

**T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEK KİŞİLİK YATAK KOLTUK MEKANİZMASI TASARIMI VE
KİNEMATİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayhan BEKKİ
(201192091043)**

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ

**SİVAS
OCAK 2017**

Ayhan BEKKİ'nin hazırladığı ve “**Tek Kişilik Yatak Koltuk Mekanizması Tasarımı ve Kinematik Analizi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **MAKİNE ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : **Yrd.Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ**
Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Burhan SELÇUK**
Cumhuriyet Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet FENERCİOĞLU
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İdris ZORLUTUNA
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.





Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Ayhan BEKKİ, 2017

Çalışmalarım sırasında bana destek olan aileme ve eşime...



ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

27.01.2017

Ayhan BEKKİ

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarında yardımcı olan tüm Gökler A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederim.



ÖZET

TEK KİŞİLİK YATAK KOLTUK MEKANİZMASI TASARIMI VE KİNEMATİK ANALİZİ

Ayhan BEKKİ

Yüksek Lisans Tezi

Makine Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç.Dr. Hacı Ali ERTAŞ

2017, 54 +xiii sayfa

Bu çalışmada tek kişilik yatak koltuk mekanizmasının sentezi ve kinematik analizi yapılmıştır. Mekanizmaların genel yapısından ve sınıflandırılmasından bahsedilmiş ve çalışmada kullanılan mekanizmanın özellikleri belirtilmiştir. Boyutlandırma ve katı model bilgisayar ortamında hazırlanıp mekanizmanın analitik yöntemlerle kinematik analizinde geometrik ve cebirsel esaslardan hareketle mekanizmanın uzuvlarına ait konum, hız ve ivme bağıntıları bulunmuştur.

Analitik yöntemler çok uzuvlu mekanizmalar için uzun ve zahmetlidir. Bu nedenle Solidworks yardımı ile boyutlandırılmış mekanizma, MATLAB Simmechanics kısmına aktarılarak modellenmiştir. Mekanizmanın kinematik analizi Simmechanics yardımı ile yapılmıştır. Her bir mekanizma uzvuna sensör tanımlanarak istenilen noktada ve açıda konum, hız ve ivme değerleri bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mekanizma, MATLAB Simmechanics, Kinematik analiz

ABSTRACT

RECLINING CHAIR MECHANISM DESIGN AND KINEMATIC ANALYSIS

Ayhan BEKKİ

Master of Science Thesis

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Hacı Ali ERTAŞ

2017, 54+xiii pages

This study was conducted in single sofa bed mechanism and kinematic analysis. It has been mentioned about the general structure and classification of mechanism. And prepared the mechanism of the computer in the position of the geometric and algebraic principles of the movement mechanism of the limb kinematics analysis with analytical methods, velocity and acceleration correlation was found.

Analytical methods is a long and laborious for multi link mechanism. There fore dimensioned with Solidworks aid mechanism modeled by transferring part of the MATLAB Simmechanics. Kinematic analysis of the mechanism are made with the help Simmechanics. Each limb mechanism on the sensor at the desired point in defining the location and angle, velocity and acceleration values were found.

Key words: Mechanism, MATLAB Simmechanics, Kinematic Analysis.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Koltuk Mekanizmaları, Özellikleri ve Kullanım Alanı.....	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
2. MEKANİZMA TANIMI ve ÖZELLİKLERİ	4
2.1 Temel Kavramlar	4
2.2 Serbestlik Derecesi.....	6
2.3 Mekanizmaların Kinematik Analizi.....	6
2.3.1 Konum Analizi.....	6
2.3.2 Bir Noktanın Kinematığı.....	7
2.3.3 Mekanizmalarda Vektör Devreleri.....	8
2.3.4 Mekanizmalarda Bağımsız Devre Sayısının Belirlenmesi.....	9
2.4 Mekanizmalarda Hız ve İvme Analizi	10
3. TEK KİŞİLİK YATAK KOLTUK MEKANİZMASINA AİT ÖZELLİKLER.....	12
3.1 Mekanizmaya Ait Vektör Devre Denklemleri	13
3.2 Mekanizmaya Ait Hız ve İvme Denklemleri	17
4. MATLAB MODELİ OLUŞTURMA	21
4.1 Simmechanics'e Giriş	21
4.2 Simmechanics Blokları	22
4.3 Mekanizmanın MATLAB Ortamına Aktarılması	22
4.4 Simmechanics Modeline Özelliklerin Tanımlanması	25
4.5 Grafik Özelliklerinin Tanımlanması	29
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR	35
EK-1 MEKANİZMA, KONUM HIZ ve İVME GRAFİKLERİ.....	36
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Tek kişilik yatak koltuk özelliğindeki mobilyalar	1
Şekil 2.1	Düzlemsel mekanizma	5
Şekil 2.2	Küresel mekanizma	6
Şekil 2.3	OP uzunluğu vektörel gösterimi	7
Şekil 2.4	Dört Kol mekanizması	8
Şekil 3.1	Mekanizma şeması	12
Şekil 3.2	1.Açık kinematik zincir	13
Şekil 3.3	2.Açık kinematik zincir	14
Şekil 3.4	3.Açık kinematik zincir	14
Şekil 3.5	B ₆ B ₇ B ₈ Uzvu.....	15
Şekil 3.6	A ₂ A ₃ B ₂ B ₃ Uzvu	15
Şekil 3.7	B ₄ B ₅ B ₆ Uzvu.....	16
Şekil 3.8	B ₃ C ₂ B ₈ Uzvu.....	16
Şekil 4.1	Solidworks programından Simmechanics ortamına dönüştürme	23
Şekil 4.2	MATLAB ortamına atılan mekanizmaya ait blok diyagramı.....	24
Şekil 4.3	Başlangıç konumu giriş değerleri	25
Şekil 4.4	Joint Actuator özellik tanımlanması	26
Şekil 4.5	Mafsala tanımlanan açı, hız ve ivme	26
Şekil 4.6	Mekanizmaya tanımlanan Signal Builder (0° - 22° arası)	27
Şekil 4.7	Mekanizmanın başlangıç konumu	28
Şekil 4.8	Mekanizmanın son konumu	28
Şekil 4.9	A ₀ A ₁ Uzvuna Ait Blok Parametreleri.....	29
Şekil 4.10	A ₁ A ₂ Sensör bağlantı diyagramı.....	29
Şekil 4.11	Sensör ve Scope bağlantısı.	30
Şekil 4.12	Body Sensör özellik tanımlama.	30
Şekil 4.13	Mekanizmanın uzuvlarına ait yer değiştirme eğrileri.....	32
Şekil E1.1	A ₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	37
Şekil E1.2	A ₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	38
Şekil E1.3	A ₃ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	39
Şekil E1.4	A ₄ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	40
Şekil E1.5	A ₅ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	41
Şekil E1.6	A ₆ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	42
Şekil E1.7	B ₀ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	43
Şekil E1.8	B ₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	44
Şekil E1.9	B ₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	45
Şekil E1.10	B ₃ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	46
Şekil E1.11	B ₄ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	47
Şekil E1.12	B ₅ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	48
Şekil E1.13	B ₆ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	49
Şekil E1.14	B ₇ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	50
Şekil E1.15	B ₈ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	51
Şekil E1.16	C ₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	52
Şekil E1.17	C ₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.....	53

SİMGELER DİZİNİ

f_i	i mafsalının serbestlik derecesi
j	Mekanizmalarda mafsal sayısı
l	Mekanizmalarda uzuv sayısı
α	Açısal ivme (rad/s^2)
λ	Uzay serbestlik derecesi
ω	Açısal hız (rad/s)



KISALTMALAR DİZİNİ

CAD : Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
MATLAB : Matrix Laboratory



1. GİRİŞ

1.1 Koltuk Mekanizmaları, Özellikleri ve Kullanım Alanı

Özel amaçlar için kullanılan değişik işlevleri yerine getirmek için tasarlanan ve hayatı kolaylaştıran çeşitli mobilyalar bulunmaktadır. Bu mobilyalardan hastanelerde refakatçi koltuğu olarak evlerde ise televizyon koltuğu olarak kullanılan hem koltuk şeklinde kullanılabilen hem de içerisinde ki özel mekanizma sayesinde yatmaya uygun hale gelen özel tasarlanmış koltuklar bulunmaktadır (Bkz. Şekil 1.1).

Bu tez çalışmasında koltuk içerisine yerleştirilen özel mekanizmanın kinematik analizi yapılmıştır. Mekanizmanın özelliği sırt kısmına tahrik uygulandığında ayak ve sırt kısmının senkronize şekilde açılmasıyla koltuğun istenen yatar pozisyona gelmesidir.

Mekanizma düzlemsel olarak Solidworks yardımı ile boyutlandırıldı, analitik sentez yöntemi ile denklem takımları çıkartıldı. Mekanizmanın uzuv sayısının fazla olması ve denklemlerin analitik yöntemlerle çözümünün uzun zaman alması nedeniyle MATLAB programında çözdürülmüştür.



Şekil 1.1 Tek kişilik yatak koltuk özelliğindeki mobilyalar.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada amaç mekanizmaların tasarımında ve optimizasyonunda CAD programlarının kullanılarak daha kısa sürelerde karmaşık yapıdaki mekanizmalara ait kinematik analizlerin yapılmasıdır. Bu sayede bilgisayar ortamında tasarımlar kısa sürede şekillenecek, çalışma koşullarına yakın özelliklerde test edilecek ve numune yapımına ihtiyaç kalmadan tasarım yapılabilecektir.

1.2 Literatür Araştırması

Çalışmayı hedeflediğimiz tek kişilik yatak koltuk mekanizması tasarımı ve kinematik analizi için literatür araştırması yapılmış ve konuya en yakın çalışmalardan belli başlı olanlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Beş serbestlik dereceli bomba yükleme aracının tasarımı, analizi, Simulink/Simmechanics modeli ve animasyonu başlıklı çalışmada motorlu ve motorsuz bomba yükleme araçları ile farklı amaçlar için kullanılan benzer liftler ve kaldıraçlar araştırılmıştır. Farklı tahrik ve hareket sistemleri kullanılarak birkaç farklı tasarım elde edilmiştir. Bu tasarımlar arasından en uygun olanı seçilerek üniversal bir bomba yükleme aracı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Savaş uçakları için beş serbestlik derecesine sahip motorsuz ve hidro-mekanik bir bomba yükleme aracı Pro-Engineer programında tasarlanmıştır. Yapılan üç boyutlu tasarımın taşıyıcı tabla kısmı MATLAB Simmechanics programına aktarılmıştır. Daha sonra tasarımın matematiksel modeli oluşturularak gerekli eyleyici bağlantıları yapılmıştır [1].

Kuleli inşaat kreninin tasarımı, analizi, Simulink/Simmechanics modeli ve animasyonu başlıklı çalışmada krenlerin inşaat malzemelerini kaldırırken hasar görmemeleri için mukavemet hesapları yapılmakta, daha sonra bu hesaplar sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmaktadır. Simmechanics bloklarından bahsedilip, Solidworks programında çizilen krenin MATLAB Simmechanics kısmına aktarılması anlatılmıştır. Krenin deprem anındaki en tehlikeli bölgelerinden biri olan boom kısmının ivmelenmesinin, karşı ağırlık, mast ağırlığı ve kuvvet etkileyen araba gibi parametrelere göre değişimi yine Simmechanics'de incelenmiştir [2].

Esnek bağlantılı düzlemsel mekanizmaların analizi ve şekil optimizasyonu başlıklı çalışmada, esnek bağlantı elemanına sahip krank-biyel mekanizmasının, PRBM yöntemiyle oluşturulan hareket denklemleri MATLAB ortamında çözülmüş ve elde edilen değerler, ADAMS View ortamında modellenen mekanizmanın simülasyonundan elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. MATLAB ortamında elde edilen tahrik moment fonksiyonu üzerinden, tahrik momentini minimize edecek esnek bağlantı elemanı boyutlarının optimizasyonu yapılmıştır [3].

Neoplan seyahat otobüsü bagaj kapağı mekanizmasının analizi başlıklı çalışmada MAN Neoplan seyahat otobüslerinin bagaj kapağı mekanizması detaylı bir şekilde incelenmiştir. Öncelikle mevcut bagaj kapağı mekanizmasının sentezi, kinematik, kinetik ve gerilme analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda yeni bir taşıyıcı kol geometrisi öngörülmüştür. Tez çalışması incelendiğinde bir mühendislik problemi çalışılırken gerekli analizlerin yapılmasının önemi göze çarpmaktadır [4].

Makas menteşe sistemi mobilya ve araç kaputları birçok uygulamada yer alır. Makalede çıkış bağlantısından belirlenen sonlu hareket için analitik sentez yöntemi açıklanmaktadır. Tasarım grafikleri de makalede yer almaktadır. Makale sonucunda menteşe için kinematik sentez yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemle, bu mekanizma, uzvun önceden belirlenmiş sonlu hareketi ve mekanik avantajın kontrol edilen bir değeri için tasarlanabilir [5].

2. MEKANİZMA TANIMI ve ÖZELLİKLERİ

Mekanizma kuvvet ve hareket iletimi için kullanılabilen rijit cisimlerin rijit mafsallarla birleştirildiği sistem olarak tanımlanabilir. Mekanizmanın amacı giriş kuvvetini, istenen bir hareketle birlikte kuvvetlerin faydalı bir uygulamasına dönüştürmektir.

Makineler temel olarak yaptıkları iş için incelenirken mekanizmalar kullanım alanına bakılmadan incelenerek farklı uygulamalarda benzer mekanizmalar içinde geçerli olabilecek sonuçlar çıkarılmaya çalışılır.

Hareketi oluşturan kuvvetler veya cisimlerde oluşan gerilmeler düşünülmeden mekanizmalarda sadece hareketin incelenmesine kinematik denir [6].

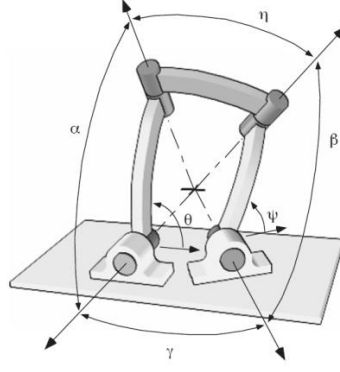
Kinematikte temel amaç, ilgili mekanik parçaların istenen hareketleri yapabilmesi ve bu hareketlerin de parçalarda meydana getireceği konumları, hızları ve ivmeleri matematiksel olarak hesaplamaktır.

Herhangi bir makine tasarımı probleminin çözümünde ilk görevlerden biri, istenen hareketleri sağlamak için gereken kinematik konfigürasyonu / mekanizmaları belirlemektir. Kuvvet ve stres analizleri, tipik olarak kinematik konular çözümlene dek yapılmaz [7].

Kinematik analiz: Bilinen mekanizmalarda hareket özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmalardır. Hareketli bir cismin üzerinde bir noktanın yer değişimi, hızı ve ivmesi verilen tahrik uzvu hareket özelliklerine göre belirlenir. Kinematik analizde analizi yapılan mekanizmayı oluşturan rijit cisimlerin gerekli tüm boyutsal özellikleri biliniyor kabul edilir yani bilinen bir mekanizmanın analizi yapılmaktadır. Kinematik sentez ise tipi bilinen bir mekanizmanın istenilen bir hareketi sağlaması için mekanizma boyut parametrelerinin belirlenmesi çalışmasıdır [6].

2.1 Temel Kavramlar

Bir rijit cisim diğer bir rijit cisme birbirlerine göre bağıl hareket yapabilecek şekilde bağlamak için kullanılan rijit cismin bir kısmına kinematik eleman (çift) denir. Burada söz konusu olan bağlantı şekli sabit bir bağlantı değildir. Bağlanan cisimler arasında mutlaka bağıl hareket olması şart olduğu gibi iki cismin arasında olası bağıl hareket belirli yönlerde sınırlanacaktır [6].



Şekil 2.2 Küresel mekanizma.

2.2 Serbestlik Derecesi

Bir mekanizmanın her uzvunun konumunu ya da herhangi bir noktasının yerini tanımlamak için gerekli olan bağımsız değişken ya da parametre sayısına mekanizmanın serbestlik derecesi denir [9].

Mekanizmaların serbestlik derecesi aşağıdaki denklem ile gösterilmektedir.

$$F = \lambda(l - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i \quad [2.1]$$

Burada;

F= Mekanizma serbestlik derecesi

λ = uzay serbestlik derecesi ($\lambda= 3$ düzlemsel uzay için $\lambda = 6$ genel uzay için)

l = mekanizmada uzuv sayısı

j = Mekanizmada mafsalsal sayısı

f_i = i mafsalsalın serbestlik derecesini ifade etmektedir [6].

2.3 Mekanizmaların Kinematik Analizi

Analizin amacı gerekli tüm boyutları bilinen mekanizmaların kinematik özelliklerinin bulunmasıdır.

2.3.1 Konum Analizi

Mekanizmalarda konum analizi mekanizma serbestlik derecesine eşit sayıdaki parametre değeri tanımlandığında;

- uzuvların veya uzuv üzerinde bir noktanın sabit veya bir hareketli uzuv üzerinde bulunan referans eksene göre konumunun bulunması
- bir uzuv üzerinde bir noktanın başka bir uzuv üzerinde bulunduğu konum

- bağımsız parametre değerlerinin değişime göre bir uzvun açısının değişimi veya bir noktanın diğer uzuv üzerinde çizdiği yörüngenin bulunmasını içerir [6].

Konum analizi çeşitli yöntemlerden herhangi biri ile yapılabilir. Tüm hareketin konumunu, hızını ve ivmesini belirlemek için grafiksel bir yaklaşım kullanılabilir ya da herhangi bir konum için hareketin genel denklemleri türetilebilir, hız ve ivme için ayırt edilir ve daha sonra bu analitik ifadeler çözülebilir [7].

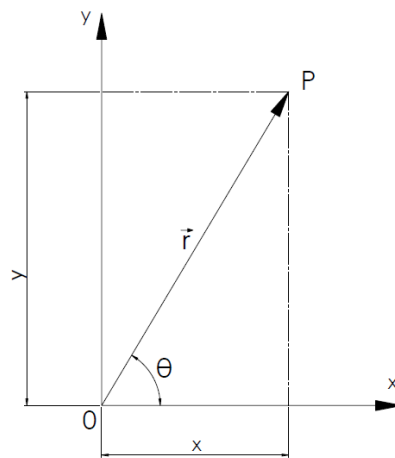
2.3.2 Bir Noktanın Kinematığı

Herhangi bir cismin veya noktanın konumu mutlaka bir referans sistemine göre belirlenir. Referans sistemine göre konumu belirlemek için farklı parametreler kullanılabilir. Şekil 2.3'te gösterilmiş olan P noktasının konumu O merkezli referans sistemine göre OP uzaklığı ile OP doğrusunun herhangi sabit referans doğrusu ile yaptığı açı ile belirlenebilir. Bu iki değer bilindiği gibi şiddet ve yön içerdiği için bir vektörel büyüklüğü gösterir.

İstenildiğinde bir dik koordinat eksen takımı kullanılarak OP vektörü dik yönde iki bileşenin değeri ile de gösterilebilir. Bu durumda denklem aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y \quad [2.2]$$

Bu denklemde \hat{i} ve \hat{j} ; x ve y yönünde birim vektörlerdir. x ve y değerleri OP doğrultusunun bu yönlerde izdüşümleridir [6].



Şekil 2.3 OP uzunluğu vektörel gösterimi.

$$x = r \cos \theta \quad [2.3a]$$

$$y = r \sin \theta \quad [2.3b]$$

$$r = \sqrt{(x^2 + y^2)} \quad [2.3c]$$

$$\theta = \tan^{-1} y/x \quad [2.3d]$$

Bu denklemlerde r , OP uzunluğu θ ise referans doğrusuna göre OP 'nin yaptığı açıdır. Açı daima saat yönüne ters yönde pozitif olacak şekilde ölçülecektir [6].

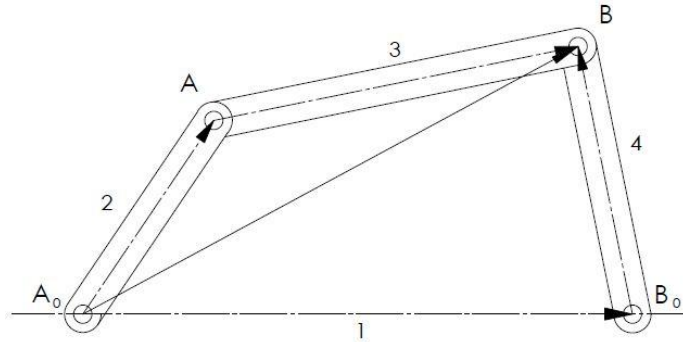
2.3.3 Mekanizmalarda Vektör Devreleri

Mekanizmalarda bulunan uzuvlar ile herhangi düzlemsel hareket yapan cisimler arasında en önemli fark mekanizma uzuvlarında hareketin mafsallarla sınırlandırılmış olmasıdır. Her bir uzvun hareketi, sayısı serbestlik derecesi ile belirlenen girdi parametrelerinin değerleri ile belirlidir. Birbirine mafsallar ile bağlı olan uzuvlar kapalı çokgenler oluşturacaklardır. Bu çokgenlerin her birine devre denilmektedir [6].

Şekil 2.4'teki dört kol mekanizmasına ait devre denklemi;

$$A_0A + AB = A_0B_3 \quad [2.4]$$

$$A_0B_0 + B_0B = A_0B_4 \quad [2.5]$$



Şekil 2.4 Dört Kol mekanizması.

Şekilden görüleceği gibi dört çubuk mekanizmasında bir kapalı devre vardır ve bu kapalı devreyi gösteren bir vektör denklemi elde edilmiştir. Bu denklem oluşan zincirin kapalı bir zincir olduğunu gösterir. Bu denkleme devre kapalılık denklemi veya vektör devre denklemi denmektedir. Bu denklem bir vektör denklemi olup denklemdeki değişkenler mutlaka mekanizmadaki mafsalların serbestlik dereceleri ile ilişkilidir [6].

Devre kapalılık denkleminde bulunan vektörleri göstermenin bir kolay yolu ise her bir vektörü kompleks sayı kullanarak tanımlamaktır. Örneğin A_0A vektörünün uzunluğu a_2 ve yatay eksenle yaptığı açı θ_{12} olduğuna göre [6];

$$A_0A = a_2 \cos \theta_{12} + i a_2 \sin \theta_{12} \quad [2.6]$$

İstendiğinde bu vektörler x ve y bileşenleri kullanılarak da yazılabilir. Bu durumda dört çubuk mekanizması için vektör devre denklemi;

$$a_2 \cos \theta_{12} \hat{i} + a_2 \sin \theta_{12} \hat{j} + a_3 \cos \theta_{13} \hat{i} + a_3 \sin \theta_{13} \hat{j} = a_1 \hat{i} + a_4 \sin \theta_{14} \hat{j} + a_4 \sin \theta_{14} \hat{j} \quad [2.7]$$

olacaktır.

x ve y bileşenleri ayrı ayrı eşitlenir ise;

$$\hat{i} : a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} = a_1 + a_4 \cos \theta_{14} \quad [2.7a]$$

$$\hat{j} : a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} = a_4 \sin \theta_{14} \quad [2.7b]$$

sonucu elde edilir.

2.3.4 Mekanizmalarda Bağımsız Devre Sayısının Belirlenmesi

Bir mekanizmada bulunan bağımsız devre sayısının önceden belirlenmesi mümkündür. Uzun sayısı l ve mafsal sayısı j olan bir kinematik zinciri ele alınarak uzuvlar arasında bulunan mafsalı hiçbir kapalı devre kalmayacak şekilde açık zincir haline getirmek için sökülürse, sökülen mafsal sayısı daima kinematik zincirde bulunan devre sayısına eşit olduğu görülür [6].

$$L = j - l - 1 \quad [2.8]$$

Formülü ile mekanizmanın devre sayısının belirlenmesi mümkündür.

Euler tarafından bulunan bu denklem bir mekanizmada bağımsız devre kapalılık denklemi sayısını belirlemek için kullanılır. Devre kapalılık denklemlerinden konum değişkenleri çözüldükten sonra herhangi bir uzvun üzerinde bulunan herhangi bir noktanın konumu bu konum parametreleri kullanılarak bağımsız değişken değerine göre kolaylıkla bulunabilir [6].

2.4 Mekanizmalarda Hız ve İvme Analizi

Mekanizmalarda hız ve ivme analizi vektörel olarak bağıl hız ve ivme kavramı ile yapılır. Genel kural olarak bir uzvun üzerinde bulunan her hangi bir noktanın hız ve ivmesini belirlemeden önce bu uzvu diğer uzuvlar ile birleştiren mafsalların merkezlerinde bulunan noktaların hız ve ivmesi bulunmalıdır [6].

Konum, hız ve ivme analizi sıra ile yapılabilir. Konum analizi yapılmadan hız analizi, konum ve hız analizi yapılmadan ivme analizi yapılamaz. Bunun nedeni hız ve ivmelerin belirlenmesi sırasında gerekli olan yönler konum analizi ile belirlenecek, ivme analizi için normal ve Coriolis ivmesi terimleri sadece hız analizinde elde edilen terimlerin fonksiyonu olacaktır [6].

Devre kapalılık denklemleri hız ve ivme analizi için kolaylıkla kullanılabilir, çünkü bu denklemlerde mekanizmada bulunan tüm değişkenler yer almaktadır. Devre kapalılık denklemlerinin zamana göre birinci ve ikinci türevleri alındığında ve konum değişkenlerinin birinci ve ikinci türevlerine göre çözüm yapıldığında bu değerler her hangi bir noktanın hız ve ivmesinin belirlenmesi için gerekli tüm terimleri belirleyecektir. Vektör devre denkleminin zamana göre birinci türevi bize vektörel hız devre denklemini, ikinci türevi ise vektörel ivme devre denklemini verecektir (kısaca hız ve ivme devre denklemi). Eğer konum değişkenleri vektör devre denklemi kullanılarak çözülmüş ise, vektör hız denklemleri konum değişkenlerinin birinci türevlerine göre (hız değişkenleri) ve vektör ivme denklemleri de konum değişkenlerinin ikinci türevlerine göre (ivme değişkenleri) lineer bir denklem takımı oluşturacaktır. Hız ve ivme değişkenleri bu denklemlerden çözüldükten sonra her hangi bir uzvun üzerinde her hangi bir noktanın hızı ve ivmesi kolaylıkla bulunacaktır [6].

Giriş uzvunun yatay ile yaptığı açı θ_{12} olan bir krank biyel mekanizmasının açısal hızı;

$$\omega_{12} = \dot{\theta}_{12} = \frac{d\theta_{12}}{dt} \quad [2.9]$$

Açısal ivmesi;

$$\alpha_{12} = \ddot{\theta}_{12} = \frac{d^2\theta_{12}}{dt^2} \quad [2.10]$$

verildiği kabul edilmektedir. Kompleks sayılar ile krank biyel mekanizmasına ait devre kapalılık denklemi;

$$s_{14} + ia_1 + a_3 e^{i\theta} = a_2 e^{i\theta} \quad [2.11]$$

olmaktadır bu denklemin zamana göre birinci türevi alınarak hız devre denklemi [2.12] elde edilir.

$$\dot{s}_{14} + ia_3 \omega_{13} e^{i\theta} = ia_2 \omega_{12} e^{i\theta} \quad [2.12]$$

Bu denklemde hız değişkenleri aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$\omega_{12} = \frac{d\theta_{12}}{dt} \quad [2.12a]$$

$$\omega_{13} = \frac{d\theta_{13}}{dt} \quad [2.12b]$$

$$\dot{s}_{14} = \frac{ds_{14}}{dt} \quad [2.12c]$$

İvme analizi için hız devre denkleminin zamana göre türevi alınarak hız değişkenlerinin zamana göre türevi olan ivme değişkenlerini içeren vektörel ivme devre denklemleri elde edilir. Hız denklemin zamana göre türevi alındığında [6];

$$\ddot{s}_{14} + ia_3 \alpha_{13} e^{i\theta} - a_3 \omega_{13}^2 e^{i\theta} = ia_2 \alpha_{12} e^{i\theta} - a_2 \omega_{12}^2 e^{i\theta} \quad [2.13]$$

denklemi elde edilir. Bu denklemde ivme değişkenleri;

$$\alpha_{12} = \frac{d^2\theta_{12}}{dt^2} \quad [2.13a]$$

$$\alpha_{13} = \frac{d^2\theta_{13}}{dt^2} \quad [2.13b]$$

$$\ddot{s}_{14} = \frac{d^2s_{14}}{dt^2} \quad [2.13c]$$

şeklinde yazılabilir.

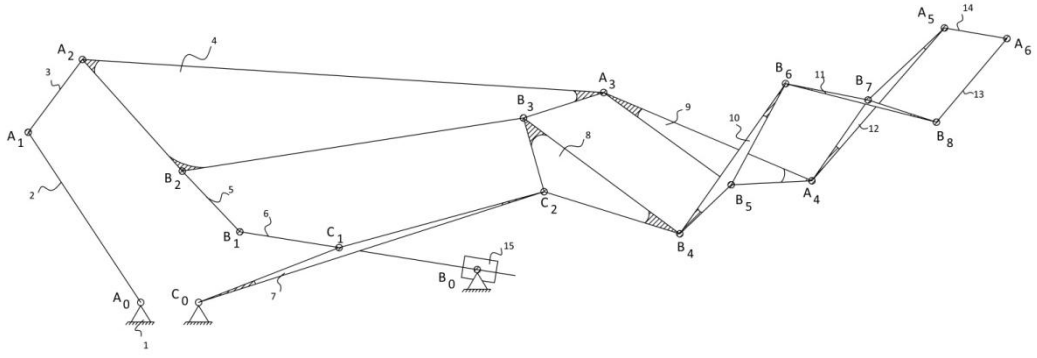
3. TEK KİŞİLİK YATAK KOLTUK MEKANİZMASINA AİT ÖZELLİKLER

Çalışmada kullanılan mekanizmanın modeli Şekil 3.1 'de yer almaktadır.

Mekanizmaya ait uzuv sayısı $l = 15$ 'dir.

Mekanizmanın mafsals sayısı $j = 20$ 'dir.

Mekanizma tüm hareketi boyunca birbirine temas eden kapalı kinematik çiftlerden oluştuğu için kapalı kinematik zincir özelliğindedir. Mekanizma tüm hareketi boyunca aynı düzlemde x ve y koordinatlarında hareket eden düzlemsel kinematik zincirdir bu nedenle uzay serbestlik derecesi 3 'tür.



Şekil 3.1 Mekanizma şeması.

Belirtilen özelliklere göre mekanizmanın serbestlik derecesi [2.1] denkleminde;

$$f_{i=1}(\text{tüm mafsallar için}) \sum_{i=1}^j f_i = 20$$

$$F = 3(15 - 20 - 1) + 20$$

$F = 2$ olmaktadır.

Çalışmada kullanılan mekanizmanın devre sayısını bulmak için [2.8] denkleminde;

Mekanizmaya ait uzuv sayısı $l = 15$

Mekanizmanın mafsals sayısı $j = 20$

$$L = 20 - 15 - 1$$

$$L = 6$$

Buradan mekanizmaya ait 6 tane devre kapalılık denklemini yazılacağı bulunmuştur. Mekanizma üzerindeki mafsal noktaları incelenerek kapalı çokgen oluşturan noktalar bulunmuş ve gerekli mafsallar açık zincir oluşturacak şekilde sökülüştür. Mekanizmaya ait vektör devre denklemleri sırası ile yazılmıştır. Açık zincir haline getirilen mekanizmaya ait parçalar Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

3.1 Mekanizmaya Ait Vektör Devre Denklemleri

$$A_0A_1+A_1A_2+A_2B_2=A_0B_0+B_0B_1+B_1B_2 \quad [3.1]$$

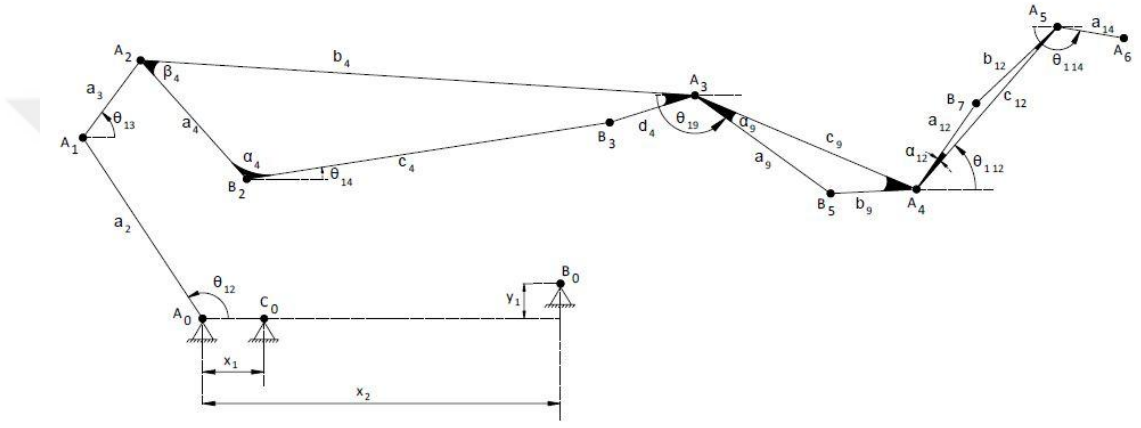
$$A_0C_0+C_0C_2+C_2B_3= A_0A_1+A_1A_2+A_2B_2+B_2B_3 \quad [3.2]$$

$$A_0C_0+C_0C_1=A_0B_0+B_0C_1 \quad [3.3]$$

$$A_0A_1+A_1A_2+A_2A_3+A_3B_5= A_0C_0+C_0C_2+C_2B_4+B_4B_5 \quad [3.4]$$

$$A_0A_1+A_1A_2+A_2A_3+A_3A_4+A_4B_7= A_0C_0+C_0C_2+C_2B_4+B_4B_6+B_6B_7 \quad [3.5]$$

$$A_0A_1+A_1A_2+A_2A_3+A_3A_4+A_4A_5+A_5A_6= A_0C_0+C_0C_2+C_2B_4+B_4B_6+B_6B_8+B_8A_6 \quad [3.6]$$



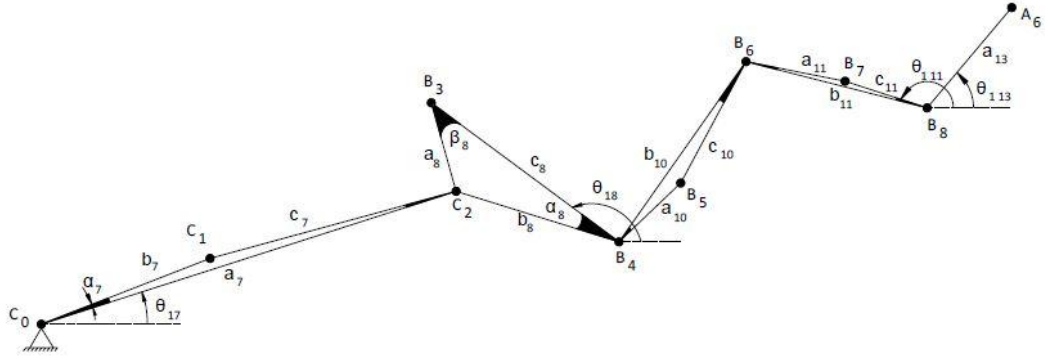
Şekil 3.2 1. Açık kinematik zincir.

Mekanizmaya ait vektör devre denklemleri yazıldıktan sonra x ve y bileşenleri kullanılarak denklemler tekrar elde edilmiştir. Daha sonra ise x ve y bileşenleri ayrı ayrı gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} & a_2 \cos \theta_{12} + a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_3 \sin \theta_{13} + a_4 \cos (\theta_{14} + \alpha_4) + a_4 \sin (\theta_{14} + \alpha_4) \\ & = x_2 + i y_1 + a_6 \cos \theta_{16} + a_6 \sin \theta_{16} + a_5 \cos \theta_{15} + a_5 \sin \theta_{15} \end{aligned} \quad [3.7]$$

$$\hat{i} : a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_4 \cos (\theta_{14} + \alpha_4) = x_2 + a_6 \cos \theta_{16} + a_5 \cos \theta_{15} \quad [3.7a]$$

$$j : a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} + a_4 \sin (\theta_{14} + \alpha_4) = y_1 + a_6 \sin \theta_{16} + a_5 \sin \theta_{15} \quad [3.7b]$$

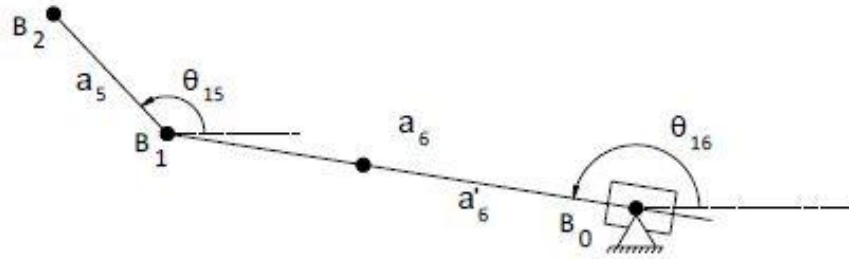


Şekil 3.3 2. Açık kinematik zincir.

$$x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + a_7 \sin \theta_{17} + a_8 \cos (\theta_{18} - \beta_8) + a_8 \sin (\theta_{18} - \beta_8) = a_2 \cos \theta_{12} + a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_3 \sin \theta_{13} + a_4 \cos (\theta_{14} + \alpha_4) + a_4 \sin (\theta_{14} + \alpha_4) + c_4 \cos \theta_{14} + c_4 \sin \theta_{14} \quad [3.8]$$

$$\hat{i} : x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + a_8 \cos (\theta_{18} - \beta_8) = a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_4 \cos (\theta_{14} + \alpha_4) + c_4 \cos \theta_{14} \quad [3.8a]$$

$$j : a_7 \sin \theta_{17} + a_8 \sin (\theta_{18} - \beta_8) = a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} + a_4 \sin (\theta_{14} + \alpha_4) + c_4 \sin \theta_{14} \quad [3.8b]$$



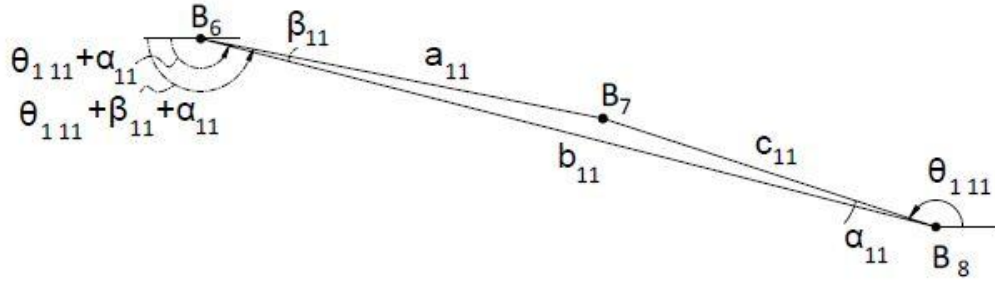
Şekil 3.4 3. Açık kinematik zincir.

$$x_1 + b_7 \cos (\theta_{17} + \alpha_7) + b_7 \sin (\theta_{17} + \alpha_7) = x_2 + iy_1 + a'_6 \cos \theta_{16} + a'_6 \sin \theta_{16} \quad [3.9]$$

$$\hat{i} : x_1 + b_7 \cos (\theta_{17} + \alpha_7) = x_2 + a'_6 \cos \theta_{16} \quad [3.9a]$$

$$j : b_7 \sin (\theta_{17} + \alpha_7) = y_1 + a'_6 \sin \theta_{16} \quad [3.9b]$$

Mekanizmada uzuv sayısının fazla olması tek şekil üzerinde numaralandırma, açısıl bağıntılar ve açık zincir gösterimini zorlaştırmıştır. Bu nedenle şekil devre denklemleri için açık zincir haline getirilen kısımlar tek şekil olarak gösterilmiştir. Mekanizmada açısıl bağıntıların gösterimi için bazı uzuvlar tek tek ele alınarak şekil üzerinde gösterilmiştir. Bu sayede aşağıda yazılan denklemlerde açısıl bağıntıların gösterimi kolaylaştırılmıştır.

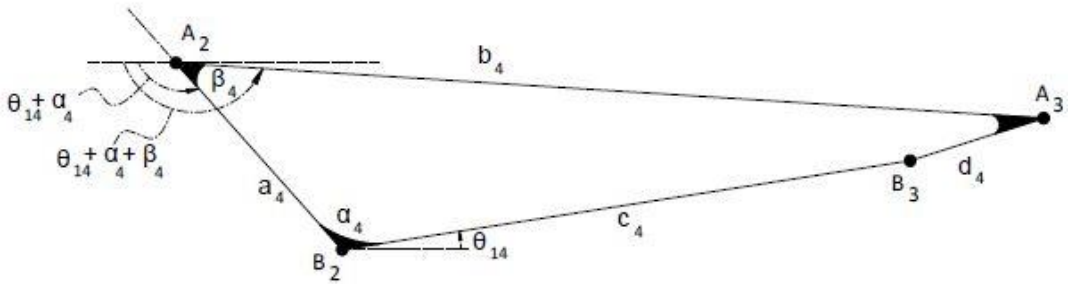


Şekil 3.5 B₆B₇B₈ Uzvu.

$$a_2 \cos \theta_{12} + a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + a_9 \cos \theta_{19} + a_9 \sin \theta_{19} = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + a_{10} \cos \theta_{110} + a_{10} \sin \theta_{110} \quad [3.10]$$

$$\hat{i} : a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + a_9 \cos \theta_{19} = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + a_{10} \cos \theta_{110} \quad [3.10a]$$

$$j : a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + a_9 \sin \theta_{19} = a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + a_{10} \sin \theta_{110} \quad [3.10b]$$

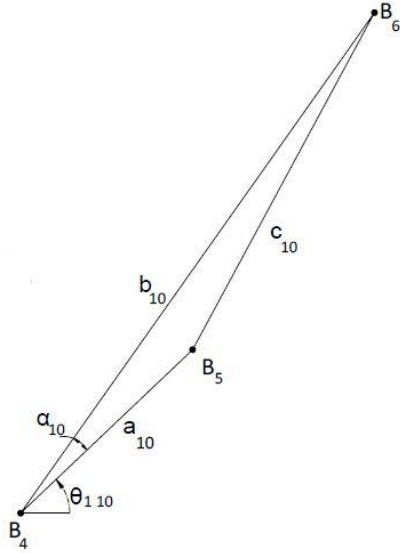


Şekil 3.6 A₂A₃B₂B₃ Uzvu.

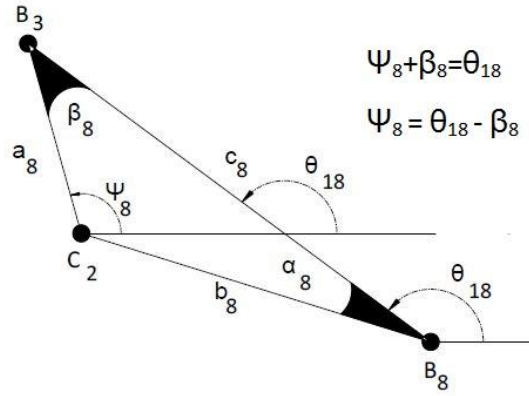
$$a_2 \cos \theta_{12} + a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \cos(\theta_{19} + \alpha_9) + c_9 \sin(\theta_{19} + \alpha_9) + a_{12} \cos(\theta_{112} + \alpha_{12}) + a_{12} \sin(\theta_{112} + \alpha_{12}) = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \cos(\theta_{110} + \alpha_{10}) + b_{10} \sin(\theta_{110} + \alpha_{10}) + a_{11} \cos(\theta_{111} + \beta_{11} + \alpha_{11}) + a_{11} \sin(\theta_{111} + \beta_{11} + \alpha_{11}) \quad [3.11]$$

$$\hat{i}: a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \cos(\theta_{19} + \alpha_9) + a_{12} \cos(\theta_{112} + \alpha_{12}) = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \cos(\theta_{110} + \alpha_{10}) + a_{11} \cos(\theta_{111} + \beta_{11} + \alpha_{11}) \quad [3.11a]$$

$$\hat{j}: a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \sin(\theta_{19} + \alpha_9) + a_{12} \sin(\theta_{112} + \alpha_{12}) = a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \sin(\theta_{110} + \alpha_{10}) + a_{11} \sin(\theta_{111} + \beta_{11} + \alpha_{11}) \quad [3.11b]$$



Şekil 3.7 B₄B₅B₆ Uzvu.



Şekil 3.8 B₃C₂B₈ Uzvu.

$$a_2 \cos \theta_{12} + a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \cos(\theta_{19} + \alpha_9) + c_9 \sin(\theta_{19} + \alpha_9) + c_{12} \cos \theta_{112} + c_{12} \sin \theta_{112} + a_{14} \cos \theta_{114} + a_{14} \sin \theta_{114} = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \cos(\theta_{110} + \alpha_{10}) + b_{10} \sin(\theta_{110} + \alpha_{10}) + b_{11} \cos(\theta_{111} + \alpha_{11}) + b_{11} \sin(\theta_{111} + \alpha_{11}) + a_{13} \cos \theta_{113} + a_{13} \sin \theta_{113} \quad [3.12]$$

$$\hat{i}: a_2 \cos \theta_{12} + a_3 \cos \theta_{13} + b_4 \cos(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \cos(\theta_{19} + \alpha_9) + c_{12} \cos \theta_{112} + a_{14} \cos \theta_{114} = x_1 + a_7 \cos \theta_{17} + b_8 \cos(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \cos(\theta_{110} + \alpha_{10}) + b_{11} \cos(\theta_{111} + \alpha_{11}) + a_{13} \cos \theta_{113} \quad [3.12a]$$

$$\hat{j}: a_2 \sin \theta_{12} + a_3 \sin \theta_{13} + b_4 \sin(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4) + c_9 \sin(\theta_{19} + \alpha_9) + c_{12} \sin \theta_{112} + a_{14} \sin \theta_{114} = a_7 \sin \theta_{17} + b_8 \sin(\theta_{18} + \alpha_8) + b_{10} \sin(\theta_{110} + \alpha_{10}) + b_{11} \sin(\theta_{111} + \alpha_{11}) + a_{13} \sin \theta_{113} \quad [3.12b]$$

3.2 Mekanizmaya Ait Hız ve İvme Denklemleri

Mekanizmanın hız ve ivme analizi yapılırken yukarıda yazılmış olan devre denklemleri kompleks sayılarla ifade edilen denklemlere dönüştürülerek kullanılacaktır.

[3.7] numaralı vektör devre denklemi kompleks sayılarla ifade edilirse;

$$a_2 e^{i\theta_{12}} + a_3 e^{i\theta_{13}} + a_4 e^{i\theta_{14} + \alpha_4} = x_2 + i y_1 + a_6 e^{i\theta_{16}} + a_5 e^{i\theta_{15}} \quad [3.13]$$

denklemi elde edilir.

[3.13] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.14] hız denklemi elde edilir.

$$ia_2 \omega_{12} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \omega_{13} e^{i\theta_{13}} + ia_4 \omega_{14} e^{i\theta_{14} + \alpha_4} = ia_6 \omega_{16} e^{i\theta_{16}} + ia_5 \omega_{15} e^{i\theta_{15}} \quad [3.14]$$

Elde edilen [3.14] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.15] ivme denklemi bulunur.

$$\begin{aligned} ia_2 \alpha_{12} e^{i\theta_{12}} - ia_2 \omega_{12} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \alpha_{13} e^{i\theta_{13}} - ia_3 \omega_{13} e^{i\theta_{13}} + ia_4 \alpha_{14} e^{i\theta_{14} + \alpha_4} - ia_4 \omega_{14} e^{i\theta_{14} + \alpha_4} \\ = ia_6 \alpha_{16} e^{i\theta_{16}} - ia_6 \omega_{16} e^{i\theta_{16}} + ia_5 \alpha_{15} e^{i\theta_{15}} - ia_5 \omega_{15} e^{i\theta_{15}} \end{aligned} \quad [3.15]$$

[3.8] numaralı vektör devre denklemi kompleks sayılarla ifade edilirse;

$$x_1 + a_7 e^{i\theta_{17}} + a_8 e^{i(\theta_{18} - \beta_8)} = a_2 e^{i\theta_{12}} + a_3 e^{i\theta_{13}} + a_4 e^{i(\theta_{14} + \alpha_4)} + c_4 e^{i\theta_{14}} \quad [3.16]$$

denklemi elde edilir.

[3.16] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.17] hız denklemi elde edilir.

$$\begin{aligned} ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ia_8 \frac{d(\theta_{18} - \beta_8)}{dt} e^{i(\theta_{18} - \beta_8)} = ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + ia_4 \frac{d(\theta_{14} + \alpha_4)}{dt} \\ e^{i(\theta_{14} + \alpha_4)} + ic_4 \frac{d\theta_{14}}{dt} e^{i\theta_{14}} \end{aligned} \quad [3.17]$$

Elde edilen [3.17] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.18] ivme denklemleri bulunur.

$$\begin{aligned}
 & ia_7 \frac{d^2 \theta_{17}}{dt^2} e^{i\theta_{17}} - ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ia_8 \frac{d^2(\theta_{18} - \beta_8)}{dt^2} e^{i(\theta_{18} - \beta_8)} - ia_8 \frac{d(\theta_{18} - \beta_8)}{dt} e^{i(\theta_{18} - \beta_8)} = ia_2 \\
 & \frac{d^2 \theta_{12}}{dt^2} e^{i\theta_{12}} - ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d^2 \theta_{13}}{dt^2} e^{i\theta_{13}} - ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + ia_4 \frac{d^2(\theta_{14} + \alpha_4)}{dt^2} e^{i(\theta_{14} + \alpha_4)} \\
 & - ia_4 \frac{d(\theta_{14} + \alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14} + \alpha_4)} + ic_4 \frac{d^2 \theta_{14}}{dt^2} e^{i\theta_{14}} - ic_4 \frac{d\theta_{14}}{dt} e^{i\theta_{14}} \quad [3.18]
 \end{aligned}$$

[3.9] numaralı vektör devre denklemleri kompleks sayılarla ifade edilir;

$$x_1 + b_7 e^{i(\theta_{17} + \alpha_7)} = x_2 + iy_1 + a'_6 e^{i\theta_{16}} \quad [3.19]$$

denklemleri elde edilir.

[3.19] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.20] hız denklemleri elde edilir.

$$ib_7 \frac{d(\theta_{17} + \alpha_7)}{dt} e^{i(\theta_{17} + \alpha_7)} = ia'_6 \frac{d\theta_{16}}{dt} e^{i\theta_{16}} \quad [3.20]$$

Elde edilen [3.20] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.21] ivme denklemleri bulunur.

$$ib_7 \frac{d^2(\theta_{17} + \alpha_7)}{dt^2} e^{i(\theta_{17} + \alpha_7)} - ib_7 \frac{d(\theta_{17} + \alpha_7)}{dt} e^{i(\theta_{17} + \alpha_7)} = ia'_6 \frac{d^2 \theta_{16}}{dt^2} e^{i\theta_{16}} - ia'_6 \frac{d\theta_{16}}{dt} e^{i\theta_{16}} \quad [3.21]$$

[3.10] numaralı vektör devre denklemleri kompleks sayılarla ifade edilir;

$$a_2 e^{i\theta_{12}} + a_3 e^{i\theta_{13}} + b_4 e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} + a_9 e^{i\theta_{19}} = x_1 + a_7 e^{i\theta_{17}} + b_8 e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} + a_{10} e^{i\theta_{110}} \quad [3.22]$$

denklemleri elde edilir.

[3.22] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.23] hız denklemleri elde edilir.

$$\begin{aligned}
 & ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + i b_4 \frac{d(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} + i a_9 \frac{d\theta_{19}}{dt} e^{i\theta_{19}} = ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} \\
 & + ib_8 \frac{d(\theta_{18} + \alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} + ia_{10} \frac{d\theta_{110}}{dt} e^{i\theta_{110}} \quad [3.23]
 \end{aligned}$$

Elde edilen [3.23] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.24] ivme denklemi bulunur.

$$\begin{aligned}
& ia_2 \frac{d^2\theta_{12}}{dt^2} e^{i\theta_{12}} - ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d^2\theta_{13}}{dt^2} e^{i\theta_{13}} - ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + ib_4 \frac{d^2(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)}{dt^2} e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} - ib_4 \\
& \frac{d(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} + ia_9 \frac{d^2\theta_{19}}{dt^2} e^{i\theta_{19}} - ia_9 \frac{d\theta_{19}}{dt} e^{i\theta_{19}} = ia_7 \frac{d^2\theta_{17}}{dt^2} e^{i\theta_{17}} - ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ib_8 \\
& \frac{d^2(\theta_{18}+\alpha_8)}{dt^2} e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} - ib_8 \frac{d(\theta_{18}+\alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} + ia_{10} \frac{d^2\theta_{110}}{dt^2} e^{i\theta_{110}} - ia_{10} \frac{d\theta_{110}}{dt} e^{i\theta_{110}} \quad [3.24]
\end{aligned}$$

[3.11] numaralı vektör devre denklemi kompleks sayılarla ifade edilirse;

$$\begin{aligned}
& a_2 e^{i\theta_{12}} + a_3 e^{i\theta_{13}} + b_4 e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} + c_9 e^{i(\theta_{19}+\alpha_9)} + a_{12} e^{i(\theta_{112}+\alpha_{12})} = x_1 + a_7 e^{i\theta_{17}} + b_8 e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} \\
& + b_{10} e^{i(\theta_{110}+\alpha_{10})} + a_{11} e^{i(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})} \quad [3.25]
\end{aligned}$$

denklemi elde edilir.

[3.25] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.26] hız denklemi elde edilir.

$$\begin{aligned}
& ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + i b_4 \frac{d(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} + ic_9 \frac{d(\theta_{19}+\alpha_9)}{dt} e^{i(\theta_{19}+\alpha_9)} + ia_{12} \\
& \frac{d(\theta_{112}+\alpha_{12})}{dt} e^{i(\theta_{112}+\alpha_{12})} = ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ib_8 \frac{d(\theta_{18}+\alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} + ib_{10} \frac{d(\theta_{110}+\alpha_{10})}{dt} \\
& e^{i(\theta_{110}+\alpha_{10})} + ia_{11} \frac{d(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})}{dt} e^{i(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})} \quad [3.26]
\end{aligned}$$

Elde edilen [3.26] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.27] ivme denklemi bulunur.

$$\begin{aligned}
& ia_2 \frac{d^2\theta_{12}}{dt^2} e^{i\theta_{12}} - ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d^2\theta_{13}}{dt^2} e^{i\theta_{13}} - ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + i b_4 \frac{d^2(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)}{dt^2} e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} - i \\
& b_4 \frac{d(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14}+\beta_4+\alpha_4)} + ic_9 \frac{d^2(\theta_{19}+\alpha_9)}{dt^2} e^{i(\theta_{19}+\alpha_9)} - ic_9 \frac{d(\theta_{19}+\alpha_9)}{dt} e^{i(\theta_{19}+\alpha_9)} + ia_{12} \\
& \frac{d^2(\theta_{112}+\alpha_{12})}{dt^2} e^{i(\theta_{112}+\alpha_{12})} - ia_{12} \frac{d(\theta_{112}+\alpha_{12})}{dt} e^{i(\theta_{112}+\alpha_{12})} = ia_7 \frac{d^2\theta_{17}}{dt^2} e^{i\theta_{17}} - ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ib_8 \\
& \frac{d^2(\theta_{18}+\alpha_8)}{dt^2} e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} - ib_8 \frac{d(\theta_{18}+\alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18}+\alpha_8)} + ib_{10} \frac{d^2(\theta_{110}+\alpha_{10})}{dt^2} e^{i(\theta_{110}+\alpha_{10})} - ib_{10} \\
& \frac{d(\theta_{110}+\alpha_{10})}{dt} e^{i(\theta_{110}+\alpha_{10})} + ia_{11} \frac{d^2(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})}{dt^2} e^{i(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})} - ia_{11} \frac{d(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})}{dt} \\
& e^{i(\theta_{111}+\beta_{11}+\alpha_{11})} \quad [3.27]
\end{aligned}$$

[3.12] numaralı vektör devre denklemi kompleks sayılarla ifade edilirse;

$$a_2 e^{i\theta_{12}} + a_3 e^{i\theta_{13}} + b_4 e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} + c_9 e^{i(\theta_{19} + \alpha_9)} + c_{12} e^{i\theta_{112}} + a_{14} e^{i\theta_{114}} = x_1 + a_7 e^{i\theta_{17}} + b_8 e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} + b_{10} e^{i(\theta_{110} + \alpha_{10})} + b_{11} e^{i(\theta_{111} + \alpha_{11})} + a_{13} e^{i\theta_{113}} \quad [3.28]$$

denklemi elde edilir.

[3.28] denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.29] hız denklemi elde edilir.

$$ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + ib_4 \frac{d(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} + ic_9 \frac{d(\theta_{19} + \alpha_9)}{dt} e^{i(\theta_{19} + \alpha_9)} + ic_{12} \frac{d\theta_{112}}{dt} e^{i\theta_{112}} + ia_{14} \frac{d\theta_{114}}{dt} e^{i\theta_{114}} = ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ib_8 \frac{d(\theta_{18} + \alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} + ib_{10} \frac{d(\theta_{110} + \alpha_{10})}{dt} e^{i(\theta_{110} + \alpha_{10})} + ib_{11} \frac{d(\theta_{111} + \alpha_{11})}{dt} e^{i(\theta_{111} + \alpha_{11})} + ia_{13} \frac{d\theta_{113}}{dt} e^{i\theta_{113}} \quad [3.29]$$

Elde edilen [3.29] hız denkleminin zamana göre türevi alınırsa [3.30] ivme denklemi bulunur.

$$ia_2 \frac{d^2\theta_{12}}{dt^2} e^{i\theta_{12}} - ia_2 \frac{d\theta_{12}}{dt} e^{i\theta_{12}} + ia_3 \frac{d^2\theta_{13}}{dt^2} e^{i\theta_{13}} - ia_3 \frac{d\theta_{13}}{dt} e^{i\theta_{13}} + ib_4 \frac{d^2(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)}{dt^2} e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} - ib_4 \frac{d(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)}{dt} e^{i(\theta_{14} + \beta_4 + \alpha_4)} + ic_9 \frac{d^2(\theta_{19} + \alpha_9)}{dt^2} e^{i(\theta_{19} + \alpha_9)} - ic_9 \frac{d(\theta_{19} + \alpha_9)}{dt} e^{i(\theta_{19} + \alpha_9)} + ic_{12} \frac{d^2\theta_{112}}{dt^2} e^{i\theta_{112}} - ic_{12} \frac{d\theta_{112}}{dt} e^{i\theta_{112}} + ia_{14} \frac{d^2\theta_{114}}{dt^2} e^{i\theta_{114}} - ia_{14} \frac{d\theta_{114}}{dt} e^{i\theta_{114}} = ia_7 \frac{d^2\theta_{17}}{dt^2} e^{i\theta_{17}} - ia_7 \frac{d\theta_{17}}{dt} e^{i\theta_{17}} + ib_8 \frac{d^2(\theta_{18} + \alpha_8)}{dt^2} e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} - ib_8 \frac{d(\theta_{18} + \alpha_8)}{dt} e^{i(\theta_{18} + \alpha_8)} + ib_{10} \frac{d^2(\theta_{110} + \alpha_{10})}{dt^2} e^{i(\theta_{110} + \alpha_{10})} - ib_{10} \frac{d(\theta_{110} + \alpha_{10})}{dt} e^{i(\theta_{110} + \alpha_{10})} + ib_{11} \frac{d^2(\theta_{111} + \alpha_{11})}{dt^2} e^{i(\theta_{111} + \alpha_{11})} - ib_{11} \frac{d(\theta_{111} + \alpha_{11})}{dt} e^{i(\theta_{111} + \alpha_{11})} + ia_{13} \frac{d^2\theta_{113}}{dt^2} e^{i\theta_{113}} - ia_{13} \frac{d\theta_{113}}{dt} e^{i\theta_{113}} \quad [3.30]$$

Tüm bulunan denklemler giriş koşullarına bağlı olarak verilen giriş açısı değerleri ile çözülebilir. Fakat tezde kullanılan çok uzuvlu mekanizmada olduğu gibi analitik yöntemle bu denklemleri çözmek uzun zaman alacaktır ve hata payını artıracaktır. Bunun yerine bilgisayar ortamında paket programlarla hem daha kısa sürede istenilen konum, hız ve ivme değerleri bulunacaktır, hem de hata payı ortadan kalkacaktır. Bu nedenlerden dolayı mekanizmanın analizi MATLAB ortamında Simmechanics yardımı ile çözdürülecektir.

4. MATLAB MODELİ OLUŞTURMA

Solidworks ortamında katı modeli hazırlanan mekanizmanın kinematik analizi MATLAB programında yapılmıştır. MATLAB ortamında kinematik analizlerin yapılması için mekanik tasarım kısmı olan MATLAB' in Simmechanics eklentisi kullanılmıştır. Simmechanics bölümünde bulunan fonksiyon kütüphanesindeki gövde ve mafsal blokları ile mekanizma tasarlanabildiği gibi MATLAB içerisine yüklenen eklenti ile Solidworks programından direkt olarak datalar aktarılabilmektedir. Tasarlanan mekanizmaya istenilen veriler girilerek sistemin kinematik davranıŐı incelenmiŐtır.

4.1 Simmechanics'e Giriş

Simmechanics mekanik sistemlerin üç boyutlu modellenmesini sağlayan bir simülasyon paketidir. Simulink ortamında çalıŐan bu paket, geniş kapsamlı fonksiyon kitaplığıyla Simulink ortamını çoklu gövdeli mekanik modelleme olanağıyla genişletmektedir.

Oluşturulan modellerin otomatik olarak 3 boyutlu Şekli görülebilmekte ve benzetim sırasında hareketler izlenebilmektedir. Çeşitli CAD yazılımlarındaki üç boyutlu dosyaları, kütle, eylemsizlik, kısıtlar ve üç boyutlu geometrileri dahil olmak üzere bütün halinde okuyabilmekte olup, böylece yeniden tasarım yapmaya gerek kalmamaktadır.

Simmechanics, Simulink altında çalıŐtıĐı için, MATLAB ve Simulink yazılımlarının tüm olanaklarını bütünleŐik olarak kullanma Őansı vermektedir. Örneğin, Simmechanics ile tasarlanan mekanik sistemin, hidrolik, elektriksel, pnömatik modellerle de birleŐtirilmesi hatta denetleme sisteminin de yapıya eklenmesi Simulink sayesinde mümkün olmaktadır. Tasarlanan modelin, otomatik olarak C koduna dönüŐtürülebilmesi de mümkündür. Bu özellik, simülatör tasarımında veya gerçek zamanlı benzetimlerde çok yararlı olmaktadır [2].

4.2 Simmechanics Blokları

Machine Environment: Bu blok, hesaplanacak şema için çevre şartlarını tanımlar. Her Simmechanics modeli ground bloğuyla bağlı en az bir tane machine environment bloğu içermek zorundadır.

Ground Bloğu: Ground bloğu, sabitlenmiş bir noktanın sınırsız sayıda kütleyle sahip olmasını sağlar. Yine en az bir machine environment bloğuyla birlikte kullanılmak zorundadır.

Body Bloğu: Bu blok, aralarına serbestlik derecesi eklenmiş tüm sabit rijit kütlelerin yerine kullanılmaktadır. Body Blokları, sıfırdan farklı kütle, atalet, pozisyon, yön ve koordinat sistemleriyle birbirlerine bağlanmaktadır.

Weld Bloğu: Bu blok, Body bloklarının birbirlerine bağlanmasında kullanılır ve serbestlik derecesi sağlanmasında kullanılır. Weld bloğu, hareketin yönünü ve tipini de tayin eder.

Revolute Bloğu: Bağlantı noktalarında dönme serbestîsini sağlar bu blok.

Body Actuator Bloğu: Bu blok, genelleştirilmiş bir kuvvet sinyali yollayarak herhangi bir body bloğunu tahrik eder. Girdileri kuvvet ve moment şeklindedir.

Constant Bloğu: Bu blok, gerçek veya karmaşık sabit değerler girilmesini sağlar.

Body Sensör Bloğu: Bu blok, body bloklarına bağlanır ve bağlandığı bloktaki konum, hız, açısal hız, ivme ve açısal ivme gibi değerlerinin ölçülmesinde kullanılır.

Scope: Bu blok, istenilen parametrelerin grafiksel olarak elde edilmesini ve bu grafiklerin üzerinden istenilen verilerin okunmasını sağlar.

Joint Actuator Bloğu: Bu blok mafsallara hareket tanımlamak veya kuvvet uygulamak için kullanılmaktadır.

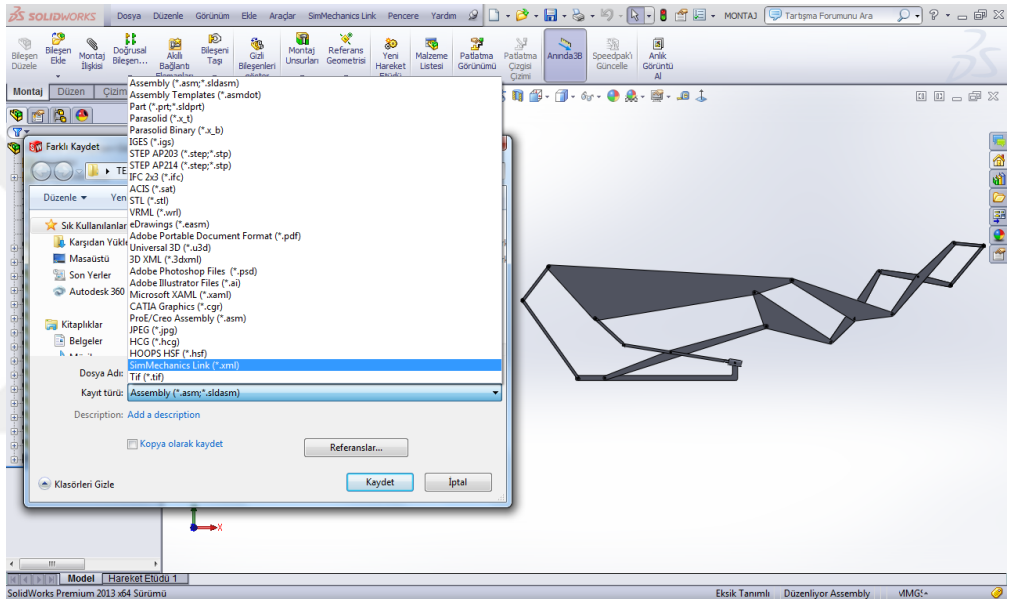
Joint Sensör Bloğu: Bu blok mafsallara bağlanır ve bağlı olduğu mafsala ait konum, hız, açısal hız, ivme ve açısal ivme gibi değerlerinin ölçülmesinde kullanılır [2].

4.3 Mekanizmanın MATLAB Ortamına Aktarılması

Solidworks programında katı modeli hazırlanan mekanizma MATLAB içerisine yüklenen eklenti kullanılarak Solidworks 'tan MATLAB Simulink ortamına aktarılmıştır. Solidworks 'de tasarlanan dosyalar. STL uzantılı dosyalara dönüştürülür (Bkz. Şekil 4.1) ve MATLAB komut satırında mech_import

(‘Dosya_adi.xml’) yazılarak girilip tamam denildiğinde Şekil 4.2’ de olduğu gibi blok diyagramı otomatik olarak çıkmaktadır.

Simmechanics modülünde elde edilen bu bağlantılar mekanizmanın sahip olduğu tüm ilişkilerinin fonksiyonel bloklar şeklinde elde edilmesidir. Bu bloklar sayesinde sistemdeki parametrelerle istenilen özellik tanımlanabilir ve istenilen değerler elde edilebilir. Simmechanics modülünün bir başka katkısı da Simulation’ da 3 boyutlu modellenmenin çalıştırılmasıdır. Hazırlanan blok diyagramına yürüt komutu verdiğimiz zaman, Simulation kısmında 3 boyutlu halini bize verecektir.

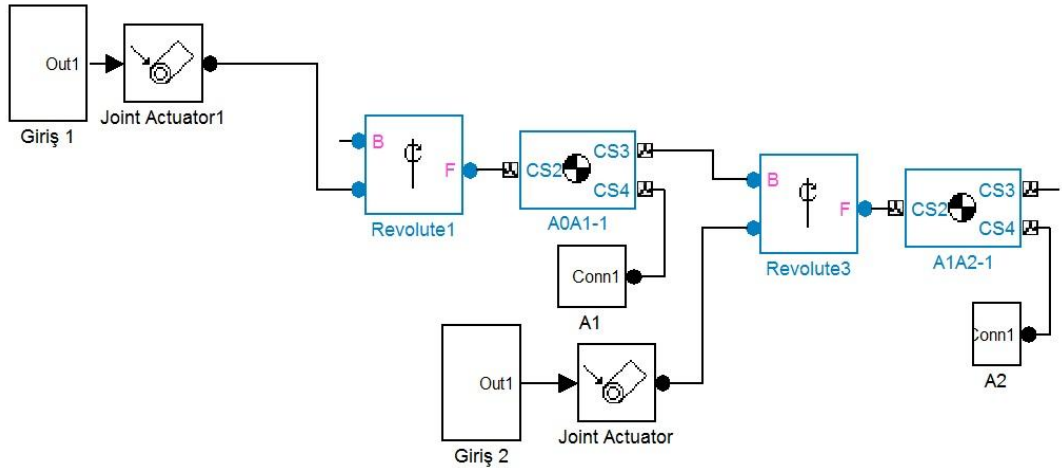


Şekil 4.1 Solidworks programından Simmechanics ortamına dönüştürme.

Solidworks' den MATLAB'e aktarım yapılmadan önce Solidworks'de mekanizmanın tüm montaj ilişkileri doğru bir şekilde tanımlanması gereklidir. Montaj ilişkileri tam olarak verilmeyen parçalar Simmechanics ortamında tam olarak tanımlanmayacaktır, buda programın hata vermesine yol açacaktır. Örneğin pimli bağlantılarda dönme hareketinin olması gerekmektedir, bu kısımda dönmeyi engelleyen herhangi bir ilişki, yanlış bağlantı, sistemde hata verecektir ve sistemin çalışması durumunda bile yanlış sonuçlar elde edilecektir.

4.4 Simmechanics Modeline Özelliklerin Tanımlanması

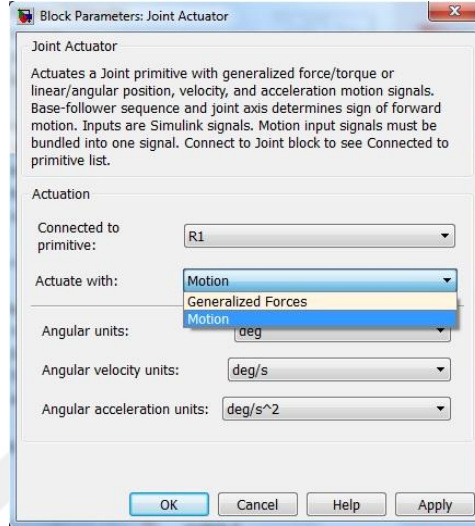
Solidworks ortamında çizilen ve ölçüleri mafsala özellikleri belirtilen mekanizma Simmechanics bloklarına dönüştürüldükten sonra simülasyon yapılarak mekanizmanın istenilen hareketleri yapıp yapmadığı ve doğruluğu kontrol edilmiştir. Mekanizmanın simülasyon ortamında çalışması ve istenen hareketleri yapması için mekanizmanın giriş koşullarının gerekli mafsala veya uzuvlara tanımlanması gerekmektedir. İki serbestlik derecesine sahip mekanizmaya iki adet başlangıç koşulu tanımlanmıştır. Giriş uzvu olan A_0A_1 bloğunun zemine bağlı bulunduğu Revolute 1 mafsalına birinci giriş koşulları tanımlanmıştır ve diğer giriş koşulu sırt kısmının bağlı olduğu A_1A_2 uzvunun bağlı olduğu Revolute 3 mafsalına tanımlanmıştır (Bkz. Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Başlangıç konumu giriş değerleri.

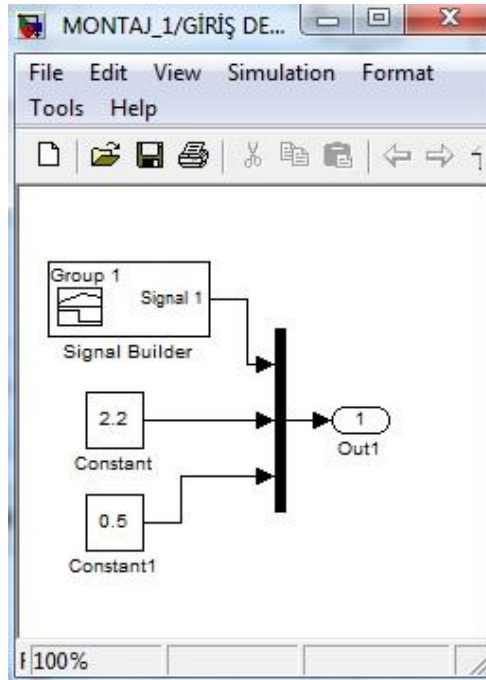
Daha önce Solidworks üzerinde tanımlanan çalışma koşullarında mekanizmanın istenen hareketi yapması için A_0A_1 uzvunun 22° lik bir açığı taraması gerekmektedir. Bu açığı Simmechanics ortamında tanıtmak için uzvun bağlı olduğu mafsala Joint

Actuator bağlanmıştır. Bu sayede istenilen hareketin kaç saniye boyunca ve hangi aralıkta yapılması gerektiği sisteme tanımlanmıştır. İkinci başlangıç koşulu için sırt kısmının bağlı olduğu mafsala giriş koşulları tanımlanmıştır. Başlangıç konumu 0° kabul edilerek uzvun bağlı olduğu mafsala Joint Actuator bağlanarak 7.58° lik bir açı yapması tanımlanmıştır.



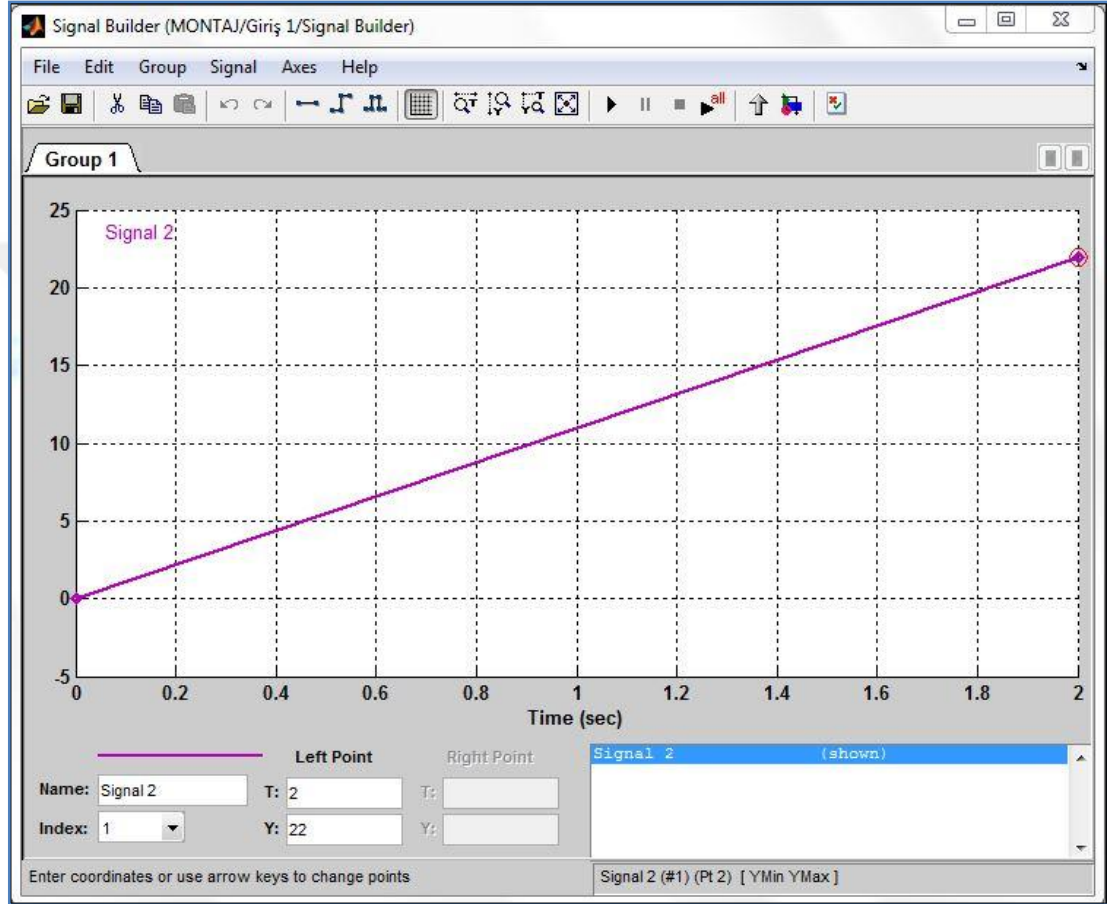
Şekil 4.4 Joint Actuator özellik tanımlanması.

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi mafsala eklenen Joint Actuator'e hareket veya kuvvet tanımlanabilmektedir. İstenilen hareket için mafsala açı değeri, hız ve ivmede tanımlanması gerekmektedir (Bkz. Şekil 4.5).



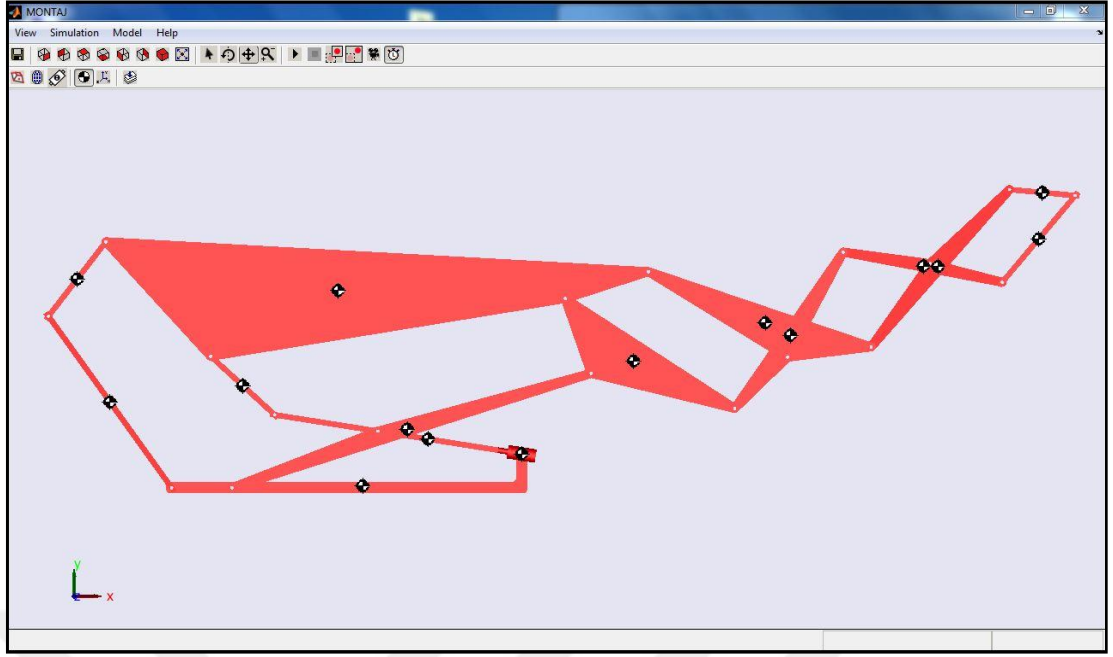
Şekil 4.5 Mafsala tanımlanan açı, hız ve ivme.

Mekanizmanın özelliği sırt ve ayak kısmının senkronize şekilde açılmasıyla koltuğun istenen yatar pozisyona gelmesidir. Bu hareketi tanımlamak için mekanizmaya başlangıç koşul değerleri için sinyal gönderen Signal Builder bloğu (Bkz. Şekil 4.6) eklenmiştir. Bu sayede mekanizma istenen hareketini tamamlayacak ve hareketin 0 ile 2 saniye aralığında uzuvlara tanımlanmış olan Body Sensör Bloğu ile her bir açı değerine karşılık gelen konum hız ve ivme değerleri bulunmuş olacaktır.

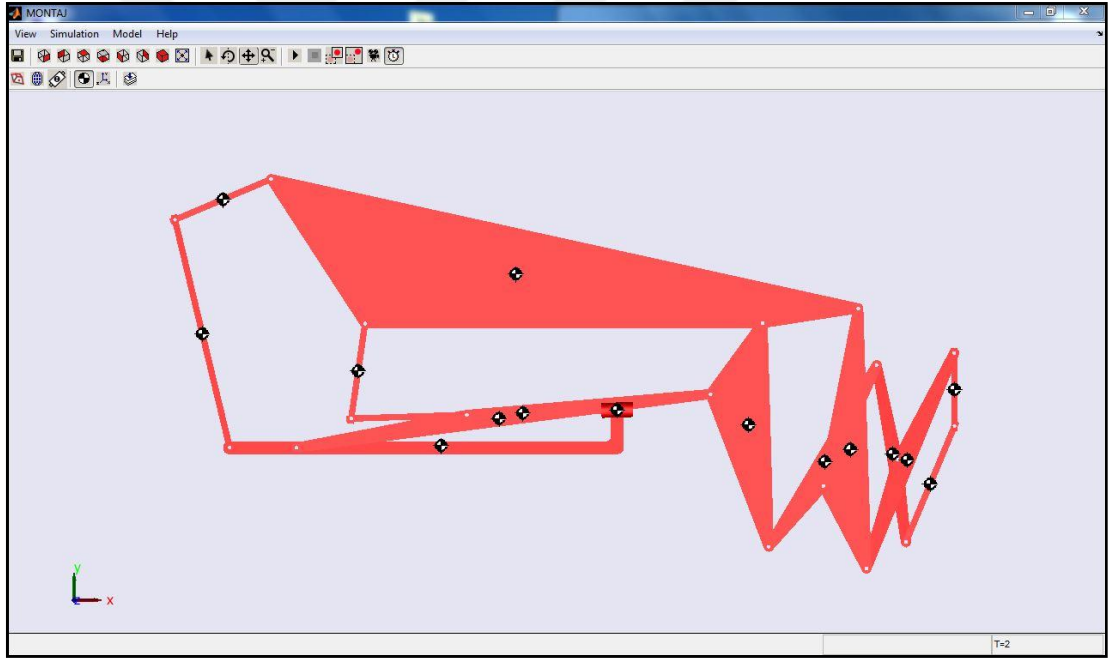


Şekil 4.6 Mekanizmaya tanımlanan Signal Builder (0° - 22° arası).

Mekanizmaya tanımlanan değerler sonrasında simülasyon yapılmış ve Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilen hareketler elde edilmiştir.



Şekil 4.7 Mekanizmanın başlangıç konumu.

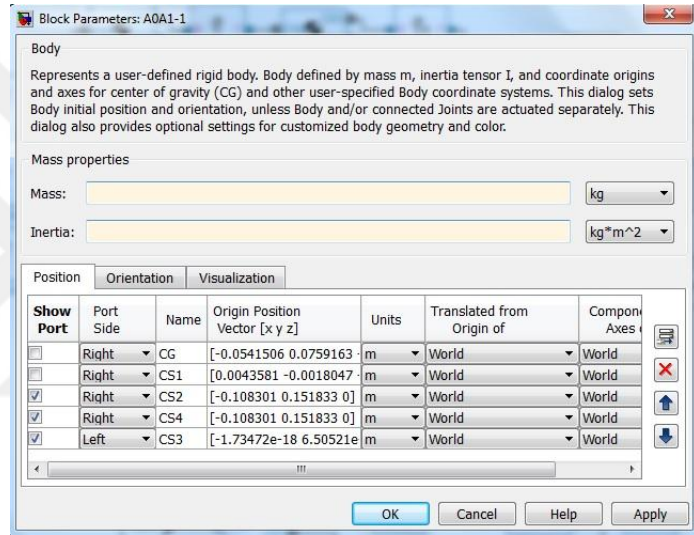


Şekil 4.8 Mekanizmanın son konumu.

4.5 Grafik Özelliklerinin Tanımlanması

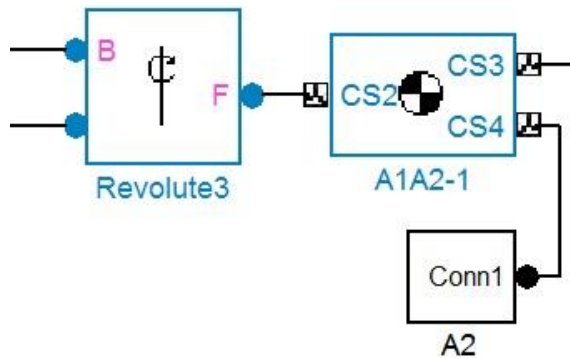
Uzuvların, mekanizmanın hareketi boyunca yer değiştirmeleri, hız ve ivme değerlerini bulmak için Body Sensör Bloğu ve bu bloğa bağlı Scope bloğu kullanılmıştır. Blok diyagramında tanımlanan her bir uzuv body bloğu ile gösterilmektedir. Bu blok uzvun her bir mafsal bağlantı noktasını CS1 CS2 CS3 gibi çıkışlar ile tanımlamaktadır. Uzvun hangi noktasının hareketi incelenmek isteniyorsa o nokta çıkışı çoğaltılarak sensör bağlantısı yapılmaktadır.

Şekil 4.9'da A_0A_1 uzvuna ait blok parametreleri görülmektedir. Burada CS2 olarak tanımlanan A_1 noktasıdır. A_1 noktasının hareketini incelemek için CS4 noktası CS2 noktasının kopyası olarak eklenmiştir. Böylece sensör bağlantı noktası oluşmuştur.

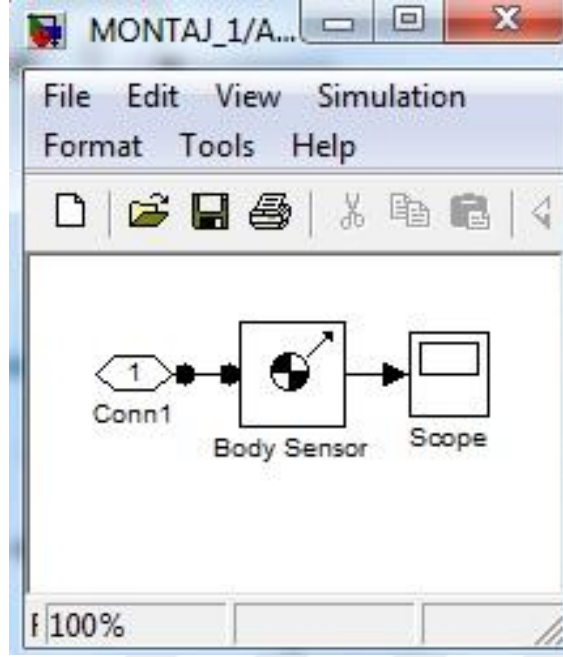


Şekil 4.9 A_0A_1 Uzvuna Ait Blok Parametreleri.

Şekil 4.10'da CS4 noktası ve eklenen sensör görülmektedir.

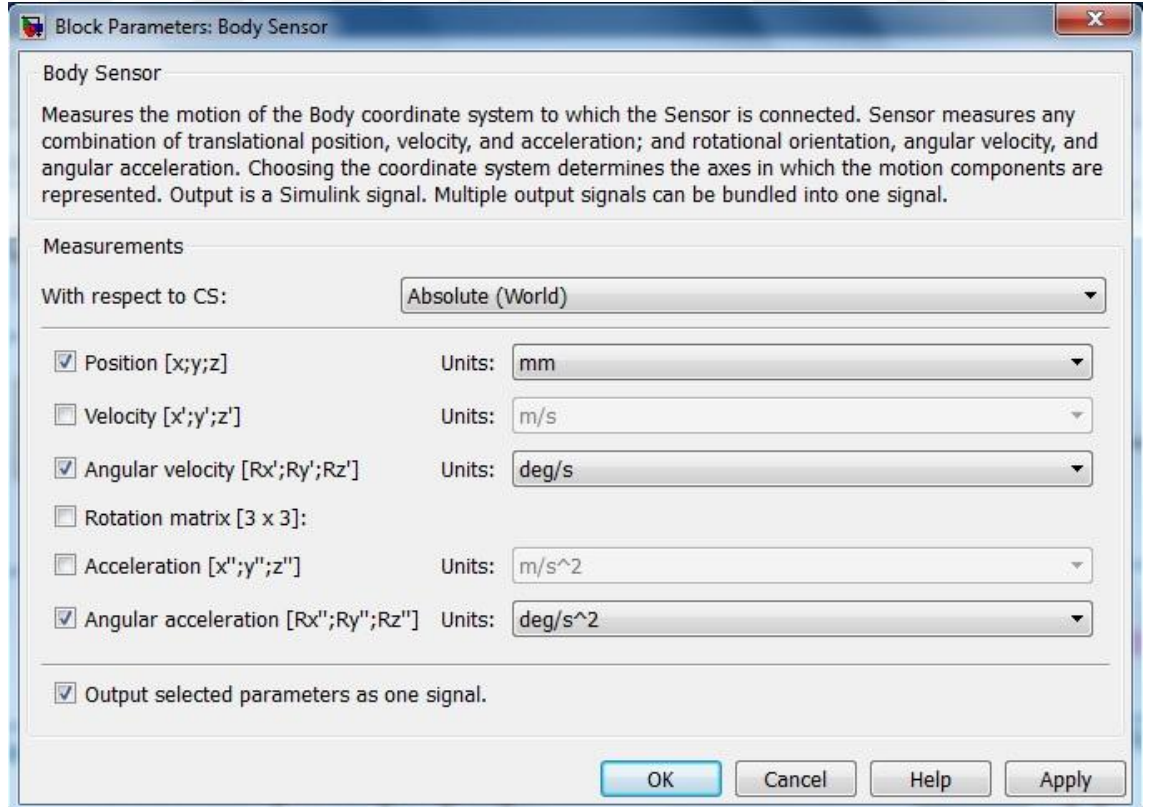


Şekil 4.10 A_1A_2 Sensör bağlantı diyagramı.



Şekil 4.11 Sensör ve Scope bağlantısı.

Şekil 4.11 'deki gibi bağlantısı yapılan Body Sensör içeriğinde birçok parametrenin tanımlanması mümkündür. Hareket sonucunda konum, hız, ivme vb. hangi parametrelerin istendiği ve bu parametrelerin birimlerini tanımlamak mümkündür (Bkz. Şekil 4.12).

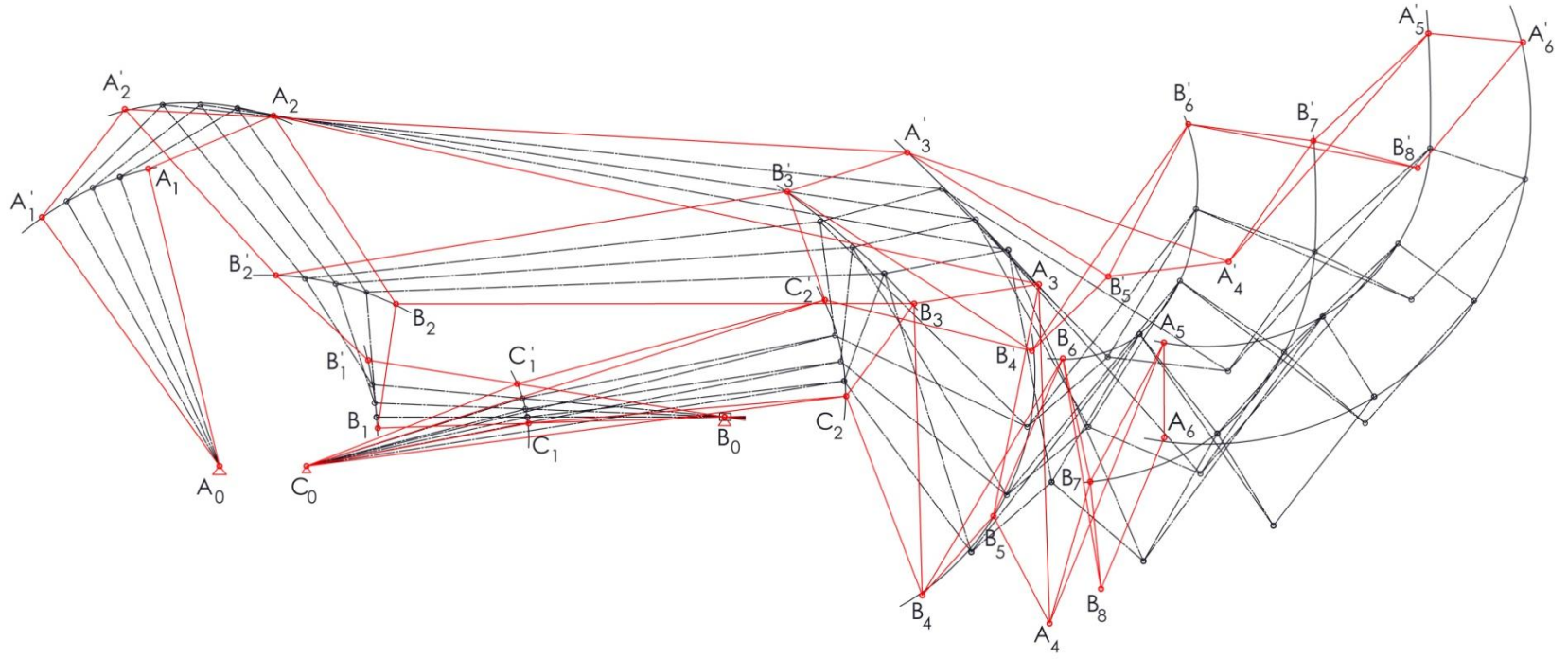


Şekil 4.12 Body Sensör özellik tanımlama.

Tüm uzuvlara ait konum, hız ve ivme grafikleri Ek-1 bölümünde verilmiştir. Grafiklerde yatay olan değerler saniye cinsinden zamanı göstermektedir dikey değerler ise mm cinsinden yer değişimini göstermektedir.

Mekanizmanın yapmış olduğu harekete bağlı olarak uzuvlara ait yer değiştirme eğrileri Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Şekilde mekanizmanın istenen konuma gelmesi için geçen süre içerisinde uzuvların yer değişim miktarları birbirinden farklı olmaktadır. Giriş uzvu A_0A_1 'de A_1 noktasının yer değişimi 22° 'lik açıya karşılık gelirken mekanizmanın en uç noktası olan A_6 noktasının yer değişimi yaklaşık 90° 'lik açıya karşılık gelmektedir. Giriş uzvuna tanımlanan hız ve ivmenin mekanizmanın uç noktasına doğru arttığı Ek-1'de verilen hız ve ivme grafiklerinden görülmektedir.

Örnek olarak A_1 noktası ile en uç nokta olan A_6 noktasının hareketleri incelendiğinde hareketin tamamlanması için aynı süre içerisinde A_6 noktasının yer değiştirme miktarı A_1 noktasına göre daha fazla olmaktadır. Mekanizmanın istenen hareketi yapması için geçen optimum süre 2 saniye olduğu durumda A_6 noktasının A_1 noktasına göre daha hızlı hareketini tamamlaması gerekmektedir. A_6 noktasının hız ve ivme grafikleri incelendiğinde hızın arttığı görülmektedir.



Şekil 4.13 Mekanizmanın uzuvlarına ait yer değiştirme eğrileri.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında yatak koltuk mekanizmasının kinematik analizi yapılmıştır. İlk önce mekanizma Solidworks yardımı ile 3 boyutlu olarak çizilmiştir. Mekanizmanın bilinen boyutlarına ve girdi koşullarına göre analitik yöntemle konum analizi yapılmıştır. Çok uzuvlu mekanizmalarda analitik yöntemin uzun sürdüğü ve hata payının arttığı görülmüştür.

Her geçen gün gelişen teknoloji ile birlikte farklı ihtiyaçlar için paket program kullanımı yaygınlaşmıştır. Mekanizma tekniği için ADAMS, MATLAB gibi paket programlar kullanılmakta ve karmaşık yapıdaki mekanizmaların analizi kolayca yapılmaktadır. Hem daha kısa sürelerde analizler yapılmakta hem de hata payı azalmaktadır. Bu çalışmada MATLAB programı kullanılarak iki serbestlik dereceli mekanizmanın kinematik analizi iki farklı başlangıç konumu tanımlanarak yapılmıştır. Simülasyon sonucunda ortaya çıkan 3 boyutlu animasyon sorunsuz olarak çalışmaktadır. Mekanizmaya ait tüm hareket grafikleri (konum, hız ve ivme) tüm uzuvlar için eksiksiz olarak çıkarılmıştır.

Bu çalışma sonucunda tasarımdan ürüne giden süreçte bilgisayar destekli çalışmanın sağladığı faydalar görülmüştür. Mekanizmanın tasarımı, analizi ve simülasyonunda izlenen yol tüm mekanizmalara uygulanabilir özelliktedir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler mekanizmanın varyantlarının tasarımında yardımcı olacaktır.

Çalışmaya başlarken mekanizmanın kinematik analizi ile birlikte dinamik analizinin de yapılması öngörülmüştü. Fakat dinamik analizlerin yapılması için kütlelerin belirlenmesi ve mekanizma üzerine tanımlanması, malzeme özelliklerinin bilinmesi, sürtünme kuvvetlerinin ve mekanizmanın üzerine gelen değişken kuvvetlerin belirlenmesi gibi birçok faktörün çalışmaya eklenmesi gerekecekti ve çalışmanın konusu geniş bir alanı kapsayacaktı. Bu nedenle mekanizmanın sadece kinematik analizi yapılmıştır.

Bu çalışmadan faydalanarak elde edilen veriler kullanılarak dinamik analizler yapılabilir. Hazırlanan MATLAB programına kütleler ve belirlenen malzeme

özellikleri tanımlanarak analiz genişletilebilir. Literatürde gerçek çalışma koşullarında istenilen konfor şartlarına göre koltuk üzerine gelen kuvvet dağılımlarının yer aldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu ve benzer çalışmalardan faydalanarak mekanizmanın çalışma koşullarında istenen özelliklere göre optimizasyonu ve analizleri de yapılabilir.

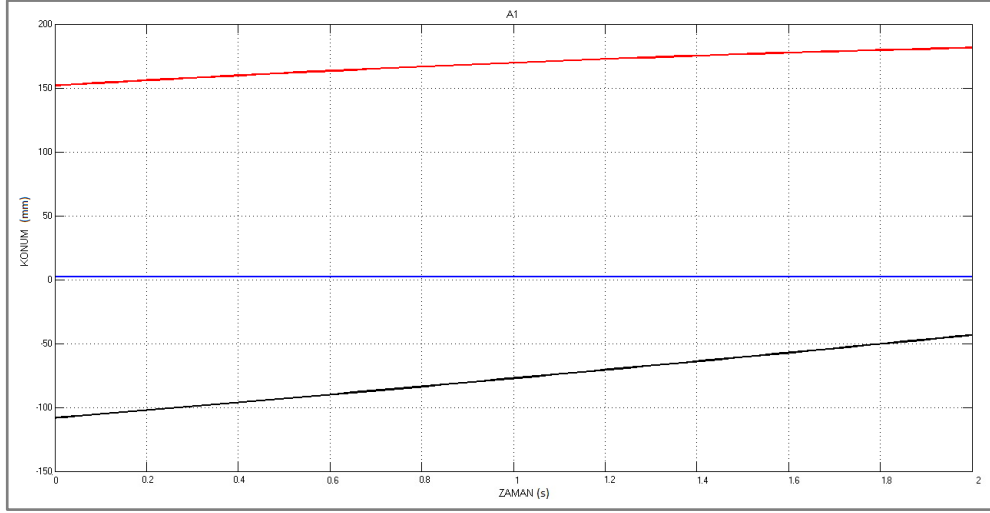


KAYNAKLAR

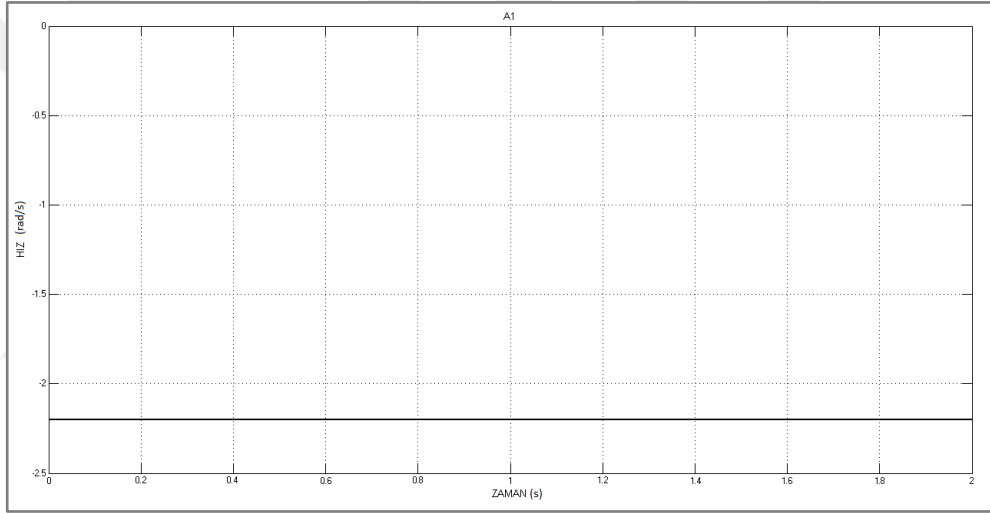
- [1] **Koçer, Ü.** (2013). Beş Serbestlik Dereceli bomba Yükleme Aracının Tasarımı, Analizi, Simulink/Simmechanics Modeli ve Animasyonu. *Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*.126s, Konya.
- [2] **Şahin, U.** (2015). Kuleli İnşaat Kreninin Tasarımı, Analizi, Simulink/Simmechanics Modeli ve Animasyonu. *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*. 84s, İstanbul.
- [3] **Doğan, S.** (2015). Esnek Bağlantılı Düzlemsel Mekanizmaların Analizi ve Şekil Optimizasyonu *Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*. 93s, Kayseri.
- [4] **Erdoğan, H.** (2008). Neoplan Seyahat Otobüsü Bagaj Kapağı Mekanizmasının Analizi *Gazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*. 105s, Ankara.
- [5] **Crocesi, S., Pennestri, E.** (2005). Kinematic synthesis of a curve-scribing mechanism for prescribed finite motion *Mechanism and Machine Theory 40 (2005) 91–98*
- [6] **Söylemez, E.,** (2000). Mekanizma Tekniği. *Birsen Yayınevi*, 434s, İstanbul.
- [7] **Norton, R. L.,** (1999). Design Of Machinery *McGraw-Hill* 808s
- [8] **McCarthy J.M., Soh G.S.,** (2011). Geometric Design Of Linkages. *Springer, 441s*, New York.
- [9] **Akçalı İ. D.,** (2002). Mekanizma Tekniği. *Birsen Yayınevi*, 249s, İstanbul

EK-1

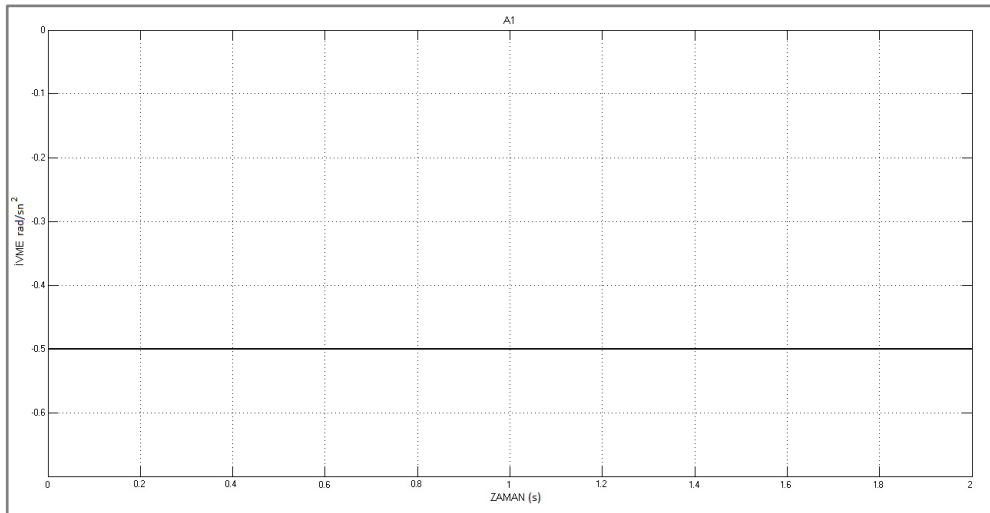
MEKANİZMA, KONUM HIZ ve İVME GRAFİKLERİ



a)

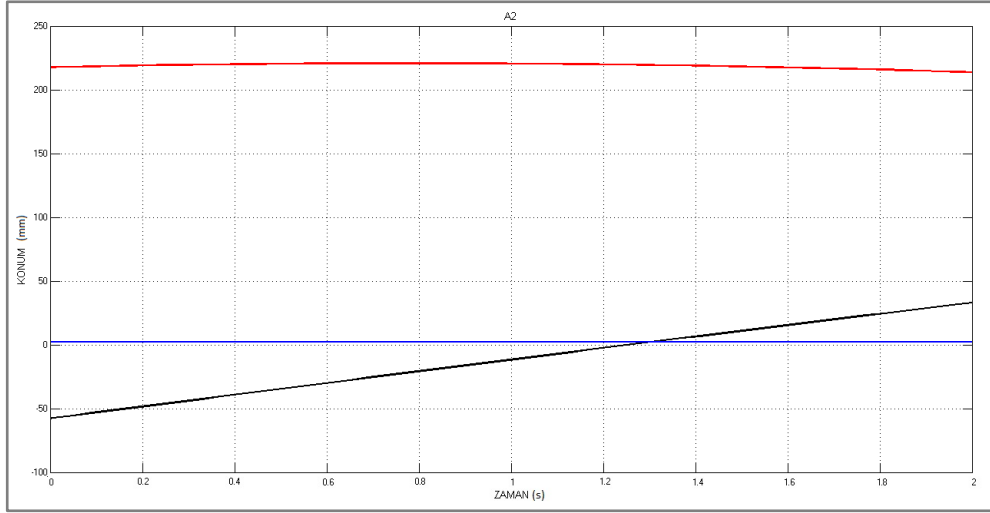


b)

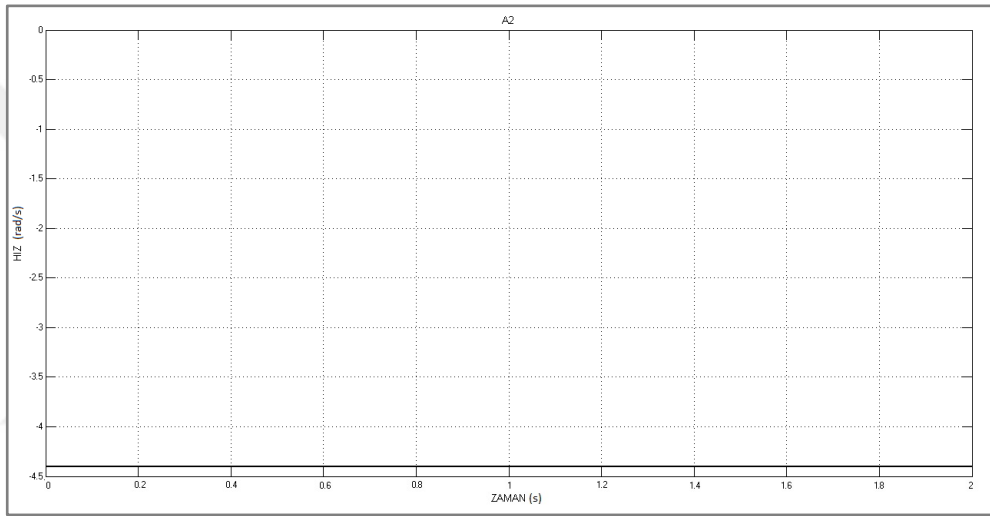


c)

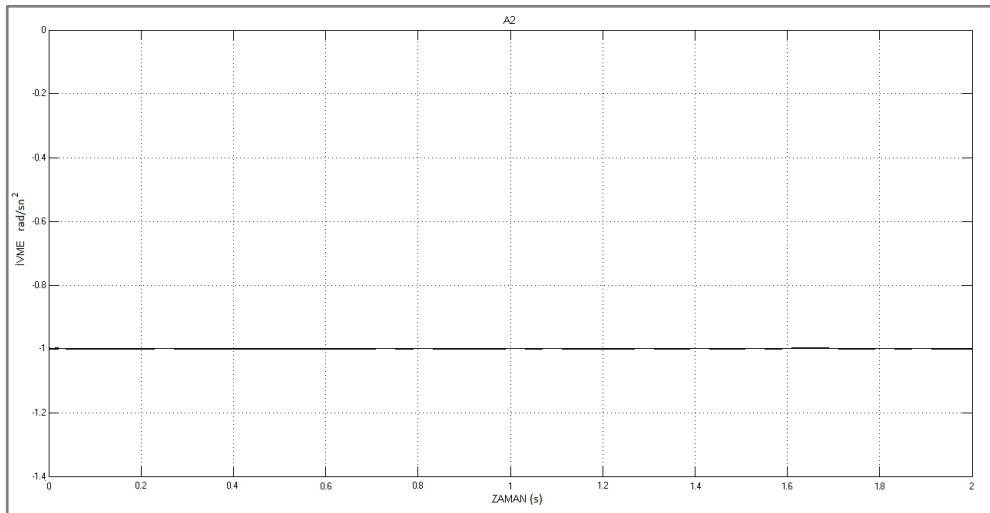
Şekil E1.1 A₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

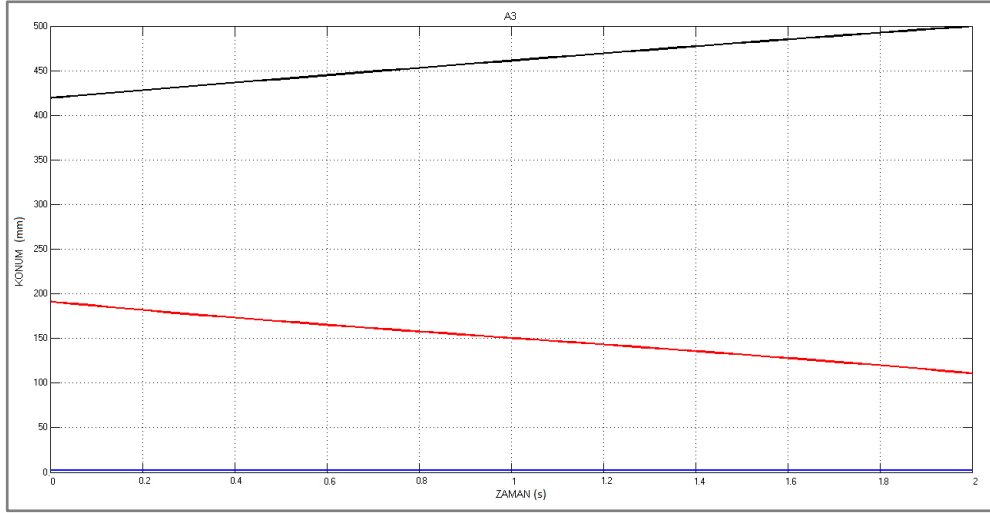


b)

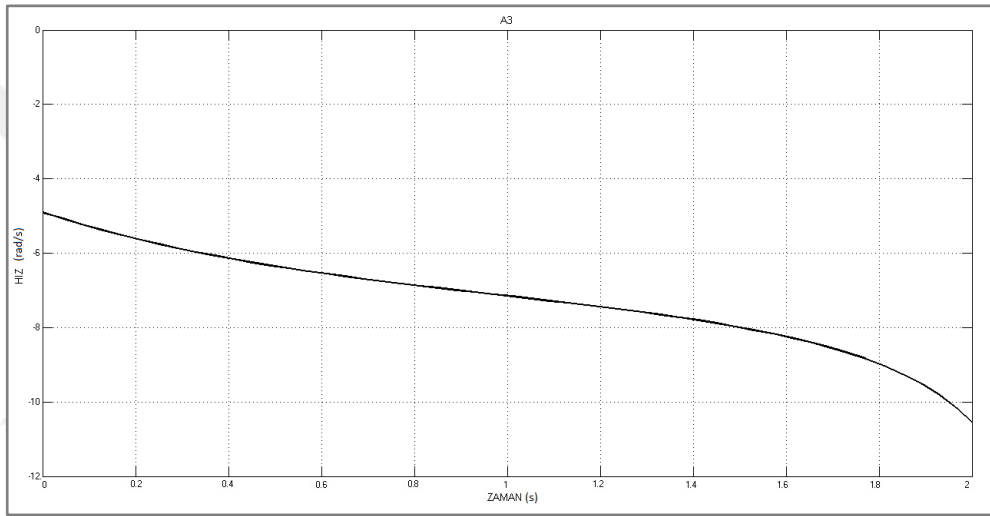


c)

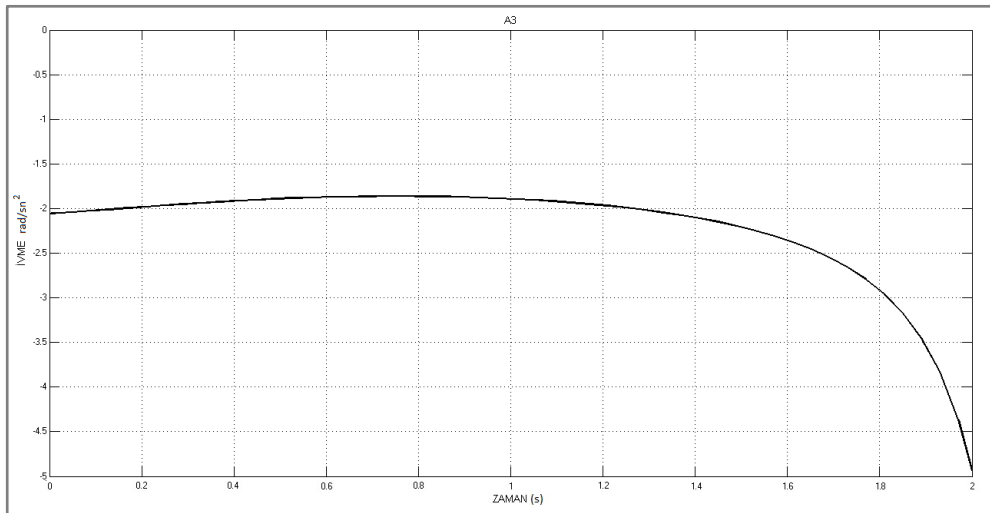
Şekil E1.2 A₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

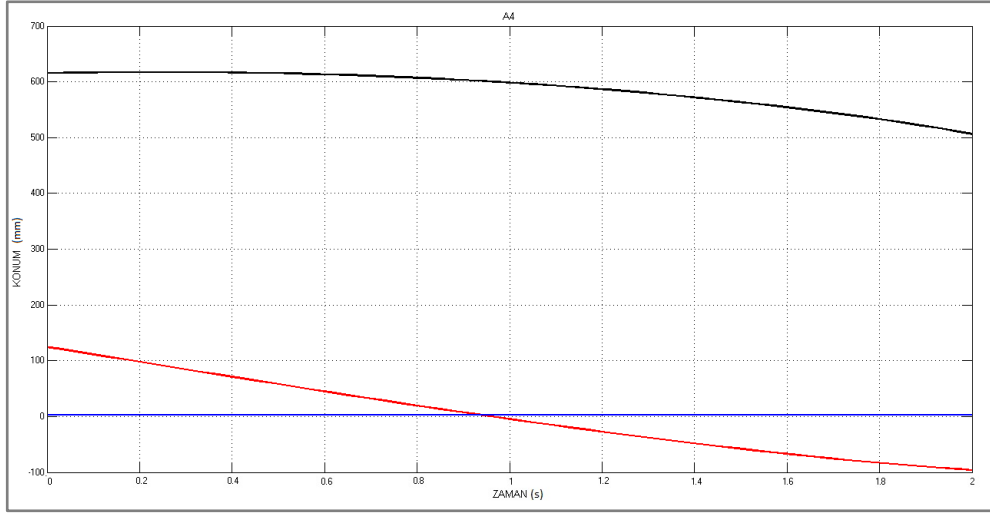


b)

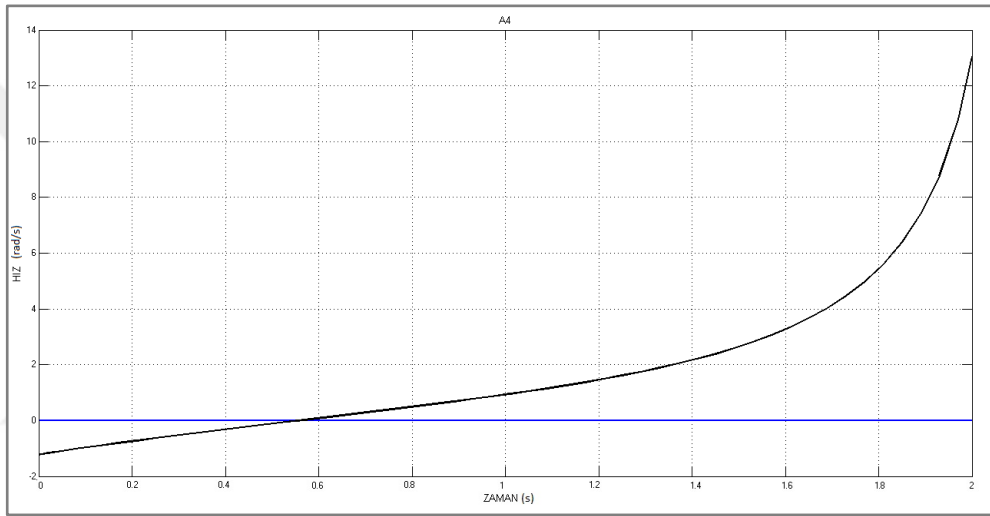


c)

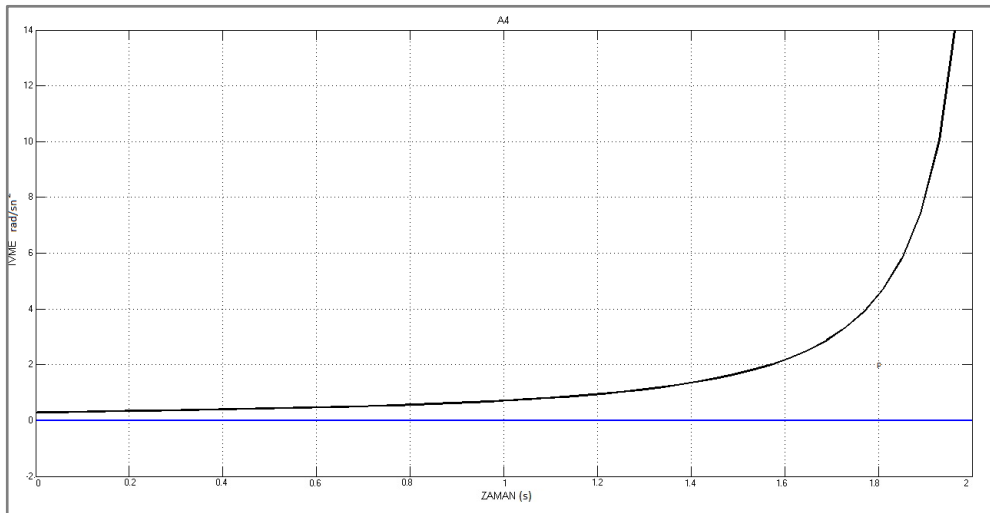
Şekil E1.3 A₃ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

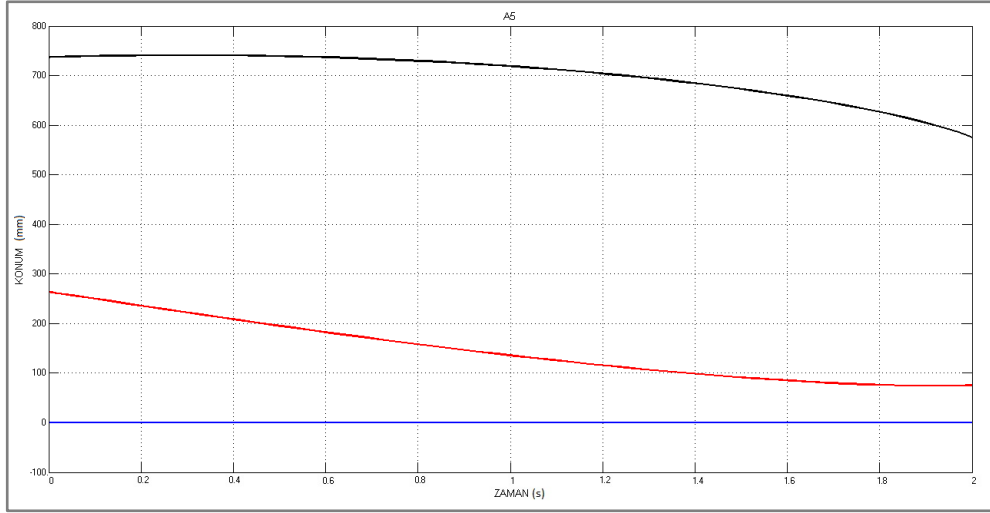


b)

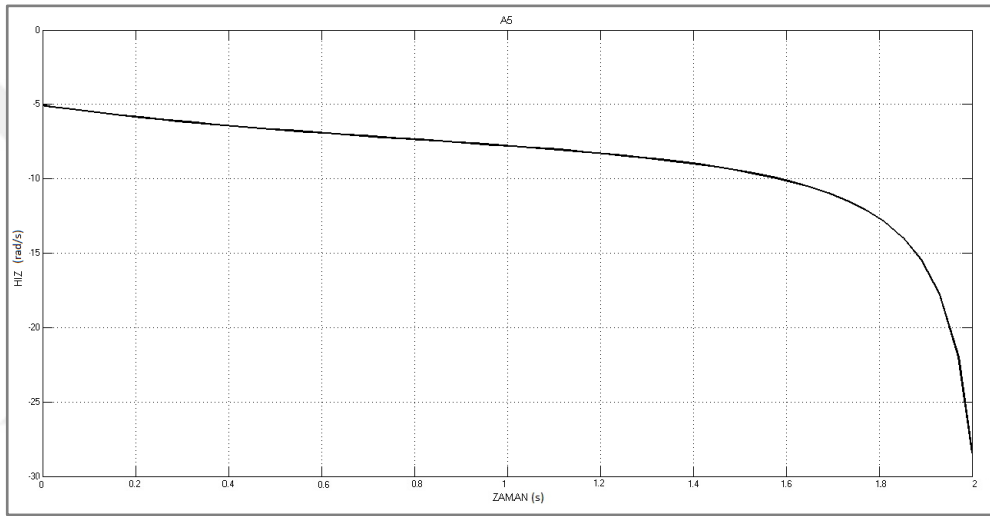


c)

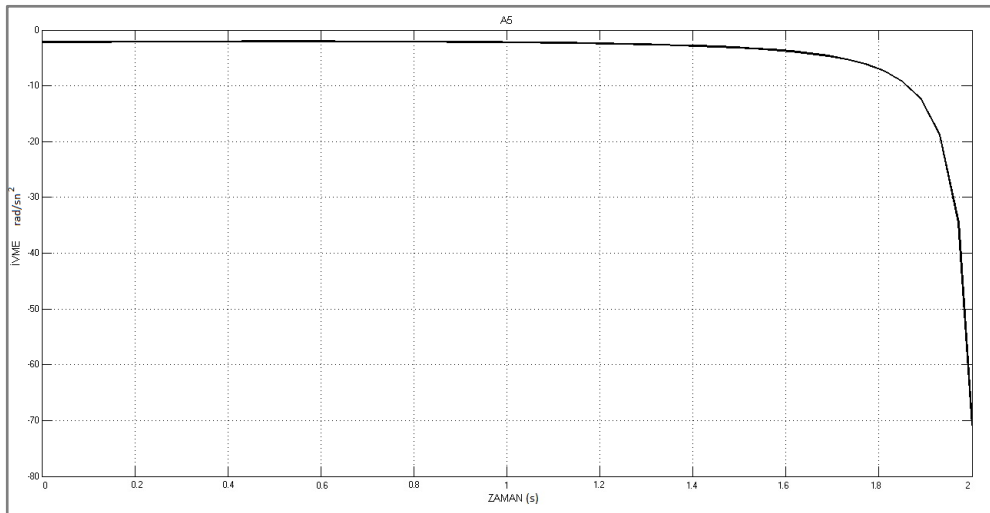
Şekil E1.4 A₄ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

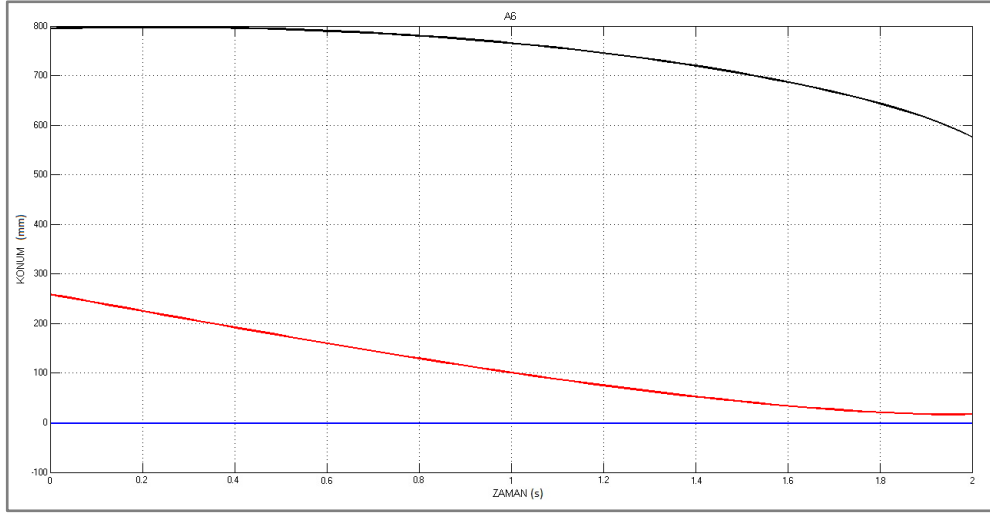


b)

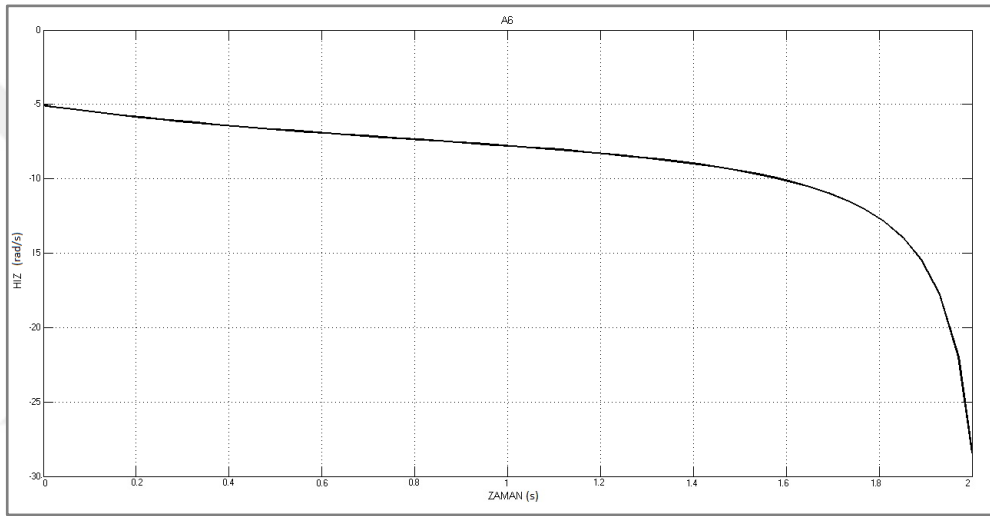


c)

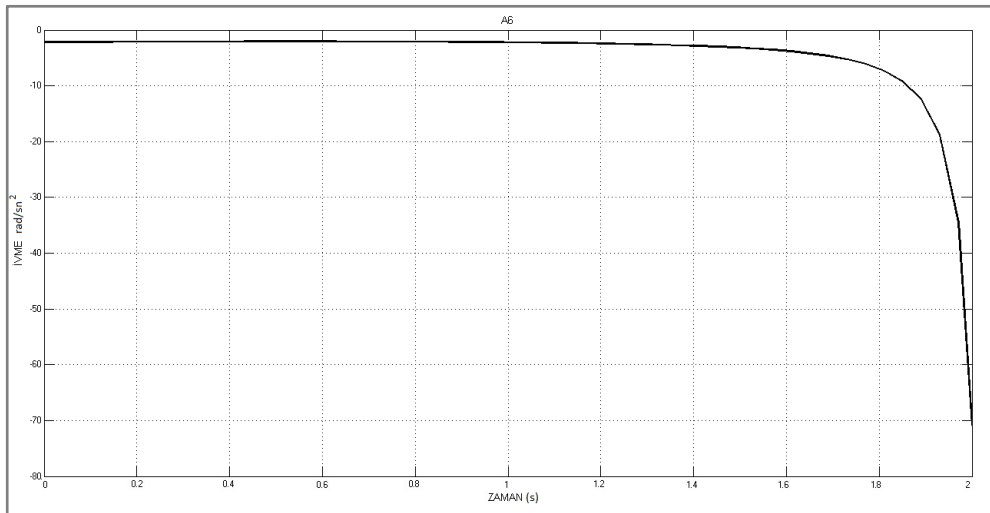
Şekil E1.5 A₅ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

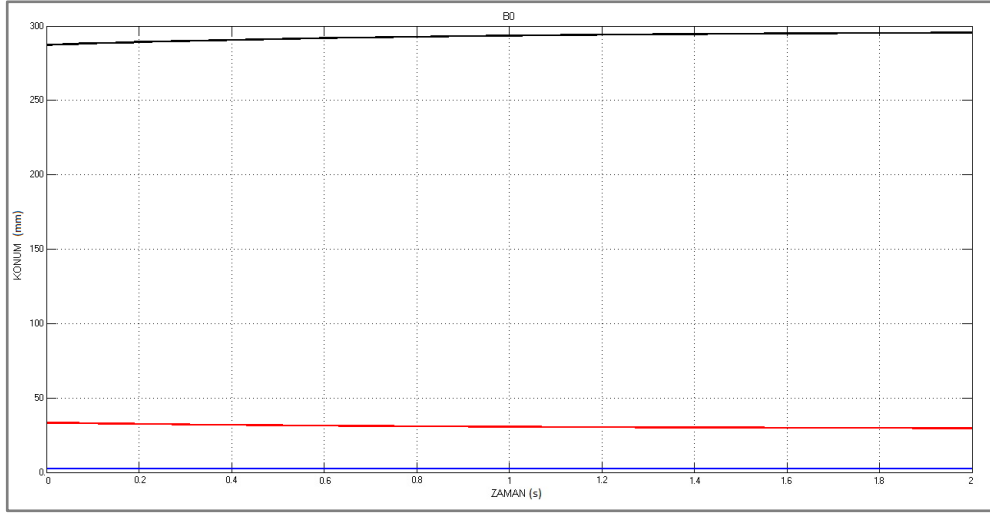


b)

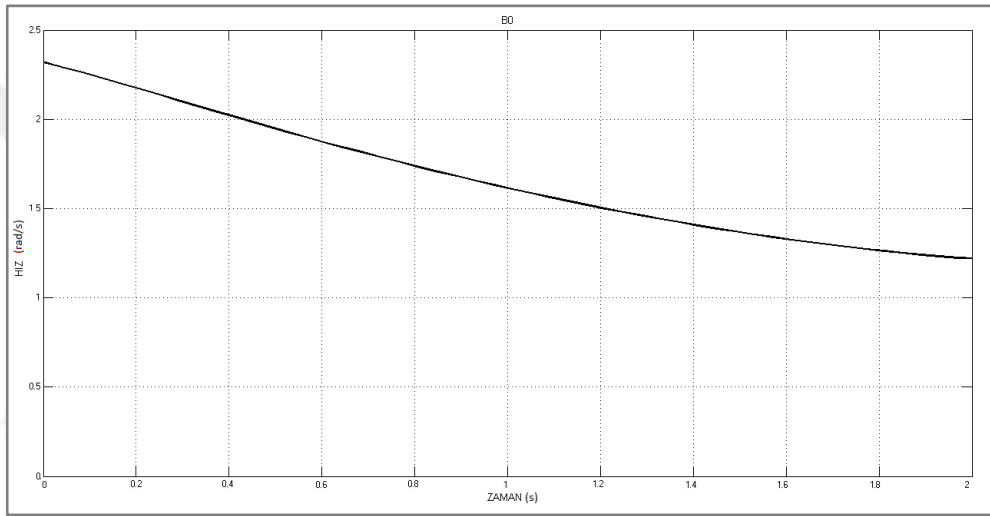


c)

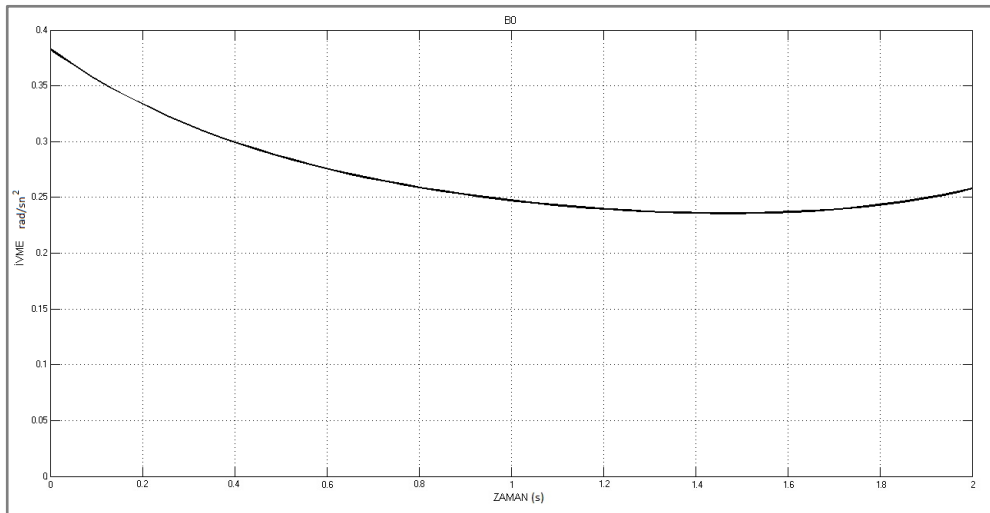
Şekil E1.6 A₆ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

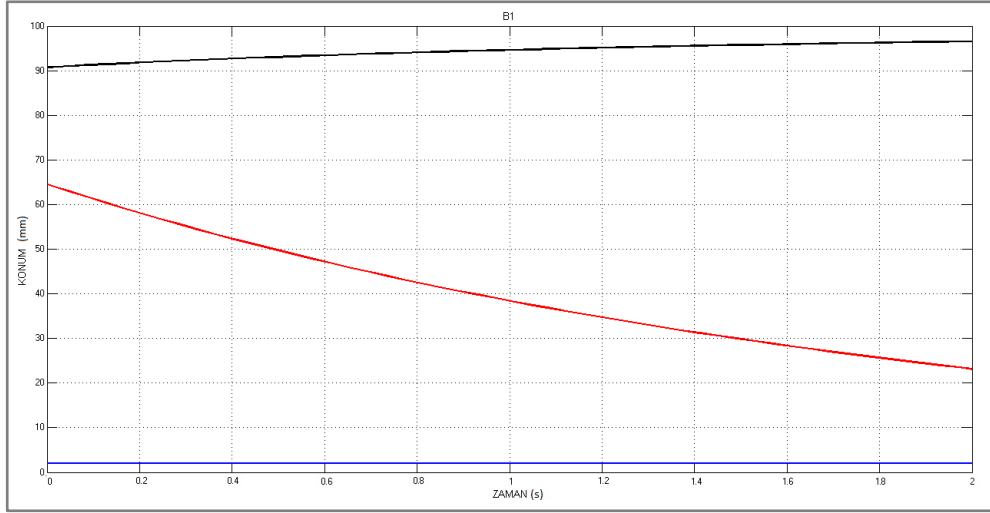


b)

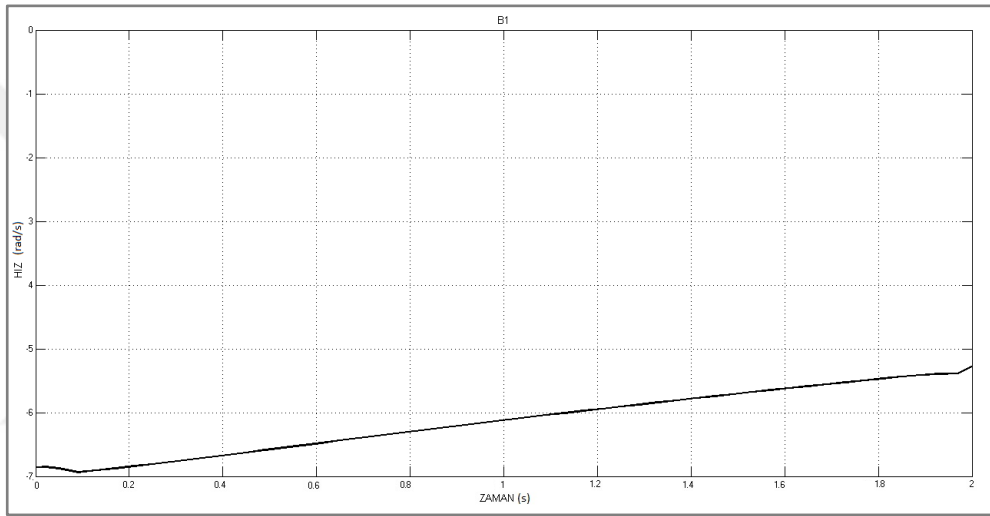


c)

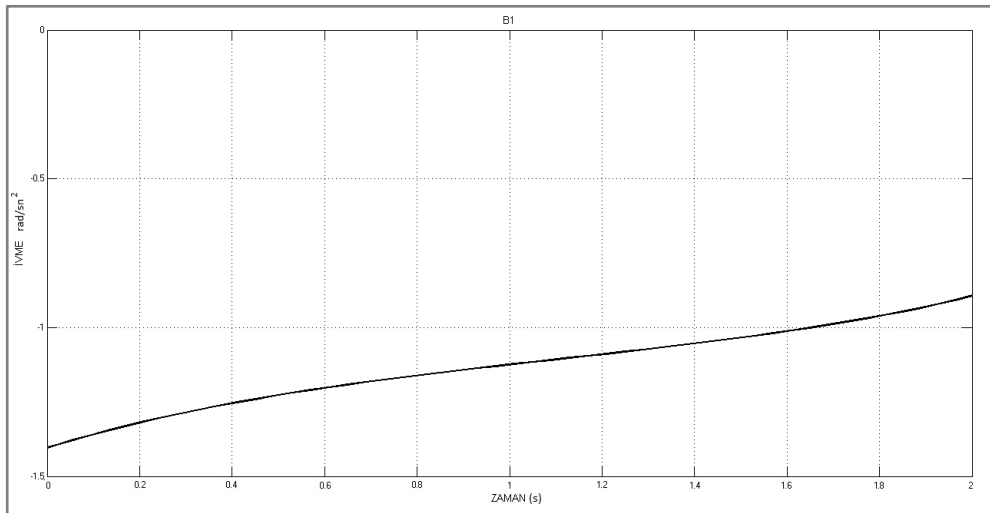
Şekil E1.7 B₀ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

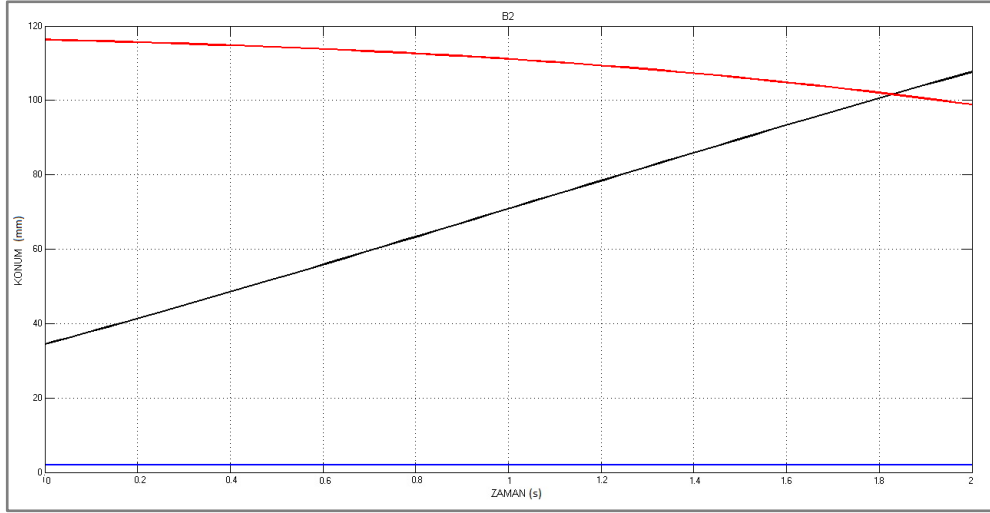


b)

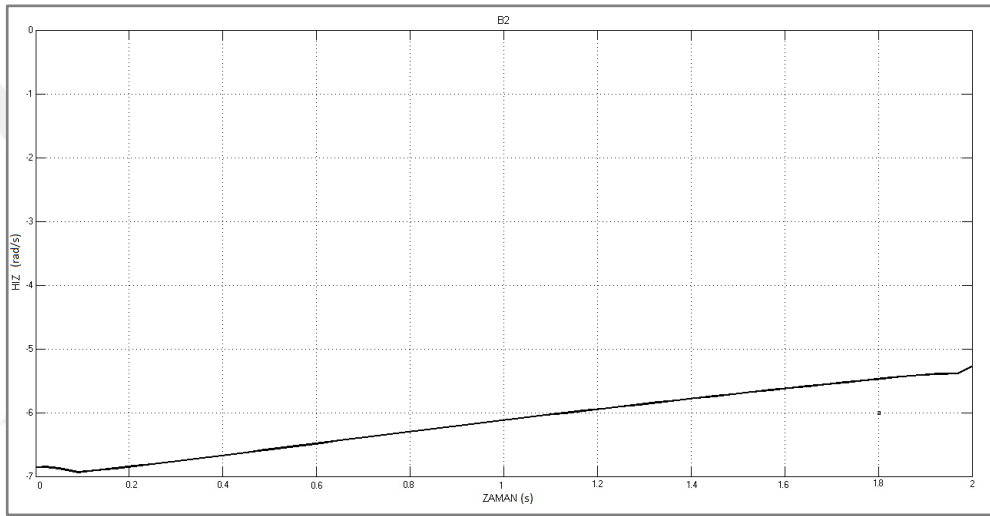


c)

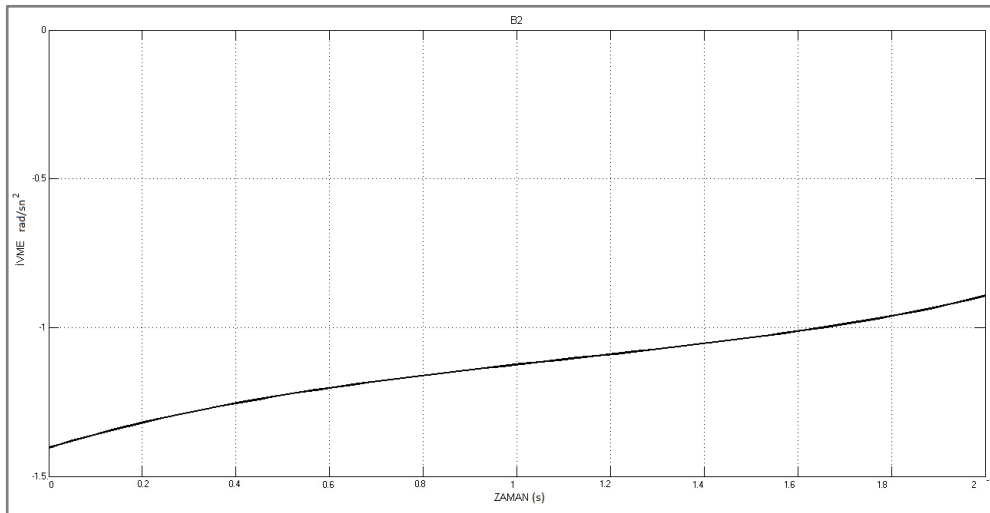
Şekil E1.8 B₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

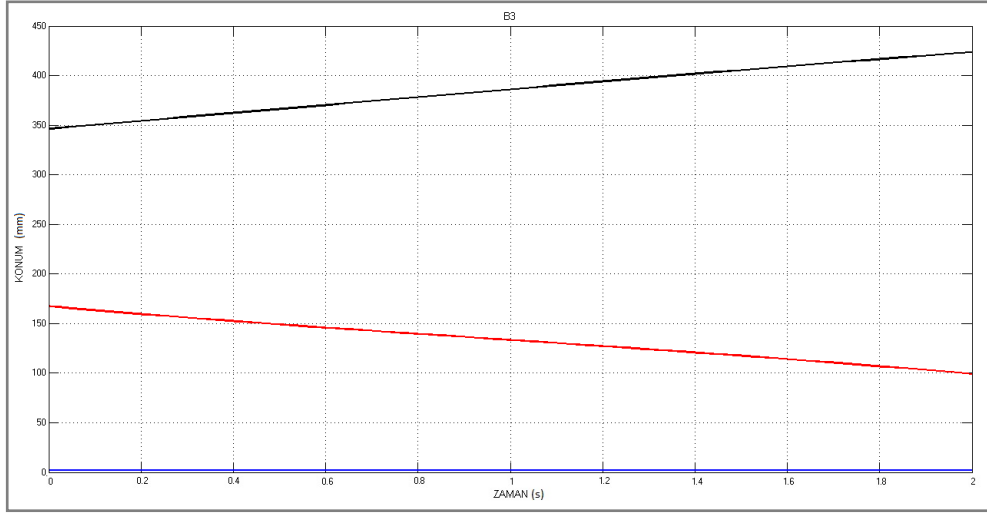


b)

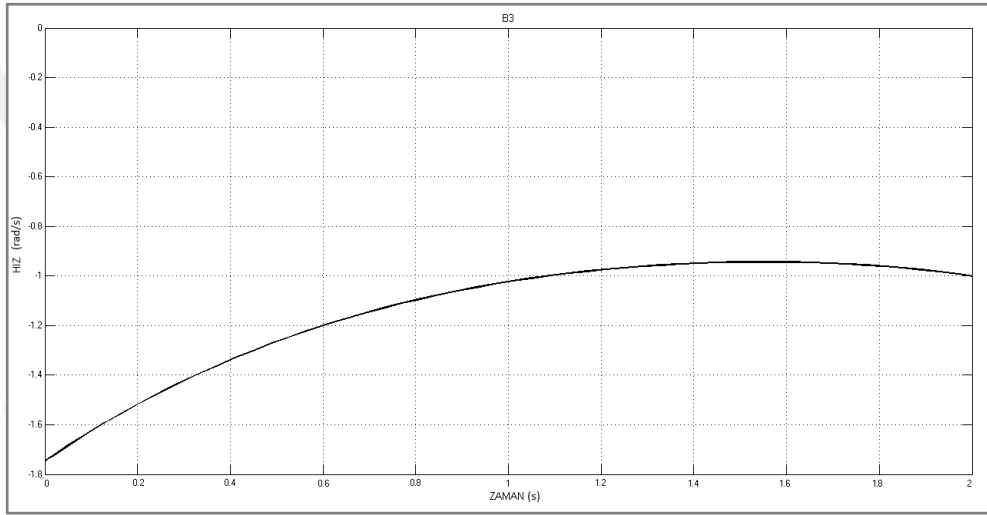


c)

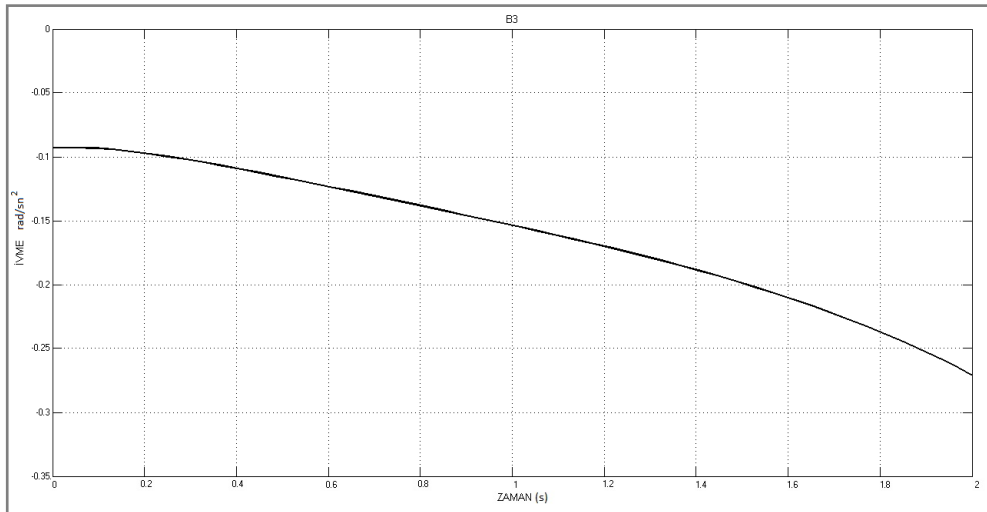
Şekil E1.9 B₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

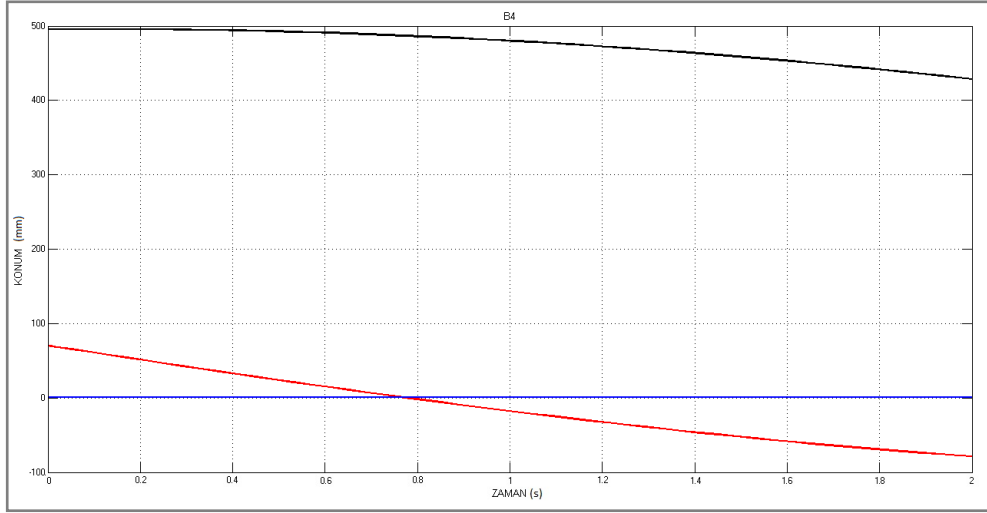


b)

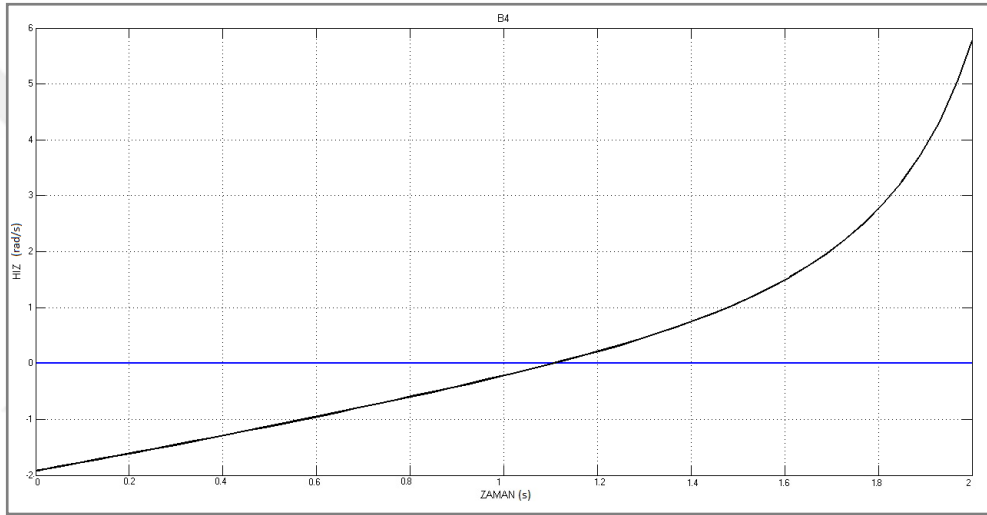


c)

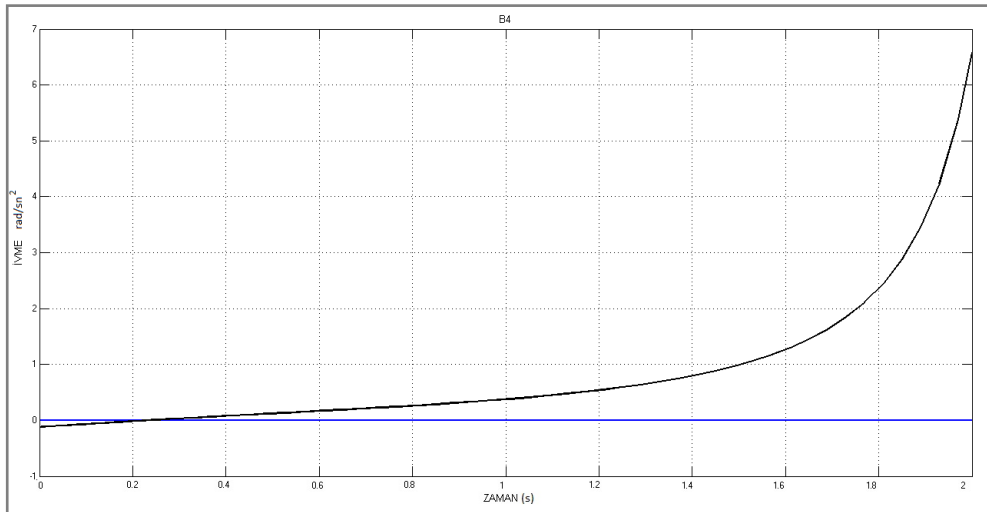
Şekil E1.10 B₃ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

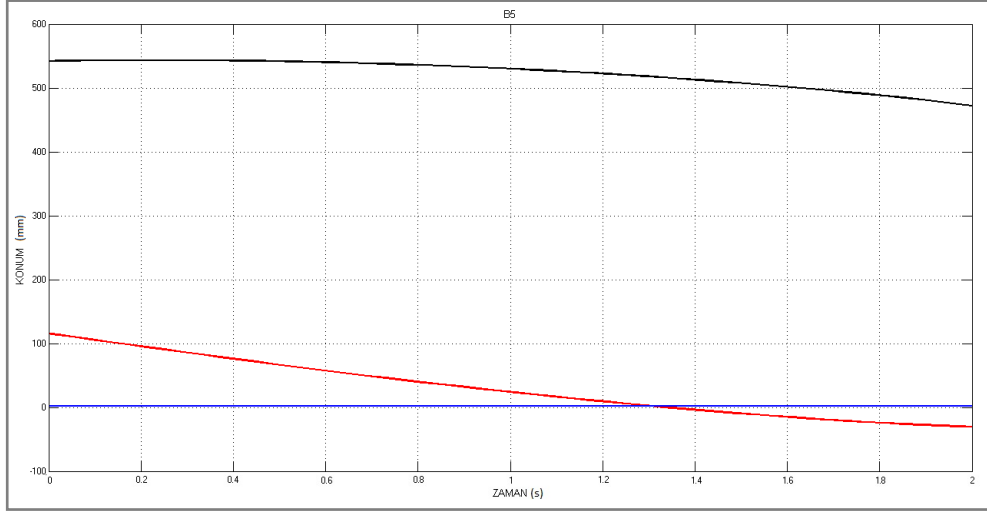


b)

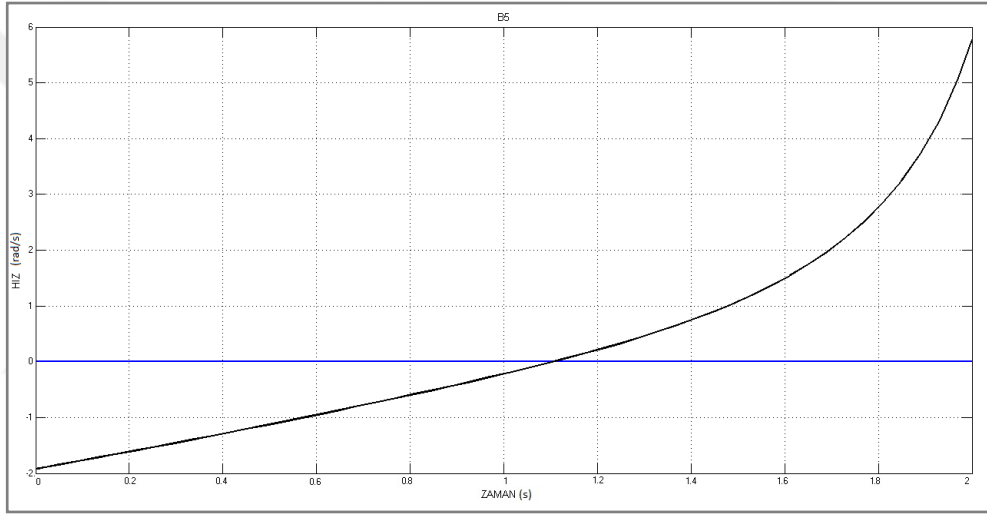


c)

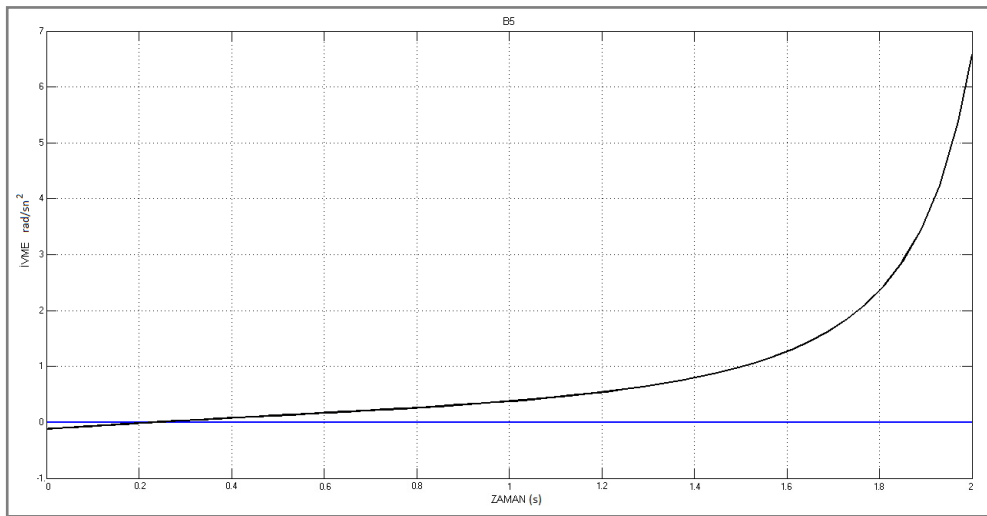
Şekil E1.11 B₄ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

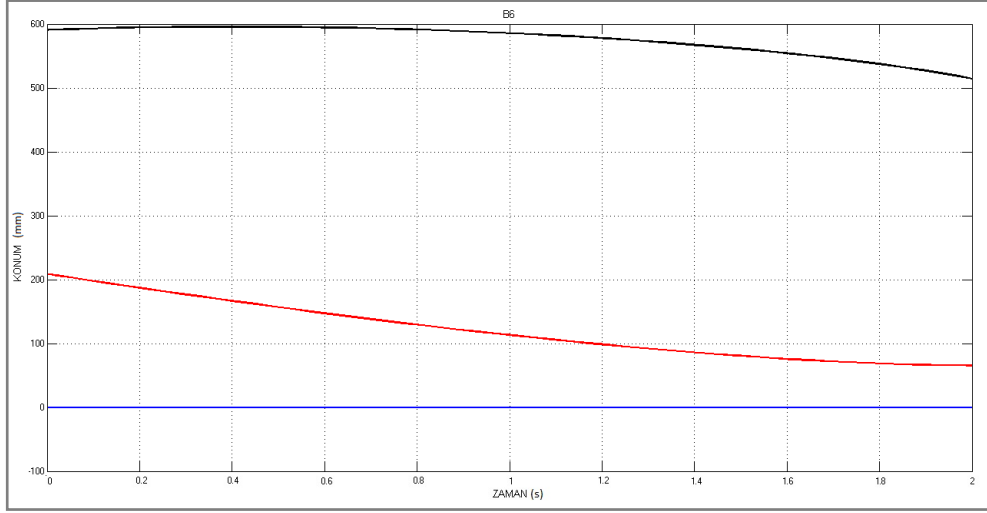


b)

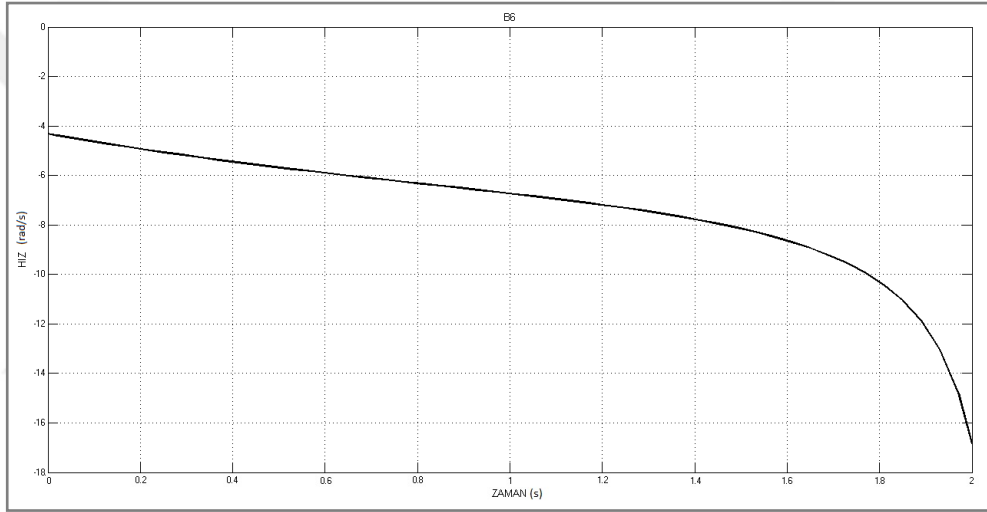


c)

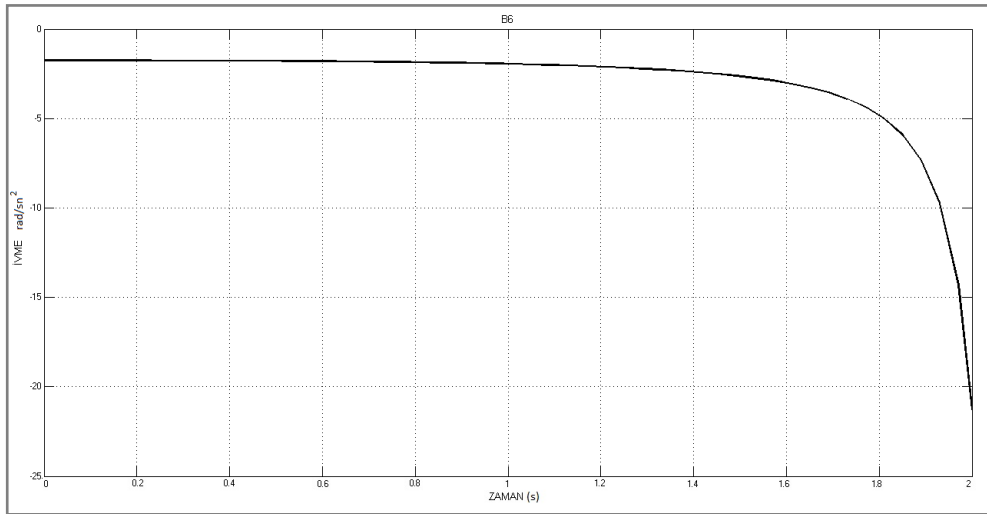
Şekil E1.12 B₅ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

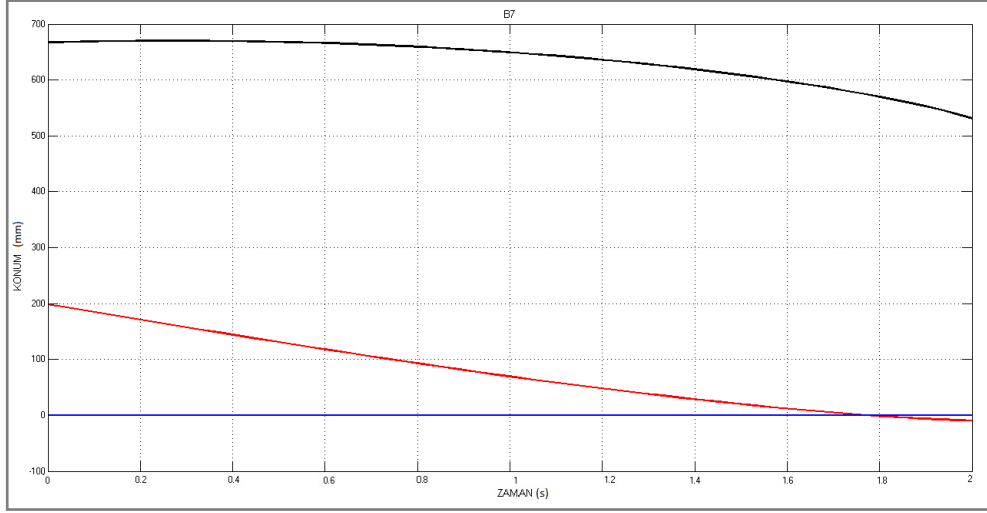


b)

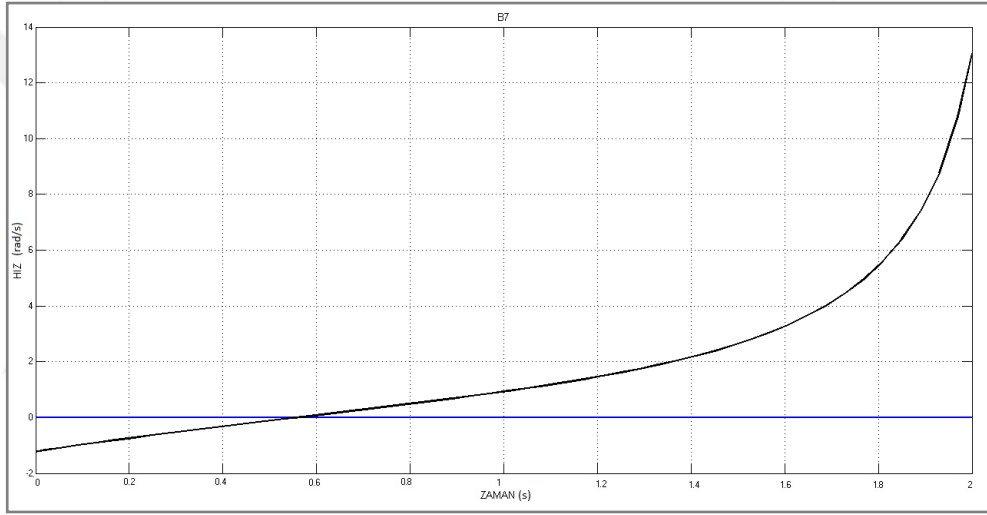


c)

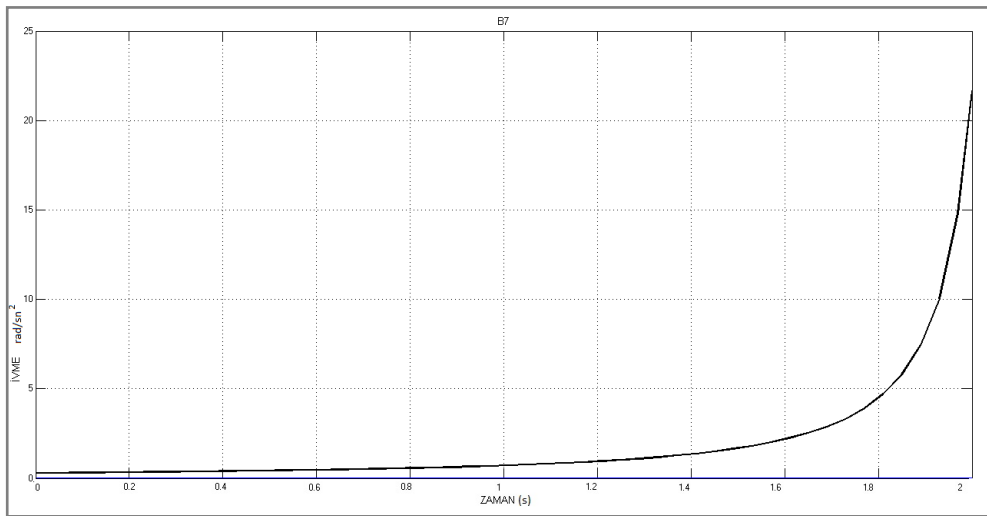
Şekil E1.13 B₆ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

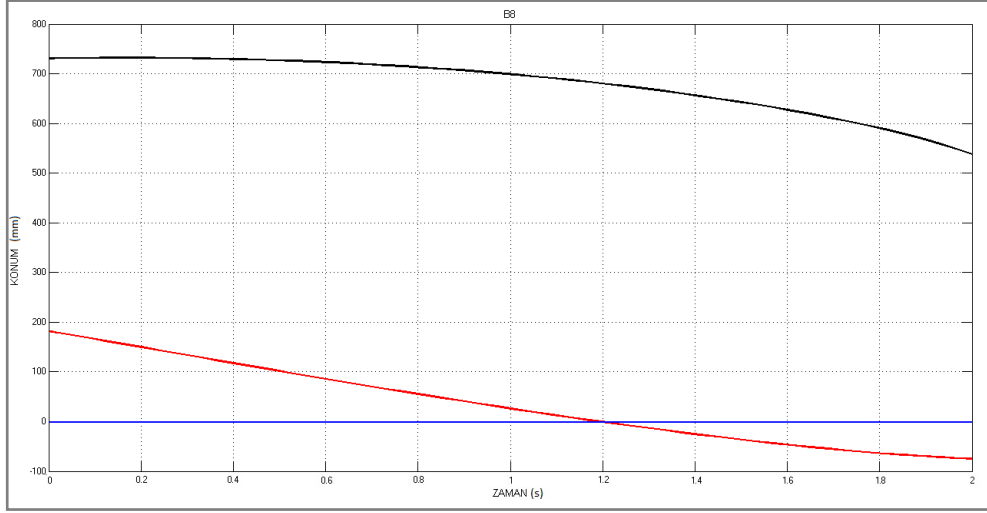


b)

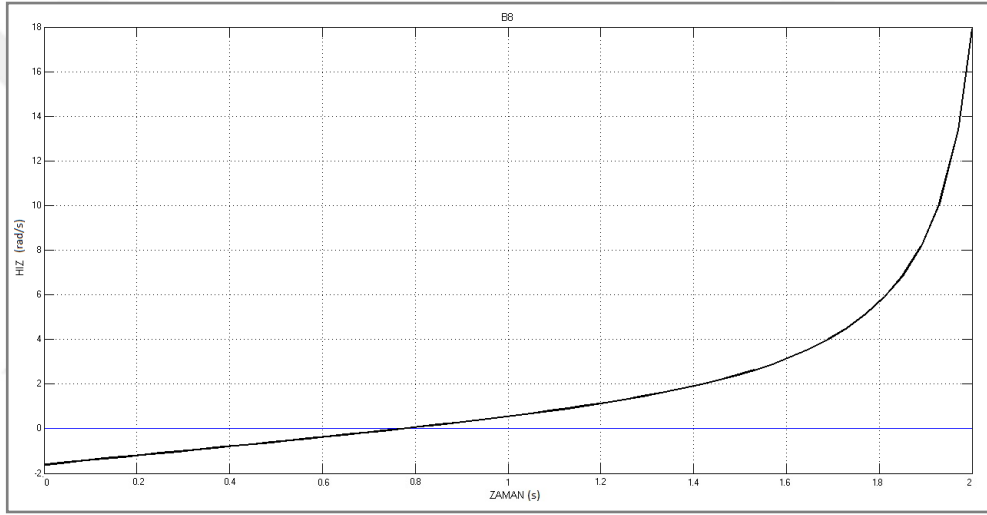


c)

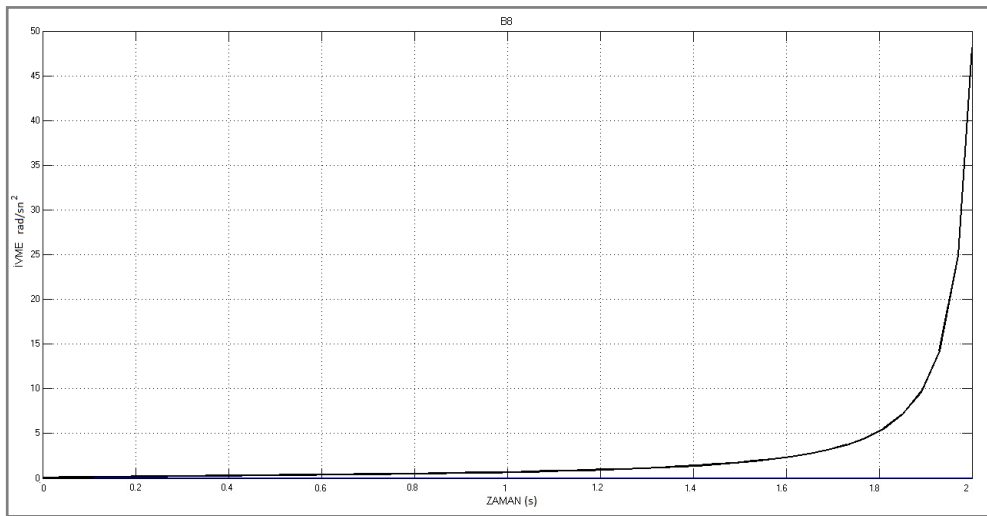
Şekil E1.14 B₇ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

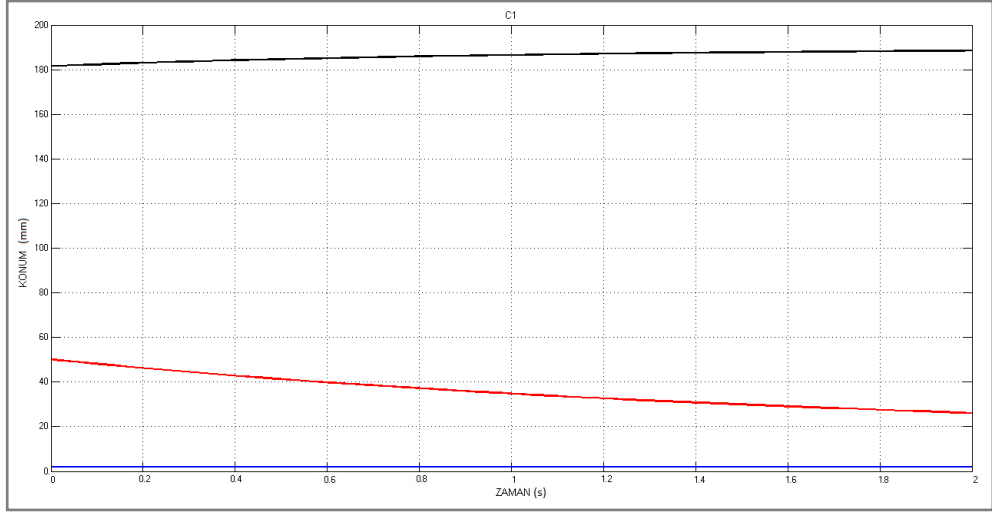


b)

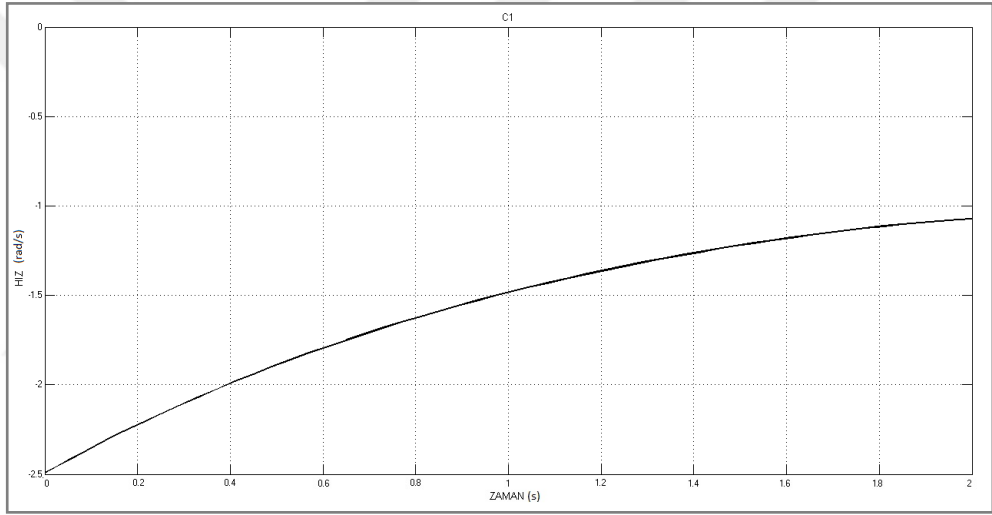


c)

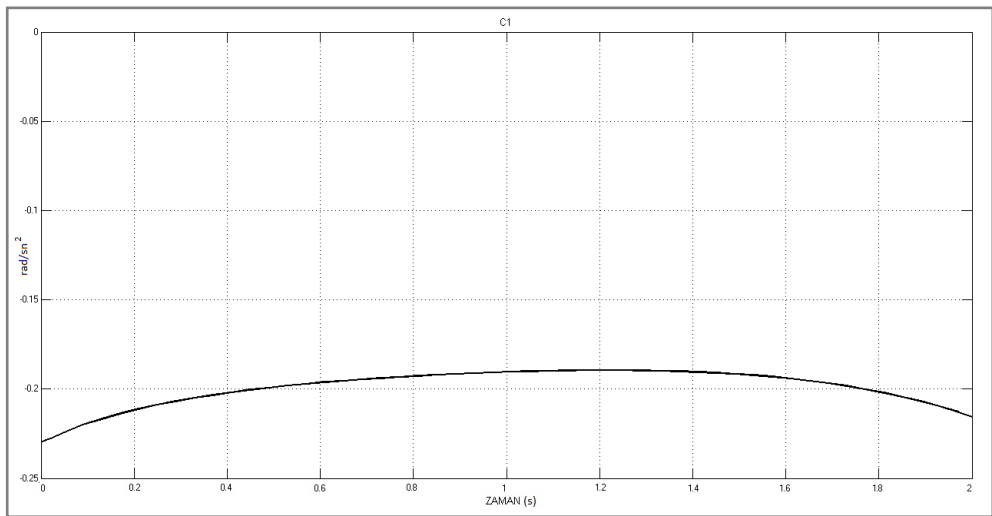
Şekil E1.15 B₈ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)

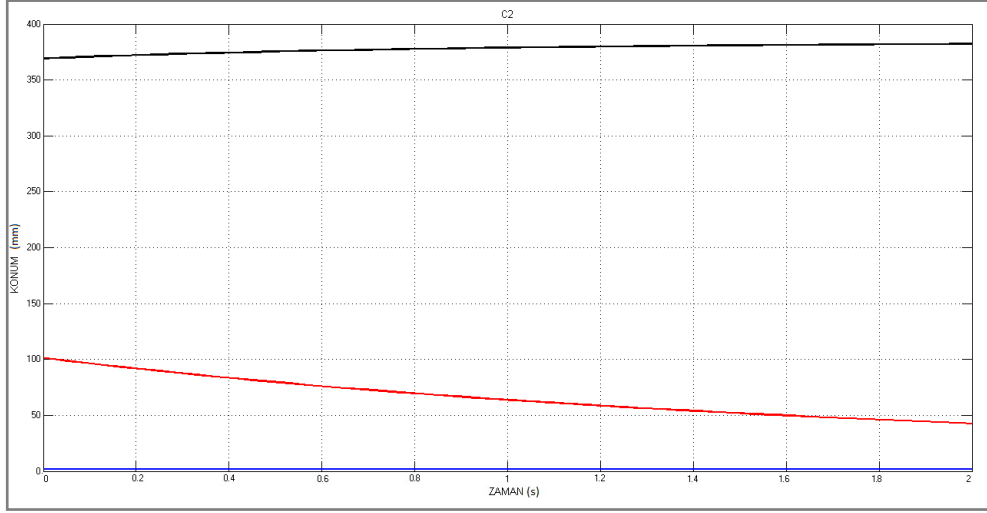


b)

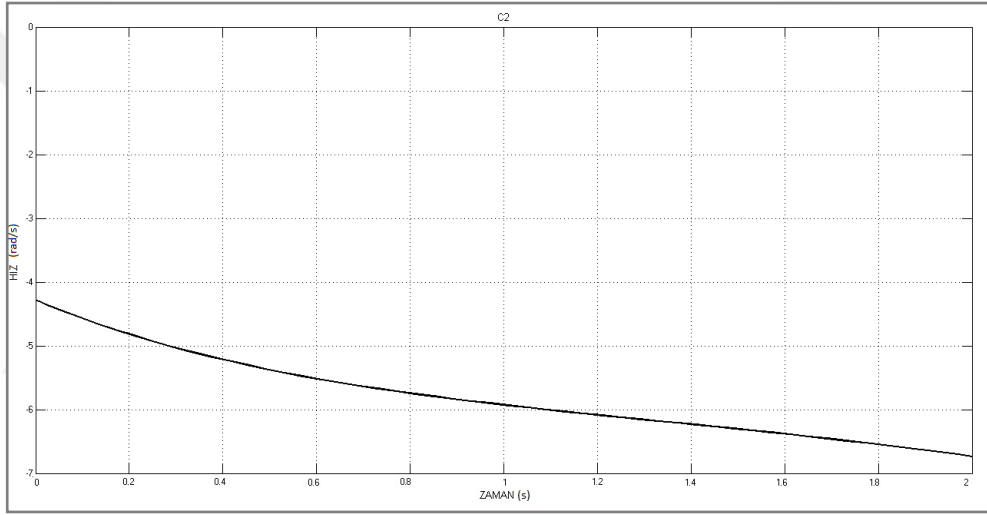


c)

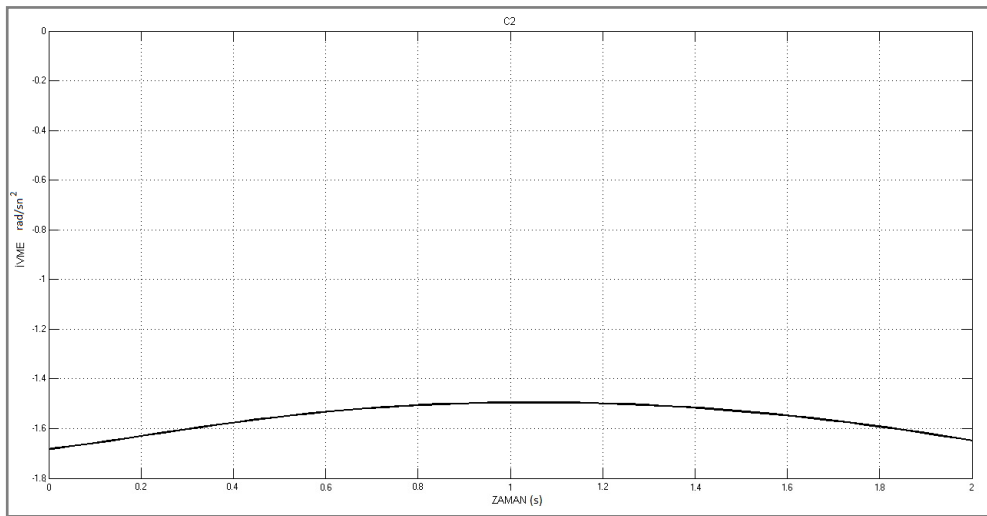
Şekil E1.16 C₁ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.



a)



b)



c)

Şekil E1.17 C₂ noktasının a) konum, b) hız ve c) ivme grafiği.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel bilgiler

Adı Soyadı Ayhan BEKKİ
Doğum Yeri ve Tarihi Sivas, 10.02.1986
Medeni Hali Evli
Yabancı Dil İngilizce
İletişim Adresi Sularbaşı Mah. 6.Sok. No:29/5
Sivas
E-posta Adresi ayhan_bekki@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise Cumhuriyet Anadolu Lisesi, 2003
Lisans Erciyes Üniversitesi, 2009
Yüksek Lisans Cumhuriyet Üniversitesi, 2017

İş Tecrübesi

Estaş Proje Mühendisi, 2011-2012
Gökler A.Ş. Proje Mühendisi, 2012-