

ACE 2006

7th International Congress on

Advances in Civil Engineering



October 11-13, 2006

BOOK OF ABSTRACTS

EDITORS
ORGANIZING COMMITTEE

Yıldız Technical University
İSTANBUL - TURKEY

Advisory Committee

Metin AYDOĞAN (ITU), Huriye BİLSEL (EMU),
Erol GÜLER (BU), Tuğrul TANKUT (METU),
Yalçın YÜKSEL (YTU) (Congress Chair)

Local Organizing Committee

Şenay ATABAY, Cem AYDEMİR, Tuba BOSTAN, Ali COŞAR, Havvanur KILIÇ,
Ali KOÇAK (Congress Secretary), Orhun KÖKSAL, İsmail ŞAHİN, Nabi YÜZER

Scientific Committee

Abdulrezak N. MOHAMED (EMU), Abdurrahman GÜNER (Tekirdağ Ü.), Ahmet DURMUŞ (KTÜ), Akın ÖNALP (IKU), Alemdar BAYRAKTAR (KTÜ), Alessandro Di GRAZİANO (Catania Ü), Ali KOÇAK (YTÜ), Ali GÜNYAKTI (EMU), Alper İLKİ (İTÜ), Atakan AKSOY (KTÜ), Atilla AKKOYUNLU (BÜ), Aydın EREL (YTÜ), Ayfer ERKEN (İTÜ), Ayhan İNAL (ODTU), Ayşe EDİNÇLİLER (BÜ), B. Sadık BAKIR (ODTÜ), Bihrat ÖNÖZ (ITÜ), Bülent BARADAN (Dokuz Eylül Ü.), Bülent AKBAŞ (Gebze YTE), Cemal EYYUBOV (Erciyes Ü.), Cengiz KARAKOÇ (BÜ), Cengiz DÜNDAR (Çukurova Ü.), Cumhur AYDIN (Atılım Ü.), Darçın AKIN (Gebze YTE), E. Beyhan YEĞEN (İTÜ), Emin GÜÇBİLMEZ (EMU), Emine AĞAR (İTÜ), Ercan YÜKSEL (İTÜ), Erdinç SOYER (EMU), Erdoğan UZGİDER (İTÜ), Ergun GEDİZLİOĞLU (İTÜ), Esin ÖZKAN Çevik (YTÜ), Faruk YÜKSELER (YTÜ), Fevziye AKÖZ (YTÜ), Feyza ÇİNİCİOĞLU (İÜ), Fikret TÜRKER (Akdeniz Ü.), Filiz PİROĞLU (İTÜ), Gökhan BAYKAL (BÜ), Gökmen ERGÜN (BÜ), Gülay ALTAY (BÜ), Güliz BAYRAMOĞLU (İTÜ), Gülten GÜLAY (İTÜ), Güney ÖZCEBE (ODTÜ), Halil ÖNDER (ODTÜ), Halim CEYLAN (Pamukkale Ü.), Halit ÖZEN (YTÜ), Haluk GERÇEK (İTÜ), Hasan YILDIRIM (İTÜ), Hasan KAPLAN (Pamukkale Ü.), Hasan BİRİCİK (İKÜ), Hasan BODUROĞLU (İTÜ), Havvanur KILIÇ (YTÜ), Hayrullah AĞAÇCIOĞLU (YTÜ), Hesham RAKHA (Virgina Tech, ABD), Hikmet Hüseyin ÇATAL (Dokuz Eylül Ü.), Hikmet BAYIRTEPE (Gazi Ü.), Hilmi LUŞ (BÜ), Hulusi ÖZKUL (BÜ), Huriye BİLSEL (EMU), Hüsnü CAN (Gazi Ü.), Işıkhan GÜLER (Yüksel Proje A.Ş.), İ. Kutay OZAYDIN (YTÜ), İ. Özgür YAMAN (ODTÜ), İbrahim EKİZ (YTÜ), İlhan AVCI (İTÜ), İlker ÖZDEMİR (Eskişehir Osmangazi Ünv), İlknur BOZBEY (İÜ), İrfan COŞKUN (YTÜ), İsmail AYDIN (ODTÜ), İsmail ŞAHİN (YTÜ), İsmail DURANYILDIZ (İTÜ), Joern PACHL (IfVE), K.P. GEORGE (The University of Mississippi, ABD), Kadir GÜLER (İTÜ), Kambiz RAMYAR (Ege U.), Kejin WANG (Iowa State University, ABD), Kemal Selçuk ÖĞÜT (İTÜ), Lei YU (Texas Southern University, ABD), M. Emin BİRPINAR (YTÜ), M. Emin ÖCAL (İTÜ), M. Ruhi AYDIN (Eskişehir Osmangazi Ü.), M. Tuğrul ÖZKAN (İTÜ), M. Uğur MÜNGEN (İTÜ), Mehmet Emin KARAHAN (İTÜ), Mehmet Hakkı OMURTAG (İTÜ), Mehmet Ufuk ERGÜN (ODTÜ), Mehmet UYAN (İTÜ), Mehmet BERİLGEN (YTÜ), Melih YANMAZ (ODTÜ), Melike ALTAN (İTÜ), Metin AYDOĞAN (İTÜ), Metin GER (ODTÜ), Metin HÜSEM (KTÜ), Murat KURUOĞLU (İTÜ), Mustafa YILDIRIM (YTÜ), Mustafa ZORBOZAN (YTÜ), Mustafa GÖĞÜŞ (ODTÜ), Mustafa ÖNAL (Gazi Ü.), Mustafa GÜRSOY (YTÜ), Nabi YÜZER (YTÜ), Nadir YAYLA (İTÜ), Nagui ROUPHAİL (North Carolina State University, ABD), Necati AĞIRALİOĞLU (İTÜ), Nesrin YARDIMCI (İTÜ), Nilgün HARMANCIOĞLU (Dokuz Eylül Ü.), Orhan YÜKSEL (Ege Ü.), Orhun KÖKSAL (YTÜ), Perviz AHMEDZADE (Fırat Ü.), Recep İYİSAN (İTÜ), Saadet BERİLGEN (YTÜ), Sedat KAPDAŞLI (İTÜ), Serap KAHRAMAN (Dokuz Eylül Ü.), Serhan TANYEL (Dokuz Eylül Ü.), Sinan HINISLIOĞLU (Atatürk Ü.), Sinan ALTIN (Gazi Ü.), Sönmez YILDIRIM (YTÜ), Sunanda DİSSANAYAKE (Kansas State University, ABD), Süreyya TAYFUR (İSFALT A.Ş.), Syed Tanvir WASTİ (ODTÜ), Talat BİRGÖNÜL (ODTÜ), Tuba BOSTAN (YTÜ), Tuğrul TANKUT (ODTÜ), Turan ÖZTURAN (BÜ), Turgut ÖZTÜRK (İTÜ), Tülay AKSU (İTÜ), Yalçın YÜKSEL (YTÜ), Yaşar UĞUR (Erciyes Ü.), Yeşim ÇELİKOĞLU (YTÜ), Yılmaz AKKAYA (İTÜ), Zalihe NALBANTOĞLU (EMU), Zekai CELEP (İTÜ), Zekai ANGIN (KTÜ), Zekeriya POLAT (YTÜ), Zeki HASGÜR (İTÜ), Zübeyde ÖZTÜRK (İTÜ)

KEYNOTE PAPERS

1 APPLICATIONS OF A NEURAL NETWORK TO PREDICT WAVE OVERTOPPING AT COASTAL STRUCTURES.....1
Jentsje W. van der MEER, Marcel R.A. van GENT, Beatriz POZUETA, Hadewych VERHAEGHE, Gosse-Jan STEENDAM, Josep R. MEDINA

2 WAVE TRANSMISSION AT LOW-CRESTED STRUCTURES, INCLUDING OBLIQUE WAVE ATTACK.....12
Jentsje w. Van der MEER, Rıccardo BRIGANTI, Baoxıng WANG, Barbara ZANUTTIGH

3 BETTER MATERIALS FOR SAFER STRUCTURES FIRE RESISTANCE OF ULTRA HIGH-PERFORMANCE CONCRETES 23
Pietro G. GAMBAROVA

4 UNDERSTANDING AND ASSESSMENT OF DEBONDING FAILURES IN FRP-CONCRETE SYSTEMS 39
Oral BÜYÜKÖZTÜRK, Tzu-Yang YU

5 NEW PUBLIC TRANSIT OPERATIONS PLANNING CONCEPTS.....60
Avishai (Avi) CEDER

6 GREEN HIGHWAYS: STRATEGY FOR RECYCLING MATERIALS FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION PRACTICES 91
Tuncer B. EDİL

PAPERS BY SPONSORS

1 EL MEK NIMIR KÖPRÜSÜ PROJESI - KHARTOUM, SUDAN.....113
Yapı Merkezi Ağır İnşaatlar Grubu

2 THE NEED OF NONLINEAR ANALYSIS FOR STRUCTURAL DESIGN AND ASSESSMENT 123
Max A.N. HENDRIKS

3 URBAN TRASNFORMATION IN *KÜÇÜKÇEKMECE*, ISTANBUL.....134
Aziz YENİAY

4	ace06-302	GENETİK ALGORİTMALARDA BAZI PARAMETRELERİN ETKİSİ.....494 *Tayfun DEDE, Serkan BEKİROĞLU, Yusuf AYVAZ*
5	ace06-303	BETONARME YAPILARIN LİNEER OLMAYAN DAVRANIŞININ MODELLENMESİ.495 *Tayfun DEDE, Hakan ÇELİK, Serkan BEKİROĞLU*
6	ace06-305	OUT OF PLANE PERFORMANCE OF CONFINED MASONRY WALLS WITH DIFFERENT TIE-COLUMN CONFIGURATIONS.....496 *Ali URAL, Adem DOĞANGÜN*
7	ace06-519	REMEDIATION AND SAFETY MONITORING OF A BRIDGE ABUTMENT SLOPE.....497 *Robert LIANG, Shuyu LIU*
8	ace06-554	TARİHİ SAPANCA RAHİME SULTAN CAMİİ DİNAMİK DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ.....498 *Zeki ÖZCAN, Pelin YILMAZ*
9	ace06-557	1999 DEPREMLERİ IŞIĞINDA FAYA YAKIN KÖPRÜLERİN SİSMİK ANALİZİ.....499 *Fevzi SARITAŞ, Zeki HASGÜR*

Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi,11-13 Ekim 2006
Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Genetik Algoritmalarda Bazı Parametrelerin Etkisi

Tayfun Dede, Serkan Bekiroğlu, Yusuf Ayvaz
Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

Öz

Genetik algoritmalar yapay zekânın gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere evrimsel hesaplama olan genetik algoritma Darwin'in evrim teorisinden esinlenerek oluşturulmuştur Herhangi bir problemin genetik algoritmayla çözümü, problemi sanal olarak evrimden geçirmek suretiyle yapılmaktadır. Genetik algoritmada her bir çözüm sanal bir birey, çözümler kümesi ise popülasyon olarak adlandırılmaktadır. Genetik algoritma ile bir problem çözülürken kullanılan birçok parametre vardır. Bu parametreler arasında çaprazlama ve mutasyon operatörü sık kullanılan iki önemli parametredir. Çaprazlama operatörü, genetik algoritmada üretilen bir önceki bireylerden daha iyi bireyler oluşturmak amacıyla yürütülür. Mutasyon operatörü ise çözüm aşamasında erken yakınsamayı önlemek için kullanılır. Çaprazlama ve mutasyon operatörü belirli oranlarda uygulanarak bu operatörlerin çözüm sürecine etkisi bu çalışmada araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada popülasyon hacmi ve ceza katsayısı gibi bazı parametrelerin de çözüm sürecine etkisi literatürden alınan örnekler üzerinde incelenmiştir. Popülasyon hacmi problemin çözüm sürecini etkilerken, ceza katsayısı ise problemin sınırlayıcılarını dikkate alan ceza fonksiyonlarını değiştirmektedir. Problemlere göre farklı değerler alabilen ceza katsayılarının nasıl belirleneceği tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen genetik algoritma parametrelerinin çözüm sürecine etkisini araştırmak için FORTRAN programlama dilinde bir genetik algoritma programı kafes sistemler için geliştirilmiştir. Çaprazlama oranı, mutasyon oranı, birey sayısı ve ceza katsayısı gibi parametrelerin değiştirilebilmesine olanak tanıyan bu program birçok defa koşturulmuştur.

Anahtar sözcükler: Genetik algoritma, Kafes sistemler, Popülasyon hacmi, Ceza katsayısı, Mutasyon oranı, Çaprazlama oranı.

Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi,11-13 Ekim 2006
Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Genetik Algoritmalarda Bazı Parametrelerin Etkisi

Tayfun Dede, Serkan Bekiroğlu, Yusuf Ayvaz
Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

Öz

Genetik algoritmalar yapay zekânın gittikçe genişleyen bir kolu olan evrimsel hesaplama tekniğinin bir parçasını oluşturmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere evrimsel hesaplama olan genetik algoritma Darwin'in evrim teorisinden esinlenerek oluşturulmuştur Herhangi bir problemin genetik algoritmayla çözümü, problemi sanal olarak evrimden geçirmek suretiyle yapılmaktadır. Genetik algoritmada her bir çözüm sanal bir birey, çözümler kümesi ise popülasyon olarak adlandırılmaktadır. Genetik algoritma ile bir problem çözülürken kullanılan birçok parametre vardır. Bu parametreler arasında çaprazlama ve mutasyon operatörü sık kullanılan iki önemli parametredir. Çaprazlama operatörü, genetik algoritmada üretilen bir önceki bireylerden daha iyi bireyler oluşturmak amacıyla yürütülür. Mutasyon operatörü ise çözüm aşamasında erken yakınsamayı önlemek için kullanılır. Çaprazlama ve mutasyon operatörü belirli oranlarda uygulanarak bu operatörlerin çözüm sürecine etkisi bu çalışmada araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada popülasyon hacmi ve ceza katsayısı gibi bazı parametrelerin de çözüm sürecine etkisi literatürden alınan örnekler üzerinde incelenmiştir. Popülasyon hacmi problemin çözüm sürecini etkilerken, ceza katsayısı ise problemin sınırlayıcılarını dikkate alan ceza fonksiyonlarını değiştirmektedir. Problemlere göre farklı değerler alabilen ceza katsayılarının nasıl belirleneceği tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen genetik algoritma parametrelerinin çözüm sürecine etkisini araştırmak için FORTRAN programlama dilinde bir genetik algoritma programı kafes sistemler için geliştirilmiştir. Çaprazlama oranı, mutasyon oranı, birey sayısı ve ceza katsayısı gibi parametrelerin değiştirilebilmesine olanak tanıyan bu program birçok defa koşturulmuştur.

Anahtar sözcükler: Genetik algoritma, Kafes sistemler, Popülasyon hacmi, Ceza katsayısı, Mutasyon oranı, Çaprazlama oranı.

Giriş

Genetik algoritma, evrim mekanizmasını kullanan bir stratejidir (Goldberg, 1999). 1960'lı yıllarda ortaya çırakılan evrimsel hesaplama tekniği araştırmacıların ilgisini çekmiş ve geliştirilmiştir. John Holland, evrim sürecinin bir bilgisayar yardımı kullanılarak bilgisayara anlayamadığı çözüm yöntemlerini öğretilebileceğini düşünmüştür (URL). Genetik algoritma böylece John Holland tarafından bu düşüncenin sonucu olarak bulunup onun öğrencileri ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacılar genetik algoritmayı kullanarak çeşitli görevleri yerine getiren programlar geliştirip bu yönteme genetik programlama adını vermişlerdir.

Genetik algoritmanın esası en iyinin hayatta kalmasına ve adaptasyonuna dayanmaktadır. Ancak diğer yöntemlerde de olduğu gibi genetik algoritma en iyi çözümü vereceğini garanti edememektedir. Buna karşın genetik algoritmaların bulduğu çözümler diğer yöntemlerin çözümüne göre daha pratiktir. Genetik algoritmalar, problemin amaç fonksiyonu için fazla bilgiye gereksinim duymazlar. Probleme çözüm olabilecek bireylerden oluşan bir topluluk üzerinde bir takım operatörler gerçekleştirerek sonuç bulur. Genetik operatörler, bireyler arasında bilgi iletişimini sağlayan planlardır. Topluluk içerisindeki her birey bir seri karakterin oluşturduğu dizilerle ifade edilir.

Basit olarak genetik algoritma 3 kısımdan oluşur. Birinci kısım tasarım değişkenlerinin kodlanması, ikinci kısım her bir bireyin uyumluluğunun araştırılması ve üçüncü kısım ise yeni çözümler bulmak için genetik operatörlerin uygulanmasıdır. Başlangıç topluluğunu oluşturan bireyler bilgisayar yardımıyla rasgele seçilir. Bir bireyin uyumluluğu, bireyin amaç fonksiyonu ve sınırlayıcılar arasındaki dengesiyle ifade edilir. Yani, birey amaç fonksiyonu için çalışırken sınırlayıcıları ihlal etmemelidir.

Genetik algoritmalar başlıca 3 operatörden oluşur. Bunlar, kopyalama, çaprazlama ve mutasyon operatörleridir. Bu operatörler problemin hassasiyetine göre belirli bir oranda kullanılmaktadır. Kopyalama işlemi uyumluluğu yüksek olan bireylerin, oluşturulacak olan yeni topluluğa değiştirilmeden aktarılmasıdır. Bu düşünce Darwin'in doğal seçim ilkesinden esinlenerek ortaya atılmıştır (Bungay, 2000). Kopyalamadan sonraki adım çaprazlama ve mutasyon operatörlerini, kopyalamayla oluşturulan topluluğa uygulayarak yeni bir topluluğu oluşturmaktır. Çaprazlama işlemi, belirli bir oranda uygulanarak, topluluktaki bireyler yerine yeni bireyler yaratmak için kullanılırlar. Bunun için toplumdaki bireyler rasgele eşleştirilir. Eşlerin çaprazlama operatörünün tipine göre bir veya daha fazla parçası karşılıklı olarak değiştirilir. Değişim sonucu oluşan yeni birey eski bireyin çocukları olarak tanımlanır. Çaprazlama işleminden sonra topluluktaki birey sayısının değişmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü amaç birey sayısını artırmak yada azaltmak değil yeni bireylerin topluma kazandırılmasıdır. Literatürde, mutasyon oranının düşük olması vurgulanmıştır. Çünkü mutasyon, topluluktaki bireylerin çözüme erken gitmesini önlerken hiç çözüm bulunmamasına da sebep olabilmektedir. Mutasyon, bireyi oluşturan tasarım değişkenlerinin rasgele değiştirilmesidir. Mutasyon sayesinde iyi uyumlu bir birey elde edilirken, çözüme yakınsayan iyi uyumlu bir birey de topluluktan atılabilir. Bu durum mutasyonun en büyük dezavantajıdır. Mutasyon bir topluluktaki en iyi bireyi topluluktan dışarı atabileceği için bazı araştırmacılar mutasyonun kullanılmamasını, en azından kullanıldığı takdirde kullanılma oranının çok düşük alınması gerektiğini belirtmektedirler.

Genetik algoritmada bir bireyin görevi, genetik doğadaki bir kromozoma benzetilebilir. Bireyler literatürde genellikle ikilik kodlama sistemiyle oluşturulmuştur. Bu çalışmada ise değer kodlaması daha uygun görülmüştür. Örneğin, 30 tasarım değişkenine ve 6 elemana sahip bir optimizasyon probleminde bir birey 5 8 30 19 21 3 şeklinde ifade edilebilir. Burada 5, yapıyı oluşturan birinci elemanın 5 no'lu tasarım değişkeninden oluştuğunu gösterir. Diğer sayılar 8, 30, 19, 21 ve 3 sırasıyla yapıyı oluşturan 2., 3., 4., 5. ve 6. elemanların 8, 30, 19, 21 ve 3 no'lu tasarım değişkenlerinden oluştuğunu gösterir. Genetik algoritma, optimizasyon sürecine başlayabilmek için bir başlangıç nesline gerek duyar. Bu başlangıç nesli bilgisayar tarafından rasgele belirlenir. Başlangıç neslinin kötü bireylerden oluşması durumunda optimum tasarımı bulmak için bilgisayar tarafından yapılacak iterasyon sayısı (nesil sayısı) çok fazla olacaktır. Bu yüzden başlangıç neslinin iyi seçilmesi önemlidir.

Mühendislikte bir çok optimizasyon problemi için, sınırlayıcıların dikkate alınması oldukça önemlidir. Oysa genetik algoritma sınırlayıcılarla çalışmaz. Sınırlayıcıları dikkate almak için ceza fonksiyonlarını kullanır. Ceza fonksiyonları sınırlayıcılar ile amaç fonksiyonunu birleştirerek problemi sınırlayıcısız bir hale dönüştürür. Bireyler, öncelikle amaç fonksiyonunda değerlendirilmeye alınıp sınırlayıcılar tarafından kontrol edilir. Eğer bireyler sınırlayıcıları ihlal etmemişse bireyin ceza fonksiyonu ve amaç fonksiyonu aynı değeri alır. Eğer sınırlayıcılar ihlal edilmişse, çözümler uygun olmayıp bireyin ceza fonksiyonunun değeri anlamsız bir sayı olur. Bu durumda anlamlı ifadeler ortaya koymak için genellikle ceza fonksiyonları kullanılır. Amaç fonksiyonunun, ceza fonksiyonlarıyla birleştirilmiş haline cezalandırılmış amaç fonksiyonu adı verilir.

Genetik Algoritma ile Kafes Sistemlerin Boyutlandırılması

Yapının toplam ağırlığını minimuma indirgemek için yapı elemanlarının olabildiğince en küçük kesit alanına sahip çelik profillerden oluşturulması hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda, ρ birim hacim ağırlığı, L çubuk boyunu, A çubuk enkesit alanını ve W yapı ağırlığını göstermek üzere minimum yapı ağırlığı

$$W_{\min} = \sum_{i=1}^{n} \rho(L.A)_i \tag{18}$$

bağıntısıyla verilmektedir. Minimum ağırlığı elde etmek için sınırlayıcıların ihlal edilmemesi gerekmektedir. δ_i düğüm noktasının yerdeğiştirmesini, δ_u müsaade edilen maksimum yerdeğiştirmeyi, σ elemanda oluşan gerilmeyi, σ_u müsaade edilen maksimum gerilmeyi göstermek üzere sınırlayıcılar

$$\delta_i \le \delta_u \qquad i = 1,...,k \tag{19}$$

$$\sigma_j \le \sigma_u \qquad j = 1,...,n \tag{20}$$

bağıntılarıyla dikkate alınmaktadır. Burada 'k' yerdeğiştirme yapabilen nokta, 'n' ise eleman sayısıdır. Sınırlayıcıların ihlal edilmesi durumunda ceza fonksiyonunun belirlenebilmesi için sınırlayıcıların normalize edilmiş formları aşağıdaki gibi verilmektedir. Gerilme sınırlayıcıları çekme çubukları için, σ_{em} çekme emniyet gerilmesini göstermek üzere

$$g_i(x) = \frac{\sigma_i}{\sigma_{em}} - 1 \le 0 \qquad i = 1,...,k \tag{21}$$

şeklinde, basınç çubukları için, σ_{bem} basınç emniyet gerilmesini göstermek üzere

$$g_i(x) = \frac{\sigma_i}{\sigma_{bem}} - 1 \le 0 \qquad i = 1,...,n \tag{22}$$

şeklinde yazılabilmektedir. Yerdeğiştirme sınırlayıcıları ise

$$g_i(x) = \frac{\delta_i}{\delta_u} - 1 \le 0 \qquad i = 1,...,k \tag{23}$$

şeklinde yazılabilmektedir. Sınırlayıcılar yukarıda belirtilen şekilde dönüştürüldükten sonra sınırlayıcıların ihlal edilme katsayıları

$$c_i = g_i(x) \qquad g_i(x) > 0 \qquad \text{ise} \tag{24}$$

$$c_i = 0 \qquad g_i(x) \le 0 \qquad \text{ise} \tag{25}$$

bağıntılarıyla hesaplanmaktadır. Bir bireyin ceza fonksiyonu, C, o bireye ait ihlal edilme katsayılarının toplanmasıyla, m sınırlayıcı sayısını göstermek üzere

$$C = \sum_{i}^{m} c_i \tag{26}$$

bağıntısıyla belirlenmektedir. Yapı ağırlığı ve ceza fonksiyonuna bağlı olarak cezalandırılmış amaç fonksiyonu, P sınırlayıcıların veya yapı toplam ağırlığının önemini artıran, problemden probleme farklı değerler alabilen bir katsayıyı göstermek üzere

$$\phi(x) = W(x).[1 + P.C] \tag{27}$$

bağıntısıyla belirlenmektedir. Cezalandırılmış amaç fonksiyonundan yararlanarak bir bireyin kopya sayısını bulmak için bireylerin uyum dereceleri

$$F_i = (\phi(x)_{\max} + \phi(x)_{\min}) - \phi(x)_i \tag{28}$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Bireylerin uyum dereceleri bulunduktan sonra o bireyden eşleşme havuzuna kaç adet alınacağı uyum faktörlerinin, F_c, alacağı değere bakılarak belirlenir. F_i, i. bireyin uyum derecesini ve n toplam birey sayısını göstermek üzere, bireylerin ortalama uyum dereceleri, F_{ort} ve uyum faktörü, F_c sırasıyla,

$$F_{ort} = \sum F_i / n \tag{29}$$

$$F_c = F_i / F_{ort} \tag{30}$$

bağıntılarıyla belirlenmektedir. Bu formüllerle uyum faktörleri bulunup elde edilen sayı en yakın tamsayı değerine çevrildiğinde elde edilen tamsayı ilgili bireyin kopya sayısı olmaktadır. Uyum faktörü 0,5 ve daha yukarı olan bireyler eşleşme havuzuna alınırken bu değerden küçük olanlar alınmazlar. Yani, uyum faktörü 0,5'den küçük olan bireyler toplumdan dışlanırlar. Yukarıdaki adımlar her birey için tekrarlanarak genetik algoritma süreci devam ettirilir. Bu süreç sonunda, başlangıçta kullanıcı tarafından belirlenen yakınsama elde edildiğinde ve aynı zamanda bulunan çözümler sınırlayıcıları ihlal etmemişse bu çözüm optimum çözüm olarak kabul edilir.

Çelik Çubukların Gerilme Tahkiki

Çekme çubuklarında elemanda oluşan gerilmenin müsaade edilen emniyet gerilmesini aşıp aşmadığı araştırılırken basınç çubuklarında ayrıca eksenel stabilite yani burkulma hesabı yapılmaktadır. Boyuna doğrultuda çekme kuvveti taşıyan elemanlara çekme çubuğu denir. Çekme çubuklarında gerilme denetimi, A, çubuğun enkesit alanını, N, çubukta oluşan çekme kuvvetini, σ_a ise çeliğin akma gerilmesini göstermek üzere,

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{çem} \tag{1}$$

bağıntısıyla yapılmaktadır.Çekme emniyet gerilmesi ($\sigma_{çem}$) faydalı enkesitte en fazla $\sigma_{çem} \leq 0{,}6\,\sigma_a$ olmalıdır. Basınç çubukları daha çok negatif (-) gerilmelerin hakim olduğu taşıyıcı elemanlardır. Basınç çubuklarının burkulması çelik malzemede dayanım sınırının aşılması ile değil stabilitesinin bozulmasıyla oluşur. Dolayısıyla burkulma stabilite problemidir (İnan, 1996). S_k çubuk elemanın burkulma boyunu, I atalet momentini, i atalet yarıçapını , E elastisite modülünü, σ_a akma sınırı gerilmesini, σ_e elastik gerilmeyi, σ_{kr} kritik gerilmeyi ve λ narinliği göstermek üzere burkulma hesabında aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \tag{2}$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i} \tag{3}$$

$$\sigma_{kr} = \sigma_a - \sigma_e = \sigma_a - \frac{\sigma_a^{\,2}}{4\pi^2 E}\lambda^2 \tag{4}$$

Burkulmanın elastik veya plastik bölgede olduğuna karar vermek için aşağıdaki bağıntı (5) yardımıyla plastik narinlik sınırı yani kritik narinlik hesaplanmaktadır.

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_a}} \tag{5}$$

Kullanılacak olan basınç emniyet gerilmeleri plastik narinlik sınırına bağlı olarak aşağıdaki formüllerden hesaplanmaktadır.

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{ise;} \qquad \sigma_{bem} = \frac{\sigma_{kr}}{n} = \sigma_a \left[\frac{1 - \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda}{\lambda_p}\right)^2}{n} \right] \tag{6}$$

$$\lambda > \lambda_p \quad \text{ise;} \qquad \sigma_{bem} = \frac{\sigma_a}{2n} = \frac{2}{5}\pi^2 \frac{E}{\lambda^2} \tag{7}$$

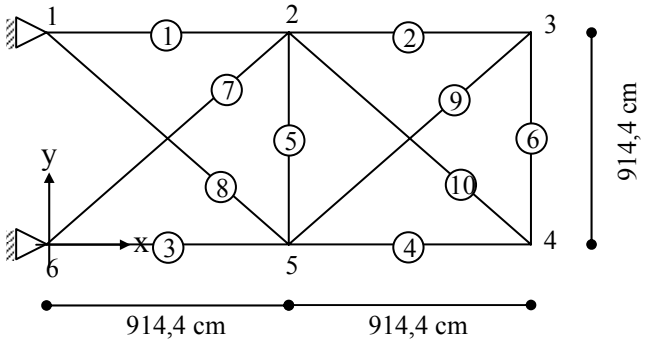
Yukarıdaki bağıntılardaki 'n' burkulma hesabında emniyet katsayısı olup aşağıdaki bağıntılardan hesaplanmaktadır (TS 648).

$$\lambda < 20 \quad \text{ise;} \qquad n = 1{,}67$$

$$\lambda_p \geq \lambda \geq 20 \quad \text{ise;} \qquad n = 1{,}5 + 1{,}2\left(\frac{\lambda}{\lambda_p}\right) - 0{,}2\left(\frac{\lambda}{\lambda_p}\right)^3 \geq 1{,}67 \tag{8}$$

10 Çubuklu Düzlem Kafes Sistem

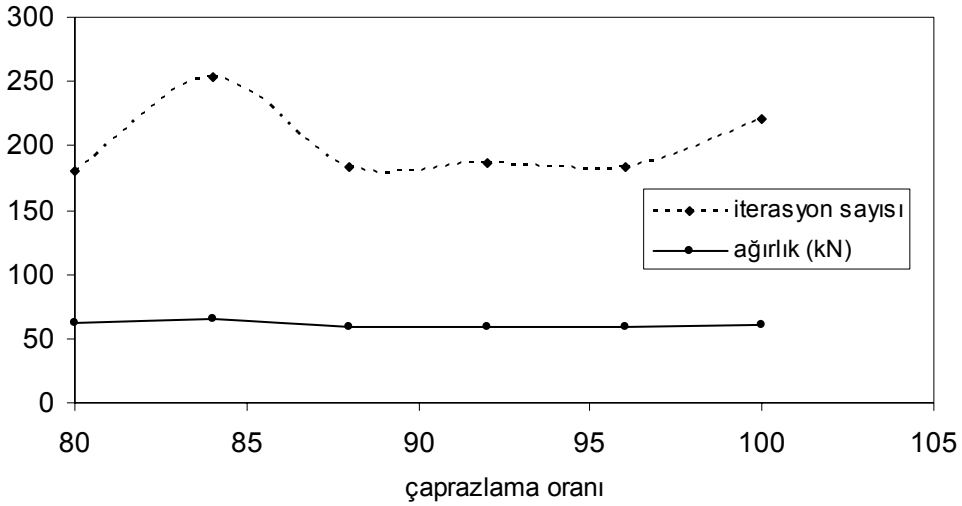
Şekil 1'de gösterilen sistemde müsaade edilen maksimum yerdeğiştirme, bütün düğüm noktaları için her iki doğrultuda 5,08 cm (2,0 inç) olup, uygulanan dış yükler 4 ve 5 nolu düğüm noktalarında negatif y yönünde 444,8 kN (100 kips)'dur. Elastisite modülü E=206850 Mpa ($30x10^6$ psi), malzeme birim hacim ağırlığı ρ=0,076 N/cm^3 (0,28 lb/in^3), çekme çubukları için emniyet gerilmesi σ = 172,375 Mpa (25 ksi) olarak dikkate alınmıştır. Çözüm aşamasında kullanılan çelik eleman enkesit alanları 10,45; 13,74; 14,26; 15,16; 17,10; 18,79; 20,52; 24,71; 30,19; 35,74; 39,74; 45,68; 53,23; 58,90; 66,45; 75,48; 87,10; 90,97; 99,35; 110,32; 123,23; 136,13; 143,87; 149,68; 158,71; 165,16; 170,97; 181,94; 187,74; 197,42; 206,45; 216,13 cm^2 ve bu alanlara ait atalet yarı çapları ise sırasıyla 2,01; 1,99; 1,20; 1,08; 1,22; 1,46; 1,36; 2,54; 3,23; 3,25; 3,20; 4,09; 4,11; 5,13; 5,16; 5,18; 4,55; 5,28; 5,64; 5,33; 7,67; 7,72; 6,63; 7,75; 7,47; 7,80; 9,40; 7,85; 9,42; 7,39; 9,47; 6,15 cm'dir.



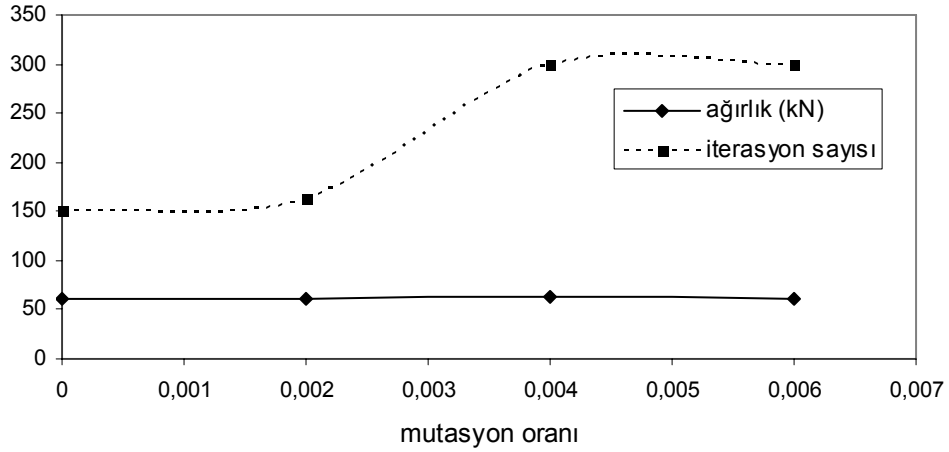
Şekil 1 On çubuklu düzlem kafes sistem.

Geliştirilen genetik algoritma programı; daha az ağırlıklı bir sistem elde edilmesi için birkaç kez koşturulması sonucunda W=58,404 kN'luk bir çözüm elde edilmiştir ki bu sonuç Groenwold ve diğ. (1999)'nin çalışmasında verilenden (W=65,859 kN) daha küçüktür.

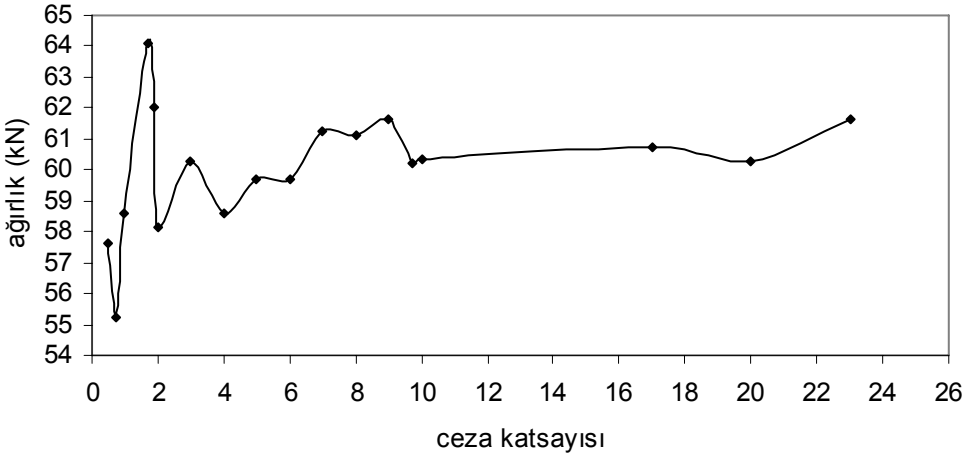
Bu sistem ayrıca çaprazlama oranı, mutasyon oranı ve ceza katsayısı parametrelerinin çözüm aşamasına etkisini göstermek için değişik çaprazlama oranı, mutasyon oranı ve keyfi ceza katsayıları için koşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmektedir. Şekil 2'den görüldüğü gibi çaprazlama oranının değiştirilmesi sistem ağırlığının değişmesinde pek etkili olamamıştır. Ancak iterasyon sayısı değişmiştir. Çaprazlama operatörünün verimli olması bir bakıma mevcut bireylerinde uyum derecelerinin yüksek olmasına bağlıdır. Şekil 3'den görüldüğü gibi mutasyon operatörü de çaprazlama oranı gibi sistem ağırlığının değişmesinde pek etkin olamamıştır. Ancak bu operatörlerin etkisi çok sayıda elemana sahip olan yapılarda daha iyi görülebilir. Ceza katsayısının nasıl belirleneceği daha önce de belirtildiği gibi kesin değildir. Bu çalışmada keyfi değerler alınarak program birçok defa koşturulmuştur. Şekil 4'den görüldüğü gibi elde edile sonuçlara bakıldığında sistem ağırlığının ceza katsayısına bağlı olarak değiştiği ancak probleme özgü hangi değere sahip olması gerektiği kesin olarak belli değildir. Bu katsayılar bireyler arasında çözüm aşamasında iyi bireylerin ortaya çıkmasında kıyaslama yaparken aktif olmaktadır. Bu yüzden aynı problemin farklı ceza katsayıları için de koşturulmasında fayda vardır. Genetik parametrelerin daha iyi araştırılabilmesi için aşağıda 60 çubuklu sistem ele alınmıştır.



Şekil 2 İterasyon sayısının ve ağırlığın çaprazlama oranı değişimi



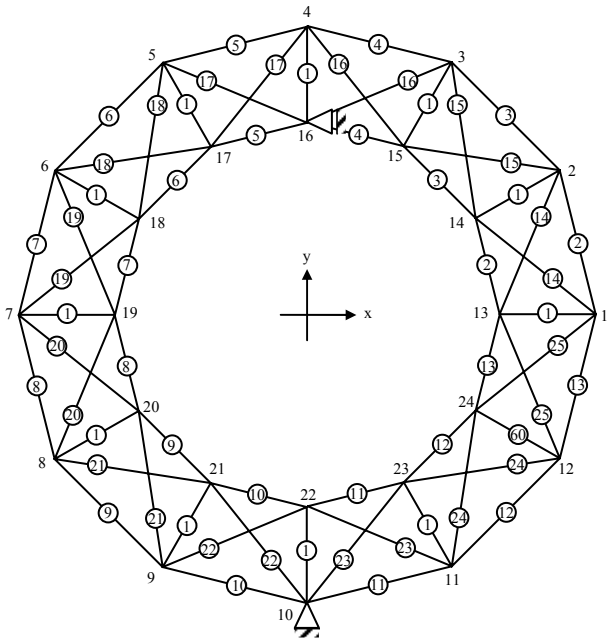
Şekil 3 İterasyon sayısı ve ağırlığın mutasyon oranı değişimi.



Şekil 4 Ağırlığın ceza katsayısı ile değişimi.

60 Çubuklu Düzlem Kafes Sistem

Barbosa ve Lemonge (2003)'nin yaptıkları çalışmadan alınan ve Şekil 5'de gösterilen 60 çubuklu sistem için müsaade edilen maksimum yerdeğiştirme, 4, 13 ve 19 nolu düğüm noktalarında her iki doğrultuda sırasıyla 4,445; 5,715 ve 6,895 cm, elastisite modülü E=68950 Mpa, malzeme birim hacim ağırlığı ρ=0,0271 N/cm^3 (0,1 lb/in^3), emniyet gerilmesi σ = 413,7 Mpa (60 ksi) olarak dikkate alınmıştır. 3 farklı yükleme durumuna maruz bırakılan bu sistem birey sayısı artımının çözüm aşamasına etkisini göstermek amacıyla burkulmasız tasarlanıp farklı birey sayıları için çözülmüştür. Yükleme durumları Tablo 1'de verilmektedir. Enkesit alanları sürekli olup en küçüğü 3,23 cm^2 (0,5 in^2) olarak dikkate alınmıştır. Eleman üzerindeki numaralar grup numaralarını göstermektedir.

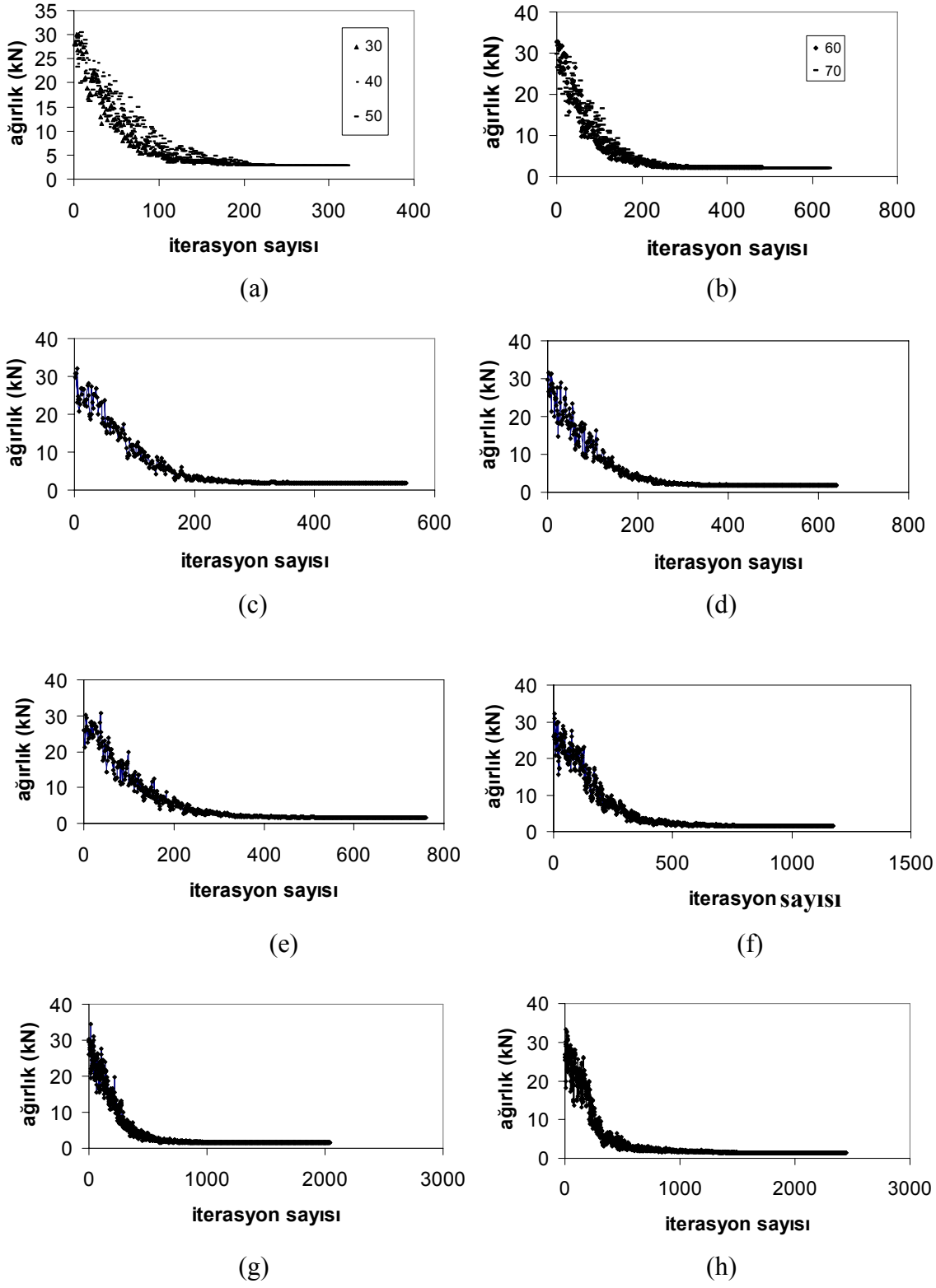


Şekil 5 60 çubuklu sistem.

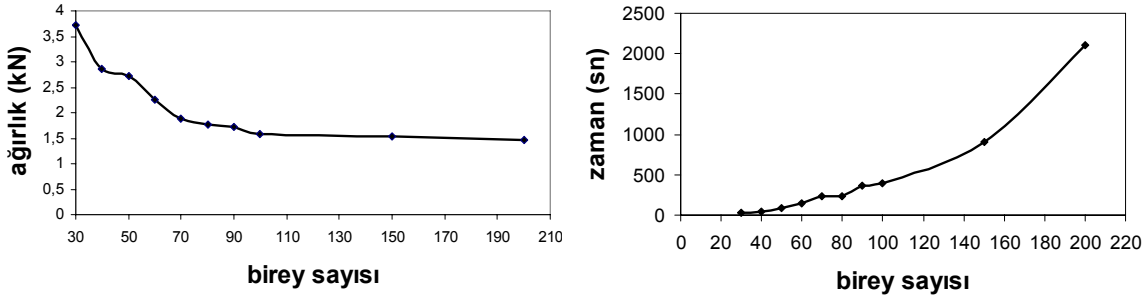
Tablo 1 Yükleme durumları.

Yük grubu	Düğüm noktası	Fx (kN)	Fy (kN)
I	1	-44,48	0,00
	7	40,03	0,00
II	15	-35,58	13,34
	18	-35,58	13,34
III	22	-88,96	44,48

Şekil 6'da birey sayısı artımının çözüm aşamasına etkisi gösterilmektedir. Birey sayısı 30, 40 ve 50 iken (Şekil 6-a) sistem ağırlığı 2,710 kN, birey sayısı 60, 70 (Şekil 6-b) iken 1,883 kN bulunmuştur. Bulunan bu değerler bir çözümdür. Ancak erken yakınsama sonucu elde edilen çözüm oldukları birey sayısının artımı sonucu daha az ağırlıklı çözüm elde edilişinden anlaşılmaktadır. Birey sayısının daha yüksek alınması sonucu daha da az ağırlıklı çözümler elde edilebilmiştir. Şekil 6 (c), (d), (e) ve (f)'de sistem ağırlığı 1,765 kN'dan 1,538 kN'a düşürülebilmiştir. Birey sayısının 200 alınması sonucu sistem ağırlığı 1,458 kN ve birey sayısının 300 alınması sonucu sistem ağırlığı 1,379 kN'a kadar düşürülebilinmiştir. Bu durum birey sayısı artırıldığında genetik algoritmanın daha etkin bir araştırma yapabileceğini yani daha geniş bir çözüm havuzunu daha az ağırlıklı bir çözüm bulabilmek için araştırdığını göstermektedir. Şekil 6'daki sonuçlar göstermektedir ki birey sayısı az olsa dahi bir çözüm bulunabileceği ancak bu çözümlerin optimum çözüm olma olasılığı düşük, birey sayısının yüksek alınması durumunda ise bulunan çözümün optimum sonuçlara yakın olma olasılığı oldukça yüksektir. Şekil 7 (a)'da, Şekil 6'da verilen sistem ağırlıklarının artan birey sayısına bağlı olarak azaldığı daha net olarak gösterilmektedir. Ancak birey sayısı artınca doğal olarak çözüm süreci artacaktır (Şekil 7-b).



Şekil 6 Birey sayısı artımının çözüm sonucuna etkisi: (a) 30-40-50 birey için, (b) 60-70 birey için, (c) 80 birey için, (d) 90 birey için, (e) 100 birey için, (f) 150 birey için, (g) 200 birey için ve (h) 300 birey için.



(a) (b)

Şekil 7 Birey sayısının (a) sistem ağırlığına ve (b) çözüm sürecine etkisi

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda görülmüştür ki genetik algoritma ile daha iyi bir sonuç bulabilmek için büyük bir çözüm havuzunu taramak gerekir. Bu ise diğer parametrelere göre daha çok birey sayısının yüksek alınması ile sağlanabilir. Aksi halde sonuçlar bulunacak olmasına rağmen bulunan çözümler yerel yakınsama sonucu ortaya çıkan ekonomik olmayan sonuçlar olacaktır. Çaprazlama oranı, mutasyon oranı ve ceza katsayısı gibi parametrelerde çözüm aşamasına etkimektedir. Ancak bunlar mevcut bireyler üzerinden işlemler yaptıkları için bunların etkinliği mevcut bireylerin iyi olup olmamasına bağlıdır. Bu parametrelerin kabiliyeti geliştirilerek (akıllı mutasyon v.b) daha iyi birey elde etmeleri sağlanabilir. Oysa birey sayısını yüksek tuttuğumuz takdirde çözüm havuzundan oldukça iyi bir çözümü (bireyi) yakalama olasılığımız oldukça yüksek olacaktır.

Teşekkürler Çalışmalarımıza verdikleri destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Barbosa, H.J.C. and A.C.C. Lemonge (2003) A new adaptive penalty scheme for genetic algorithm. Information Sciences, Vol. 156, pp.215-251.

Bungay, D.S. (2000) Optimization of Transition State Structures Using Genetic Algorithms, M. Sc. Thesis, Memorial University of Newfoundland.

Goldberg, D.E. (1999) Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, 20th printing, Addison-Wesley Publishing Company Inc., New York, USA.

Groenwold, A.A., N. Stander, and J.A. Snyman (1999) A regional genetic algorithm for the discrete optimal design of truss structures. International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol.44, pp.749-766.

http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2001/ekim/Genetik_ Algoritma.html, 16 Ocak 2003.

İnan, M. (1996) Cisimlerin mukavemeti, 7. Baskı, İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul, Türkiye.

TS 648, (1982) Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları, T.S.E, Ankara, Türkiye.