

## Mesnetli Kirişlerin Bilgisayar Destekli Tasarımları

Rasim OKURSOY\*

### ÖZET

*Cisimlerin dayanımlarına ilişkin genel hesaplamalar, makine mühendisliğinin temel çalışma konuları arasında yer almaktadır. Cisimlerin dayanımı ile statik ve mukavemet hesaplarının yanlışsız ve kısa bir sürede yapılabilmesi tarım makinaları tasarımı ve tarımsal inşaat alanlarında çalışan araştırmacıların ve tasarım mühendislerinin ilgilendiği konuların da başında gelmektedir. Tarımsal amaçlı inşaa edilen her türlü konsol kirişlerin tasarımları, tarım arabalarının şasilerindeki kesme moment, eğim ve sarkım (sehim) diyagramlarının çizimi ve bu diyagramlara bağlı olarak kritik kesitte meydana gelen maksimum sarkım ve momentin sayısal büyüklüğünün statik yükleme koşullarına ve seçilen malzemelerin özellikleri ile boyutlarına bağlı olarak doğru bir şekilde saptanabilmesi oldukça zaman alıcı yoğun çalışma gerektiren bir iştir. Her türlü karmaşık makine elemanlarının tasarımlarında olduğu gibi, gerek iki uçtan mesnetli basit kirişlerin gerekse tek dayanaklı ankastre kirişlerin statik tasarımlarının yapılabilmesi, yaygın olarak bilinen yüklenmiş kirişlere ait elastik eğrinin başlangıç ve sınır koşulları göz önünde bulundurularak yapılan sayısal çözümlmesine bağlıdır. Bu çalışmada tarımsal amaçlı inşaatlarda ve tarım makinaları tasarımlarında yaygın olarak kullanılan mesnetli kirişlerin sarkım ve moment diyagramlarının çok kısa bir zaman içerisinde elde edilmesinde kullanılabilecek bir bilgisayar programının tasarımı amaçlanmıştır. Bilgisayar programı RO95 adı ile BASIC dilinde yazılmış ve RO95.EXE olarak derlenmiş olup DOS ve WINDOWS ortamında kolayca çalışabilecek özelliklere sahiptir.*

**Anahtar Sözcükler:** Kiriş, Sarkım, Moment, Eğim, Kesme Diyagramları.

---

\* Doç. Dr.; Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bursa

## ABSTRACT

### Computer Aided Design of Supported Beams

*The common calculations about strength of materials are included one of the main topic in structural engineering. The correct design and the calculation in static and the strength of materials in a short time becomes important for engineers and designers who designs structural components of farm buildings and farm machinery. The design of all kind of supported beams takes so long time and effort to obtain moment, shear, slope and the deflection diagrams in correct way by using the beam size and its material properties that usually causes to confuse the design engineer. Therefore, as all complicated machine components design, the design of supported beams such as simply supported and console beam problems are solved by using the well known theory which describes the elastic curve of the system. These elastic curves of the beams are analytically obtained using the boundary and the initial conditions of the beam. For this research, a computer program was aimed to develop computer aided design of supported beams in order to determine the all kind of the parameters of them that were widely used in designing of farm buildings (such that poultry houses and green houses) and some other farm machinery (for example, frames of trailers). The computer program was coded as R095 and compiled as R095.EXE with BASIC programming Language. The program is able to run under the DOS and the WINDOWS environment without having any problem.*

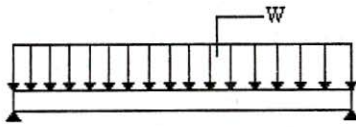
**Key Words:** *Beam, Deflection, Moment, Slope, Shear Diagrams.*

## GİRİŞ

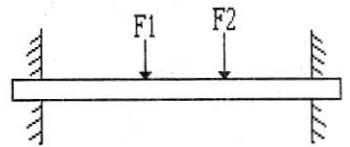
Statik ve mukavemetin temel konuları içerisinde, kolon ve kirişlerin taşıdıkları yüklerin özellikleri ve büyüklüklerine bağlı olarak tasarımlarının yapılması geniş yer tutmaktadır. Makine mühendisliğinin temel projelendirme konularından birisi de statik ve dinamik yüklemelere ve seçilecek malzeme özelliklerine bağlı olarak, makine elemanlarının emniyetli yüklenme koşulları içerisinde uygun boyutlarının veya ölçülerinin saptanmasıdır. Buna benzer şekilde inşaat mühendisliğinin ilgilendiği ve temel olarak üzerinde çalıştıkları konuların başında da çeşitli yüklenme koşullarına göre kiriş ve kolonlarda oluşabilecek dayanımın sınırlarını belirlemek ve buna paralel olarak, emniyetli yüklenme koşulları içinde uygun kesit ölçülerini hesaplamalar gelmektedir (Balaban ve ark., 1978). O halde, genel olarak yüklü kirişlerin her türlü tasarımlarının yapılması gerek inşaat gerekse de makine mühendislerinin çalışma alanları içerisinde yer almaktadır. Tarım makineleri ve tarımsal inşaat konuları, genel mühendisliğin içerisinde bulunan ve özel

ilgi alanı oluşturması bakımından büyük önem taşımakta ve yüklü kiriş ve kolonların temel nitelikli hesaplarına ilişkin uygulama alanları bulmaktadır (Balaban ve ark., 1978; Muvdi ve ark., 1980).

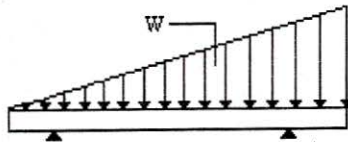
Tanım olarak kirişler, eksenlerine dik, kolonlar ise eksenlerine paralel konumlarda yük taşıyan elemanlardır (Karataş ve ark., 1987). Kolon hesapları ileride detaylarını verebileceğimiz çalışmalar içerisinde yer almakta, ancak kiriş hesapları ise yaygın olarak bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, bir yapı elemanı olarak kirişler, eksenlerine dik olacak şekilde yük altında çalışırlar. şekil 1'de mühendislik tasarımlarında yaygın olarak kullanılan kirişler ve bunların yükleme durumları verilmiştir.



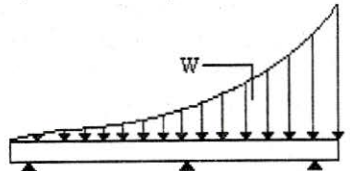
a) Basit Kiriş, Düzgün Yayılı Yük



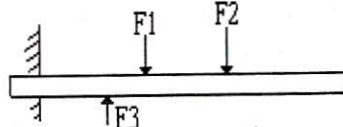
d) Ankastr Kiriş, Konsantre Yük



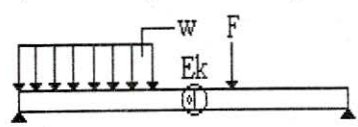
b) Basit Kiriş, Üçgen Yayılı Yük



e) Sürekli Kiriş, Parabolik Yayılı Yük



c) Konsol Kiriş, Konsantre Yük



f) Ekl Kiriş, Karışık Yük

şekil: 1

Çeşitli kirişler ve yükleme biçimleri

Tarımsal amaçlı yapılan hayvan barınakları, seralar, atölye ve hangar gibi yapıların çatı ve makaslarında kullanılan kirişler için genelde kullanılan malzeme çelik, ahşap veya betondur. Malzemenin farklı olması elastikiyet modülü ile tanımlanan bir dayanım ölçüsünün farklı seçilmesine, sonuçta da hesaplanacak değerlerin sayısal yönden farklılaşmasına neden olacaktır (Jensen ve ark., 1975; Kadioğlu ve ark., 1989).

Tarım makinaları tasarımına giren konularda da kirişlere ilişkin hesaplama tekniklerinin uygulamalarını bulmak mümkündür (Balaban ve ark., 1978; Muvdi ve ark., 1980). Buna en güzel örnek, güç iletiminde kullanılan iki uçtan yataklandırılmış güç iletim millerinin veya güç iletim şaftlarının tasarlanması verilebilmektedir. Aynı şekilde tarım arabalarının şasilerinde kullanılan profillerin emniyetli çalışma sınırları için uygun kesit değerleri ile sarkım, moment ve eğim gibi parametrelerin saptanabilmesi temel kiriş teorilerinin sistemlere doğru bir şekilde uygulanması ile gerçekleştirilebilir.

Mühendislik uygulamalarında kullanım amaçlarına ve şekline göre kirişler, basit kiriş, konsol kiriş, ankastre kiriş, ekli kiriş, çıkmalı kiriş ve sürekli kiriş gibi çok değişik şekillerde olabilmektedirler. Basit kirişler, her iki ucu da dayanaklandırılan (mesnetlendirilen) ve bu iki dayanak arasında yük taşıyan elemanlardır (Kadıoğlu ve ark., 1989). Bu tip kirişlerde dayanaklardan birisi sabit ve mafsallı diğeri ise hareketli olacak şekilde makaralı yapılmaktadır. Bunun nedeni, aşırı yüklerin yarattığı çökme sonucu kirişin esnemesini sağlayarak kopmaların önüne geçmektir. Bilindiği gibi, karayollarında yapılan köprü ve üst geçitler basit kirişlerin özelliklerini taşımakta ve her iki ucundaki mesnetleri sabit ve makaralı yapılmaktadır.

Mühendislik tasarımlarında iki uçtan dayanaklı basit kirişlerin yanında tasarımlara bağlı olarak farklı kiriş tipleri de kullanılabilir. Bunlardan konsol kiriş, tek dayanaklı bir kiriştir ve mukavemet ile ilgili hesapları yöntem olarak biraz farklılık göstermektedir. Diğer bir kiriş türü olan sürekli kiriş ve ekli kirişler de uygulamada kullanılırlar. Sürekli kirişlerde yükleme koşullarına göre olabilecek maksimum momentin ve bunun yarattığı maksimum sarkımın önüne geçebilmek için mesnet sayısı ikiden fazla tutulmaktadır.

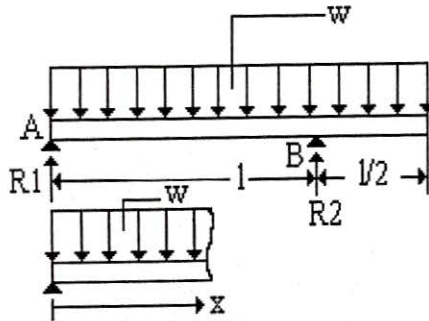
Bu çalışma ile, oldukça yorucu ve zaman alıcı statik ve mukavemet hesapların yer aldığı kiriş tasarımlarının bilgisayar yardımı ile çok kısa zaman içerisinde çözümlenmesi amaçlanmıştır. Program, BASIC kodlarından yararlanılarak hazırlanmıştır (Golden., 1975). Programda, kullanıcıya kolaylık sağlamak amacıyla, kiriş seçimleri ve seçilen kirişlerin yükleme koşulları görsel olabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, kirişlere ilişkin kesme kuvveti diyagramı, moment diyagramı, sarkım (deflection) diyagramı ve eğim (slope) diyagramı kolayca çizdirilebilmektedir.

## YÖNTEM

Statik ve mukavemet problemlerin çözümünde değişik birkaç yöntem vardır. Bu yöntemlerden grafik metodu, pratik kullanımlar için uygun olsa da, tasarımcılar genelde, kiriş üzerinde seçilen bir kaç nokta için

elastik denklemi yazmayı ve bu denklemleri başlangıç ve sınır koşulları göz önünde bulundurarak çözmeyi yeğlemektedirler. Burada başlangıç ve sınır koşulları olarak, mesnetli kirişlerde mesnetin olduğu noktada sarkımın ve eğimin sayısal değerinin sifıra eşit olduğunu bilinmelidir. Elastik denklem, statığın temel prensiplerinden olan mesnet noktalarına göre düşey kuvvetler dengesi ile momentler dengesinden gidilerek hesaplanan tepki kuvvetlerine göre belirlenmektedir. Bütün bu bilinen metotların yanında son yıllarda sonlu elemanlar (Okursoy, 1988) ve sonlu farklar metodu, alan integrasyon metodu, tekil fonksiyonlar uygulaması gibi yöntemler de bazı araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir (Golden, 1975; Okursoy, 1992). Bu bilgisayar programı için elastik eğri denkleminin elde edilmesinde zaman zaman analitik yöntemlerden zaman zaman ise sayısal tekniklerden yararlanılmıştır (Golden, 1975).

Elastik eğrinin elde edilmesi Castigliano Teoreminin belirttiği yüklü kirişlerde enerji denge denkleminin iki kez integrasyonu ile bulunur. Her integrasyon sırasında ortaya çıkan sabit değerler başlangıç koşullarına göre hesaplandıktan sonra denklemde yerlerine konulmaktadır (Deutschmann, 1975; Shigley, 1983). Bu yöntemin en büyük avantajı, kirişin hemen hemen her noktası için bütün tasarım parametrelerine ilişkin sayısal değerlerinin çok hassas ve doğru bir şekilde hesaplanmasına olanak tanınmasıdır. Yöntemin daha iyi anlaşılabilmesi için, Şekil 2'de verilen düzgün yayılı yük ( $w$ ) ile yüklenmiş bir basit kirişin, elastik eğrisini çıkararak maksimum sarkım ve momentin sayısal büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılacak denklemi ortaya çıkaralım. Bunun için yapılacak ilk iş, mesnet tepkilerini yazmaktır. Mesnet tepkileri, düşey kuvvetler dengesinden ya da mesnetlerin her hangi birine göre düşünülen moment denklemlerinden hareketle belirlenmektedir.



Şekil: 2

Düzgün yayılı yük ile yüklenmiş iki ucu dayanaklı bir basit kiriş

Örneğimizdeki kiriş statik dengede bulunduğundan, A mesnetine göre moment yazılır, ve denklem sıfıra eşitlenirse, B mesnetindeki tepki kuvveti bulunabilmektedir. Aynı şekilde B mesnetine göre moment denklemi yazılarak sıfıra eşitlenirse A noktasındaki tepki kuvveti hesaplanabilir. Bir başka deyimle tepki kuvvetleri  $R_1$  ve  $R_2$ ,

$$R_2 = \frac{9}{8}\omega \ell \quad \text{ve} \quad R_1 = \frac{3}{8}\omega \ell \quad (1)$$

olarak hesaplanır. Bundan sonra yapılacak işlem, Şekil 2'de de görüldüğü gibi, A dayanağından  $x$  kadar uzaklıkta hayali olarak kesilmiş kiriş parçası için moment denklemini yazmaktır. Buna göre A noktasına ait moment denklemi,

$$M_A = \frac{3}{8}\omega \ell \chi - \frac{1}{2}\omega \chi^2 \quad (2)$$

olarak elde edilir. Denklemden de anlaşılacağı gibi düzgün yayılı yüklerde moment denklemi, seçilen ilk dayanaktan olan uzaklığın ikinci dereceden karesi ile orantılı olmaktadır. Dolayısı ile moment grafiği bir parabolüdür. Castigliano'nun yüklü kirişlerde tanımladığı enerji tanımına göre kiriş üzerindeki noktaların düşey yöndeki yer değişimlerinin ikinci dereceden diferansiyel denklemi, moment olarak tanımlandığından, kirişin malzeme özellikleri (elastikiyet modülü) ve kesit ölçüleri (atalet momenti) göz önünde bulundurularak enerji denklemi,

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -M_A \quad (3)$$

şeklinde yazılabilir. Burada Elastikiyet modülü  $E$  ile, kiriş kesitine bağlı olan atalet momenti ise  $I$  ile gösterilmiştir. Eşitlikteki (-) işareti sarkım yönünün aşağıya doğru olduğunu gösteren ve tamamen tasarımcının kabullenmesine bağlı bir gösterimdir. Aynı eşitlikte  $y$  düşey yöndeki yer değiştirmeyi  $x$  ise yatay yöndeki uzaklığı vermektedir. Sonuçta, (2) ve (3) numaralı denklemleri kullanılarak genel moment eşitliği elde edilmektedir :

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{\omega \chi^2}{2} - \frac{3}{8}\omega \ell \chi \quad (4)$$

Kirişin üzerinde seçilen bir noktanın yüklemenin etkisiyle düşey yöndeki yer değiştirmesi (4) numaralı eşitliğin arka arkaya iki kez integrasyonu yapılarak bulunur. Bu düşey yöndeki yer değiştirmeye sarkım ya da sehim denilmektedir. Eşitlikte E, kg/cm<sup>2</sup> olarak kiriş malzemesinin elastikiyet modülü, I ise kiriş kesitinin cm<sup>4</sup> cinsinden atalet momentidir. Atalet momentinin dikdörtgen kesitler için  $bh^3/12$  formülü ile hesaplandığı bilinen bir gerçektir. Burada b ve h santimetre cinsinden kesit genişliği ve kesit yüksekliğidir. Ne var ki, dikdörtgen dışındaki kesitlerde atalet momentinin hesaplanması ayrı bilimsel metotların uygulanmasını gerektirir. Bu değerleri ayrıca standart putrel ve profiller için tablolar halinde bulmak ta mümkündür. Eşitlik (4)'ün ardışık olarak iki kez integrasyonunda c<sub>1</sub> ve c<sub>2</sub> gibi sabit katsayılar ortaya çıkmaktadır. Bu katsayılar, yüklenmiş kirişlerin başlangıç ve sınır koşullarına bağlı olarak saptanmaktadır. Eşitlik (5), (4) numaralı denklemin iki kez integrasyonundan elde edilmiştir.

$$y = \frac{1}{EI} \left[ \frac{1}{24} \omega \chi^4 - \frac{3}{48} \omega \ell \chi^3 + c_1 \chi + c_2 \right] \quad (5)$$

Birinci dayanak noktasında hiç sarkımın olmaması birinci sınır koşuludur. Bir başka deyimle x=0 iken y=0 olmaktadır. Bu koşul (5) numaralı eşitliğe uygulandığında c<sub>2</sub>=0 bulunur. Benzer şekilde ikinci dayanak noktasında sarkım sifıra eşitlenmelidir. Burada x=b alındığında y=0 olacağından c<sub>1</sub>= $\omega b^3/48$  olarak hesaplanır. Sonuçta genel sarkım denklemi gerekli düzenlemeler yapılarak,

$$y = \frac{\omega}{EI} \left[ 2\chi^4 - 3 \ell \chi^3 + \ell^3 \chi \right] \quad (6)$$

şeklinde bulunur. Aynı analiz şekli ikinci mesnete göre de yapılabilir. Karmaşık yüklemelerde, kirişi hayali olarak birkaç değişik noktadan bölmek gerekebilir. Böyle durumlarda başlangıç ve sınır koşulları çok iyi doğru bir şekilde ortaya konularak integral sabiteleri doğru bir şekilde hesaplanmalıdır. Sarkıma ilişkin denklem kullanılarak belirli noktalar için sarkım değerleri hesaplanır. Hesaplanan bu değerlerden de hareketle sarkım diyagramları çizilebilmektedir.

Kesme kuvvetlerine ilişkin kesme diyagramının çizimine dayanaklardan birinden başlanır. Buradaki tepki kuvvetinin sayısal büyüklüğünden hareketle, kiriş üzerinde ilerledikçe oraya çıkan dik kuvvetler yönüne ve büyüklüğüne göre sisteme eklenir veya çıkarılır. Negatif kuvvetler, referans

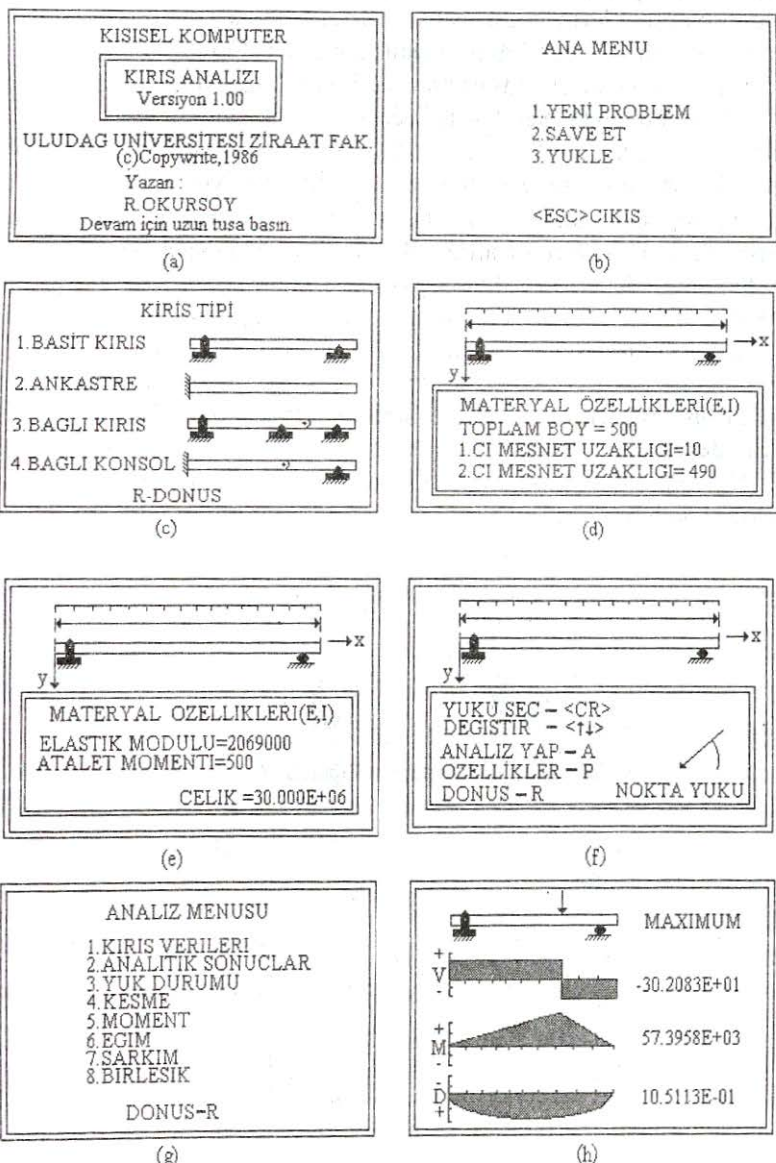
ekseninin alt kısmında kaldığından sayısal büyüklükleri de negatif olarak alınmaktadır. Kesme diyagramında x referans eksenini ile sınırlanan alan ise moment değerlerini verdiğiinden, moment diyagramlarının çizimi aslında bir alan hesaplamasından ibaret olmaktadır. Sarkım diyagramının çiziminde ise elastik eğriden yararlanılır. Eğim eğrisinin çizimi de sarkım eğrisine benzer. Ne var ki, eğim denklemi sarkım denkleminde farklı olarak birinci dereceden diferansiyel denklemin çözümlenmesinden elde edilmektedir.

## MATERYAL

Bu çalışmanın materyali, BASIC dilinde yazılmış, ve R095.EXE adı ile derlenmiş Kiriş Analiz Programı'dır. Program, yazımında standart kodlardan yararlanılmış olup kullanım itibariyle oldukça basit olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 3.'te kiriş analiz programının çeşitli ekran görüntüleri verilmiştir. Program WINDOWS veya DOS ortamında kolayca çalışabilecek niteliktedir. Çalışmaya başlayan bu programda Şekil 3 (a)'da verilen program logosu ekrana gelen ilk görüntüdür. Klavyedeki çubuk tuşa (scroll bar) basıldığında ekrana Şekil 3(b)'de verilen ana menü gelmektedir. Ana menüde 3 seçenek vardır. Bu seçenekler, tamamen yeni bir problem üzerinde çalışmak için açılmış "Yeni Problem" seçeneği, üzerinde çalışılan problemi manyetik ortama (disk) kayıt etmek için kullanılan "Save Et" seçeneği, ve kaydedilerek üzerinde çalışılmış bir problemi yeniden getirmek için kullanılan "yükle" seçenekleridir. Yeni problem seçeneğinin seçilmesi durumunda, Şekil 3(c)'de görülen kiriş seçenekleri ekranda belirlemektedir. Kiriş seçenekleri, şematik resimleri ile birlikte, basit kiriş, ankastre, bağlı kiriş ve bağlı konsol kiriş şeklindedir. Basit kirişin seçilmesi ile Şekil 3(d)'de verilen ekran görüntüsü ortaya çıkmaktadır. Bu menüde, kiriş görüntüsü ile birlikte, boyutları, mesnet uzaklıkları, elastikiyet modülü ve atalet momenti değerleri sorulmaktadır. Bu işlemler de sırası ile tanımlandıktan sonra Şekil 3(f)'de görülen menü ekrana getirilerek, kirişin yükleme koşullarına ilişkin giriş değerleri verilir. Bu menüdeki yüklerin seçimi klavyede yer alan aşağı yukarı okların bulunduğu tuşlar yardımı ile çeşitlendirilebilmektedir. Bütün gerekli seçimler yapıldıktan sonra, menüdeki "Analiz Yap - A" seçeneği ile problem çözümlenir. Aynı menüde gerekli görülmesi durumunda malzeme ve materyal özelliklerine ilişkin parametreler de "Özellikler - P" seçeneği kullanılarak değiştirilebilmektedir. Programın son bölümü analiz menüsüdür. Burada tasarımcıya sekiz seçenek sunulmaktadır. Şekil 3(g)'de ekran görüntüsü verilen bu seçenekler kullanılarak problem çözümleri ortaya konulmaktadır. Bu seçeneklerden birincisi, problemin girdilerine ilişkin değerleri, ikincisi kiriş üzerindeki belirli noktalar için hesaplanmış kesme kuvveti, moment ve sarkım değerlerini, üçüncüsü, problemin yükleme koşullarını vermektedir. Aynı menüdeki dördüncü, beşinci, altıncı, ve yedinci seçenekler,



problemin çözümüne ilişkin ilgili diyagramların çizilmiş biçimlerini vermektedir. Son seçenek ise kesme, moment ve sarkım diyagramlarının birlikte verildiği ve maksimum değerlerinin işaretlendiği Şekil 3(h)'de örnek olarak sunulmuş görüntülere benzer sonuçları ekrana yansıtmaktadır.

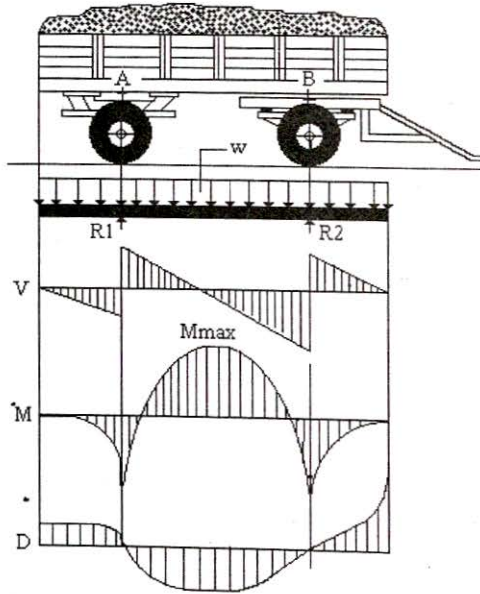


Şekil: 3

Kiriş analizine ilişkin yapılan bilgisayar programının çeşitli ekran görüntüleri

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Kiriş analiz programı her türlü yüklü kirişlerin tasarımlarının çok kısa bir sürede yapabilmek için çok fazla hesapların yapılabildiği bir yazılımdır. Seçeneklerin tasarımcıya görsel olarak sunulması da ayrıca programın önemli bir özelliğini oluşturmaktadır. Sonuç olarak bu programın, tarım makinaları tasarımlarına ilişkin özel alanlarda kullanımını gösterebilmek amacıyla Şekil 4'te verilen statik ve düzgün yayılı yükle yüklenmiş bir tarım arabasının şasesinde oluşan kesme kuvvetleri ve moment ile sarkım grafiklerinin elde edilmesi verilmiştir. Problemin çözümünde input parametreleri olarak  $\omega=5$  kg/cm,  $l=500$  cm olarak alınmıştır. Birinci mesnet uzaklığı 50 cm, ikinci mesnet uzaklığı ise 450 cm'dir. Standart ölçülerde çelikten yapılmış bir I profil için  $I=450$  cm<sup>4</sup> ve  $E=20690000$  kg/cm<sup>2</sup> olarak alınır ve çözümlene yapırsa, maksimum kesme kuvveti A mesnetinden 447 cm uzakta ve  $-9.8 \times 10^2$  kg, maksimum moment (Mmax) a mesnetinden 200 cm uzakta ve  $9.37 \times 10^4$  kgcm değerinde ve son olarak maksimum sarkım ise A mesnetinden sağa doğru 200 cm uzakta ve 1.6 mm değerinde olacak şekilde belirlenmektedir. Mesnet tepkileri  $R_1=R_2=1250$  kg olarak hesaplanmakta ve kesme kuvveti, moment ve sarkım diyagramları da Şekil 4'de verildiği gibi program tarafından çizilmektedir.



Şekil: 4

Yüklü bir tarım arabasının şasesine ait kuvvet, moment ve sarkım diyagramları

Sonuç olarak, çok uzun zaman içerisinde büyük emekler harcanarak hazırlanmış bu bilgisayar programı ile kısa bir zaman içerisinde oldukça karmaşık gelebilen statik ve mukavemet problemleri çözüme kavuşturulabilmektedir. Bu araştırmada sunulan bilgisayar yazılımından, tarımsal inşaat, makine ve inşaat mühendisliği gibi birçok akademik disiplin içerisinde bulunan öğrenci, araştırmacı ve teknisyenlerden oluşan geniş bir grup kolayca yararlanabileceklerdir. Bunun yanında, özel sektör proje mühendislerinin de özel giriş tasarımları için yararlanabilecekleri bir bilgisayar programı olması açısından düşünüldüğünde bu programın önemi büyük olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Balaban A., ve Şen E., 1978. Tarımsal İnşaat. Temel İlke ve Kavramlar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:679, Ankara.
- Deutschmann A. D., Michels W.J. ve Wilson E.C.,1975. Machine Design, Theory and Practice. MacMillan Publishing Company. New York. USA.
- Golden N., 1975. Computer programming in BASIC Language. Second Edition. Hartcourt Brace Jovanovich Inc. New York, USA.
- Jensen A., ve Chenoweth H. 1975. Statics and Strength of Materials. McGraw-Hill Book Inc. New York, USA.
- Kadioğlu N., Ergin H., ve Bakioğlu M. 1989. Mukavemet Problemleri. Cilt 2. Beta Basım Yayım ve Dağıtım A.Ş. Çağaloğlu, İstanbul.
- Karataş H., İşler, Ö.1987. Mühendislik Mekanikinde Statik Problemleri. Dördüncü Basım. Çağlayan Kitabevi, Beyoğlu, İstanbul.
- Muvdi B.B., ve McNabb J.W. 1980. Engineering Mechanics of Materials. MacMillan Publishing Co., Inc. New York, USA.
- Okursoy R.,1988. Tarım Makinalarında Kullanılan Millerin Sonlu Elemanlar (Finite Elements) Metodu ile Dizayını. Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi. Sayı 2 : 46-54, Ankara.
- Okursoy. R., 1992. Application of Singularity Functions for Designing Farm Machinery Shafts. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 9:63-68, Bursa.
- Shigley J.E., Mitchell L.D. 1983. Mechanical Engineering Design. McGraw-Hill Book Inc. New York, USA.