

ELEKTRONİK TABLOLARDA HEDEF ARAMA

Günay ÖZMEN (*)

1. Giriş

Elektronik Tablo Yazılımları, isimlerinden de anlaşılacağı gibi, tablo (çizelge) biçiminde düzenlenebilen her türlü uygulamada kullanılabilirler. Tüm mühendislik alanlarında da, *Fiat Analizi*'nden *Özel Periyot Hesabı*'na kadar, çeşitli uygulamalarda, tablo biçiminde hesap düzenleri (modeller) yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektronik Tablolar, bu uygulamaların tümünde kullanılabilen ve böylece, gün geçtikçe, mühendislerin vazgeçilmez yardımcısı haline gelmektedirler. Elektronik Tablo yazılımlarının mühendisler tarafından kullanılması, başlangıçta Puantaj, Bordro, Ekonomik Analizler v.b. konularda olmuştur. Daha sonra, özellikle Fiat Analizi, Keşif, Metraj, Hakediş, İş Programları, Kaynak Dağılımı ve Para Akışı gibi alanlarda da kullanım başlamış ve yaygınlaşmıştır. Böylece hem teknik elemanlar hem de yöneticiler, çeşitli konularda özel olarak geliştirilmesi veya sağlanması gereken yazılımlara (veya profesyonel programcılara) bağımlılıktan kurtulmuşlar ve her konuda çabuk ve sağlıklı sonuçları, seçenekleri ile birlikte kolayca elde etme olanağına kavuşmuşlardır. Bilindiği gibi bilimsel araştırmalarda da, trigonometrik veya üstel fonksiyonlar içeren çözümlerden matris yöntemlerine kadar pek çok uygulamada, sayısal sonuçlar tablo biçiminde hesap düzenleri ile elde edilmektedir. Bu tür uygulamalarda da Elektronik Tablo yazılımları başarı ile kullanılabilir, [1], [2], [3], [4], [5].

2. Ardışık Yaklaşım

Bilindiği gibi, bilimsel ve teknik uygulamalarda, lineer olan ve olmayan pek çok problemin çözümü, ardışık yaklaşım yöntemleri ile elde edilmektedir. Elektronik Tabloların *Döngüsel Başvuru* (Circular Reference) ve *Yeniden Hesaplama* (Recalculation) özelliklerinden yararlanarak geliştirilmiş olan *Tek Tablolu* ardışık yaklaşım uygulaması bazı yayınlarda özel olarak irdelenmiş bulunmaktadır, [6], [7].

(*) Prof. Dr., Bilsar A.Ş. İstanbul,
gunayozmen@hotmail.com

Ardışık yaklaşım uygulanmasını gerektiren çözümlerde, genel olarak, aşağıdaki yollardan biri kullanılmaktadır:

1. Newton-Raphson ve benzeri sayısal hesap yöntemleri, [8],
2. Sistemik araştırma,
3. Yaklaşık oranlama,
4. Hedef arama aracı.

Bu çalışmanın amacı, bilimsel ve teknik problemlerin çözümünde özel ve önemli bir yer tuttuğu bilinen, Ardışık Yaklaşım (Sistemik araştırma) uygulamalarının Elektronik Tabloların *Hedef Arama* (Goal Seek) aracı yardımı ile nasıl yapıldığını açıklamak ve bazı örnekler vermektir. Günümüzdeki Elektronik Tablo uygulamalarında hemen sadece *Excel* kullanıldığı için, aşağıdaki açıklamalarda bu yazılımın özellikleri ile ilgili bilgiler verilecektir.

3. Hedef Arama Aracı

Ardışık yaklaşım gerektiren çok değişkenli problemlerde en uygun yöntem, yukarıda belirtilen *Tek Tablolu* uygulamadır. Tek değişkenli problemlerde ise yukarıda sıralanan yollardan herhangi biri başarı ile uygulanabilmektedir, [5]. Bunlar arasında *Hedef Arama* aracının kullanılması hem basitliği, hem de türev alma v.b. herhangi bir başka işleme gerek bırakmaması nedeni ile öne çıkmaktadır.

Hedef arama aracının kullanılabilmesi için önce, *Araçlar* (Tools) menüsünden *Hedef Ara...* (Goal Seek...) komutu seçilir. Bu durumda ekrana Şekil 1'de gösterilen *Hedef Ara* ileti kutusu gelir.



Şekil 1 - Hedef Ara ileti kutusu

Burada

Ayarlanacak Hücre (Set cell): Değeri düzenlenecek hücreyi,

Sonuç hücre (To value): Bu hücrede oluşması istenen değeri,

Değişecek hücre (By changing cell): Bu değeri oluşturmak için kullanılacak hücreyi

göstermektedir. *Ayarlanacak Hücre*'de bir formül, diğer hücrelerde de sayısal değerler bulunmalıdır. İleti kutusu gereken biçimde doldurulduktan sonra Tamam düğmesi tıklanır ve işlemlerin yapılması sağlanır.



Şekil 2 - Hedef Arama Durumu ileti kutusu

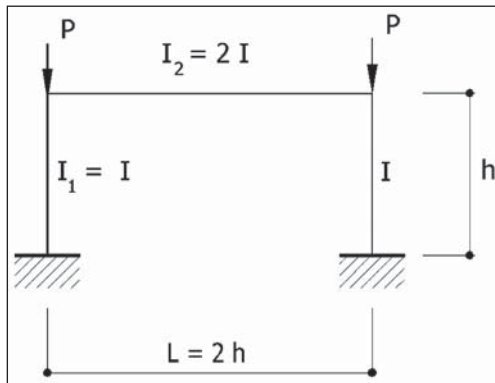
Sağlanan (veya sağlanamayan) çözüm durumu ekrana gelen *Hedef Arama Durumu* (Goal Seek Status) ileti kutusunda gösterilir, (Şekil 2). Genel olarak amaçlanan değere çok yakın bir değer elde edilmiş olmaktadır. Bu durumda yeniden Tamam düğmesine basılarak işlem sona erdirilir. Çok nadir durumlarda istenen çözüm sağlanamayabilir veya bulunan değer tahmin edilenden uzak olur. Bu durumda ileti kutusundaki Adımla düğmesi kullanılabilir. En iyi yöntem başlangıç değerini (*Değiştirilecek hücre*'deki değeri) değiştirerek işlemleri tekrarlamaktır. Böylece, çeşitli ardışık yaklaşım yöntemleri ile nispeten uzunca işlemler sonunda elde edilebilen sonuçlar tek bir işlemle kolayca bulunabilmektedir. Aşağıdaki örneklerde açıklanacağı gibi, Hedef Arama aracı, trigonometrik veya üstel fonksiyonlar içeren denklemlerin çözümünde olduğu kadar, çeşitli işlemler içeren tablo uygulamalarında da kolaylıkla kullanılabilir.

4. Sayısal Örnekler

Bu bölümde iki ayrı örnek üzerinde, Hedef Arama aracının sayısal uygulaması yapılacak ve ayrıntılar açıklanacaktır.

4.1. Örnek 1: Tek Katlı Çerçevenin Burkulma Yüğü

İlk örnek olarak Şekil 3'te gösterilen çerçeveye ait burkulma yükünün hesabı seçilmiştir.



Şekil 3 - Tek katlı çerçeve

Bu çerçeveye ait burkulma yükünün hesabı için

$$F(\alpha) = \frac{\alpha}{\text{tg}(\alpha)} - 6 \frac{I_2 h}{I_1 L} = 0 \quad (1)$$

denkleminin çözülmesi gerekmektedir, [9]. Burada α boyutsuz katsayısı

$$\alpha = h \sqrt{\frac{P}{EI_1}} \quad (2)$$

olarak tanımlanmaktadır. Problemin Elektronik Tablo yardımı ile çözümünü için yapılan hazırlıklar Çizelge 1 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 1

	A	B	C	D	E
1	ÇERÇEVE BURKULMA YÜKÜ				
2					
3	E =	1			
4	I1 =	1	h =	1	
5	I2 =	2	L =	2	
6					
7	P	Alfa	F(Alfa)		
8	1.000	1.000	6.6421		
9					
10					
11				=B8/TAN(B8)+6*B5/B4*D4/D5	
12					
13					
14				=D4*KAREKÖK(A8/(B3*B4))	
15					

Boyutsuz olarak çalışabilmek amacı ile, $E = I_1 = h = 1$ ve $I_2 = L = 2$ olarak seçilmiş bulunmaktadır. Tablonun A8 hücresine, gelişigüzel bir başlangıç değeri olarak $P = 1.0$ değeri yazılmıştır. B8 ve C8 hücrelerine de, sırası ile, (2) ve (1) formüllerinin Elektronik Tabloya aktarılmış biçimleri yazılmış bulunmaktadır. Bu formüllerin ayrıntıları Çizelgenin içine yerleştirilmiş olan açıklama kutularında gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, P burkulma yükü parametresi için gelişigüzel bir değer seçilmiş olduğu için, $F(\alpha)$ sıfır yerine 6.6421 olarak bulunmaktadır.

Burkulma yükü parametresinin değeri Hedef Arama aracı yardımı ile bulunacaktır. Bunun için önce, *Araçlar* (Tools) menüsünden *Hedef Ara...* (Goal Seek...) komutu seçilmiş ve ekrana gelen *Hedef Ara* ileti kutusundaki kutular Çizelge 2'de gösterildiği gibi doldurulmuştur. Tamam düğmesine basıldıktan sonra, Hedef Arama aracının bulunduğu çözüm Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi, $F(\alpha)$ değeri sıfıra çok yakın (0.0002) olarak bulunmaktadır. Bu durumda burkulma yükü parametresi

$$P_k = 7.379 \frac{EI}{h^2}$$

olarak elde edilmektedir.

Çizelge 2

	A	B	C	D	E
1	ÇERÇEVE BURKULMA YÜKÜ				
2					
3	E =	1			
4	I1 =	1	h =	1	
5	I2 =	2	L =	2	
6					
7	P	Alfa	F(Alfa)		
8	1.000	1.000	6.6421		

Hedef Ara

Ayarlanacak Hücre: C8

Sonuç hücre: 0

Değişecek hücre: A8

Tamam İptal

Çizelge 3

	A	B	C	D	E
1	ÇERÇEVE BURKULMA YÜKÜ				
2					
3	E =	1			
4	I1 =	1	h =	1	
5	I2 =	2	L =	2	
6					
7	P	Alfa	F(Alfa)		
8	7.379	2.716	0.0002		

Hedef Arama Durumu

C8 Hücresi ile Hedef Arama bir çözüm buldu.

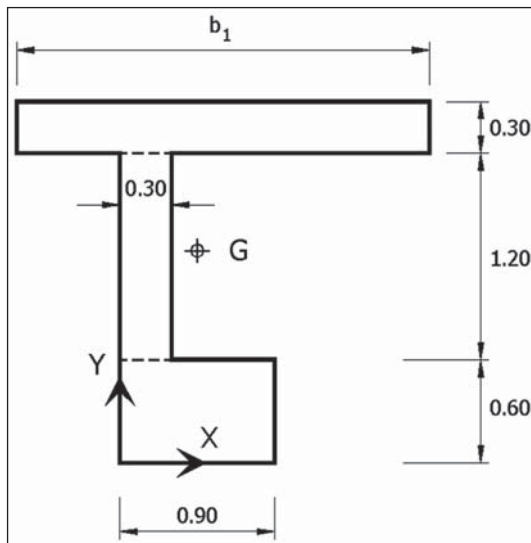
Hedef değer: 0

Geçerli değer: 0.0002

Tamam İptal Adımla Duraklat

4.2. Örnek 2: Atalet Momenti Hesabı

İkinci bir örnek olarak Şekil 4'te gösterilen enkesitin atalet momentinin hesabı seçilmiştir.



Şekil 4 - Çubuk enkesiti

Boyutlar m olarak verilmiştir. Burada, kesitin G ağırlık merkezinden geçen X eksenine göre IX atalet momenti 0.75 m^4 olacak şekilde b_1 genişliğinin tayin edilmesi istenmektedir.

Kesit, şekilde görüldüğü gibi, kesikli çizgilerle 3 adet dikdörtgen parçaya bölünmüştür. Çok sayıda $(b_i \times h_i)$ boyutunda dikdörtgen parçadan oluşan bir kesitin F kesit alanı ile herhangi bir noktada seçilebilen X eksenine göre S_x statik momenti

$$F = \sum b_i h_i \quad (3)$$

$$S_x = \sum b_i h_i Y_i \quad (4)$$

formülleri ile hesaplanmaktadır. Burada b_i , h_i , ve Y_i , sırası ile, i. parçanın X ve Y eksenine doğrultusundaki boyutları ile, parça ağırlık merkezinin ordinatını göstermektedir. Kesitin G ağırlık merkezinin ordinatı

$$Y_G = \frac{S_x}{F} \quad (5)$$

formülü ile hesaplanabilir. Ağırlık merkezinden geçen X eksenine göre atalet momenti de

$$I_x = \sum \frac{b_i h_i^3}{12} + b_i h_i (Y_i - Y_G)^2 \quad (6)$$

formülü ile bulunur, [10]. Problemin Elektronik Tablo yardımı ile çözümü için yapılan hazırlıklar Çizelge 4 üzerinde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, bilinmeyen b_1 değeri için, başlangıç değeri olarak 1.00 seçilmiş bulunmaktadır.

D4 ve E4 hücrelerine, sırası ile, (3) ve (4) formüllerindeki toplam işaretlerinin içlerindeki terimlerin Elektronik Tabloya aktarılmış biçimleri yazılmış bulunmaktadır. Bu formüllerin ayrıntıları Çizelgenin içine yerleştirilmiş olan açıklama kutularında gösterilmiştir. D4 ve E4 hücrelerindeki formüller kopyalanıp alttaki satırlara yapıştırıldıktan sonra, Çizelge 5'te gösterildiği gibi, D ve E kolonlarındaki terimlerin toplamları elde edilmektedir.

Daha sonra Çizelge 6 üzerinde gösterildiği gibi, sırası ile, E9 hücresine (5) formülünün, F4 hücresine de (6) formülündeki toplam işaretinin içindeki terimin Elektronik Tabloya aktarılmış biçimleri yazılır.

Böylece ağırlık merkezinin ordinatı ile, atalet momenti ifadesine ait ilk terimin değeri elde edil-

Çizelge 4

	A	B	C	D	E
1	ATALET MOMENTİ HESABI				
2					
3	b	h	Y	F	SX
4	1.00	0.30	1.95	0.7200	0.5850
5	0.30	1.20	1.20		
6	0.90	0.60	0.30		
7					
8				=A4*B4	
9					=D4*C4
10					

Çizelge 5

	A	B	C	D	E
1	ATALET MOMENTİ HESABI				
2					
3	b	h	Y	F	SX
4	1.00	0.30	1.95	0.3000	0.5850
5	0.30	1.20	1.20	0.3600	0.4320
6	0.90	0.60	0.30	0.5400	0.1620
7					
8	TOPLAMLAR			1.2000	1.1790
9					
10					
11					
12					

Çizelge 6

	A	B	C	D	E	F
1	ATALET MOMENTİ HESABI					
2						
3	b	h	Y	F	SX	IX
4	1.00	0.30	1.95	0.3000	0.5850	0.3752
5	0.30	1.20	1.20	0.3600	0.4320	
6	0.90	0.60	0.30	0.5400	0.1620	
7						
8	TOPLAMLAR			1.2000	1.1790	
9				YG =	0.9825	
10						
11						
12						
13						
14						

Çizelge 7

	A	B	C	D	E	F
1	ATALET MOMENTİ HESABI					
2						
3	b	h	Y	F	SX	IX
4	1.00	0.30	1.95	0.3000	0.5850	0.2831
5	0.30	1.20	1.20	0.3600	0.4320	0.0602
6	0.90	0.60	0.30	0.5400	0.1620	0.2677
7						
8	TOPLAMLAR			1.2000	1.1790	0.6110
9				YG =	0.9825	
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

Çizelge 8

	A	B	C	D	E	F
1	ATALET MOMENTİ HESABI					
2						
3	b	h	Y	F	SX	IX
4	1.56	0.30	1.95	0.4673	0.9112	0.3404
5	0.30	1.20	1.20	0.3600	0.4320	0.0467
6	0.90	0.60	0.30	0.5400	0.1620	0.3626
7						
8	TOPLAMLAR			1.3673	1.5052	0.7497
9				YG =	1.1009	
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

miş olur. F4 hücresindeki formülün kopyalanıp alt satırlara yapıştırılmasından sonra, F kolonundaki terimler toplanarak F8 hücresinde I_x atalet momenti elde edilmiş olur, (Çizelge 7).

Beklendiği gibi, bu değer istenen 0.75 m⁴ değerinden farklıdır. Yine Hedef Arama aracı kullanılır ve ekrana gelen Hedef Ara ileti kutusu Çizelge 7'de gösterilen biçimde doldurulup Tamam düğmesine basılır. Böylece elde edilen sonuç Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi, 4. satırdaki F ve S_x terimleri, 8. satırdaki toplamlar, E9 hücresindeki Y_G değeri ve buna bağlı olarak atalet momenti hesabı ile ilgili tüm terimler değişmiş ve I_x için 0.75 değerine çok yakın bir değer (0.7497) elde edilmiştir. Aranılan çözüm

$$b_1 = 1.54 \text{ m}$$

olarak elde edilmiş bulunmaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, Elektronik Tablolar ile yapılan tek değişkenli ardışık yaklaşım uygulamalarının, Hedef Arama aracı yardımı ile çok pratik olarak nasıl gerçekleştirileceği açıklanmıştır. Bu araç, trigonometrik veya üstel fonksiyonlar içeren denklemlerin çözümünde olduğu kadar, çeşitli işlemler içeren tablo uygulamalarında da aynı kolaylıkla kullanılabilir.

6. Kaynaklar

- [1] Özmen, G., "Yapı Mühendisliğinde Elektronik Tablo Uygulamaları", İnşaat Mühendisliğinde Bilgisayar Kullanımı Sempozyumu, İstanbul, 1988.
- [2] Özmen, G., "İnşaat Mühendisliğinde Elektronik Tablo Uygulamaları", İMO İstanbul Bülten, İstanbul, Kasım-Aralık 1994.
- [3] Özmen, G., "Bilgisayar Destekli Tasarımda Elektronik Tablo Uygulamaları", CAD+ Dergisi, Ocak 1995.
- [4] Özmen, G., "Elektronik Tablolar ile Diferansiyel Denklemlerin Çözümü", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Cilt 4, Sayı 2, Nisan 1995.
- [5] Özmen, G., "İnşaat Mühendisleri için Excel Uygulamaları", Birsan Yayınevi, İstanbul, 2002.
- [6] Özmen, G., "Elektronik Tablolar ile Ardışık Yaklaşım", İnşaat Mühendisliğinde Bilgisayar Kullanımı V. Sempozyumu, İstanbul, Haziran 1996.
- [7] Özmen, G., "Elektronik Tablolar ile Kısmi Diferansiyel Denklemlerin Çözümü", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Cilt 15, Sayı 3, Temmuz 2004.
- [8] Salvadori, M.G. and Baron, M.L., "Numerical Methods in Engineering", Prentice-Hall Inc., New Delhi, 1961.
- [9] Pflüger, A., "Stabilitäts probleme der Elastostatik", Springer-Verlag, Berlin, 1950.
- [10] İnan, M., "Cisimlerin Mukavemeti", Ofset Matbaacılık Ltd. Şti., İstanbul, 1970.