

Biber Hasat Makinesinde Kullanılan Dört Çubuk Mekanizmasının Hareket Ve Yörünge Simülasyonları İçin Yazılım Geliştirilmesi

Orhan Erdal AKAY^{1*}, Mehmet Tunç ÖZCAN²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi, Tarımsal Mekanizasyon, Adana, Türkiye

ÖZET: Günümüzde makine tasarımı için kullanılan çeşitli tasarım ve simülasyon yazılımları bulunmaktadır. Bu yazılımlar ürün geliştirme süreçlerini kısaltmanın yanında hedeflenen sonuçlara daha az hatayla ulaşma olanağı sağlamaktadır. Bu çalışmada bir biber hasat makinesinde kullanılması tasarlanan dört çubuk mekanizmasının hareket ve yörünge simülasyonları için mekanizmaya özel bir yazılım tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dört çubuk mekanizması, biber hasat makinesi, hareket-yörünge simülasyonu

Development Motion And Orbit Simulation Software Of Four Bar Linkages Mechanism Used In Pepper Harvest Machine

ABSTRACT: At the present day there are a variety design and simulation software used for machine design. The software provides the capability of reaching of targeted results with fewer errors shortening the processes of product development also. A special software was designed for orbital and motion simulations of a four bar mechanism designed to be used in a pepper harvesting machine.

Keywords: Four bar linkages, pepper harvest machine, motion-orbit simulation

1. GİRİŞ

Dört çubuk mekanizmaları basit yapılarına rağmen neredeyse sonsuz sayıda farklı yörüngeler çizebilirler. Bu özellik hasat mekanizmasının yörüngesinin saptanması konusunda esneklik sağlamaktadır. Söz konusu hasat mekanizmasıyla ilgili olarak literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bilgisayar ortamında hareket ve yörünge modelleri oluşturabilecek bir yazılımın tasarım sürecini kısaltmanın yanı sıra hedeflenen sonuçları iyileştireceği öngörülmüştür.

Dünya üzerinde 20 farklı biber çeşidi için 230'dan fazla makine, 30 farklı hasat mekanizması denenmiştir [5], [2]. Bunlardan bir kaçışunlardır; helis hasat mekanizmasına sahip deneysel bir biber hasat makinesi (Şekil 1a.) [4], helis şeklindeki esnek çubukların spiral düzende yerleştirildiği biber hasat sistemi (Şekil 1b.) [1]), ikili silindirik fırçalar (Şekil 1c.) [6], öne eğimli çift bant (Şekil 1d) [3]. Bu makinalardan bazıları hasatta belirli bir başarı sağlamasına karşın çeşide özel makine özelliği göstermişlerdir. Biber hasadında çeşit özellikleri makine yapısı üzerinde etkili olmuştur. Hasat mekanizasyonu için izlenen yollardan biride bitkiyi aşağıdan yukarıya düşey bir şekilde tarayan tarak şeklindeki hasat elemanlarıdır. Bu hasat işleminde tarakların hareketlendirilmesi için zincir mekanizması kullanılmış ancak hareketin başlaması ve hızların optimizasyonu sağlanamadığından beklenen başarıyı

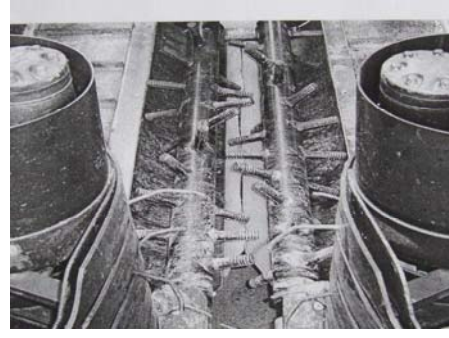
verememiştir. Tarakla hasat için tarakların bitkiye girişi ve ayrılışı önemlidir. Diğer yandan yukarı harekette hızın azaltılması zedelenmeleri azaltmakta ve hasat başarısını arttırmaktadır. Bunun için uygun bir yörüngeye ve bu yörüngede hızların ayarlanmasına gereksinim vardır. Dört çubuk mekanizması istenen yörüngeyi elde etmeye olanak veren bir mekanizmadır. Uygun yörüngeyi sağlayacak dört çubuk mekanizmasının parametrelerini elde etmek hesaplama açısından zahmetli bir iştir. Bu nedenle bu işlemlerin bir yazılım yardımıyla gerçekleştirilmesi zaman açısından olduğu kadar sonucun başarısı açısından da önemlidir.

Bu çalışmada hasat için istenen yörüngeyi sağlayacak dört çubuk mekanizmalarını tasarlamaya yardımcı olacak bir yazılım geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yazılım istenen bir yörüngeye ulaşmaya sağlayacak ve yörüngeye ilişkin bütün parametreleri hesaplayarak çıktı olarak verecek şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca sonuçların görsel olarak takibine uygun bir grafik ve canlandırma da içermektedir.

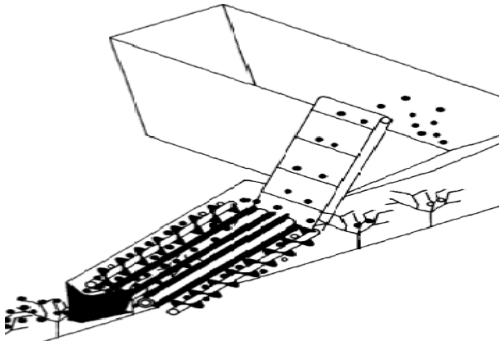
*Sorumlu Yazar: Orhan Erdal AKAY, akayorhan@ksu.edu.tr



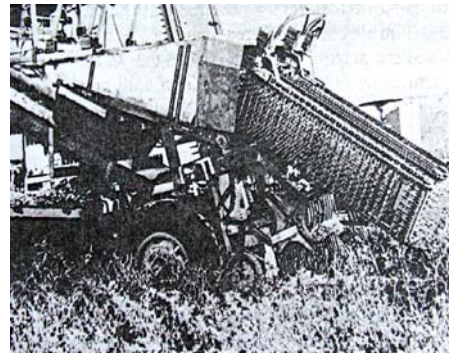
(a)



(b)



(c)



(d)

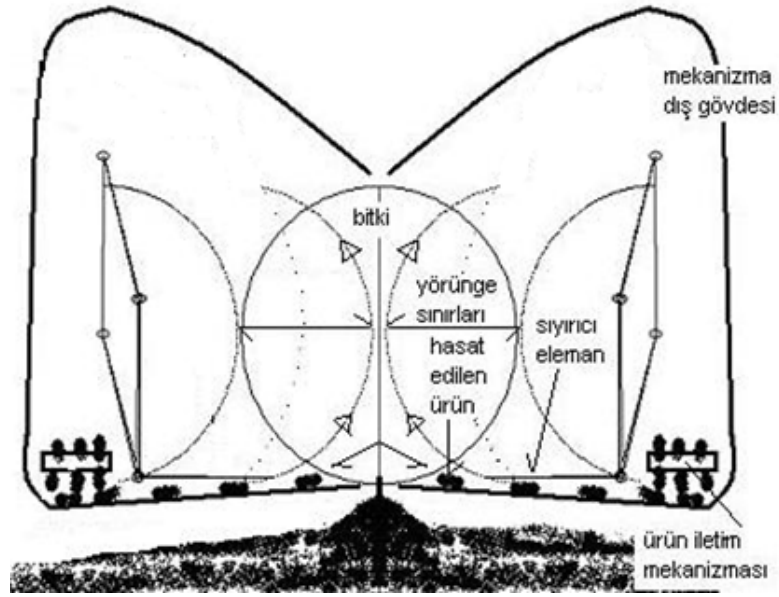
Şekil 1. Biber hasadı için kullanılan bazı mekanizma örnekleri

2. MATERYAL VE METOT

2. 1. Materyal

Dört çubuk mekanizmasının hareket ve yörünge simülasyonunu yapan yazılım Visual Basic 6.0 kullanılarak yazılmıştır. Simülasyon yazılımı için tasarlanan sistem, hasat makinesi üzerine karşılıklı yerleştirilmiş dört çubuk mekanizmaları ve bu mekanizmaların üzerine bağlı sıyırıcı taraklardan oluşmaktadır (Şekil 2.).

Bitki hacmi içerisine girecek olan taraklar karşılıklı olarak çalışmaktadır. Aynı anda iki tarak bitkinin alt seviyesinden bitkiye yaklaşarak bitki hacmi içerisine girmektedir. Daha sonra yukarı doğru hareket etmektedirler. Bu amaçla karşılıklı olarak çalışan iki adet dört çubuk mekanizmasına gerek duyulmuştur. Her iki mekanizmada tamamen birbirinin aynısıdır. Bu ikiz mekanizmaların çalışmaları ayna görüntüsü şeklindedir

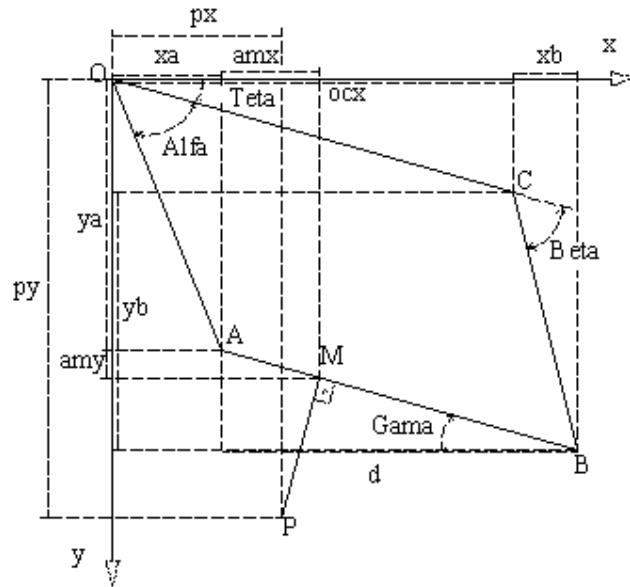


Şekil 2. Dört çubuk mekanizmasının karşılıklı konumlandırılmış şekli

2.2. Metot

Mekanizmada (ABCO), OC uzvu hasat makinesi üzerindeki sabit uzundur, MP uzvu sıyrıcı tarağı temsil etmektedir. OA ve OC uzuvları arasındaki iç açı α , OC uzvunun x eksenine yaptığı açı θ , BC uzvunun OC uzvuyla yaptığı dış açı β , AB uzvunun x eksenine yaptığı açı γ 'dir. Burada (xa) A noktasının, (ocx) OC

uzvunun, (xb) B noktasının ve (d) AB uzvunun x eksenindeki izdüşümleridir. Aynı zamanda ya ve yb sırasıyla A ve B noktalarının y eksenindeki izdüşümleridir. Tarağın uç noktası olan P ve AM noktaları arasında kalan doğrunun x ve y eksenleri üzerindeki izdüşümleri sırasıyla px, amx, py ve amy olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. Dört çubuk mekanizması ve sıyrıcı tarak uzuvları ve yerleşim açıları

Simülasyon yazılımında, uzuv koordinatlarını hesaplamak için gerekli denklemler aşağıda ve yazılım algoritması Şekil 4. 'de verilmiştir. A ve B noktalarının x ve y eksenleri üzerindeki izdüşümlerini veren denklem takımı;

$$ax = oa * \cos(\alpha + \theta) \quad (1)$$

$$ay = oa * \sin(\alpha + \theta) \quad (2)$$

$$bx = bc * \cos(\beta + \theta) \quad (3)$$

$$by = (bc * \sin(\beta + \theta)) + (oc * \sin(\theta)) \quad (4)$$

OC uzvunun x ve y eksenleri üzerindeki izdüşümlerini veren denklemler;

$$ocx = oc * \cos(\theta) \quad (5)$$

$$ocy = oc * \sin(\theta) \quad (6)$$

AB uzvunun uzunluğunu ve x eksenini üzerindeki izdüşümünü veren denklemler;

$$ab = \sqrt{(ay - by)^2 + a^2} \quad (7)$$

$$d = ocx - (ax - bx) \quad (8)$$

MP uzvunun AB uzvu üzerindeki yerini belirleyen oran;

$$amab = AM/AB \quad (9)$$

AB uzvunun x eksenine yaptığı açı γ 'nın, $\sin(\gamma)$ ve $\cos(\gamma)$ şeklinde ifadeleri;

$$\sin(\gamma) = (by - ay) / ab \quad (10)$$

$$\cos(\gamma) = d / ab \quad (11)$$

AM uzunluğunun, P ve M noktalarının x ve y eksenleri üzerindeki izdüşümünü veren denklemler;

$$amx = (amab * ab) * \cos(\gamma) \quad (12)$$

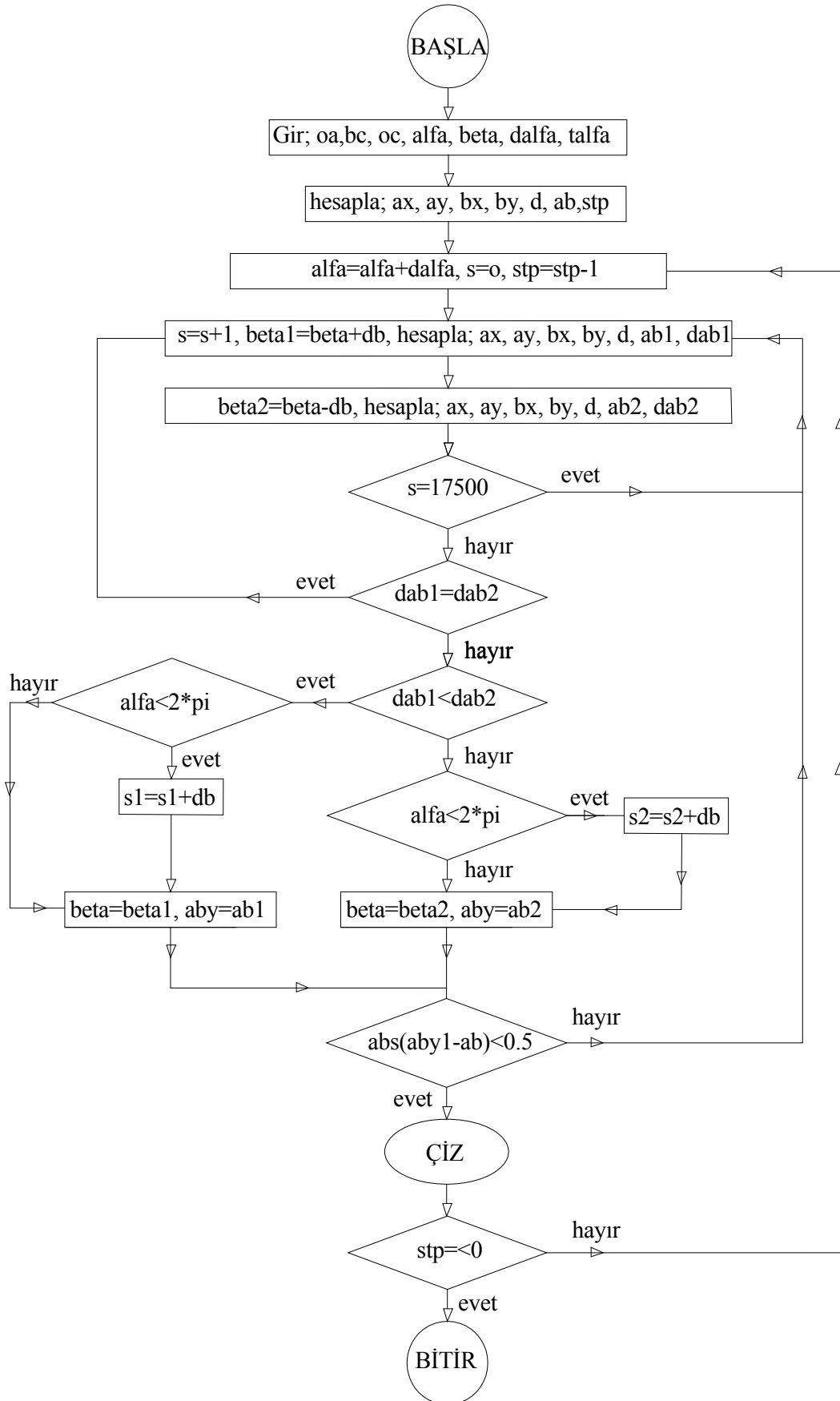
$$amy = (amab * ab) * \sin(\gamma) \quad (13)$$

$$px = (ax - mp * \sin(\gamma)) + amx \quad (14)$$

$$py = (ay + mp * \cos(\gamma)) + amy \quad (15)$$

$$mx = ax + amx \quad (16)$$

$$my = ay + amy \quad (17)$$



Şekil 4. Yazılım algoritması

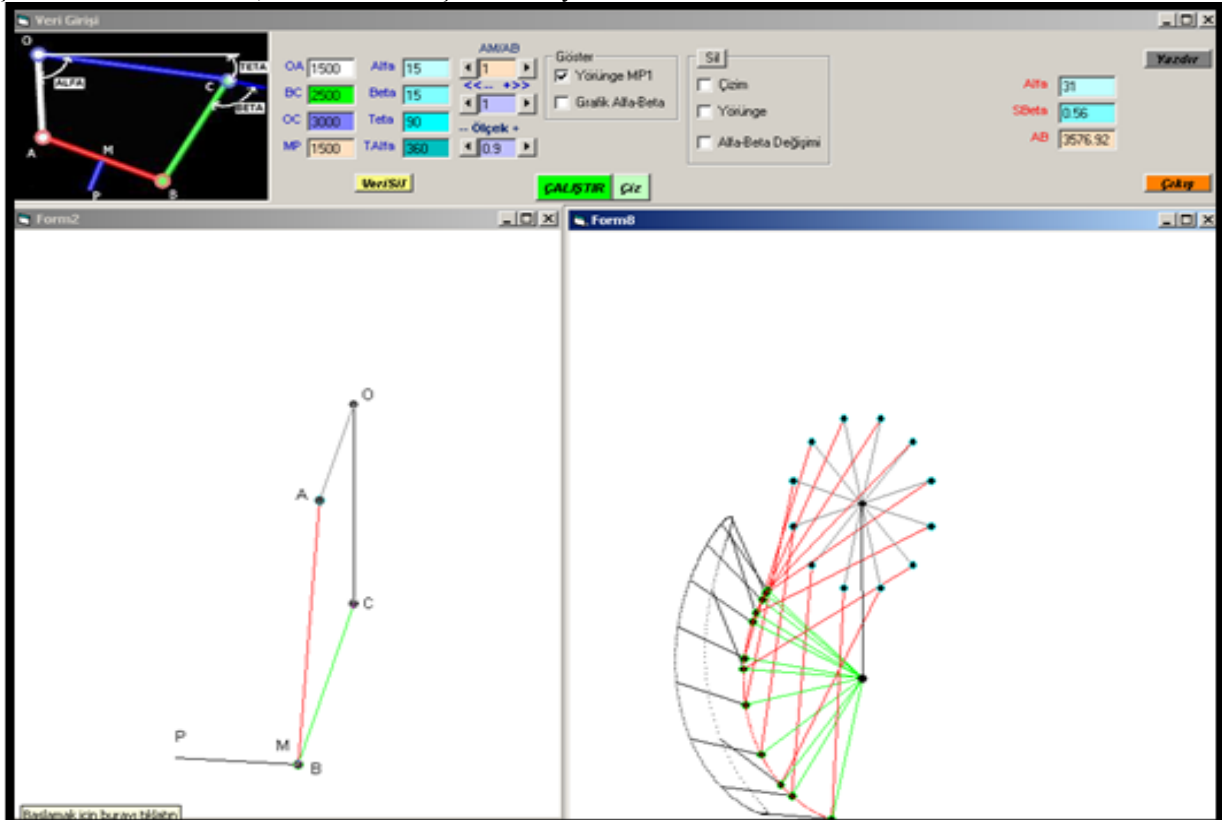
3. BULGULAR

Kullanıcı, yazılımın ana sayfasında (Şekil 5.) hasat mekanizmasının dört boyutunu (OA-OC-BC-MP) ve üç açığı (α , β , θ) girerek dört çubuk mekanizmasını ve sıyrıcı tarağı temsil eden MP uzvunun istenilen ölçekte ekrana çizebilmekte ve hareket simülasyonu boyunca M ve P noktalarının oluşturduğu yörüngeleri görebilmektedir. MP uzvu AB uzvu üzerindeki herhangi bir noktada dik olarak konumlandırılabilir. OA uzvunun dönüş hızını, dönüş yönünü ve çizim ölçeğini yazılımda girilen değerler ile değiştirmek mümkündür. Yazılımın ana ekranının sol altında konumlanmış pencerede mekanizmanın hareketi, sağ altta konumlanmış pencerede ise M ve P noktalarının hareket yörüngeleri görülmektedir. Yazılım ekranından toplam dönüş açısı (Talfa) girilerek, tahrik edilen uzvun (OA) kaç tur dönebileceği belirlenebilmektedir. Bu özellik kullanıldığında mekanizmanın farklı açı aralıklarındaki hareketlerinin ve çizdiği yörüngelerin incelenmesi mümkün olabilmektedir. Sağdaki pencerede verilen simülasyon eğrilerinde, kesikli noktalar arasındaki aralıkların artması, diğer noktalara göre yüksek hız ve ivmeyi göstermektedir.

Şekil 5'de verilen örnekte dört çubuk mekanizmasında uzuvlar için girilen uzunluklar sırasıyla kol için 1500, sarkaç için 2500 ve sabit uzuv için 3000 birimdir. Alfa, Beta ve Teta açıları sırasıyla

15, 15 ve 90 olarak girilmiştir. Biyel "AB" uzvu girilen açı ve uzunluklara göre hesaplanıp otomatik olarak oluşturulmaktadır. Girilen uzunluk ve açılara göre "MP" uzvunun konumunu belirleyen AM/AB oranı "1" seçilmiştir. Bu durumda tarağı temsil eden MP uzvu B mafsalının üzerinde konumlanmıştır. "OA" uzvunun toplam dönüş açısını belirleyen "Talfa" 360 olarak girilmiştir. "<<-.+>>" hız faktörü olup ekranda değeri "1" olarak girilmiştir. Bu değer OA uzvunun bir saniyede bir tur atmasını ifade etmektedir. Girilen bu değerlere göre "Çiz" butonu ile oluşturulan mekanizma ana ekranın solundadır. "Çalıştır" butonu ile mekanizma hareketini gerçekleştirmektedir. Bu esnada "M", "P" ve "A" noktalarının hareket yörüngeleri de ekranda çizilmektedir. İstenirse kol sarkaç uzuvlarına ait Alfa ve Beta açılarının zamana bağlı değişimleri grafik olarak elde edilebilmektedir.

Mekanizmanın boyutları ve açılardan dolayı oluşan ölü konumlarda hareket belirsiz olduğundan mekanizma kilitlenebilmektedir. Bu gibi özel durumlarda programa eklenen kodlar ile mekanizmanın bir kademe önceki hareket yönünde harekete devamı sağlanmıştır. Ticari olarak kullanılan benzer programların birçoğu bu özel durumlarda kilitlenebilmektedir.



Şekil 5. Simülasyon yazılımının ana ekranı

4. SONUÇ

Mekanizmaya özel tasarlanan simülasyon yazılımı ile hasat mekanizması ve sıyırıcı tarakların bitki modeli üzerinde hareket-yörünge analizi mümkün olmuştur. Program hedeflenen hareket yörüngelerinin oluşturulmasında önemli rol oynamıştır. Tasarım sürecinde olası hataların önlenmesi tasarım, imalat ve düzeltme için harcanan zamanı ve parasal maliyetleri azaltmıştır. Şekil 6'da simülasyon yazılımı yardımıyla dört çubuk mekanizmasının tasarlandığı biber hasat makinesi prototipi görülmektedir.



Şekil 6. Simülasyon yazılımı kullanılarak geliştirilmiş biber hasat makinesi prototipi

REFERANSLAR

- [1] Abernathy, G., Hughs, S. E., Armijo, C., B., 2006. "Chile Machine Harvesting Trials" New Mexico Chile Task Force Report 28.
- [2] Gentry J. P., Miles, J. A., Hinz, W. W., 1978. "Development of a Chili Pepper" Harvester. Transactions of ASAE,52-54.
- [3] Lenker, D. H., Nascimento, D. F.,1982. "Mechanical Harvesting and Cleaning of Chili Peppers". Trans.Amer. Soc. Agr. Eng.Paper No. 80-1533.
- [4] Marshall, D. E. 1981. "Performance of an Open-Helix Mechanical Harvester" in Processing Peppers. ASAE. 81-1069.
- [5] Marshall, D. E., Boese, B. N., 1998. "Breeding Capsicum for Mechanical Harvest", Part2-Equipment. Proc., 10:61-64. 10th Eucarpia Meeting on Genetics And Breeding of Capsicum and Eggplant, Avignon, France.
- [6] Palau, E., Torregrosa, A., 1997. "Mechanical Harvesting of Paprika Peppers in Spain", Chile Task Force. Report J. Agric. Engng Res., 66, 195-201.