**T.C.**

**KARABÜK ÜNİVERSİTESİ**

**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

****

**6 EKSENLİ ROBOT KOLU (KUKA KR5 R850 SERİSİ) PROJE RAPORU**

**Hazırlayanlar**

|  |  |
| --- | --- |
| Cengizhan TOPÇU | 2017010225048 |
| Mete KARAKAYA | 2017010225062 |
|  |  |

**Ders Yetkilisi**

Dr. Öğr. Üyesi Kenan IŞIK

**KARABÜK-2022**

# İÇİNDEKİLER

### Proje Amacı………………………………………………………………………………..2

**Giriş……………………..**……………………………………………………………….…**2**

**Yöntem…………………..**…………………………………………………………………**2**

**1.Giriş…………………….**………………………………………………………………...**4**

**2.İleri Kinematik…………**……………………………………………………………..…**5**

**3.Ter Kinematik…………**………………………………………………………………...**8**

**4.Yörünge Planlaması……**……………………………………………………………..…**9**

**PROJE AMACI**

Mekatronik mühendisliği öğrencilerine endüstriyel robot kullanımını öğretmek, üretilecek ya da tasarlanacak robotun her bir parçasının kontrolü için gereken adımların öğrenci tarafından sağlanabilmesi ve işlemlerin yapılabilmesi.

**GİRİŞ**

6 eksenli robot kolları günümüz teknolojisinde geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Tıp, mühendislik, endüstri gibi alanlarda yaygınlaşmaktadır ve gelecekte daha da yaygınlaşacaktır. Projemizde alternatif olarak tasarımını ve hesaplamalarını yaptığımız KUKA KR5 R850 model robot kolumuz özellikle endüstri alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Peki bu robot kolu nasıl kontrol edilmektedir? Sorusu baz alınarak bu proje oluşturulmuştur.

**YÖNTEM**

Robot kolumuzun hesaplamaları için uyguladığımız yöntemler ve sıralamaları aşağıdaki gibidir.

1.Aşama: Seçilen robot kolunun SolidWorks dosyaları bulunur ve datasheet üzerinden kontrolleri yapılır.

2.Aşama: Robot kolunun eklem oynama yönleri belirlenir ve hareket merkezlerine koordinat sistemleri yerleştirilir.

3.Aşama: Matlab uygulaması üzerinden Simscape eklentisine , kullanılan SolidWorks çizimleri aktarılır.

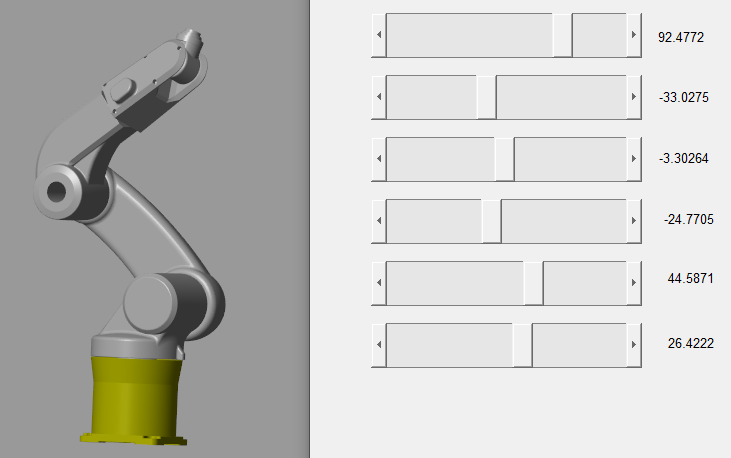
4.Aşama: SolidWorks üzerinden ölçümler yapılarak D-H parametre tablosu oluşturulur ve gerekli ileri kinematik hesapları yapılır.

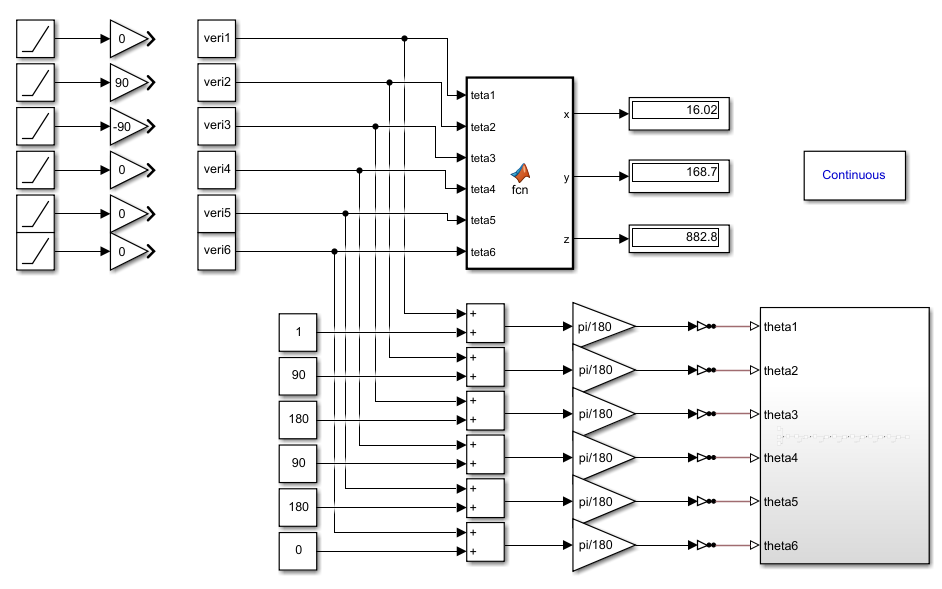
5.Aşama: İleri kinematik kullanılarak bulunan denklemler esas alınarak Ters kinematik ve Yörünge planlaması yapılır.

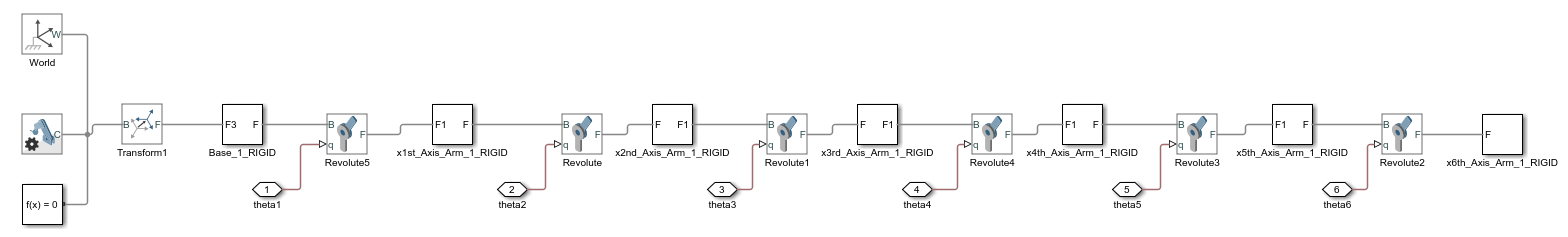
6.Aşama: Matlab uygulaması eklentisi olan GUİ uygulaması ile bir kontrol programı oluşturulur ve robotun verilen değerler ile hareketi simülasyon üzerinden sağlanır.

7. Aşama: Dinamik denklemleri oluşturulur.

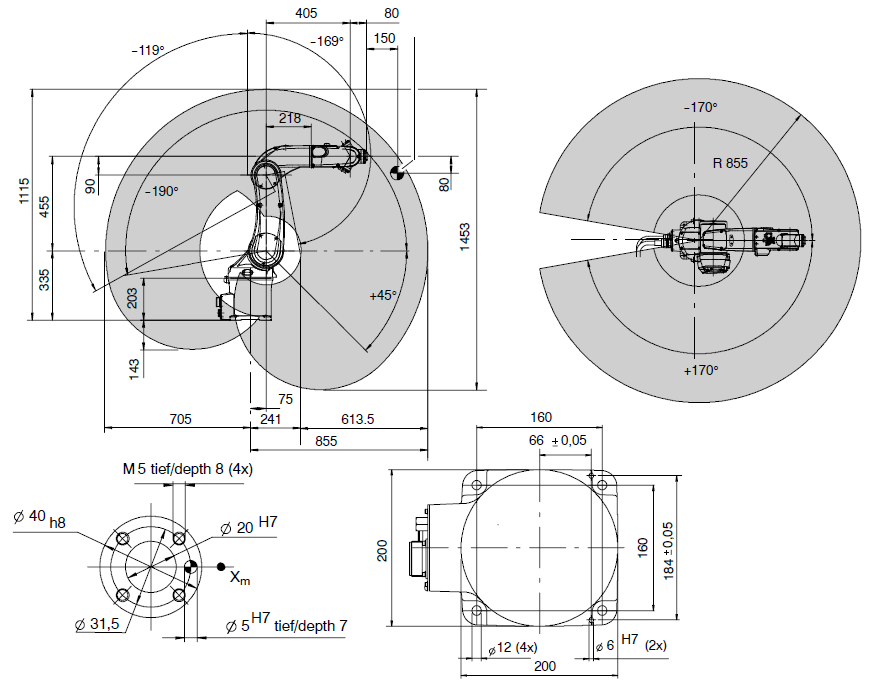
**1.Giriş**



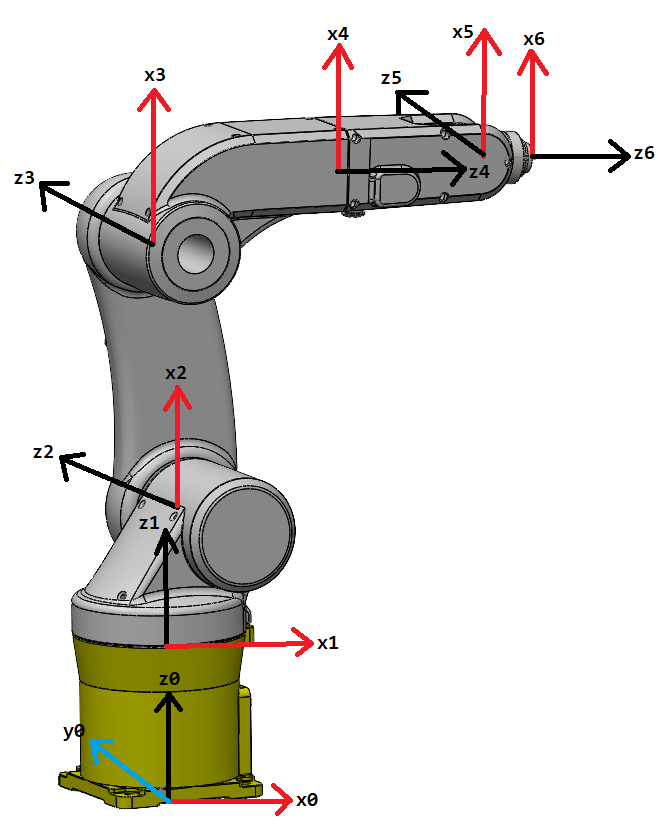
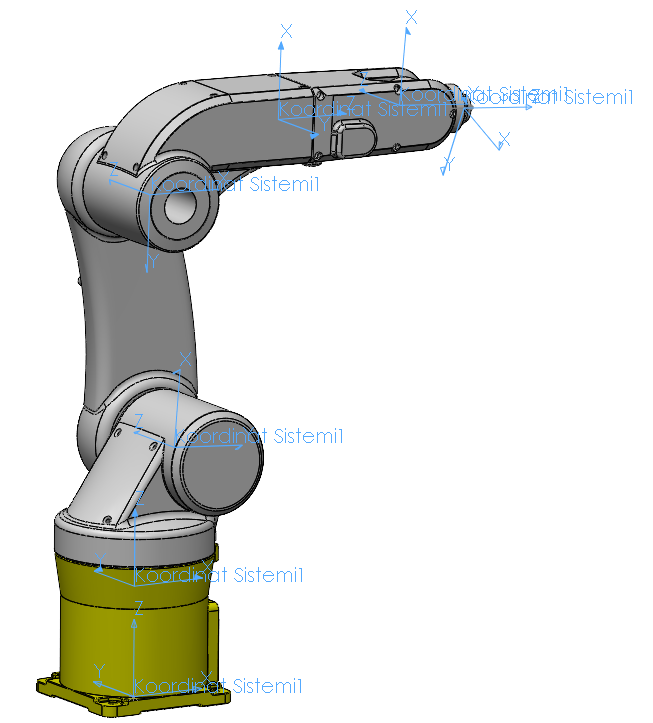


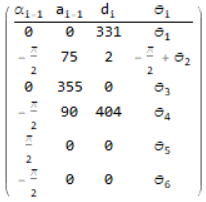


2.İleri Kinematik

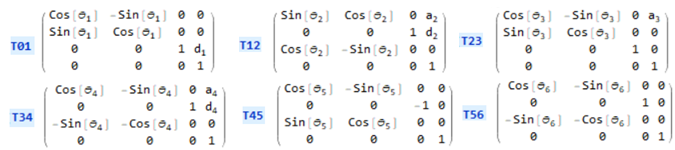


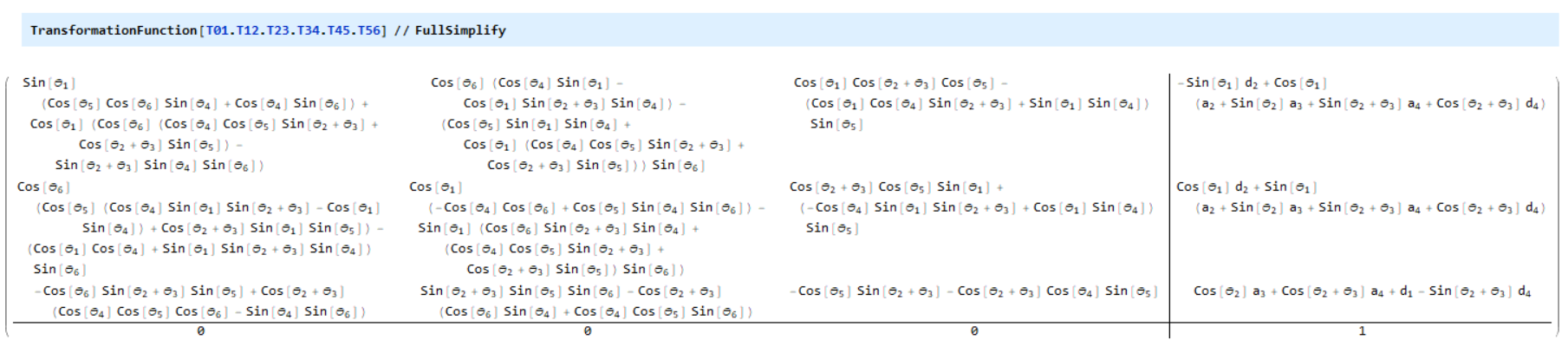
Önce robotun her eklem için koordinatları belirlendi. Ardından ölçüler robot kolun datashetine bakılarak dh tablosu yapıldı.





DH tablosunda sönüşüm matrisleri bulundu.

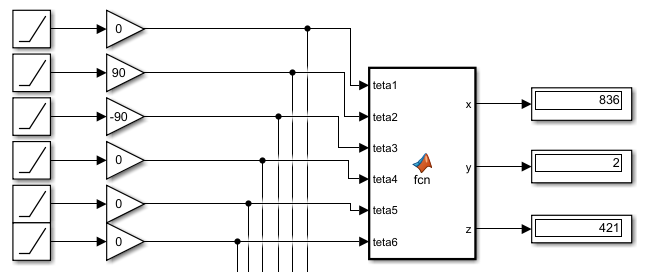


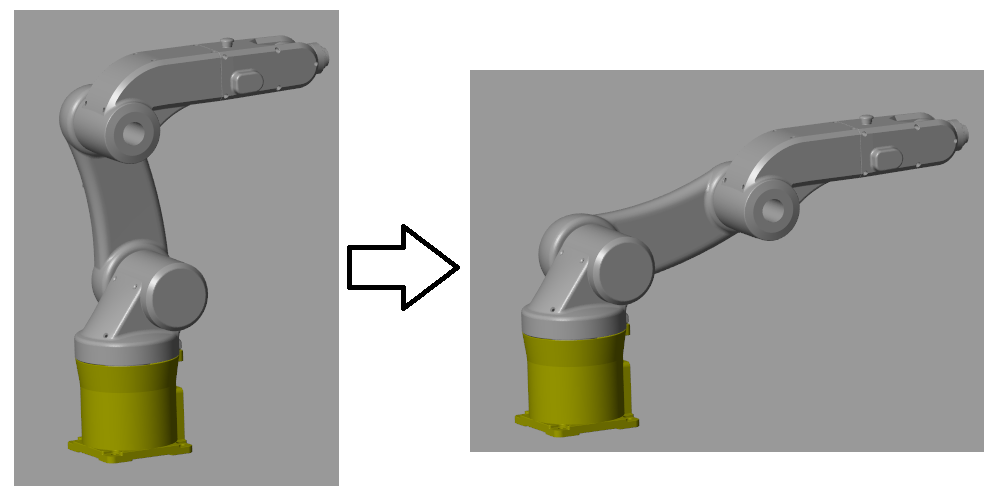


Sonucun doğruluğu için eklem açılarına değer vererek ileri kinematik hesabından konum vektörüne bakılarak sonucun doğruluğu yapıldı.

metin içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

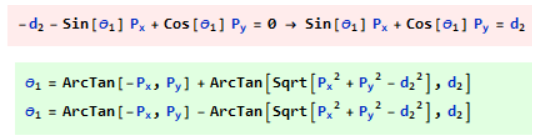


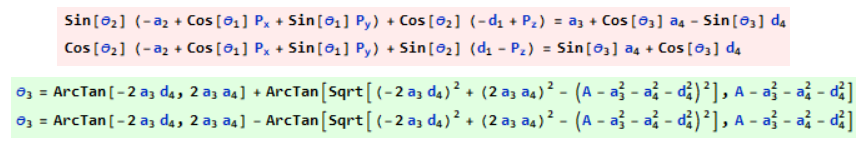


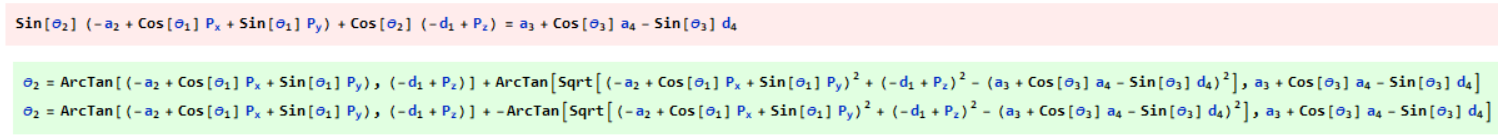
2.Ters Kinematik

metin içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

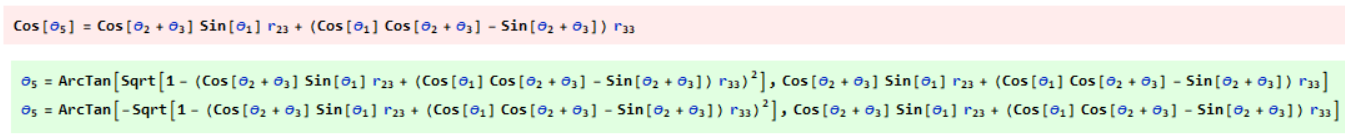


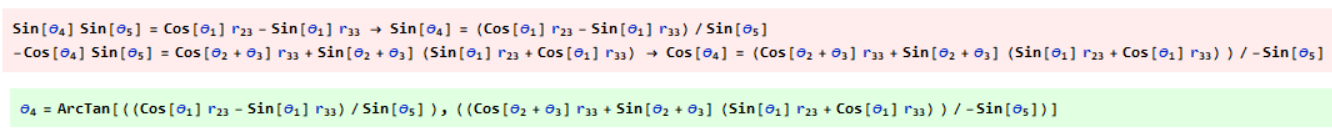


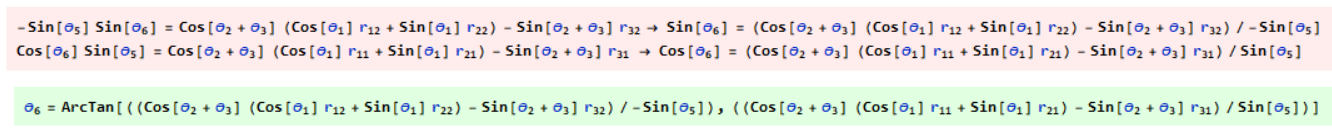


metin içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu







metin içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

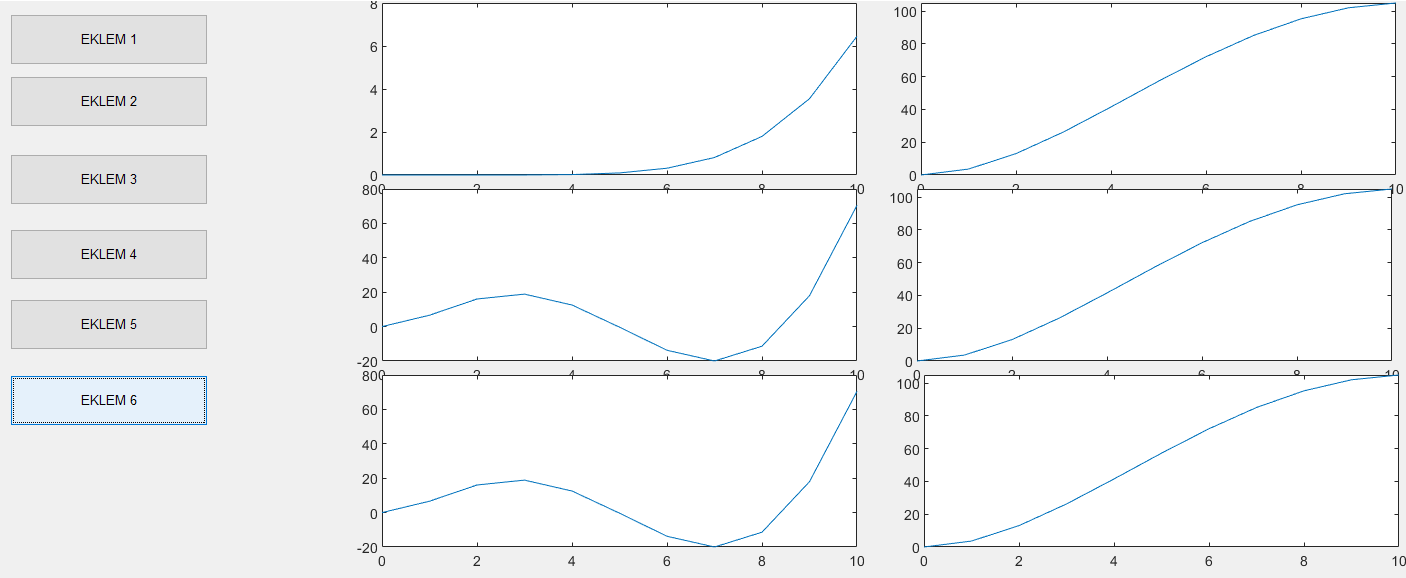
Açılar yaklaşık bulunmaktadır. Yukarıdaki başlangıç noktasındaki robotun açılarını yaklaşık olarak sıfır vermektedir.

4.Yörünge Planlaması

Her eklemi belirli açı ile döndürerek konum grafiği çıkarıldı.

metin içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu



Ek

İleri Kinematik Hesabı Kodları

**function** **[**x**,**y**,**z**]** **=** fcn**(**teta1**,** teta2 **,**teta3 **,**teta4 **,**teta5 **,**teta6**)**

teta\_1**=**deg2rad**(**teta1**);**

teta\_2**=**deg2rad**(**teta2**);**

teta\_3**=**deg2rad**(**teta3**);**

teta\_4**=**deg2rad**(**teta4**);**

teta\_5**=**deg2rad**(**teta5**);**

teta\_6**=**deg2rad**(**teta6**);**

alpha1**=** 0**;**

alpha2**=** **-**90**;**

alpha3**=** 0**;**

alpha4**=** **-**90**;**

alpha5**=** 90**;**

alpha6**=** **-**90**;**

alpha\_1**=**deg2rad**(**alpha1**);**

alpha\_2**=**deg2rad**(**alpha2**);**

alpha\_3**=**deg2rad**(**alpha3**);**

alpha\_4**=**deg2rad**(**alpha4**);**

alpha\_5**=**deg2rad**(**alpha5**);**

alpha\_6**=**deg2rad**(**alpha6**);**

a\_1**=** 0**;**

a\_2**=** 75**;**

a\_3**=** 355**;**

a\_4**=** 90**;**

a\_5**=** 0**;**

a\_6**=** 0**;**

d\_1**=** 331**;**

d\_2**=** 2**;**

d\_3**=** 0**;**

d\_4**=** 320**;** %404;

d\_5**=** 0**;**

d\_6**=** 0**;**

%syms teta\_1 teta\_2 teta\_3 teta\_4 teta\_5 teta\_6 ;

T\_01**=[** cos**(**teta\_1**)** **-**sin**(**teta\_1**)** 0 a\_1

sin**(**teta\_1**)\***cos**(**alpha\_1**)** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**alpha\_1**)** **-**sin**(**alpha\_1**)** **-**sin**(**alpha\_1**)\***d\_1

sin**(**teta\_1**)\***sin**(**alpha\_1**)** cos**(**teta\_1**)\***sin**(**alpha\_1**)** cos**(**alpha\_1**)** cos**(**alpha\_1**)\***d\_1

0 0 0 1 **];**

T\_12**=[** cos**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)** **-**sin**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)** 0 a\_2

sin**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)\***cos**(**alpha\_2**)** cos**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)\***cos**(**alpha\_2**)** **-**sin**(**alpha\_2**)** **-**sin**(**alpha\_2**)\***d\_2

sin**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)\***sin**(**alpha\_2**)** cos**(-**pi**/**2**+**teta\_2**)\***sin**(**alpha\_2**)** cos**(**alpha\_2**)** cos**(**alpha\_2**)\***d\_2

0 0 0 1 **];**

T\_23**=[** cos**(**teta\_3**)** **-**sin**(**teta\_3**)** 0 a\_3

sin**(**teta\_3**)\***cos**(**alpha\_3**)** cos**(**teta\_3**)\***cos**(**alpha\_3**)** **-**sin**(**alpha\_3**)** **-**sin**(**alpha\_3**)\***d\_3

sin**(**teta\_3**)\***sin**(**alpha\_3**)** cos**(**teta\_3**)\***sin**(**alpha\_3**)** cos**(**alpha\_3**)** cos**(**alpha\_3**)\***d\_3

0 0 0 1 **];**

T\_34**=[** cos**(**teta\_4**)** **-**sin**(**teta\_4**)** 0 a\_4

sin**(**teta\_4**)\***cos**(**alpha\_4**)** cos**(**teta\_4**)\***cos**(**alpha\_4**)** **-**sin**(**alpha\_4**)** **-**sin**(**alpha\_4**)\***d\_4

sin**(**teta\_4**)\***sin**(**alpha\_4**)** cos**(**teta\_4**)\***sin**(**alpha\_4**)** cos**(**alpha\_4**)** cos**(**alpha\_4**)\***d\_4

0 0 0 1 **];**

T\_45**=[** cos**(**teta\_5**)** **-**sin**(**teta\_5**)** 0 a\_5

sin**(**teta\_5**)\***cos**(**alpha\_5**)** cos**(**teta\_5**)\***cos**(**alpha\_5**)** **-**sin**(**alpha\_5**)** **-**sin**(**alpha\_5**)\***d\_5

sin**(**teta\_5**)\***sin**(**alpha\_5**)** cos**(**teta\_5**)\***sin**(**alpha\_5**)** cos**(**alpha\_5**)** cos**(**alpha\_5**)\***d\_5

0 0 0 1 **];**

T\_56**=[** cos**(**teta\_6**)** **-**sin**(**teta\_6**)** 0 a\_6

sin**(**teta\_6**)\***cos**(**alpha\_6**)** cos**(**teta\_6**)\***cos**(**alpha\_6**)** **-**sin**(**alpha\_6**)** **-**sin**(**alpha\_6**)\***d\_6

sin**(**teta\_6**)\***sin**(**alpha\_6**)** cos**(**teta\_6**)\***sin**(**alpha\_6**)** cos**(**alpha\_6**)** cos**(**alpha\_6**)\***d\_6

0 0 0 1 **];**

T\_06**=** T\_01**\***T\_12**\***T\_23**\***T\_34**\***T\_45**\***T\_56**;**

% x=T\_06(1,4);

% y=T\_06(2,4);

% z=T\_06(3,4);

R\_06**=[**T\_06**(**1**,**1**)** T\_06**(**1**,**2**)** T\_06**(**1**,**3**)**

T\_06**(**2**,**1**)** T\_06**(**2**,**2**)** T\_06**(**2**,**3**)**

T\_06**(**3**,**1**)** T\_06**(**3**,**2**)** T\_06**(**3**,**3**)];**

A**=**R\_06**\***86**;**

B**=[**0

0

1**];**

A1**=**A**\***B**;**

x**=**T\_06**(**1**,**4**)+**A1**(**1**,**1**);**

y**=**T\_06**(**2**,**4**)+**A1**(**2**,**1**);**

z**=**T\_06**(**3**,**4**)+**A1**(**3**,**1**);**

Ters Kinematik Hesabı Kodları

syms teta\_1 teta\_2 teta\_3 teta\_4 teta\_5 teta\_6

px**=**481**;** %481-331

py**=**2**;** %2-90

pz**=**776**;** %776-776

c**=**2**;**

teta\_1**=(**atan2**(-**px**,**py**)+**atan2**(**sqrt**((**px**^**2**)+(**py**^**2**)-(**c**^**2**)),**c**));**

%teta\_1= atan2(-px,py)-atan2(sqrt((px^2)+(py^2)-(c^2)),c);

eq\_1**=**pz**\***cos**(**teta\_2**)** **-** 75**\***sin**(**teta\_2**)** **-** 331**\***cos**(**teta\_2**)** **+** px**\***cos**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_2**)** **+** py**\***sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_2**)==**90**\***cos**(**teta\_3**)** **-** 320**\***sin**(**teta\_3**)** **+** 355**;**

eq\_2**=**331**\***sin**(**teta\_2**)** **-** 75**\***cos**(**teta\_2**)** **-** pz**\***sin**(**teta\_2**)** **+** px**\***cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_2**)** **+** py**\***cos**(**teta\_2**)\***sin**(**teta\_1**)==**320**\***cos**(**teta\_3**)** **+** 90**\***sin**(**teta\_3**);**

sol1**=**solve**([**eq\_1 eq\_2**],[**teta\_2 teta\_3**]);**

teta\_2**=(**sol1**.**teta\_2**(**1**,**1**));**

teta\_3**=(**sol1**.**teta\_3**(**1**,**1**));**

eq\_3**=-**cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_5**)==((**cos**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_3**)\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** **-** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**))\*(**sin**(**teta\_5**)\*(**sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_4**)** **+** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_2**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_3**)** **+** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_2**))** **-** cos**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_5**)))/(**cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_3**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2 **+** cos**(**teta\_3**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2 **+** sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**)** **+** **((**sin**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_5**)** **+** cos**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_5**))\*(**cos**(**teta\_3**)\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** **+** cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)\***sin**(**teta\_3**)))/(**cos**(**teta\_3**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2 **+** sin**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**)** **-** **((**cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)\***sin**(**teta\_1**)** **-** sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_3**)\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**))\*(**sin**(**teta\_5**)\*(**cos**(**teta\_2**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_3**)** **-** cos**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_4**)** **+** cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_2**))** **-** cos**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_5**)\***sin**(**teta\_1**)))/(**cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_3**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2 **+** cos**(**teta\_3**)^**2**\***cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2 **+** cos**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2 **+** cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**\***sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2 **+** sin**(**teta\_1**)^**2**\***sin**(**teta\_3**)^**2**\***sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)^**2**);**

eq\_4**=**sin**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_5**)==(**sin**(**teta\_1**)\*(**sin**(**teta\_5**)\*(**sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_4**)** **+** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_2**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_3**)** **+** cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_2**))** **-** cos**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_1**)\***cos**(**teta\_5**)))/(**cos**(**teta\_1**)^**2 **+** sin**(**teta\_1**)^**2**)** **-** **(**cos**(**teta\_1**)\*(**sin**(**teta\_5**)\*(**cos**(**teta\_2**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_3**)** **-** cos**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_4**)** **+** cos**(**teta\_3**)\***cos**(**teta\_4**)\***sin**(**teta\_1**)\***sin**(**teta\_2**))** **-** cos**(**teta\_2 **+** teta\_3**)\***cos**(**teta\_5**)\***sin**(**teta\_1**)))/(**cos**(**teta\_1**)^**2 **+** sin**(**teta\_1**)^**2**);**

sol2**=**solve**([**eq\_3 eq\_4**],[**teta\_4 teta\_5**]);**

teta\_4**=(**sol2**.**teta\_4**(**1**,**1**));**

teta\_5**=(**sol2**.**teta\_5**(**1**,**1**));**

teta\_6**=**0**;**

q2**=[**double**(**rad2deg**(**teta\_1**))**

double**(**rad2deg**(**teta\_2**))**

double**(**rad2deg**(**teta\_3**))**

double**(**rad2deg**(**teta\_4**))**

double**(**rad2deg**(**teta\_5**))**

double**(**rad2deg**(**teta\_6**))];**

T\_01**=[** cos**(**teta\_1**)** **-**sin**(**teta\_1**)** 0 0

sin**(**teta\_1**)** cos**(**teta\_1**)** 0 0

0 0 1 331

0 0 0 1 **];**

T\_12**=** **[** cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** **-**sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** 0 75

0 0 1 2

**-**sin**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** **-**cos**(**teta\_2 **-** pi**/**2**)** 0 0

0 0 0 1**];**

T\_23**=[** cos**(**teta\_3**)** **-**sin**(**teta\_3**)** 0 355

sin**(**teta\_3**)** cos**(**teta\_3**)** 0 0

0 0 1 0

0 0 0 1 **];**

T\_34**=[**cos**(**teta\_4**)** **-**sin**(**teta\_4**)** 0 90

0 0 1 320

**-**sin**(**teta\_4**)** **-**cos**(**teta\_4**)** 0 0

0 0 0 1**];**

T\_45**=[** cos**(**teta\_5**)** **-**sin**(**teta\_5**)** 0 0

0 0 **-**1 0

sin**(**teta\_5**)** cos**(**teta\_5**)** 0 0

0 0 0 1**];**

T\_56**=** **[** cos**(**teta\_6**)** **-**sin**(**teta\_6**)** 0 0

0 0 1 0

**-**sin**(**teta\_6**)** **-**cos**(**teta\_6**)** 0 0

0 0 0 1**];**

T\_06**=**double**(**T\_01**\***T\_12**\***T\_23**\***T\_34**\***T\_45**\***T\_56**);**

R\_06**=[**T\_06**(**1**,**1**)** T\_06**(**1**,**2**)** T\_06**(**1**,**3**)**

T\_06**(**2**,**1**)** T\_06**(**2**,**2**)** T\_06**(**2**,**3**)**

T\_06**(**3**,**1**)** T\_06**(**3**,**2**)** T\_06**(**3**,**3**)];**

A**=**R\_06**\***86**;**

B**=[**0

0

1**];**

A1**=**A**\***B**;** %4.EKLEM İLE 6.EKLEM ARASINDAKİ FARK

x**=**T\_06**(**1**,**4**)-**A1**(**1**,**1**);**

y**=**T\_06**(**2**,**4**)-**A1**(**2**,**1**);**

z**=**T\_06**(**3**,**4**)-**A1**(**3**,**1**);**

T\_06\_**=**T\_06**;**

T\_06\_**(**1**,**4**)=**x**;**

T\_06\_**(**2**,**4**)=**y**;**

T\_06\_**(**3**,**4**)=**z**;**

tetaa\_1**=**rad2deg**(**teta\_1**);**

tetaa\_2**=**rad2deg**(**teta\_2**);**

tetaa\_3**=**rad2deg**(**teta\_3**);**

tetaa\_4**=**rad2deg**(**teta\_4**);**

tetaa\_5**=**rad2deg**(**teta\_5**);**

tetaa\_6**=**rad2deg**(**teta\_6**);**

q**=[**tetaa\_1

tetaa\_2

tetaa\_3

tetaa\_4

tetaa\_5

tetaa\_6**];**

syms teta\_11 teta\_22 teta\_33 teta\_44 teta\_55 teta\_66

xx**=**double**(**x**);**

yy**=**double**(**y**);**

zz**=**double**(**z**);**

teta\_11**=** **(**atan2**(-**xx**,**yy**)+**atan2**(**sqrt**((**xx**^**2**)+(**yy**^**2**)-(**c**^**2**)),**c**));**

%teta\_1= atan2(-px,py)-atan2(sqrt((px^2)+(py^2)-(c^2)),c);

eq\_6**=**zz**\***cos**(**teta\_22**)** **-** 75**\***sin**(**teta\_22**)** **-** 331**\***cos**(**teta\_22**)** **+** xx**\***cos**(**teta\_11**)\***sin**(**teta\_22**)** **+** yy**\***sin**(**teta\_11**)\***sin**(**teta\_22**)==**90**\***cos**(**teta\_33**)** **-** 320**\***sin**(**teta\_33**)** **+** 355**;**

eq\_7**=**331**\***sin**(**teta\_22**)** **-** 75**\***cos**(**teta\_22**)** **-** zz**\***sin**(**teta\_22**)** **+** xx**\***cos**(**teta\_11**)\***cos**(**teta\_22**)** **+** yy**\***cos**(**teta\_22**)\***sin**(**teta\_11**)==**320**\***cos**(**teta\_33**)** **+** 90**\***sin**(**teta\_33**);**

sol3**=**solve**([**eq\_6 eq\_7**],[**teta\_22 teta\_33**]);**

teta\_22**=(**sol3**.**teta\_22**(**1**,**1**));**

teta\_33**=(**sol3**.**teta\_33**(**1**,**1**));**

xfark**=**A1**(**1**,**1**);**

yfark**=**A1**(**2**,**1**);**

zfark**=**A1**(**3**,**1**);**

eq\_8**=(**zfark**\*(**81129638414606678066041400783053**\***cos**(**teta\_44**)\***cos**(**teta\_55**)** **+** 36352050459684853281621484240896**\***sin**(**teta\_44**)\***sin**(**teta\_55**)))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_44**)^**2**\***cos**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_55**)^**2**\***sin**(**teta\_44**)^**2 **+** sin**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2**))** **-** **(**yfark**\*(**36352050459684853281621484240896**\***cos**(**teta\_44**)\***sin**(**teta\_55**)** **-** 81129638414606678066041400783053**\***cos**(**teta\_55**)\***sin**(**teta\_44**)))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_44**)^**2**\***cos**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_55**)^**2**\***sin**(**teta\_44**)^**2 **+** sin**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2**))** **+** **(**72529626061778025144792148606976**\***xfark**\***sin**(**teta\_55**))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_55**)^**2 **+** sin**(**teta\_55**)^**2**))==**0**;**

eq\_9**=(**72529626061778025144792148606976**\***xfark**\***cos**(**teta\_55**))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_55**)^**2 **+** sin**(**teta\_55**)^**2**))** **-** **(**zfark**\*(**81129638414606678066041400783053**\***cos**(**teta\_44**)\***sin**(**teta\_55**)** **-** 36352050459684853281621484240896**\***cos**(**teta\_55**)\***sin**(**teta\_44**)))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_44**)^**2**\***cos**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_55**)^**2**\***sin**(**teta\_44**)^**2 **+** sin**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2**))** **-** **(**yfark**\*(**36352050459684853281621484240896**\***cos**(**teta\_44**)\***cos**(**teta\_55**)** **+** 81129638414606678066041400783053**\***sin**(**teta\_44**)\***sin**(**teta\_55**)))/(**81129638414606678066041400783053**\*(**cos**(**teta\_44**)^**2**\***cos**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2 **+** cos**(**teta\_55**)^**2**\***sin**(**teta\_44**)^**2 **+** sin**(**teta\_44**)^**2**\***sin**(**teta\_55**)^**2**))==**76.8837**;**

sol4**=**solve**([**eq\_8 eq\_9**],[**teta\_44 teta\_55**]);**

teta\_44**=** sol4**.**teta\_44**(**3**,**1**);**

teta\_55**=** sol4**.**teta\_55**(**3**,**1**);**

tetaa\_11**=**double**(**rad2deg**(**teta\_11**));**

tetaa\_22**=**double**(**rad2deg**(**teta\_22**));**

tetaa\_33**=**double**(**rad2deg**(**teta\_33**));**

tetaa\_44**=**double**(**rad2deg**(**teta\_44**));**

tetaa\_55**=**double**(**rad2deg**(**teta\_55**));**

acilar**=[**tetaa\_11

tetaa\_22

tetaa\_33

tetaa\_44

tetaa\_55

0 **];**