



YAPI STATİĞİ EĞİTİMİ KAPSAMINDA UZAY ÇERÇEVE YAPILARIN STATİK ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI GELİŞTİRİLMESİ

Efkan ARSLAN, Mahmud Sami DÖVEN, Mehmet Tefvik BAYER

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kütahya,
efkanarslan@gmail.com, msami.doven@du.edu.tr, mtevfik.bayer@du.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada yapı statığı eğitiminde kullanılmak üzere, üç boyutlu çerçeve yapıların analizi için kullanıcı dostu arayüze sahip bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Geliştirilen programla yapının düğüm, malzeme, kesit, eleman ve yük bilgileri girilerek yapı modellenmekte ve analizi yapılmaktadır. Analiz sonucunda standart analiz programlarındaki gibi düğüm deplasmanları ve çubuk kuvvetlerinin yanında, yapı statığı eğitiminde incelenen yapı serbestlik derecesi, hiperstatiklik derecesi, çubuk rijitlik matrisleri gibi bilgiler de raporlanmaktadır. Ayrıca açık kaynak kodlu bir yazılım olan SCILAB ile yapının üç boyutlu görüntüsü oluşturulup, modelleme geometrik açıdan kontrol edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yapı Analizi, Üç Boyutlu Çerçeve Yapı, Düğüm Deplasmanları, Çubuk Ucu Kuvvetleri*

1. GİRİŞ

Düzlem çerçeve sistemlerin statik analizi lisans eğitimi sırasında yapı statığı derslerinde öğretilmektedir. Bazı yöntemler elde hesaba uygun basitleştirilmiş modellerle çalışırken bazı yöntemler ise bilgisayarda kodlanmaya uygun şekilde geliştirilmişlerdir. Deplasman metodu ile yapıların statik analizi çokça kullanılan yöntemlerdendir [1]. Birkaç çubuklu sistemler için elde çözüm yapmaya da uygun olan yöntem ile bilgisayar kodu geliştirmek de mümkündür. Uzay çerçeve sistemlerin ise analizleri birkaç çubuk için bile olsa işlem hacmi oldukça büyüktür ve bilgisayar ile çözüm şart olmaktadır. Piyasada çerçeve yapıların analizlerini yapan birçok paket program mevcuttur. Genellikle ücretli olan bu yazılımlar tasarım odaklı geliştirilmiş olduklarından ve açık kaynak kodlu olmadıklarından akademik olarak kullanılmaya pek uygun değildir [2, 3]. Yapı statığı eğitiminde uzay çerçevelerin de analizleri incelenmekte ve uygulamaları bilgisayar programları geliştirilerek yapılabilmektedir. Bu eğitimlerde piyasadaki paket programlar düğüm deplasmanları ve çubuk kuvvetleri gibi sonuçları karşılamak için kullanılabilseler de ara işlemlerde kontrol imkânı sağlanamamaktadır.

Bu çalışmada yapı statığı eğitiminde kullanılmak üzere, üç boyutlu çerçeve yapıların analizi için kullanıcı dostu arayüze sahip bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu program analiz sonunda yapı ve eleman bilgilerini de tasarım verileri ile birlikte raporlamaktadır.

2. DEPLASMAN METODU

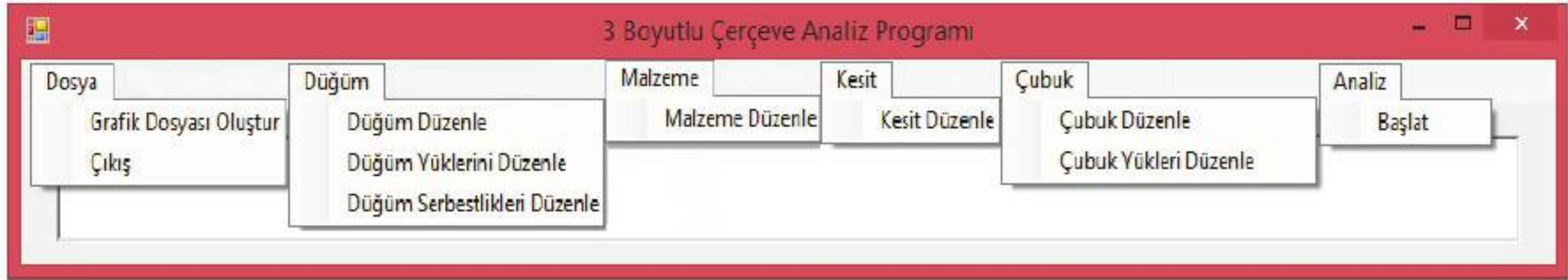
Deplasman metoduyla yapının analiz edilebilmesi için, matematiksel olarak tarif edilmesi gerekir. Bunun için düğüm ve elemanlar sistematik olarak numaralandırılır. Daha sonra her bir düğüm ve çubuk eleman

için koordinat, serbestlik, yük, kesit ve malzeme özellikleri, lokal eksen özellikleri gibi gerekli bilgiler veri olarak alınır ve nümerik olarak depolanır.

Bu veriler kullanılarak eleman rotasyon matrisleri ve eleman rijitlik matrisleri tariflerden elde edilir. Elde edilen eleman rijitlik matrislerinden toplama metodu ile yapı rijitlik matrisi elde edilir. Öngörülen yükler altında oluşacak deplasmanlar lineer denklem takımı çözüm metodlarından birisi ile çözülür. Öncelikle deplasmanların hesaplanması nedeniyle deplasman metodu adını alan bu yöntemde hesaplanan eleman rijitlik matrisleri ve deplasmanlar kullanılarak çubuk ucu kuvvetleri hesaplanır[3].

3. GELİŞTİRİLEN BİLGİSAYAR PROGRAMI

Geliştirilen bilgisayar programına veri girişleri Şekil 1'deki arayüz aracılığıyla sağlanmaktadır. Veri girişleri tamamlandığında "Analiz" menüsü altındaki "Başlat" butonu tıklanarak analiz işlemi başlatılmış olur. Analiz sonucunda Şekil 3-5'de verilen rapor dosyası geliştirilen program tarafından kaydedilir. Kullanılabilirliği artırmak için rapor dosyasındaki veriler gruplandırılarak ayrı sekmelere kaydedilmiştir. Bu gruplarda yapı ait bilgiler (hiperstatiklik derecesi, serbestlik derecesi, çubuk sayısı, düğüm sayısı ve rijitlik matrisi), analiz sonuçları (düğüm deplasmanları ve çubuk ucu kuvvetleri) ve yapıdaki her bir çubuğa ait bilgiler (çubuk rijitlik matrisi, referans ve referans olmayan düğüm noktaları, kesit ve malzeme bilgileri, çubuğun global eksen takımıyla yaptığı açılar) bulunmaktadır.



Şekil 1. Geliştirilen bilgisayar programına ait ana pencere görüntüsü.

Bu programa ait menü bilgileri aşağıda verilmiştir.

-Dosya: "Dosya" menüsü veri girişi yapılmış yapının SCILAB programı yardımıyla üç boyutlu görüntüsünü kaydetmek ve programdan çıkmak için kullanılır.

-Düğüm: "Düğüm" menüsü, düğüm koordinatlarını, düğüm yüklerini ve düğüm serbestliklerini (mesnet şartlarını) düzenlemek için kullanılır.

-Malzeme: "Malzeme" menüsü, yapıda kullanılacak elemanların malzeme özelliklerini düzenlemek için kullanılır.

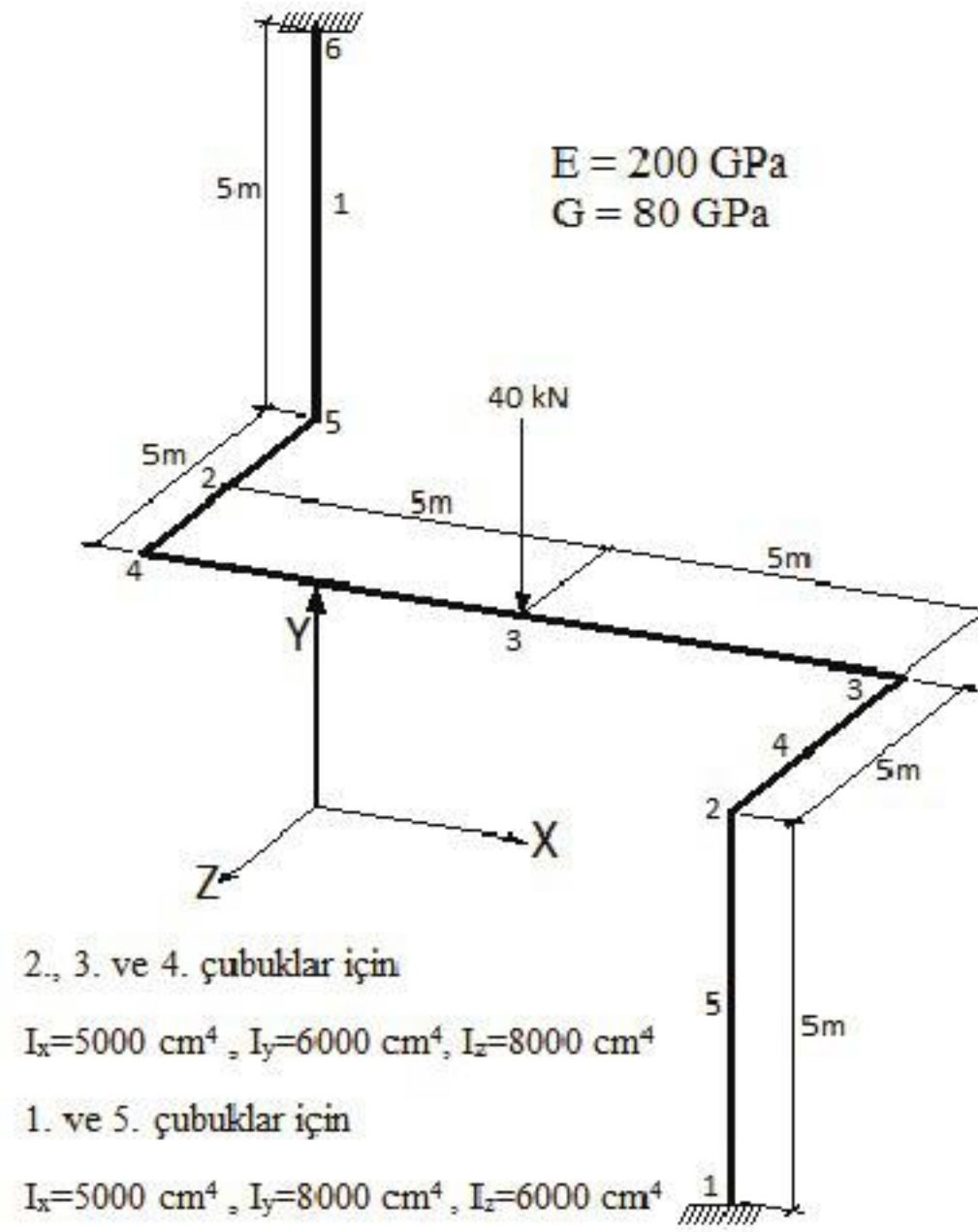
-Kesit: "Kesit" menüsü, yapıda kullanılacak elemanların kesit özelliklerini düzenlemek için kullanılır.

-Çubuk: "Çubuk" menüsü, daha önce veri girişi yapılmış düğüm, malzeme ve kesit bilgilerinden faydalanılarak çubukların tanımlanması ve çubuk yüklerinin girilmesi için kullanılır.

-Analiz: “Analiz” menüsü, tarif edilmiş yapının analizinin başlatılması için kullanılır.

4. UYGULAMA

Şekil 2’de verilen beş çubuklu çerçeve yapı [2,4] geliştirilen bilgisayar programıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kaydedilen rapor dosyası Şekil 3-5’de, SCILAB yardımıyla çizdirilen yapının görünüşü Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 2. Beş çubuklu çerçeve yapı.

Hip.Der.	Ser.Der.	Çubuk S.	Düğüm S.
6	24	5	6

Yapı Rijitlik Matrisi											
230.4	0	0	0	-288	288	-115.2	0	0	0	-288	0
0	480153.6	0	384	0	0	0	-153.6	0	384	0	0
0	0	480153.6	-384	0	0	0	0	-480000	0	0	0
0	384	-384	2560	0	0	0	-384	0	640	0	0
-288	0	0	0	1040	0	288	0	0	0	480	0
288	0	0	0	0	1040	0	0	0	0	0	-80
-115.2	0	0	0	288	0	240115.2	0	0	0	288	0
0	-153.6	0	-384	0	0	0	172.8	0	-384	0	-96
0	0	-480000	0	0	0	0	0	480014.4	0	72	0
0	384	0	640	0	0	0	-384	0	1320	0	0
-288	0	0	0	480	0	288	0	72	0	1440	0
0	0	0	0	0	-80	0	-96	0	0	0	720
0	0	0	0	0	0	-240000	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-19.2	0	0	0	96
0	0	0	0	0	0	0	0	-14.4	0	-72	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	240	0

Şekil 3. Hazırlanan rapordaki yapı bilgileri.

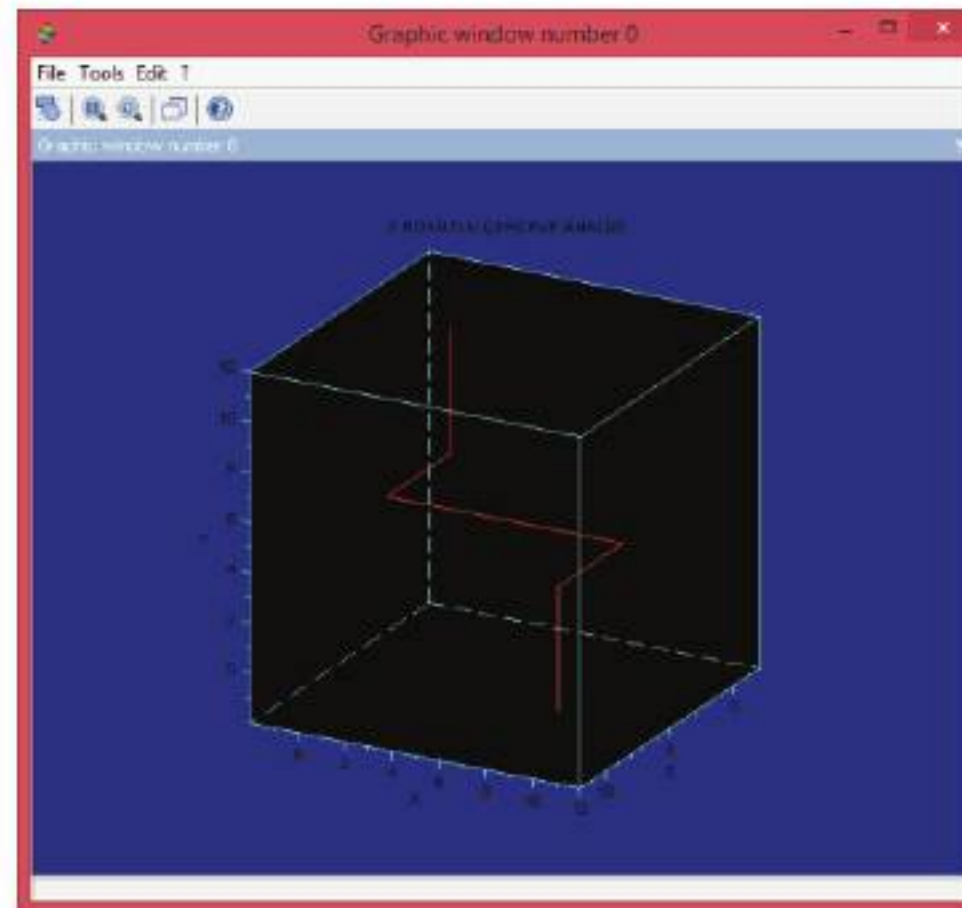
D. Adı	Ux[m]	Uy[m]	Uz[m]	Rx[rad]	Ry[rad]	Rz[rad]
1	0	0	0	0	0	0
2	-0.08224	-4.17E-05	-0.58594	-0.23438	-2.01E-14	0.032895
3	-0.08224	-1.49744	-0.58594	-0.3125	-4.31E-14	0.131579
4	-0.08224	-1.49744	-0.58594	0.3125	-2.92E-14	-0.13158
5	-0.08224	-4.17E-05	-0.58594	0.234375	-2.24E-15	-0.03289
6	0	0	0	0	0	0

i-k	Nx[kN]	Sy[kN]	Sz[kN]	Tx[kNm]	My[kNm]	Mz[kNm]
1	5	-20	-2.5E-12	-3.8E-11	-1.8E-13	-75
1	6	20	2.52E-12	3.75E-11	1.78E-13	75
2	4	-5.3E-11	-20	2.51E-12	7.894737	-1.3E-11
2	5	5.33E-11	20	-2.5E-12	-7.89474	1.83E-13
3	4	0	20	-2.2E-12	25	1.27E-11
3	3	0	20	2.22E-12	-25	9.41E-12
4	2	0	20	1.56E-12	7.894737	1.61E-12
4	3	0	-20	-1.6E-12	-7.89474	-9.4E-12
5	1	20	-1.6E-12	1.6E-11	1.61E-12	-75
5	2	-20	1.55E-12	-1.6E-11	-1.6E-12	75

Şekil 4. Hazırlanan rapordaki analiz sonuçları.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	115.2	0	0	0	0	-288	-115.2	0	0	0	0	-288
3	0	480000	0	0	0	0	0	-480000	0	0	0	0
4	0	0	153.6	384	0	0	0	0	-153.6	384	0	0
5	0	0	384	1280	0	0	0	0	-384	640	0	0
6	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	-80	0
7	-288	0	0	0	0	960	288	0	0	0	0	480
8	-115.2	0	0	0	0	288	115.2	0	0	0	0	288
9	0	-480000	0	0	0	0	0	480000	0	0	0	0
10	0	0	-153.6	-384	0	0	0	0	153.6	-384	0	0
11	0	0	384	640	0	0	0	0	-384	1280	0	0
12	0	0	0	0	-80	0	0	0	0	0	80	0
13	-288	0	0	0	0	480	288	0	0	0	0	960
14												
15	Çubuk Adı	k	E	G	Ix	Iy	Iz	L	Tetax	Tetay	Tetaz	
16	1	5	6	2E+08	80000000	0.000005	0.000008	0.000006	5	0	0	90
17												
18												
19												
20												
21												

Şekil 5. Hazırlanan rapordaki 1. çubuğa ait bilgiler.



Şekil 6. 5 çubuklu çerçeve yapının SCILAB ile çizdirilen görüntüsü.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında geliştirilmiş olan bilgisayar programı kullanılarak düzlem ve uzay çerçeve/kafes yapıların statik analizleri yapılabilmektedir. Yapı statik eğitimi almakta olan öğrencilerin çalışmalarını yaparken ve özellikle kendi yazılımlarını geliştirirken hata ayıklama aşamasında ihtiyaç hissedecekleri ara işlemlerin doğruluk testleri için gerekli olan serbestlik derecesi, hiperstatiklik derecesi, çubuk rijitlik matrisleri gibi yapı bilgileri rapor olarak analiz sonunda düzenlenmektedir. Ayrıca kutucuklara nümerik

değerler girilerek tarif edilen yapının bir doğru modellendiğinin kontrolü için açık kaynak kodlu bir yazılım olan SCILAB programının data dosyası analiz sonunda oluşturulmaktadır. SCILAB yüklü olan bir bilgisayarda bu dosyanın açılması ile yapı 3 boyutlu grafik penceresinde gösterilmektedir. Bu programın yük ve kesit çeşitleri artırılarak geliştirilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

- [1] Ş. Utku, J.B. Wilbur, C.H. Norris, “Elementary Structural Analysis”, McGraw-Hill (1991)
- [2] F. Mandal, “Üç Boyutlu Çerçeve Sistemlerin Deplasman Metoduna Göre Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya (2008)
- [3] M. S. Döven, B. Kaymak, M. T. Bayer, “Üç Boyutlu Çerçeve Yapıların Statik Analizi için Geliştirilen Bir Bilgisayar Programı: YapAn05”, Akademik Bilişim’10, Muğla, 439 (2010)
- [4] F. Arbabi, “Structural Analysis and Behavior”, McGraw-Hill, International Edition 540 (1991)