

## **ZAMAN İNTEGRASYON METODLARININ DİNAMİK KOMPOZİT PROBLEMLERE UYGULANMASI**

İbrahim H. Güzelbey, Ahmet Erkiğ

Gaziantep Üniversitesi, Makine Mühendisliği Böl., 27310 Şehitkamil, Gaziantep  
email: guzelbeyih@gantep.edu.tr

### **ÖZET**

Dinamik kompozit problemlerinin, sonlu elemanlar analizi dolaysız integrasyon yöntemleri olarak bilinen Newmark, Wilson- $\theta$ , Merkezi Fark ve Houbolt yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Dinamik kompozit problemleri çözebilecek şekilde iki boyutlu sonlu elemanlarla çözüm programı hazırlanmıştır. İki boyutlu, farklı fiber yönelme açısına sahip dinamik kompozit problemler çözülmüştür. Sonuçlar ANSYS sonlu elemanlar paket programı ile karşılaştırılmıştır.

### **ABSTRACT**

A finite element analysis of dynamic composite problems has been carried out. Newmark, Wilson- $\theta$ , Central Difference and Houbolt Methods have been used as direct integration methods. Two dimensional finite element program has been written for the solution of dynamic composite problems. Two cases have been carried out for symmetric layered composite. The results have been compared with ANSYS finite element package

### **1.GİRİŞ**

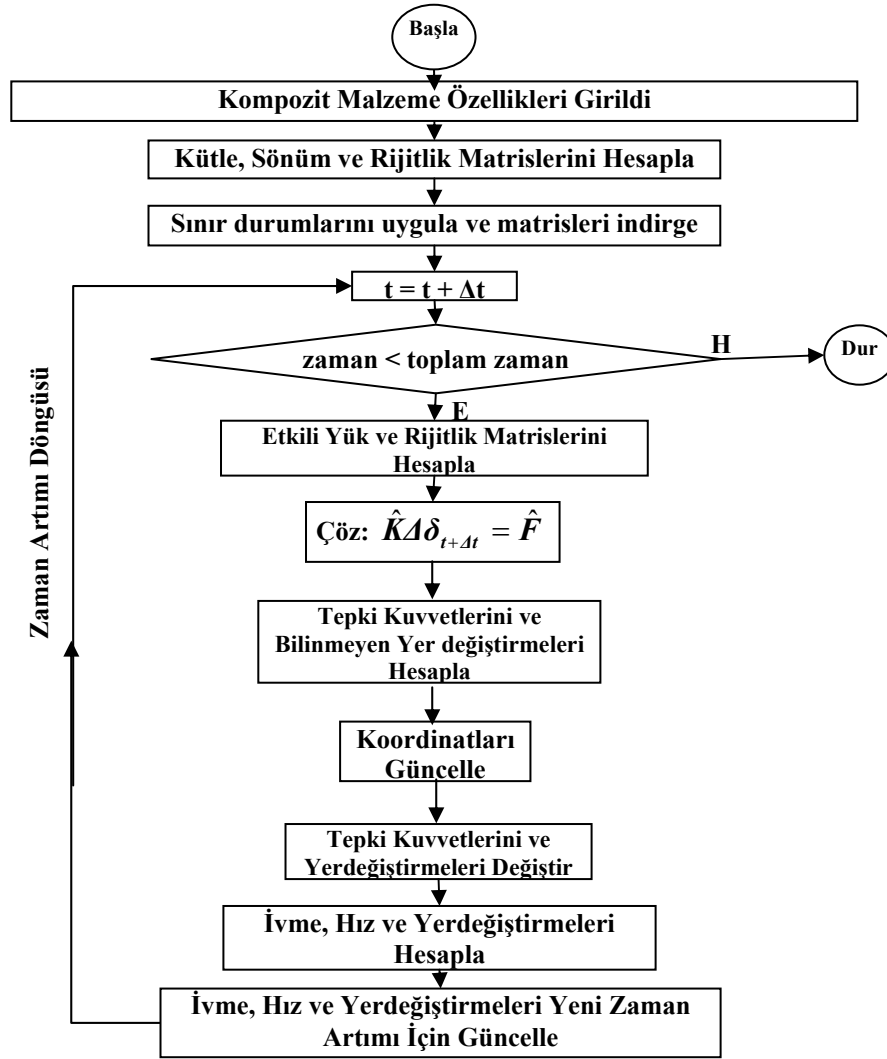
Kompozit malzemeler, üretim teknolojilerinin gelişmesi ve geleneksel malzemeler kullanılarak ulaşılabilecek sınırların mühendisliğin birçok alanında sonlara dayanması sonucu giderek artan bir şekilde mühendislik uygulamalarında yapı malzemesi olarak yerlerini sağlamlaştırmaktadır. Birçok alanda geleneksel malzemelerin yerini almaya başlayan kompozit malzemeler özellikle yüksek mukavemet özellikleri ve hafiflikleri ile son dönemlerde tasarımcıların vazgeçilmez araçlarından biri olmuşlardır. Bu çalışmada iki boyutlu kompozit çubuğun dinamik analizi sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapılmıştır.

Sonlu elemanlar dinamik problemlerinin çözümü dolaysız integrasyon metotları olarak anılan bazı sayısal yöntemler ile gerçekleştirilebilir [1,2]. Dolaysız integrasyon yöntemlerinde hareket denklemi sayısal integrasyon ile adım adım çözülür. Çeşitli dinamik temas, darbe ve elastodinamik problemlerin çözümünde bu yöntemler kullanılmıştır [1,3,4,5]. Bunların, en ok kullanılanları Newmark, Wilson- $\theta$ , Merkezi Farklar and Houbolt yöntemleridir.

Bu çalışmada dolaysız integrasyon metotları, iki boyutlu, dinamik, kompozit çubuk problemlerinin çözümü için iki boyutlu sonlu elemanlar programına uygulanmıştır. Farklı fiber yönelme açısına sahip dinamik kompozit çubuk problemi çözülmüş ve sonuçlar ANSYS sonlu elemanlar paket programı ile karşılaştırılmıştır.

## 2.DİNAMİK ÇÖZÜM ALGORİTMASI

Sonlu elemanlar dinamik çözümünün sistematığı Şekil2.1’de verilmiştir. Bu sistematiğe de görüldüğü üzere değişik zaman integrasyon yöntemlerinin içerisinde sonlu eleman çözümleri yapılmıştır.



Şekil2.1 Dinamik problemler için genel sayısal hesap algoritması

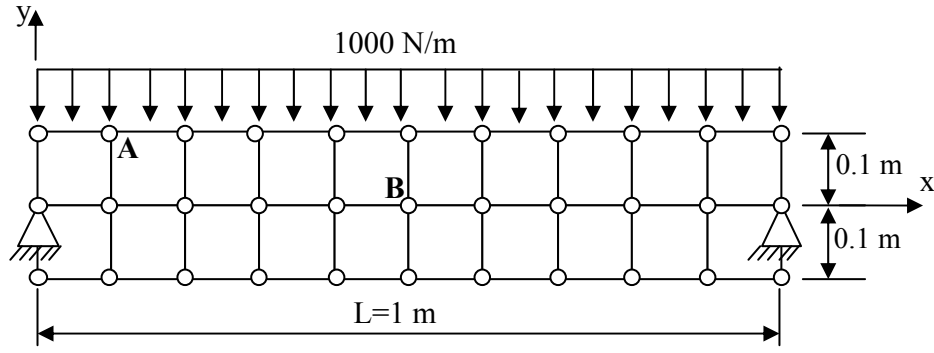
### 3.İKİ BOYUTLU KOMPOZİT ÇUBUK

#### 3.1.Basit mesnetli kompozit çubuk

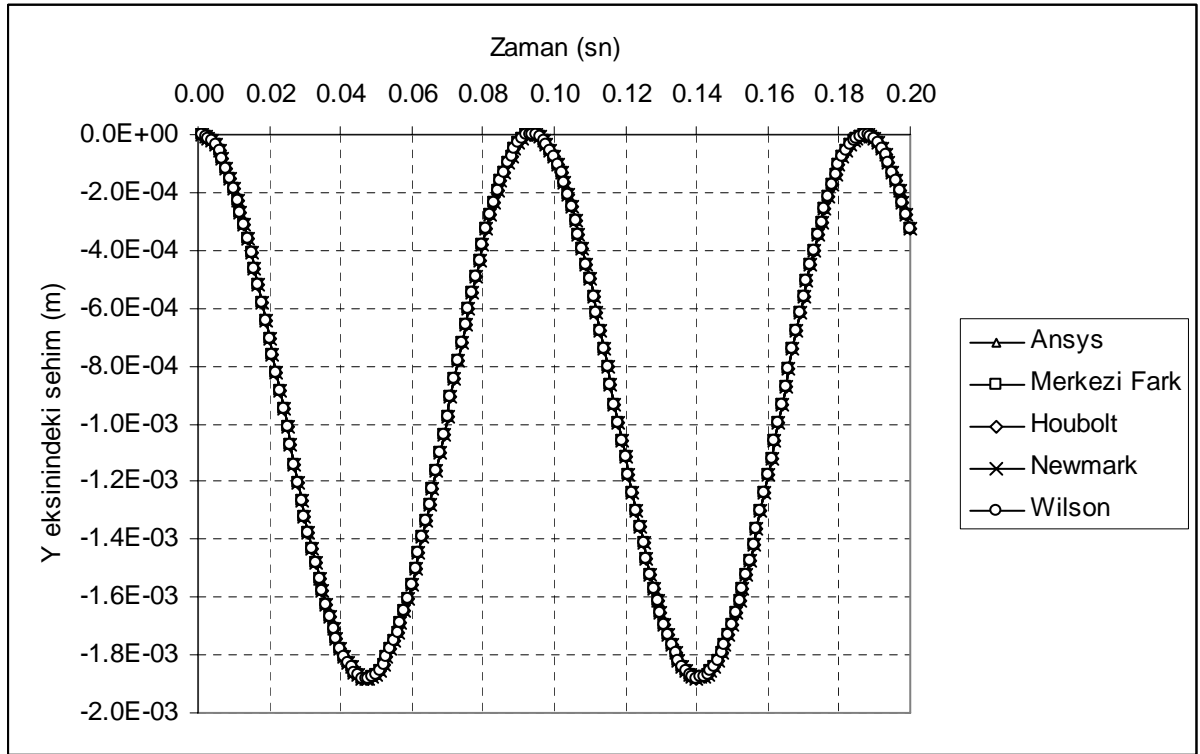
T300/934 grafit/epoksi kompozit çubuğun boyutları ve yükleme durumu Şekil 3.1 'de verilmiştir. Çubuk, 55/-55/-55/55 simetrik oryantasyonlu dört katmandan oluşmaktadır. Çubuk ortotropik malzemeden yapılmıştır ve mekanik mukavemet değerleri;

Elastisite Modülü	$E_1=54 \text{ Mpa}, E_2 =18 \text{ Mpa} =E_3$
Rijitlik Modülü	$G_{12} =8,6 \text{ Mpa} = G_{13} =G_{23}$
Poisson oranı	$\nu_{12} =0,25 \nu_{21} =0,25 \nu_{13} = 0,25$
Zaman artımı	$\Delta t = 0.001$

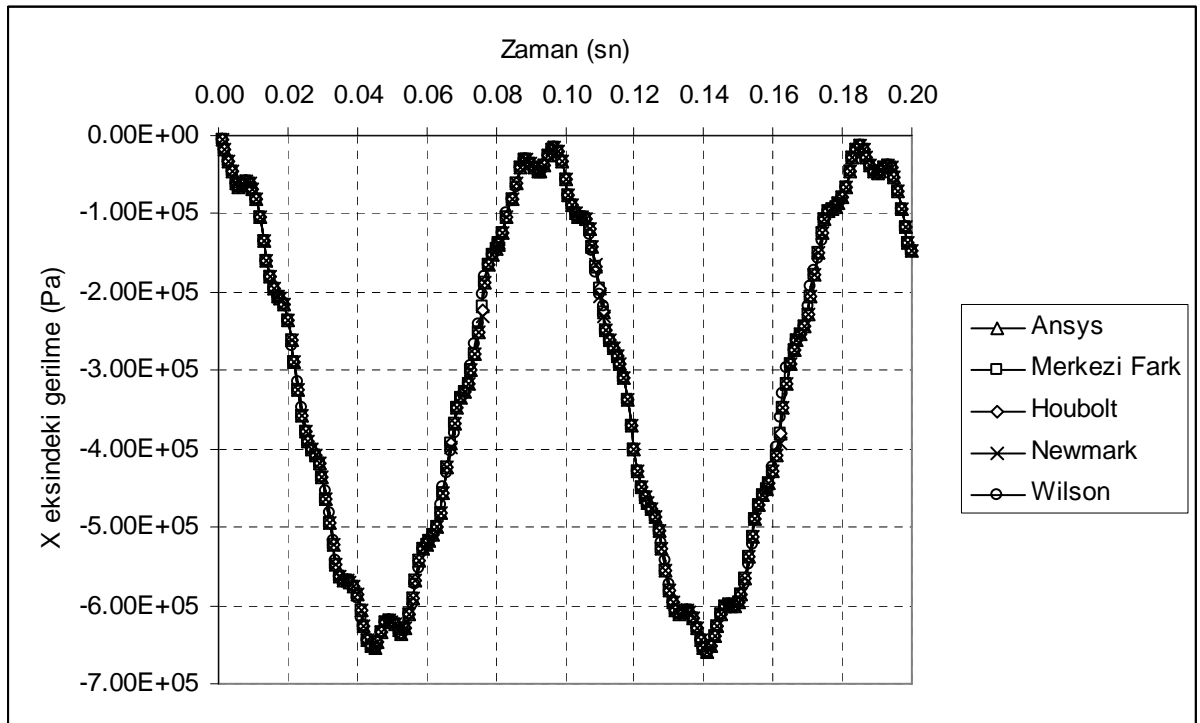
A noktasının zamana bağlı olarak x eksenindeki gerilme grafiği Şekil 3.2'de verilmiştir. B noktalarının sehim y eksenindeki grafiği Şekil 3.3'te verilmiştir. Sonuçlar iki boyutlu FE programında farklı zaman integrasyon metotları ile ve ANSYS ile çözülmüştür. Zaman artımı,  $\Delta t = 0.001$  saniye olarak seçilmiştir.



Şekil 3.1 Sonlu elemanlar modeli



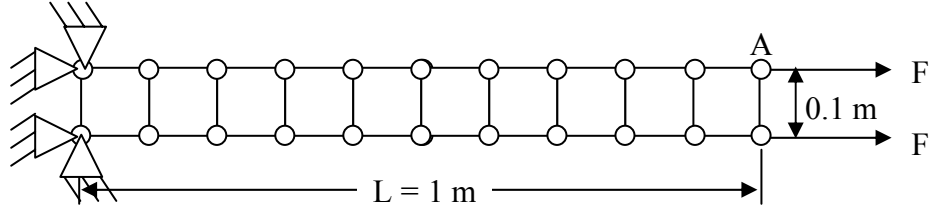
Şekil 3.2 B noktasının y yönündeki sehimin zamana göre değişimi



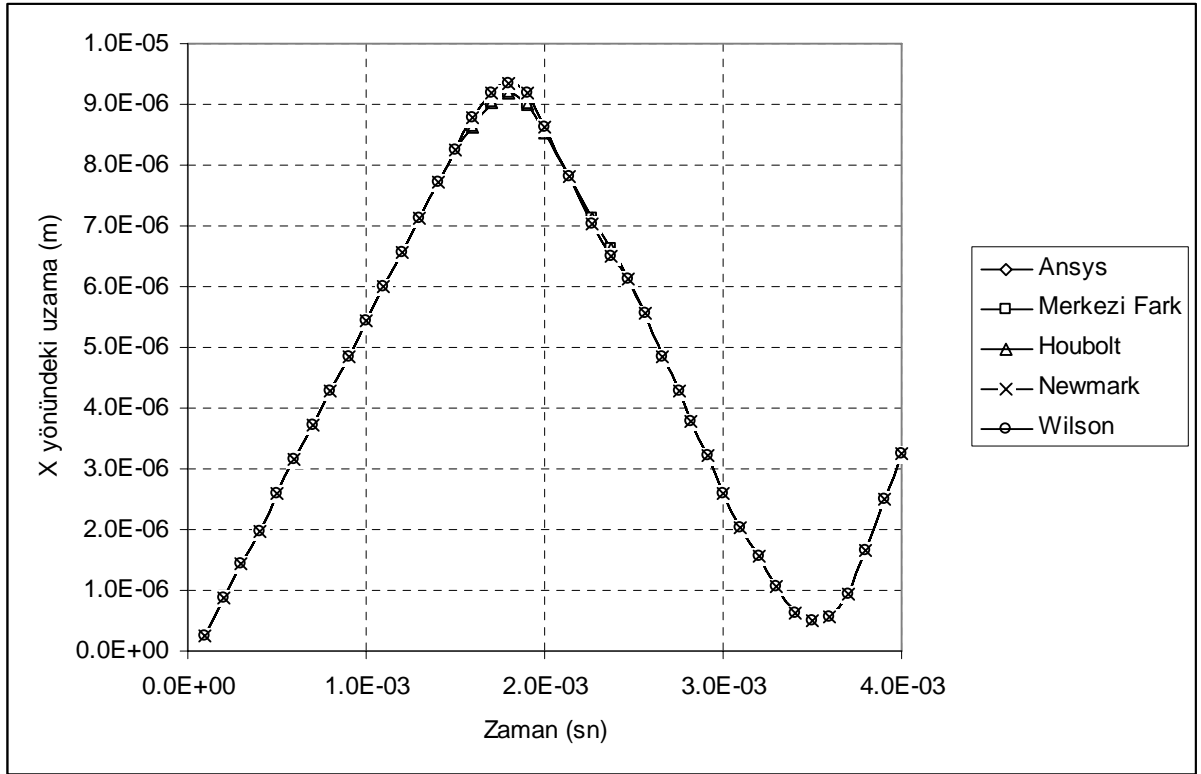
Şekil 3.3 A noktasının x yönündeki geriliminin zamana göre değişimi

### 3.2.Eksenel yönde kompozit çubuğa kuvvet uygulanması

Bu çalışmada, aksenal simetrik olan, T300/934 grafit/epoksi kompozit çubuğun x ekseninden uygulanan kuvvet altındaki durumu ele alınmıştır. Çubuk, 55/-55/-55/55 simetrik oryantasyonlu dört katmandan oluşmaktadır. Sonlu eleman modeli Şekil 3.4'te görülmektedir. Malzeme özellikleri bir önceki örnektekiyle aynı alınmıştır. A noktasının zamana göre x yönündeki uzama değişimi Şekil 3.5'da görülmektedir.



Şekil 3.4 Sonlu elemanlar modeli



Şekil 3.5 A noktasının x yönündeki uzamasının zamana göre değişimi

#### 4.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Kompozit çubuğun dinamik analizi iki boyutlu sonlu elemanlar programı (FEM) yardımıyla ve farklı doğrudan integrasyon yöntemleri ile gerçekleştirildi. Farklı doğrudan integrasyon yöntemleri ile yapılmış olan sonuçlar ANSYS sonuçları ile birebir örtüşmektedir. Bu durum hazırlanmış olan programın kompozit malzemelerin dinamik analizinde başarılı şekilde çalıştığını göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, daha sonra hazırlanacak 3 boyutlu dinamik kompozit ve temas darbe problemlerini için bir altyapı oluşturmaktır. Yazılmış olan iki boyutlu sonlu elemanlar programı, 3 boyutlu problemleri çözebilecek şekilde çevrilecek ve temas darbe problemlerini çözebilecek duruma getirilmeye çalışılacaktır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Bathe K.J. and Wilson E.L., “Numerical Methods in Finite Element Analysis”, Prentice-Hall, 1976
- [2] Guzelbey I.H., Erklig A., The Efficiency of Direct Integration Methods in Elastic Contact-Impact Problems, Acta Mechanica Sinica, Vol 4, 395-401, 2005
- [3] Zienkiewicz O.C., The Finite Element Methods in Engineering. 2nd ed. Mc Graw-Hill, 1971
- [4] Hughes T.J., “The Finite Element Methods:Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis”, Prentice Hall, 1987
- [5] Chen W.H., Yeh J.T. Three-Dimensional Finite Element Analysis of Static and Dynamic Contact Problems with Friction. Comp. & Struc, 35 (5), 541-552, 1990