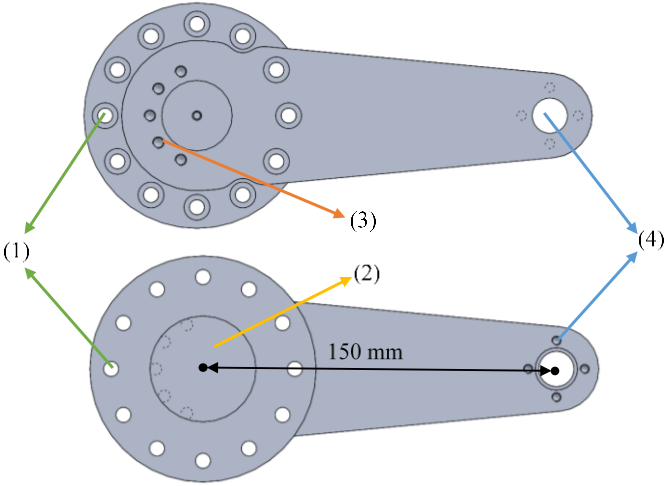
Delta Robot @EPFL



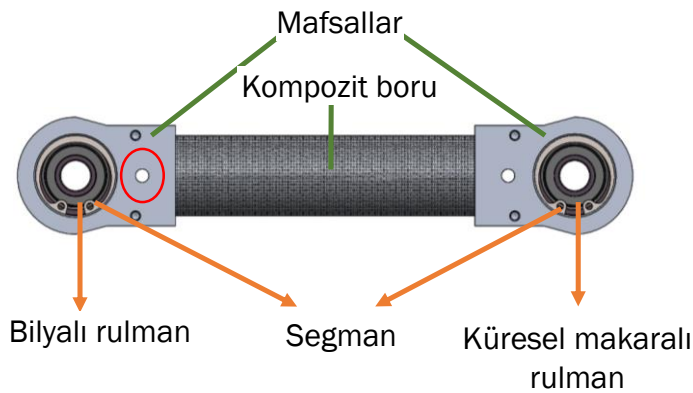
Planar Robot @Omron (Tr)

Paralel Manipulatörlerde Malzeme

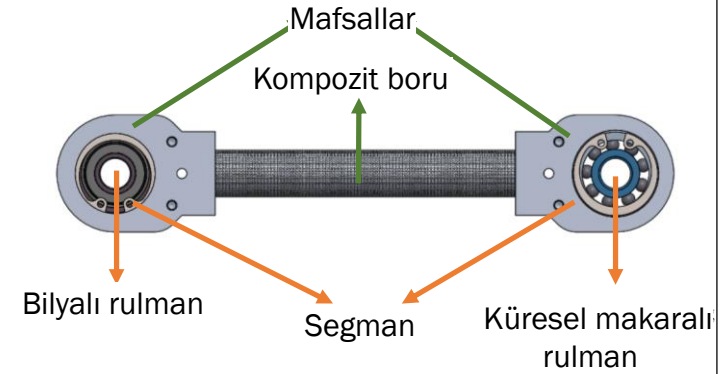
Arka Kollar



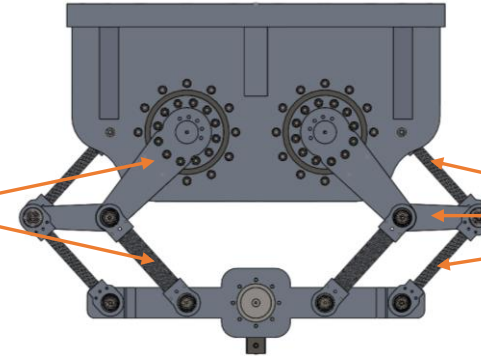
Ön kollar



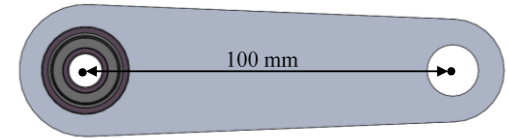
Paralel kollar



Ana kollar



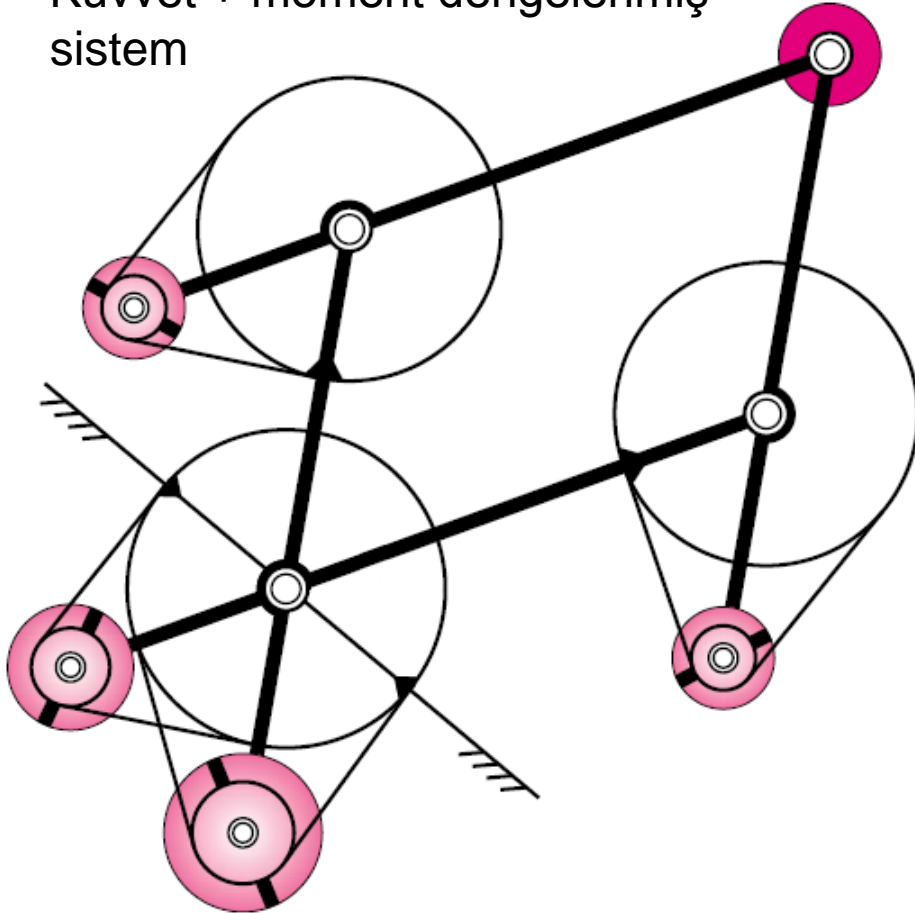
Yan kollar



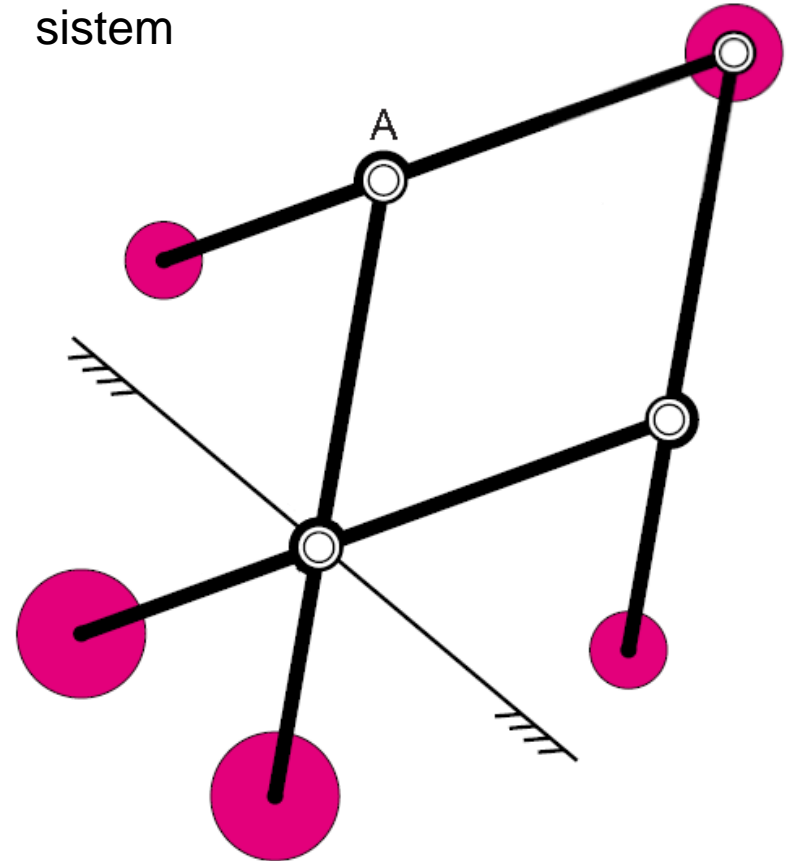
Ara Uzuqlar

Kuvvet / Moment Dengeleme

Kuvvet + moment dengelenmiş sistem



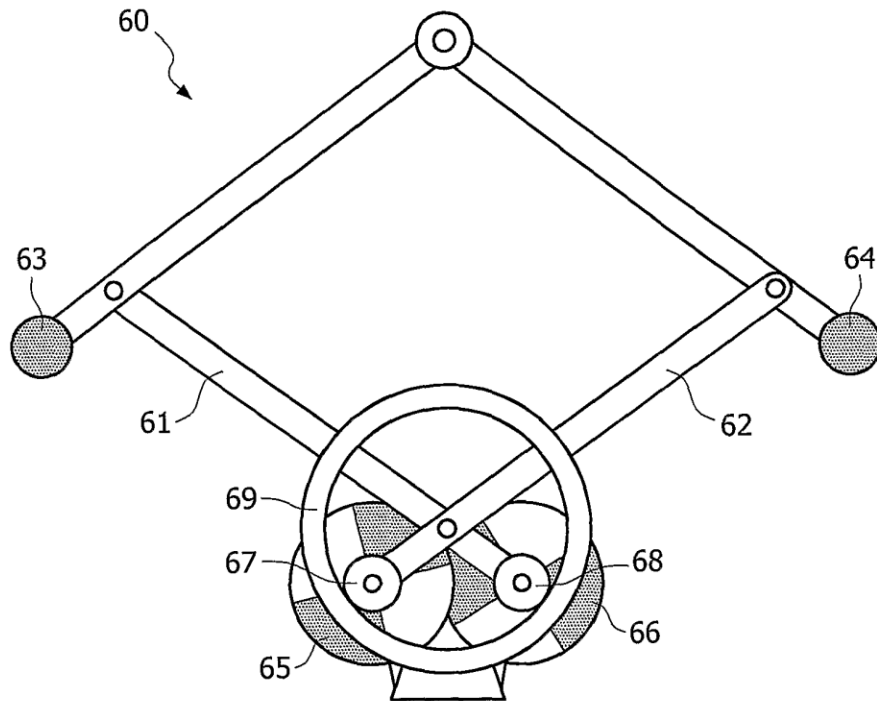
Yalnızca kuvvet dengelenmiş sistem



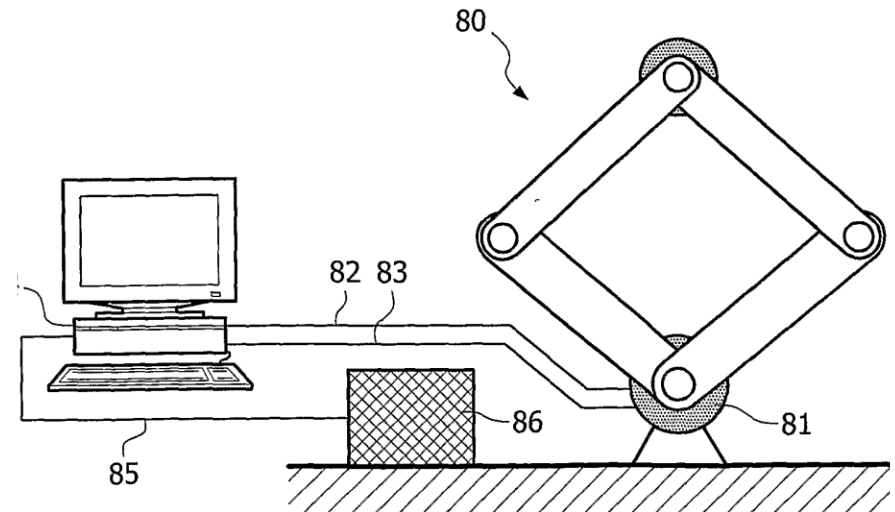
Van der Wijk V, Herder JL (2009) Synthesis of Dynamically Balanced Mechanisms by Using Counter-Rotary Countermass Balanced Double Pendula. *J. Mech. Des.* 131(11), 111003.

Aktif / Pasif Dengeleme

Pasif dengelenmiş sistem



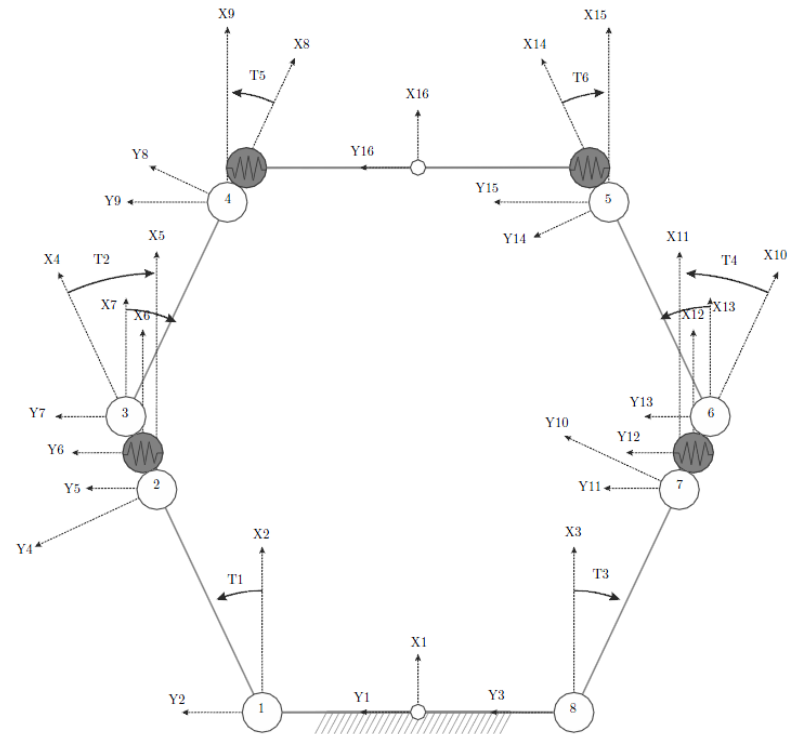
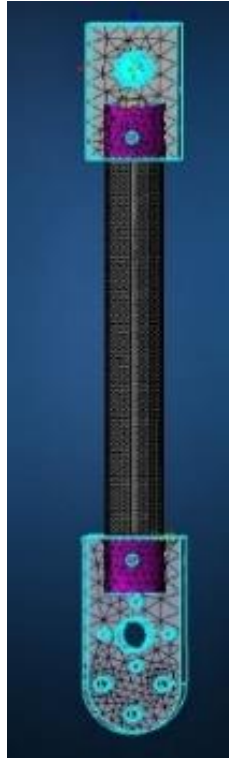
Aktif dengelenmiş sistem



Menschaar HF, Ariens AB, Herder JL, Bakker BM (2006) Five-Bar Mechanism With Dynamic Balancing Means and Method for Dynamically Balancing a Five-Bar Mechanism. Patent no: WO 2006/080846A1

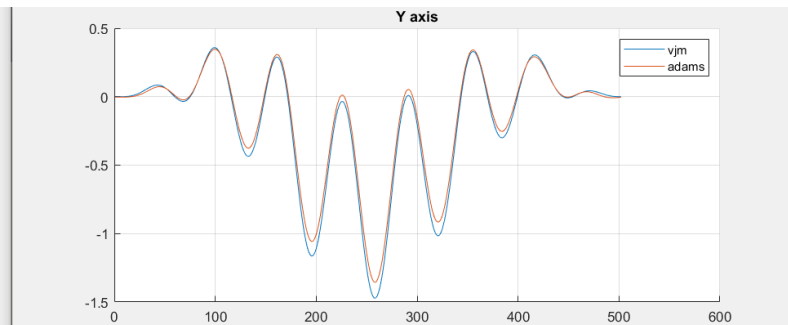
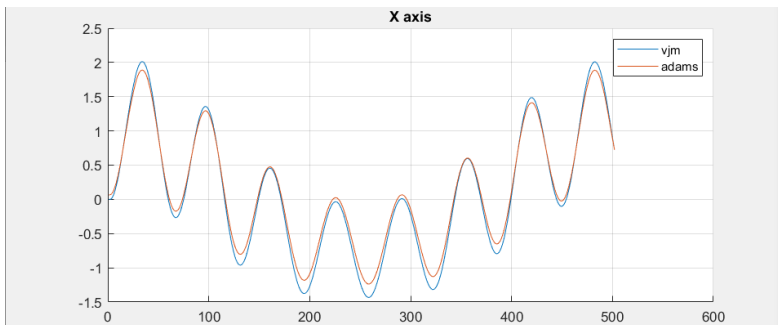
Direngenlik Modeli

Computed in 10 kHz CPU time

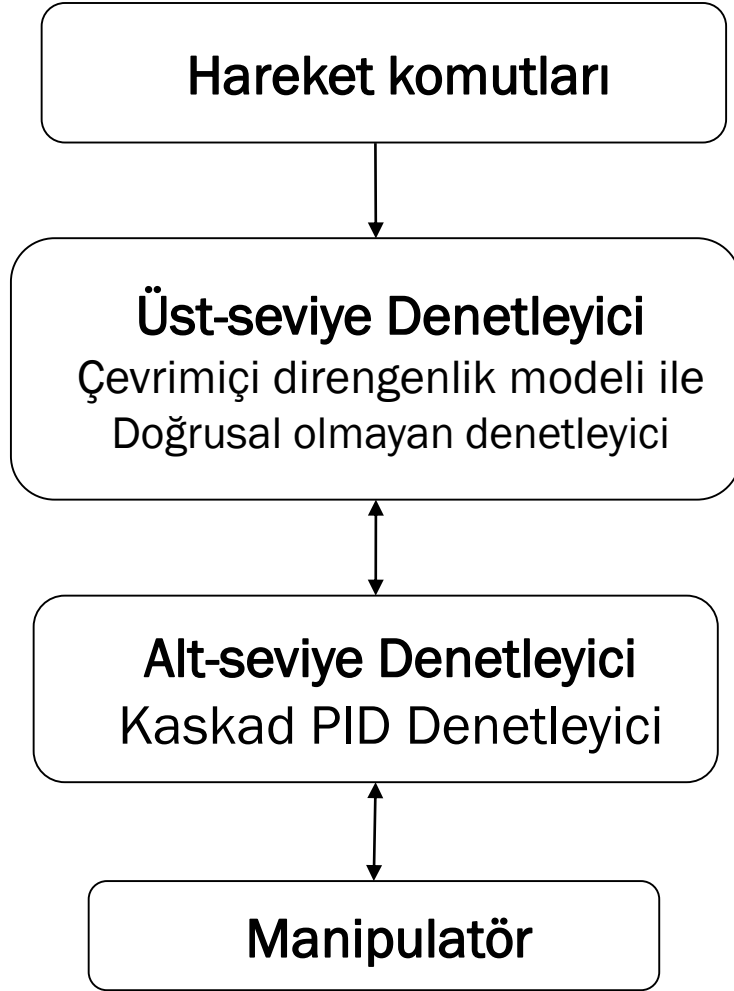


Direngenlik ölçümleri ve SEA modeli

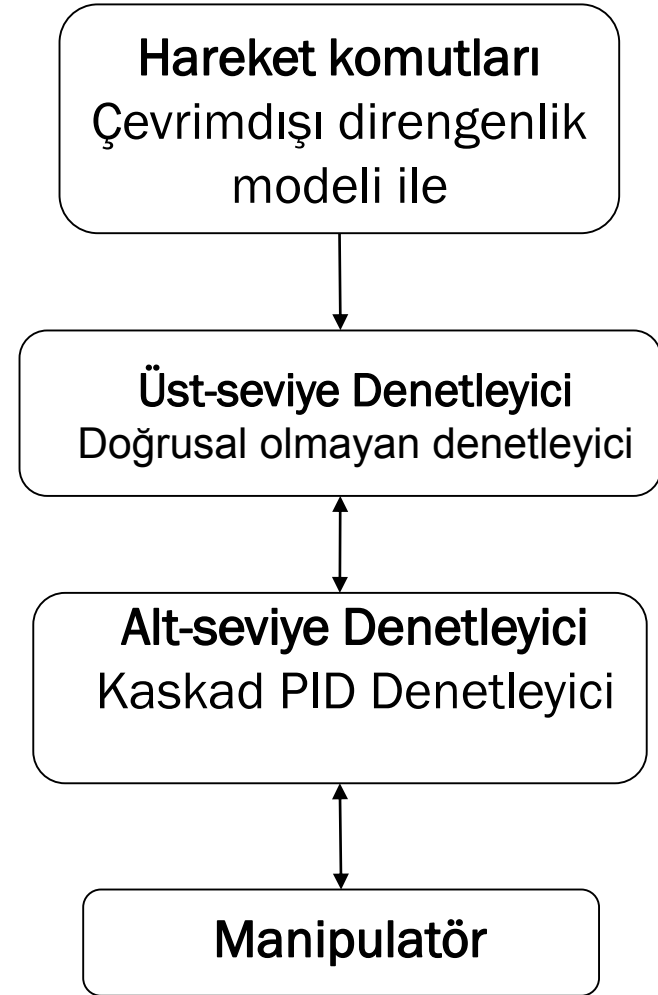
Sanal Mafsal Yöntemi (VJM) modeli



Denetim Sistemi Stratejileri



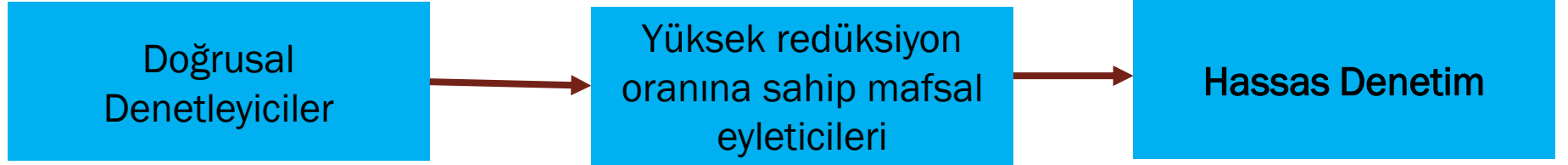
(a)



(b)

Denetim Sistemi Stratejileri

Yöntem-1



Yöntem-2

