

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKELERİNİN**  
**GENETİK ALGORİTMAYLA**  
**BOYUTLANDIRILMASI**

**Serhat DOĞAN**

**Temmuz, 2006**  
**İZMİR**

**İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKELERİNİN  
GENETİK ALGORİTMAYLA  
BOYUTLANDIRILMASI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik - Hidroloji ve Su Kaynakları Yönetimi**

**Anabilim Dalı**

**Serhat DOĞAN**

**Temmuz, 2006  
İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Serhat DOĞAN, tarafından Yard. Doç. Dr. Ahmet ALKAN yönetiminde hazırlanan “İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKELERİNİN GENETİK ALGORİTMAYLA BOYUTLANDIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

---

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALKAN

---

Danışman

---

Prof. Dr. N. Orhan BAYKAN

---

Jüri Üyesi

---

Prof. Dr. Ferhat TÜRKMEN

---

Jüri Üyesi

---

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sűresince bana yol gűsteren, bilgi birikimi ve tecrűbesiyle çalıŐmalarımda beni yűnlendiren, tez çalıŐmalarımda ve mesleki konularda karŐılaŐtıĐım hemen her problemi űzűmlenemde yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen deĐerli hocam, Sayın Yrd. Doç.Dr. Ahmet ALKAN'a teŐekkűrű bir borç bilirim.

ÇalıŐmalarım sırasında konuyla yakından ilgilenererek bir tartıŐma ortamı yaratıp, mesleki birikimlerini ortaya koyarak yardımlarını esirgemeyen MuĐla DSİ Őube MűdűrlűĐűnde gűrevli Őube Műdűrű İnaŐat Yűksek Műhendisi Kutlu KOSİF, İnaŐat Műhendisi Mehmet KATIKSIZ ve Jeoloji Műhendisi Őeref EREN'e űzellikle teŐekkűr ederim.

Son olarak hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen anne ve babama, bugűnlere gelmemde gűsterdikleri űzveriler ve saĐladıkları imkanlar için Őűkranlarımı sunarım.

# İÇME VE KULLANMA SUYU SİSTEMLERİNİN GENETİK ALGORİTMAYLA BOYUTLANDIRILMASI

## ÖZ

İçmesuyu sistemlerinin tasarımında kullanılan formülasyonların üstel işlevlerden oluşması ve sistemlerin bilinmeyenlerinin fazla olmasından ötürü, matematiksel çözüm zahmetli ve zaman alıcı olmaktadır. Bununla birlikte, bir sistemin tasarımında hidrolik açıdan kabul edilebilir sınırlar içinde kalan onlarca çözüm bulunabilmektedir. İçmesuyu sistemlerinin tasarımı için oluşturulan denklem sistemleri lineer denklemler olmadığından, çözüm kümesine ulaşabilmek için çeşitli matematiksel yaklaşım yöntemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar programlarının geliştirilmesi ile birlikte, içmesuyu sistemlerinin tasarımında değişik bilgisayar programları geliştirilmiştir. Bu yöntemlere, evrimsel gelişimi dikkate alarak çalışan, genetik algoritma yöntemini de katmak olanağı vardır. Genetik algoritma, herbiri problemin farklı çözümünü oluşturan toplumun, çaprazlama ve mutasyon gibi evrimsel parametreleri kullanarak gelişimi ile en iyi çözümün oluşturulması esasına dayanan bir eniyileme yöntemidir.

İçmesuyu sistemlerinin çözümü için genetik algoritma kullanılırken, öncelikle her bir boru bir geni simgeleyecek biçimde oluşturulmaktadır. Belirli sayıda bireyin oluşturulduğu toplum, evrimsel gelişime tabi tutulmaktadır. Evrimsel gelişimin sonucunda, diğer bir deyişle maksimum jenerasyona kadar, en iyi birey belirlenerek eniyileme yapılmaktadır

Bu çalışmada, Fortran programlama dili kullanılarak ölü noktalar yönteminin genetik algoritma ilkelerine bağlı olarak çalıştığı bir program yazılmış, Salihli/Manisa İçmesuyu sisteminin 3 no.lu şebekesi bu program aracılığıyla ve farklı genetik operatör değerleri yardımıyla tasarımılandırılmıştır. Genetik algoritma operatörlerinin değişiminin sonuçları nasıl etkilediği incelenmiş, mevcut proje değerleri ile programla tasarımılanan sistem birlikte değerlendirilmiştir.

**Anahtar Sözcükler :** Genetik algoritma, içmesuyu sistemleri, eniyileme yöntemleri

# DESIGN OF URBAN WATER DISTRIBUTION SYSTEM BY USING GENETIC ALGORITHM

## ABSTRACT

Mathematical solution of water distribution systems is difficult and time consuming because of the fact that formulations used for the design of water distribution systems include exponential functions and have a lot of unknowns. In addition to this, there are a lot of solutions that are hydraulically acceptable. The equations for the desining of water supply systems are not linear. Therefore, to achieve the set of solution, various mathemaical approach-methods are used. Development of computer technology has been the source of the development of various computer programs. It can be said that one of the most important popular method is genetic algorithm (GA) which is a form of theory of evolution. GA uses Darwin's theory of evolution. The theory says that the most stronger one will survive. The GA is depending on the hierarchy. First one is, the population is random, secondly, crossings shall occure, and in the third place, it is subject to mutation.

By using of GA for the solution of water supply systems, firstly, each pipe is so designed that it symbolizes one gen. A population composed of a certain amount of gens is subject to an evaluational development. At the end of the evaluational development, with also another saying, up to the end of maximum generation, the most appropriate individual is determined optimizingly.

In this study, a program in Fortran-language for concerned problem has been developed, and used for the solution of water distribution system of the small city Salihli/Manisa in Turkey. The cited program has been run for several times by using different genetic operators, and the results have been evaluated.

**Keywords :** Genetic algorithm, water distribution systems, optimization methods

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
<b>BÖLÜM BİR – GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Genel .....	1
1.2 Amaç ve Kapsam.....	1
<b>BÖLÜM İKİ – GENETİK ALGORİTMA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Genetik Algoritmanın Tarihi Gelişimi ve Uygulama alanları.....	3
2.1.1 Genetik Algoritmanın Tarihi Gelişimi .....	3
2.1.2 Genetik Algoritmanın İnşaat Mühendisliğindeki Uygulamaları .....	4
2.2 Genetik Algoritmanın Oluşturulması ve Temel Prensipleri.....	7
2.2.1 Genetik Algoritmanın Tanımı .....	7
2.2.2 Toplumun Oluşturulması.....	8
2.2.2.1 İkili Kodlama .....	8
2.2.2.2 Değer Kodlama .....	10
2.2.2.3 Permutasyon Kodlama .....	11
2.2.3 Uygunluk İşlevi .....	11
2.3 Genetik Algoritmanın Parametreleri .....	12
2.3.1 Seçim .....	12
2.3.1.1 Rulet Tekerleği Seçimi .....	12
2.3.1.2 Sıralı Seçim.....	14
2.3.1.3 Sabit Durum Seçimi.....	17
2.3.2 Çaprazlama .....	17
2.3.2.1 Tek Nokta Çaprazlama .....	18
2.3.2.2 İki Nokta Çaprazlama .....	20

2.3.2.3 Çok Noktadan Çaprazlama .....	22
2.3.3 Mutasyon .....	24
2.3.3.1 Uniform Mutasyon.....	24
2.3.3.1.1 İkili Kodlama Sisteminde Uniform Mutasyon.....	25
2.3.3.2 Sınır Mutasyon.....	25
2.3.3.3 Rastlantısal Mutasyon.....	26
2.3.3.4 Yerdeğişim Mutasyon.....	27
<b>BÖLÜM ÜÇ – İÇME VE KULLANMA SUYU SİSTEMLERİNİN TASARIMI.....</b>	<b>28</b>
3.1 İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinin Tarihçesi .....	28
3.2 İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinin Projelendirilmesi .....	29
3.2.1 Şebekedeki Boruların Debilerinin Belirlenmesi.....	29
3.2.2 Ölü Noktalar Yöntemi .....	31
<b>BÖLÜM DÖRT – İÇME VE KULLANMA SUYU SİSTEMLERİNİN GENETİK ALGORİTMA YARDIMIYLA TASARIMI ....</b>	<b>32</b>
4.1 Genetik Algoritmanın Oluşturulması ve İşleyişi.....	32
<b>BÖLÜM BEŞ – SALİHLİ İÇME SUYU PROJESİNİN GENETİK ALGORİTMA YARDIMIYLA TASARIMI .....</b>	<b>38</b>
5.1 Salihli İçme Suyu Sistemi Tasarım Seçenekleri. ....	38
<b>BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>46</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>49</b>



# BÖLÜM BİR

## GİRİŞ

### 1.1 Genel

Bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile birlikte çözümlenmesi karmaşık olan problemlerin çözümlenebilmesi için alternatif yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır. Bu yöntemlere yapay zekanın gittikçe daha çok alanda kullanılmaya başlanan evrimsel kolu, genetik algoritma örnek gösterilebilir. Genetik algoritmanın esası Darwin'in Evrim teorisi üzerine kuruludur. Evrim teorisinin ana prensibi güçlü olanın hayatta kaldığı teorisinin, kabulü ile gelişimine başlayan genetik algoritma normal yöntemlerle çözülmesi zor olan karmaşık problemlerin optimizasyonunda kullanılmaya başlanmıştır. Temel ilkeleri Holland (1975) tarafından oluşturulan genetik algoritma bir çok disiplinde uygulama alanı bulmuş; yapılan çalışmalar, konferanslar aracılığıyla bilimsel ortamda araştırmacılarla paylaşılmıştır.

Genetik algoritmanın ilerleyişinin içmesuyu sistemlerinin tasarımına da uygun oluşu ve alternatif çözüm arayışları araştırmacıları içmesuyu sistemlerinin genetik algoritma ile tasarımı için lineer olmayan denklem sistemlerinin çözümünün gerekliliği ve bilinmeyen sayısının fazlalığı genetik algoritmanın da içmesuyu sistemlerinin tasarımında çözüm yöntemleri arasında yerini almasında etken olmasını sağlamıştır. Her aşamada iyileşme sağlanması sebebiyle deneme yanılma yönteminden ayrılan genetik algoritma, örnek bir uzayda çalışması sebebiyle de birden çok çözümlerle yoluna başlamakta, böylece aynı anda birden fazla içmesuyu sisteminin tasarımı sağlanarak daha iyi olanının tespiti sağlanmaktadır.

### 1.2 Amaç ve Kapsam

Bu çalışma ile içmesuyu sistemlerinin boyutlandırılması için alternatif olarak düşünülebilecek yöntemlerden olan genetik algoritmanın işleyiş yapısı irdelenerek genetik algoritma operatörlerinin değişiminin içmesuyu sisteminin

boyutlandırılmasına etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Salihli içmesuyu sisteminin 3 nolu şebekesinin ölü noktalar yöntemi kullanılarak farklı genetik algoritma operatörleri ile boyutlandırılması yapılmıştır. Genetik algoritma yardımıyla, ölü noktalar yöntemi kullanılarak, oluşturulan şebeke mevcut şebeke ile birlikte yorumlanarak aradaki farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır.

## **BÖLÜM İKİ**

### **GENETİK ALGORİTMA**

#### **2.1 Genetik Algoritmanın Tarihi Gelişimi Ve Uygulama Alanları**

##### ***2.1.1 Genetik Algoritmanın Tarihi Gelişimi***

Genetik algoritmanın tarihi gelişimini genetiğin oluşum süreci ile birlikte ele almak gereklidir. Gen terimi 1900'lü yıllara kadar kullanılmamasına rağmen, gen üzerine ilk çalışmalar 1800'lü yıllarda Gregor Mendel'in daha iyi ürünler elde etmek ve gelişim süreçlerini incelemek için farklı bezelye türlerini melezlemesiyle başlamıştır. Aynı dönemlerde İngiliz Charles Darwin tarafından, toplanan bitki ve hayvan fosilleri yardımıyla; kalıtların, bugünkü türlerin varlığını temsil ettiği kanısına varılmıştır. Darwin'in yaptığı çalışmalar sonucunda, hayatta kalabilen türlerin öncekilerle benzerlik teşkil ettiği belirlenmiş, bununla birlikte hayatta kalabilen türlerin güçlü özelliklere sahip olduklarından hayatta kalabildikleri savı ortaya konulmuştur. Darwin'in temel prensip olarak belirlemiş olduğu bu teorem evrimsel gelişiminde esasını oluşturmuştur.

Darwin'in ortaya koyduğu evrimsel gelişimin temel prensibinin günlük yaşamda birçok alanda gözlemlenmesinin bir sonucu olarak da ortaya çıktığı söylenebilen genetik algoritmanın, ilk çalışmaları Holland (1975) tarafından yapılmıştır. Machine Learning üzerinde çalışan Holland, tek bir çözümün iyileştirilmesi yerine bir çözüm kümesinin içinden evrim teorisinin operatörlerini kullanarak, evrim teorisinin mantığını oluşturan güçlü olan çözümün sonraki nesillere iyileştirilerek aktarıldığı bir yöntem geliştirmiştir. Geliştirdiği yöntemin adını 1975 yılında yayımladığı kitapla birlikte Genetik Algoritma olarak belirlemiştir( Kurt ve Cumali,2001).

Holland tarafından ortaya konulan genetik algoritmanın, bir inşaat mühendisi olan David E. Goldberg'in doktora tezinin sonuçlandırılmasına kadar, araştırmacılar tarafından uygulanabilirliğinin pek mümkün olmadığı ve yarar sağlayabilecek bir yaklaşım biçimi olmadığı düşünülmekteydi.

Genetik algoritmayı çok sayıda kollara ayrılmış gaz borularında, gaz akışını düzenleyen ve kontrol eden bir uygulama alanında kullanan Goldberg, bu çalışmasıyla birlikte Holland tarafından Darwin'in evrim teorisinden esinlenerek ortaya koyulan genetik algoritmanın uygulanabilirliğini de göstermiştir.

Temel ilkelerin oluşturulmasıyla birlikte gelişim sürecine başlayan karmaşık problemlere evrimsel çözüm oluşturmayı hedefleyen genetik algoritma konusu günümüze kadar bir çok alanda uygulama alanı bulmuş ve genetik algoritma üzerine düzenlenen çeşitli konferanslar aracılığıyla da çok çeşitli problemlerin çözümlenmesinde kullanıldığı gözlenmiştir.

### ***2.1.2 Genetik Algoritmanın İnşaat Mühendisliğindeki Uygulama Alanları***

Bugüne kadar çok çeşitli bilim dallarında uygulama alanı bulan genetik algoritma ile problemlerin çözümü; inşaat mühendisliğinde optimizasyon gerektiren konuların çözümlenmesinde de uygulama alanı bulmuştur. Konunun geniş bir alanda uygulanabilmesi dolayısıyla; burada sadece inşaat mühendisliği alanında yapılmış önceki çalışmalardan söz edilecektir.

Simpson, Dandy ve Murphy (1996) çalışmalarında boru şebekelerinin optimizasyonunu genetik algoritma yardımıyla sağlayan bir program geliştirdiler. İkili kodlama yerine gri kodlama kullanarak yaptıkları çalışmayı, Newyork şehrinin tünellerinde uygulamasını yaptılar. Sonuçları geleneksel ya da basit genetik algoritma ile karşılaştırmışlardır. Bununla birlikte lineer, nonlineer ve dinamik programlama gibi geleneksel optimizasyon metotları ile genetik algoritmanın performansını karşılaştırmışlardır (Simpson, Dandy ve Murphy, 1996).

Savic ve Walters (1997) çalışmalarında, içmesuyu sistemlerini genetik algoritma yardımıyla en düşük maliyetle tasarım yapan bir program geliştirdiler. Çalışmaları sonucunda uygulamada gerçek faydaları, kısıtları, gelecek talepleri gibi belirlenmesi zor problemleri olan su dağıtım sistemlerinin tasarımında genetik algoritma yardımıyla yapılan modelleme ile karmaşıklığın azaltılabileceğinden bahsettiler.

Modelin tasarım yapanlara farklı maliyet ve faydalar ile gelecekteki talep ve performans arasında daha iyi gözlem yapma imkanı sağladığını ortaya koymuşlardır (Savic ve Walters, 1997).

Çağdaş (2001) çalışmasında, betonarme döşemelerin akma çizgisi deseninin belirlenmesinde genetik algoritmanın kullanımını incelemiştir. Çalışmada karmaşık durumlarda belirlenmesi çok zor olan akma çizgisi deseni; genetik algoritma yardımıyla değişik geometriye sahip döşemeler, değişik mesnetlenme ve yükleme koşullarında incelenmiştir (Çağdaş, 2001).

Kaya (2001), yüksek kirişlerde donatı çaplarının optimum tasarımını gerçekleştirmek üzere, kesit özellikleri pratikte hazır olan standart kesitlerden, genetik algoritma yardımıyla seçilebilen bir uygulama üzerinde çalışma yapmıştır. Aynı problemler alternatif yöntemlerle de çözülerek genetik algoritmanın çözümü ile kıyaslanmıştır (Kaya, 2001).

Turgut ve Arslan (2001) çalışmalarında, altı açıklıklı sürekli bir kirişte maksimum açıklık ve mesnet momentlerini veren hareketli yük kombinasyonlarının genetik algoritmayla düzenlenmesini incelemişlerdir. Genetik algoritma yardımıyla yapılan çözümün tesir çizgileri gibi klasik yöntemlerle yapılan çözümlere göre hızlı olduğu tespitini yapmışlardır (Turgut ve Arslan, 2001).

Uçaner ve Özdemir (2002) çalışmalarında, içmesuyu şebekelerindeki ek klorlama istasyonunun yeri, klorlama miktarı ve düzeninin belirlenmesini genetik algoritma yardımıyla yapmışlardır. Bununla birlikte kullanımdaki bir şebeke için yaptıkları uygulama sonuçlarını mevcut durum ile karşılaştırmışlardır (Uçaner ve Özdemir, 2002).

Kahraman (2003) çalışmasında, 8 borudan oluşan iki gözlü bir şebeke ile 34 borudan oluşan 3 gözlü Hanoi kenti şebekesini genetik algoritma yardımıyla çözümlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan programın kısa sürede çözüme

ulaştığı ve programın optimum çözüme ulaşabilme özelliğinin iyi olduğu belirtilmiştir (Kahraman, 2003).

Koç, Karahan ve Ceylan (2003) çalışmalarında, örnek bir su dağıtım şebekesini genetik algoritma yardımıyla çözümlenmişlerdir. Çalışmada genetik algoritma yardımıyla bulunan sonuçlar Hardy-Cross ve Newton yöntemlerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Koç, Karahan ve Ceylan, 2003).

Ceylan ve Haldenbilen (2005) çalışmalarında, şehirlerarası ulaşım talebini genetik algoritma yardımıyla modellemişlerdir. Belirlenen modeller yardımıyla 2025 yılına kadar ülkemizde şehirlerarası yollarda beklenen yolcu, yük ve taşıt hareketi talepleri belirlenmiş ve Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırılmıştır. Uzun dönemli planlama için elde edilen sonuçlar yorumlanarak değerlendirilmiştir (Ceylan ve Haldenbilen, 2005).

Sahab ve arkadaşları (2005), yaptıkları çalışmada binalarda düz plaka betonarme betonu için genetik algoritma değişimine dayanarak iki aşamalı melez optimizasyon algoritması kullanmışlardır. İlk aşamada yüzey araştırma tasarımı, ikinci aşamada Jeeves ve Hooke metotlarının genetik algoritma ile çözümünü irdelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda optimum çözüm için genetik algoritma ile çözümden önce yeterli miktarda değerlendirme işlevi sağlanması gerektiğini belirtmişlerdir (Sahab ve arkadaşları, 2005).

Vairavamoorthy ve Mohammed (2005) çalışmalarında, su dağıtım sistemlerinin optimum tasarımını genetik algoritmaya bağlı olarak yapmayı hedeflemişlerdir. Sonuç olarak arama uzayının daraltılmasının daha uygun bireylerin yaratılmasını sağlayacağından bahsetmişlerdir. Bununla birlikte uzayın daraltılmasının daha sağlıklı toplumlara daha hızlı oluşturacağını vurgulamışlardır (Vairavamoorthy ve Mohammed, 2005).

Çetinkaya (2006) çalışmasında, seçilen bir borulu sulama şebekesinin eniyilenmesinde genetik algoritma yöntemini kullanmıştır. Bu amaçla genetik algoritma tabanlı bir program ile buraya bilgi aktaran bir hidrolik çözücü programı geliştirmiştir (Çetinkaya, 2006).

## **2.2 Genetik Algoritmanın Oluşturulması Ve Temel Prensipleri**

### ***2.2.1 Genetik Algoritmanın Tanımı***

Yapay zeka alanına, evrimsel hesaplama yöntemini kullanarak dahil olan genetik algoritma, doğal seçim yardımıyla bir çözüm uzayından rasgele oluşturulan örnek kümesi içinde aranan kriterlere en uygun bireyin bulunmasını sağlayan keşifsel bir yöntem olarak adlandırılabilir.

Hayatın her anı için geçerli olan güçlü olanın yaşama şansının fazlalığı üzerine kurulu olan genetik algoritma, bir çözüm kümesi içindeki iyi çözümleri bir uygunluk kriteri yardımıyla belirleyip; zayıf çözümleri elimine ederek çalışır. Bir çözüm uzayının içinden rasgele seçilen bir çözüm kümesi içinde çalışan genetik algoritma kümedeki çözümlerin birbirlerine üstünlüklerini belirlemek için uygunluk işlevinden yararlanır.

Zayıf uygunluğa sahip çözümleri eleyerek yeni çözümler oluşturmak için çeşitli operatörler kullanılır. Evrim teorisinin temel prensiplerini içeren mutasyon ve çaprazlama gibi operatörleri kullanarak yeni nesiller elde edilir. Oluşturulan yeni nesiller sayesinde uygunluk değerinin daha iyi olduğu çözümler sağlanır. Genetik algoritmaların çalışma aşamaları temel olarak;

- 1) İlk toplumun oluşturulması ve uygunluk değerlerinin saptanması
- 2) Seçim
- 3) Çaprazlama
- 4) Mutasyon
- 5) Yeni jenerasyon

olarak sayılabilir. Bu aşamalardan 2. ile 5. aşama arasında maksimum jenerasyona ulaşıncaya kadar döngüsel bir hesaplama devam edilir.

### 2.2.2 Toplumun Oluşturulması

Genetik algoritmada; gelişime tabi tutularak güçlü bir toplumun oluşturulabilmesi için ilk aşama ilk toplumun oluşturulmasıdır. Burada ilk toplumdaki bireyler rastgele olarak belirlenir. Birey, problem için oluşturulan ayrı ayrı çözümlerin her biridir. Bu aşamada önemli olan birey oluşturulurken kullanılan kodlamanın nasıl yapılacağıdır. Yaygın olarak kullanılan kodlama yöntemi ikili kodlamadır. Ancak problemin durumuna bağlı olarak 10 tabanlı sayıların kullanıldığı kodlamalarda kullanılmaktadır. Bununla birlikte permutasyon kodlama, değer kodlama ve ağaç kodlama diye adlandırılan kodlama yöntemleri de çözümlenmesi beklenen problemin durumuna göre tercih edilebilir.

#### 2.2.2.1 İkili Kodlama

Bilgisayarda programlanabilirliği açısından uygunluk göstermesi sebebiyle en çok kullanılan kodlama biçimidir. İkili kodlamada kromozomlar (bireyler) iki tabanında yazılarak ifade edilir. Yani bireyin temsili 0 ve 1 rakamlarının kullanıldığı ikili sistemde yazılan sayılarla oluşturulur.

Tablo 2.1 İkili kodlama sisteminde bireyler

Toplum üye numarası	Bireyler
1	1010010
2	1101111
3	1001001
4	1101010



İkili kodlama ile belirlenen bireyler 10 tabanında tamsayıya dönüştürülür. Daha sonrada çözüm uzayının minimum ve maksimum değerlerine bağlı olarak enterpolasyon yardımıyla söz konusu bireyin reel değeri bulunur. Bu aşamada ikili tabanda bireyi belirlerken kabul edilen basamak sayısı problem sonucunun hassasiyetini etkileyen önemli bir faktör olarak görülebilir. Örneğin çözüm uzayının 1,3 ile 7,9 arasında olduğu bilinen bir problemde eğer basamak sayısı Tablo 2.2 deki gibi 3 olarak alınırsa çözüm uzayında ki karşılığı doğrusal enterpolasyonla Tablo 2.2'nin son sütunundaki gibi bulunur (Coley,1999).

Tablo 2.2 3 basamaklı ikili kodlama

İkili kodlama	Tamsayı karşılığı	Çözüm uzayında karşılığı
100	4	5,0714
101	5	6,0143

Basamak sayısı Tablo 2.3'deki gibi 6 olarak alınıp çözüm uzayında ki karşılığı doğrusal enterpolasyonla saptanacak olursa değerler Tablo 2.3'ün son sütunundaki gibi bulunur.

Tablo 2.3 6 basamaklı ikili kodlama

İkili kodlama	Tamsayı karşılığı	Çözüm uzayında karşılığı
000100	4	1,719
000101	5	1,823

Aynı çözüm uzayında, tamsayı olarak aynı karşılığı veren iki bireyin çözüm kümesinde aldıkları değerlerin değişimine; kodlama yapılırken belirlenen basamak sayısının büyük oranda etki etmekte olduğu görülmektedir. Bununla birlikte basamak

sayısının artırılmasının çözüm uzayında temsil edilemeyen reel sayı aralığını azalttığı da Tablo 2.4’de görülmektedir.

Tablo 2.4 3 ve 6 basamaklı ikili kodlama ile temsil edilemeyen reel aralık

Basamak sayısı	İkili kodlama	Tamsayı değeri	Çözüm uzayındaki karşılığı	Temsil edilemeyen aralık
3	100	4	5,0714	0,9424
	101	5	6,0143	
6	000100	4	1,7190	0,1048
	000101	5	1,8238	

### 2.2.2.2 Değer Kodlama

Bazı uygulama alanlarında değerlerin tamamının kodlanabilmesi için çözüm uzayında bulunan değerler aynen kullanılabilir. Bu tür kodlamaya değer kodlama adı verilir. Bu kodlama çözüm uzayındaki reel sayılar kullanılarak yapılabilirken bazı durumlarda çözüm uzayının niteliğine bağlı olarak harflerle de kodlanabilir.

Tablo 2.5 Değer kodlama

Reel sayının kullanılarak oluşturulan değer kodlama		Harf kullanılarak oluşturulan değer kodlama	
Toplum numarası	Birey	Toplum numarası	Birey
1	1,856 1,752 1,562	1	ABACD
2	0,452 7,522 4,652	2	ACDCB
3	0,562 0,386 1,758	3	BCAFE

### 2.2.2.3 Permutasyon kodlama

Sıralama problemlerinin çözümlenmesi açısından en uygun kodlama yönteminin permutasyon kodlama olduğu söylenebilir. Permutasyon kodlamada kromozomlar çözüm uzayında problemin çözümü olarak kabul edilebilecek sıra dizilerinden oluşur.

Tablo 2.6 Permutasyon kodlama

Toplum numarası	Birey
1	2456713
2	5346712
3	7245613

### 2.2.3 Uygunluk İşlevi

İlk ya da başlangıç toplumunun oluşturulmasıyla başlayan evrim sürecinde gelecek nesillere aktarılacak bireylerin seçimini sağlayabilmek için bir uygunluk kriterinin belirlenmesi gerekmektedir. Uygunluk kriteri problemde en iyi çözümü sağlayabilecek bireyin belirlenmesi üzerine kurulur. Uygunluk işlevi genetik algoritmaların bünyesinde bulunan bölümlerden problemlerin niteliğini içinde barındıran kısım olarak her problem için değişkenlik gösterir.

Uygunluk işlevi yardımıyla uygunluğu en iyi olan bireyin belirlenebilmesi ise problemin maksimizasyon yada minimizasyon problemi olmasına bağlı olarak değişkenlik gösterir.

## 2.3 Genetik Algoritmanın Parametreleri

### 2.3.1 Seçim

Gelecek nesilleri oluşturacak bireylerin belirlenebilmesi için mevcut toplumdan hangi bireylerin çaprazlama ve mutasyona tabi tutulacağı seçim operatörü ile sağlanır. Seçim genelde uygunluk işlevine bağlı olarak belirlenir. Uygunluğu iyi olan bireylerin gelecek nesillere aktarılabilceği bir seçim operatörü, daha güçlü toplumların oluşumunu da sağlamaktadır.

Yeni bireyler, uyumluluğa göre seçilebildiği gibi rastgele de seçilebilir. Yeni bireylerin tamamen rastgele seçilmesi durumunda yakınsama zorlaşabilir. Tüm bireyler uyumluluğa göre seçildiğinde ise yeni kuşaklar içinde bölgesel yakınsamalar

olabilir. Bu sorunların üstesinden gelmek için belli bir oranda uyumluluk seçimi belli bir oranda da rastgele seçim yapılabilir. Bu oran kuşak farkı ile ifade edilir. Kuşak farkı % 100 olduğunda yeni bireylerin tamamı uygunluğa göre seçilir (Kurt ve Cumali,2001).

Bireylerin uygunluğunun dikkate alınarak yapıldığı seçimler için, problemin niteliğine bağlı olarak değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları rulet tekerleği seçimi, sıralı seçim, sabit durum seçimi olarak sayılabilir. Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### 2.3.1.1 Rulet Tekerleği Seçimi

Rulet tekerleği seçimi, bir daire etrafına uygunluğuna bağlı olarak toplanan bireylerin bu daire içinden rastgele olarak seçilmesi esasına dayanır. Ancak bu seçim esnasında bireyler daire içinde uygunlukları oranında temsil edildiklerinden dolayı uygunluğu iyi olan bireyin seçilme olasılığı diğerlerine göre daha fazladır. Aşağıdaki tabloda yer alan 10 bireyden oluşan bir toplumda rulet tekerleği yöntemi ile seçimin nasıl yapıldığı incelenecek olursa konu daha net anlaşılacaktır.

Tablo 2.7 Rulet tekerleği yöntemi

Toplumdaki bireylerin numarası	Toplumda yer alan bireyler	Tamsayı karşılıkları	Uygunluk değerleri	Uygunluk oranı	Kümülatif uygunluk oranı
1	10101	21	483	0,156	0,156
2	10011	18	360	0,116	0,272
3	11010	26	728	0,235	0,507
4	00011	3	15	0,005	0,512
5	10001	17	323	0,104	0,616
6	11101	29	899	0,290	0,906
7	00110	6	48	0,015	0,921
8	00101	5	35	0,011	0,932
9	01011	11	143	0,047	0,979
10	00111	7	63	0,021	1
Toplumun Toplam Uygunluğu			3097		

Tablo 2.8 Rastgele belirlenen [0-1) aralığndaki sayılar

Sayı no	Rastgele belirlenmiş reel sayılar	Sayı no	Rastgele belirlenmiş reel sayılar
1	0,029	11	0,032
2	0,787	12	0,276
3	0,541	13	0,622
4	0,167	14	0,465
5	0,806	15	0,035
6	0,846	16	0,498
7	0,854	17	0,134
8	0,480	18	0,513
9	0,609	19	0,235
10	0,478	20	0,166

Tablo 2.9 Toplumdaki bireylerin seçilme sayıları

Toplumdaki bireylerin numarası	Toplumda yer alan bireyler	Uygunluk değerleri	Bireyin seçilme adedi
1	10101	483	4
2	10011	360	3
3	11010	728	5
4	00011	15	0
5	10001	323	3
6	11101	899	5
7	00110	48	0
8	00101	35	0
9	01011	143	0
10	00111	63	0

Tablo 2.7’de uygunluk değeri ile birlikte verilen toplumdaki bireylerin uygunluk oranları hesaplanarak kümülatif olarak yine Tablo 2.7’de belirtilmiştir. Tablo 2.8’de [0,1) aralığında rastgele olarak seçilen 20 adet sayının kümülatif uygunluk oranında

kaldığı aralıktaki birey, seçilen birey kabulü ile bireylerin seçilme adedini veren değerler Tablo 2.9'da belirtilmiştir. Tablo 2.9'dan anlaşılacağı gibi uygunluk değerleri iyi olan bireyler bir sonraki nesilin oluşmasında belirleyici olurken uygunluk değeri düşük olan adaylar elimine olmaktadır.

Rulet tekerleği yöntemi ile seçim yapılırken temsil oranının fazla olduğu bireylerin bulunduğu toplumlarda diğer bireylerin seçilme şansı düşmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için sıralı seçim kullanılabilir.

### *2.3.1.2 Sıralı Seçim*

Toplumdaki bireylerin uygunluklarına göre sıralanarak seçildiği yöntemle sıralı seçim adı verilir. Sıralı seçim yönteminin uygulandığı toplumlarda bireyler en zayıf uygunluğa sahip bireyden başlayarak, en güçlü uygunluğa sahip bireye doğru sıralanır. Bu sıralama ile birlikte bireylerin sıra numaraları aynı zamanda yeni uygunluk değerleri olarak belirlenir. Almış oldukları yeni uygunluk değerleri dikkate alınarak aynı Rulet tekerleğinde olduğu gibi uygunluk oranları ve kümülatif uygunluk oranları saptanarak  $[0,1)$  aralığında rastgele olarak belirlenen sayıların kaldığı aralık doğrultusunda seçim işlemi uygulanır.

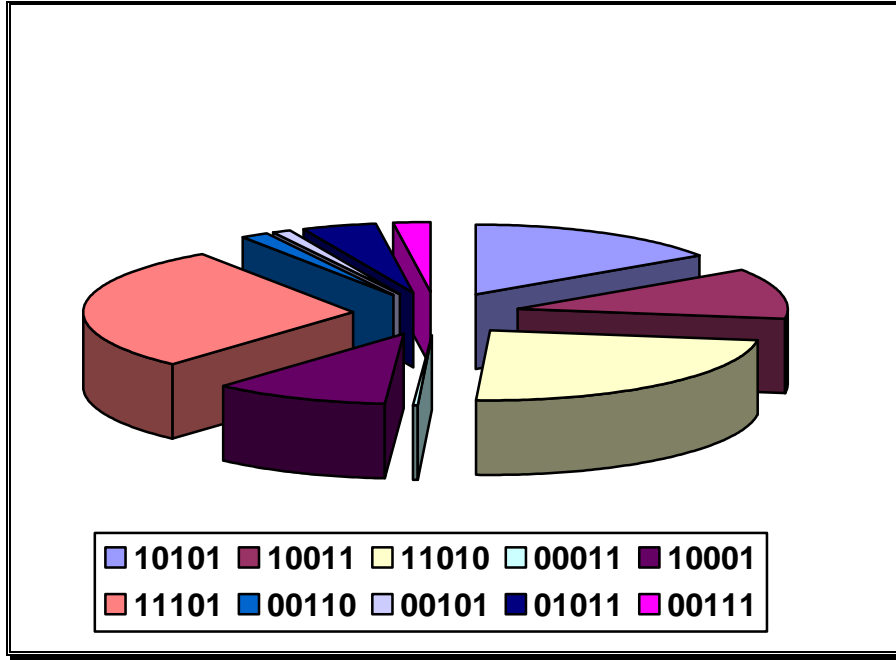
Rulet tekerleği yöntemi ile sıralı seçim arasındaki farkı belirleyebilmek için aynı topluma sıralı seçim uygulanacak olursa yeni uygunluklar Tablo 2.10'da ki gibi olur. Tablo 2.10'da ki yeni uygunluk oranları ile rulet tekerleği seçiminde ki uygunluk oranları birlikte incelendiğinde sıralı seçim yönteminde rulet tekerleği yöntemine göre bireylerin seçilme şanslarının daha dengeli olduğu görülür. Bu durum Şekil 2.1 ve Şekil 2.2 birlikte değerlendirildiğinde, açık olarak saptanabilir.

Tablo 2.10 Sıralı seçimde uygunluk değerlerinin belirlenmesi

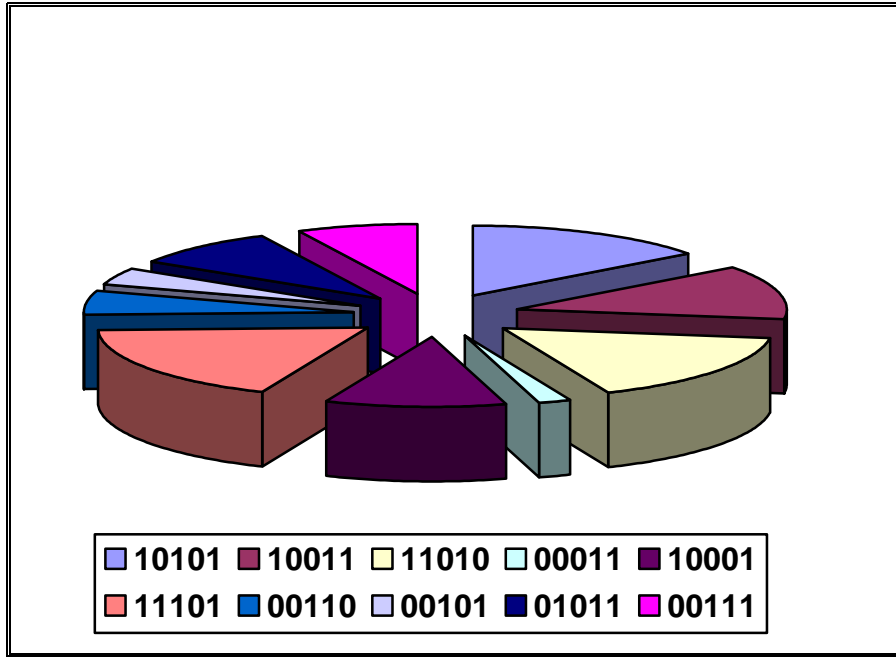
Toplumda yer alan bireyler	Tamsayı karşılıkları	Uygunluk değerleri	Yeni uygunluk değerleri
11101	29	899	10
11010	26	728	9
10101	21	483	8
10011	18	360	7
10001	17	323	6
01011	11	143	5
00111	7	63	4
00110	6	48	3
00101	5	35	2
00011	3	15	1

Tablo 2.11 Sıralı seçimde uygunluk değerlerinin belirlenmesi

Toplumda yer alan bireyler	Yeni uygunluk değerleri	Uygunluk oranları	Yeni uygunluk değerleri
11101	10	0,181	0,181
11010	9	0,164	0,345
10101	8	0,146	0,491
10011	7	0,127	0,618
10001	6	0,109	0,727
01011	5	0,090	0,817
00111	4	0,072	0,889
00110	3	0,055	0,944
00101	2	0,038	0,982
00011	1	0,018	1



Şekil 2.1 Rulet tekerleği seçiminde uygunluk oranlarının dağılımı



Şekil 2.2 Sıralı seçimde uygunluk oranlarının dağılımı



### 2.3.1.3 Sabit Durum Seçimi

Uygunluğu iyi bireyin gelecek nesile aktarılırken uygunluğu zayıf bireylerin silinerek, yerlerine yavru bireylerin yerleştirilmesi esasına dayanan seçim yöntemine sabit durum seçimi adı verilir. Bu ebeveynlerin büyük bir bölümünün gelecek nesillerde yer almasını sağlar.

Sabit durum seçim yöntemi genetik algoritmalarda çalışırken aşağıdaki yolu izler. Her jenerasyonda yeni bireylerin yaratılması için toplumdaki daha iyi uygunluğa sahip bireyler seçilir, daha sonra uygunluğu zayıf bireyler toplumdaki çıkarılır. Toplumdan çıkarılan bireylerin yerine yavru bireyler yerleştirilir. Uygunluğu iyi olan bireyler gelecek nesile aynen aktarılır (Obitko, 1998).

### 2.3.2 Çaprazlama

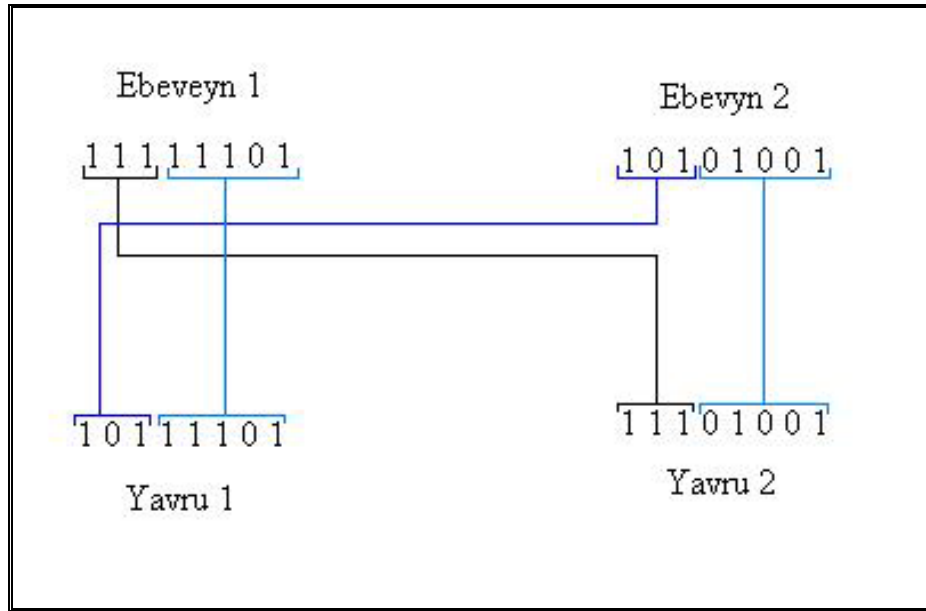
Mevcut toplumdaki yeni toplumun oluşturulabilmesi için rastgele olarak seçilen bireylerden yeni bireyler oluşturmak amacıyla kullanılan operatördür. Çaprazlama yapılırken hedeflenen, çaprazlamaya tabi tutulan bireylerden oluşturulan yavruların daha iyi uygunluğa sahip olmasını sağlayabilmektir. Ne var ki çaprazlama sonucunda daha iyi uygunluğa sahip bireyler oluşturulamayabilir. Burada seçilen kodlama sistemine bağlı olarak belirlenen çaprazlama türü rol oynamaktadır.

Yeni kuşak oluşturulurken mevcut toplumun tamamının çaprazlanması yerine belli bir oran dahilinde çaprazlama uygulanır. Böylece toplumda var olan iyi bireylerden bazılarının kaybolması da engellenmiş olur.

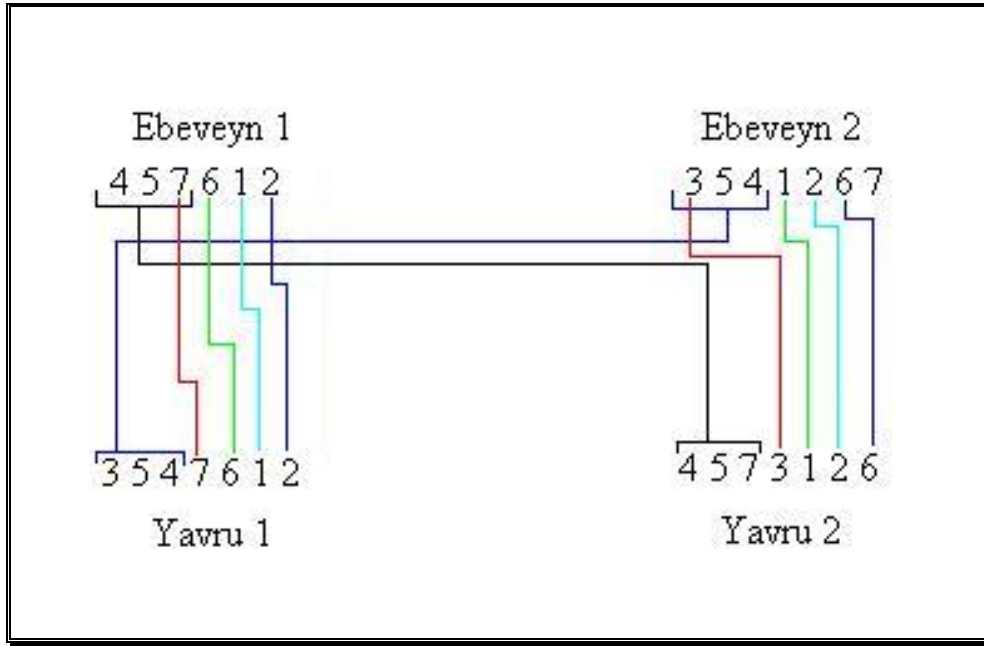
Çaprazlamanın nasıl yapılacağı genel olarak problemin yapısı ve toplum oluşturulurken kullanılan kodlama yöntemine bağlıdır. Toplumun daha erken kuşaklarda daha iyi sonuçlara ulaşabilmesi için seçilecek çaprazlama yöntemi önem kazanmaktadır. Bazı çaprazlama yöntemleri aşağıda ayrıntılı olarak incelenmektedir. Bu konu kapsamında incelenen çaprazlama yöntemlerinin dışında, problemlerin çözümlenmesi için başka çaprazlama yöntemleri de geliştirilebilir.

### 2.3.2.1 Tek Nokta Çaprazlama

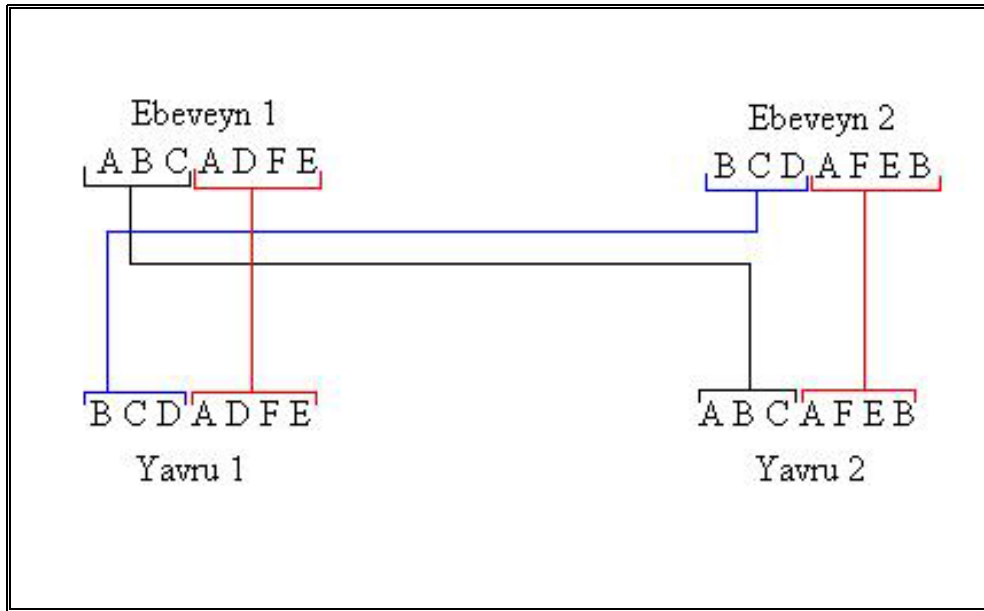
Tek nokta çaprazlama, toplumdan rastgele olarak belirlenen iki bireyin çaprazlamaya tabi tutulup tutulmayacağına yine rastgele olarak karar verildikten sonra çaprazlamaya tabi tutulacak olan iki bireyin rastgele olarak belirlenmiş gen noktasından sonra değiştirildiği çaprazlama yöntemidir. Aşağıda verilen örnekler, Şekil 2.3 ila 2.5, konunun daha açıklayıcı olmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.3 İkili kodlamaya tek nokta çaprazlamanın uygulaması



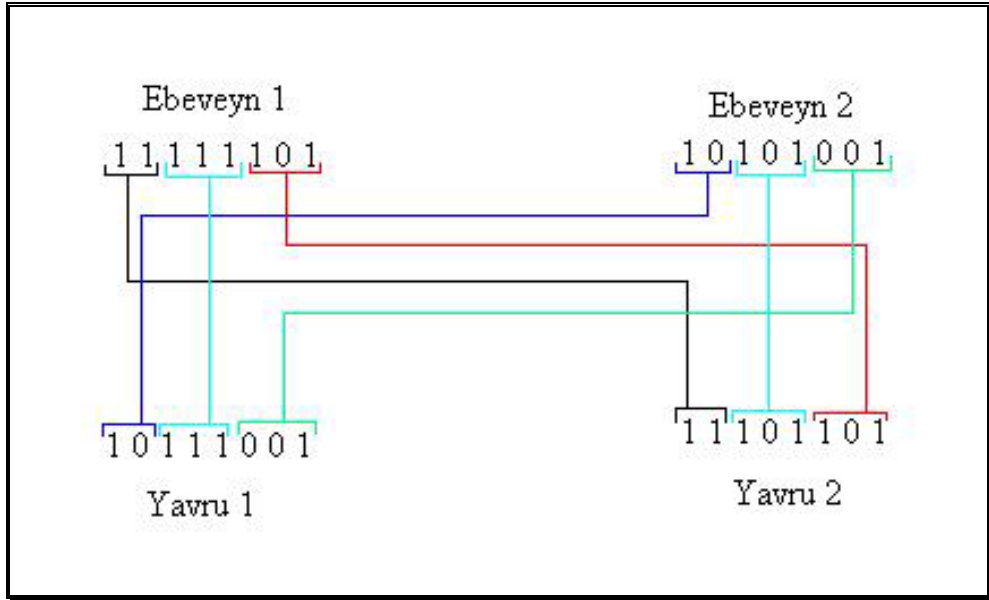
Şekil 2.4 Permutasyon kodlamaya tek nokta çaprazlamanın uygulanışı



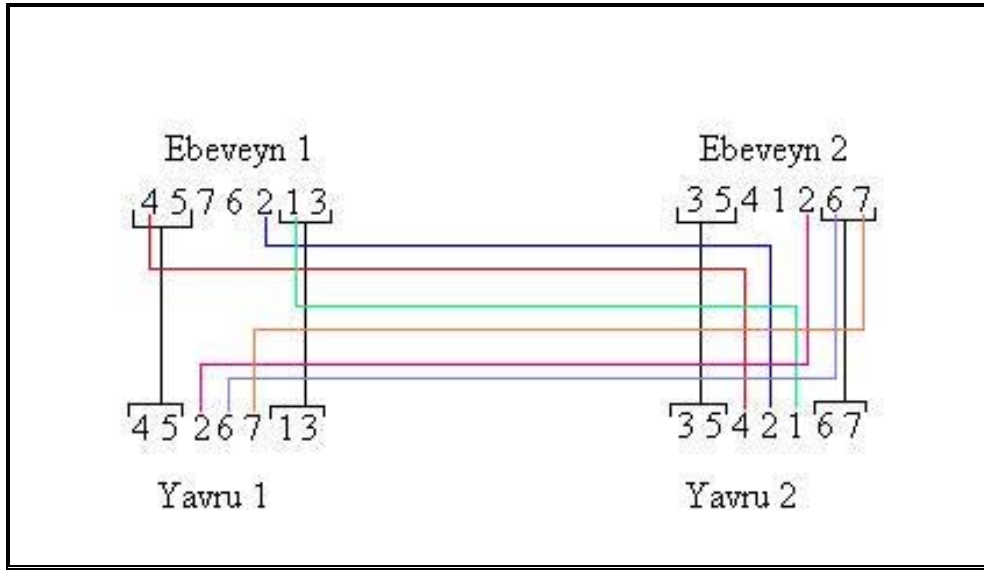
Şekil 2.5 Değer kodlamaya tek nokta çaprazlamanın uygulanışı

### 2.3.2.2 İki Nokta Çaprazlama

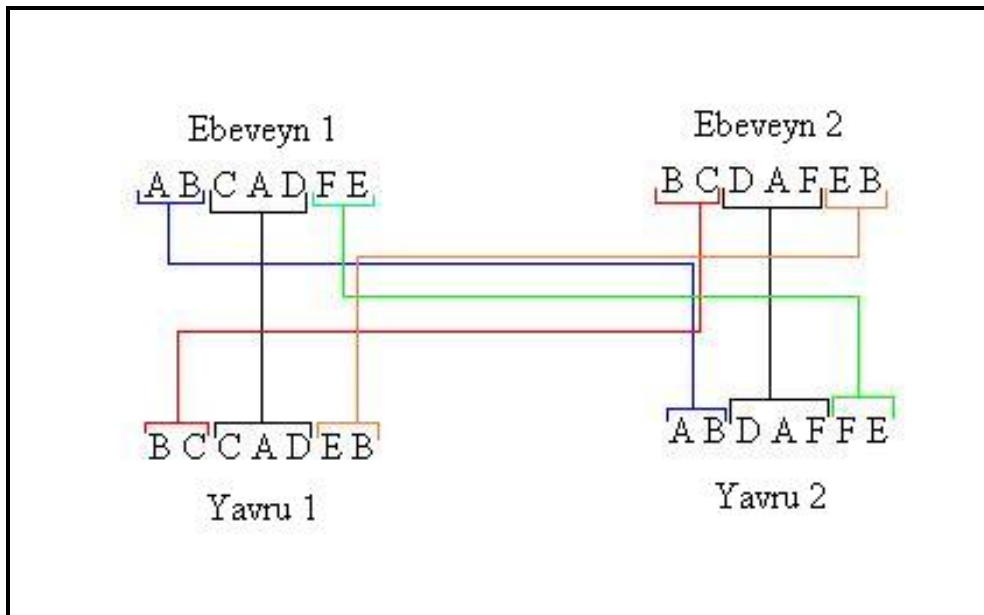
İki nokta çaprazlama; uygulama açısından tek noktalı çaprazlamayla aynı esasları taşır. Tek noktalı çaprazlamadan farkı belirlenen iki noktaya bağlı olarak çaprazlamanın uygulanmasıdır. Belirlenen ilk noktaya kadar ebeveynler genlerini değiştirirken, birinci noktadan ikinci noktaya kadar genlerini muhafaza ederler. İkinci noktadan sonra kalan genler yine ebeveynler arasında değiştirilir. İki noktalı çaprazlama için değişik kodlamalarda örnek uygulamalar, Şekil 2-6 ila 2-8, aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.6 İkili kodlamaya iki nokta çaprazlamanın uygulanışı



Şekil 2.7 Permutasyon kodlamaya iki nokta çaprazlamanın uygulanışı

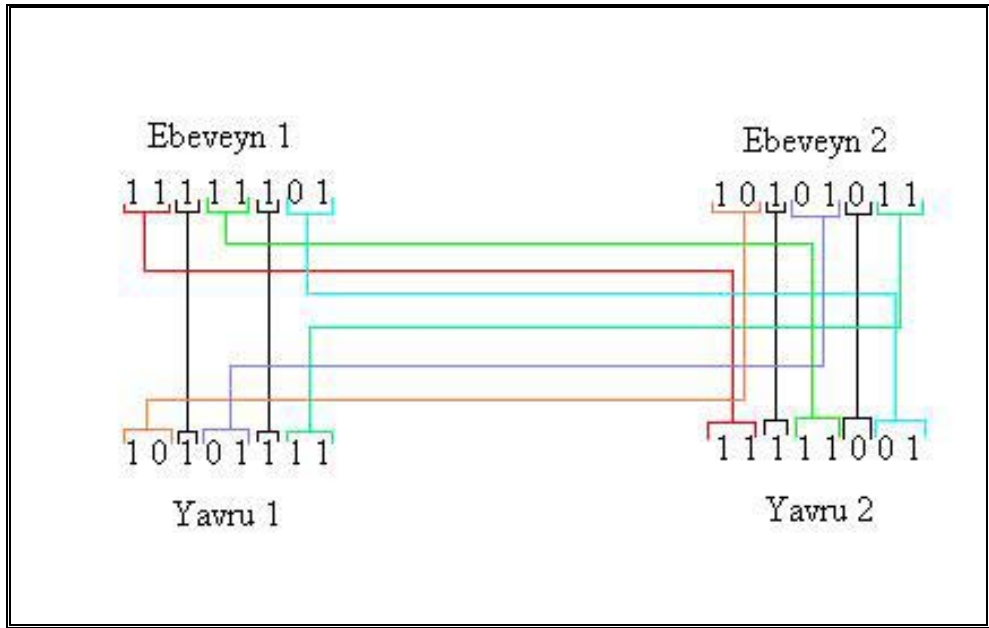


Şekil 2.8 Değer kodlamaya iki nokta çaprazlamanın uygulanışı

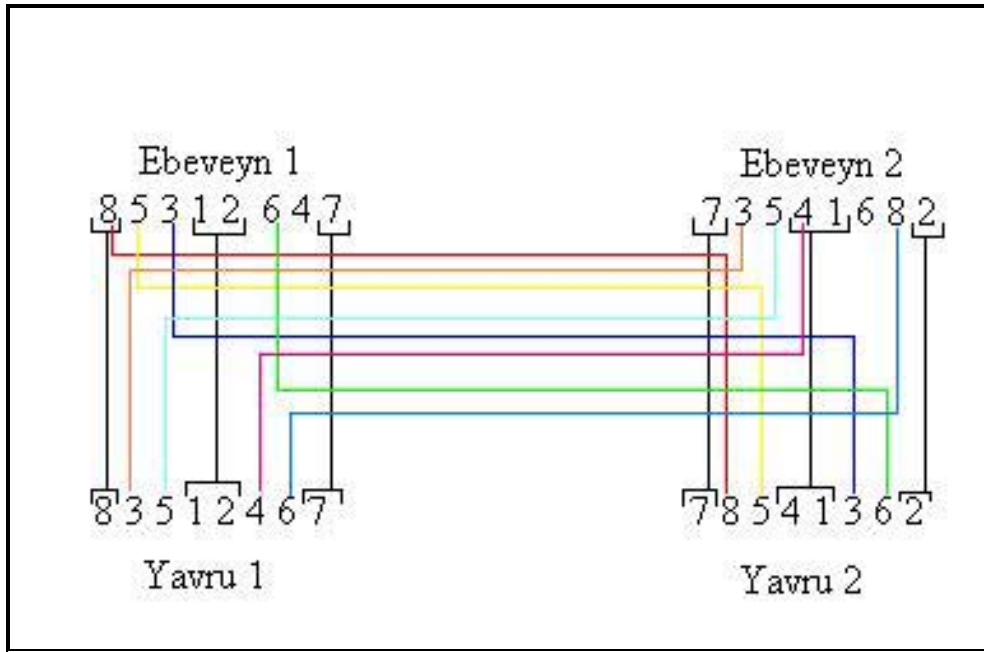
### 2.3.2.3 Çok Noktadan Çaprazlama

Toplumun daha kısa sürede daha uygun bireylere ulaşmasının sağlanabileceği düşünülerek bazı problemler için çok noktadan çaprazlamanın uygulanması yoluna gidilebilir.

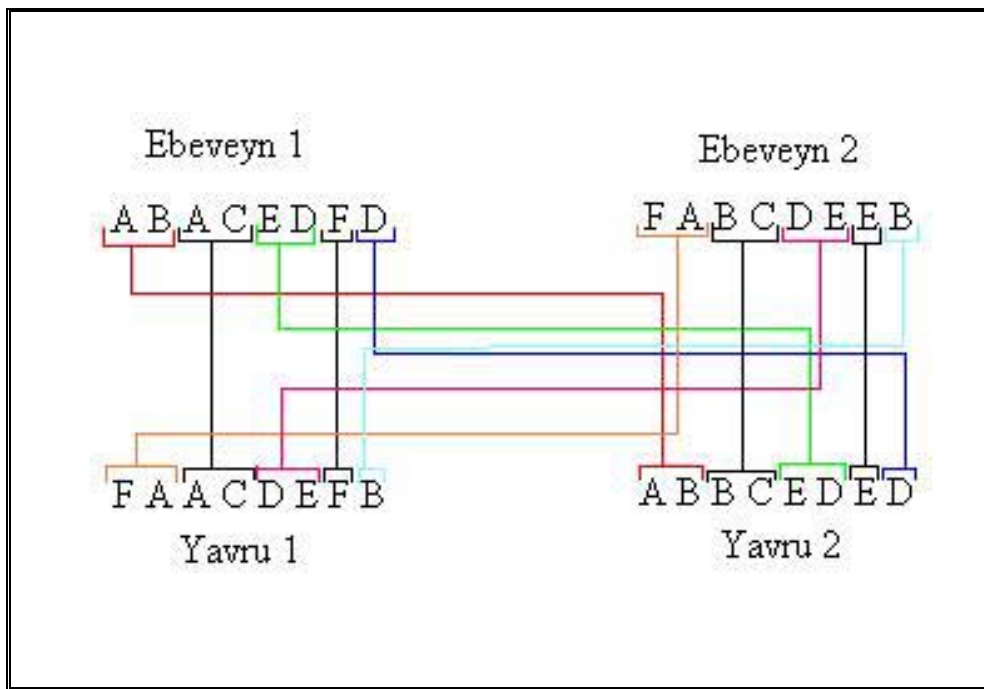
Çok noktadan çaprazlamada da uygulama iki noktadan çaprazlamada olduğu gibi yapılır. Belirlenen çaprazlama noktaları arasında sırasıyla bireylerin genleri yer değiştirilir ya da aynen aktarılır. Şekil 2.9 ile Şekil 2.11’de çok noktadan çaprazlamaya tabi tutulan bireyler incelenirse uygulamanın nasıl yapıldığı daha net anlaşılacaktır.



Şekil 2.9 İkili kodlamaya çok noktadan çaprazlamanın uygulanışı



Şekil 2.10 Permutasyon kodlamaya çok noktadan çaprazlamanın uygulanışı



Şekil 2.11 Değer kodlamaya çok noktadan çaprazlamanın uygulanışı

### 2.3.3 Mutasyon

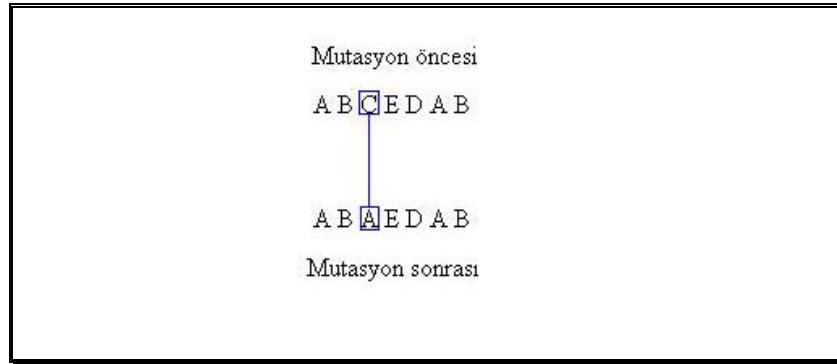
Çözümüne daha hızlı yakınsamak amacıyla kullanılan mutasyon, çaprazlama sonucunda oluşan bireylerin bir önceki jenerasyondan değişmeden yeni kuşağa aktarılmasına engel olmaktadır.

Mevcut gen potansiyelini araştırarak en iyi çözüme ulaşmamıza yardımcı olan çaprazlama, toplumun gerekli bütün bilgiyi içinde barındırmamasından dolayı beklenen en iyi çözümü oluşturamayabilir. Bu görevi genetik algoritma operatörlerinden mutasyon üstlenmektedir. Bir taraftan bireylerin yeni kuşağa aynen aktarılmasına engel olurken, oluşturulması güç olan bireylerin oluşumunu da sağlamaktadır(Goldberg,1989).

İkili kodlama sisteminde mutasyon uygulanırken rastgele olarak seçilen genin değeri değiştirilirken diğer kodlama sistemlerine değişik mutasyonlar uygulanmaktadır.

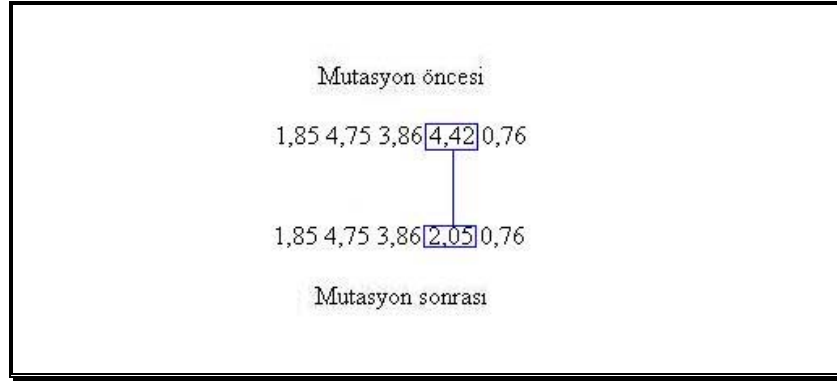
#### 2.3.3.1 Uniform Mutasyon

Uniform mutasyonda, toplum içerisinde seçilen bireyin bir geni rastgele olarak belirlenir. Rastgele seçilen gen çözüm aralığından yine rastgele olarak belirlenen bir değerle değiştirilir. Şekil 2.12 ve Şekil 2.13’de uniform mutasyonun değer kodlama ile kodlanmış bir bireye uygulanışı gösterilmektedir.



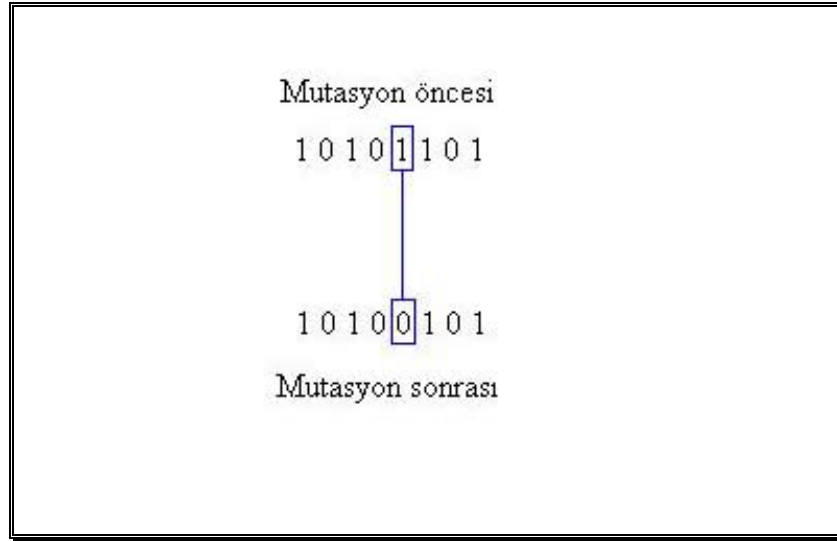
Şekil 2.12 Değer kodlamaya uniform mutasyon uygulanışı





Şekil 2.13 Değer kodlamaya (reel olarak) uniform mutasyon uygulaması

*2.3.3.1.1 İkili Kodlama Sisteminde Uniform Mutasyon.* İkili kodlama sisteminde mutasyon, rastgele olarak belirlenen genin değerinin değiştirilmesi esasına dayanır. Ele alınan bireyin seçilen gen değeri 1 ise 0, 0 ise 1 yapılarak birey mutasyon işlemine tabi tutulmuş olur. Şekil2.14’de ikili kodlama ile yazılan bir bireye mutasyon işleminin uygulaması temsili olarak gösterilmektedir.

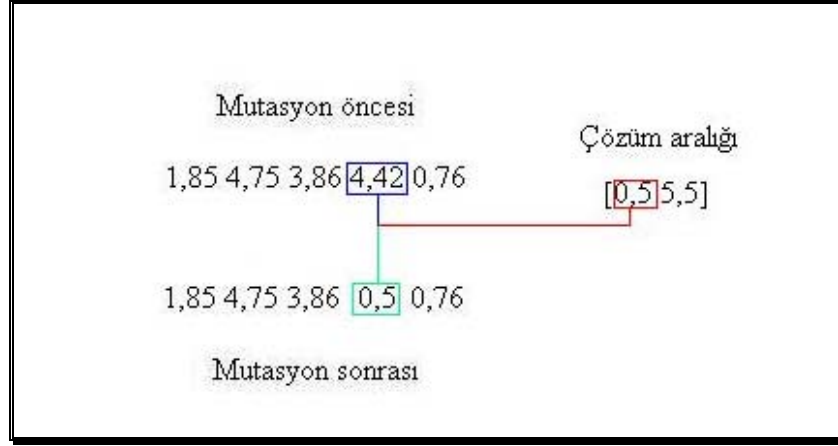


Şekil 2.14 İkili kodlamaya uniform mutasyon uygulaması

### 2.3.3.2. Sınır Mutasyon

Sınır mutasyonda, toplum içerisinde seçilen bireyin bir geni rastgele olarak belirlenir. Rastgele seçilen gen çözüm aralığının minimum ya da maksimum

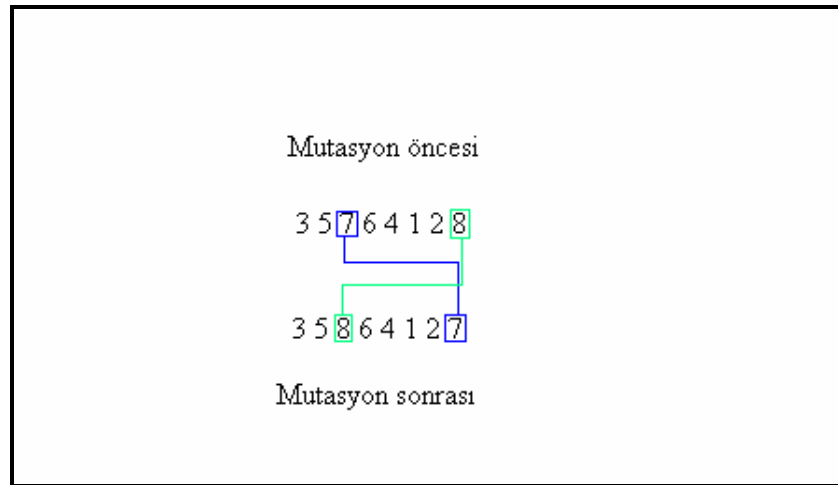
değerlerinden biri ile değiştirilir. Şekil 2.15’de Değer kodlama ile kodlanmış bir bireye sınır mutasyonun uygulanışı gösterilmektedir.



Şekil 2.15 Değer kodlamaya (reel olarak) sınır mutasyon uygulanışı

### 2.3.3.3 Rastlantısal Mutasyon

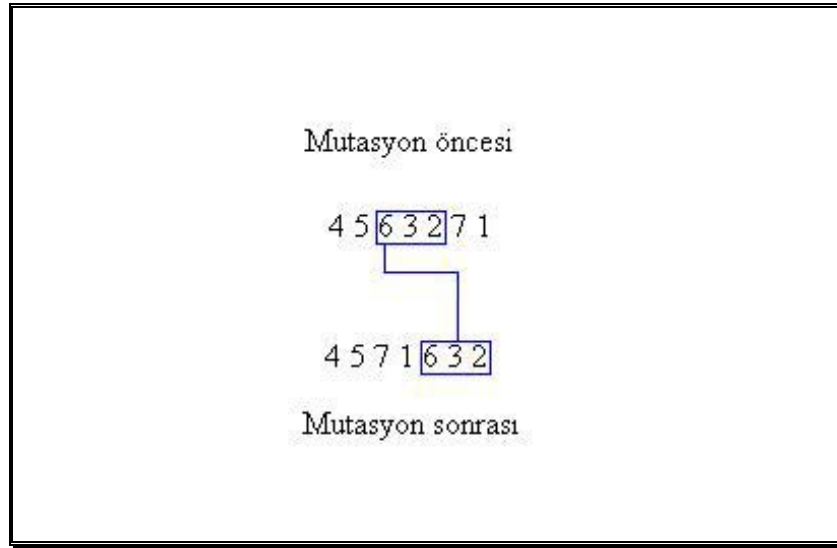
Rastlantısal mutasyon yönteminde, rastgele olarak belirlenen iki gen birbiriyle yer değiştirilir. Bu yöntem sıklıkla permutasyon kodlama yöntemi ile kodlanmış toplumlar için kullanılmaktadır. Şekil 2.16’de permutasyon kodlama ile kodlanmış bir bireye sınır mutasyonun uygulanışı gösterilmektedir.



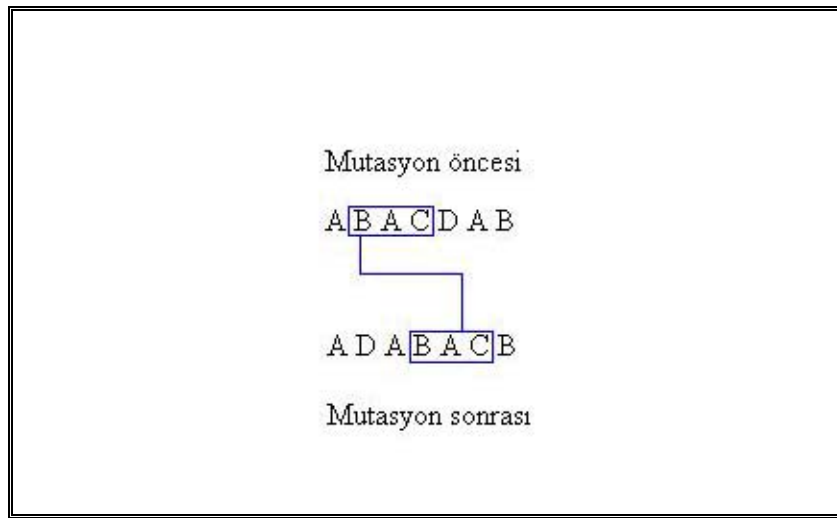
Şekil 2.16 Permutasyon kodlamaya rastlantısal mutasyon uygulanışı

### 2.3.3.4 Yerdeğişim Mutasyon

Yerdeğişim mutasyonunda, rastgele olarak bir gen dizisi belirlenir. Belirlenen dizi rastgele olarak kaydırılır. Bu yöntem sıklıkla permutasyon kodlama ile kodlanmış toplumlara uygulanırken; değer kodlama ile kodlanan toplumlara da uygulanabilir. Şekil 2.17 ve Şekil 2.18’de yerdeğişim mutasyonun uygulanışı gösterilmektedir.



Şekil 2.17 Permutasyon kodlamaya yerdeğişim mutasyon uygulanışı



Şekil 2.18 Değer kodlamaya yerdeğişim mutasyon uygulanışı

## BÖLÜM ÜÇ

### İÇME VE KULLANMA SUYU SİSTEMLERİNİN TASARIMI

#### 3.1 İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinin Tarihçesi

Hayatın sürdürülebilmesi için olmazsa olmaz olarak nitelendirilen su, tarih boyunca şehirlerin yerlerinin belirlenmesinde belirleyici unsurlardan olmuştur. M.Ö. 3200'lü yıllardan günümüze kadar kalabilen, Mısırda Kral Akrep'in bir sulama kanalıyla ilgili törenini gösteren vazo su yapıları ile ilgili en eski belge olarak su yapılarına verilen önemi de ortaya koymaktadır (Öziş,1983).

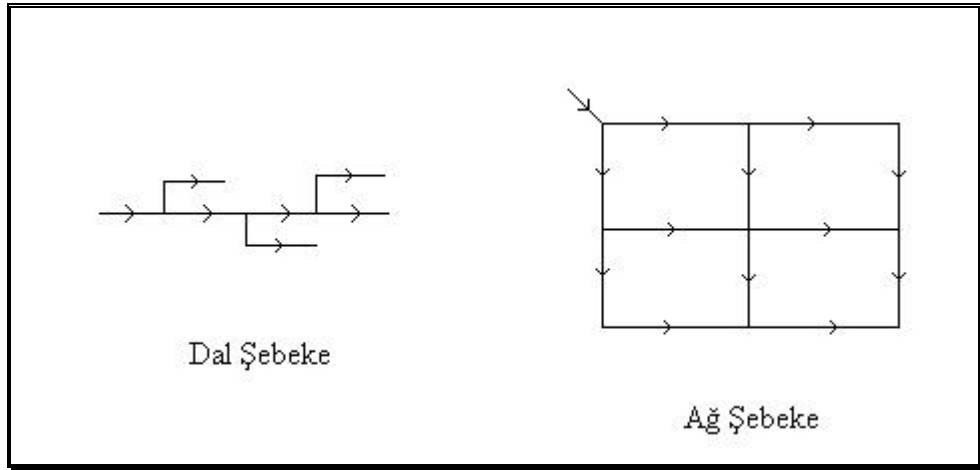
Hayatın başlangıcı ile birlikte canlıların yaşamını sürdürebilmesi için en önemli ihtiyaçlardan olan suyun temini için çeşitli yapılar geliştirilmiş ve bu yapıların bir bölümü günümüze kadar ulaşmıştır. İçme suyu temini amacıyla yapılmış olduğu tahmin edilen ve günümüze kadar kalıntıları ulaşabilen en eski yapı olan, Sedd-el-kefere barajı bu yapılara örnek olarak gösterilebilecek önemli yapılar arasında yer almaktadır. Yine içmesuyu temini için Hititlerden kaldığı tahmin edilen Yozgat yakınlarında pınar kaptajı, toprak künk, sarnıç kalıntıları bulunmuştur (Öziş,1983).

Tarihi içmesesuyu sistemlerine bir örnek olarak Priene antik kenti verilebilir. Priene antik kentinin su dağıtım şebekesi topografya iyi kullanılarak çözümlenmiştir. Yaklaşık 900 m. kotunda bulunan pınarlardan bir taksim havuzuna alınan su 400 m. yüksekliğinde ki Akropol'e ve 144 m. yükseltide bulunan kent haznesine iletilmiştir. Pişmiş toprak borularla kent haznesinden alınan su en küçük sokak hatta eve kadar dal şebeke sistemi ile ulaştırılmıştır (Alkan, Tanrıöver ve Öziş, 1999).

Bununla birlikte M.Ö. 1000 ile M.S. 500 yılları arasında, günümüz pozitif bilim anlayışının temellerinin de atıldığı bölge de bilimsel çalışmaların etkilerini de barındıran Helenistik dönemden, özellikle de Roma döneminden günümüze kadar kalan içmesuyu sistemleri kalıntıları da tarihi su yapılarına gönül veren araştırmacılar tarafından incelenerek çeşitli sempozyumlar aracılığıyla ortaya konulmaktadır (Öziş,1983).

### 3.2 İçme ve Kullanma Suyu Sistemlerinin Projelendirilmesi

Yerleşim yerlerinin su ihtiyacının karşılanması ve yangın söndürmek için kullanılacak suyun iletimini sağlamak amacıyla oluşturulan içme ve kullanma suyu sistemleri, planda görünüşlerine göre dal şebeke ve ağ şebeke olmak üzere ikiye ayrılır (Samsunlu,1997).



Şekil 3.1 Dal şebeke ve ağ şebeke planları

Şebekelerin çözümlenmesi için değişik yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerde şebeke basıncının dengelenmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntemlere örnek olarak Hardy-Cross, Ölü Noktalar, Newton-Raphson yöntemleri değişik şebeke projelendirme yöntemleri olarak gösterilebilir. Yöntemlerin tamamı iki ana fizik kuramından yola çıkarak sonuçlar elde etmektedir. Bu temel kuramlardan birincisi enerjinin korunumu kanunu diğeri ise süreklilik şartıdır.

#### 3.2.1 Şebekedeki Boruların Debilerinin Belirlenmesi

Şebekedeki her bir borunun uzunluğu  $L_i$  (m) ile her bir boruya ait  $k_i$  yoğunluk katsayısı çarpımlarının toplamı şebekenin itibari boru uzunluğu olmak üzere birim dağıtım debisi:

$$q_{sb} = \frac{1,5 \cdot Q_{il}}{\sum (L_i \cdot k_i)} \quad (3-1)$$

bağıntısıyla hesaplanabilmektedir. Burada  $Q_{il}$  iletim debisini tanımlamaktadır. Sanayi yerleşim içinde dağılmış olmadığı durumlarda 1,5  $Q_{il}$  değeri yerine yerleşimin saatlik azami debisinin  $Q_{Ha}$  alınması uygun olmaktadır.

Boru girişinde  $Q_{baş}$ , sonunda  $Q_{uç}$  debisi bulunması gereken durumlarda, boruda kullanılan debi:

$$Q_i = q_{sb} \cdot L_i \cdot k_i = Q_{baş} - Q_{uç} \quad (3-2)$$

bağıntısından hesaplanabilmektedir.

Boru başı ve sonu arasında kullanılan bu debinin, sürtünme kayıplarının hesabında kullanılacak değeri, uç debi bulunması durumunda:

$$Q' = 0,55 \cdot Q_i \quad (3-3)$$

uç debinin bulunmadığı veya ölü noktalı durumlarda:

$$Q' = 0,577 \cdot Q_i \quad (3-4)$$

bağıntısıyla hesaplanabilmektedir. Aradaki fark çok küçük olduğundan ve yangın debisi de ilave edileceğinden, bütün durumlarda 3-3 bağıntısı kullanılarak hesapların yapılması genellikle yeterli olmaktadır.

Yangın debisi ( $Q_y$ ) kent nüfusuna bağlı olarak Tablo 3-1'de verilmiştir (Öziş,1983).

Tablo 3-1: Su dağıtım şebekelerinde boru önemine göre hesaba katılacak yangın söndürme debileri

Nüfus	Ana boru	Esas boru	Tali boru
< 10 000	5 lt/s	5 lt/s	2,5 lt/s
10 000-50 000	10 lt/sn	5 lt/s	2,5 lt/s
> 50 000	20 lt/s	10 lt/s	5,0 lt/s

Şebekedeki herhangi bir borunun boyutlandırılmasına esas teşkil edecek debi:

$$Q_{h,i} = 0,55, L_i \cdot k_i \cdot q_{sb} + Q_{uç,i} + Q_{y,i} \quad (3-5)$$

bağıntısından hesaplanabilmektedir. Bu debi dikkate alınarak boru çapları seçilirken, hızın 1,0 m/s civarında olması tercih edilmektedir. Hızın 0,5 m/s'nin altına düşmesi, 1,5 m/s'nin üstüne çıkması tercih edilmemektedir (Öziş, 1983).

### 3.2.2 Ölü Noktalar Yöntemi

Suyun en kısa hattan dağıtılmasını esas alan ölü noktalar yönteminde, şebeke çeşitli noktalardan kesilerek bir dal şebeke haline getirilmektedir. Kesilmiş kabul edilen noktalarda su akımı yoktur ve bu nedenle bu noktalar “ölü noktalar” olarak adlandırılmaktadır. Şebekedeki ölü nokta sayısı göz sayısına eşit olmaktadır. Daha sonra ölü noktalardan başlanarak her bir borunun uç ve baş debileri hesaplanmaktadır.

Su dağıtım şebekesinde seçilen boru çaplarına göre oluşacak yük kayıpları gözönüne alındığında, düğüm noktalarında farklı yönlerden gelerek hesaplanan basınçların ideal durumda eşit olması gerekir. Ancak genel olarak bunu sağlamak zor olduğundan, İller Bankası yönetmeliğinde, farkın yeni şebekelerde 1,0 m'den, yenilemede, çok büyük ve karışık şebekelerde 2,0 m'den küçük olmasına izin verilmektedir. Farklar daha büyük olduğunda, seçilen boru çaplarını veya ölü noktaların yerlerini değiştirerek, basınç farkları yukarıda verilen sınırlar içinde kalıncaya kadar hesaplar tekrarlanmaktadır (Öziş, 1983; Muslu, 1994, Topacık ve Eroğlu 1998).

## BÖLÜM DÖRT

### İÇME VE KULLANMA SUYU SİSTEMLERİNİN GENETİK ALGORİTMA YARDIMIYLA TASARIMI

#### 4.1. Genetik Algoritmanın Oluşturulması ve İşleyişi

İçme suyu sistemlerinin genetik algoritma yardımıyla modellenmesi için öncelikle kullanılacak uygunluk ölçütünün belirlenmesi gereklidir. İçme suyu sistemleri boyutlandırılırken hedeflenen, basınç farkının  $[0-1)$  m aralığında kalmasını sağlayabilmek olduğu dikkate alındığında genetik algoritmanın çalışmasına kaynak oluşturacak uygunluk işlevi, içmesuyu sisteminin basınç farklarının mutlak değer toplamını minimum kılan denklem sisteminin oluşturulması olarak saptanır. Bu aşamadan sonra problemi bir enküçükleme problemi olarak değerlendirmek mümkün olabilir. Dolayısıyla toplum içinde yer alan minimum enerji kaybına sahip birey o kuşakta yer alan en iyi birey olarak kabul edilir.

Bilinmeyen ve problemin çözümünde esas teşkil eden boru çaplarının tamamı, oluşturulacak toplum için bir birey olarak kabul edilir. Bireyin tanımlanabilmesi için kullanılacak kodlamada değişik yöntemler kullanılabilir. Bu çalışmada, harf kodlama yöntemi tercih edilmiş, belirli sayıda boru çapının kabul edildiği bir gen havuzu teşkil edilerek, oluşturulan gen havuzunda her bir boru için bir harf kodlanmıştır.

İlk toplum oluşturulduktan sonra yeni kuşakların oluşturulması için gerekli olan ve genetik algoritmanın da temelini oluşturan çaprazlama parametresi belirlenirken, tanımlanan bireylerin birbiriyle çaprazlandığında süreklilik şartının devamını sağlayacak bir yöntem seçilmelidir. Bunun için çalışmada tek nokta çaprazlama yöntemi kullanılarak yeni kuşağı oluşturacak bireyler rastgele olarak seçildikten sonra tek noktadan çaprazlanma uygulamasına gidilmiştir.

Çaprazlama gibi genetik algoritma için temel oluşturan parametre olarak mutasyon, yeni nesillerin oluşumunda toplumun gelişimini sağlamaktadır. Mutasyon, toplum içindeki bireylerin gelecek kuşağa tekrar ederek iletimini engelleyeceği için



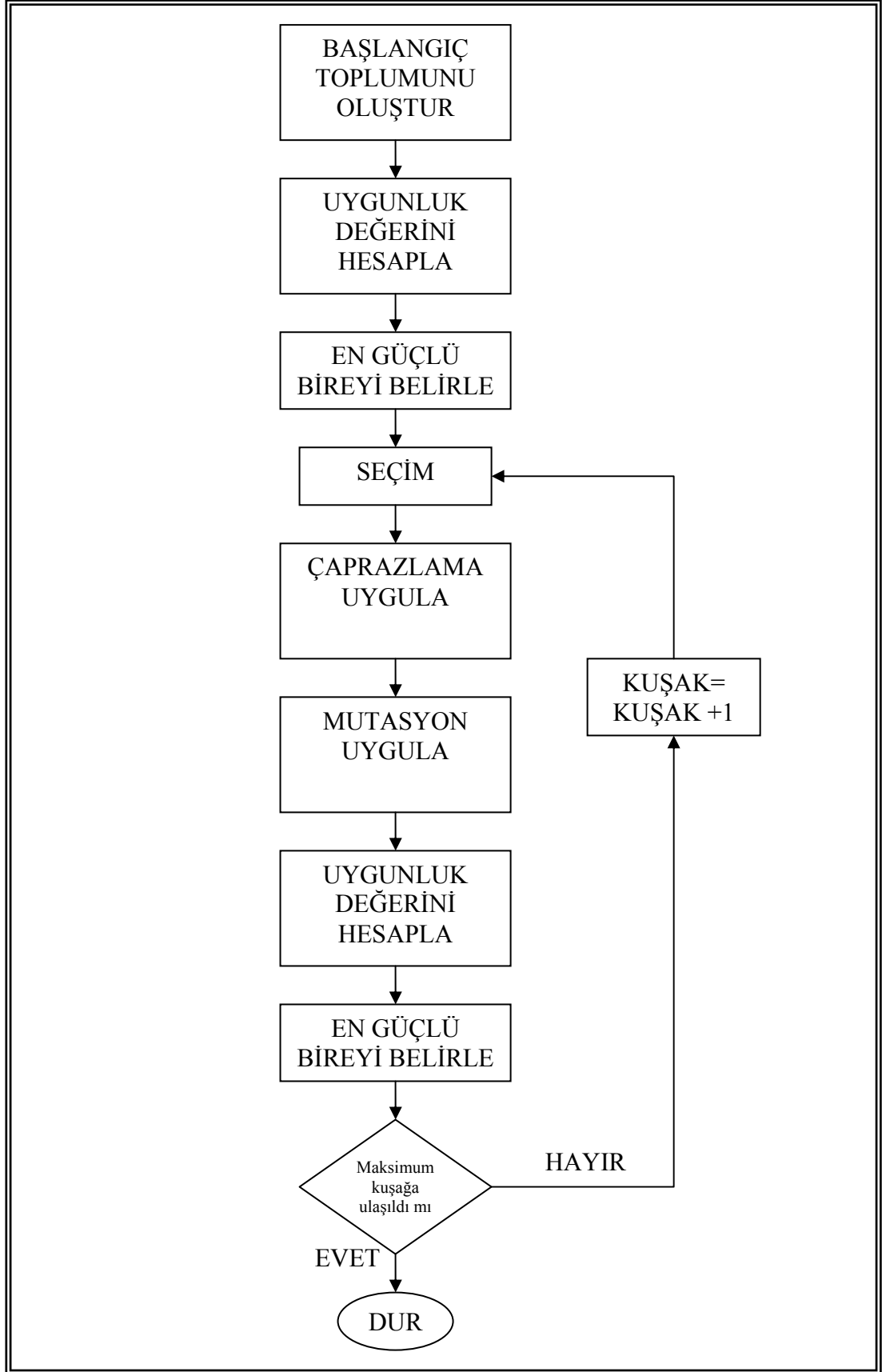
çözümüne erken ulaşmada önemli bir kriterdir. Bu çalışmada uniform mutasyon yöntemi kullanılarak bireyler mutasyona tabi tutulmuş, rastgele olarak belirlenen gözdeki aynı yöndeki boruların tamamının mutasyon operatörü tarafından değiştirilmesi yoluyla mutasyon uygulanmıştır.

Çaprazlama uygulanacak bireylerin belirlenebilmesi için yapılacak seçim için rulet tekerleği yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin çalışma prensibinin uygunluğu daha iyi olan bireylerin seçilmesi üzerine olduğu dikkate alınarak daha iyi uygunluğa sahip bireylere daha erken kuşaklarda ulaşılacağı düşünüldüğünden bu çalışma için rulet tekerleği yöntemi seçilmiştir.

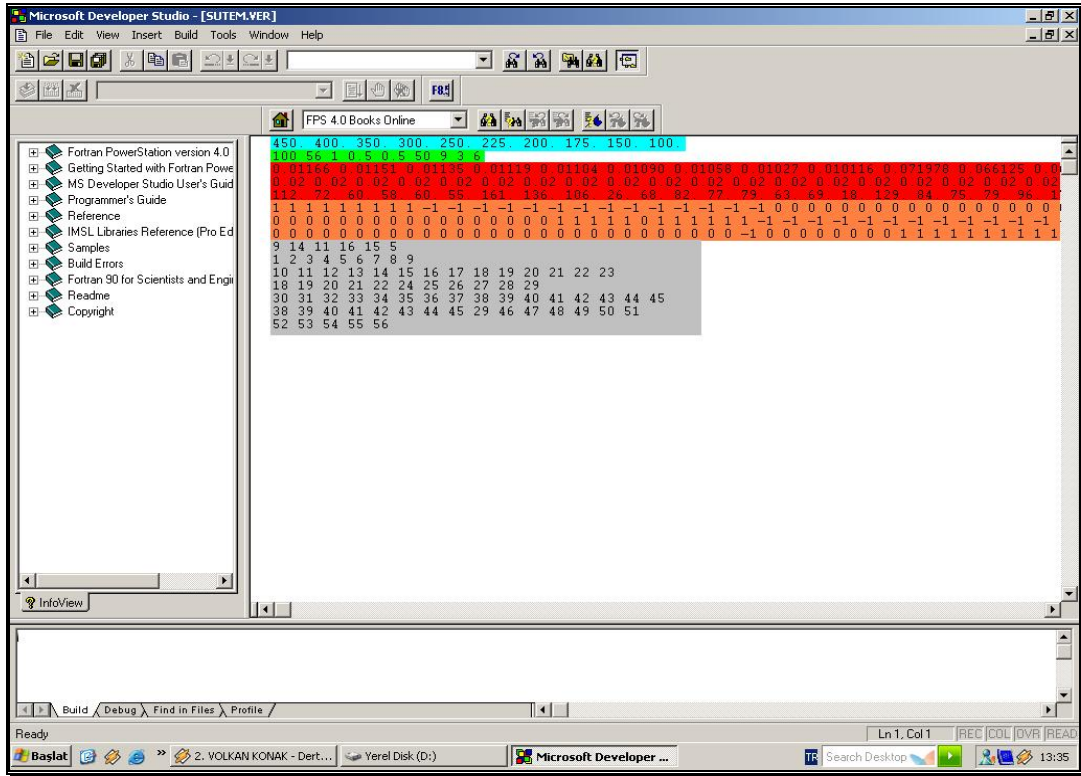
Yapılan çalışmada, aynı yönde birbirini takip eden borulardan sonra gelenin, önceki borunun çapından büyük olmaması sağlanmıştır. Bununla birlikte borudan geçen debinin belirli minimum ve maksimum hız değerleri arasında kalması gerektiği hidrolik açıdan gerekli olduğu göz önünde bulundurularak her bir borudan geçen suyun hızı 0,5 m/s ile 1 m/s arasında kısıtlanmıştır.

Maksimum jenerasyon sayısı, değişiminin sabitlendiği noktanın farklılık göstermesi nedeniyle, farklı toplum büyüklükleri için değişik değerler alabilmektedir. Bu çalışma için maksimum jenerasyon sayısı 50 olarak alınmıştır.

Genetik algoritmayı oluşturan ana konular belirlendikten sonra Şekil 4.1’de gösterilen algoritmada işleyişi belirtilen bir program hazırlanmıştır. Yazılan program Fortran programlama dili kullanılarak hazırlanmış olup içmesuyu sistemlerinin genetik algoritma yardımıyla tasarımını sağlama amacı ile oluşturulmuştur. Şekil 4.2’de gösterilen programın veri sayfası oluşturulup program çalıştırıldığında çalışılan projedeki uygun boru çaplarının ne olacağı genetik algoritmanın prensipleri doğrultusunda belirlenmektedir.



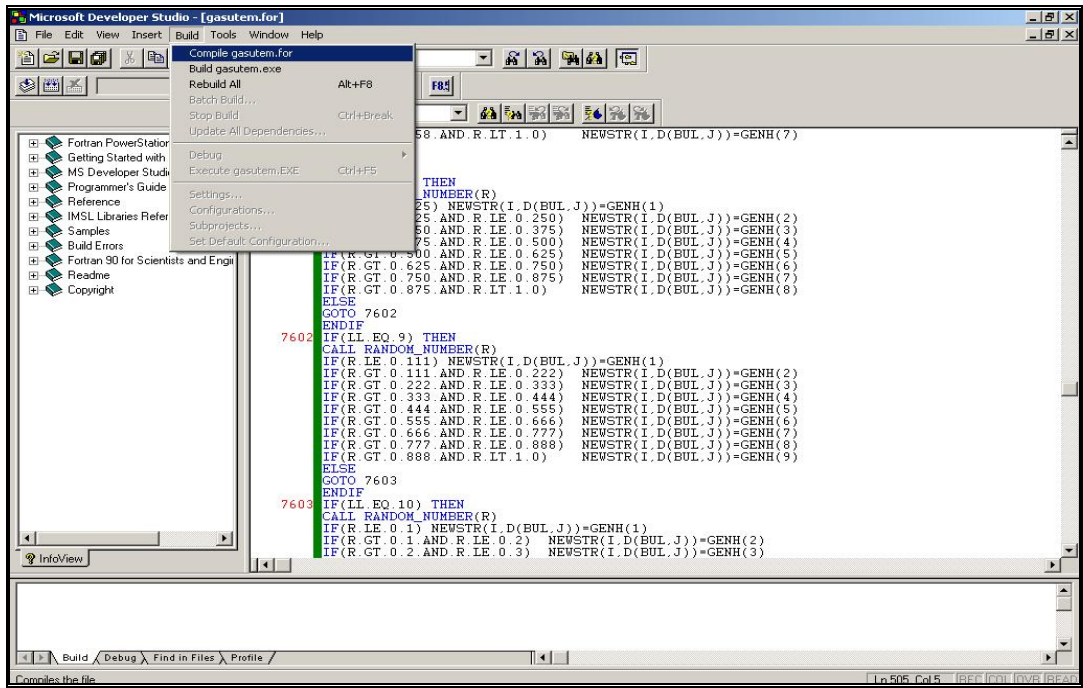
Şekil 4.1 Programın akış şeması



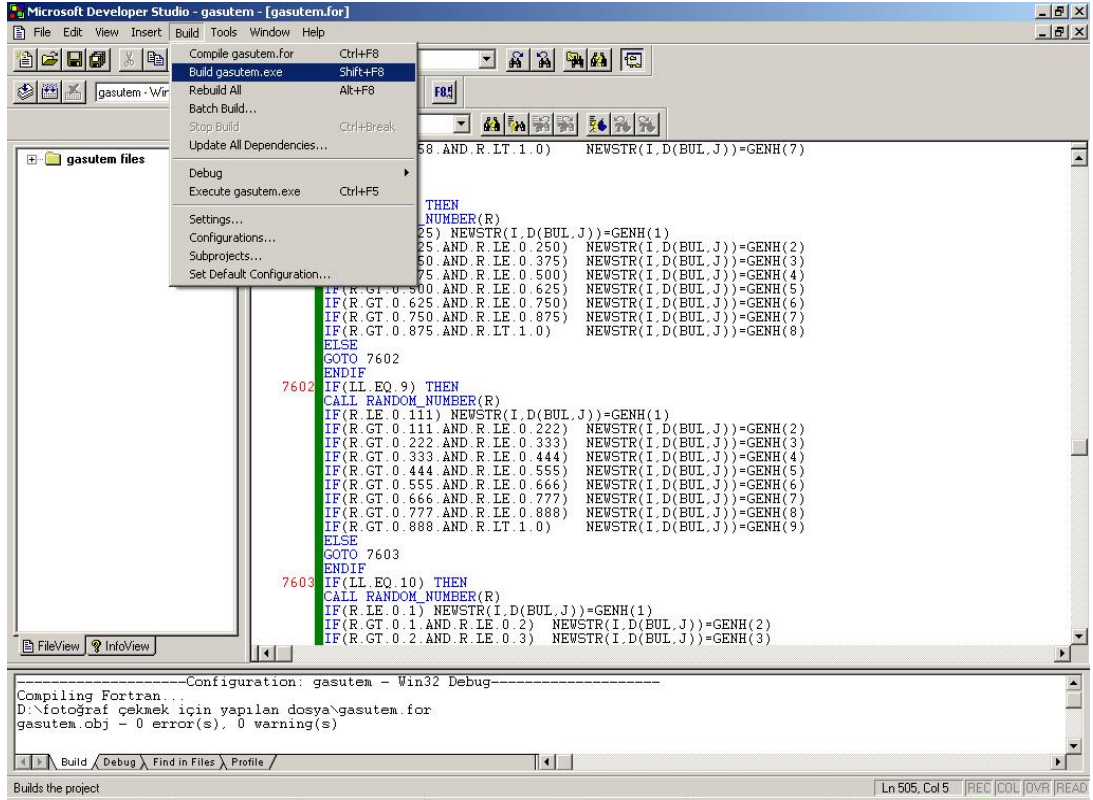
Şekil 4.2 Programın veri sayfası

Şekil 4.2’de yeralan veri sayfası hazırlanırken mavi olan bölüme proje için kabul edilebilir boru çapları girilir. Yeşil bölüm genel olarak genetik algoritma ile ilgili parametreleri içeren bölüm olup; ilk olarak girilen değer toplum büyüklüğü ya da bir başka deyişle toplumdaki birey sayısıdır. Daha sonraki değer bir bireydeki gen uzunluğunu ifade eder. Bu çalışma için gen uzunluğu içmesuyu sisteminin içerdiği boru sayısıdır. Üçüncü değer elitizm operatörüdür ki elitizm operatörünün aldığı değer 1 ise kuşak içerisinde ki uygunluğu en iyi birey saklanarak bir sonraki kuşağa aktarılır. Operatöre 1 den farklı herhangi bir sayı girildiğinde bu işlem gerçekleşmez ve kuşak içerisinde yeralan en iyi birey de elimine olarak bir sonraki kuşakta muhafaza edilmez. Elitizm operatöründen sonra yeralan değerler sırasıyla mutasyon ve çaprazlama olasılıklarıdır. Mutasyon ve çaprazlama olasılıkları  $[0,1]$  arasında bir değer olarak kullanıcı tarafından çözümlenmesi istenen sistemin büyüklüğüne, toplum büyüklüğüne ve maksimum kuşak sayısına göre belirlenir. Sistemin erken kuşaklarda iyi sonuçlar vermesi için önemli iki değişken olarak, mutasyon ve çaprazlama olasılıkları en önemli genetik parametrelerdir. Bu parametrelerden sonra maksimum kuşak sayısı ve çaprazlama noktası girilmektedir. Yeşil olarak çizilmiş satırdaki son iki değer ise içmesuyu sisteminin içerdiği göz

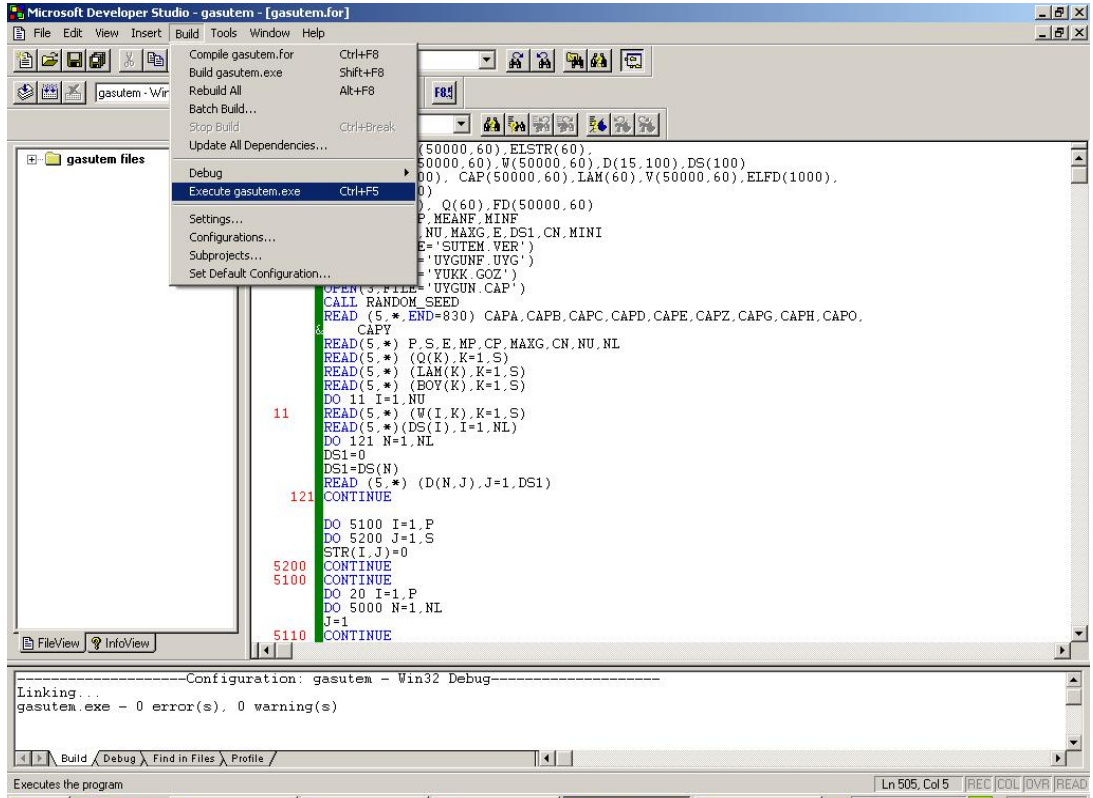
sayısı ve aynı yönde yer alan boru kümelerinin sayısıdır. Kırmızı ile gösterilen değerler kümesinde içmesuyu sistemindeki hidrolik veriler girilmektedir. İlk satırda borudan geçecek olan debi, ikinci satırda borunun cinsine bağlı olarak belirlenen sürtünme katsayıları ve son satırda ise boru uzunlukları veri olarak girilmelidir. Turuncu ile belirtilen yere her bir göz için hangi borunun hangi yönde olduğunu belirtebilmek için kullanılan katsayı matrisi olarak nitelendirilebilecek değerler girilir. Yazılmakta olan göz içinde girilecek boru varsa yönü dikkate alınarak 1 ya da -1 değeri girilirken, söz konusu gözde boru yer almıyorsa 0 değeri girilir. Her bir satır ayrı bir gözün değerlerini içerir. Son olarak gri olarak boyanmış bölümde ise ilk satırda aynı yönde yer alan boru sayısını belirtirken ondan sonraki satırlarda aynı yönde yer alan bu boruların sırasıyla boru numaralarının ne olduğu belirtilir. Veri sayfası hazırlandıktan sonra program açılarak menü çubuğunda (toolbar) yer alan oluşturma (Build) menüsü içerisinde ki derleme (Compile), oluşturma (Build) ve son olarak da uygulama (Execute) ikonları sırasıyla tıklanarak girilmiş veriler için program çalıştırılır. Bu durum Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de gösterilmektedir. Bu işlemler sırası ile yapıldıktan sonra program gerekli hesapları yaparak uygunluk değerlerini UYGUNF.UYG isimli çıktı dosyasına, yük kayıplarını YÜKK.GÖZ isimli çıktı dosyasına ve belirlenen çapları da UYGUN.CAP isimli çıktı dosyasına yazmaktadır.



Şekil 4.3 Programın çalıştırılmasında derleme aşaması



Şekil 4.4 Programın çalıştırılmasında oluşturma aşaması



Şekil 4.5 Programın çalıştırılmasında uygulama aşaması

## **BÖLÜM BEŞ**

### **SALİHLİ İÇME SUYU PROJESİNİN GENETİK ALGORİTMA YARDIMIYLA TASARIMI**

#### **5.1 Salihli İçme Suyu Sistemi Tasarım Seçenekleri**

Salihli İçme suyu sisteminin 3 No'lu şebekesine ait veri sayfası oluşturularak, hazırlanmış olan program çalıştırılmıştır. Sistem değişik toplum büyüklüklerinde, değişik mutasyon ve çaprazlama olasılıkları ile çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 5.1'de bu çalışmaların toplum büyüklükleri, mutasyon olasılıkları ve çaprazlama olasılıkları verilmiştir.

Genetik algoritma parametreleri oluşturulurken birey sayısı az toplumda, düşük mutasyon ve çaprazlama olasılığı ile başlanıp, öncelikle toplumda çaprazlanan birey sayısının artırılmasını sağlamak için çaprazlama olasılığı artırılmıştır. Bunu takiben sonuca mutasyonun etkisini de gözlemleyebilmek için mutasyon olasılığında artırılmıştır. Aynı şekilde birey sayısı artırılarak, toplum büyüklüğünün uygunluğunun değişimine etkisini gözlemleyebilmek ve çözümlerin bir değere takılı kalmasına engel olmak için gerekli toplum büyüklüğünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 5.1'deki genetik algoritmaya bağlı veriler doğrultusunda yazılan program çalıştırılarak şebeke boyutlandırılmaları yapılmıştır. Genetik algoritma operatörlerinden birey sayısı 100, mutasyon ve çaprazlama olasılığı 0,5 alınarak yapılan boyutlandırma da basınç farkının istenilen sınırlardaki en iyi çözümü oluşturduğu belirlenmiştir. Bir örnek olması açısından bu durum için Tablo 5.2'de çözüm sonuçları, Şekil 5.1'de boru çapları ve parantez içinde ise mevcut projedeki boru çapları da verilmiştir.

Tablo 5.1 Tasarım çalışması yapılırken kullanılan genetik operatörlerin dağılımı

Birey sayısı	Mutasyon Olasılığı	Çaprazlama Olasılığı
20	0,1	0,1
20	0,1	0,1
20	0,1	0,5
20	0,1	0,7
20	0,5	0,7
20	0,7	0,7
50	0,1	0,1
50	0,1	0,5
50	0,1	0,7
50	0,5	0,5
50	0,7	0,7
50	0,7	0,7
100	0,1	0,1
100	0,1	0,5
100	0,1	0,5
100	0,5	0,5
100	0,5	0,5
100	0,5	0,5
100	0,7	0,5
100	0,7	0,5

Tablo 5.3’de ise Tablo 5.1’de dikkate alınan genetik algoritma operatörlerinden elde edilen ilk ve son kuşak sonuçları, Tablo 5.4’de ise uygunlukların maksimum kuşağa kadar değişimleri verilmiştir.





Tablo 5.2 Şebekenin 1. tasarımının maksimum jenerasyona kadar enerji kayıplarının değişimi

Jenerasyon sayısı	Uygunluk değerleri	1 nolu gözdeki basınç farkı	2 nolu gözdeki basınç farkı	3 nolu gözdeki basınç farkı
1	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
2	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
3	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
4	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
5	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
6	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
7	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473
8	0,85659	-0,2217	-0,6029	0,0320
9	0,85659	-0,2217	-0,6029	0,0320
10	0,85659	-0,2217	-0,6029	0,0320
11	0,85659	-0,2217	-0,6029	0,0320
12	0,83593	-0,6253	-0,1786	0,0320
13	0,83593	-0,6253	-0,1786	0,0320
14	0,78575	-0,5736	0,0162	0,1959
15	0,78575	-0,5736	0,0162	0,1959
16	0,78575	-0,5736	0,0162	0,1959
17	0,78575	-0,5736	0,0162	0,1959
18	0,78575	-0,5736	0,0162	0,1959
19	0,75335	-0,0613	-0,4961	0,1959
20	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
21	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
22	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
23	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
24	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
25	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959

Tablo 5.2'nin devamı

Jenerasyon sayısı	Uygunluk değerleri	1 nolu gözdeki basınç farkı	2 nolu gözdeki basınç farkı	3 nolu gözdeki basınç farkı
26	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
27	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
28	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
29	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
30	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
31	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
32	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
33	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
34	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
35	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
36	0,32958	-0,0707	-0,0630	0,1959
37	0,26242	-0,0707	-0,0630	0,1288
38	0,26242	-0,0707	-0,0630	0,1288
39	0,26242	-0,0707	-0,0630	0,1288
40	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
41	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
42	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
43	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
44	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
45	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
46	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
47	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
48	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
49	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320
50	0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320

Tablo 5.3 Şebekenin 1. tasarımının maksimum jenerasyona kadar enerji kayıplarının değişimi

Toplum büyüklüğü	Mutasyon olasılığı	Çaprazlama olasılığı	Uygunluk değerleri	1 nolu gözdeki basınç farkı	2 nolu gözdeki basınç farkı	3 nolu gözdeki basınç farkı	
20	0,1	0,1	1,43683	-0,5108	-0,2987	0,6273	İlk kuşak
			0,95359	0,0768	-0,4495	0,4273	Maks kuşak
20	0,1	0,1	1,17697	-0,3674	0,0184	0,7912	İlk kuşak
			0,85004	-0,0166	-0,2693	0,5642	Maks kuşak
20	0,1	0,5	0,96021	-0,4210	0,0602	0,4789	İlk kuşak
			0,69454	-0,1538	0,0618	0,4789	Maks kuşak
20	0,1	0,7	1,29202	-0,1918	-0,5769	0,5234	İlk kuşak
			0,78705	-0,0978	-0,0981	0,5912	Maks kuşak
20	0,5	0,7	1,34474	-0,4157	0,0893	0,8397	İlk kuşak
			0,76587	-0,0389	0,0319	0,6951	Maks kuşak
20	0,7	0,7	1,01702	-0,1124	0,3459	0,5587	İlk kuşak
			0,46242	-0,1922	-0,2381	0,0320	Maks kuşak
50	0,1	0,1	1,04257	0,0086	0,1461	0,8879	İlk kuşak
			0,91462	0,0086	-0,0663	0,8397	Maks kuşak
50	0,1	0,5	0,59936	0,1218	0,0192	0,4583	İlk kuşak
			0,59936	0,1218	0,0192	0,4583	Maks kuşak
50	0,1	0,7	1,06719	-0,7205	-0,0485	0,2981	İlk kuşak
			0,86345	-0,1711	-0,3462	0,3461	Maks kuşak
50	0,5	0,5	0,61842	-0,0467	0,0076	0,5642	İlk kuşak
			0,39000	-0,0258	-0,0350	0,3292	Maks kuşak
50	0,7	0,7	0,65956	0,3304	0,1357	0,1935	İlk kuşak
			0,36791	-0,1124	-0,062	0,1935	Maks kuşak
50	0,7	0,7	0,67576	-0,0465	0,2795	0,3498	İlk kuşak
			0,47893	-0,1623	-0,0015	0,3151	Maks kuşak
100	0,1	0,1	0,93544	-0,5577	-0,0485	0,3292	İlk kuşak
			0,66545	-0,2526	-0,0668	0,3461	Maks kuşak
100	0,1	0,5	0,37350	-0,1562	-0,0314	0,1859	İlk kuşak
			0,31069	-0,1562	0,1225	0,0320	Maks kuşak
100	0,1	0,5	0,79263	0,0911	-0,0571	0,6444	İlk kuşak
			0,49527	-0,0221	0,0459	0,4273	Maks kuşak
100	0,5	0,5	0,89749	-0,3960	-0,2543	0,2473	İlk kuşak
			0,16570	-0,0707	-0,0630	0,0320	Maks kuşak
100	0,5	0,5	0,60387	0,1218	-0,1323	0,3498	İlk kuşak
			0,44417	0,1218	0,0073	0,3151	Maks kuşak
100	0,5	0,5	0,72894	-0,3193	-0,0804	0,3292	İlk kuşak
			0,25906	0,0167	-0,0490	0,1935	Maks kuşak
100	0,7	0,5	0,52268	-0,0606	-0,0716	0,3905	İlk kuşak
			0,17624	0,0317	0,1125	0,0320	Maks kuşak
100	0,7	0,5	0,75812	-0,1711	0,2297	0,3573	İlk kuşak
			0,37816	-0,0492	0,1044	0,2245	Maks kuşak

Tablo 5.4 Değişik genetik operatörlere bağlı olarak uygunluk değerlerinin değişimi

Toplum büyüklüğü	Mutasyon olasılığı	Çaprazlama olasılığı	Uygunluğun değişim sayısı								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
20	0,1	0,1	19	35							Değiştigi kuşak
			1,43683	1,03682	0,95359						Uygunluk değeri
20	0,1	0,1	12	32	47						Değiştigi kuşak
			1,17697	1,11189	1,01130	0,85004					Uygunluk değeri
20	0,1	0,5	38	43							Değiştigi kuşak
			0,96021	0,79633	0,69454						Uygunluk değeri
20	0,1	0,7	34	42							Değiştigi kuşak
			1,29202	1,18282	0,78705						Uygunluk değeri
20	0,5	0,7	10	11	17						Değiştigi kuşak
			1,34474	1,33666	0,92975	0,76587					Uygunluk değeri
20	0,7	0,7	5	30	32						Değiştigi kuşak
			1,01702	0,75642	0,69689	0,46242					Uygunluk değeri
50	0,1	0,1	33								Değiştigi kuşak
			1,04257	0,91462							Uygunluk değeri
50	0,1	0,5									Değiştigi kuşak
			0,59936								Uygunluk değeri
50	0,1	0,7	9	27	46						Değiştigi kuşak
			1,06719	1,05680	0,93641	0,86345					Uygunluk değeri
50	0,5	0,5	9	19							Değiştigi kuşak
			0,61842	0,48497	0,39000						Uygunluk değeri

Tablo 5.4'ün devamı

Toplum büyüklüğü	Mutasyon olasılığı	Çaprazlama olasılığı	Uygunluğun değişim sayısı								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
50	0,7	0,7	7								Değiştigi kuşak
			0,65956	0,36791							Uygunluk değeri
50	0,7	0,7	3	5	7						Değiştigi kuşak
			0,67576	0,58513	0,51000	0,47893					Uygunluk değeri
100	0,1	0,1	11	17	34	38	39				Değiştigi kuşak
			0,93544	0,84955	0,81981	0,78874	0,71106	0,66545			Uygunluk değeri
100	0,1	0,5	44								Değiştigi kuşak
			0,37350	0,31069							Uygunluk değeri
100	0,1	0,5	8	35							Değiştigi kuşak
			0,79263	0,66842	0,49527						Uygunluk değeri
100	0,5	0,5	7	11	13	18	19	36	39		Değiştigi kuşak
			0,89749	0,85659	0,83593	0,78575	0,75335	0,32958	0,26242	0,16570	Uygunluk değeri
100	0,5	0,5	25								Değiştigi kuşak
			0,60387	0,44417							Uygunluk değeri
100	0,5	0,5	2	32	43						Değiştigi kuşak
			0,72894	0,63651	0,49261	0,25906					Uygunluk değeri
100	0,7	0,5	16	29							Değiştigi kuşak
			0,52258	0,43387	0,17624						Uygunluk değeri
100	0,7	0,5	3	21	25	33	35	39			Değiştigi kuşak
			0,75812	0,62531	0,600	0,56893	0,46176	0,42732	0,37816		Uygunluk değeri

## **BÖLÜM ALTI**

### **SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada, Salihli İçmesuyu Projesi 3 No'lu şebekesinin ölü noktalar yöntemiyle tasarımının genetik algoritma yardımıyla oluşturulabilirliği incelenmiştir. Hazırlanan program yardımıyla değişik genetik operatörlere bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Program aynı genetik operatörler kullanılarak çözüldüğü durumda da Tablo 5.3'ten de görülebileceği gibi, farklı sonuçlar vermektedir. Bu durum genetik algoritmanın işleyiş yapısından kaynaklanmaktadır. Her çalışma için belirlenen başlangıç toplumunun farklı bireylerden oluşması, çaprazlama ve mutasyonun rastgele belirlenmesi sonucunda farklı uygunluk değerlerine sahip, farklı tasarımlar elde edilmektedir. Ancak elde edilen sonuçların hepsi hidrolik açıdan kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır. İçmesuyu sistemlerinin çözümlenmesi çok değişik şekilde yapılabileceğinden, basınç farklarının izin verilen sınırlar içinde kaldığı seçeneksiz çözümler elde edilmiştir. Bu çalışmada iki ayrı kısıt uygulanmış olup, bunlar süreklilik ve hız kısıtlarıdır. Bu kısıtlar arttırılarak yapılacak çalışmalar ile seçeneklerde azaltılabilir. Bununla birlikte, uygunluk işlevi tanımlanırken, sistemin ekonomik açıdan da değerlendirilebileceği bir tanımlama yapılabilir. Sistem hidrolik açıdan olduğu kadar ekonomik açıdan da tanımlanmış bir uygunluk ölçütüne bağlı olarak belirlenebilir.

Tablo 5.4 incelendiğinde toplum büyüklüğü, çaprazlama ve mutasyon olasılığı parametrelerinin uygunluk değerinin iyileşmesinde birlikte etkili olduğu görülmektedir. Toplum büyüklüğünün küçük olması halinde mutasyon ve çaprazlama olasılıklarının yüksek olması sonucun iyileşmesini sağlamamaktadır. Burada etken toplumda yeteri kadar birey bulunmayışıdır. Toplum büyüklüğünün ve çaprazlama olasılığının fazla olduğu durumda ise mutasyon olasılığının düşük olmasından dolayı toplum içinde yeterli değişim sağlanamamaktadır. Toplum büyüklüğünün ve mutasyon olasılığının fazla olduğu durumda da çaprazlama olasılığının düşük olmasından bireylerin iyi uygunluk sağlayacak özelliklerinin olduğu noktaların gelecek kuşaklarda birleşmesi ihtimali azalmaktadır.

Salihli içmesuyu projesi 3 No'lu şebekesinin mevcut durumunda birinci gözde oluşan basınç farkı 0,36 m iken genetik algoritma yardımıyla oluşturulan şebekede birinci gözde basınç farkı 0,0707 m dir. Mevcut projede ikinci gözdeki basınç farkı 0,28 m iken aynı gözde genetik algoritmayla yapılan boyutlandırmada 0,063 m lik basınç farkı oluşmaktadır. Aynı şekilde 3. gözdeki basınç farkı 0,88 m iken genetik algoritma yardımıyla boyutlandırılmış şebekede 3. gözde 0,032 m'lik basınç farkı oluşmaktadır. Bu da genetik algoritma yardımıyla oluşturulan şebekede mevcut projeye göre daha iyi dengeleme yapılmış olduğunu göstermektedir.

Oluşturulan program yardımıyla belirlenen boru çapları, mevcut projedeki boru çapları ile karşılaştırıldığında çapların küçülerek bir ekonomi sağladığı gözlenmektedir. Ancak genel olarak genetik algoritma ile yapılan tasarımlar, boru çapı çeşidinin artışı sebebiyle uygulamada farklı malzeme siparişi gerekliliğinden, boruların şantiyede muhafaza edilmesi ve sevkinin yönetiminde problemlerin artışına sebep olabilir. Program, noktasal müdahaleye uygun olmadığından dolayı çeşitli durumlarda gerekli görülmesi durumunda dahi boru çaplarında değişiklik yapılmasına izin vermemektedir.

İçmesuyu sistemlerinin tasarımında seçeneysel yaklaşım olarak genetik algoritmanın kullanılması diğer yöntemlere göre daha kısa zamanda gittikçe iyileşen daha çok sistem oluşturularak bunların içinden en iyisinin saptanması açısından yararlı olmaktadır. Bununla birlikte uygun sistemi belirlerken; içmesuyu sistemlerinde kullanılan valf, pompa gibi enstrümanların sisteme olan etkilerinin de dahil edilerek çalışılabilme imkanı sağlaması açısından genetik algoritma alternatif olarak kullanılabilir.

Genetik algoritma yardımıyla yapılan eniyilemelerde bir çözüm uzayında çalışıldığından bir bakıma birden çok çözüm olabilecek durum aynı anda incelenerek araştırma yapılmaktadır. Bu durumda çok daha kısa sürede çok fazla seçeneğin birbiriyle kıyaslanarak aralarındaki eniyinin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sebeple genetik algoritma yardımıyla yapılan eniyilemelerin diğer yöntemlerle yapılan eniyilemelere göre bir avantaj sağladığı söylenebilir.





**KAYNAKLAR**

- Alkan, A., Tanrıöver, A. ve Öziş, Ü. (1999). *Ege bölgesinde tarihi su yapıları ve Priene*. İzmir Su Kongresi,29-43.
- Arslan, A. Ve Turgut, P. (2001). *Sürekli bir kirişte maksimum momentlerin genetik algoritmalar ile belirlenmesi*. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 3 (3), 1-9.
- Ceylan, H., ve Haldenbilen, S. (2005). *Şehirlerarası ulaşım talebinin genetik algoritma ile modellenmesi*. İMO Teknik Dergisi, 238, 3599-3618.
- Coley, D. A. (1999). *An introduction to genetic algorithms for scientists and engineers*. Londra: World Scientific Publishing.
- Çağdaş, İ. U., (2001). *Betonarme döşemelerin akma çizgileri yöntemiyle analizinde akma çizgisi deseninin genetik algoritma ile belirlenmesi*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Çetinkaya, E., (2006). *Genetik algoritma yöntemi ile borulu sulama şebekelerinin eniyilenmesinde ceza işlevinin uygulanması*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Golberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley, USA.
- Kahraman, A. M., (2003). *Optimal design and expansion of water distribution systems using genetic algorithm*. DEU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Kaya, M., (2001). *Betonarme yüksek giriş tasarımında genetik algoritmaların kullanılması*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Koç, A. C., Ceylan, H., ve Karahan, H., (2003). *Su dağıtım şebekelerinin genetik algoritma ile tasarımı*. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir.
- Kurt, M. ve Semetay, C. (2001). *Genetik algoritma ve uygulama alanları*. M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Makine Bölümü.
- Muslu, Y. (1994). *Su ve atıksu teknolojisi*. 2. baskı. İstanbul. Bilim Teknik Yayınevi. 419 s.
- Obitko, M. (1998). *Introduction to genetic algorithms*. cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga
- Öziş, Ü. (1983). *Su yapıları*. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir: Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları
- Sahab, M. G., Ashour, A. F. ve Toropov, V. V., (2005). *Cost optimization of reinforced concrete flat slab buildings*. Engineering Structures. 27, 313-322.
- Samsunlu, A. (1997). *Su getirme ve kanalizasyon yapılarının projelendirilmesi*. İstanbul: SAM-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları.
- Savic, D. A. ve Walter, G. A., (1997). *Genetic algorithm for least-cost design of water distribution networks*. Journal of Water Resources Planning and Management. ASCE, 123 (2). 67-77.
- Simpson, A. R., Dandy, G. C., ve Murphy, L. J., (1996). *An improved genetic algorithm for pipe network optimization*. Water Resources. 32 (2). 449-458.

Topacık, D.; Eroğlu, V. (1998). *Su temini ve atıksu uzaklaştırılması uygulamaları*. 3. baskı. İstanbul. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası. 552 s.

Uçaner, M. E. ve Özdemir, O. N., (2002). *Genetik algoritmalar ile içmesuyu şebekelerinde ek klorlama optimizasyonu*. Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi.17 (4),157-70.

Vairavamoorthy, K. ve Mohammed, A., (2005). *A method to improve genetic-algorithm-based pipe optimization*. Journal of Hydraulic Engineering. 131 (12). 1117-1125.