

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAY KAFES SİSTEMLERİN MEMETİK ALGORİTMA İLE
OPTİMUM TASARIMI**

Yasin KOÇYİĞİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

Şubat 2013

TEŐEKKÖRLER

Bu tez çalıŐmasının gerçekleŐtirilmesinde, baŐlangıcından sonuna kadar, gerekli bÖtÖn yardımı benden esirgemeyen, karŐılaŐtıĐım problemler için deneyimlerinden yararlandığım, akademik hayatıma ıŐık tutan, tez danıŐmanım sayın Prof. Dr. M. Sedat HAYALİÖĞLU'na katkılarından dolayı teŐekkÖr ederim.

Ayrıca benim bugÖnlere gelmemde emeği olan, desteklerini eksik etmeyen eŐim ve aileme teŐekkÖrlerimi sunuyor, bu tez çalıŐmamı oğluma ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTIMA VE SİMGELER.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Optimized Design of Two-Dimensional Structures Using A Genetic Algorithm	3
2.2. Optimum Design Of Geometrically Non-linear Elastic-Plastic Steel Frames Via Genetic Algorithm	3
2.3. A Comparative Study For The Optimum Design Of Structures Using Genetic Algorithm	4
2.4. Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Çok Amaçlı Optimizasyonu	4
2.5. Genetik Algoritma ile Üç Boyutlu Kafes Sistemlerin Şekil ve Boyut Optimizasyonu	5
2.6. Değer Kodlaması Kullanarak Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Minimum Ağırlıklı Boyutlandırılması	5
2.7. Memetik Algoritma Kullanarak PID Denetleyici Tasarımı	5
3. MATERYAL ve METOT	7
3.1. Optimizasyon	7
3.1.1. Giriş	7
3.1.2. Tasarım Değişkenleri	7
3.1.3. Tasarım Sınırlayıcıları	9
3.1.4. Amaç Fonksiyonu	11
3.1.5. Uygunluk Değeri ve Kriteri	12
3.2. Genetik Algoritma İle Optimizasyon	13

İÇİNDEKİLER

3.2.1.	Genetik Algoritma Teoremi	13
3.2.2.	Genetik Algoritma İşlem Adımları	13
3.2.3.	Programın İşleyişi	14
3.2.3.1.	Problem Bilgilerinin Hazırlanması	15
3.2.3.2.	İlk Popülasyonun Oluşturulması	15
3.2.3.3.	Doğal Seleksiyon	16
3.2.3.4.	Çaprazlama ve Mutasyon	16
3.2.3.5.	Program Durdurma Kriteri	17
3.3.	Memetik Algoritma İle Optimizasyon	18
3.3.1.	Memetik Algoritma Teoremi	18
3.3.2.	Lokal Arama	19
3.4.	Program Bilgileri	19
3.4.1.	Program Giriş Bilgileri	19
3.4.2.	Program Çıktı Bilgileri	26
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI	33
4.1.	Rastgele Sayı Üreten Başlangıç Çekirdek Komutunun Kullanılmaması	33
4.1.1.	Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	33
4.1.2.	Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	35
4.1.3.	Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	36
4.1.4.	Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	36
4.2.	Rastgele Sayı Üreten Başlangıç Çekirdek Komutunun Kullanılması	39
4.2.1.	Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	39
4.2.2.	Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	39
4.2.3.	Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	42
4.2.4.	Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı	44
4.3.	Uzay Kafes Sistem Ağırlığının Nesiller Boyunca Değişimi	47
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	49
6.	KAYNAKLAR.....	51
	ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÖZET
UZAY KAFES SİSTEMLERİN MEMETİK ALGORİTMA İLE OPTİMUM TASARIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Yasin KOÇYİĞİT
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2013

Günümüzde yapısal taşıyıcı sistemlerin ekonomik olarak tasarlanması büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle yapısal sistemlerin belirli optimizasyon yöntemleriyle tasarımları yapılmaktadır. Yapısal sistemlerin optimum tasarımında amaç yeterli güvenliği sağlayan en ekonomik yapı sistemini belirlemektir. Bu kapsamda optimum yapı tasarımı; yapıya etki eden yükler altında, gerekli güvenlik koşullarını ve sınırlayıcılarını sağlayan en ekonomik yapı sisteminin belirlenmesi olarak tanımlanabilir.

Bu çalışma kapsamında uzay kafes sistemlerin belirli sınırlayıcılar altında optimum tasarımı için geliştirilen bilgisayar programı FORTRAN programlama dili ile yapılmıştır. Öncelikle, optimum tasarım programı genetik algoritma kullanılarak yazılmış ve daha sonra program geliştirilerek memetik algoritmayı kullanan optimum tasarım programı elde edilmiştir. Memetik algoritma ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Birinci bölümde çalışmanın amacı ve kapsamı belirtilmiştir.

İkinci bölümde bu konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde optimizasyon hakkında genel bilgi verilmiş, optimum tasarımda kullanılan algoritmalarından genetik algoritma ile memetik algoritmanın özellikleri ve işleyişi belirtilmiş, iki optimizasyon tekniğinin arasındaki farka değinilmiştir.

Dördüncü bölümde, genetik algoritma ve memetik algoritma ile yapılan beş farklı uzay kafes sistemin optimum tasarımı yapılmış ve sayısal sonuçlar açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, bu çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesine yer verilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmada, memetik algoritma ile tasarımı yapılan kafes sistemlerin, genetik algoritma ile tasarımı yapılanlardan daha hafif olduğu anlaşılmıştır. Ancak memetik algoritma ile yapılan tasarımların genetik algoritma ile yapılan tasarımlara göre daha uzun bilgisayar hesaplama süresi aldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GENETİK ALGORİTMA, MEMETİK ALGORİTMA, UZAY KAFES SİSTEM, OPTİMUM TASARIM

ABSTRACT
OPTIMUM DESIGN OF SPACE TRUSS SYSTEMS USING
MEMETIC ALGORITHM
MSc THESIS
Yasin KOÇYİĞİT
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE
2013

Nowadays, economical design of structural systems has great importance. Therefore, design of structural systems has been performed using certain optimization methods. The aim of the optimum design of structural systems is to determine most economical structural system which also satisfies sufficient safety. In this context, optimum structural design can be defined as determination of most economical structural system which fulfils required safety conditions and constraints.

In this study, FORTRAN programming language was used for the computer programs which were developed for the optimum design of space truss systems under definite constraints. At first optimum design program was written using genetic algorithm and then this program was developed and converted to a new optimum design program which uses memetic algorithm. The results obtained from memetic algorithm solutions were evaluated.

In the first section, the aim and scope of the study are stated.

In the second section, previous studies related to this subject are included.

In the third section, a general information about optimization is given, the features of genetic and memetic algorithms are explained, and the differences between the two algorithms are mentioned.

In the fourth section, optimum designs of five different space trusses are performed by using genetic and memetic algorithms, and the numerical results are published.

In the fifth section, the evaluations of the conclusions obtained from this study are included. It was found out from the results that memetic algorithm gives better results in terms of structural weights when compared to genetic algorithm, but it spends more computing time.

Keywords: GENETIC ALGORITHM, MEMETIC ALGORITHM, SPACE TRUSSES, OPTIMUM DESIGN

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.01.	Boru Kesitli Çelik Profil Çizelgesi	8
Çizelge 3.02.	Program kodlarındaki terimler	31
Çizelge 4.01.	4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları	34
Çizelge 4.02.	16 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları	36
Çizelge 4.03.	26 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları	37
Çizelge 4.04.	32 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları	38
Çizelge 4.05.	4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)	40
Çizelge 4.06.	4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)	40
Çizelge 4.07.	16 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)	41
Çizelge 4.08.	16 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)	42
Çizelge 4.09.	26 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)	43
Çizelge 4.10.	26 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)	43
Çizelge 4.11.	32 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)	44
Çizelge 4.12.	32 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)	45

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.01.	Deplasman kontrolü program kodları	10
Şekil 3.02.	Gerilme kontrolü program kodları	11
Şekil 3.03.	Genetik Algoritma İşlem Akışı	14
Şekil 3.04.	Gen kodunun örnek gösterimi	15
Şekil 3.05.	Popülasyondaki iki bireyin çaprazlanması	17
Şekil 3.06.	Mutasyon işlemi	17
Şekil 3.07.	Programı durdurma kontrolü	18
Şekil 3.08.	Memetik Algoritma İşlem Akışı	20
Şekil 3.09.	Veri dosyasının gösterimi	21
Şekil 3.10.	İlk satırda genel terimlerin girilmesi	22
Şekil 3.11.	İkinci satırda genel terimlerin girilmesi	22
Şekil 3.12.	Düğüm noktası koordinatlarının girilmesi	23
Şekil 3.13.	Grup bilgilerinin girilmesi	23
Şekil 3.14.	Elemanların düğüm noktası bilgilerinin girilmesi	24
Şekil 3.15.	Mesnet koşullarının girilmesi	24
Şekil 3.16.	Yük bilgilerinin girilmesi	25
Şekil 3.17.	Sınırlanmış deplasman bilgileri	25
Şekil 3.18.	Alternatif kesit bilgileri	26
Şekil 3.19.	Çıktı dosyasının ilk bölümü	27
Şekil 3.20.	İkilik sistemde gen kodu	28
Şekil 3.21.	Bireylerin analiz verileri	28
Şekil 3.22.	Onluk sistemde gen kodu (grup kesit bilgileri)	29
Şekil 3.23.	Yeni nesilin analizleri	30
Şekil 3.24.	Çıktı dosyasının son bölümü	30
Şekil 4.01.	Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 01)	33
Şekil 4.02.	Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 02)	35

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.03.	Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 03)	37
Şekil 4.04.	Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 04)	38
Şekil 4.05.	On Farklı Çözümde Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları	45
Şekil 4.06.	On Farklı Çözümde Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları	46
Şekil 4.07.	On Farklı Çözümde Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları	46
Şekil 4.08.	On Farklı Çözümde Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları	47
Şekil 4.09.	Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Nesiller Boyunca Ağırlık Değişimi	47

KISALTMA VE SİMGELER

GA	: Genetik Algoritma
MA	: Memetik Algoritma
AISC	: American Institute of Steel Construction
ASD	: Allowable Stress Design
FEAP	: Finite Element Analysis Program
FEAPGEN	: Genetik Algoritma based FEAP
PID	: Proportional-Integral-Derivative
σ_t	: Çekme Emniyet Gerilmesi
σ_y	: Akma gerilmesi
r	: Atalet yarıçapı
l	: Çubuk eleman boyu
k	: Efektif eleman boy katsayısı
σ_i	: i. elemanın gerilmesi
g_i	: i no.lu elemanda gerilme için sınırlayıcı fonksiyon
g_j	: j no.lu deplasman için sınırlayıcı fonksiyon
$\bar{\delta}_j$: j no.lu deplasmanın değeri
$\bar{\delta}_{max}$: Maksimum deplasman değeri
ϕ_i	: i. sistemin amaç fonksiyonu
W_i	: i. sistemin ağırlığı
K	: Amaç fonksiyonunda bir katsayı
$\sum c_i$: Amaç fonksiyonunun sınırlayıcı değişkeni
R_t	: Popülasyonun uygunluk değeri
FIT	: Bireyin uygunluk değeri
R_{tc}	: Popülasyon için belirlenen sınır uygunluk değeri
Px	: X ekseninde etkiyen kuvvet
Py	: Y ekseninde etkiyen kuvvet
Pz	: Z ekseninde etkiyen kuvvet
ρ	: Çeliğin özgül ağırlığı
E	: Elastisite modülü
L	: Açıklık uzunluğu
IT	: İterasyon (kuşak sayısı)
FIX	: Optimum yapı ağırlığı
SSAP.	: Standart sapma
Fs	: Basınç için emniyet katsayısı
σ_a	: Basınç emniyet gerilmesi

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı

Yapıların tasarımının ekonomik olması inşaat mühendisliğinin en önemli amaçlarından biridir. Bu amaçla yapılar tasarlanırken yapının minimum ağırlıkta olması, en az malzemenin kullanılması ve en ekonomik çözümün elde edilmesi hedeflenmektedir. Ancak en ekonomik tasarımın, yönetmelikler ile müsaade edilen sınırlar içerisinde yapısal davranış sergilemesi beklenmektedir. Bu kapsamda yapıya etki eden yüklere ve sınırlayıcılara bağlı olarak hesaplanan en düşük ağırlıktaki yapısal çözüm, optimum tasarım olarak ifade edilebilir.

Bu çalışmada uzay kafes sistemlerin en genel halde optimum tasarımını yapan program hazırlanmıştır. AISC-ASD (2001) dikkate alınarak, dış yükler altında, deplasman ve gerilme sınırlarına uygun yapısal çözüm tespit edilmektedir. Yapıya etki eden yükler ve sınırlayıcılar altında yapı için belirtilen eleman grupları için kesit değişkenlerinden en uygun kesitlerin seçilmesi ile en hafif sistemin elde edilmesi, optimizasyonun amacı olarak belirlenmiştir. Bu amaçla uzay kafes sistemlerin, hem GENETİK ALGORİTMA ile hem de MEMETİK ALGORİTMA ile optimum tasarımını yapan iki ayrı program yazılmıştır. Programlama dili olarak FORTRAN kullanılmıştır.

Yazılımın algoritmasında; popülasyondaki her bir birey için rastgele kesit havuzundan seçilen kesitler ile, uzay kafes sistemlerin matris deplasman yöntemiyle analizi yapılmakta, gerilme ve deplasman sınırlarının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmekte ve bu döngünün bir çok kez tekrarı ile en hafif sistem bulunarak optimum çözüme ulaşılmaktadır. Optimum tasarımlarda kesitlere bağlı tüm alternatif kombinasyonlarının çözümü yapılarak en ekonomik sistemin bulunması yöntemi çok uzun zaman gerektirdiği için uygun bir yöntem değildir. Bu nedenle kısa sürede analizlerin yapılabilmesi maksadıyla, optimum tasarım için birçok algoritma çözümleri geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmalar ile bir yapısal sistem için tüm kombinasyonların çözülmesi yerine, daha kısa zamanda etkili çözüm üretmenin ve gereksiz analizlerin tekrarlanmasından kurtulmanın yolları aranmıştır. Bugüne kadar geliştirilen algoritma çeşitlerinden MEMETİK ALGORİTMA bu çalışma için seçilmiştir. MEMETİK

ALGORİTMA'nın GENETİK ALGORİTMA'dan farklı yönü incelenmiş ve dört farklı uzay kafes sistem için analiz yapılarak, elde edilen sonuçlar MEMETİK ALGORİTMA açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca geliştirilen her iki program da uzay kafes sistemler için; yükleme şekline, sistemin şekli ve boyutuna, sistemin izostatik veya hiperstatik olmasına bağlı olmaksızın en genel durumda optimum tasarım yapılmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Düzlem ve uzay kafes sistemlerin optimum tasarımında değişik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda optimizasyon için genellikle genetik algoritma, optimumluk kriteri, matematik programlama gibi yöntemler kullanılmıştır. Optimizasyon tekniği ve sınırlama koşulları değişkenlik göstermektedir. Bunlar programı hazırlayan tarafından sabit bırakılmış veya kullanıcı tarafından değiştirilebilir olmaktadır. Ancak bu sınırlar bağlı olunan yönetmelik şartlarına uygun sınırlardır. Literatürde kafes sistemlerin Genetik Algoritmayla optimum tasarımı için bir çok çalışma bulunmasına karşılık, bu çalışmada kullanılan Memetik Algoritmanın kafes sistemler için kullanıldığına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Memetik algoritma özellik olarak genetik algoritmaya benzemektedir. Memetik algoritmayı genetik algoritmadan farklı kılan özelliği lokal araştırma yaparak popülasyondaki bireyleri iyileştirmesidir. Bu bölümde genetik algoritmanın yapısal tasarımda birkaç uygulaması ve memetik algoritmanın farklı bir alandaki uygulaması incelenmiştir.

2.1. Optimized Design of Two-Dimensional Structures Using A Genetic Algorithm

Camp, Pezeshk ve Cao (1998) yaptıkları çalışmada, 2 boyutlu çerçeve taşıyıcı sistemlerin ayrık optimizasyonunda genetik algoritma kullanılmıştır. Amaç fonksiyonu olarak toplam ağırlığın veya toplam maliyetin seçilebileceği belirtilmiştir. Kısıtlayıcı olarak gerilme ve işletilebilirlik seçilmiştir. Genetik algoritma tabanlı FEAPGEN programı sonlu eleman analiz yöntemiyle geliştirilmiştir. Ayrık tasarım değişkeni olarak gerilmeler AISC-ASD standartlarına, kesitler ise AISC'ye göre üretilen çelik profillere uygun olarak belirlenmiştir. FEAPGEN ile elde edilen sonuçlar, klasik sürekli optimizasyon tekniği optimumluk kriteri ile karşılaştırılmıştır. Genetik algoritmanın ayrık tasarım değişkenleri ile başarılı bir şekilde başa çıktığı, yapı tasarımında etkili yaklaşımlar sergilediği belirtilmiştir.

2.2. Optimum Design Of Geometrically Non-linear Elastic-Plastic Steel Frames Via Genetic Algorithm

Hayalioğlu (2000) yaptığı çalışmada, lineer olmayan elastik-plastik çelik çerçevelerin ayrık tasarım değişkenleri kullanılarak genetik algoritma ile analizi

yapılmıştır. Tasarım değişkenleri standart çelik profil kesitlerinin oluşturduğu bir kümeden seçilmektedir. Tasarımda göreceli deplasman sınırlamaları dikkate alınmıştır. Amaç fonksiyonu olarak yapının ağırlığı seçilmiş ve minimum olacak şekilde hedeflenmiştir. Genetik algoritmanın birçok ayrık değişken kümeli problemde olduğu gibi bu çalışmada da olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

2.3. A Comparative Study For The Optimum Design Of Structures Using Genetic Algorithm

Toğan, Seyhun ve Daloğlu (2006) yaptıkları çalışmada, genetik algoritma yöntemiyle geliştirilen optimizasyon programı “MATLAB Genetik Tool” kullanılarak elde edilen çözümler değerlendirilmektedir. 2 boyutlu çatı ve kule kafes sistemlerin seçildiği optimizasyon problemlerinde yapısal analiz için matris deplasman yöntemini kullanılmıştır. MATLAB dilinde kodlanan program rijitlik matrisinin oluşturulmasını, elemanların iç kuvvetleri ile düğüm noktası deplasmanlarının hesaplanması ve sistemin kendisi ile deplasman yapmış halinin görüntülenmesini sağlamaktadır. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar ANSYS ile doğrulanmıştır. Genetik algoritma ile kodlanan program ile oldukça etkili sonuçlara ulaşıldığı belirtilmiştir.

2.4. Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Çok Amaçlı Optimizasyonu

Polat (2006) yaptığı tez çalışmasında, düzlem ve uzay kafes sistemlerin optimum tasarımında genetik algoritmayı kullanmıştır. Çelik profillerin kesit alanları boyutlandırma değişkeni olarak belirlenmiştir. Amaç fonksiyonu olarak yapı hacmi ve deplasman kullanılırken, sınırlayıcı olarak deplasman, gerilme ve kesit alanları alt ve üst sınır değerleri kullanılmıştır. İki düzlem kafes, iki uzay kafes sistem için sayısal örnek verilmiştir. Bu yöntemle tasarım yaparken çok sayıda alternatif üretildiği ve bu alternatiflerin hızlı çözümlendiği belirtilmiştir. Genetik algoritmanın klasik çözümlerin yetersiz kaldığı karmaşık problem çözümlerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği ifade edilerek çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde işlem süresinin kısa olması ve çözüme kolay ulaşması nedeniyle genetik algoritmanın tercih edildiği belirtilmektedir.

2.5. Genetik Algoritma ile Üç Boyutlu Kafes Sistemlerin Şekil ve Boyut Optimizasyonu

Toğan ve Daloğlu (2006) yaptıkları çalışmada, minimum ağırlık veya hacmi bulmaya yönelik geliştirilen optimizasyon tekniklerinden biri olan genetik algoritma kullanılmıştır. Tasarım değişkenleri olarak eleman en kesit alanlarına ve üç boyutlu kafes sistemlerin düğüm noktaları koordinatları dikkate alınmıştır. Sistemler minimum ağırlıklı olacak şekilde incelenmiştir. Optimizasyon işleminde Türk Çelik Standardı (TS 648) dikkate alınarak, değer kodlaması kullanılmıştır. Sistemlerin minimum ağırlıklı olarak tasarlanmasında, elemanların kesitlerinin yanı sıra sistem geometrisinin de tasarım değişkeni olarak dikkate alınmasının sistem ağırlığının azalmasına fayda sağlayabildiği belirtilmektedir.

2.6. Değer Kodlaması Kullanarak Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Minimum Ağırlıklı Boyutlandırılması

Dede (2003) yaptığı tez çalışmasında, düzlem ve uzay kafes sistemlerin optimum tasarımında genetik algoritmada ikilik kodlama yerine değer kodlamasını kullanmıştır. FORTRAN dili kullanılarak hazırlanan programda sınırlayıcılar olarak yer değiştirme, gerilme ve stabilite seçilmiştir. Analiz matris deplasman yöntemiyle yapılmıştır. Ayrık değişkenli çelik profiller kullanılmış, çubuk elemanların aksenal basınç ve burkulma hesapları yapılmıştır. Örnek olarak iki adet düzlem kafes sistem, üç adet uzay kafes sistem üzerinde hesaplama yapılmıştır. Değer kodlaması yöntemiyle, ikilik kodlama yöntemine göre daha optimum tasarımlar elde edildiği belirtilmiştir.

2.7. Memetik Algoritma Kullanarak PID Denetleyici Tasarımı

Akay (2006) yaptığı tez çalışmasında, genetik algoritma ve tavlama benzeşimi algoritmasının bir arada kullanıldığı bir memetik algoritma geliştirilerek, değişik zorluk derecelerine bağlı sürekli test fonksiyonlarının optimizasyonu incelemiştir. Endüstriyel süreç kontrolünde PID (Proportional-Integral-Derivative) denetleyicilerin yaygın olduğu belirtilmiştir. En uygun PID tasarımının oransal, integral ve türev kazancı olarak tanımlanan kriterlerin optimum olması ile gerçekleştiği ifade edilmiştir. Karmaşıklaşan sistemlerde klasik metotlar yerine sezgisel algoritmaların daha etkili olduğu belirtilerek, PID denetleyici tasarımında memetik algoritma önerilmiştir. Değişik özellikte sistemler

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

için PID tasarımı yapılarak memetik algoritmanın başarıyla kullanılabileceği gösterilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Optimizasyon

3.1.1. Giriş

İnşaat mühendisliğinde yapıların tasarımında en önemli amaç, emniyetli ve aynı zamanda ekonomik bir tasarım yapabilmektir. Yapıların emniyetli olması kullanılacak malzemelerin niteliklerinin iyi olması ve yönetmeliklerde aranan emniyet şartlarının, güvenlik katsayısının fazlasıyla karşılanması demektir. Yapıların daha ekonomik olması ise kullanılacak malzemenin minimuma indirilmesi ve kesitlerin olabildiğince küçük olması ile mümkündür. Dolayısıyla yapıların hem güvenli hem de ekonomik olması için güvenlik ve ekonomi koşullarının bir optimum değerde buluşması kaçınılmazdır. Bu nedenle yönetmeliklerle belirlenen sınırlar içerisinde en hafif sistemin belirlenmesi optimizasyon problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda amaç; sınırları sağlayan tasarım değişkenlerine bağlı, ağırlık fonksiyonunun minimum değerini bulmak olarak belirlenebilir.

3.1.2. Tasarım Değişkenleri

Tasarım yapılacak sistemler ihtiyaçlara göre farklılık gösterir. bu farklılıklara bağlı olarak tasarım değişkenleri de farklılık gösterir. Tasarım değişkenleri sürekli ve ayrık olarak iki grupta belirtilir. Sürekli değişkenler belirlenen aralıktaki herhangi bir değere eşit olabilirken, ayrık değişken sadece belirlenmiş aralıktaki tek bir değere eşit olabilir. Sistem geometrisine, düğüm noktalarına, yapısal eleman tiplerine, mesnetlere ait bilgiler ve kesit alternatiflerinin oluşturduğu havuzdan seçilen kesitlere ait bilgiler tasarım değişkenlerini oluşturur.

İhtiyaca göre belirlenen sistemin, öncelikle geometrik şekli ve özellikleri dikkate alınır. Açıklık sayısı ve ölçüleri; düğüm noktaları sayısı ve koordinatları; yapısal eleman grupları (kolon, kiriş, vb.), ölçüleri ve sayısı; mesnet sayısı ve rijitlik koşulları yapının geometrik bilgileri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kullanılacak malzemenin özgül ağırlığı, emniyet gerilmesi, gerilme-şekil değiştirme özelliği (elastisite modülü) gibi özelliklerinin belirlenmesi de gerekmektedir. Belirlenmiş malzemeye ait farklı kesitlerin alan ve atalet momenti bilgilerinden kesit havuzu oluşturularak, tasarımda belirtilen yapısal eleman gruplarının her birine kesit havuzundan değişik kesit atamaları

3.MATERYAL VE METOT

yapılmaktadır. Analizler sonunda en uygun kesitlerden oluşan optimum yapısal çözüm bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 64 kesitten oluşan kesit havuzu Çizelge 3.01.de ifade edilmiştir.

Çizelge 3.01. Boru Kesitli Çelik Profil Çizelgesi

Kesit No.	Dış Çap	Et Kalınlığı	Kesit Alanı	Atalet Momenti	Kesit No.	Dış Çap	Et Kalınlığı	Kesit Alanı	Atalet Momenti
	D (mm)	s (mm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)		D (mm)	s (mm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)
1	48,3	3,0	4,3	11,0	33	139,7	5,0	21,2	480,5
2	48,3	4,0	5,6	13,8	34	139,7	6,0	25,2	564,3
3	48,3	5,0	6,8	16,2	35	139,7	6,3	26,4	588,6
4	60,3	3,0	5,4	22,2	36	139,7	8,0	33,1	720,3
5	60,3	4,0	7,1	28,2	37	141,3	3,0	13,0	311,8
6	60,3	5,0	8,7	33,5	38	141,3	4,0	17,3	406,9
7	76,1	3,0	6,9	46,1	39	141,3	5,0	21,4	497,9
8	76,1	4,0	9,1	59,1	40	141,3	6,0	25,5	584,7
9	76,1	5,0	11,2	70,9	41	141,3	6,3	26,7	610,0
10	88,9	3,0	8,1	74,8	42	141,3	8,0	33,5	746,8
11	88,9	4,0	10,7	96,3	43	159,0	3,0	14,7	447,4
12	88,9	5,0	13,2	116,4	44	159,0	4,0	19,5	585,3
13	88,9	6,0	15,6	134,9	45	159,0	5,0	24,2	717,9
14	114,3	3,0	10,5	162,5	46	159,0	6,0	28,8	845,2
15	114,3	4,0	13,9	211,1	47	159,0	6,3	30,2	882,4
16	114,3	5,0	17,2	256,9	48	159,0	8,0	38,0	1084,7
17	114,3	6,0	20,4	300,2	49	159,0	10,0	46,8	1304,9
18	114,3	8,0	26,7	379,5	50	165,1	4,0	20,2	657,2
19	127,0	3,0	11,7	224,8	51	165,1	5,0	25,1	806,5
20	127,0	4,0	15,5	292,6	52	165,1	6,0	30,0	950,3
21	127,0	5,0	19,2	357,1	53	165,1	6,3	31,4	992,3
22	127,0	6,0	22,8	418,4	54	165,1	8,0	39,5	1221,2
23	127,0	6,3	23,9	436,2	55	165,1	10,0	48,7	1471,3
24	127,0	8,0	29,9	531,8	56	165,1	11,0	53,3	1588,8
25	133,0	3,0	12,3	259,0	57	168,3	4,0	20,6	697,1
26	133,0	4,0	16,2	337,5	58	168,3	5,0	25,7	855,8
27	133,0	5,0	20,1	412,4	59	168,3	6,0	30,6	1008,7
28	133,0	6,0	23,9	483,7	60	168,3	6,3	32,1	1053,4
29	133,0	6,3	25,1	504,4	61	168,3	8,0	40,3	1297,3
30	133,0	8,0	31,4	616,1	62	168,3	10,0	49,7	1564,0
31	139,7	3,0	12,9	301,1	63	168,3	11,0	54,4	1689,5
32	139,7	4,0	17,1	392,9	64	177,8	4,0	21,8	825,1

3.1.3. Tasarım Sınırlayıcıları

Amaç en hafif sistemi bulmak olduğuna göre her hangi bir kısıt olmazsa belirlenmiş kesit havuzundaki, en küçük kesit çözüm olacaktır. Ancak güvenliğe bağlı bazı sınırlayıcılar nedeniyle, sınır şartlarını sağlayan en küçük kesit çözümdür. Sınırlayıcılar imalat sınırlayıcıları ve sistem davranış sınırlayıcıları olarak iki grupta incelenebilir. İmalat sınırlayıcıları yapıya yönelik kısıtlar olduğundan yapı geometrisi belirlenirken dikkate alınır. Sistem davranışına bağlı kısıtlar ise deplasman ve gerilme sınırlayıcılarıdır. Gerilme sınırlayıcıları AISC-ASD (2001) yönetmeliğine göre aşağıda belirtilmiştir.

Gerilme sınırlayıcılarının belirlenmesinde, çekme yani çubuk elemandaki gerilmenin pozitif olması durumunda denklem (3.1)'deki çekme emniyet gerilmesi olan σ_t dikkate alınmaktadır. Çubuk elemandaki gerilmenin negatif olması yani basınç durumunda; $Kl/r < C_c$ ve FS değeri denklem (3.4)'e eşitken denklem (3.5)'e göre, $C_c < Kl/r < 200$ ve FS değeri denklem (3.6)'ya eşitken denklem (3.7)'ye göre σ_a emniyet gerilmesi hesaplanmaktadır. Çekme durumunda σ_t belirlendikten sonra denklem (3.8)'de ifade edilen, basınç durumunda σ_a belirlendikten sonra denklem (3.9)'da ifade edilen gerilme kontrolü yapılmaktadır.

$$\sigma_t = 0,6 \sigma_y \quad (3.1)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}} \quad (3.2)$$

$$r = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} \quad (3.3)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8C_c} \left[\frac{Kl}{r} \right] - \frac{3}{8C_c^3} \left[\frac{Kl}{r} \right]^3 \quad (3.4)$$

$$Kl/r < C_c \quad ise, \quad \sigma_a = \left[1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C_c^2} \right] \frac{\sigma_y}{FS} \quad (3.5)$$

$$FS = (23/12) = 1,92 \quad (3.6)$$

$$C_c < kl/r < 200 \quad ise, \quad \sigma_a = \frac{\pi^2 E}{FS (Kl/r)^2} \quad (3.7)$$

$\sigma_i > 0$ (çekme) için gerilme kontrolü;

$$g_i(x) = (\sigma_i / \sigma_a) - 1 \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (m: \text{eleman sayısı}) \quad (3.8)$$

$\sigma_i < 0$ (basınç) için gerilme kontrolü;

$$g_i(x) = (\sigma_i / \sigma_a) - 1 \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (m: \text{eleman sayısı}) \quad (3.9)$$

Deplasman sınırlayıcısının belirlenmesinde, müsaade edilen en büyük deplasman değeri $\bar{\delta}_{max}$ 'a göre denklem (3.10)'da belirtilen deplasman kontrolü yapılır. Şekil 3.01.de deplasman kontrolünün, şekil 3.02.de ise gerilme kontrolünün programda nasıl kodlandığı gösterilmiştir. Program kodlarında geçen terimler çizelge 3.02.de açıklanmıştır.

$$g_j(x) = (\bar{\delta}_j / \bar{\delta}_{max}) - 1 \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (n: \text{sınırlı deplasman sayısı}) \quad (3.10)$$

```
TC(IP)=0.0
DO L=1,NP
  G(L)=ABS(X(NSD(L)))/SD(L)-1.0
  C=0.0
  IF(G(L).GT.0.0) C=G(L)
  TC(IP)=TC(IP)+C
ENDDO
```

Şekil 3.01. Deplasman kontrolü program kodları

```

DO II=1,M
  FI(II)=ABS(SS(II))/AX(II)
  IF(SS(II).GT.0.0) THEN
    CL=0.0
    GJX(II)=FI(II)/FT-1.0
    IF(GJX(II).GT.0.0) CL=GJX(II)
    TC(IP)=TC(IP)+CL
  ELSE
    CC=SQRT((2.*PI**2*E)/FY)
    R3=SQRT(YIZ(II)/AX(II))
    CC3=EFL*YL(II)/R3

    IF(CC.LT.CC3) THEN
      FS=1.92
      FA=PI**2*E/(FS*CC3**2)
    ELSE
      FS=5./3.+3.*CC3/(8.*CC)-(CC3**3/(8.*CC**3))
      FA=(1.-(CC3**2/(2.*CC**2)))*FY/FS
    ENDIF
    CL=0.0
    GJX2(II)=FI(II)/FA-1.
    IF(GJX2(II).GT.0.0) CL=GJX2(II)
    TC(IP)=TC(IP)+CL
  ENDIF
ENDDO

```

Şekil 3.02. Gerilme kontrolü program kodları

3.1.4. Amaç Fonksiyonu

Optimizasyonda amaç fonksiyonu, tasarım değişkenlerinin değişkenlerin bir fonksiyonudur. Probleme ve kurgulanmasına göre, amaç fonksiyonun maksimum veya minimum olduğu durumlar optimum çözümü vermektedir. Bu çalışmada denklem (3.11) ile ifade edilen, uzay kafes sistemin ağırlığını ve sınırlayıcı fonksiyonları içeren bir fonksiyon geliştirilmiştir. Amaç fonksiyonuna etki eden gerilme sınırlayıcılarına ait eşitsizlik ve denklemler, denklem (3.12)'de, deplasman sınırlayıcılarına ait eşitsizlik ve denklemler, denklem (3.13)'de ifade edilmiştir. K probleme göre belirlenen sabit bir katsayıyı ifade etmektedir. Denklem (3.14)'de ifade edilen C ise denklem (3.12) ve (3.13)'den elde edilmektedir.

$$\phi_i(x) = W_i (1 + K C) \quad (3.11)$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad \text{ise} \quad v_i = 0, \quad g_i(x) > 0 \quad \text{ise} \quad v_i = g_i(x) \quad (3.12)$$

$$g_j(x) \leq 0 \quad \text{ise} \quad v_j = 0, \quad g_j(x) > 0 \quad \text{ise} \quad v_j = g_j(x) \quad (3.13)$$

$$C = \sum_{i=1}^m v_i + \sum_{j=1}^n v_j \quad (3.14)$$

Amaç fonksiyonundaki W sistemin ağırlığını ifade etmektedir. Bu durumda sınırlayıcılar sağlanmışsa C sifıra eşit olacağından fonksiyonun değeri, sadece yapının ağırlığına eşit olmaktadır. Dolayısıyla ağırlığın minimum olduğu ve tüm sınırlayıcıların sağlandığı durumlar optimum çözümleri vermektedir. Eğer sınırlayıcılar sağlanmazsa C , amaç fonksiyonunun değerini artıracığından, amaç fonksiyonu minimum değerine ulaşamamaktadır. Bu nedenle sınır koşullarını sağlamayan bir bireyin amaç fonksiyonunun değeri, popülasyondaki diğer uygun bireylere göre daha fazla olacaktır. Doğal seleksiyonda uygun olan bireyler eşleşme için popülasyonda kalırken, uygun olmayan yani amaç fonksiyonu değeri fazla olan bireyler popülasyonun dışına çıkarılmaktadır.

3.1.5. Uygunluk Değeri ve Kriteri

Doğal seleksiyon uygunluk kriterine göre uygulanmaktadır. Popülasyondaki her birey için Denklem (3.15)'de ifade edildiği şekilde uygunluk değeri hesaplanmaktadır. Popülasyondaki maksimum ve minimum amaç fonksiyon değerlerinin toplamı ile bireyin amaç fonksiyon değeri arasındaki fark o bireyin uygunluk değeri olmaktadır. Popülasyondaki her birey için uygunluk değeri (F_i) bulunduktan sonra popülasyon ortalama uygunluk değeri (F_{ort}) belirlenir. Her bireyin uygunluk kriteri ise bireyin uygunluk değerinin popülasyon ortalama uygunluk değerine oranı (F_i / F_{ort}) ile bulunur. Düşük uygunluk kriterine sahip bireyler popülasyondan atılırken, yüksek uygunluk kriterine sahip olan bireyler uygunlukları ile orantılı olarak eşleşme havuzuna kopya vermektedir. Bu durumda yeni nesil uygun olan bireylerin eşleşmesinden oluşmaktadır. (Hayalioğlu 2000)

$$F_i = [\phi_{max}(x) + \phi_{min}(x)] - \phi_i(x) \quad (3.15)$$

3.2. Genetik Algoritma İle Optimizasyon

3.2.1. Genetik Algoritma Teoremi

Genetik algoritma; genetik kodlama sistemini dikkate alarak doğal ortamda popülasyondaki bireylerin seçimine göre modellenmiştir. Belli bir topluluk içinde iyi, başarılı, güçlü vb. olan bireylerin popülasyonda kalmasının matematiksel olarak modellenmesiyle, bilimsel problemin çözümünde kullanılmaktadır.

Genetik algoritma teoremine göre; popülasyon ortalamasının üstünde uyum gücü gösteren diziler zamanın ilerlemesiyle üstel olarak çoğalırlar. Bu çoğalma genetik işlemler aracılığı ile gerçekleşmektedir ve sonucunda anne-babadan daha üstün özellikler taşıyan bireyler ortaya çıkmaktadır (Yeniay 2001).

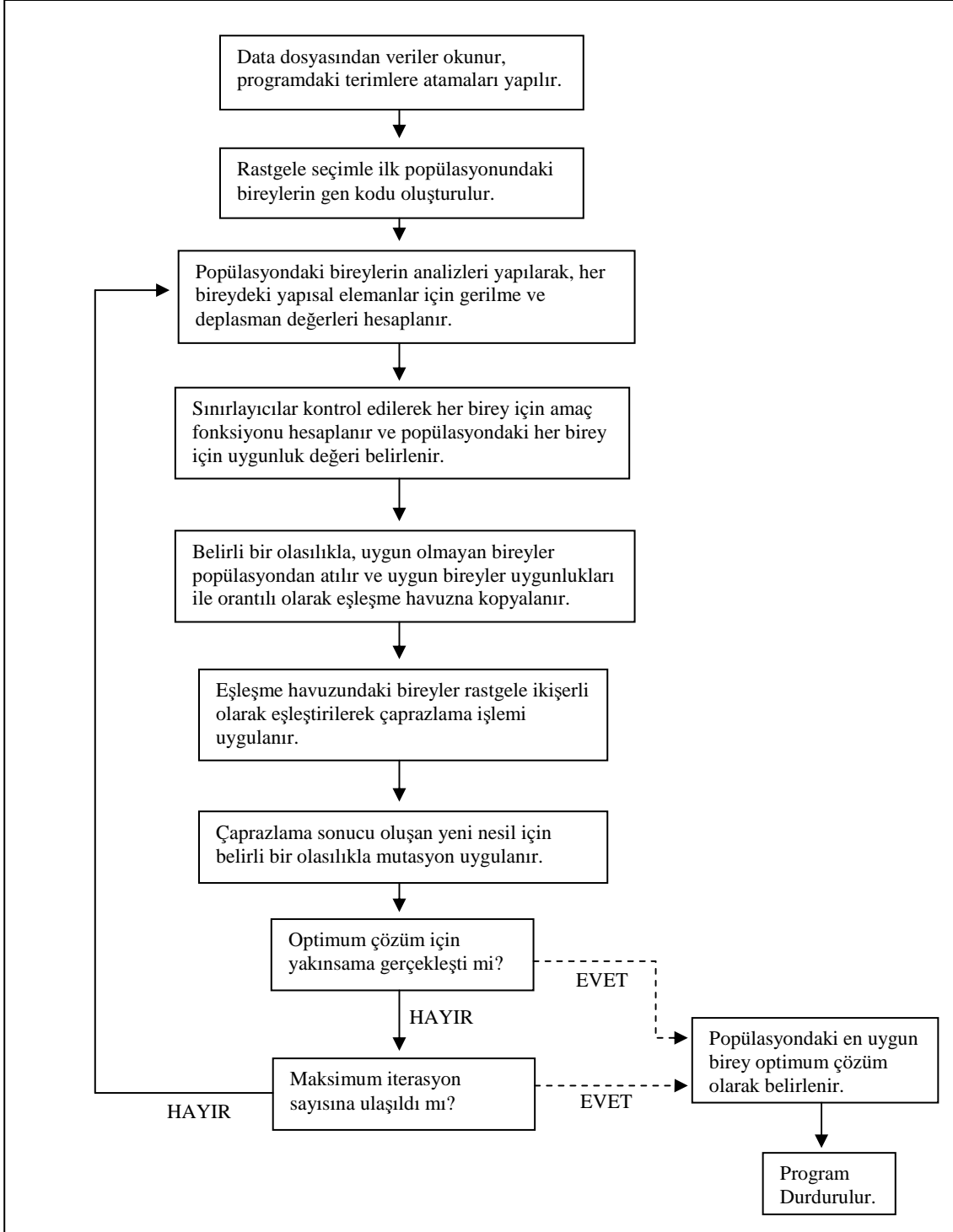
3.2.2. Genetik Algoritma İşlem Adımları

Bir çok bilimsel problemin optimum çözümünde kullanılan genetik algoritma işlem adımları şöyle ifade edilebilir (Engin 2001):

- Arama uzayındaki tüm mümkün çözümler dizi olarak kodlanır.
- Genellikle rastgele bir çözüm kümesi seçilir ve başlangıç popülasyonu olarak kabul edilir.
- Her bir dizi için uygunluk değeri hesaplanır, bulunan uygunluk değeri dizilerin çözüm kalitesini gösterir.
- Bir grup dizi belirli bir olasılık değerine göre rastgele seçilip çoğalma işlemi gerçekleştirilir.
- Yeni bireylerin uygunluk değeri hesaplanarak, çaprazlama ve mutasyon işlemlerine tabi tutulur.
- Yakınsama kriteri sağlanıncaya kadar veya önceden belirlenen kuşak sayısı boyunca yukarıdaki işlemler devam ettirilir.
- İterasyon işlemleri yakınsama kriteri sağlandığında veya belirlenen kuşak sayısına ulaşıldığında sona erdirilir. Amaç fonksiyonuna göre en uygun olan dizi seçilir.

3.2.3. Programın İşleyişi

Bu bölümde genetik algoritmaya göre hazırlanan uzay kafes sistemlerin optimum tasarım programının nasıl çalıştığı açıklanacaktır. Genetik algoritma ile hazırlanan programın akış şeması şekil 3.03.de gösterilmiştir.



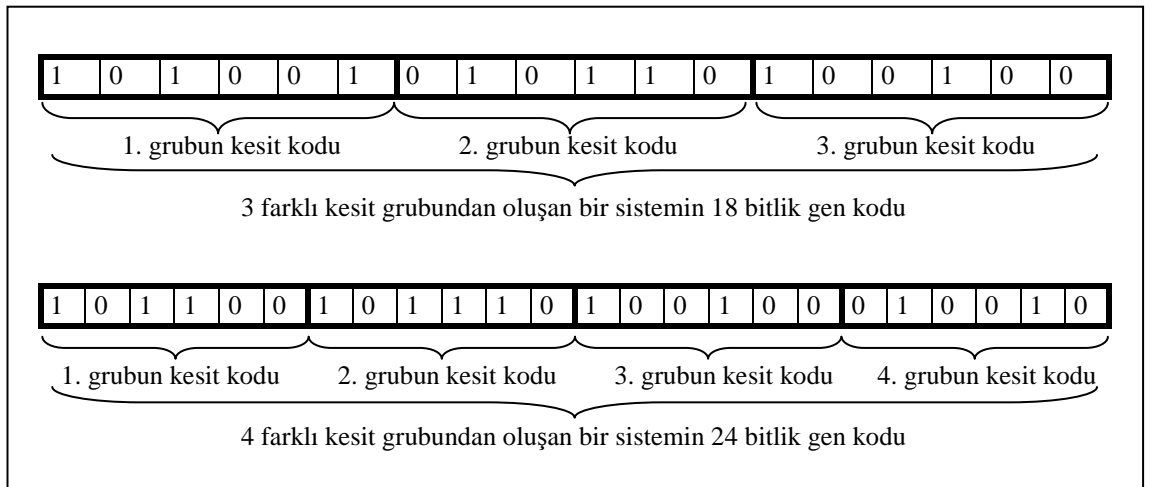
Şekil 3.03. Genetik Algoritma İşlem Akışı

3.2.3.1. Problem Bilgilerinin Hazırlanması

Çözümü yapılacak sistemin geometrik olarak ortaya konması ile başlanır. Sistemin bütün düğüm noktaları tek tek numaralandırılıp koordinatları belirlenir. Kafes sistemi oluşturan her bir elemana eleman numarası atanır, elemanların ilk ve ikinci uç düğüm noktası numaraları belirlenir. Ayrıca sistemde elemanlar gruplandırılır ve grup numaraları belirlenir. Sisteme etki eden yükler ve etkidiği düğüm noktaları belirlenir. Deplasmanları sınırlanacak düğüm noktaları belirlenir. Farklı kesitlerden oluşan kesit listesi hazırlanır. Tüm hazırlanan bu bilgiler programın data dosyasına formata uygun olarak girilir.

3.2.3.2. İlk Popülasyonun Oluşturulması

Program, hazırlanan data dosyasından verileri alıp kullanılan karakterlere atamalarını yaptıktan sonra işleme başlamaktadır. Popülasyondaki her bir birey için başlangıçta rastgele gen kodları oluşturulur. Gen kodundaki bit sayısı hazırlanan kesit alternatiflerinin sayısına göre belirlenir. Gen kodundaki her bir bit 0 veya 1 değeri alacak şekilde ikili sistemde oluşturulmaktadır. Dolayısıyla alternatif kesit sayısı ikinin kuvveti olmalıdır. Bu çalışmada alternatif kesit sayısı 64 olarak belirlenmiş, bireylerdeki her bir kesit grubu için 6 bitten oluşan gen kodu seçilmiştir. Bu durumda bireyin gen kodu uzunluğu, yapısal eleman grup sayısının 6 katına eşit olmaktadır. 3 ve 4 farklı kesit gruplarından oluşan sistemlerin gen kodlarının örnek olarak gösterimi şekil 3.04.de yapılmıştır.



Şekil 3.04. Gen kodunun örnek gösterimi

Kesit listesinde her kesit tipinin bir sıra numarası mevcuttur. Rastgele üretilen ikili gen kodları onluk sisteme çevrilerek elde edilen sıra numarasına göre kesitler eleman gruplarına atanır. Buna göre sistemin analizi matris deplasman yöntemi kullanılarak yapılır (Aköz 2005). Analiz sonuçlarına bağlı olarak denklem (3.12)'de ifade edilen gerilme sınırları ve denklem (3.13)'de ifade edilen deplasman sınırları kontrol edilmektedir. Kontroller sonrasında denklem (3.14) ve (3.11)'den popülasyondaki her bireyin amaç fonksiyon değeri hesaplanır. Popülasyondaki tüm bireylerin amaç fonksiyon değerleri dikkate alınarak, popülasyonun maksimum ve minimum amaç fonksiyon değerleri hesaplanır. Bu değerlere bağlı olarak mevcut popülasyonda her birey için uygunluk değeri tespit edilir.

3.2.3.3. Doğal Seleksiyon

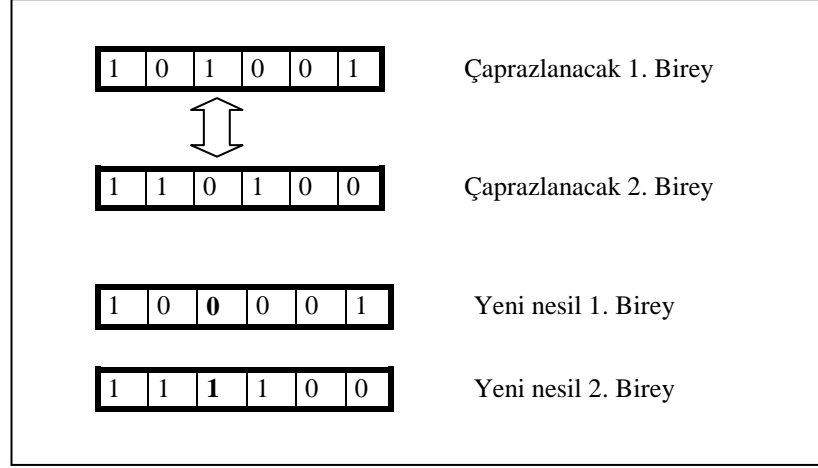
Bireylerin hesaplanan uygunluk değerine göre eşleşme havuzuna katılıp katılmayacakları belirlenmektedir. Popülasyondaki en uygun bireyden en çok, en kötü bireyden en az veya sıfır kopya olacak şekilde popülasyona doğal seleksiyon uygulanmaktadır. Bu durumda popülasyondaki uygun bireyler popülasyona uygunluklarıyla orantılı olarak kopya vererek devam ederken, uygun olmayan bireyler popülasyondan atılarak sonlandırılmaktadır. Popülasyon büyüklüğü (popülasyondaki toplam birey sayısı) değişmeden uygun olan bireyler çoğaltılarak yeni nesil için daha uygun bir eşleşme havuzu teşkil edilmektedir.

3.2.3.4. Çaprazlama ve Mutasyon

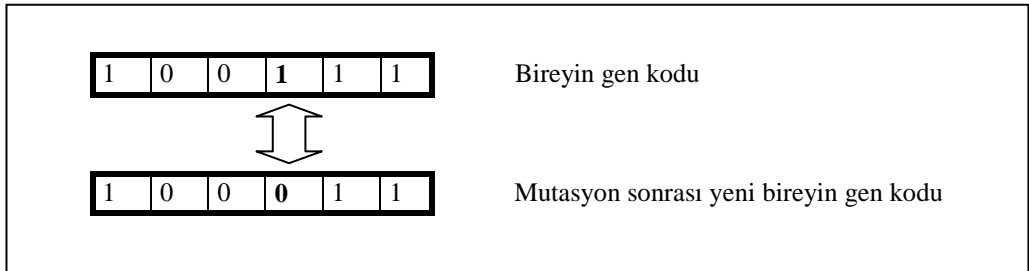
Çaprazlama işlemi popülasyondaki rastgele eşleştirilen bireylerin rastgele gen değiştirmesi ile yapılmaktadır. Eşleştirilen iki bireyin gen kodlarında rastgele karşılıklı değiştirme ile iki bireyden yeni iki birey elde edilmektedir. Çaprazlama şematik olarak şekil 3.05.de gösterilmiştir. Dolayısıyla her çiftten yeni iki birey meydana gelmesiyle popülasyondaki birey sayısı korunmuş olmaktadır. Çaprazlama sonrasında üretilen yeni nesil ile popülasyon tamamen yenilenmiş olmaktadır.

Programın her çözüm adımında; çözüm uzayının sabit bir noktasında takılıp kalmamak için bireylere rastgele mutasyon uygulanmaktadır. Çaprazlama sonrasında üretilen yeni nesildeki tüm bireylere belirlenmiş bir olasılık ile mutasyon uygulanmaktadır. Mutasyon uygulanacak bir birey için rast gele gen kodunda bir

noktadaki değer 0 ise 1, 1 ise 0 olarak değiştirilmek suretiyle mutasyon işlemi uygulanmış olmaktadır. Mutasyon işlemi şekil 3.06.da gösterilmiştir.



Şekil 3.05. Popülasyondaki iki bireyin çaprazlanması



Şekil 3.06. Mutasyon işlemi

3.2.3.5. Program Durdurma Kriteri (Yakınsama Kriteri)

Yukarıdaki işlemler her çözüm adımı için tek tek uygulanmaktadır. Her çözüm adımında ise durdurma kontrolü yapılmaktadır. En optimum çözümü veren bireye ulaşıp ulaşılmadığı veya program için belirlenen maksimum iterasyon adımına ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir. Her iki durdurma kriterine de ulaşılmamışsa program en baştan işlemleri yapmak üzere yeni çözüm adımına başlar. Eğer çözüm adımındaki popülasyonun; maksimum uygunluk değeri ile ortalama uygunluk değeri arasındaki farkın, maksimum uygunluk değerine oranı program için belirlenen bir değerden

küçükse optimum çözüme ulaşılmış demektir ve program o çözüm adımında durdurulur. Popülasyonun uygunluk kriteri kontrolü denklem 3.14.de ifade edilmiştir. Uygunluk kriteri sağlanmamış ancak program için belirlenmiş maksimum çözüm adımına ulaşılmış ise program durdurulur ve o çözüm adımındaki amaç fonksiyonuna göre en uygun birey çözüm olarak belirlenir. Şekil 3.07.de programda durdurma kriterinin nasıl kodlandığı gösterilmiştir. Program kod terimleri çizelge 3.02.de gösterilmiştir.

$$R_t = [FIT_{max} - FIT_{ort}] / FIT_{max}, \quad R_t \leq R_{tc} \quad (3.16)$$

```
IF(RT.LT.RTC.OR.IT.GT.MIT) GO TO 760
GO TO 600
760 WRITE(3,2005) FIX(IPM)
```

Şekil 3.07. Programı durdurma kontrolü

3.3. Memetik Algoritma İle Optimizasyon

3.3.1. Memetik Algoritma Teoremi

Memetik algoritma; genetik algortima gibi, genetik kodlama sistemini dikkate alarak doğal ortamda popülasyondaki bireylerin nesiller boyu doğal seleksiyonuna göre modellenmiştir. Genetik algoritma ile işlem adımları aynı olmakla beraber, genetik algoritmadan ayıran özelliği ise lokal arama yapmasıdır. Programın işlemlerinde belirli noktalarda her birey için iyileştirmeye yönelik kontroller yapmaktadır. Kontrol işleminde; seçilen bireyden yeni bir birey türetilip, türetilen birey ile seçilen bireyi amaç fonksiyonuna göre karşılaştırıp, seçilen bireyin yerine popülasyona daha iyi bir bireyin katılmasını sağlamaktır. Her birey için lokal arama işlemi programda belirlenecek sayıda tekrar edilerek seçilen bireyden daha iyi bireyin popülasyona kazandırılması amaçlanmıştır. Memetik algoritma ile hazırlanan programın akış şeması şekil 3.08.de gösterilmiştir.

3.3.2. Lokal Arama

Memetik algoritmada lokal arama işlemi popülasyondaki her birey için tek tek uygulanır. Öncelikle seçilen bireyin gen kodunda rastgele iki bit seçilir. Daha sonra seçilen bu bitlerdeki değerler değiştirilir. Bu değişiklikle yeni bir birey oluşturulması amaçlanmaktadır. Eğer değişiklik yapılacak bitlerdeki değerlerin her ikisi de 1 veya 0 ise, rastgele iki bit tekrar belirlenerek yeni birey aramaya devam edilir. Bitlerdeki değerlerin yer değiştirilmesi ile elde edilen yeni birey ile önceki birey amaç fonksiyonu açısından karşılaştırılır. Bu durumda elde edilen yeni bireyin analizinin yapılması gerekmektedir. Eğer elde edilen yeni birey, önceki bireyden daha uygun değilse, aynı birey için lokal arama tekrar edilir. Popülasyondaki her birey için, maksimum lokal araştırma sayısı program hazırlanırken belirlenmektedir. Maksimum lokal araştırma sayısı bir formüle bağlı olabileceği gibi sabit bir sayıda olabilir. Elbeltagi, Hegazy ve Grierson (2005) yaptıkları çalışmada bu sayıyı denklem (3.17)'de ifade edildiği şekilde belirlemişlerdir. Bu çalışmada da aynı sayı kullanılmıştır.

$$N = n(n-1)/2 \quad (n: \text{bir bireydeki toplam bit sayısı}) \quad (3.17)$$

Bu çalışmada lokal arama programın iki farklı noktasında uygulanmaktadır. İlk olarak, lokal arama rastgele üretilen ilk popülasyona (nesile) uygulanmaktadır. Lokal arama ile popülasyonun iyileştirilmesi amaçlanmıştır. İkinci olarak, her üretilen yeni nesile mutasyon işleminden sonra lokal arama uygulanmaktadır. Lokal aramalar ile o nesil için popülasyonun daha uygun bireylerden oluşturulması amaçlanmıştır.

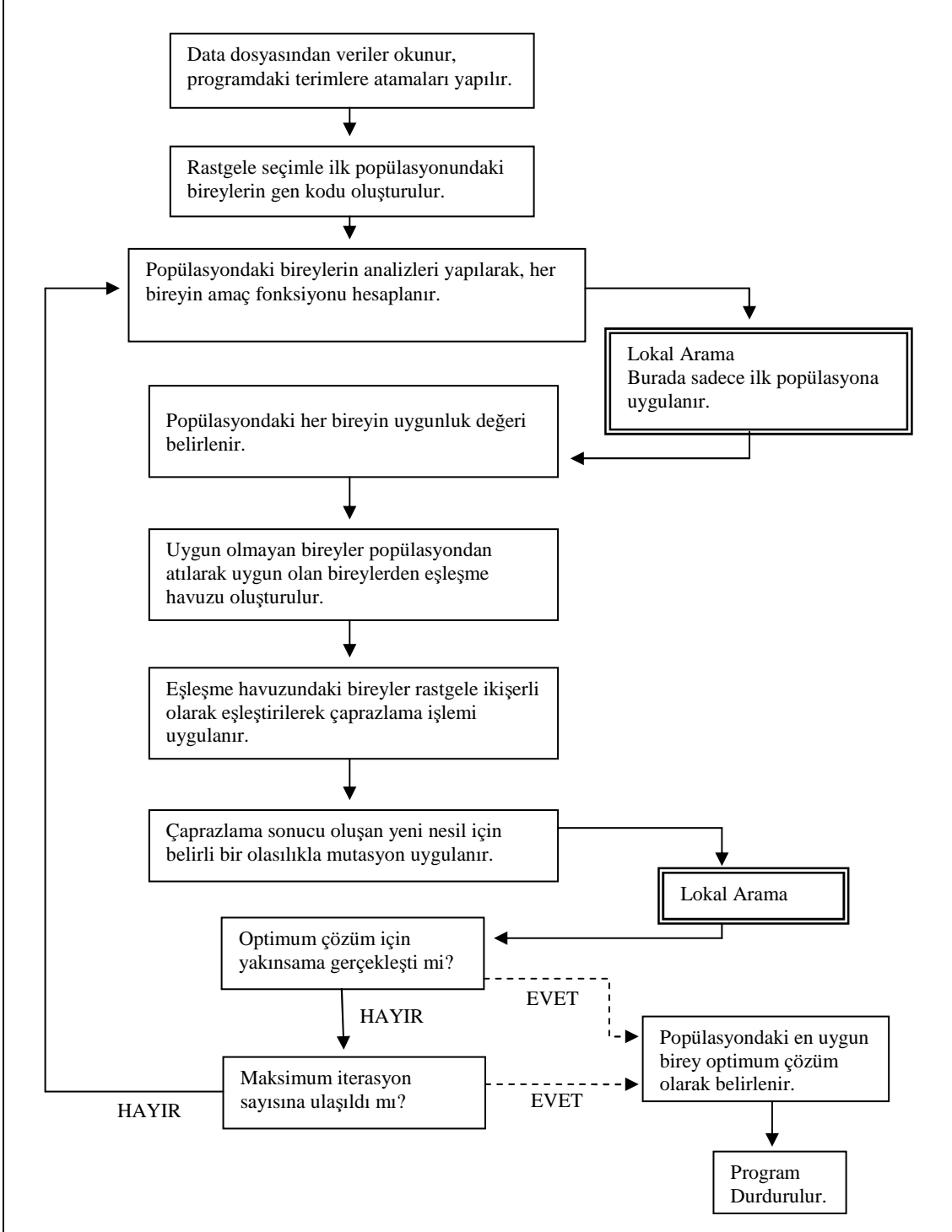
3.4. Program Bilgileri

3.4.1. Program Giriş Bilgileri

Optimum tasarımı yapılacak kafes sistemin bilgileri, FORTRAN programlama dilinde “.txt” formatında hazırlanan veri dosyası ile oluşturulmaktadır. 16 elemanlı kafes sisteme ait veri dosyası örnek olarak şekil 3.09.da gösterilmiştir. Hazırlanan veri dosyasında, sabit sayısal değerleri olan terimler, düğüm noktaları ve koordinatları, gruplanacak elemanlar ve grup numaraları, elemanların ilk ve ikinci uç düğüm noktası bilgileri, mesnet özelliği olan düğüm noktaları ve rijitlik durumları, yük etkileyen düğüm noktaları ve yük bilgileri, sınırlanmış deplasmanlar ve sınır değerleri, eleman gruplarına atanacak kesitlerin alan ve atalet momenti bilgileri bulunmaktadır. 4 elemanlı kafes

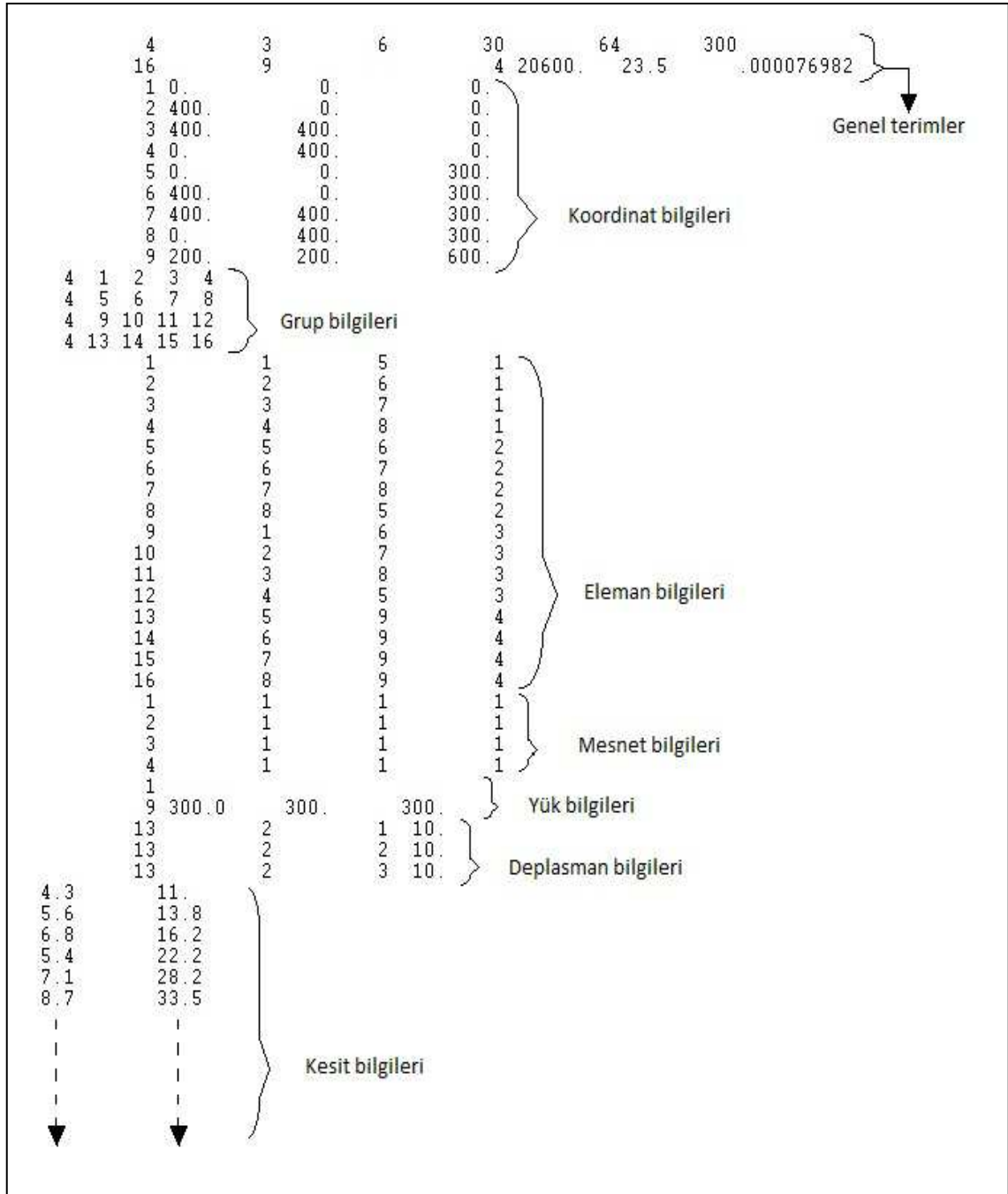
3.MATERYAL VE METOT

sistem örneğine göre veri dosyasının hazırlanışı, şekil 3.10.dan şekil 3.18.e kadar detaylı olarak gösterilmiştir.



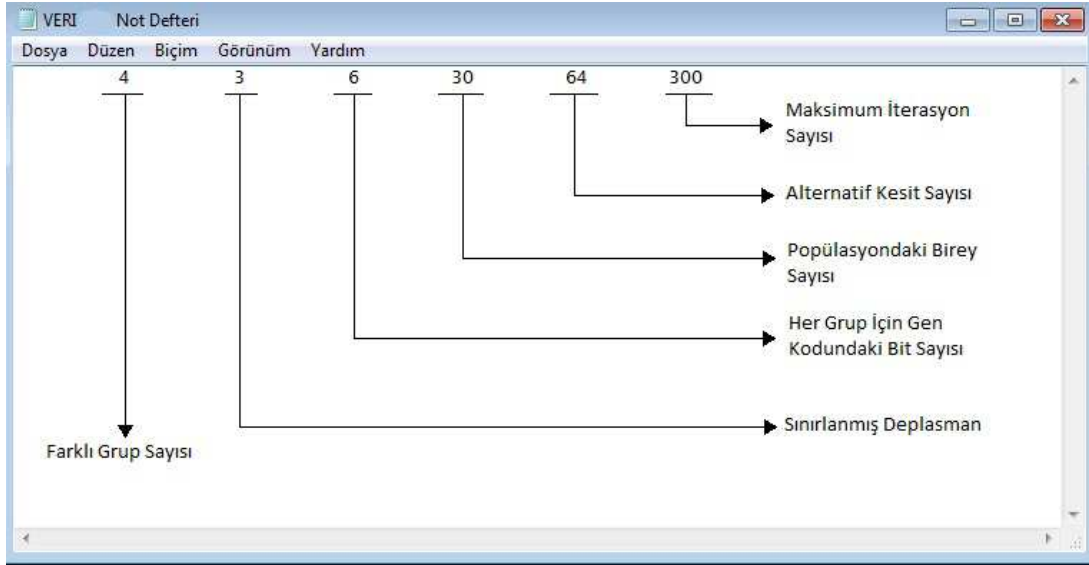
Şekil 3.08. Memetik Algoritma İşlem Akışı

Genetik algoritma ile hazırlanan program ve memetik algoritma ile hazırlanan program için kullanılan terimler ortak seçilmiştir. Dolayısıyla tasarımı yapılacak sistemlere ait bilgilerin hazırlanışı da aynı olacak şekilde belirlenmiştir. Bu durumda hem genetik algoritma ile hazırlanan program hem de memetik algoritma ile hazırlanan program aynı veri dosyası ile çalıştırılabilmektedir.

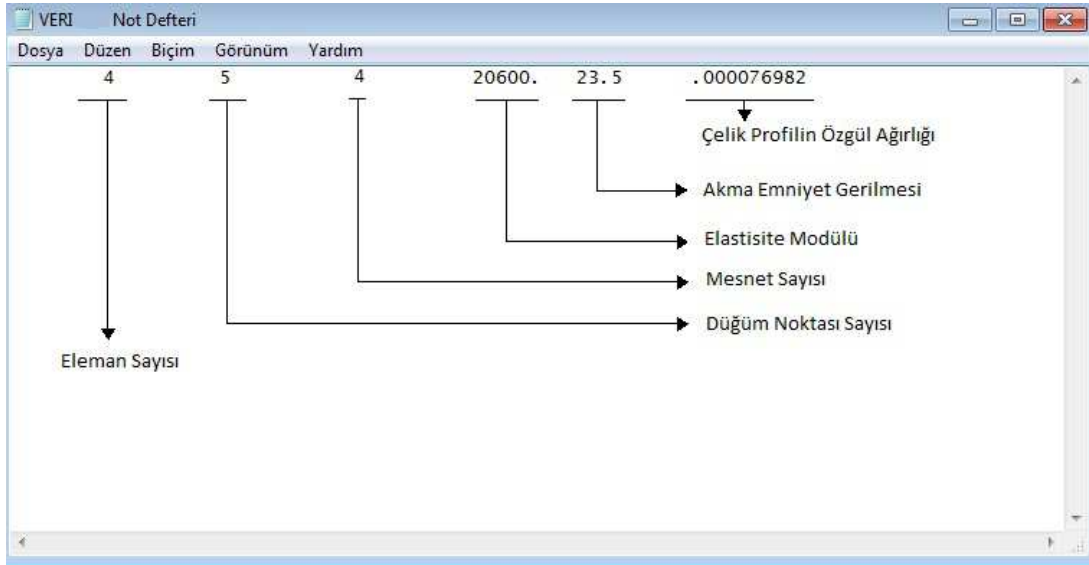


Şekil 3.09. Veri dosyasının gösterimi

3.MATERYAL VE METOT



Şekil 3.10. İlk satırda genel terimlerin girilmesi



Şekil 3.11. İkinci satırda genel terimlerin girilmesi

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
1	0.		0.	0.
2	300.		0.	0.
3	0.		0.	0.
4	300.		300.	0.
5	150.		150.	200.

Düğüm Noktası Numarası

X koordinatı

Y koordinatı

Z koordinatı

Şekil 3.12. Düğüm noktası koordinatlarının girilmesi

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
1	1			
1	2			
1	3			
1	4			
1				

Gruplardaki Toplam Eleman Sayısı

Eleman Numaraları

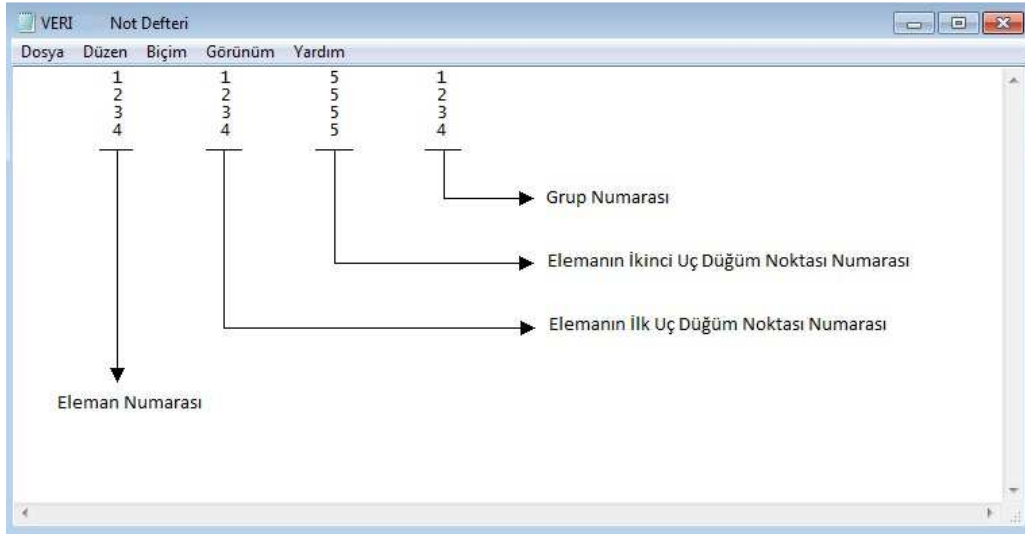
Dördüncü Gruptaki Elemanlar

Üçüncü Gruptaki Elemanlar

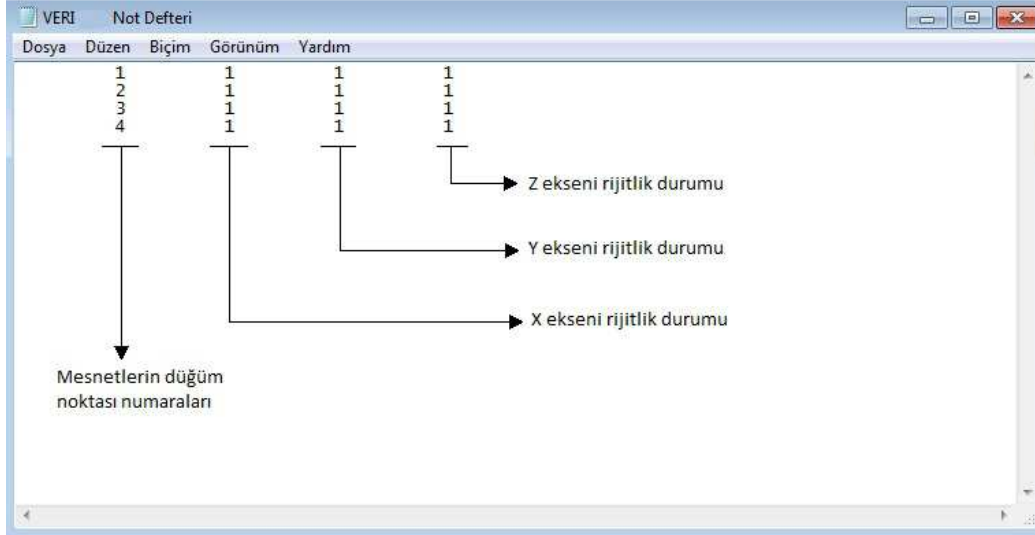
İkinci Gruptaki Elemanlar

Birinci Gruptaki Elemanlar

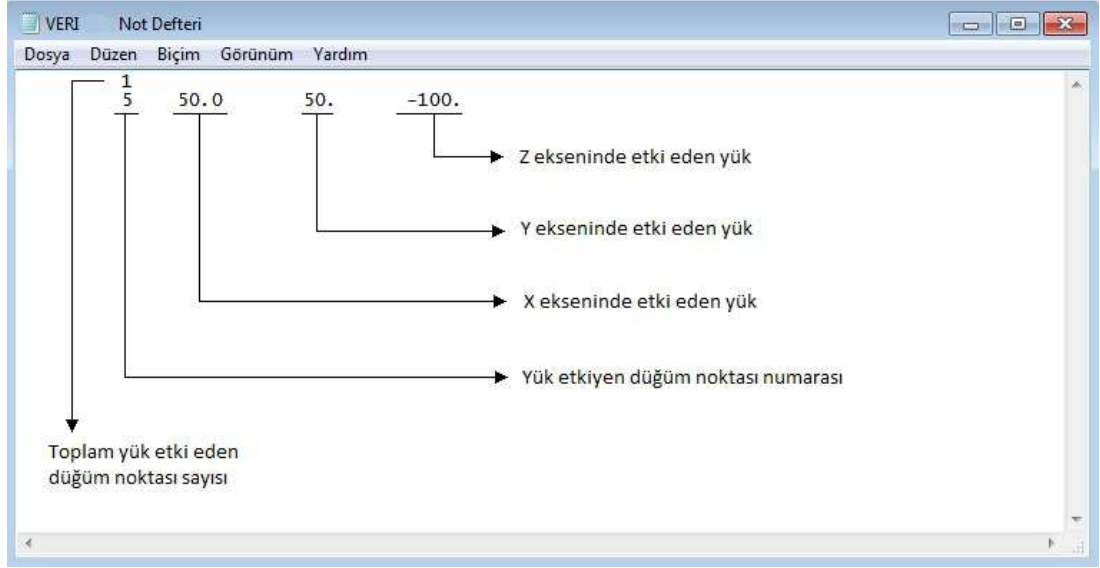
Şekil 3.13. Grup bilgilerinin girilmesi



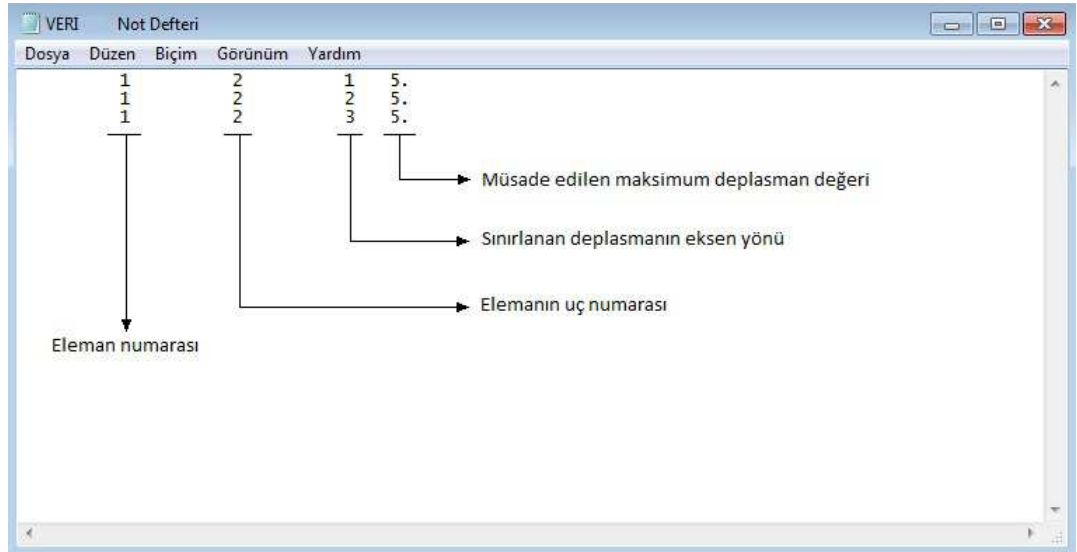
Şekil 3.14. Elemanların düğüm noktası bilgilerinin girilmesi



Şekil 3.15. Mesnet koşullarının girilmesi



Şekil 3.16. Yük bilgilerinin girilmesi



Şekil 3.17. Sınırlanmış deplasman bilgileri

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
4.3		11.		
5.6		13.8		
6.8		16.2		
5.4		22.2		
7.1		28.2		
...		...		
20.6		697.1		
25.7		855.8		
30.6		1008.7		
32.1		1053.4		
40.3		1297.3		
49.7		1564.		
54.4		1689.5		
21.8		825.1		

Şekil 3.18. Alternatif kesit bilgileri

3.4.2. Program Çıktı Bilgileri

Program çalıştıktan sonra birçok veri çıktı dosyasına yazdırılabilir. Bu çalışmada çıktı dosyasının başında tasarımı yapılan sisteme ait genel bilgiler yazdırılmıştır. Daha sonra her çözüm adımında popülasyonun gen kodu ve popülasyondaki her birey için analiz sonucu olarak yapı ağırlığı, deplasman değerleri yazdırılmıştır. Memetik algoritma için yapılan toplam lokal arama sayısı da çıktı dosyasına yazdırılmıştır. Çalışma süresince bu bilgiler dışındaki bilgiler kontrol amaçlı yazdırılsa da çalışmanın son halinde sadece yukarıdaki verilerin yazdırılmasına karar verilmiştir. Şekil 3.19.da gösterilen çıktı dosyasının ilk bölümünde; programın başlama zamanı, eleman sayısı, mesnet sayısı vb. terimler, düğüm noktası ve koordinatları, eleman grupları, eleman düğüm noktaları ve boyutları, mesnetlerin serbestlik durumları, yük ve sınırlanmış deplasman bilgileri yer almaktadır. İlk popülasyonun ikilik sistemde gen kodu, matris formunda şekil 3.20.de gösterilmiştir. İlk nesilden itibaren her popülasyondaki bireylerin analizleri yapılarak kafes sistemin (bireyin) ağırlıkları ve sınırlanan deplasman değerleri şekil 3.21.de gösterildiği gibi çıktı dosyasında yer almaktadır. Popülasyondaki bireylerin her analizin sonuçlarına göre kesit bilgileri yani gen kodunun onluk sisteme dönüştürülmüş hali şekil 3.22.de gösterildiği gibi yazdırılmaktadır. Şekil 3.23.de bir sonraki nesil başlangıcı gösterilmiştir. Optimum tasarımın tamamlanması ile

çıkıtı dosyasının sonunda şekil 3.24.de gösterilen, optimum yapının ağırlığı, grupların kesit bilgileri, memetik algoritma için toplam lokal arama sayısı, sınırlanmış deplasman değerleri yazdırılmaktadır.

```

14:34:14:13
YAPI DATASI
M  NJ  NR  NRJ  E  FY  RO
16  9  12  4  20600.000  23.5000  .0000770

DUGUM NOKTASI KOORDINATLARI
NOKTA  X  Y  Z
1  .0000  .0000  .0000
2  400.0000  .0000  .0000
3  400.0000  400.0000  .0000
4  .0000  400.0000  .0000
5  .0000  .0000  300.0000
6  400.0000  .0000  300.0000
7  400.0000  400.0000  300.0000
8  .0000  400.0000  300.0000
9  200.0000  200.0000  600.0000

ELEMEN GRUPLARI
GRUP NO  E L E M A N L A R
1  1  2  3  4
2  5  6  7  8
3  9  10  11  12
4  13  14  15  16

ELEMEN GOSTERİMİ VE OZELLİKLERİ
ELEMEN  JJ  JK  L  CX  CY  CZ
1  1  5  300.00000  .00000  .00000  1.00000
2  2  6  300.00000  .00000  .00000  1.00000
3  3  7  300.00000  .00000  .00000  1.00000
4  4  8  300.00000  .00000  .00000  1.00000
5  5  6  400.00000  1.00000  .00000  .00000
6  6  7  400.00000  .00000  1.00000  .00000
7  7  8  400.00000  -1.00000  .00000  .00000
8  8  5  400.00000  .00000  -1.00000  .00000
9  1  6  500.00000  .80000  .00000  .60000
10  2  7  500.00000  .00000  .80000  .60000
11  3  8  500.00000  -.80000  .00000  .60000
12  4  5  500.00000  .00000  -.80000  .60000
13  5  9  412.31060  .48507  .48507  .72761
14  6  9  412.31060  -.48507  .48507  .72761
15  7  9  412.31060  -.48507  -.48507  .72761
16  8  9  412.31060  .48507  -.48507  .72761

MESNET SERBESTLİKLERİ
NOKTA  X SERB  Y SERB  Z SERB
1  1  1  1
2  1  1  1
3  1  1  1
4  1  1  1

DUGUM NOKTALARINA ETKİYEN DİS YUKLER
NOKTA  X YUKU  Y YUKU  Z YUKU
9  300.0  300.0  300.0

SINIRLANMIS DEPLASMANLAR
NOSU  UST SINIRI
5  10.00
10  10.00
15  10.00

```

Şekil 3.19. Çıkıtı dosyasının ilk bölümü

3.MATERYAL VE METOT

```
DİZİ UZUNLUĞU = 6   GRUP SAYISI = 4   POPÜLASYON BÜYÜKLÜĞÜ =30
0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1
1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0
0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1
0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1
1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 0
1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0
0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 0 1
1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1
1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0
0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1
1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1
0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0
0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1
0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0
1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1
0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 0
1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1
1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1
0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1
0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1
0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1
0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1
0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 0
1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1
```

Şekil 3.20. İkiklik sistemde gen kodu

```
#####
# NESİL SAYISI = 1 #
#####
-----
1. BİREYİN AĞIRLIĞI = .10580D+02
SINIRLANMIŞ DEPLAŞMANLAR :
.999790800E+00 .999790800E+00 .210506800E+00
-----
2. BİREYİN AĞIRLIĞI = .15328D+02
SINIRLANMIŞ DEPLAŞMANLAR :
.599420000E+00 .599420000E+00 .150142600E+00
-----
3. BİREYİN AĞIRLIĞI = .10483D+02
SINIRLANMIŞ DEPLAŞMANLAR :
.159164000E+01 .159164000E+01 .507001800E+00
-----
4. BİREYİN AĞIRLIĞI = .12432D+02
SINIRLANMIŞ DEPLAŞMANLAR :
.834327900E+00 .834327800E+00 .242802200E+00
-----
↓
```

Şekil 3.21. Bireylerin analiz verileri

```

=====
30. BİREYİN AĞIRLIĞI = .12599D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
      .808729800E+00      .808729700E+00      .206533500E+00
15 38 64 52
55 38 59 53
20 36 41 3
51 14 61 57
13 28 2 22
6 60 48 58
48 46 11 23
44 25 54 15
21 48 28 58
9 12 34 49
6 49 33 3
57 44 11 58
56 2 10 18
38 42 32 43
12 21 11 54
50 32 9 22
24 18 2 41
25 48 3 4
27 21 13 37
40 50 1 30
16 38 30 51
59 31 34 56
45 45 22 10
20 37 43 2
57 13 17 56
29 40 12 20
6 33 22 52
6 11 63 28
17 31 11 45
55 7 33 30
=====

```

Şekil 3.22. Onluk sistemde gen kodu (grup kesit bilgileri).

3.MATERYAL VE METOT

```
=====
29. BİREYİN AĞIRLIĞI = .19590D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.584293300E+00 .584293800E+00 .105815100E+00

=====
30. BİREYİN AĞIRLIĞI = .13988D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.693265600E+00 .693265800E+00 .170711300E+00
IPM= 2
RT= .21342E+00
#####
# NESİL SAYISI = 2 #
#####

=====
1. BİREYİN AĞIRLIĞI = .12549D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.799103500E+00 .799103100E+00 .179076300E+00

=====
2. BİREYİN AĞIRLIĞI = .12292D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.782257000E+00 .782256700E+00 .166419000E+00

=====
3. BİREYİN AĞIRLIĞI = .16936D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.570969800E+00 .570970000E+00 .119703900E+00
```

Şekil 3.23. Yeni nesilin analizleri

```
=====
29. BİREYİN AĞIRLIĞI = .13114D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.734057800E+00 .734057700E+00 .152475200E+00

=====
30. BİREYİN AĞIRLIĞI = .12595D+02
SINIRLANMIŞ DEPLASMANLAR :
.751070700E+00 .751070700E+00 .157606000E+00
FXMIN= 12.079430
IPM= 19
RT= .43955E-01

FIX(IPM)= .120794E+02
301 NESİLDEN SONRA OPTİMUM AĞIRLIK : .12079E+02
52 44 50 24
TOPLAM LOKAL ARAMA = 6464
*****19 NCI BİREY İÇİN ANALİZ TEKRARI *****
.774467300E+00 .774467700E+00 .164431900E+00
14:35:51:13
```

Şekil 3.24. Çıktı dosyasının son bölümü

Çizelge 3.02. Program kodlarındaki terimler.

Sıra Nu.	Terim	Açıklaması
1	AX(n)	n. elemanın en kesit alanı
2	C	Deplasman kontrolünde, C (denklem 3.14)'yi elde etmek için ara terim
3	CC	Denklem 3.2 ile belirtilen sayı
4	CC3	kl/r ile ifade edilen ara terim
5	CL	Gerilme kontrolünde C (denklem 3.14)'yi elde etmek için ara terim
6	E	Elastisite Modülü
7	EFL	Elemanın efektif boyu
8	FA	Denklem 3.5 ve 3.7 ile ifade edilen (σ_a) gerilme değeri
9	FI(n)	n. elemanın gerilme değeri
10	FIX(n)	Denklem 3.11 ile ifade edilen, n. bireyin amaç fonksiyon değeri
11	FS	Denklem 3.4 ve 3.6 ile ifade edilen emniyet katsayısı
12	FT	Denklem 3.1 ile ifade edilen, çekme emniyet gerilmesi
13	FY	Akma emniyet gerilmesi
14	G(L)	Denklem 3.10 ile ifade edilen, n. noktanın deplasman kontrol değeri
15	GJX(n)	Denklem 3.8 ile ifade edilen, n. elemanın gerilme kontrolü değeri
16	GJX2(n)	Denklem 3.9 ile ifade edilen, n. elemanın gerilme kontrolü değeri
17	IT	İterasyon sayısı
18	M	Eleman sayısı
19	MIT	Maksimum iterasyon sayısı
20	NP	Sınırlanmış deplasman sayısı
21	NSD(n)	Deplasmanın aranacağı n. serbestlik derecesi
22	R3	Denklem 3.3 ile ifade edilen atalet yarıçapı
23	RT	Popülasyon uygunluğunun yakınsama oranı
24	RTC	Popülasyonun yakınsama kriteri (0,001 – 0,005)
25	SD(n)	n. noktanın sınır deplasman değeri
26	SS(n)	n. elemanın aksenal kuvveti
27	TC(n)	Denklem 3.14 ile ifade edilen, n. bireyin C değeri
28	X(n)	n. noktanın deplasmanı
29	YIZ(n)	n. elemanın atalet momenti
30	YL(n)	n. elemanın boyu

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada uzay kafes sistemlerin genetik ve memetik algoritmayla optimum tasarımı için iki ayrı bilgisayar programı geliştirilmiştir. Optimum tasarım programları FORTRAN programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Bu çalışmada dört farklı kafes sistemin her iki algoritma ile tasarımları yapılmıştır. Tasarımda pratikte kullanılmakta olan dairesel boru kesitler kullanılmıştır. Kafes sistemlerin optimum tasarımları iki farklı seçenek altında yapılmıştır. İlk durumda rastgele sayı üreten başlangıç çekirdek komutu göz ardı edilerek her iki algoritma ile kafes sistemlerin birer kez tasarımları yapılmıştır. İkinci durumda ise rastgele sayı üreten başlangıç çekirdek komutu kullanılarak her kafes sistem için her iki algoritmayla da onar kez optimum tasarım yapılmıştır.

4.1. Rastgele Sayı Üreten Başlangıç Çekirdek Komutunun Kullanılmaması

FORTRAN programlama dilinde, programın başında kütüphaneyi kullanma komutu yazılmadığı takdirde, rastgele sayı üretmek istendiğinde programın altyapısında kayıtlı olan sabit bir başlangıç çekirdeğinden sayı üretilmektedir. Bu durumda, program her yeniden çalıştırıldığında, aynı rastgele başlangıç sayısından başladığı için aynı sonuca ulaşılır.

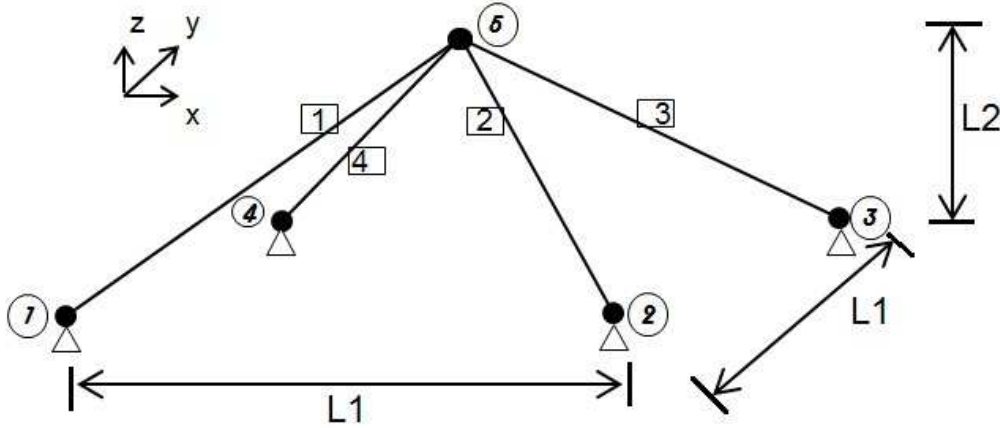
4.1.1. Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.01. de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş dört elemanlı basit bir sistemin analizi yapılmıştır. 5 no.lu düğüm noktasından X,Y ve Z doğrultusunda sırayla $P_x=50$ kN, $P_y=50$ kN ve $P_z=-100$ kN kuvvetleri etkimektedir. Çeliğin elastisite modülü $E=20600$ kN/cm², özgül ağırlığı $\rho=0.000076982$ kN/cm³, $L_1=300$ cm. ve $L_2=200$ cm. olarak verilmiştir. 5 no.lu düğüm noktasının X,Y ve Z eksenlerindeki deplasmanı 5 cm. olarak sınırlandırılmıştır. Verilen bilgiler altında kafes sistemin her iki algoritma ile optimum tasarımı yapılacaktır. Burada belirlenen elastisite modülü ve özgül ağırlık değerleri diğer üç örnekte de aynen kullanılmıştır.

Verilen bilgiler üçüncü bölümde belirtilen şekilde metin belgesi olarak hazırlanmıştır. Programın çalıştırılması ile bilgileri girilen kafes sistemin optimum

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

tasarımı yapılmaktadır. Tasarım sonucu metin belgesi halinde bir önceki bölümde belirtilen formatta oluşturulmaktadır.



Şekil 4.01. Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 01)

Her iki algoritma ile yapılan tasarım sonuçları çizelge 4.01 de gösterilmiştir. Çizelgede her iki algoritma için çözüm adım sayısı, optimum yapı ağırlığı, kesit grupları için elde edilen kesit listesindeki kesit numaraları ve tasarım için geçen süre belirtilmiştir. Ayrıca memetik algoritma için analiz süresince yapılan lokal arama sayısı da çizelgede belirtilmiştir.

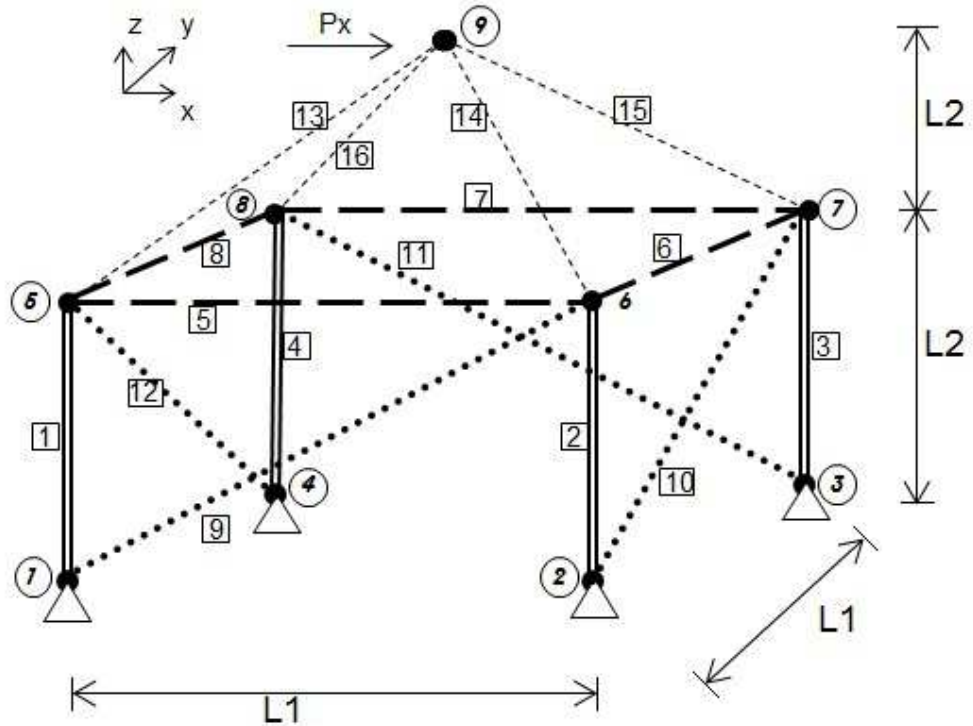
Çizelge 4.01. Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 01)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)	
			1. GRUP	2. GRUP	3. GRUP	4. GRUP		
1	188	0,590275	1	4	1	25	2	
MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 01)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI
			1. GRUP	2. GRUP	3. GRUP	4. GRUP		
1	301	0,55212	1	1	1	19	27	5033

4.1.2. Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.02. de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş onaltı elemanlı sistemin analizi yapılmıştır. 9 no.lu düğüm noktasına X doğrultusunda $P_x=100$ kN kuvveti etkimektedir. Burada, $L_1=400$ cm. ve $L_2=300$ cm. olarak verilmiştir. 9 no.lu düğüm noktasının X,Y ve Z doğrultularındaki deplasmanları 10'ar cm olarak sınırlandırılmıştır. Sistemdeki elemanlar gruplara ayrılmıştır. 1.grup 1, 2, 3 ve 4 no.lu elemanlardan, 2.grup 5, 6, 7 ve 8 no.lu elemanlardan, 3.grup 9, 10, 11 ve 12 no.lu elemanlardan, 4.grup 13, 14, 15 ve 16 no.lu elemanlardan oluşmaktadır. Verilen bilgiler altında kafes sistemin her iki algoritma ile tasarımı yapılacaktır.

Giriş verileri daha önce belirtilen şekilde metin belgesi olarak hazırlanmıştır. Programın çalıştırılması ile bilgileri girilen kafes sistemin optimum tasarımı yapılmaktadır. Tasarım sonucu, çıkış bilgileri metin belgesi halinde bir önceki bölümde belirtilen formatta oluşturulmaktadır. Her iki algoritma ile yapılan optimum tasarım sonuçları çizelge 4.02 de gösterilmiştir.



Şekil 4.02. Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 02)

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.02. Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 02)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)	
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP		
1	86	13,363	53	33	51	53	1	
MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 02)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP		
1	301	12,079	52	44	50	24	97	6464

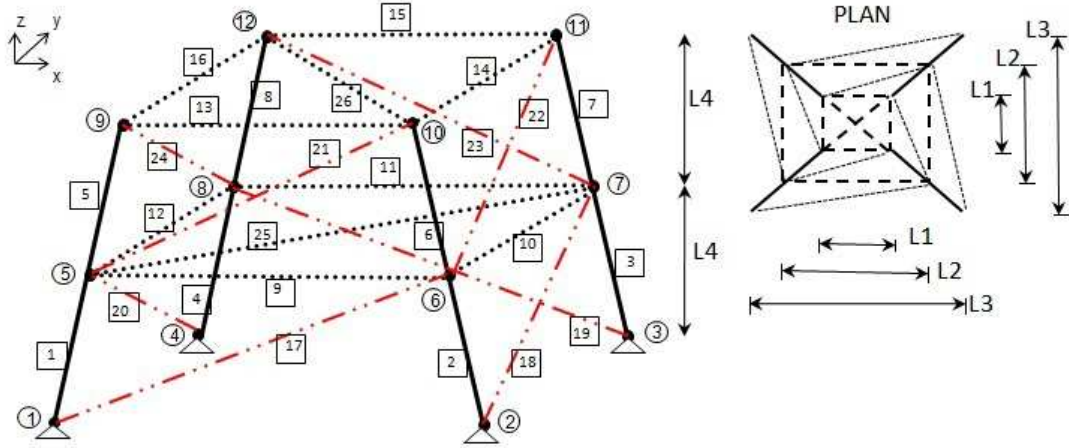
4.1.3. Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.03 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş yirmialtı elemanlı sistemin analizi yapılmıştır. 9, 10, 11 ve 12 no.lu düğüm noktalarının her birine X,Y ve Z doğrultusunda sırayla $P_x=50$ kN, $P_y=50$ kN ve $P_z=-100$ kN kuvvetleri etkimektedir. Burada, $L_1=200$ cm., $L_2=400$ cm., $L_3=600$ cm. ve $L_4=200$ cm. olarak verilmiştir. 11 no.lu düğüm noktasının X,Y ve Z doğrultusundaki deplasmanları 5'er cm olarak sınırlandırılmıştır. Sistemdeki elemanlar gruplara ayrılmıştır. 1.grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 no.lu elemanlardan, 2.grup 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 25 ve 26 no.lu elemanlardan, 3.grup 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 ve 24 no.lu elemanlardan oluşmaktadır. Verilen bilgiler ışığında kafes sistemin her iki algoritma ile tasarımı yapılacaktır. Her iki algoritma ile yapılan optimum tasarım sonuçları çizelge 4.03 de gösterilmiştir.

4.1.4. Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.04 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş otuziki elemanlı sistemin analizi yapılmıştır. 10, 11, 12 ve 13 no.lu düğüm noktalarının her birine X,Y ve Z doğrultularında sırayla $P_x=50$ kN, $P_y=50$ kN ve $P_z=-100$ kN kuvvetleri etkimektedir. Burada, $L_1=400$ cm. ve $L_2=200$ cm. olarak verilmiştir. 5 no.lu düğüm noktasının X,Y ve Z doğrultularındaki deplasmanları 10'ar cm olarak sınırlandırılmıştır. Sistemdeki elemanlar gruplara ayrılmıştır. 1.grup 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 no.lu elemanlardan, 2.grup 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 ve

28 no.lu elemanlardan, 3.grup 29, 30, 31 ve 32 no.lu elemanlardan oluşmaktadır. Geometrisi ve yüklemesi verilen kafes sistemin her iki algoritma ile tasarımı yapılacaktır. Her iki algoritma ile yapılan optimum tasarım sonuçları çizelge 4.04 de gösterilmiştir.

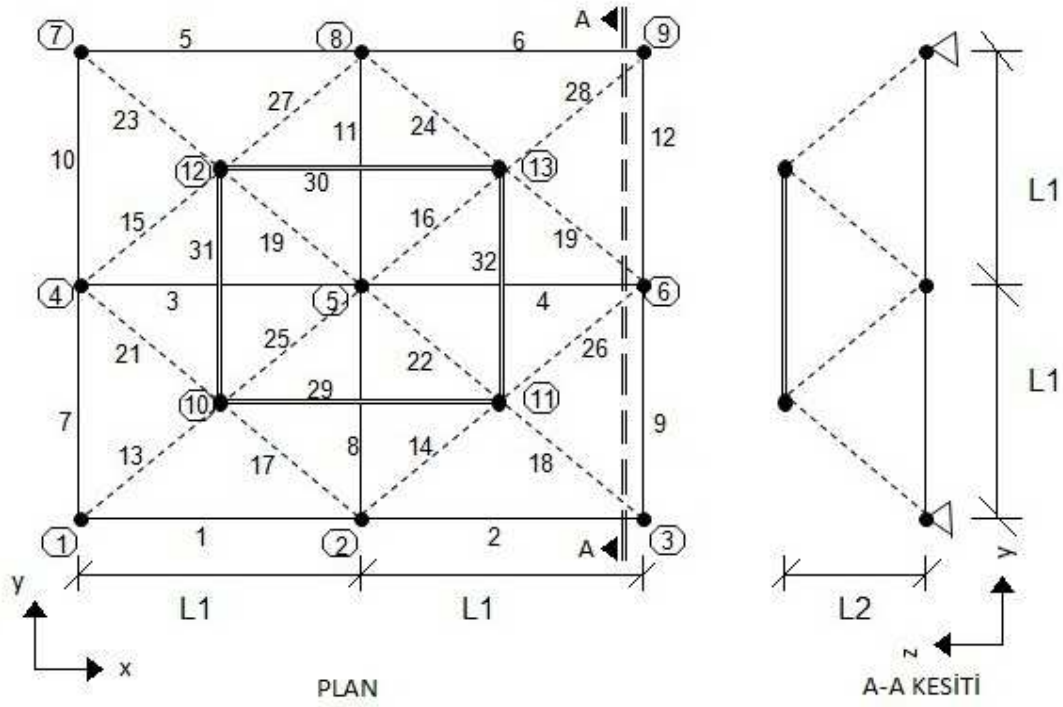


Şekil 4.03. Yirmialtı Elemanlı Uzak Kafes Sistem (Kafes Sistem 03)

Çizelge 4.03. Yirmialtı Elemanlı Uzak Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 03)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI			SÜRE (sn)	
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP		
1	58	18,545	48	44	50	1	
MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 03)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI			SÜRE (sn)	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP		
1	251	18,331	48	44	44	178	4745

4.ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4.04. Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistem (Kafes Sistem 04)

Çizelge 4.04. Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarım Sonuçları

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 04)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI			SÜRE (sn)	
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP		
1	59	21,256	20	53	38	1	
MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 04)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI, kN	KESİT NUMARALARI			SÜRE (sn)	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP		
1	251	17,417	7	59	43	150	4796

4.2. Rastgele Sayı Üreten Başlangıç Çekirdek Komutunun Kullanılması

FORTRAN programlama dilinde, programın başında kütüphaneyi kullanma komutu (USE MSFLIB) yazılır ve “CALL SEED” deyimi kullanılırsa, programın her çalıştırılmasında rastgele sayı üretmek için kütüphane altyapısından farklı bir başlangıç çekirdeğinden sayı üretilmektedir. Bu durumda her denemede rastgele sayı üreten başlangıç çekirdeği değişmektedir. Dolayısıyla programı her tekrar çalıştırıldığında farklı sonuçlara ulaşılır. Bu nedenle farklı sonuçlar elde etmek için her iki algoritmanın programları 10’ar kez çalıştırılmıştır.

4.2.1. Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.01 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş dört elemanlı basit bir sistemin verileri daha önce belirtilmiştir. Genetik Algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları çizelge 4.05 de, memetik algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları ise çizelge 4.06 da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar grafik halinde Şekil 4.05 de gösterilmiştir. Memetik algoritma ile yapılan analizler farklı sürelerde, farklı lokal arama sayılarında ve farklı çözüm adımı sayılarında olmasına rağmen sonuç hep aynı çıkmıştır. Memetik algoritmanın söz konusu kafes sistem için on farklı çözümde standart sapması sıfır çıkmıştır. Memetik algoritma ile ulaşılan sonuçlara genetik algoritma ile de ulaşılmıştır, ancak genetik algoritmanın on farklı çözümde standart sapmasının 0,02 olduğu görülmektedir. Bununla beraber tasarımların memetik algortmada daha çok zaman aldığı görülmektedir. On çözüm ortalaması dikkate alındığında memetik algoritma ile genetik algortmaya göre % 6,4 daha hafif tasarım elde edilmiştir.

4.2.2. Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.02 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş onaltı elemanlı sistemin verileri daha önce belirtilmiştir. Genetik Algoritma ile yapılan on farklı analiz sonuçları Çizelge 4.07 de, memetik algoritma ile yapılan on farklı analiz sonuçları ise Çizelge 4.08 de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar grafik halinde şekil 4.06 da gösterilmiştir. Genetik algoritma ile yapılan on farklı tasarımın standart

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

sapmasının 0,34 olduğu görülmüştür. Memetik algoritma ile yapılan on farklı analizde ise standart sapmanın 0,055 olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.05. 4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 01)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI				SÜRE(sn)
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP	
1	188	0,590280	1	4	1	25	2
2	169	0,552120	1	1	1	19	1
3	118	0,601500	4	1	4	19	2
4	134	0,581300	1	1	1	37	2
5	154	0,581300	1	1	1	37	1
6	116	0,605990	1	4	1	37	2
7	177	0,579050	1	1	1	31	2
8	149	0,576810	4	1	1	19	2
9	135	0,601500	4	4	1	19	2
10	167	0,628430	4	4	1	31	2
	MİN.FIX=	0,552120	1	1	1	19	
	ORT.FIX=	0,589828					
	SSAP.FIX=	0,020755					

Çizelge 4.06. 4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)

MEMETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 01)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)
				1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP	
1	301	5039	0,55212	1	1	1	19	27
2	301	4221	0,55212	1	1	1	19	26
3	301	4357	0,55212	1	1	1	19	26
4	223	3538	0,55212	1	1	1	19	20
5	158	2488	0,55212	1	1	1	19	14
6	301	4431	0,55212	1	1	1	19	25
7	301	4304	0,55212	1	1	1	19	26
8	301	4520	0,55212	1	1	1	19	26
9	301	4671	0,55212	1	1	1	19	27
10	301	4574	0,55212	1	1	1	19	27
	MİN.FIX=		0,552120	1	1	1	19	
	ORT.FIX=		0,552120					
	SSAP.FIX=		0,000000					

Ayrıca on farklı çözüm için memetik algoritma ile ulaşılan minimum yapı ağırlığına yani en optimum çözüme genetik algoritma ile ulaşamadığı tespit edilmiştir. Genetik algoritma ile yapılan on farklı çözümde elde edilen en düşük yapı ağırlığı (12,2184 kN) ile memetik algoritma ile yapılan on farklı çözümden elde edilen en büyük yapı ağırlığı (12,2276 kN) arasındaki farkın 0,01 kN olduğu tespit edilmiştir. Ortalama ağırlıklar göz önüne alındığında memetik algoritma, genetik algoritmaya göre % 4,4 daha iyi sonuç vermiştir. Bununla beraber tasarımların memetik algoritmada daha çok zaman aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.07. 16 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 02)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI				SÜRE(sn)
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP	
1	180	12,49240	53	33	57	52	3
2	222	12,54700	53	50	57	53	3
3	84	12,83960	53	23	50	59	1
4	162	12,97810	53	45	50	30	3
5	83	13,03400	24	33	29	24	2
6	24	13,29480	52	51	64	60	< 1
7	177	12,51710	53	39	57	52	3
8	85	12,71490	53	22	57	47	2
9	110	12,29500	53	50	50	24	2
10	163	12,21840	24	57	50	52	2
	MİN.FIX=	12,21840	24	57	50	52	
	ORT.FIX=	12,69313					
	SSAP.FIX=	0,342838					

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çizelge 4.08. 16 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)

MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 02)								
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI				SÜRE (sn)
				1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	4.GRUP	
1	301	6550	12,10830	24	44	50	47	96
2	301	6469	12,07020	24	44	50	24	98
3	301	6440	12,14750	59	44	50	52	97
4	301	6553	12,22760	52	57	50	52	95
5	301	6507	12,16560	52	50	50	24	96
6	301	6548	12,07020	24	44	50	24	95
7	301	6501	12,13180	24	44	57	24	94
8	301	6480	12,09210	52	44	50	52	97
9	301	6517	12,21490	52	57	50	24	96
10	301	6488	12,10830	24	44	50	47	96
		MİN.FIX=	12,07020	24	44	50	24	
		ORT.FIX=	12,13365					
		SSAP.FIX=	0,055485					

4.2.3. Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.03 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş yirmialtı elemanlı sistemin verileri daha önce belirtilmiştir. Genetik Algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları Çizelge 4.09 da, memetik algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları ise Çizelge 4.10 da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar grafik halinde şekil 4.07 de gösterilmiştir. Genetik algoritma ile yapılan on farklı analiz standart sapmasının 0,99 olduğu görülmüştür. Memetik algoritma ile yapılan analizler farklı sürelerde ve farklı lokal arama sayılarında olmasına rağmen sonuç hep aynı çıkmıştır. Dolayısıyla on farklı analizde standart sapmanın sıfır olduğu görülmüştür. Ayrıca on farklı çözüm için memetik algoritma ile ulaşılan minimum yapı ağırlığına genetik algoritma ile ulaşamadığı tespit edilmiştir. Genetik algoritma ile yapılan on farklı çözümde elde edilen en düşük yapı ağırlığı (18,7677 kN) ile memetik algoritma ile yapılan on farklı çözümün her birinde elde edilen yapı ağırlığı (18,3308 kN) arasındaki farkın 0,44 kN olduğu tespit edilmiştir. Ortalama ağırlıklar göz önüne

alındığında memetik algoritma, genetik algoritmaya göre % 8,3 daha iyi sonuç vermiştir. Bununla beraber tasarımların memetik algortmada daha çok zaman aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.09. 26 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 03)						
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI			SÜRE(sn)
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	
1	102	18,81470	48	17	50	2
2	23	20,74360	54	18	44	< 1
3	70	20,62490	54	64	28	1
4	92	18,84750	48	27	57	2
5	32	20,51360	54	51	50	< 1
6	73	21,68670	60	67	39	2
7	96	19,37140	54	59	50	3
8	62	20,23780	54	50	45	1
9	106	18,76770	54	27	44	2
10	140	20,34690	61	45	50	2
	MİN.FIX=	18,76770	54	27	44	
	ORT.FIX=	19,99548				
	SSAP.FIX=	0,993074				

Çizelge 4.10. 26 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)

MEMETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 03)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI			SÜRE(sn)
				1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	
1	251	4778	18,33080	48	44	44	108
2	251	4836	18,33080	48	44	44	106
3	251	4875	18,33080	48	44	44	108
4	251	4696	18,33080	48	44	44	108
5	251	4788	18,33080	48	44	44	108
6	251	4753	18,33080	48	44	44	111
7	251	4795	18,33080	48	44	44	107
8	251	4808	18,33080	48	44	44	107
9	251	4867	18,33080	48	44	44	104
10	251	4620	18,33080	48	44	44	112
	MİN.FIX=		18,33080	48	44	44	
	ORT.FIX=		18,33080				
	SSAP.FIX=		0,000000				

4.2.4. Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Optimum Tasarımı

Şekil 4.04 de geometrisi, çubuk ve düğüm noktası numaraları belirtilmiş otuziki elemanlı sistemin verileri daha önce belirtilmiştir. Genetik Algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları çizelge 4.11 de, memetik algoritma ile yapılan on farklı tasarım sonuçları ise çizelge 4.12 de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar grafik halinde şekil 4.08 de gösterilmiştir. Genetik algoritma ile yapılan on farklı analiz standart sapmasının 0,95 olduğu görülmüştür. Memetik algoritma ile yapılan on farklı analizde ise standart sapmanın 0,11 olduğu görülmüştür. On farklı çözüm için memetik algoritma ile ulaşılan minimum yapı ağırlığına, genetik algoritma ile ulaşılabildiği tespit edilmiştir. En optimum çözüme, genetik algoritma ile onuncu adımda ulaşılrken, memetik algoritma ile on çözümde sekiz kez ulaşılmıştır. Ortalama ağırlıklar göz önüne alındığında memetik algoritma, genetik algoritmaya göre % 9.4 daha iyi sonuç vermiştir. Ancak tasarımlar memetik algoritmada daha fazla zaman almaktadır.

Çizelge 4.11. 32 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (GA)

GENETİK ALGORİTMA (KAFES SİSTEM 04)						
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI			SÜRE(sn)
			1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	
1	141	18,92670	10	36	43	3
2	27	19,16520	10	60	27	1
3	27	20,54020	14	36	57	< 1
4	56	19,88740	11	36	43	1
5	61	20,45890	31	59	39	1
6	103	19,48590	19	59	32	2
7	90	19,65160	10	42	21	2
8	43	18,41430	10	59	21	1
9	72	18,82070	11	59	43	2
10	143	17,41660	7	59	43	3
	MİN.FIX=	17,41660	7	59	43	
	ORT.FIX=	19,27675				
	SSAP.FIX=	0,948559				

Çizelge 4.12. 32 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin 10 Farklı Çözüm Sonuçları (MA)

MEMETİK ALGOTİRMA (KAFES SİSTEM 04)							
SIRA NUMARASI	İTERASYON SAYISI	TOPLAM LOKAL ARAMA SAYISI	OPTİMUM YAPI AĞIRLIĞI – FIX (kN)	KESİT NUMARALARI			SÜRE(sn)
				1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	
1	251	4777	17,41660	7	59	43	151
2	251	4793	17,41660	7	59	43	152
3	251	4886	17,41660	7	59	43	147
4	251	4756	17,41660	7	59	43	152
5	251	4781	17,41660	7	59	43	152
6	251	4896	17,71220	7	59	32	147
7	251	4649	17,41660	7	59	43	158
8	251	4624	17,60140	7	59	26	158
9	251	4829	17,41660	7	59	43	152
10	251	5046	17,41660	7	59	43	141
MİN.FIX=			17,41660	7	59	43	
ORT.FIX=			17,46464				
SSAP.FIX=			0,104590				

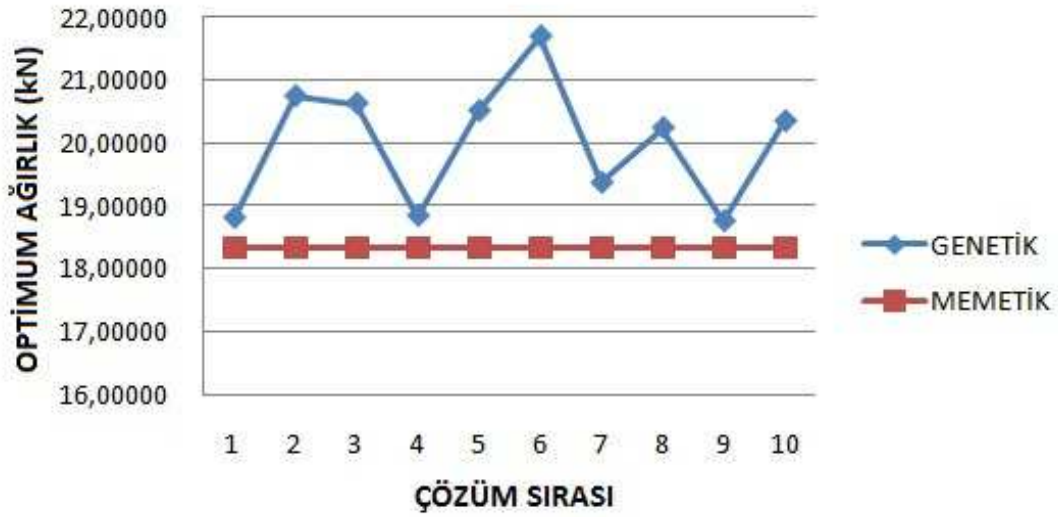


Şekil 4.05. On Farklı Çözümde Dört Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları

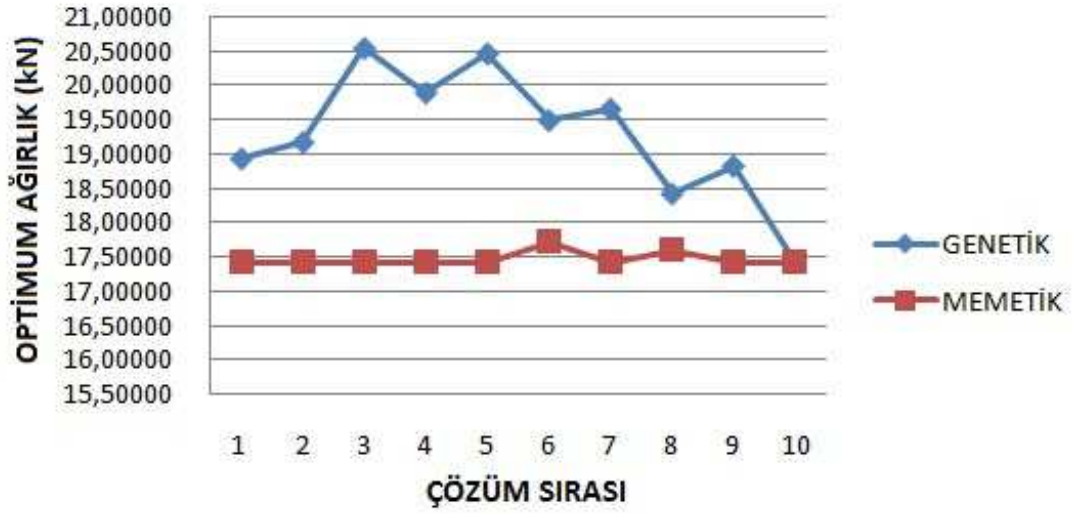
4.ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4.06. On Farklı Çözümde Onaltı Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları



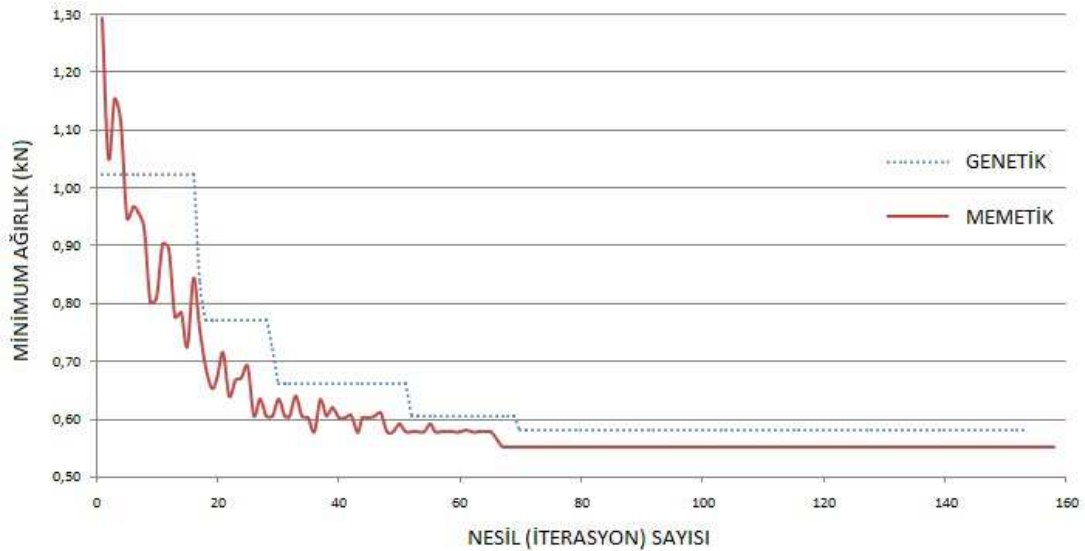
Şekil 4.07. On Farklı Çözümde Yirmialtı Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları



Şekil 4.08. On Farklı Çözümde Otuziki Elemanlı Uzay Kafes Sistem Sonuçları

4.3. Uzay Kafes Sistem Ağırlığının Nesiller Boyunca Değişimi

Burada, dört elemanlı uzay kafes sistem için, her iki algoritma ile yapılan on farklı çözümden beşinci çözümden itibaren sistem ağırlığının nesil sayısı boyunca nasıl değiştiği Şekil 4.09 da gösterilmiştir.



Şekil 4.09. 4 Elemanlı Uzay Kafes Sistemin Nesiller Boyunca Ağırlık Değişimi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada uzay kafes sistemlerin optimum tasarımında memetik algoritmanın uygulaması incelenmiştir. Bu kapsamda memetik algoritmaya çok benzeyen genetik algoritma ile karşılaştırma yapılmıştır. FORTRAN dilinde, deplasman ve gerilme sınırlayıcılarına bağlı, memetik ve genetik algoritma ile optimum tasarım yapan iki bilgisayar programı yazılmıştır. Gerilme sınırlayıcıları belirlenirken AISC-ASD (2001) yönetmeliği dikkate alınmıştır. Her iki algoritma ile dört farklı yapısal sistemin analizi ve tasarımı yapılmıştır. Seçilen sistemlerde eleman sayılarının ve geometrik özelliklerinin farklı olmasına özen gösterilmiştir.

Sayısal örneklerden elde edilen sonuçlara göre; memetik algoritmanın genetik algoritmaya göre daha iyi çözümler ürettiği, buna rağmen çözüm için daha çok zaman harcadığı anlaşılmıştır. Dört ayrı kafes sistemin tasarımında, 10 farklı çözümün ortalamaları göz önüne alındığında; memetik algoritmanın genetik algoritmaya göre % 4,4 ile % 9,4 arasında daha hafif tasarımlar ürettiği görülmüştür.

Memetik algoritma ile daha iyi sonuçlara ulaşılmasının ve daha çok zaman harcanmasının nedeni lokal aramaların yapılmasıdır. Her lokal aramada popülasyondaki herbir birey için birden çok analiz yapılmakta, bireylerin yerlerine daha iyi bireylerin geçmesi sağlanmaktadır. Daha iyi bireyler oluşturmak daha iyi optimum sonuca götürürken, tekrar tekrar yapılan analizler ise zaman almaktadır.

Tasarlanacak yapının güvenlik koşulları altında ekonomik yani daha hafif olması çok önemlidir. Öte yandan tasarım için harcanan zaman da ekonomi ile beraber dikkate alınması gereken bir değerdir. Yapısal sistemdeki eleman sayısının artması işlem sayısını artıracığından tasarım için daha çok zaman gerektirmektedir. Bununla birlikte teknolojik gelişmelerden dolayı bilgisayarların hızları devamlı arttığından, çözüm zamanının önemli bir faktör olmaktan çıkacağı düşünülmektedir.

On ayrı çözümde hangi başlangıç noktasından başlanılırsa başlanılsın, memetik algoritma lokal arama ile birbirine çok yakın (bazen tümü aynı) sonuçlar vermektedir. Bu da memetik algoritmanın global optimuma yakın değer elde ettiğini göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, tasarım sürecinde çözüm zamanının dikkate alınmaması halinde memetik algoritma ile genetik algoritmaya göre daha iyi optimum tasarımlar yapılabileceği görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Camp, C., Pezeshk, S., Cao, G. 1998. Optimized Design of Two-Dimensional Structures Using A Genetic Algorithm. Journal of Structural Engineering, May (1998) S, 551-559

Hayalioğlu, M.S. 2000, Optimum Design Of Geometrically Non-linear Elastic-Plastic Steel Frames Via Genetic Algorithm. Computers and Structures, 77 (2000), S, 527-538

Toğan, V., Seyhun, M.O., Daloğlu, A. 2006. A Comparative Study For The Optimum Design Of Structures Using Genetic Algorithm. Karadeniz Technical University Civil Engineering Department, S. 1-8

Polat, A. 2006. Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Çok Amaçlı Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Toğan, V. Daloğlu, A. 2006. Genetik Algoritma ile Üç Boyutlu Kafes Sistemlerin Şekil ve Boyut Optimizasyonu. İMO Teknik Dergi, 2006, S, 3809 -3825, Yazı 251

Dede, T. 2003. Değer Kodlaması Kullanarak Kafes Sistemlerin Genetik Algoritma İle Minimum Ağırlıklı Boyutlandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Akay, R. 2006. Memetik Algoritma Kullanarak PID Denetleyici Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

American Institute of Steel Construction Allowable Stress Design (AISC-ASD) 2001.

Yeniay, Ö. 2001. An Overview Of Genetic Algorithms, Anadolu Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt:2, Sayı:1, S, 37-49

Engin, O. 2001. Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma ile Çözüm Performansının Arttırılmasında Parametre Optimizasyonu, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aköz, A.Y. 2005. Enerji Yöntemleri ve Yapı Sistemleri. Birsen Yayınevi, Yayın No:0029, Sayfa: 87-120, İstanbul.

Elbeltagi, E., Hegazy, T., Grierson, D. 2005. Comparison Among Five Evolutionary-Based Optimization Algorithms. *Advanced Engineering Informatics*, 19 (2005), S,43-53

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara'da doğdu. İlkokulu Konya'da, ortaokul ve liseyi Eskişehir'de okudu. 2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2007 yılında sözleşmeli subay olarak Milli Savunma Bakanlığı Diyarbakır İnşaat Emlak Bölge Başkanlığında göreve başladı. Temmuz 2011'den beri Kara Harp Okulu Dekanlığı İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.