

**İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE KAYIP VE KAÇAKLARIN
GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

CEM KISIKLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2009

ANKARA

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağının eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Cem KISIKLI

Cem KISIKLI tarafından hazırlanan İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE KAYIP VE KAÇAKLARIN GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİ İLE ANALİZİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Osman Özdemir
Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr., Fulya ALTIPARMAK
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr., Osman N. ÖZDEMİR
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr., Nevzat YILDIRIM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 10/07/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE KAYIP VE KAÇAKLARIN GENETİK
ALGORİTMA YÖNTEMİ İLE ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Cem KISIKLI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2009**

ÖZET

İçme suyu şebekeleri, yerleşim yerlerine ihtiyaç duyulan içme ve kullanma suyunu ulaştırmak amacıyla tasarlanır. Şebekeler içerisinde suyun boru çeperleri ile temasından kaynaklanan sürtünme kayıpları, boru bağlantılarında oluşan su sızmaları, illegal boru bağlantıları, sayaçsız su kullanımı gibi çeşitli faktörler sonucu kayıp ve kaçaklar oluşabilmektedir. Şebekelerde flor konsantrasyonları kullanılarak kalibrasyon yapılması daha önce bir çalışmada (Özdemir ve Uçaner, 2007) fiktif bir şebeke üzerinde denenmiştir. Bu tez çalışmasında ise daha önce yapılan programa ek ve düzeltmeler getirilmiş ve gerçek bir şebeke üzerinde çalışılmıştır. Şebekedeki hidrolik çözümleri ve flor dağılımlarını bulmak için EPANET hazır yazılımından faydalanılmıştır. Geliştirilen Genetik Algoritma programı EPANET üzerinde varolan Toolkit fonksiyonlarından yararlanmaktadır. Şebekedeki bilinen su tüketimi değerleri toplamaları değişmeyecek şekilde rassal olarak değiştirilmiştir. Böylece su tüketimlerinin bilinmedikleri varsayılmıştır. Bilgisayar modelde hayali (fiktif) kabul edilebilir ölçülerde flor konsantrasyonu şebekeye verilmiş ve konsantrasyonun zaman içindeki dağılımı incelenmiştir. Mümkün olabilecek en az düğüm noktasından flor ölçümü alındığı varsayımı ile şebeke analiz edilmiştir. Analiz sonucu değiştirilen su tüketimleri bulunmuştur.

Bilim Kodu : 911.1.110
Anahtar Kelimeler : İçme suyu şebekesi, su kayıp ve kaçağı, flor konsantrasyonu, Genetik Algoritma, EPANET, stokastik yöntem
Sayfa Adedi : 101
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Osman Nuri ÖZDEMİR

**ANALYSIS OF WATER LOSSES IN WATER SUPPLY NETWORKS BY
GENETIC ALGORITHMS**

(M. Sc. Thesis)

Cem KISIKLI

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
July 2009**

ABSTRACT

Water supply systems are designed to supply daily water need of settling areas. It is possible that within a system, the friction occurring between the water and the pipe, the water leaks at the pipe connection points, illegal pipe connections, water usage without gauge to occur. In the past, the calibration through using the flourine concentrations in the system has been functioned on the fictitious water supply network (Özdemir and Uçaner, 2007). In this thesis, there have been various developments on the program used before, and it has been used on a real water supply network. The EPANET software was consulted in order to gain the hydraulic equations and flourine distributions within the system. The Genetic Algorithm program which was enhanced, benefits from the Toolkit functions which are present in EPANET. Known water usage values within the system have been randomly changed through the fact that their summations be constant. Depending on this, the water usage values have been postulated as unknown. In the computer model (fictitious) the acceptable levels of flourine concentration was added to the system and the distribution of the concentration through time was examimed. The system has been analyzed getting hypothetical flourine readings from least node points possible. Through the analysis, the distorted water usages have been found.

Science Code	: 911.1.110
Key Words	: Fresh water system, water loss and leak, flourine concentration, Genetic Algorithm, EPANET, stochastic method
Page Number	: 101
Adviser	: Prof. Dr. Osman Nuri ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Osman Nuri Özdemir'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili aileme ve dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. SU KAYIP-KAÇAKLARININ TESPİTİ İÇİN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	3
3. GENETİK ALGORİTMA.....	8
3.1 Genetik Algoritma İşlemcileri.....	10
3.1.1. Seçim.....	10
3.1.2. Çaprazlama.....	10
3.1.3. Mutasyon.....	11
3.1.4. Uygunluk değeri.....	11
3.1.5. Ceza katsayıları.....	12
4. KULLANILAN PROGRAMLA İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	13
4.1 Toolkit.....	13
4.2 Kalibrasyon programı.....	14
4.2.1. Programda yapılan geliştirme çalışmaları.....	14

Sayfa

4.2.2. Program dosya yapısı.....	21
4.2.3. GA değişkenleri.....	21
4.2.4. Düğüm noktaları hassasiyetleri.....	22
4.2.5. Programda yapılan geliştirme çalışmaları.....	23
4.2.6. GA tarafından bulunan sonuçların incelenmesi.....	24
5. KULLANILAN PROGRAMLA İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	25
5.1 Toolkit.....	28
5.2 Yakacık İçme Suyu Şebekesi.....	34
5.3 Genetik Algoritmanın Uygulanması.....	43
5.4 Yapılan Çözümler.....	47
5.5 Sonuçların Yorumlanması.....	65
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	79
EK-1 Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu.....	80
EK-2 Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu.....	88
EK-3 Yakacık Şebekesi Üzerinde Örnek Çalışma.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Yakacık Şebekesi'nde hesaplanan toplam günlük ortalama debi değerleri	28
Çizelge 5.2. Tüketimlerin dağıtıldığı düğüm noktaları ve yeniden değerlendirilen tüketim değerleri.....	31
Çizelge 5.3. Değiştirilen düğüm noktası tüketim değerleri.....	33
Çizelge 5.4. Yakacık Şebekesi düğüm noktaları hassasiyetleri.....	36
Çizelge 5.5. Yakacık Şebekesi'ndeki düğüm noktaları hassasiyetleri.....	37
Çizelge 5.6. 43 ve 48 düğüm noktalarının tek olarak kullanımları sırasındaki GA değişkenleri.....	42
Çizelge 5.7. Yakacık Şebekesi'nde kullanılan ceza katsayısı değerleri.....	44

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1. Problem modeli girdi ve çıktıları	27
Şekil 5.2. Şebekeye hem rezervuardan hem de depolama tankından verilen flor konsantrasyonu miktarının zaman içerisindeki değişimi.....	32
Şekil 5.3. İki ayrı yöntemle bulunan düğüm noktası hassasiyetlerinin karşılaştırılması.....	40
Şekil 5.4. 43 ve 48 düğüm noktalarının tek başlarına kullanıldıkları çözümlerin karşılaştırılması.....	41
Şekil 5.5. "Kalibrasyon" programı şematik algoritma şekli.....	46
Şekil 5.6. En hassas düğüm noktalarının tek olarak kullanımı sonucu elde edilen sonuçlar.....	48
Şekil 5.7. En hassas 5 düğüm noktasının kullanımı sonucu elde edilen hata miktarları.....	49
Şekil 5.8. En hassas 5 düğüm noktasının kullanımı sonucu elde edilen sonuçların bulundukları iterasyon sayılarının karşılaştırılması.....	50
Şekil 5.9. Farklı mutasyonlarda 10 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar.....	52
Şekil 5.10. Farklı mutasyonlarda 10 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	53
Şekil 5.11. Farklı aralıklar ve %4 mutasyon oranı kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	56
Şekil 5.12. Farklı mutasyonlarda 20 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar.....	57
Şekil 5.13. Farklı mutasyonlarda 20 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	58
Şekil 5.14. Farklı mutasyonlarda 25 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar.....	59

Şekil	Sayfa
Şekil 5.15. Farklı mutasyonlarda 25 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	60
Şekil 5.16. Farklı mutasyonlarda 30 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar.....	61
Şekil 5.17. Farklı mutasyonlarda 30 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	62
Şekil 5.18. Farklı mutasyonlarda 40 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar.....	63
Şekil 5.19. Farklı mutasyonlarda 40 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları.....	64
Şekil 5.20. Farklı aralık sayıları ve mutasyon oranları kullanılarak bulunan en iyi çözümlerdeki hata miktarları.....	66
Şekil 5.21. 48 nolu düğüm noktası ve farklı GA çözüm aralıkları kullanılarak bulunan uygun sonuçların karşılaştırılması.....	67
Şekil 5.22. 48 nolu düğüm noktası ve farklı GA çözüm aralıkları kullanılarak bulunan uygun sonuçların bulundukları iterasyon sayılarının karşılaştırılması.....	68
Şekil 5.23. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümlerdeki hata miktarları.....	69
Şekil 5.24. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümler	70
Şekil 5.25. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümlerin elde edildiği iterasyon sayıları.....	71
Şekil 5.26. Farklı çaprazlama yüzdeleri ile yapılan çözümler	73
Şekil 5.27. Farklı çaprazlama yüzdeleri ile yapılan çözümlerdeki hata miktarları	74

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Kalibrasyon programının genel görünümü.....	15
Resim 4.2. Şebekenin detaylı gösterimi.....	17
Resim 4.3. Programda düğüm noktalarının hassasiyetlerinin incelenmesi.....	18
Resim 4.4. GA çözümünün doğruluk oranının grafiksel incelenmesi.....	19
Resim 4.5. "Kalibrasyon" programındaki GA değişkenlerinin ayarları.....	22
Resim 4.6. "Kalibrasyon" programında düğüm noktaları hassasiyetlerinin bulunması.....	23
Resim 5.1. Yakacık Şebekesi.....	30
Resim 5.2. Şebekeye hem rezervuardan hem de depolama tankından verilen flor konsantrasyonu miktarının zaman içerisindeki değişimi.....	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
δi	Ceza katsayısı
A	Aralık miktarı
ET	İncelenen düğüm noktasının değiştirildikten sonraki tüketimi
lt	Litre
PC	Ceza fonksiyonu
R	Sınır sayısı
ri	Sınırın bozulma miktarı
s	Saniye
TF	Flor konsantrasyonları arasındaki toplam fark
TO	Tüketim oranı
TT	Şebekenin değişmeyen toplam su tüketimi
Y	Yüzdelik sınır

Kısaltmalar	Açıklama
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
EPA	United States Environmental Protection Agency
GA	Genetik Algoritma
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

İçme suyu şebekeleri, yerleşim yerlerine ihtiyaç duyulan içme ve kullanma suyunu ulaştırmak amacıyla tasarlanmaktadır. Şebekeler içerisinde suyun boru çeperleri ile temasından kaynaklanan sürtünme kayıpları, boru bağlantılarında oluşan su sızmaları, illegal boru bağlantıları, sayaçsız su kullanımı gibi çeşitli faktörler sonucu kayıp ve kaçaklar oluşabilmektedir. Su kaynaklarını verimli kullanabilmek için şebekelerde oluşan su kayıp ve kaçaklarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışması, fiziksel özellikleri (şebekedeki elemanların koordinatları, kotları, boru çapları, boru boyları, boru yaşları) bilinen bir şebeke üzerinde oluşan su kayıp ve kaçaklarının, şebekenin kritik noktalarından alınacak olan flor konsantrasyon ölçümleri yardımıyla yerlerini tespit etmeyi amaçlamaktadır.

İçme suyu şebekelerinde sağlanan içme ve kullanma suyunun kalitesi insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Su kalitesi, düzenli alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları ile sürekli olarak denetlenmektedir. Su kalitesi, Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen standartlarda olmalıdır [WHO, 2004]. Belirlenen standartlarda, diş sağlığı açısından önemi bulunan florun, suda izin verilen maksimum ölçülerde (1,5 mg/l) bulunabileceği belirtilmiştir. İçme suyu şebekesinde bu konsantrasyonun üstünde flor bulunması, "dental fluorosis" olarak bilinen dişlerde şekil bozukluğuna sebep olabilmektedir. 1,0 mg/l'ten az flor bulunması ise, diş ve kemik gelişimi için gerekli flor miktarının suda bulunmaması anlamına gelmektedir [Samsunlu, 1999]. A.B.D. gibi bazı ülkelerde flor, içme suyu hatlarına doğrudan verilmektedir. Bu tez çalışmasında da su kayıp ve kaçaklarının yerlerini tespit edebilmek amacıyla şebekeye standartlarca belirlenen oran çerçevesinde flor verilmiştir.

İçme suyu şebekelerinde zamana bağlı olarak debi, su basıncı ve su tüketimi gibi hidrolik değerler değişebilmektedir. Bu nedenle içme suyu şebekelerinde su kayıp ve kaçaklarını sayısal yöntemler kullanılarak bulabilmek oldukça

zorlaşmaktadır. Doğrusal olmayan sistemlerin çözümünde günümüzde en çok kullanılan sayısal yöntemler; Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma (GA) gibi stokastik yöntemlerdir. Bu yöntemlerden GA yöntemi, bu tezde uygulaması yapılan şebekede çözüm tekniği olarak öngörülmüştür. Sayısal bir yöntem olmasından dolayı GA, problemin gerçek çözümünü kesin olarak bilememekte, ancak sürekli olarak en iyi çözüme yaklaşabilmektedir. Hayali (fiktif) bir şebeke üzerinde daha önce denenmiş olan bu yöntem yapılan iyileştirme ve ek çalışmalar ile Ankara Keçiören Belediyesi'ne bağlı olan Yakacık Köyü İçme Suyu Şebekesi üzerinde uygulanmıştır [Özdemir ve Uçaner, 2007].

Yöntem, en az maliyetli olabilecek minimum sayıda ölçüm noktası kullanılarak çözüme gitmeyi öngörmektedir. İncelenen içme suyu şebekesi için tek bir düğüm noktasından alınan flor ölçümleri ile şebekenin kalibrasyonu yapılabilmektedir.

2. SU KAYIP-KAÇAKLARININ TESPİTİ İÇİN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

İçme suyu şebekelerinde su kayıp ve kaçakları, boru ve boru bağlantılarındaki sızmalar, illegal boru bağlantıları, illegal sayaç kullanımı, borulardaki patlak ve çatlaklar yüzünden oluşmaktadır. Şehir şebekelerin çoğunluğunda yüksek miktarda istenmeyen su kaybı meydana gelmektedir. Bu kayıpları azaltmak amacıyla 1970'lerden bu yana çeşitli arazi çalışmaları ve bilgisayar modelleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

Arazide en çok kullanılan ve en sade olan yöntem, hatlardaki boruların iç veya dış yüzeylerine takılan gelişmiş ekipmanlarla, borulardaki su hızlarının bulunmasıdır [Thornton, 2002]. Boru iç yüzeyine yerleştirilen ekipmanlar doğrudan su hızını ölçerken, dış yüzeye yerleştirilen ekipmanlar yaydıkları ses dalgalarının boru yüzeyinden yansıma hızlarını kullanarak, su hızlarını belirlemektedirler. Bulunan su hızları ile borunun kesit alanı çarpılarak ölçüm yapıldığı sırada borudaki debi de belirlenebilmektedir. Debilerin belirlenmesiyle birlikte, tasarım sonucu belirlenen debiler ile karşılaştırma yapılması suretiyle boruda herhangi bir kaçağın olup olmadığı da tespit edilmektedir.

İçme suyu şebeke tasarımlarında kullanılan en önemli hidrolik değişkenlerden biri, borulardaki iç basınçtır. Arazide kullanılan bir diğer yöntem de gelişmiş ekipmanlar yardımıyla borularda iki nokta arasındaki basınç farklılıklarını incelemektir [Thornton, 2002]. Gün içerisindeki su kullanımında oluşan farklılıklar, aynı zamanda basınç farklılıkları da oluşturmaktadır. Borularda bulunan basınç farklılıkları, akımın herhangi bir nedenle boru çeperlerinin dışına çıkması sonucu oluşacağından, kayıp ve kaçağın da yerleri tespit edilmiş olacaktır. Boru hızlarının ölçümünde olduğu gibi, bu yöntemde de boru sayılarının fazla olması ve boruların büyük çoğunluğunun yer altında olması ölçüm yapılmasını zorlaştırmaktadır.

Borulardaki kayıp ve kaçığın tespitinde kullanılan bir diğer yöntem, borudaki suya ilave bir etki vermektir. Şebeke kalibrasyonu ve boru bakımlarında kullanılan etkilerden biri hava kabarcıklarıdır. Suyun hızından dolayı hava kabarcığı suyun gittiği güzergah boyunca yol alacaktır. Hava kabarcığı, boruda bir kaçak bölgesine geldiğinde iç-dış basınç farkından dolayı borunun dışına çıkacaktır. Kullanılan bir diğer etki ise, suya basınç veya ses dalgası vermektir. Dalganın boru hattı boyunca takibi sonucu ses frekansının değiştiği bölgeler kayıp ve kaçakların olduğu yerler olacaktır.

Arazide yapılan çalışmalar, zaman içerisinde oluşturulan çeşitli bilgisayar modelleri ile desteklenmiş ve çok daha etkin kalibrasyon yöntemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan kalibrasyon yöntemlerinin genel olarak işleyişini Ormsbee şu şekilde tariflemiştir: 1) Oluşturulan modelin kullanım amacı; 2) Modeldeki değişkenlerin belirlenmesi; 3) Kalibrasyon verilerinin toplanması; 4) Model sonuçlarının elde edilmesi; 5) Makro düzeyde kalibrasyon yapılması; 6) Hassaslık analizi; 7) Mikro düzeyde kalibrasyon yapılması [Ormsbee, 1989]. Savic ve arkadaşları da hidrolik model kalibrasyonlarını üç ana başlıkta incelemişlerdir: 1) İteratif (Deneme-Yanılma) Kalibrasyon Modelleri; 2) Hidrolik Simulasyon Modelleri; 3) Optimizasyon Modelleri [Savic ve ark., 2009]. İteratif kalibrasyon modelleri deneme - yanılma çözüm yöntemleri ile oluşturulmaktadır. Bu yöntemlerde kullanılan değişkenler, her adımda kütle korunumu ve enerji denklemleri çözümlenerek güncellenir. Bu tip yöntemlerde işlem hacminin azaltılması amacı ile şebekede sadeleştirme (skeletonization) yapmak gerekmektedir. Genelde gerçek sonuçlara yaklaşma miktarları diğer yöntemlere göre daha azdır [Bhave, 1988]. Hidrolik Simulasyon Modelleri ise enerji denklemlerinin yanında şebekeden alınan ölçümler ile elde edilen debi ve basınç gibi ek denklemlerin kullanımı ile oluşturulan modellerdir. Genellikle Newton - Raphson metodu kullanılarak bu modeller oluşturulmaktadır. Aranılan değişkenlerin sayısına bağlı olarak ihtiyaç duyulan ölçüm miktarı da artmaktadır. Ölçümlerde yapılan hataların dikkate alınmamasından ötürü bu tip çözüm yöntemleri günümüzde sık kullanılmamaktadır. Optimizasyon modellerinde ise GA, Bulanık Mantık ve

Yapay Sinir Ağları gibi çözüm yöntemleri kullanılarak kalibrasyon modelleri oluşturulur [Zheng ve Sage, 2006]. Belirlenen amaç fonksiyonlarının maksimize veya minimize edilmesi ile oluşturulan optimizasyon modellerinin verimliliği, diğer yöntemlere göre çok daha fazladır [Savic ve ark., 2009]. Bundan ötürü günümüzde yapılan model çalışmaların çoğunluğu optimizasyon altyapısı kullanılarak oluşturulmaktadır.

Ölçüm aletlerinin arazide yerleştirilmesi gereken yerleri belirlemeyi amaçlayan çalışmalar da yapılmıştır. Kapelan ve arkadaşları, ölçüm alınması gerekli şebekedeki optimum (en uygun) yerleri belirlemeyi amaçlamışlardır [Kapelan ve ark., 2003]. Şebekedeki optimum yerlerden alınan ölçümler, su dağıtım şebekesini kalibre etmek amacıyla kullanılmaktadır. Çok amaçlı optimizasyon yöntemi kullanılarak oluşturulan çalışmada hem şebeke kalibrasyonunun doğruluğunun artırılması, hem de ölçüm maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır.

Şebekelerde borulardaki su kayıplarını belirleyebilmek için boru pürüzlülük katsayılarının da bilinmesi gerekmektedir. Boru pürüzlülük katsayılarını belirlemek amacıyla basit GA kullanılarak optimizasyon yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır [Vitkovsky ve ark., 2000]. Borulardan işletme koşullarında geçecek debilerden yüksek debiler geçmesi durumunda borulardaki kayıpların (sürtünme kayıpları) etkisi ve borulardaki sızıntılar çok daha belirginleşmektedir. Bu ilkedен yararlanılarak, çalışmada borulara yüksek debiler verilerek borulardaki sızıntıların yerleri tespit edilmiş ve boru pürüzlülük katsayıları kalibre edilmiştir. Şebekeye etki verilerek şebeke kalibrasyonu oluşturulması amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise, şebekede yüksek miktarda basınç oluşturularak, borulardaki sızıntıların yerleri belirlenmiştir [Giustolisi ve ark., 2008]. İki ayrı gerçek şebeke üzerinde denenen yöntemde borular üzerindeki basınçların artırılması ile şebekeden farklı debilerin geçmesi sağlanmıştır. Oluşturulan algoritma ve deneme yanılma yoluyla bu debiler hesaplanmaya çalışılmış ve arada bulunan farklılıklar ile de borulardaki sızıntılar belirlenmiştir.

Şebekelerdeki kayıp ve kaçakların çok çeşitli olması, çeşitli çözüm yöntemlerini gündeme getirmektedir. Farklı özelliklere sahip yöntemlerin kullanılabilecekleri alanlar da değişmektedir. GA tabanlı oluşturulan bir algoritmayla su dağıtım şebekelerindeki su kaçaklarının yerleri tespit edilmeye çalışılmıştır [Zheng ve Sage, 2006]. Çalışmada; şebeke bilgisayar modelinde kaçaklar, şebekeye rastgele atanarak hidrolik çözüm yapılmakta ve bulunan debi farklılıklarından kaçakların olduğu doğru yerler tespit edilmeye çalışılmaktadır. Çalışmada su kayıp-kaçaklarının yerleri bölgesel olarak belirlenebilmiştir. Rougier'in yaptığı bir başka çalışmada tümüyle olasılıklara bağlı bir yaklaşım geliştirilerek, sızıntı bölgelerinin yerleri ve sızıntıların büyüklükleri belirlenmiştir [Rougier, 2005]. Tek bir boru üzerinde yapılan çalışmada kütle dengesizliği yaklaşımı kullanılarak, tekil ve çoğul sızıntı bölgeleri tespit edilebilmiştir. Şebekede beklenen sızıntı yerleri ve büyüklükleri, normal olasılık dağılımı ve şebekeden alınan ölçümler kullanılarak hesaplanmıştır. Grafikselsel yaklaşım kullanılarak borudaki yüksek yoğunluğa sahip bölgeler belirlenmiştir. Dağılım ortalaması ve varyansı hesaplanarak, borulardaki kaçakların belirlenmesi için basitleştirilmiş bir yöntem bulunmuştur. Şebeke kalibrasyonu ve su kayıp-kaçaklarının tespiti amacıyla yapılan bir diğer çalışmada Jonkergouw, klor ölçümlerini kullanarak bir su dağıtım şebekesinin su kalite modelini oluşturmuştur [Jonkergouw ve ark., 2008]. Şebekeden alınan klor ölçümleri yardımıyla düğüm noktalarında bilinmeyen su tüketimleri elde edilmeye çalışılmıştır. Klorun zamana bağlı olarak su içinde sönümlendiği miktarı belirleyebilmek amacıyla, boru yüzeyleri, yaşı ve klor konsantrasyonları arasında matematiksel ilişki oluşturulmuştur. Alınan sonuçlarda su tüketimlerinde %20'ye yakın hatalar görülmüştür. Al-Omari ve Abdulla ise yaptıkları çalışmada şebekede ölçülen klor konsantrasyonları ile hidrolik modelde bulunan konsantrasyonları arasındaki farkları azaltmaya çalışmışlardır [Al-Omari ve Abdulla, 2009]. Hardy-Cross çözüm yöntemi kullanarak oluşturulan algorithmada iki konsantrasyon arasındaki farkların karelerini minimize ederek kalibrasyon yapılmaya çalışılmıştır. İki farklı fiktif şebeke üzerinde yapılan çalışmalarda su tüketim miktarlarında %11 ve %12 oranında hata bulunmuştur.

Bu alışmalar göstermiştir ki, su kalitesine ilişkin yapılan lmler, su hızları, basınç değerleri gibi hidrolik verileri içinde barındırmaktadır. Bu sonuçtan yola çıkılarak bu tez çalışmasında içme suyu şebekesi kalibrasyonu şebekeden alınan flor konsantrasyonu lmleriyle yapılmıştır. Flor konsantrasyonlarının kullanımı ile konsantrasyonların zamana bağlı olarak sönümlenmesinin önüne geçilmiştir. şebekedeki su tüketimlerinin bilinmediği varsayımı ile bu dağılımlar kullanılarak su tüketimleri bulunmaya çalışılmıştır. Bu işlemler sırasında GA zm yöntemi kullanılmış, böylece işlem hacmi ve işlem süresi kısaltılmıştır. İşlemler sonucu şebekedeki gerçek su tüketimi bulunarak, su kayıp-kaçaklarının belirlenmesinde ekonomik yeni bir çözüm yöntemi geliştirilmiştir.

3. GENETİK ALGORİTMA

Genetik Algoritma (GA), son yıllarda kullanımı gittikçe artan stokastik bir sayısal çözüm yöntemidir. Çözüm zamanı, sistemin boyutuyla üstel olarak değişen sistemlerin çözümlerinde genelde GA kullanılmaktadır. En iyi sonuca yaklaşabilen GA yöntemi, çözüm bulma süresi olarak da diğer sayısal yöntemlere göre avantajlıdır. GA, doğal yaşamın mekaniği felsefesiyle ortaya atılmış sayısal çözüm yöntemidir. Doğal yaşamın en önemli kuralı olan "Güçlü ve çevreye en iyi uyumu sergileyen birey yaşar," prensibinden yola çıkarak, GA yöntemi oluşturulmuştur.

Günümüzde ekonomi, matematik, mühendislik bilimleri, genetik araştırmalar gibi çok farklı bilim dallarında kullanılmakta olan GA, Michigan Üniversitesi'nden John Holland (1975) tarafından geliştirilmiş ve genetik dışındaki alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. John Holland'ın yaptığı araştırmalarda amacı:

- Doğal sistemlerin adaptasyonlarını açıklayabilmek ve matematiksel ifade haline getirebilmek,
- Doğal sistemlerin çalışma prensiplerini farklı problemlere uygulayabilmek amacıyla yapay sistemler tasarlamaktı [Goldberg, 1989].

Holland'ın geliştirdiği GA çözüm yöntemi üzerinde yapılmış olan araştırmalardan bazıları şu şekildedir: Yapısal Optimizasyon, Boru Hatları İşletim Optimizasyonu, Uzay Teknolojileri Uygulamaları Kontrol Sistemi Optimizasyonu, Müzik Kompozisyonu [Goldberg, 1989]. GA çözümü ile ilgili olarak çözüm sistemini geliştirmek ve daha hızlı en iyi ya da en iyiye yakın sonuca ulaşabilmek amacıyla araştırmalar devam etmektedir.

GA çözüm yöntemi içerisinde ilgili probleme göre doğal bireyler oluşturulup, bu bireylerin sistem içerisindeki uygunlukları incelenmektedir. Bu bireyler aynı zamanda sistemin çözüm uzayını da oluşturmaktadır. Çözüm uzayı içerisinde

en yüksek uygunluğa sahip bireyler bulunmaya çalışılıp, bireyin içerdği elemanlarda değişiklik yaparak (mutasyon) daha iyi sonuçlara ulaşmak amaçlanmaktadır. GA, sistemin gerçek çözümüne olabilecek en yakın (optimum) çözümü bulmak amacıyla kullanılan ve Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık gibi diğer çözüm yöntemlerine göre süre avantajına sahip olan bir yöntemdir. Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık gibi stokastik çözüm yöntemlerinde olduğu üzere Genetik Algoritmalar da çözüm uzayının büyük olduğu sistemlerde tercih edilmektedir. Günümüzde gelişen bilgisayar sistemleri, Genetik Algoritma'nın çözüm süresi, avantajı ile birleşerek daha hızlı çözümlere olanak sağlamaktadır. GA yöntemi, üç ana basamaktan oluşmaktadır. Bunlar:

- Seçim
- Çaprazlama
- Mutasyon'dur.

Bu basamaklar GA'nın çözüm işlemcilerini (operatörlerini) oluşturmaktadır. Bir problemin çözümü için ilk adımda çözüm uzayını oluşturan populasyonun (topluluğun) içerdği sayısal elemanlar rastgele seçilmektedir. Topluluğun içerdği her birey (kromozom), sistem için farklı bir alternatif çözümü sembolize etmekte olup, ikili sayı sistemi ile kodlanmaktadır. Kodlanan bireyler, daha sonra sisteme uygun biçimde sayısal veriye dönüştürülürler. Problemin içeriğine uygun olarak oluşturulan uygunluk fonksiyonuna göre ise bireylerin sistemdeki uygunlukları incelenmektedir. Topluluğu oluşturabilmek, bireyleri seçebilmek, kodlanan bireylerden sayısal verileri oluşturabilmek amacıyla, problemde bazı kısıtlamalar (topluluk büyüklüğü, seçim, çaprazlama ve mutasyon olasılıkları) kullanılmaktadır.

3.1 Genetik Algoritma İşlemcileri

3.1.1 Seçim

İncelenecek problemin popülasyonunu (çözüm uzayını) bireyler oluşturmaktadır. Çözümün ilk aşamasında bireyler, belirlenen sınırlar içinde kalmak koşulu ile rassal olarak seçilmektedir. Seçim işlemi içerisinde ilk olarak rassal biçimde iki farklı birey alınmakta ve bu bireylerin uygunluk değerine bakılmaktadır. Uygunluğu yüksek olan bireylerin seçilme olasılığı da yüksek olmaktadır. Yüksek uygunluğa sahip bireyler, bir sonraki aşama olan çaprazlama işlemine geçerler. Bu arada düşük uygunluğa sahip bireyler topluluk (yığın) içinde yok edilirler. Bu şekilde çaprazlama işlemi için daha yüksek uygunluğa sahip bireyler elde kalmış olacak ve güçlü bireylerden daha güçlü bireyler elde edilmeye çalışılacaktır. Seçim işlemi neticesinde zayıf bireyler ilk aşamada elenmiş olacaktır.

3.1.2 Çaprazlama

Seçilen bireyler, çaprazlama işlemi sırasında rastgele bölünerek birleştirilirler. Bu şekilde yüksek uygunluklara sahip bireylerin özelliklerini içeren yeni bireyler ortaya çıkmaktadır. Bu aşama, doğada belirli genetik özelliklere sahip olan ebeveynlerin çocuklarının da bu özellikler yanında başka ek özelliklere sahip olacağı şeklinde yorumlanabilir. Aynı zamanda bu aşamada görülmektedir ki, GA; en iyi ya da en iyiye yakın çözüme ulaşırken, aslında daha önce bulduğu çözümleri kendi içerisinde eşleştirmektedir. Dolayısıyla daha önce bulduğu çözümleri kullanmaktadır.

Tek noktadan çaprazlama işlemi en basit çaprazlama yöntemidir. Bu işlemde bireyler, tek noktadan bölünerek birbirleriyle eşleştirilirler. Bölünecek nokta rastgele olarak belirlenmekte ve işlem sonucu eski bireylerin özellikleri ile

harmanlanmış yeni iki birey ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan yeni bireyler daha yüksek uygunluğa sahip çözümlere ulaşmanın yolunu açmaktadır.

3.1.3 Mutasyon

GA içerisindeki son işlem mutasyondur. Seçim ve çaprazlama işlemleri sonucu ortaya çıkan bireyler, aslında en iyi ya da en iyiye yakın çözüme yakın bireylerdir. Çaprazlama işleminde bireylerdeki ifadelerin belli kısmının rastgele yer değiştirilmesi sırasında, kimi özellikler kaybolabilmektedir. Bunun sebebi bireylerin içerdiği kromozomların hangilerinin daha yararlı olduğunun bilinmemesidir. Kromozomları rastgele bölmek, bazı durumlarda yararlı olan kromozomların da yer değiştirmesi anlamına gelebilmektedir. Böyle bir durumda bireyler körelmektedir. Gerçek çözüme yakın çözümler elde edilebilmektedir; ancak en iyi çözüm bulunamamaktadır. Tüm bu sebeplerden ötürü, GA içerisinde üçüncü işlemci olan Mutasyon İşlemi yapılmaktadır. Mutasyon işlemi ile topluluk (yığın) içinde seçim işleminde kaybolan bireyler yerine yeni bireyler oluşturulur. Mutasyon işleminde bireylerdeki kromozomlar belli bir olasılık ile yeniden atanarak topluluk (yığın) içerisinde çeşitlilik sağlanmış olur. Böylece bireyler içerisinde daha faydalı yeni özellikler bulunabilmesi ihtimali artmış olur. GA, mutasyon işlemi ile birlikte çok daha hızlı çalışarak en iyi çözümü elde edebilmektedir.

3.1.4 Uygunluk değeri

GA, matematiksel altyapı üzerine kurulmuş bir çözüm yöntemidir. Çözümlemek istenen problem, matematiksel olarak ifade edilmelidir. Öncelikle bir amaç fonksiyonu oluşturulmalı, sonrasında bu fonksiyonu isteğe göre maksimize veya minimize eden değer Genetik Algoritma işlemcilerince aranmalıdır. Bu aramalar neticesinde elde edilen amaç fonksiyonu değerleri, iterasyonlar sırasında bulunan uygunluk değerleridir. GA'nın genel mantığı gerçeğe en yakın çözümü bulmaktır. İşlemcilerce topluluk (yığın) içindeki bireyleri değiştirerek, daha yüksek uygunluk aranmaktadır.

Bir problem içerisinde birden fazla amaç fonksiyonu olabilir. Böyle bir durumda Genetik Algoritma çözümü yapılabilmesi için bu fonksiyonların birleştirilmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde çalışılan problemin niteliklerine bağlı olarak "Derecelendirilmiş Uygunluk Değeri", "Uygunluk Değeri Paylaştırma Yöntemi" ile "Alt Türler Ayırma" gibi daha farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, problemin özelliklerine bağlı olarak çözüm süresini kısaltabilmektedirler.

3.1.5 Ceza katsayıları

GA çözümünde yapılan her iterasyonda topluluk (yığın) içerisinde her birey için uygunluk değerleri hesaplanmaktadır. Çözüm sırasında işlemcileri doğru sonuca yönlendirebilmek amacıyla "Ceza Katsayıları" tanımlanmıştır. Ceza fonksiyonunun belirlenmesinde kabul edilmiş herhangi bir kural yoktur. Genel olarak ceza fonksiyonu, aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$PC = \sum_{i=1}^R d_i r_i \quad (3.1)$$

Yukarıdaki denklemde PC ceza fonksiyonu, R sınır sayısı, d_i ceza katsayısı ve r_i ise sınırın bozulma miktarıdır. Sınırın bozulma miktarının artması durumunda daha yüksek ceza katsayıları verilerek fonksiyon sınır içerisine çekilmektedir. İncelenen aralık içerisinde kalan çözümler için ise gerektiğinde ceza verilmeyebilir. Problem çözümünde kullanılacak ceza katsayılarının seçimi önemlidir. Bunun sebebi ise, en iyi çözümün bulunma süresinin etkilenmesidir. Yanlış bir seçim sonucu, ceza katsayıları topluluk (yığın) içerisindeki bireyleri etkilemekte ve topluluktaki uygun olmayan birey sayısını arttırabilmektedir. Bu şekilde çözüm süresi artmaktadır. En uygun ceza katsayısı seçimi, topluluktaki uygun olmayan bireyleri elimine edecek olan seçimdir. Neticede, uygunluk değerinin bulunmasının büyük ölçüde belirlenen sınırlara ve o sınırlara ait olan ceza katsayılarına bağlı olduğunun unutulmaması gerekmektedir.

4. KULLANILAN PROGRAMLA İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasında kullanılan "Kalibrasyon" programı, içme suyu şebekelerinin su kalite ölçümleri kullanılarak şebeke kalibrasyonunu yapmaya olanak sağlayan bir programdır. Microsoft Visual Studio .NET 2003 programlama dili kullanılarak oluşturulmuş olan program, günümüzün bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile iki sürüm (32 bit ve 64 bit) olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan program, hidrolik çözümler için EPA tarafından hazırlanmış ve içme suyu şebekelerinin çözümünde tüm dünyada kabul görmüş EPANET paket programını kullanmaktadır. EPANET programı, ücretsiz olarak kullanılabilen su şebekesi modelleme ve çözüm yazılımıdır. Bu yazılım içerisinde farklı kullanıcıların geliştirme yapabilmesi amacıyla Toolkit isimli bir bölüm bulunmaktadır. Toolkit sayesinde dışarıdan Visual Basic, Delphi, C++ gibi bilgisayar dillerinde yazılan kodlarla EPANET içerisinde hidrolik modelleme yapılabilmektedir.

4.1 Toolkit

EPANET programı, basınçlı içme suyu modellemelerinde sıkça kullanılmakta olan bir yazılımdır. Bu yazılım ile içme suyu şebekelerinin hem hidrolik hem de su kalitesi çözümleri yapılabilmektedir. İçme suyu şebekelerinde zaman kavramı çok önemlidir. Bunun sebebi sistem içerisindeki hidrolik çözümlerin zamana bağlı olarak sürekli değişmesidir. Örneğin, günün belli saatlerinde kullanılan su miktarı, günün geri kalan saatlerindeki göre çok daha fazla olabilmektedir. EPANET programı, bir günün farklı zaman dilimlerinde çalışarak şebeke içerisindeki değişimleri çözümleyebilmektedir.

EPANET programının geliştirme modülü Toolkit içerisinde yaklaşık 50'ye yakın fonksiyon bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar, EPANET içerisinde yapılabilen tüm özellikleri ve değerleri sembolize etmektedir. Bir şebeke içerisindeki düğüm noktalarının koordinatları, tüketim değerleri, su kalitesi ölçümleri gibi değerler bu şekilde elde edilebilmektedir. Bu fonksiyonlar

yardımla, şebeke elemanları üzerinde her türlü değişiklikleri yapabilmek mümkündür. Bu değişiklikler gerek hidrolik, gerekse fiziksel olabilir. Yapılan değişiklikler sonucu hidrolik çözümler Toolkit yardımıyla elde edilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında oluşturulan modelde gerçek şebeke üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler aşağıda sıralanmıştır:

- Şebekedeki sonlu boru bağlantıları düzenlenerek toplam 15 farklı düğüm noktası üzerinde su tüketim değerleri toplanmıştır.
- Depolama tankı ve pompadan flor konsantrasyonu verilmiştir.
- Düğüm noktalarından zamanla ölçülecek olan flor değerleri içerisinde değişken dağılımlar elde edebilmek amacıyla, şebekeye verilen flor değerleri saatlik olarak değiştirilmiştir.

EPANET yazılımında bir şebekenin hidrolik çözümü "Gradient Metodu" kullanılarak yapılabilmektedir. Bu metotta şebeke içerisindeki tüm borularda bulunan debiler kabul edilen başlangıç değerleri ile hidrolik çözüme girer ve yeni iterasyonda bulunan değerlere göre revize edilirler. Çözüm sırasında yapılan iterasyonlar, çözümdeki hatanın tolere edilecek seviyeye geldiği duruma kadar devam eder. Çözüm sırasındaki hidrolik kayıplar, seçilen akım denkleminde (Chezy, Manning, Hazen-Williams) göre hesaplanırlar.

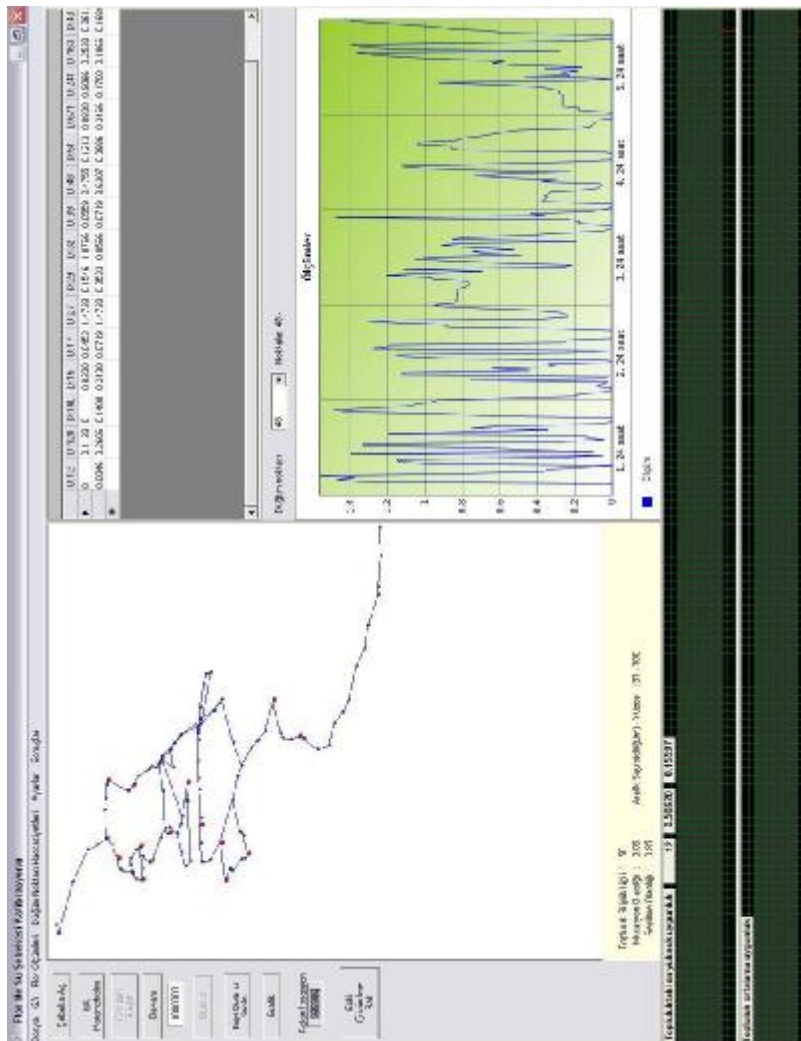
4.2 Kalibrasyon programı

EPANET programının geliştirme aracı Toolkit'i kullanabilmek amacıyla, önceki çalışmalarda Visual Studio .NET dili kullanılarak "Kalibrasyon" programı oluşturulmuştur [Özdemir ve Uçaner, 2007]. Basit Genetik Algoritma formülasyonu içeren bu program, Yakacık Şebekesi'nde kullanılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu geliştirme sırasında çözüm mantığında kullanılan temel Genetik Algoritma modülü değiştirilmemiştir.

4.2.1 Programda yapılan geliştirme çalışmaları

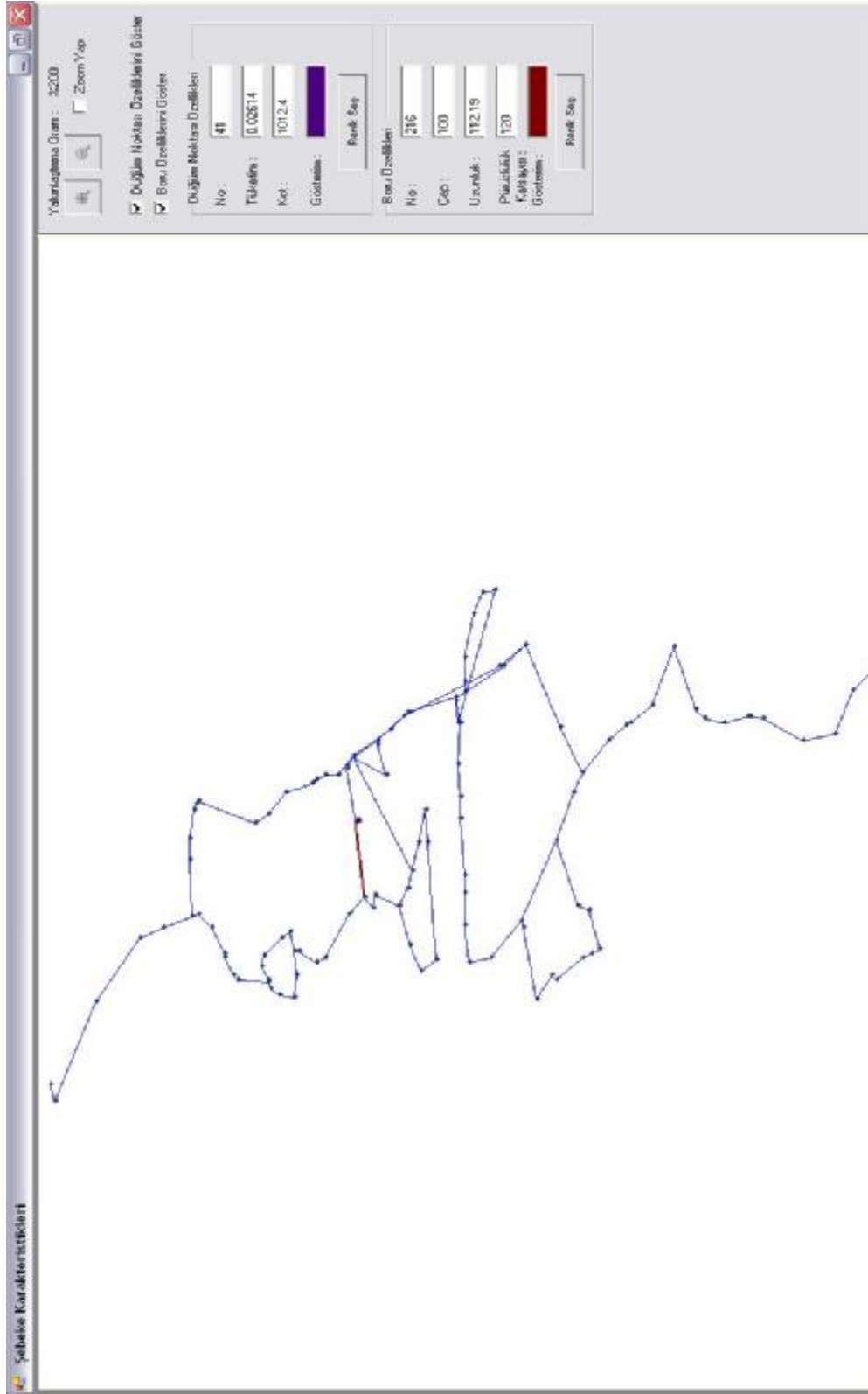
Günümüzde bilgisayar teknolojisi, yalnızca donanımsal olarak değil aynı zamanda programsal anlamda da büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Bir bilgisayar programı, hem kullanıcı dostu olmalı, hem de hızlı olmalıdır. Yukarıda bahsedilen bu geliştirme çalışmaları da bu iki temel düşünce üzerinde yapılmıştır. Yapılan değişiklikler aşağıda özetlenmiştir:

- Programın ana yüzünde yapılan düzenlemeler ile GA iterasyonlarının çözüm sırasında kaçınıcı iterasyonda olduğu ve geriye ne kadar iterasyon kaldığı gösterilmiştir. Programın çalışma sırasında GA tarafından bulunan sonuçlar sürekli olarak izlenebilmesi sağlanmıştır.

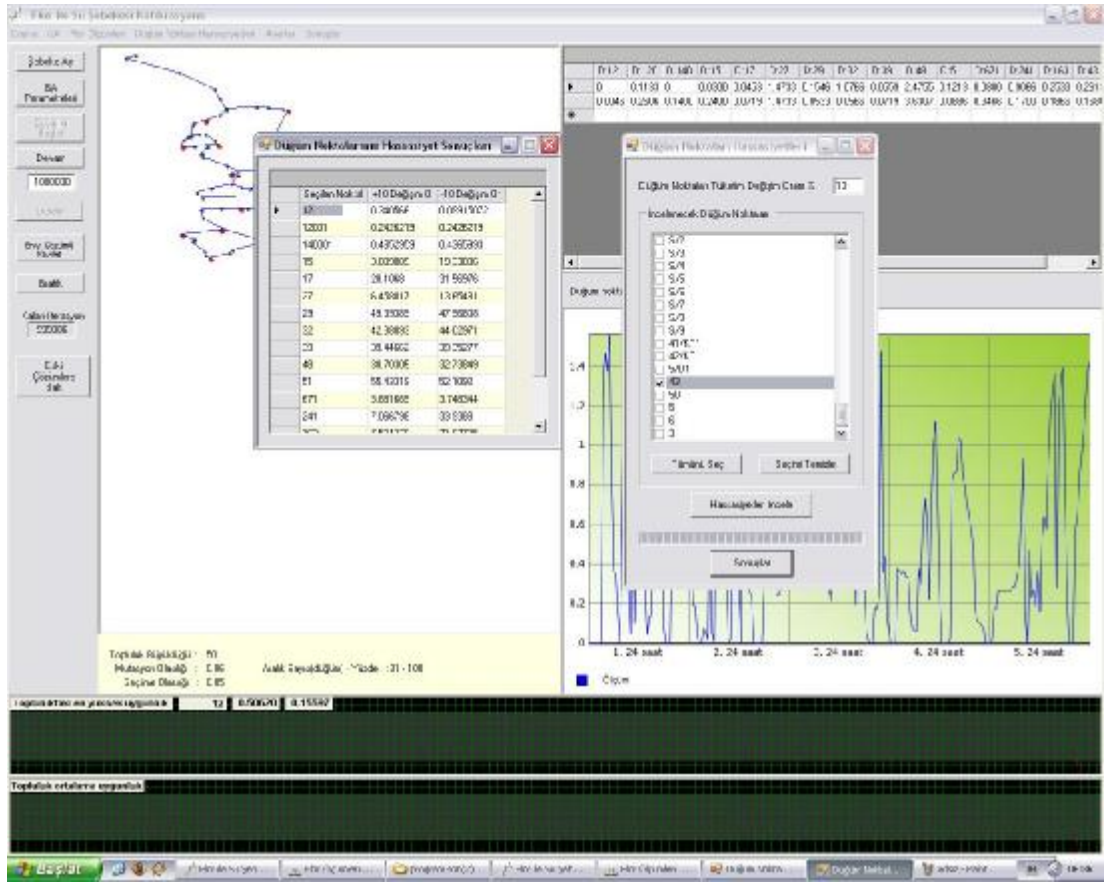


Resim 4.1. Kalibrasyon programının genel görünümü

- Program içerisinde çizilen şebeke modelini daha detaylı görebilmek ve inceleyebilmek amacıyla programa bir editör yerleştirilmiştir (Resim 4.2). Editör yardımıyla hem şebeke modeli daha detaylı olarak gösterilmekte, hem de şebeke üzerindeki elemanların hidrolik özellikleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.
- Şebekedeki koordinatlara göre modellenen düğüm noktası ve boruların çizim renklerinde değişiklikler yapılabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca şebekedeki farklı tüketim miktarlarına sahip düğüm noktalarının çoktan aza doğru sıralanması sağlanmıştır. Bu şekilde şebekede henüz hiçbir işlem yapmadan, florun ölçülebileceği uygun yerler hakkında fikir sahibi olunabilmektedir.
- Şebeke içerisinde ölçülecek olan flor verilerinin hangi düğüm noktalarından ölçülmesinin belirlenmesi amacıyla, düğüm noktalarının hassasiyetleri incelenmektedir. Hazırlanan bölüm ile, şebekede istenilen düğüm noktalarının tüketim değerlerinde belirlenen oranlarda yapılan arttırım ve azaltım sonucu hidrolik çözümlerdeki yeni flor ölçümleri listelenmektedir. Buradan alınan değerler, Microsoft Excel programına yerleştirilebilmekte olup, üzerinde her türlü matematiksel işlem kolaylıkla yapılabilir. Böylece şebekedeki düğüm noktaları birbirleriyle karşılaştırılarak, su tüketimlerinde oluşabilecek değişimlerin şebekenin tamamına olan etkileri incelenebilmektedir (Resim 4.3).

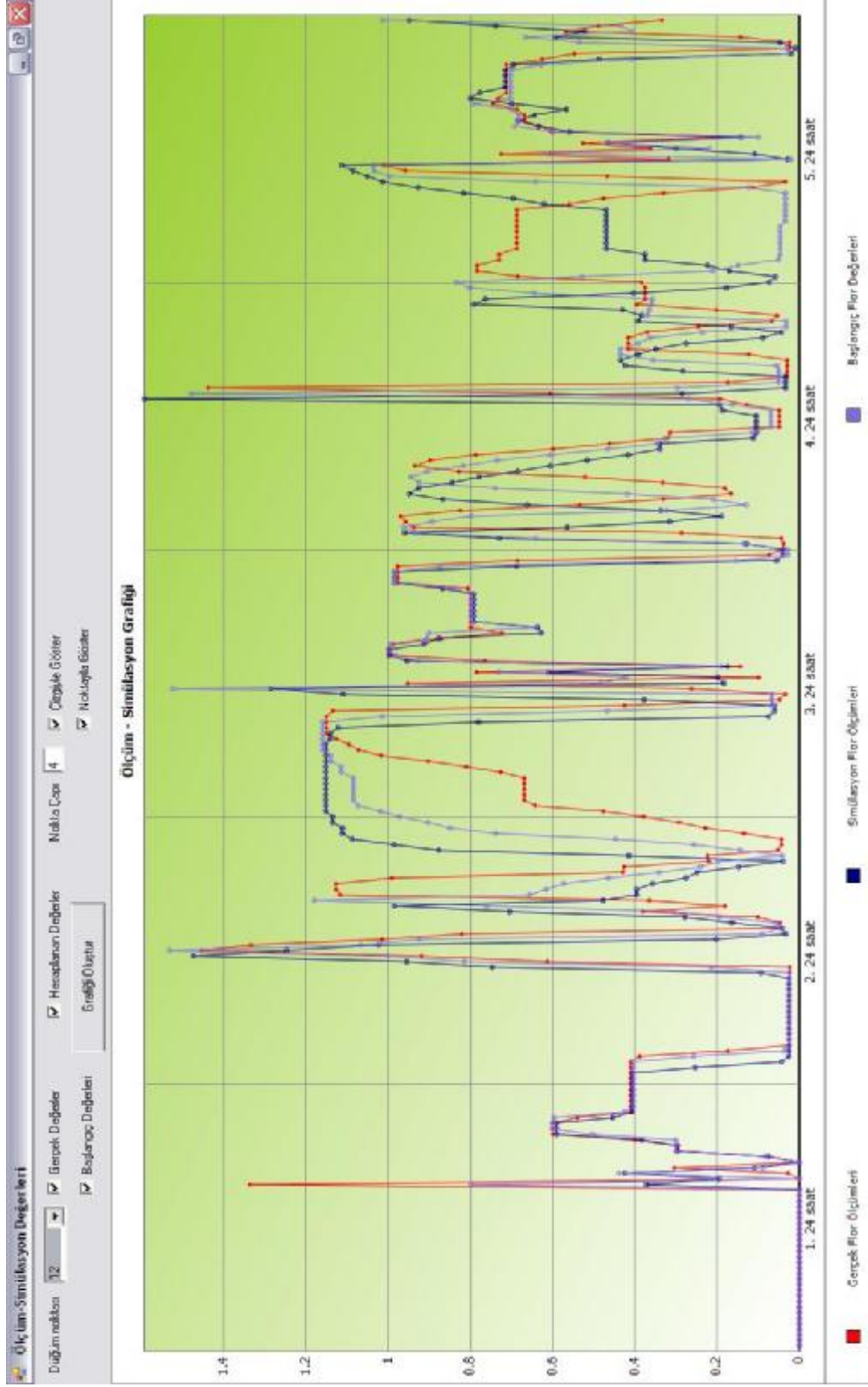


Resim 4.2. Şebekenin detaylı gösterimi



Resim 4.3. Programda düğüm noktalarının hassasiyetlerinin incelenmesi

• GA çözümü sırasında bulunan değerlerin doğruluk derecelerini inceleyebilmek amacıyla oluşturulan bir bölüm daha bulunmaktadır. Bu bölüm içerisinde GA ile bulunan düğüm noktası tüketimleri ile şebekenin ilk halindeki tüketimler karşılaştırılır. İki farklı tüketime göre de hidrolik çözümler yapılarak, bulunan flor ölçümleri birbirleriyle karşılaştırılır. Sonuçlar hem grafiksel, hem de veri olarak izlenebilmektedir (Resim 4.4). Bu şekilde, GA çözümünün başlangıç değerlerini ne kadar değiştirdiği görülebilmektedir. Ayrıca düğüm noktalarının gerçek tüketim değerlerinin bilinmesi durumunda GA çözümünün gerçeğe ne kadar yaklaştığı da yine bu şekilde bulunabilmektedir. Arazi çalışması yapılması durumunda ise farklı GA değişkenleri kullanılarak bulunan bir çözüm ile eldeki çözümler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla bu bölüm kullanılabilir.



Resim 4.4. GA çözümünün doğruluk oranının grafiksel incelenmesi

- "Kalibrasyon" programına şebekede ölçülen flor verileri, Microsoft Access Database (.mdb) dosya uzantısında (formatında) yerleştirilebilmekteydi. Yapılan düzenleme ile Windows tabanlı her bilgisayarda bulunmakta olan Metin Dosyası (.txt) uzantısıyla flor ölçümü girişi sağlanmıştır.
- İncelenecek düğüm noktası sayısının Yakacık Şebekesi'ndeki gibi fazla olduğu şebekelerde programın işlem süresi de uzamaktadır. Bunun sebebi çözüm uzayının büyüklüğüdür. Büyüyen çözüm uzayı, programın işlem süresini de arttırmaktadır. Program çalışırken ilk sürümlerinde [Özdemir ve Uçaner 2007] oluşabilecek bir arıza veya elektrik kesintisi sonucu program kapanmakta ve yapılan çözüm kaybolmaktaydı. Yapılan çalışmalar ile çözüm sırasında kullanıcı tarafından belirlenen sıklıkta sistem kaydedilmektedir. Herhangi bir arıza veya elektrik kesintisi sonrasında program tekrar başlatıldığında kaydedilen veriler üzerinden çözüme devam edilebilmektedir. Bu şekilde zaman bakımından çok ciddi kazanç sağlanmaktadır.
- Gelişen bilgisayar sistemi, 64 bit tabanlı programcılığı gündeme getirmiş, bu şekilde işlem süreleri de ciddi anlamda kısalmıştır. Ev ve iş yerlerinde kullanılan bilgisayarların çok büyük kısmı 32 bit desteklidir. Bundan dolayı bilgisayara yerleştirilecek olan 4 GB RAM'den fazlasını bilgisayar tanımamaktadır. RAM'in artması bilgisayarın kullanmakta olduğu hafızasını arttırmakta ve işlemleri hızlandırmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için Microsoft firması, Windows XP 64 bit sürümü çıkarmıştır. Çok daha yüksek RAM desteği içeren bu sürüm sayesinde daha hızlı çalışan programlar oluşturulabilmektedir. 32 bitte yazılmış olan bir program, 64 bitlik Windows içerisinde sorunsuz çalıştırılabilmektedir. Ancak, yukarıda bahsedilen bellek sınırından ötürü 64 bitte yazılmış bir program, 32 bitte çalıştırılamamaktadır. Bir programın 64 bit olabilmesi için, program kodlarının bu şekilde uyarlanması ve okutulması gerekmektedir. "Kalibrasyon" programı için de aynı işlemler yapılmıştır. EPANET programı 32 bit olarak yazılmış bir program olup, işlemlerin hızlandırılması amacıyla 64 bit program kodlarına çevrilmesi gerekmektedir. Yalnızca Toolkit bölümü 64 bit program kodlarına

çevrilmiş olup sıkıntı ortadan kaldırılmıştır. Yapılan bu işlemler çerçevesinde şebeke üzerinde çözüm sürelerinde kullanılan bilgisayarların donanımsal özelliklerine bağlı olarak %53'lük bir süre kazanımı elde edilmiştir.

4.2.2 Program dosya yapısı

"Kalibrasyon" programı; EPANET, WaterCAD, MikeNET gibi tüm dünyada kullanılmakta olan içme suyu şebekeleri çözüm programları tarafından kullanılmakta olan ".inp" (input dosyası) dosya uzantısını kullanmaktadır. Dosya sisteminin çeşitli programlar ile aynı tutulması hem kullanımı kolaylaştırmakta, hem de zenginleştirmektedir. Şebeke modeli, bu programlar kullanılarak oluşturulabileceği gibi, herhangi bir metin oluşturma programı (Not Defteri, WordPad, Microsoft Excel, OpenOffice Writer vb.) ile şebekenin hidrolik ve fiziki özellikleri yazılarak da oluşturulabilir. Oluşturulan metin dosyasının uzantısı değiştirilerek "Kalibrasyon" programında kullanılır hale getirilebilir.

4.2.3 GA değişkenleri

GA çözümünde bulunacak çözüm uzayının oluşturulabilmesi amacıyla gerekli tüm değişkenler bu bölüm kullanılarak belirlenmektedir. Ayrıca şebeke üzerinde incelenecek düğüm noktaları da yine bu bölümde seçilmektedir (Resim 4.5). İncelenecek düğüm noktalarının seçiminden sonra GA topluluk (yığın) büyüklüğü, sınırı ile topluluktan seçilecek olan kromozomların çaprazlama yüzdesi ve mutasyon oranı belirlenmelidir. Bu değişkenler çerçevesinde program tarafından GA çözüm uzayı oluşturularak en uygun sonuç araştırılır. Dikkat edilmelidir ki, seçilen parametrelere bağlı olarak çözüm uzayı genişledikçe işlem hacmi ve süresi de artmaktadır.

Genetik Algoritma Parametreleri

Topluluk Büyüklüğü: 50

Mutasyon Olasılığı %: 3

Seçilme Olasılığı %: 85

Kaydet

Tüketimi Ayarlanacak Noktalar

- ☒ 12
- ☐ 12/D1
- ☐ 12/D2
- ☐ 12/D3
- ☒ 12001
- ☐ 14
- ☐ 14/D1
- ☒ 140001
- ☒ 15
- ☐ 15/D3
- ☐ 15/D4
- ☐ 16
- ☐ 16/D1
- ☒ 17
- ☐ 17/D1
- ☐ 17/D2

15 düğüm seçildi.

Sınır ± %: 100

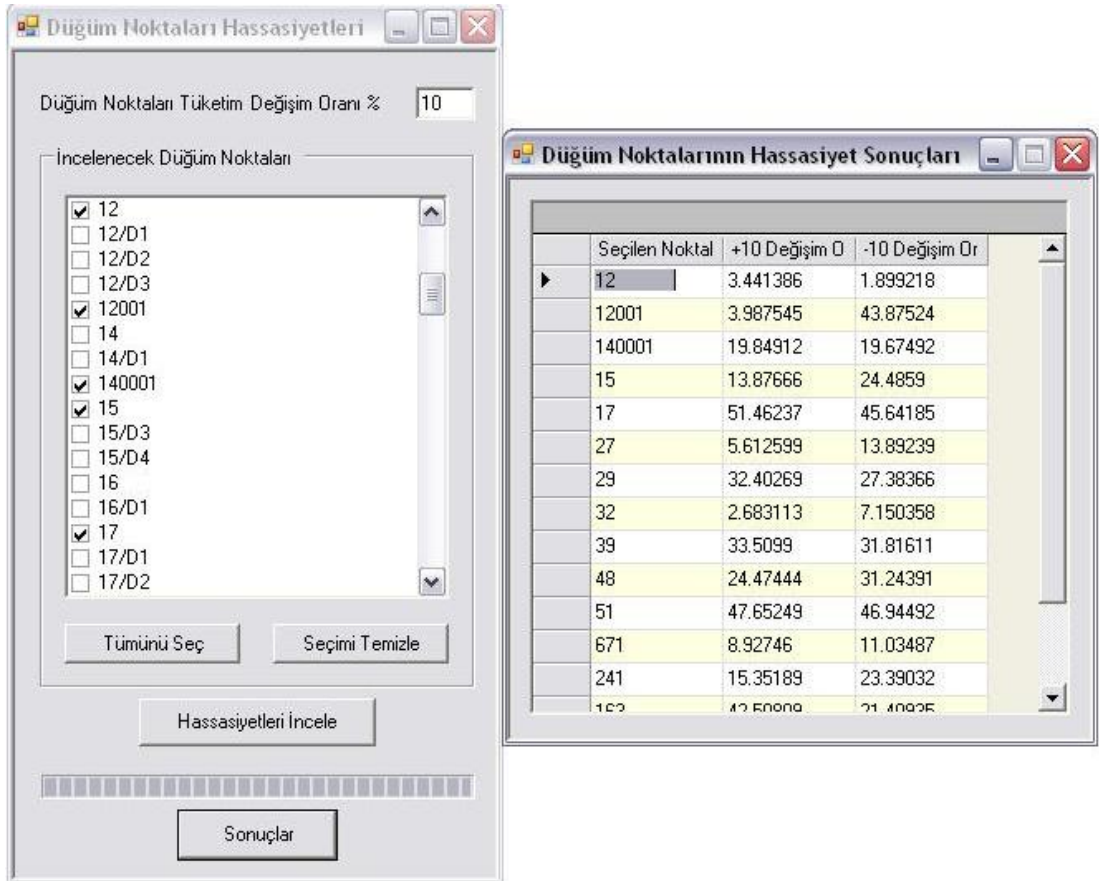
Değişken Sayısı: 31

Resim 4.5. "Kalibrasyon" programındaki GA değişkenlerinin ayarları

4.2.4 Düğüm noktası hassasiyetleri

Şebekede kalibrasyon çözümlerine tüm şebekeyi en çok etkileyen düğüm noktalarını kullanarak başlamanın yararı önceki bölümde açıklanmıştır. Düğüm noktalarındaki su tüketimlerinde oluşacak değişimlerin tüm şebekeyi ne kadar etkilediğini belirlemek amacıyla resim 4.6'da görülen bölüm hazırlanmıştır. Bu bölümde belirlenen değişim oranında istenilen düğüm noktalarındaki su tüketimleri değiştirilmektedir. Değişen su tüketimleri ile yeni hidrolik çözümler yapılarak düğüm noktalarındaki yeni flor ölçümleri bulunmaktadır. Yeni flor ölçümleri, su tüketimleri değiştirilmeden önceki flor ölçümleri ile kıyaslanarak, flor ölçümleri arasındaki farkların kareleri toplamı

verilmektedir. Elde edilen değerler ile düğüm noktalarını birbirleriyle kıyaslamak mümkündür.



Resim 4.6. "Kalibrasyon" programında düğüm noktaları hassasiyetlerinin bulunması

4.2.5 Program ayarları

"Kalibrasyon" programı ile ilgili yapılabilecek tüm ayarlamalar bu bölüm içerisinde yapılmaktadır. Bu ayarlamalar içerisinde ekrana çizilmekte olan şebeke modelinin renklerinin değiştirilebilmesi, çözüm sırasında veri kaybının önüne geçilebilmesi amacıyla belirli sürelerde otomatik kayıt yapabilme ve şebekedeki en yüksek tüketimlere sahip düğüm noktalarının belirlenmesini sağlayan araçlar bulunmaktadır.

4.2.6 GA tarafından bulunan sonuçların incelenmesi

GA tarafından bulunan tüketim değerleri kullanılarak tüm şebekenin hidroliği çözülmekte ve şebekedeki flor ölçümleri, borulardaki akım hızları, debiler, düğüm noktalarında oluşan basınçlar gibi tüm veriler elde edilmektedir. Ayrıca daha önceden yapılmış olan çözümlerde bulunan sonuçlar ile karşılaştırmalar yapılarak çözümler arası ilişkiler incelenebilmektedir. Çözümlerdeki sonuçlar hem değer olarak, hem de grafiksel olarak görülebilmektedir. Bu şekilde, GA çözümünün başlangıç flor ölçümlerini ne kadar değiştirdiği görülebilmektedir. Ayrıca düğüm noktalarının gerçek tüketim değerlerinin bilinmesi durumunda GA çözümünün gerçeğe ne kadar yaklaştığı da yine bu şekilde bulunabilmektedir. Arazi çalışması yapılması durumunda şebekedeki gerçek su tüketimleri bilinmemektedir. Böyle bir durumda ise farklı GA değişkenleri kullanılarak bulunan bir çözüm ile eldeki çözümler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla bu bölüm kullanılabilmektedir. Bulunan çözümlerin gerçeğe yakın çözümler olup olmadığı çözümler arasında bulunacak farklara bağlıdır. Çözümler arasında bulunan farklar azaldıkça bulunan sonuçların şebekenin gerçek su tüketimlerine yaklaştığı söylenebilir. Çözümler arasında bulunan farkların artması ise bulunan çözümlerden daha iyi sonuçların olduğunu göstermektedir. Böyle bir durumda çözüm süreleri arttırılarak farklı GA değişkenleri kullanılarak yeni çözümler yapılmalıdır.

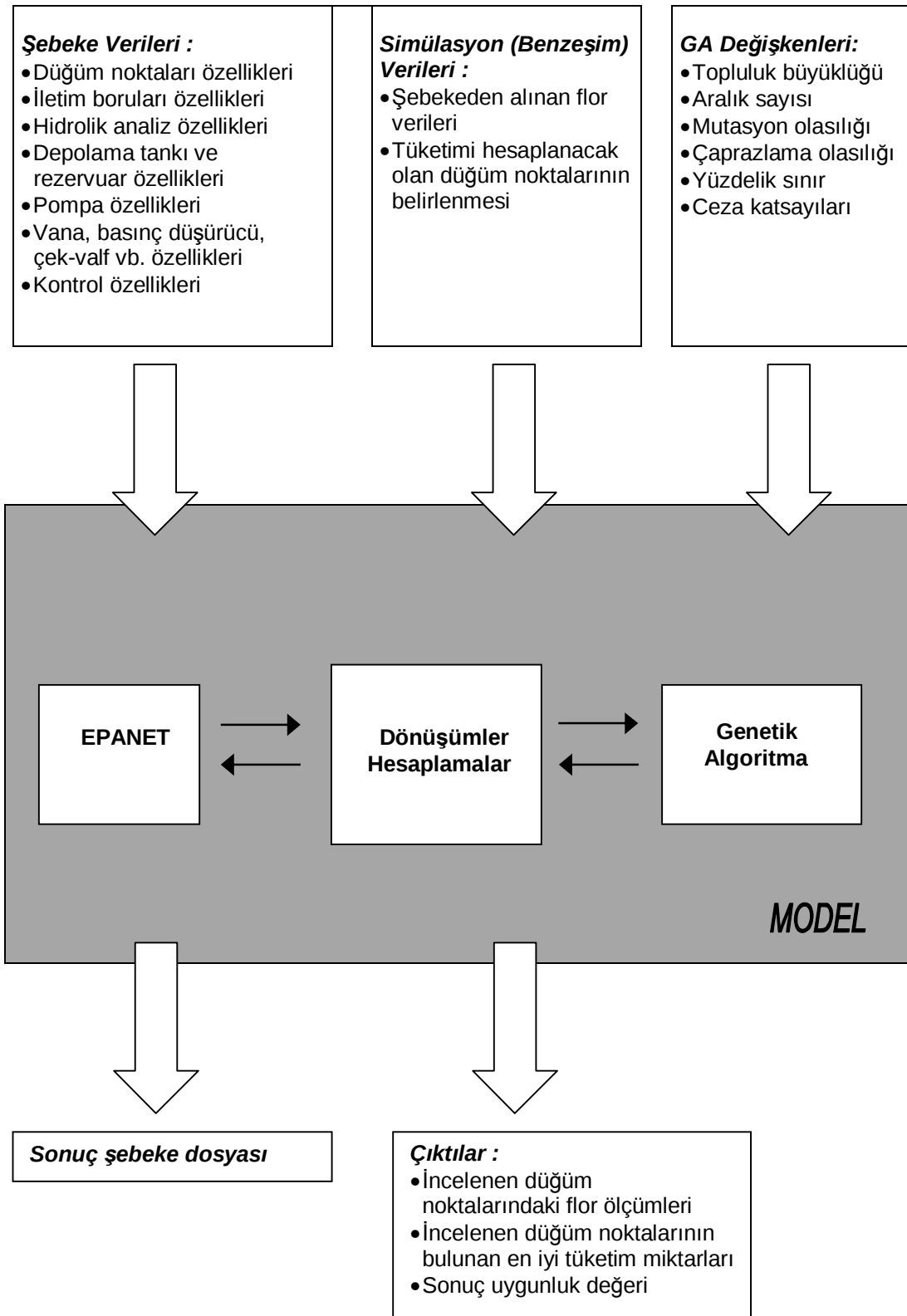
5. UYGULAMA

İçme suyu şebekelerinde kalibrasyon için uygulanabilen çözüm üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, hidrolik model için gerekli olan değerlerin ve hidrolik sistemin belirlenmesidir. Çalışılacak olan şebekenin topografik ve fiziksel verileri toplanır. Şebekedeki düğüm noktaları, borular, rezervuar, dengeleme tankı, pompa karakteristikleri gibi elemanların konumları ve fiziksel büyüklükleri belirlenir. Pompadan şebekeye giren debiler ve dengeleme tankındaki zamana bağlı seviye farklılıkları dikkate alınarak şebekede kullanılan günlük toplam su tüketimi bulunur. Elde edilen tüm bu veriler kullanarak bilgisayar ortamında şebekenin hidrolik modeli oluşturulur.

Çözüm içindeki ikinci aşama ise şebekenin hayali (fiktif) olarak flor ile beslenmesidir. Bu aşamada şebekeye su girişinin olduğu yerlerden bilgisayar ortamında belirli miktarda şebekeye flor konsantrasyonu verilerek, şebeke içerisinde zamana bağlı flor konsantrasyon dağılımları elde edilir. Elde edilen bu dağılımlar, daha sonra şebekenin su tüketimlerini bulmak amacıyla kullanılmak üzere kayıt altına alınır. Şebekede su kayıp ve kaçak olma durumu incelenecek düğüm noktalarının su tüketimleri, toplamaları aynı kalacak biçimde rassal olarak değiştirilir. Düğüm noktalarındaki su tüketimleri değiştirilerek bu noktalardaki su tüketimlerinin bilinmediği varsayılır. Son olarak flor konsantrasyon dağılımlarını şebekenin su tüketimlerini bulmak amacıyla kullanabilmek için, GA tarafından kullanılacak değişkenleri belirlemek gerekir. Bu değişkenler, problemin özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. GA çözüm uzayı, belirlenecek olan bu değişkenler neticesinde şekil alacak ve çözüm süresi, çözüm uzayının büyüklüğüne göre değişecektir. GA değişkenlerinin belirlenmesinde literatürde herhangi bir kural bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar, farklı özelliklere sahip problemler üzerinde farklı değişkenlerin kullanılmasıyla en yakın çözümlerin elde edildiklerini göstermiştir [Goldberg, 1989].

Flor konsantrasyonları ve belirlenen GA değişkenleri kullanılarak çözüme başlayabilmek için öncelikle GA uzayı oluşturulur. GA topluluğu ve kromozomlar kullanılarak oluşturulan GA uzayı tarafından çözümlerin elde edilebilmesi için ilk olarak elde bir çözümün bulunması gerekmektedir. Bunun için GA tarafından ilk olarak rassal değerler çözüm olarak atanır. Atanan rassal değerler kullanılarak şebekenin hidrolik çözümü yapılır ve hesaplanan flor değerleri ile gerçekte bilinen değerler karşılaştırılır. Burada ölçümler uygunluklarına göre cezalar alarak, daha yakın sonuçlar bulunmaya çalışılır. Model içerisinde yapılan tüm hidrolik çözümler, U.S. Environmental Protection Agency (EPA) tarafından hazırlanmış ve dünyaca kabul görmüş EPANET paket programında yapılmıştır. EPANET programının sahip olduğu Toolkit bölümü ile dışarıdan kod yazılarak, EPANET programı içerisinde program dahilindeki tüm hidrolik modelleme ve çözümlerler yapılabilmektedir. Visual Studio .NET programlama dilinde yazılmış olan bir program yardımıyla EPANET programı kullanılarak hidrolik çözümlerler yapılmıştır. Program ilk olarak daha önce hazırlanmış bir tez çalışmasında kullanılmıştır [Özdemir ve Uçaner, 2007]. Bu tez çalışmasında hem program geliştirilerek hızlandırılmış, hem de kullanımı daha kolay ve görsel hale getirilmiştir. "Kalibrasyon" isimli bu program, basit genetik algoritma işlemcilerini kullanarak şebekedeki en uygun sonucu bulabilmektedir.

Şebekedeki herhangi su kayıp ve kaçığın belirlenebilmesi için en iyi çözümde bulunan su tüketim değerleri ile şebekenin bilinen su tüketimleri karşılaştırılmalıdır. Şebekede bilinen su tüketimleri, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) veya benzer sistemlerce, o şebeke için belirlenmiş ve faturalandırılmış olan su kullanım değerleridir. Eğer faturalandırılmış su tüketimleri, genetik algoritma tarafından bulunan en iyi çözümdeki değerlerden farklı ise, o düğüm noktası etrafında faturalandırılmamış su kullanımı veya su kaybı olduğu sonucu çıkarılabilir. Bu durumu kesinleştirmek için kaybın belirlendiği bölgeyi daha detaylı olarak incelemek gerekmektedir. Şekil 5.1'de çözüm modelinin işlem şeması gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Problem modeli girdi ve çıktıları

5.1 Yakacık İçme Suyu Şebekesi

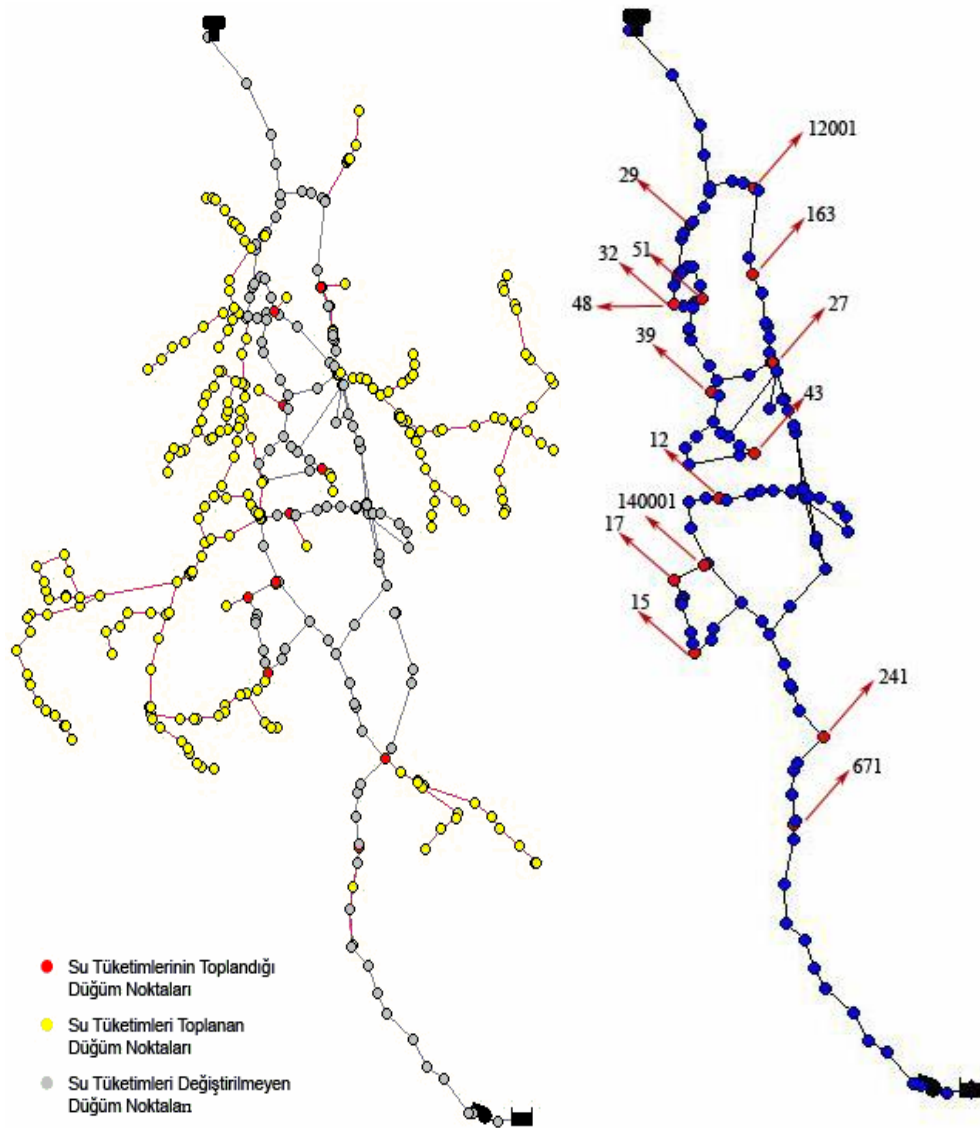
Bu çalışma için, Ankara Keçiören İçme Suyu Şebekesi'ne bağlı Yakacık Köyü İçme Suyu Şebekesi ele alınmıştır. Şebekede rezervuardan alınan suyu kontrol eden bir pompa ve dengeleme tankı bulunmaktadır. Fiziksel özellikleri bilinen Yakacık Şebekesi içerisinde Ankara Su - Kanalizasyon İşletmesi'nden (ASKİ'den) alınmış olan ardışık olmak üzere toplam 14 günlük hidrolik veri bulunmaktadır (Ek-1). Bu veriler içerisinde şebekedeki pompanın debi, basınç değerleri ile dengeleme tankındaki su seviyeleri bulunmaktadır. Şebeke üzerinde çalışma yapılabilmesi amacıyla ilk olarak EPANET programı kullanılarak bilgisayar ortamında şebeke oluşturulmuştur. Şebekedeki ortalama günlük su tüketimini bulabilmek amacıyla ASKİ'den alınmış verilerde bulunan dengeleme tankından çekilen debi değerleri ile rezervuardan gelen suyu kontrol eden pompadan alınan debiler incelenmiştir.

Çizelge 5.1. Yakacık Şebekesi'nde hesaplanan toplam günlük ortalama debi değerleri

Hidrolik Verilerin Ölçüm Tarihi	Şebekeye Giren Günlük Toplam Net Debi (lt/s)	Şebekeye Dağılan Günlük Toplam Su Hacmi (m ³)	Her Bir Düğüm Noktasına Düşen Debi (lt/s)
21 Eylül 2002	9,850	851,058	0,02614
22 Eylül 2002	8,000	691,200	0,02122
23 Eylül 2002	8,532	737,172	0,02265
24 Eylül 2002	7,255	626,850	0,01923
25 Eylül 2002	9,442	815,778	0,02503
26 Eylül 2002	10,425	900,756	0,02767
27 Eylül 2002	10,138	875,952	0,02677
28 Eylül 2002	10,285	888,660	0,02730
29 Eylül 2002	10,429	901,044	0,02765
30 Eylül 2002	8,122	701,730	0,02153
1 Ekim 2002	9,736	841,158	0,02585
2 Ekim 2002	9,458	817,146	0,02508
3 Ekim 2002	6,536	564,696	0,01733
4 Ekim 2002	8,765	757,332	0,02325
Ortalama	9,070	783,609	0,024

Bir gün içerisinde pompanın çalıştığı sürelerde pompadan şebekeye giren debiler ve dengeleme tankı seviye ölçümleri birlikte dikkate alınarak şebekede kullanılan su hacmi bulunmuştur (Çizelge 5.1). Şebekede tüketilen günlük ortalama su hacimleri, şebekedeki toplam düğüm noktası sayısına bölünmüştür. Her bir düğüm noktasına düşen tüketim (lt/s) cinsinden hesaplanmıştır (Çizelge 5.1). Saatlik tüketim çarpanları ise, pompa çalışma durumu ve dengeleme tankındaki hacim değişiklikleri dikkate alınarak bulunmuştur. Tüm bu veriler EPANET programında kodlanarak Yakacık Şebekesi'nin bilgisayar hidrolik modeli her bir gün için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Daha sonra şebekenin bilgisayar ortamında hayali (fiktif) olarak florla beslendiği varsayılmıştır. Bu beslemenin sonunda oluşan flor konsantrasyonları kayıt altına alınmıştır.

İşlem hacmini ve çalışılan şebekeyi daha basit hale getirmek için şebekede bulunan ucu sonlu boru bağlantılarındaki debiler birleştirilerek, her bağlantının başında bulunan düğüm noktalarına eklenmiştir. Böylece ucu sonlu boru bağlantılarındaki su tüketimleri, şebekeye bağlandıkları düğüm noktalarının su tüketimlerine dahil edilmiştir. Bu işlem sonunda toplamda 390 adet düğüm noktasından oluşmakta olan Yakacık Şebekesi, toplam 125 adet düğüm noktasına düşürülmüş ve şebeke sadeleştirilmiştir (skeletonization) (Resim 5.1). Sadeleştirme işlemi yapılırken düğüm noktalarındaki tüketim hatalarının lineer olarak değiştikleri varsayılmıştır. Sadeleştirme işlemi sırasında şebekedeki toplam su tüketimi ve şebekede dengeleme tankındaki su seviyeleri değiştirilmeyerek, şebekenin genel hidrolik özellikleri korunmuştur. Boru sonu kapalı olan şebeke bölümlerinde su kullanım miktarları toplam 15 farklı düğüm noktasına atanmıştır. Bu 15 düğüm noktasının şebekedeki konumları resim 5.1'de gösterilmiş olup, şebeke hidrolik modelinde düğüm noktalarına atanan su tüketimlerindeki değişimler ise Çizelge 5.2'de verilmiştir.



Resim 5.1. Yakacık Şebekesi

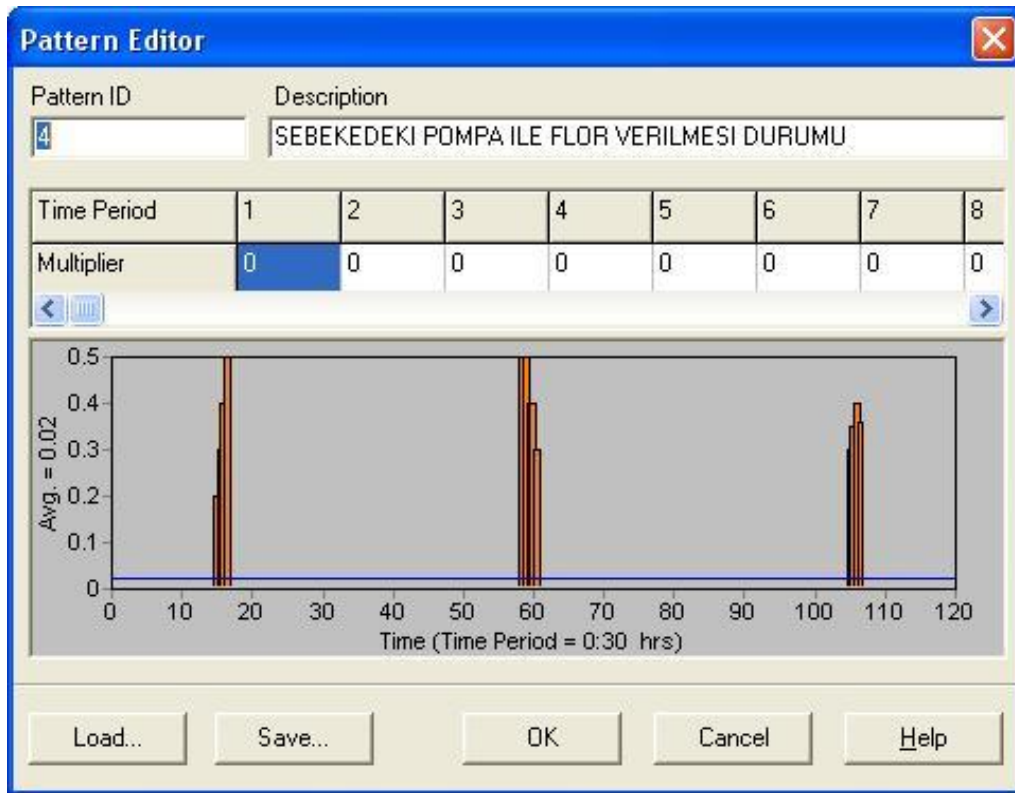
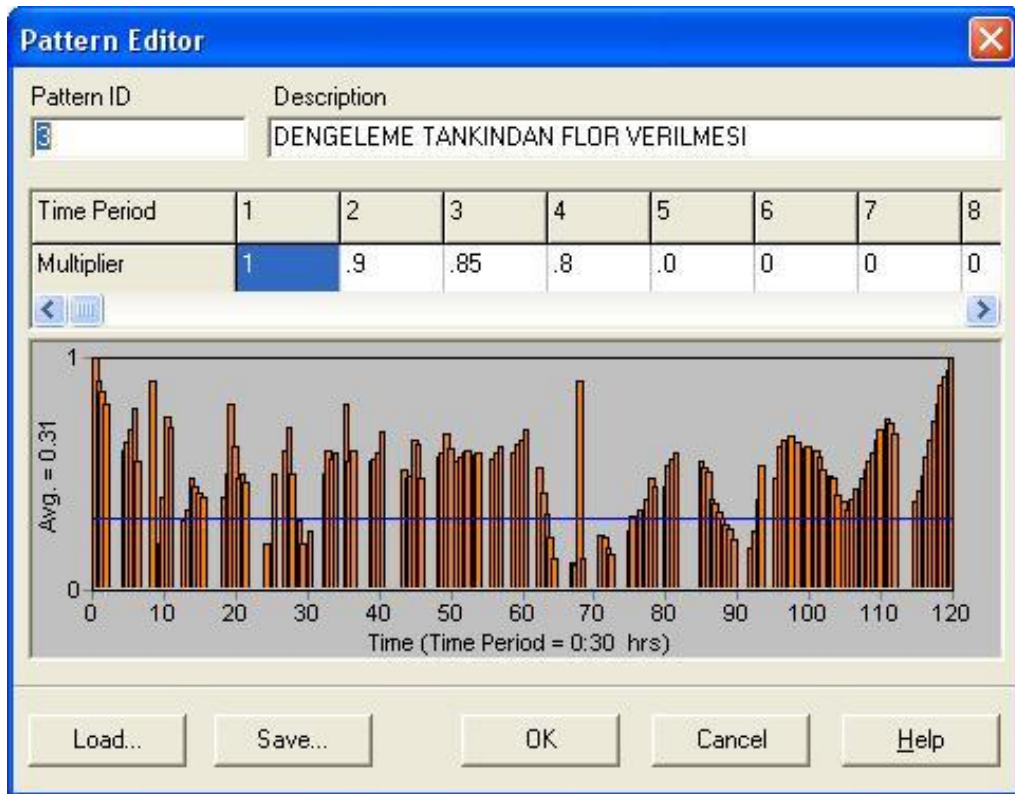
İçme suyu şebekelerinde genellikle şebekeye su veren pompanın, günde ortalama 16 saat çalıştırılması ile şebekenin su ihtiyacı karşılanmaktadır. Geriye kalan saatlerde su ihtiyacı dengeleme tankından karşılanmaktadır. ASKİ'den alınan hidrolik verilerin incelenmesi sonucunda Yakacık Şebekesi'nde durumun daha farklı olduğu gözlemlenmiştir. Su veren pompanın, günlük ortalama 1,5 saat çalışarak tüm şebekenin su ihtiyacını karşıladığı görülmüştür. Bu durum şebekede bulunan pompanın, şebekedeki kullanıma göre çok yüksek kapasiteye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kısa zaman diliminde dolan dengeleme tankı, pompanın kapatılması

sonrasında geriye kalan zamanda tüm şebekeyi beslemektedir. Dolayısıyla Yakacık Şebekesi'nin genel olarak dengeleme tankından beslendiği söylenebilir. Yukarıda bahsedilen durum nedeni ile Yakacık Şebekesi'ni florla besleyebilmek için pompanın çalıştığı zamanlarda pompa çıkışından, şebekenin dengeleme tankından beslendiği zamanlarda ise dengeleme tankı çıkışından flor verildiği varsayılmıştır (Resim 5.2).

Çizelge 5.2. Tüketimlerin Dağıtıldığı Düğüm Noktaları ve Yeniden Değerlendirilen Tüketim Değerleri

Düğüm Noktaları	Tüketim Değerleri (lt/s)	Yeniden Değerlendirilen Tüketim Değerleri (lt/s)
12	0,02614	0,05228
12001	0,02614	0,20912
140001	0,02614	0,05228
15	0,02614	0,31368
17	0,02614	0,05228
27	0,02614	1,67296
29	0,02614	0,05228
32	0,02614	0,67964
39	0,02614	0,05228
43	0,02614	0,10456
48	0,02614	2,82312
51	0,02614	0,05228
671	0,02614	0,15684
K63	0,02614	0,15684
241	0,02614	0,57508

Gerçek bir şebeke üzerinde yapılan bu hayali model uygulamasında Çizelge 5.2'de verilen tüketim değerleri toplamaları aynı kalacak biçimde değiştirilmiştir (Çizelge 5.3). Böylece su tüketimlerinin bilinmediği varsayılmış ve oluşturulmuş olan program ile bu su tüketimleri bulunmaya çalışılmıştır.



Resim 5.2. Şebekeye hem rezervuardan hem de depolama tankından verilen flor konsantrasyonu miktarının zaman içerisindeki değişimi

Çizelge 5.3. Değiştirilen düğüm noktası tüketim değerleri

Düğüm Noktası	Gerçek Tüketim Değeri (lt/s)	Değiştirilen Tüketim Değeri (lt/s)	Değişim Oranı (%)
12	0,05228	0,07	33,89
12001	0,20912	0,17	18,71
140001	0,05228	0,07	33,89
15	0,31368	0,45	43,46
17	0,05228	0,04	23,49
27	1,67296	1,3	22,29
29	0,05228	0,08	53,02
32	0,67964	0,85	25,07
39	0,05228	0,04	23,49
48	2,82312	2,47552	12,31
51	0,05228	0,07	33,89
671	0,15684	0,2	27,52
241	0,57508	0,85	47,81
K63	0,15684	0,2	27,52
43	0,10456	0,14	33,89
Toplam Tüketim (lt/s)	7,00552	7,00552	

Su tüketimleri değiştirilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da su tüketimlerindeki değişim oranlarıdır. GA işlemcileri anlatılırken çözümün bir sınırı olması gerektiğinden bahsedilmiştir. Yukarıdaki çizelgede görüldüğü üzere en yüksek değişim oranı %53 ile 29 nolu düğüm noktasındadır. GA çözümü yapılırken çözüm değişkenleri belli bir sınır dahilinde olmalıdır. Aranılan çözümün (tüketim değerlerinin) sınır içerisinde bulunmaması durumunda çözüm, çözüm uzayı dışında kalacaktır. Yakacık Şebekeşi örneğinde şebekenin ilk çözümünde kullanılan tüketim değerlerinin bilinmesi nedeni ile değişim oranlarının da ne olması veya ne olmaması gerektiği öngörülebilmektedir. Ancak gerçek bir şebekede su tüketim değerleri bilinmediğinden, değişim oranları da bilinmeyecektir. Bu durumda GA değişkenlerinde çözüm uzayının sınırının belirlenmesi çok daha zorlaşacaktır. Bu aşamada farklı yaklaşımlar denenebilir. Bunlardan birincisi geniş bir sınır seçmektir. Ancak bu durumun çözüm süresini arttıracığı da gözönüne alınmalıdır. Bir diğer yaklaşım ise birden fazla çözüm üzerinde çalışmaktır. Her bir çözüm denemesinde sınır miktarı genişletilmelidir. Her

farklı sınır değerinde bulunan en uygun çözümler karşılaştırılmalıdır. Çözümler arasında oluşacak farklılıklar, şebekenin çözümünün sınırlar içinde kalıp kalmadığı konusunda fikir verecektir.

5.2 Düğüm Noktalarının Hassasiyetleri

Düğüm noktalarının bilinmeyen su tüketimlerini bulabilmek amacıyla, düğüm noktalarındaki zamana bağlı flor konsantrasyonu ölçümüne ihtiyaç vardır. Şebeke içerisinde bulunan tüm düğüm noktalarından flor ölçümü yapılabilir. Ancak tüm düğüm noktalarından ölçüm yapmak ekonomik bir çözüm olmamaktadır. En ekonomik çözüm, ölçüm yapılacak düğüm noktası sayısını minimumda tutmaktır.

İçme suyu şebekesinde incelenen düğüm noktalarının her birinin su tüketimleri birbirinden farklıdır. Gün içerisinde su kullanımına bağlı olarak, düğüm noktalarından çekilen su miktarları da değişmektedir. Düğüm noktaları, su tüketimlerindeki değişikliklerden şebekede bulundukları konumlara ve su tüketimindeki değişim oranlarına göre etkilenmektedir. Su tüketimindeki değişimden daha çok etkilenen ve durumu flor ölçümlerine yansıtan düğüm noktaları, değişime karşı daha hassas düğüm noktalarıdır. Bu düğüm noktaları, GA kullanılarak yapılacak olan çözümde ihtiyaç duyulan değişken flor ölçümü dağılımı elde etmek için ideal düğüm noktalarıdır. Hassas düğüm noktaları ile çalışmak, hem çözüm süresini kısaltmakta, hem de en uygun çözümün bulunmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca hassas düğüm noktalarının kullanılması, flor konsantrasyonu ölçümü yapılacak düğüm noktası sayısını azaltmaktadır. Dolayısıyla bu düğüm noktalarındaki flor ölçümlerinin kullanımı, şebekenin kalibrasyonunda en uygun çözüm olmaktadır.

Yakacık Şebekesi'nde yapılacak olan çözümlere başlanmadan önce, çözüm süresini kısaltmak amacıyla şebekedeki tüm düğüm noktalarının, su tüketimlerindeki değişimlere olan hassaslıkları incelenmiştir. Düğüm

noktalarının hassaslığını belirleyebilmek için, şebekedeki su tüketimlerinin ilk kabul edilen durumlarıyla yapılan hidrolik çözüme ve flor dağılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Şebekenin bilgisayar ortamında modellenmesinden dolayı, ihtiyaç duyulan hidrolik çözüm ve flor konsantrasyonları EPANET paket programı kullanılarak bulunabilmektedir. Şebekenin ilk durumundaki flor ölçümleri elde edildikten sonra düğüm noktası hassasiyetlerinin belirlenebilmesi için, su tüketimlerinde değişimler oluşturulması gerekmektedir. Hassaslığı araştırılan düğüm noktalarının herbirinde belirli oranlarda su tüketim değerleri değiştirilerek, tüm şebeke hidroliğinin tekrar çözülmesi gereklidir. Yapılan her bir değişim sonucu, yeni flor konsantrasyonu ölçümleri bulunmuştur. İlk durumda elde edilen flor ölçümleri ile yapılan karşılaştırmalarda, flor ölçümünde en çok değişimin olduğu düğüm noktaları, en hassas düğüm noktaları olacaktır. Düğüm noktalarının hassaslıkları iki yöntemle incelenebilmektedir. Bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.

1. Kendi su tüketimlerindeki değişimlerden en çok etkilenen düğüm noktaları,
2. Kendi su tüketimlerindeki değişimler sonucu tüm şebekeyi en çok etkileyen düğüm noktaları.

Kendi su tüketim değişimlerinden en çok etkilenen düğüm noktaları, düğüm noktalarının tek olarak düşünüldüğü bir durumdur [Özdemir ve Uçaner, 2007]. Bu yöntemde düğüm noktalarının her birinin su tüketim miktarlarındaki değişimlerin, yalnız kendileri üzerindeki etkilerine bakılıp hassaslıklarına karar verilmektedir. Hassasiyetlerin karşılaştırılmasında tüketim miktarlarının değişimleri çok etkin olmaktadır. Tüketim değerlerinin değişim yüzdeleri arttıkça, düğüm noktalarındaki hassaslıklar da belirginleşmektedir. Bundan dolayı düğüm noktalarının hassaslıklarına karar verirken, tüketim değerlerinde yalnızca küçük değişimler dikkate alınmamalıdır. Yakacık Şebekesi'nde düğüm noktalarında yapılan değişimler sonucu oluşan toplam flor konsantrasyonları farkları Çizelge 5.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Yakacık Şebekesi düğüm noktaları hassasiyetleri

	Tüketim Değişim Oranları						Toplam
	%10	-%10	%20	-%20	%50	-%50	
43	23,91696	25,87007	36,01062	75,16886	69,33242	97,63812	327,9371
241	28,83953	17,19305	41,58236	33,76634	64,82665	49,65283	235,8608
51	12,34297	12,24976	25,85664	31,00363	74,97249	72,41048	228,836
17	16,77835	12,20173	53,74213	49,88245	41,24226	48,62694	222,4739
15	45,66812	9,450147	23,32869	16,8059	52,28999	31,49079	179,0336
48	10,75939	10,45571	50,62579	20,27439	24,2535	60,35713	176,7259
163	10,82423	8,057441	17,24637	31,04596	42,35962	35,31001	144,8436
27	8,681034	7,55665	18,87817	13,77488	26,83943	41,1816	116,9118
671	4,94264	7,82918	13,88727	17,48537	38,99111	29,53649	112,6721
12001	6,595481	12,05448	11,87012	24,67603	25,28131	29,56569	110,0431
29	6,506918	6,740993	10,47628	16,90072	21,15733	37,11352	98,89576
32	10,61686	5,042981	13,77237	6,335103	28,98533	29,54518	94,29782
39	3,21168	3,661955	5,709535	5,582174	32,89325	37,27538	88,33397
140001	4,176813	2,408244	6,921684	10,35009	14,90444	14,63247	53,39374
12	0,762792	2,88119	6,313393	0,317652	12,47378	10,26821	33,01702

Not: Çizelgede hücre içerisindeki rakamlar, başlıklarda belirtilen değişim oranları kadar değişen su tüketimleri ile bulunan yeni flor ölçümlerinin, ilk flor ölçümleri ile aralarındaki farkların kareleri toplamıdır.

Çizelge 5.4'te verilen rakamlar, şebekede her bir düğüm noktasının tüketim değerlerinin belirli yüzdelerle değişimi sonucu elde edilen flor ölçümlerinin, su tüketimlerinin değiştirilmeden önceki flor ölçümleri ile aralarındaki farkların kareleri toplamını göstermektedir. Aradaki farkların artması düğüm noktasının su tüketimindeki değişimden daha çok etkilendiğini göstermektedir. Çizelge 5.4 incelendiğinde, örneğin yalnız +%10'luk bir tüketim değişiminde en hassas düğüm noktası "15" nolu düğüm noktası olarak görülmektedir. Ancak, yüzdelik değişim oranının arttırılması ile incelenen sonuçlarda en hassas düğüm noktası "43" nolu düğüm noktası olarak görülmektedir. "15" nolu düğüm noktası beşinci en hassas nokta olarak göze çarpmaktadır. Görüldüğü gibi düğüm noktalarının hassasiyetleri belirlenirken yalnızca tek bir yüzde incelenmemelidir.

Çizelge 5.5. Yakacak Şebekesi'ndeki düğüm noktaları hassasiyetleri

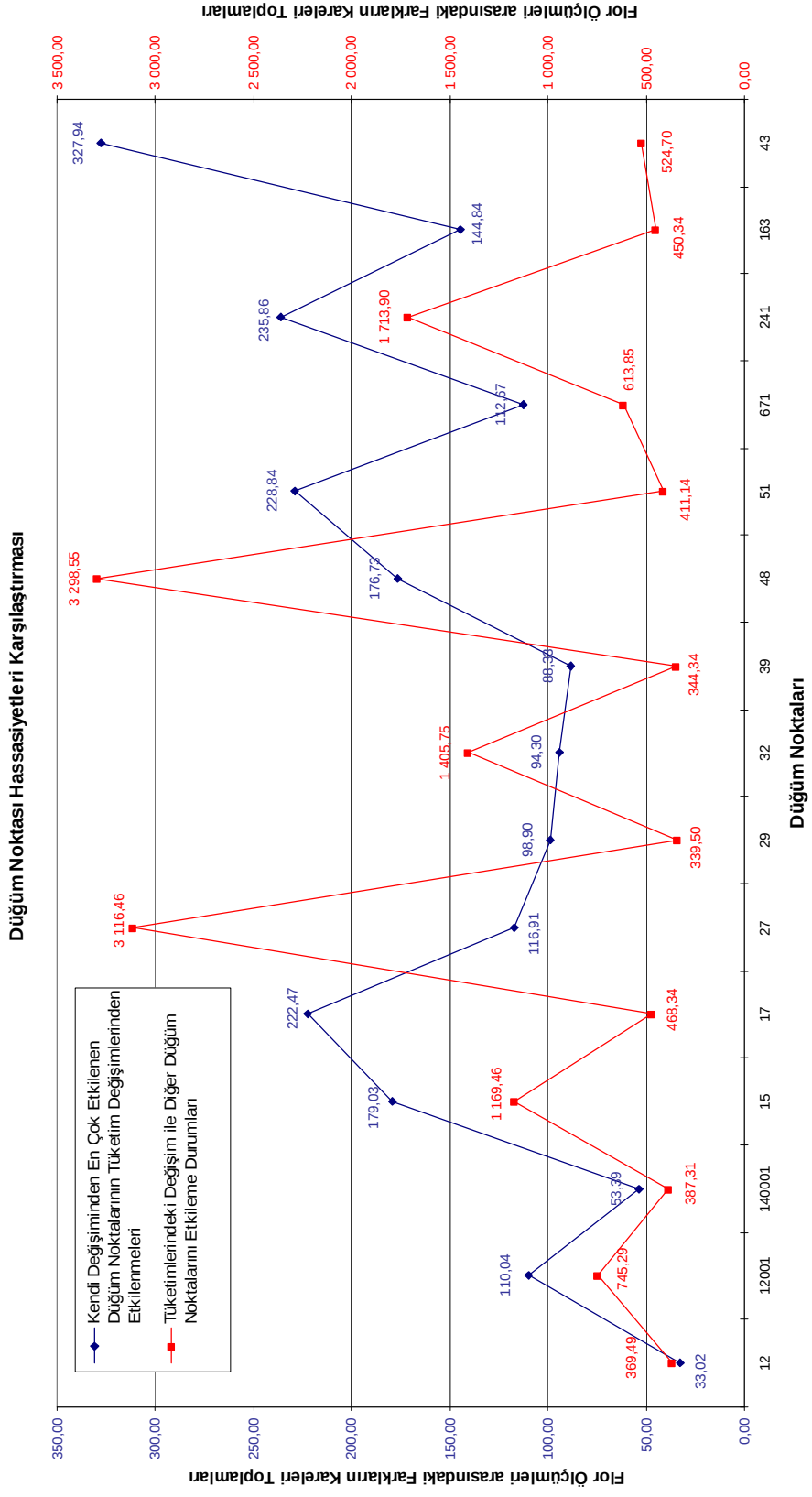
Düğüm Noktaları	Su Tüketimi Değişim Oranı	Düğüm Noktaları												Toplam	GENEL TOPLAM		
		12	12001	140001	15	17	27	29	32	39	48	51	671			241	163
48	10%	32.294	25.33	33.685	40.654	44.244	9.4381	14.271	15.759	10.122	10.334	19.17	56.312	38.85	24.02	35.96	410.4432
	-10%	19.787	14.857	16.397	18.281	18.14	5.4264	8.4476	6.8839	9.2373	8.119	10.891	34.483	19.489	17.118	33.852	241.4105
	20%	53.308	21.799	53.646	60.875	52.335	13.861	20.772	21.669	12.237	13.805	25.115	82.745	55.727	21.881	45.904	555.6792
	-20%	46.111	23.595	43.662	46.367	36.246	14.248	16.68	18.146	11.781	16.486	25.817	68.326	39.33	24.656	51.68	483.131
	50%	73.827	40.94	74.779	78.1	55.276	24.001	37.375	38.79	3.7446	25.689	43.06	91.036	65.589	50.751	66.178	769.1364
27	-50%	69.693	46.725	64.012	79.108	51.685	15.416	42.116	54.289	23.531	45.781	74.463	99.602	58.112	54.533	59.679	838.7465
	10%	27.607	11.463	23.528	21.56	36.924	8.6125	10.056	12.336	17.369	5.0363	8.5184	34.409	29.315	15.545	58.443	320.7216
	-10%	16.385	17.206	12.84	13.295	13.637	8.0229	8.6281	5.6833	18.845	5.568	6.9461	34.368	11.534	9.4622	56.934	239.3439
	20%	44.398	28.552	39.222	51.316	59.479	13.687	18.474	13.414	37.82	12.7254	18.648	72.515	47.31	28.617	60.995	544.1729
	-20%	38.603	16.726	25.462	31.296	29.43	14.359	12.362	9.5577	55.2	9.4894	13.992	42.779	23.605	14.017	66.418	403.2973
241	50%	71.813	32.26	72.521	79.642	54.381	21.893	27.121	27.251	80.684	23.312	33.767	85.974	65.101	36.927	71.323	783.9707
	-50%	72.172	29.906	65.778	73.718	53.152	31.387	26.126	28.084	131.41	20.893	39.71	98.489	55.343	45.89	52.896	824.9545
	10%	10.956	5.942	10.009	9.7398	12.411	2.6249	6.3734	5.4541	4.5644	2.2259	5.3309	8.9341	20.571	6.2192	5.4073	116.7631
	-10%	10.307	11.991	12.039	11.225	12.693	3.0465	7.1767	3.059	4.276	2.925	5.3179	31.024	25.902	9.108	5.5844	155.6749
	20%	31.516	11.17	26.224	27.196	32.272	5.3332	10.598	7.4842	6.9613	3.1468	7.9162	28.208	48.792	13.454	12.621	272.8931
32	-20%	21.272	14.901	23.751	21.652	24.042	5.0074	8.1085	3.8544	5.5817	5.5444	7.5919	38.806	38.53	15.225	9.9385	243.8049
	50%	50.716	29.431	62.491	67.288	57.724	11.16	17.329	12.044	10.734	9.1967	15.507	51.779	54.852	31.577	21.925	503.7543
	-50%	48.605	22.426	58.68	55.96	40.842	7.4875	9.0914	5.8387	8.1909	6.4051	11.116	35.54	74.424	24.619	11.789	421.0128
	10%	8.3644	6.5764	8.7555	8.5672	10.423	2.6069	6.2897	5.8559	3.526	1.6497	5.2123	7.508	16.4447	4.644	7.1024	93.52607
	-10%	5.7252	14.347	8.6344	8.3176	5.6341	2.5254	9.6179	3.7535	4.639	3.4841	6.4384	19.169	7.7297	6.0368	6.6675	112.7201
15	20%	21.544	11.036	22.305	19.941	27.479	4.4506	12.933	11.2	7.1233	4.8803	7.679	20.998	24.948	15.393	17.231	228.9411
	-20%	10.293	15.221	10.946	9.2327	8.7937	4.0758	9.819	5.8986	5.8877	5.0018	7.2022	30.813	8.9226	10.74	15.019	157.885
	50%	37.422	28.372	37.553	47.29	54.508	10.377	18.992	14.619	10.347	10.289	19.724	72.381	44.95	26.812	37.883	471.5197
	-50%	32.884	15.967	23.616	30.12	25.748	8.372	12.752	12.976	10.124	11.012	15.633	58.548	26.536	19.452	37.436	341.1777
	10%	7.3783	7.1882	6.042	4.2884	35.603	1.054	1.7614	2.4686	3.1616	2.8777	3.7754	3.9033	5.5455	9.5915	2.9045	97.54348
12001	-10%	3.6016	13.011	5.3294	4.6104	43.182	2.9202	5.6082	2.3146	2.7607	2.3178	1.7089	8.5762	3.1334	6.1425	3.2683	108.4851
	20%	8.6766	6.0832	11.485	12.009	52.975	2.3992	6.5146	4.4618	4.2413	1.564	4.7336	6.0995	7.4813	5.6668	7.502	141.8731
	-20%	7.5273	13.78	17.104	14.444	48.675	3.5832	10.03	3.9083	5.0604	2.8345	5.5842	22.129	10.623	8.0278	8.3488	181.8593
	50%	26.489	13.387	38.073	36.4	60.041	6.4043	10.128	12.114	6.4593	3.9135	7.3563	35.775	38.99	17.956	19.747	333.2342
	-50%	20.117	19.499	57.917	41.879	40.187	4.2115	10.017	4.9272	6.5768	4.9581	7.3896	34.68	23.93	15.646	14.735	306.6696
671	10%	3.7088	2.6829	1.88	2.0435	3.0359	0.4462	2.8436	3.4755	2.003	2.043	1.6308	2.4285	3.084	5.4315	1.4318	38.37636
	-10%	3.2712	8.9636	4.0211	3.2433	5.71	1.5377	5.7185	1.3378	1.5085	2.5204	2.3878	5.1755	7.6365	6.1231	1.1371	60.29187
	20%	22.031	11.706	18.607	19.676	29.454	4.5794	11.745	10.599	6.4442	4.2011	6.3626	34.403	28.521	14.299	14.162	236.7905
	-20%	3.8781	12.039	6.2692	5.1869	4.4035	2.5083	7.1751	3.3769	4.2781	2.8815	4.0459	11.72	3.932	8.2715	4.1402	84.10643
	50%	18.075	10.805	17.574	17.044	25.711	3.249	9.2301	7.5228	2.9356	7.0684	6.9721	29.676	12.855	12.339	7.5509	143.2542
1713.903	-50%	9.1648	12.209	9.7614	9.0048	9.4844	2.9945	7.6382	3.1679	4.8323	5.604	6.9721	29.676	12.855	12.339	7.5509	143.2542
	10%	2.0108	4.9937	1.5787	2.3557	2.1776	0.5215	2.3413	2.7634	0.7996	1.3809	2.1707	6.0515	3.0813	2.0227	1.029	35.27836
	-10%	3.7182	8.4275	3.3114	2.261	6.1715	1.6028	4.9242	1.4757	1.4084	2.1091	2.3419	16.552	8.439	7.0936	0.8916	70.72792
	20%	7.743	7.6038	5.5211	3.9329	8.6713	8.1801	1.6896	2.7277	3.4935	2.6632	3.9815	9.6026	8.1979	8.0884	2.4464	84.44318
	-20%	4.15	11.96	4.4985	3.7918	4.6717	2.3924	4.9953	1.6916	2.9644	2.2957	2.6784	24.611	9.5186	5.867	2.7977	88.88431
1405.75	50%	20.068	8.2389	15.632	15.084	21.4	2.8283	5.2636	6.0069	4.508	2.35	3.9598	12.245	36.714	7.3851	7.3807	169.0071
	-50%	10.7	14.198	13.184	13.906	14.697	3.9363	8.6998	3.4675	4.1464	2.6051	4.9473	27.82	28.298	7.913	7.0066	165.5134

Çizelge 5.5. (Devam) Yakacak Şebekesi'ndeki düğüm noktaları düğüm noktaları hassasiyetleri

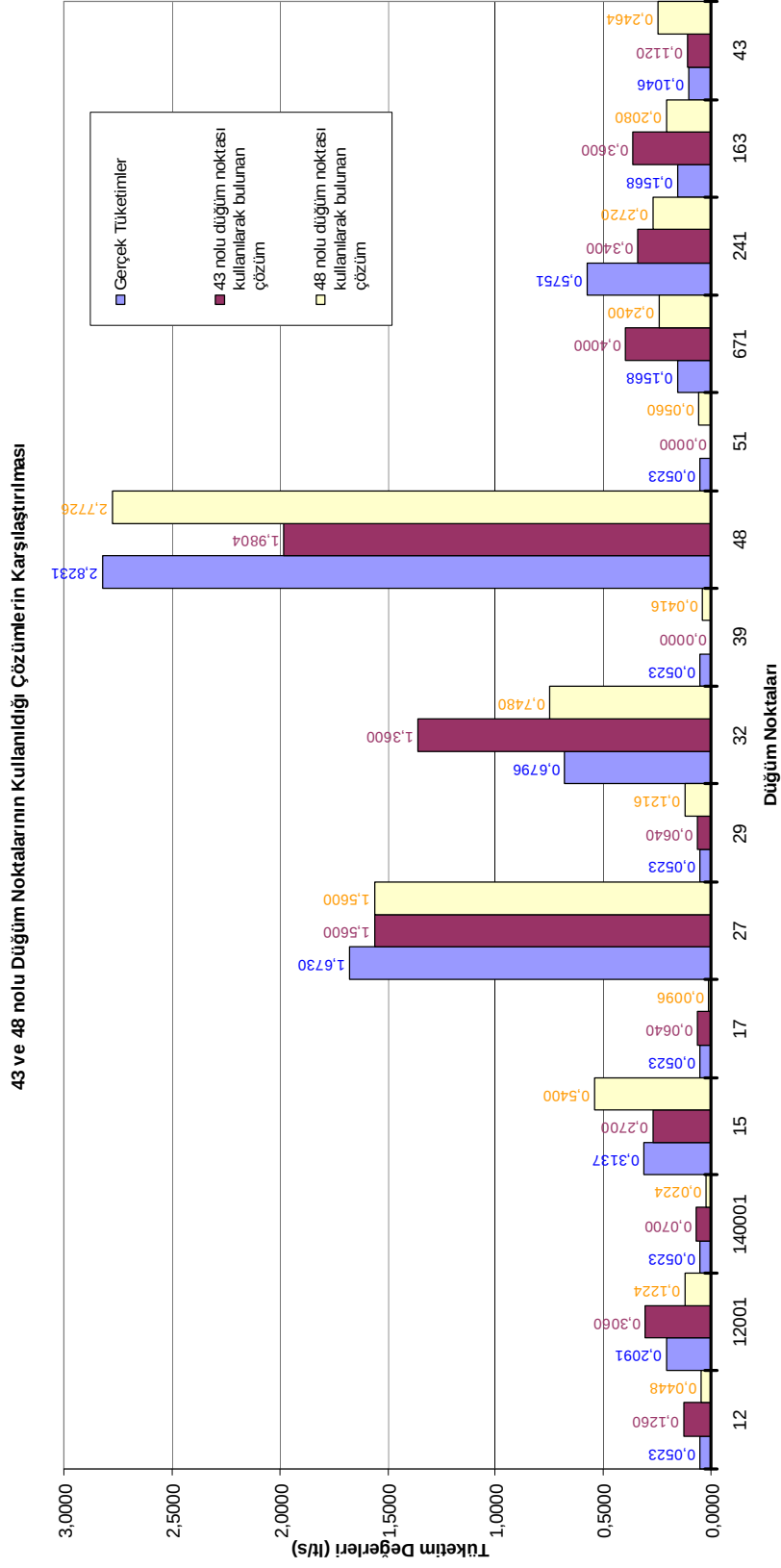
Düğüm Noktaları	Su Tüketimi Degr-pm Oranı	12	12001	14000-1	15	17	27	29	32	39	48	51	671	241	163	43	Toplam	GENEL TOPLAM
43	10%	2.1194	5.2951	2.1168	2.8948	3.098	0.5401	0.8177	2.1236	0.4414	0.9886	1.2755	4.9414	1.8468	2.3209	20.641	61.4733	
	-10%	1.9846	5.0052	0.6126	0.4046	1.3985	0.8762	3.9007	0.6436	0.3322	1.0616	1.293	0.7112	0.233	0.5358	18.925	39.0004	
	-20%	3.8761	2.8414	1.8873	2.0966	3.1548	0.5502	2.8722	3.5521	2.4455	1.9927	1.2575	2.4867	3.1538	5.4265	41.721	78.1448	524.7
	-30%	3.6374	9.9459	4.0937	3.3166	5.6184	1.6797	5.8562	1.3134	1.8431	2.4967	2.9122	5.2476	7.7091	6.0563	38.926	96.6481	
	50%	9.6395	8.4515	7.1289	5.3554	10.37	2.1152	4.3297	3.0453	8.7829	1.978	5.9981	6.7108	5.4545	5.7807	55.717	136.433	
17	-50%	4.6862	9.8374	5.1053	2.7657	6.8068	2.3552	4.462	4.2933	4.3759	0.7859	4.6907	4.4886	1.8969	2.748	54.362	122.003	
	10%	2.2781	5.4959	2.4111	2.6028	6.0625	0.4846	1.2515	1.9903	0.3795	0.7897	1.3145	4.7886	1.921	2.2269	0.588	34.6412	
	-10%	12.323	9.4419	11.884	12.214	23.697	2.5513	9.1156	8.4228	4.3737	2.9253	7.5399	14.248	15.632	8.1331	9.5647	152.458	
	-20%	2.2319	8.4732	2.1869	2.8446	13.226	0.496	1.2354	2.1242	0.3373	1.0031	1.8464	4.6163	1.8289	2.198	0.6378	42.265	
	50%	5.1846	3.8342	4.0262	3.7037	35.816	0.7056	2.8835	2.8945	3.5118	2.1175	2.5384	2.8433	4.6218	5.8059	2.8575	83.5561	468.341
163	-50%	3.2878	13.197	4.9132	3.7720	47.902	1.5951	4.1005	2.5301	2.8036	2.8944	2.4902	7.4169	2.7454	5.9153	2.7203	110.5842	
	10%	1.8843	3.7121	1.8634	3.318	2.0615	0.5377	2.7066	3.3018	1.3878	2.063	2.4684	1.7552	0.6851	1.5978	1.7138	30.8759	
	-10%	3.1822	8.8889	3.1244	1.896	5.4807	1.5339	6.1784	1.7844	1.3917	2.0786	2.8677	5.2162	7.865	8.9432	0.8601	69.7598	
	-20%	7.5175	7.1107	5.1406	3.3001	8.8022	0.9455	1.7369	2.3417	3.0186	2.8784	3.7419	4.6404	5.2764	9.4918	2.3377	68.3356	
	50%	2.8133	12.95	4.0417	2.6985	2.7119	2.7643	5.6671	2.2693	2.6686	2.29	1.7304	7.9296	2.4072	6.0773	2.703	61.5504	480.34
51	-50%	12.106	9.1845	12.488	10.414	15.95	2.6371	4.7784	6.1432	4.8867	2.2201	4.6545	9.1706	11.277	8.8972	5.8955	118.787	
	-10%	5.5537	15.477	8.0944	8.454	6.1868	2.8551	7.559	2.9599	4.8977	3.943	5.5519	16.671	8.0562	7.9778	6.2	110.991	
	10%	2.3388	5.4022	2.337	2.6352	3.0528	0.5025	0.8231	2.0007	0.3918	0.7964	1.0018	5.0268	1.945	2.2028	0.5788	30.9775	
	-10%	12.328	9.4365	11.96	12.35	20.627	2.5688	8.7328	8.4302	4.7141	2.9269	7.5102	14.342	15.68	8.1461	10.001	150.073	
	50%	2.11	5.2755	2.1168	2.9005	2.9784	0.517	0.8227	2.1262	0.3417	1.0154	1.332	4.9907	1.8532	2.3141	0.6489	31.3353	411.137
140001	-10%	1.9577	6.0027	0.6005	0.3971	1.3443	0.8493	3.9021	0.8453	0.8859	1.068	1.3274	0.7101	0.23	0.5474	0.5598	20.5535	
	-20%	4.6369	4.3758	3.3966	2.209	4.38	0.71	72.354	3.0453	2.8992	2.4792	2.0033	2.4808	4.1713	6.8445	2.424	116.602	
	-50%	2.5815	13.19	4.0349	2.5008	2.5855	1.4641	6.2817	2.7438	2.8795	2.9562	2.4954	6.9189	2.2281	5.9483	2.7719	61.5916	
	10%	2.2819	5.4856	2.3982	2.6278	4.1097	0.6853	1.2515	1.9903	0.3795	0.7897	1.3145	4.7886	1.9211	2.2269	0.5878	32.6929	
	-10%	12.33	9.4419	11.799	12.218	21.821	2.5997	9.1155	8.4228	4.3737	2.9253	7.5399	14.247	15.632	8.1331	9.5889	150.49	
12	-10%	2.2316	5.4724	2.214	2.9387	6.5531	0.5022	1.2354	2.1242	0.3367	1.0031	1.8453	4.6181	1.829	2.3883	0.6361	36.6296	387.315
	-20%	2.6892	8.0366	0.8132	0.5524	3.2468	0.8794	3.8616	0.5247	0.3807	1.0637	1.3359	0.7378	0.3046	0.4663	0.5734	22.9596	
	50%	5.2394	3.9359	4.1119	3.6913	19.067	0.6882	2.8834	2.8943	3.5142	2.1175	2.5371	2.8437	4.6163	5.9187	2.8075	61.1348	
	-50%	3.603	13.197	8.3307	3.708	8.215	1.5853	6.4104	2.8378	2.8926	2.8982	2.4501	7.4166	2.7456	5.9339	2.7394	78.4592	
	10%	2.3008	5.4039	2.3754	2.6241	3.9612	0.4882	1.2525	1.9968	0.3902	0.7899	1.3142	4.8168	1.9231	2.2259	0.606	32.549	
39	-10%	12.246	9.4415	11.787	12.245	21.462	2.5356	9.1132	8.4226	4.7292	2.9268	7.541	14.261	15.638	8.1349	9.5239	150.076	
	-20%	2.5078	8.446	2.1919	2.9135	4.7848	0.5084	1.238	2.1244	0.335	1	1.8452	4.5781	1.8277	2.3837	0.7028	34.1679	
	-50%	2.3666	6.0247	0.6729	0.5083	2.3582	0.9778	3.8614	0.6251	0.2784	1.0552	1.3356	0.7315	0.2585	0.4563	0.6447	22.2251	369.486
	10%	7.2016	3.9298	3.2046	3.4366	11.466	0.6851	2.8777	2.8837	3.5122	2.1132	2.507	2.7934	4.9254	5.7968	3.3071	60.4253	
	-50%	4.7025	13.194	4.7362	3.3938	5.9759	1.6553	6.4085	2.8322	2.8594	2.8857	2.4836	7.3203	2.8447	5.9254	3.0793	70.1169	
29	10%	2.2397	5.413	2.3364	2.6337	3.1357	0.6023	0.8209	1.9999	0.4205	0.754	0.9701	5.0031	1.942	2.2053	0.6064	31.0209	
	-10%	12.31	9.4371	11.936	12.338	20.967	2.5676	9.0917	8.4181	4.7834	2.9253	7.5346	14.334	15.675	8.1447	10.074	150.505	
	-20%	2.1189	5.2853	2.1168	2.6948	3.0533	0.5241	0.8179	2.1247	0.4483	1.0076	1.2716	4.9434	1.847	2.3207	0.7048	31.5239	344.343
	-50%	1.9834	6.0051	0.6125	0.4643	1.3981	0.8614	3.9008	0.5439	0.3853	1.0926	1.297	0.7112	0.2329	0.5363	0.575	20.6975	
	50%	4.766	4.0551	3.3947	2.4272	4.5403	0.7605	3.1903	2.4038	3.7496	2.454	2.067	2.5205	4.2132	6.8618	2.5063	48.1067	
51	-50%	2.7056	13.195	1.0923	2.6652	6.6236	5.5138	6.3039	2.7342	3.1655	2.8986	2.4249	6.8642	2.9445	5.8934	2.7181	82.4506	
	10%	2.2307	5.3645	2.3366	2.6375	3.0484	0.5032	0.8232	2.004	0.3935	0.7911	0.9558	5.0412	1.948	2.2005	0.5538	30.916	
	-10%	12.348	9.4359	11.993	12.363	20.898	2.5594	8.7349	8.4497	4.7126	2.9265	7.5174	14.35	15.665	8.1474	9.5302	149.95	
	-20%	2.1001	5.255	2.1175	2.902	2.6589	0.5151	0.8233	2.1307	0.3429	0.9904	1.3116	5.0334	1.8569	2.3067	0.6485	31.155	339.488
	50%	1.9376	6.0002	0.6054	0.3927	1.306	0.8434	3.906	0.6316	0.2793	1.0826	1.3374	0.7084	0.2728	0.558	0.4835	20.4112	
51	-50%	4.5484	2.4206	3.3612	2.1822	4.2745	2.4895	2.4819	2.3076	2.3982	2.4524	2.1366	6.8341	1.8568	48.0721	60.974		
	-10%	2.4959	13.19	3.9989	2.4448	2.5339	1.4357	6.3074	2.8213	2.862	2.9027	2.5194	6.889	2.2418	5.9654	2.3865	80.2844	

Düğüm noktalarının hassasiyetleri belirlenirken kullanılan ikinci bir yol ise düğüm noktalarındaki su tüketim değişimleri sonucu tüm şebekenin nasıl etkilendiğini incelemektir. İlk yaklaşıma göre daha karmaşık olan bu yöntemde herhangi bir düğüm noktasında oluşan su tüketim değerindeki değişimin, diğer tüm düğüm noktalarının flor ölçümlerine nasıl yansıdığı araştırılmaktadır. Bu analizler sonunda tüm şebekeyi en çok etkileyen düğüm noktası da belirlenmiş olmaktadır. Düğüm noktalarındaki su tüketiminde oluşan değişimlerin, tüm şebeke üzerindeki etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5'de verilmiştir.

Düğüm noktalarının hassasiyetlerinin belirlenmesinde tüm şebeke dikkate alındığında "48" nolu düğüm noktasının değişimler sonucu tüm şebekeyi en çok etkileyen düğüm noktası olduğu görülmüştür. Bu sonuç ilk yöntemle bulunan sonuçtan farklıdır. Her iki yöntemle bulunan sonuçlar şekil 5.3'te birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 5.3'te görüldüğü gibi her iki yöntemle bulunan sonuçlar ve düğüm noktalarının hassaslık sıraları birbirinden tamamen farklıdır. Her iki yöntemde bulunan en yüksek hassaslığa sahip düğüm noktalarının tüketim değerleri incelendiğinde, "48" nolu düğüm noktasının tüketim değerinin çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca Çizelge 5.2'de verildiği üzere bu düğüm noktası, şebekedeki sadeleştirme işlemi sonrası şebeke içerisinde en yüksek tüketimin atandığı düğüm noktasıdır. İki yöntem arasında fark çıkmasının sebebi, kendi tüketim değerinin değişimine en çok hassas olan düğüm noktasının, şebekenin genelindeki değişime her zaman en çok hassas olan düğüm noktası olmamasıdır. Çizelge 5.4'te "48" nolu düğüm noktası altıncı en hassas nokta olarak gözükmektedir.



Şekil 5.3. İki ayrı yöntemle bulunan düğüm noktası hassasiyetlerinin karşılaştırılması



Şekil 5.4. 43 ve 48 düğüm noktalarının tek başlarına kullanıldıkları çözümlerin karşılaştırılması

Her iki yöntemle belirlenen 43 ve 48 nolu düğüm noktalarının kalibrasyon için kullanıldığı çalışmaların sonuçları şekil 5.3'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu çizelgedeki sonuçların bulunması sırasında her iki çalışma için, mutasyon oranları %5, topluluk (yığın) büyüklükleri 50, çaprazlama (crossover) yüzdeleri %85, aralık sayısı 10 olarak alınmıştır. Dolayısıyla çözümler arasındaki tek fark, flor ölçümlerinin dikkate alındığı düğüm noktasının farklı olmasıdır. "48" nolu düğüm noktasıyla bulunan sonuçların, gerçek değerlere daha yakın olduğu, başka bir ifadeyle daha uygun bir çözüm olduğu görülmektedir. Ayrıca, her iki çalışma için bulunan sonuçlardaki hata miktarları ve çözümlerin bulunduğu iterasyon sayıları çizelge 5.6'da verilmiştir.

"48" nolu düğüm noktasında oluşabilecek %10'luk bir tüketim değişimi bile, "43" nolu düğüm noktasının su tüketim değerinden büyüktür. Bundan dolayı "48" nolu düğüm noktasının su tüketimindeki değişimlerden en çok etkilenen düğüm noktası olduğu söylenebilir. Bu nedenle en uygun çözüm için "48" nolu düğüm noktasının öncelikle kullanılması işlem süresini gereksiz yere uzatmayı engellemiş olacaktır.

Çizelge 5.6. 43 ve 48 düğüm noktalarının tek olarak kullanımları sırasındaki GA değişkenleri

Çözüm için Kullanılan Düğüm Noktaları	Mutasyon Oranı	Topluluk (Yığın) Büyüklüğü	En Uygun Çözümün Bulunduğu İterasyon No	Aralık Sayısı	Çaprazlama Yüzdesi	Hata Miktarı
43	%5	50	318 180	10	%85	2,6849
48	%5	50	229 663	10	%85	1,2879

Not: Çözümlerdeki hata miktarları, gerçek flor ölçümleri ile çözümler sonucu bulunan flor ölçümleri arasındaki farkların kareleri toplamıdır.

Şekil 5.4 ve çizelge 5.6'da verilen değerlerde görüldüğü gibi, "48" nolu düğüm noktasıyla yapılan çözümün daha iyi sonuçlara daha çabuk ulaştığı görülmüştür. Çizelge 5.6'da verilen çözümler, kullanılan değişkenler için en uygun çözümler olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi hassas düğüm

noktaları kullanılarak çözümlere başlamak, hem işlem süresini kısaltmakta hem de flor konsantrasyonu alınacak düğüm noktası sayısını azaltmaktadır. Böylece daha az ölçüm alınarak, tüm şebeke çözülebilecek ve su tüketimleri bozulan düğüm noktalarının gerçek tüketimleri bulunabilecektir.

5.3 Genetik Algoritmanın Uygulanması

GA çözümü için gerekli olan değişkenler ve şebeke verileri belirlendikten sonra GA tarafından ilk olarak çözüm uzayı oluşturulmaktadır. Çözüm uzayı iki boyutlu bir matristir. Boyutları seçilen topluluk (yığın) büyüklüğüne ve şebekedeki incelenecek olan düğüm noktası sayısına bağlıdır. Çözüm uzayının büyüklüğü, çözüm süresini doğrudan etkilemekte olup, aradaki ilişki çalışılan bilgisayarın işlem kapasitesine bağlıdır. Yakacık Şebekesi'nde yapılan çalışmalarda kullanılan GA matrisi $50 \times 15 = 750$ bireyden oluşmaktadır.

GA, programı kullanıcının belirlediği aralıklar çerçevesinde rassal tam sayılar tanımlar. Bu tamsayılar aşağıdaki formülasyon "Eş. 5.1" kullanılarak tüketime çevrilir.

$$Tüketim = ET \times \left(1 + \left(Rassal - \frac{A+1}{2} \right) \times \left(\frac{Y}{\frac{A-1}{2}} \right) \right) \quad (5.1)$$

"Eş. 5.1'de" verilen ET ifadesi incelenen düğüm noktasının değiştirildikten sonraki su tüketimini, Rassal ifadesi, GA tarafından tanımlanan rassal aralık miktarını, A seçilen toplam aralık miktarını, Y ise yüzdelik sınırı ifade etmektedir. Rassal seçilen aralık miktarı yüzdelik sınır içerisinde incelenecek olan toplam alanın kaç parçaya bölüneceğini göstermektedir. "Eş. 5.1'de" verilen formülasyon kullanımı ile ilgili sayısal bir örnek Ek-2'de verilmiştir.

Bulunan tüketim değerleri toplanarak, rastgele atılan değerler sonucu bulunmuş olan toplam tüketim miktarı bulunur. Şebeke içerisindeki toplam

tüketim miktarının bilinmekte ve olduğu varsayılmaktadır. Bilinmeyen toplam tüketimin şebeke içerisinde nasıl bir dağılıma sahip olduğudur. "Eş. 5.2'de" tüketim oranı tariflenmiştir.

$$TO = \frac{\sum Tüketim}{TT} \quad (5.2)$$

Burada TO tüketim oranını, TT ise şebekenin değişmeyen toplam tüketimini ifade etmektedir. Tüketim oranı, GA tarafından oluşturulan değerlerin toplamda ne kadar hatalı olduğunu göstermektedir. Bu hatayı düzeltmek amacıyla bölüm 3'de anlatıldığı gibi sisteme ceza verilir. Ceza, tüketim oranının büyüklüğüne bağlı olarak artmakta ve topluluktaki kromozomları etkilemektedir. Tüketim oranının üç farklı durumu bulunmaktadır. Birinci durum, tüketim oranının bire eşit olmasıdır ki, bu durumda herhangi bir hata olmadığından ötürü bir ceza verilmez. Tüketim oranının birden küçük olması durumunda ilk aşamada belirlenen ceza verilmektedir. Tüketim oranının birden büyük olması durumunda ise, ceza katsayısını bulabilmek amacıyla tüketim oranından "1" çıkarılır. Karşılık gelen ceza verilerek, kromozom değerlerinin yeterli miktarda değiştirilmesi sağlanır. Yakacık Şebekesi'nde yapılan çalışmalarda kullanılan ceza katsayıları çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Yakacık Şebekesi'nde kullanılan ceza katsayısı değerleri

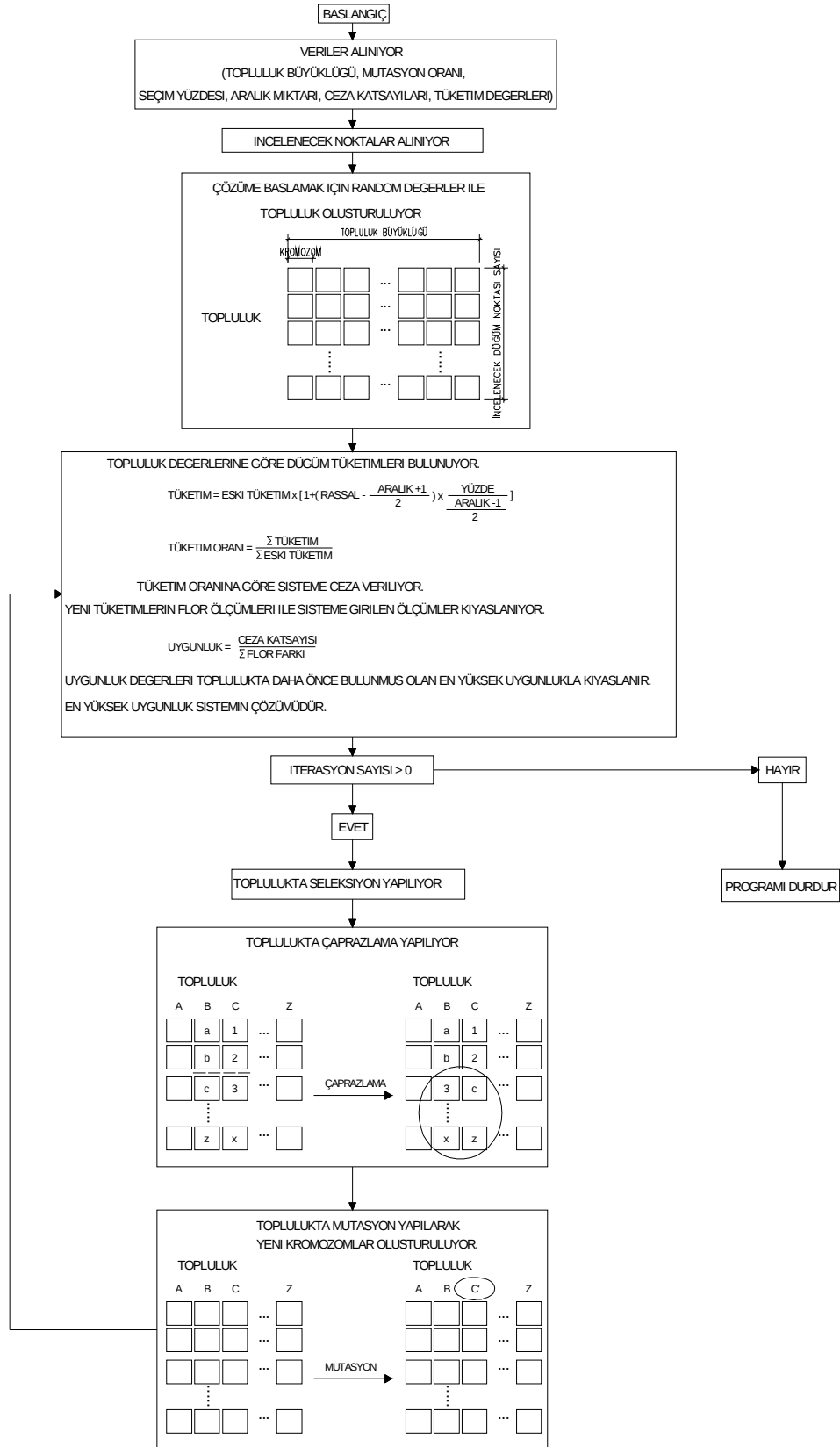
Tüketim Oranı	1 – 0,99	0,99 – 0,95	0,95 – 0,90	0,90 – 0,00
Ceza Katsayıları	1	0,8	0,7	0,5

Kromozoma gerekli ceza verildikten sonra kromozomun şebekeye olan uygunluğu "Eş. 5.3" ile hesaplanmaktadır. Uygunluğun bulunabilmesi için Genetik Algoritma tarafından bulunan yeni tüketim değerleri "Eş. 5.2" ile şebekenin yeni hidrolik çözümü yapılır. Bulunan flor ölçümleri ile şebekeden alınmış olan gerçek flor konsantrasyonu ölçümleri birbiriyle kıyaslanır. Şebekenin tüm çalışma süresinde her hidrolik çözüm periyodu tarafından

yapılan bu işlem neticesinde rakamlar arasındaki toplam fark bulunur. Farkların negatif olması ihtimaline karşın, farkın nötrlenmemesi için farkın karesi alınır. Kromozomun uygunluk değeri "Eş. 5.3'de" verildiği gibi hesaplanır.

$$Uygunluk = \frac{CezaKatsayısı}{\sum TF} \quad (5.3)$$

Bu denklemde TF, flor konsantrasyonları arasında bulunan toplam farkı ifade etmektedir. Eğer Genetik Algoritma en uygun çözüm yerine gerçek çözümü hesaplayabiliyor olsaydı, uygunluk değerinin görüldüğü üzere sonsuza gitmesi gerekecekti. Uygunluk değerleri arttıkça gerçek çözümlere olan yakınlık da artmaktadır. Görüldüğü gibi ceza katsayısı bire yaklaştıkça hesaplanan uygunluk değeri artmaktadır. Başka bir ifade ile Genetik Algoritma tarafından bulunan su tüketim değerlerinin toplamı, şebekenin toplam su tüketimine yaklaştıkça bulunan sonuçlar en iyi çözüme yaklaşmaktadır. En iyi çözüme yaklaşmanın bir diğer göstergesi ise eldeki flor ölçümleri ile program tarafından hesaplanan flor ölçümleri arasındaki farkın azalmasıdır. Yüksek uygunluk değerine sahip kromozonların, bir sonraki iterasyon içinde seçilme olasılıkları daha yüksektir. Bu şekilde gerçek çözüme yakın özelliklere sahip kromozomlar, özelliklerini geliştirerek daha iyi bir çözüm bulmayı kolaylaştırırlar. Aynı zamanda çözüm süresini de kısaltırlar. Bir sonraki iterasyon içerisinde seçilen kromozomlar, çaprazlama havuzuna alınırlar. Burada seçilmiş kromozomlar, kendi aralarında rastgele bölünerek yepyeni özelliklere sahip kromozomlar oluştururlar. Dikkat edilmelidir ki; yeni kromozomlar, diğer kromozomların genetik özelliklerini taşımaktadırlar. Bu nedenden dolayı probleme daha gelişmiş, daha ileri bir çözüm bulmak için uygundur. "Genetik Algoritma" bölümünde açıklandığı gibi kromozomların birbirleri ile bölünüp birleşmeleri daha güçlü bireyler oluşturmakta, bu şekilde çok daha iyi çözümler bulunabilmektedir. GA çözüm metodunun gücü de buradan kaynaklanmaktadır.



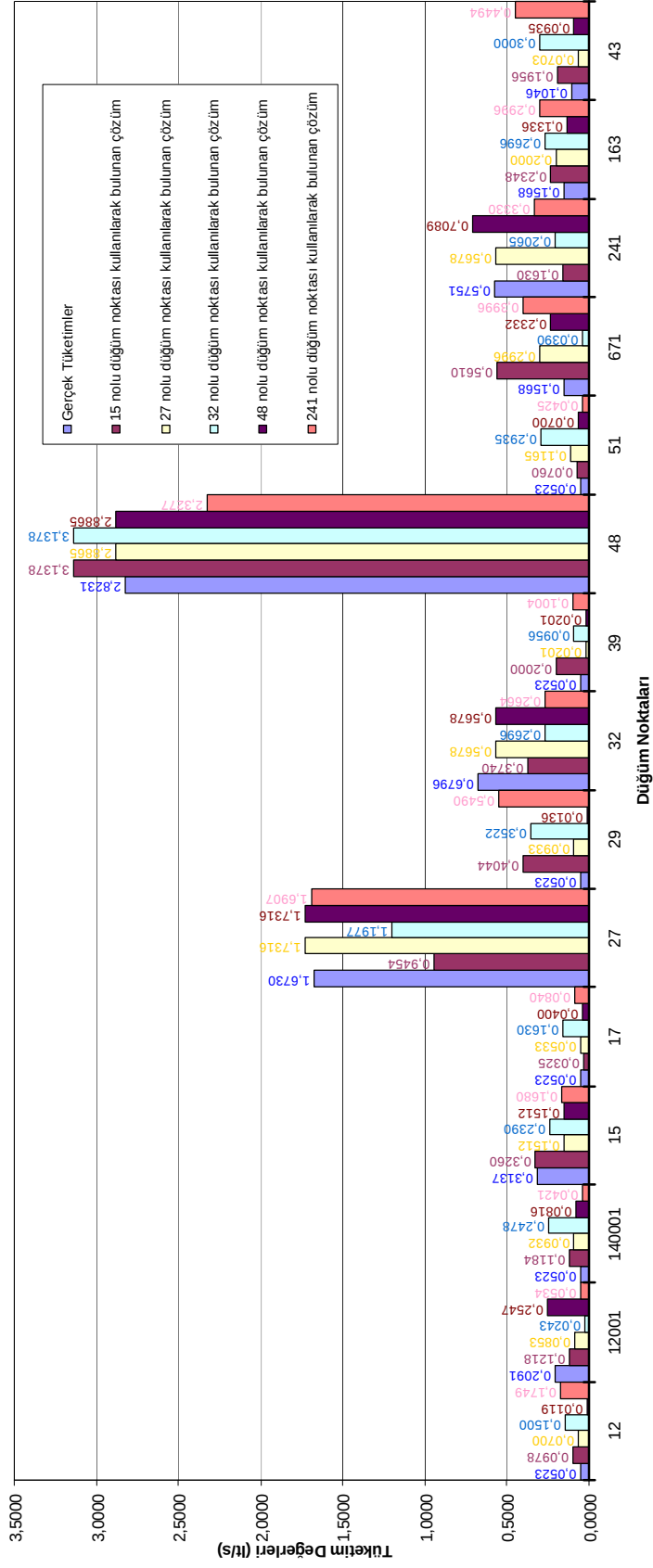
Şekil 5.5. "Kalibrasyon" programı şematik algoritma şekli

Çaprazlanıp, birbirleri ile eşleştirilen bireyler, eksiklerinin tamamlanması ve yeni özellikler eklenerek çeşitliklerinin artırılması amacıyla mutasyon işlemine tabi tutulur. Bu işlem de rassal yapılmakta olup, belli bir oran çerçevesinde uygulanmaktadır. Burada kullanılan oranın öneminden "Genetik Algoritma" bölümünde bahsedilmiştir. Yeniden oluşturulan topluluktaki bireylerin yeni tüketimleri hesaplanarak uygunlukları bulunmaktadır. Bu döngü, iterasyon sayısı bitinceye kadar devam etmekte, iterasyonlar içerisinde en yüksek uygunluğa sahip birey, problemin en yakın çözümü olmaktadır. Yukarıdaki çözümleme işlemlerini içeren örnek bir çözüm, Ek-2'de verilmiştir. "Kalibrasyon" programının şematik algoritması şekil 5.5'te verilmiştir.

5.4 Yapılan Çözümler

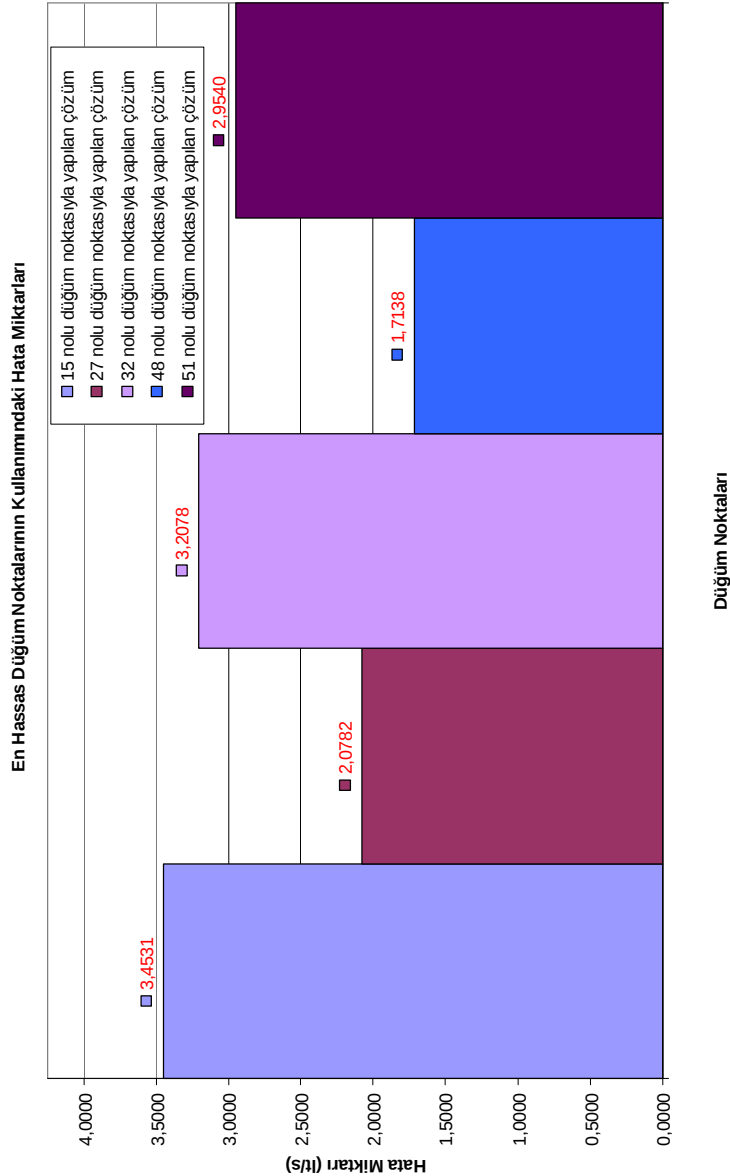
Yakacık Şebekesi bilgisayar modeli oluşturulurken, su tüketimi diğer düğüm noktalarına göre daha fazla olan 15 düğüm noktasının su tüketimleri, toplamaları aynı kalacak biçimde rastgele değiştirilmiş, böylece düğüm noktalarındaki ilk su tüketim miktarlarının bilinmediği varsayılmıştır. Şebeke üzerinde yapılan çeşitli çözümlemeler ile, düğüm noktalarının ilk (değişimden önceki) su tüketimleri bulunmaya çalışılmıştır. Şebekedeki toplam düğüm noktası sayısının çok fazla olması, GA değişkenlerinin alabilecekleri değerlerin çok çeşitli olabilmesi dolayısıyla şebeke üzerinde sonsuz sayıda farklı çözüm denenebilir. Burada amaç, mümkün olabilecek en az sayıda düğüm noktasının flor ölçümlerini kullanarak su tüketimlerini bulabilmektir. Böylece en ekonomik çözüm bulunmuş olacaktır. Yapılabilecek çözüm sayısının fazla olması sebebiyle, hangi değişkenler ve hangi düğüm noktaları ile çözüme başlanacak olmasını belirlemek kolay değildir. Düğüm noktalarının hassasiyetleri arasındaki farklılıktan ötürü, tüm şebekeye olan etkileri de birbirinden farklıdır. Tüm şebekeyi en çok etkileyen düğüm noktalarını kullanarak çözüme başlamak, en yakın çözüme yaklaşma olasılığını arttıracaktır. Şekil 5.6'da Yakacık Şebekesi'ndeki en hassas 5 düğüm noktasının kullanımı ile bulunan düğüm noktası tüketimleri verilmiştir.

En Hassas Düğüm Noktalarının Tek Kullanımı ile Yapılan Çözümler

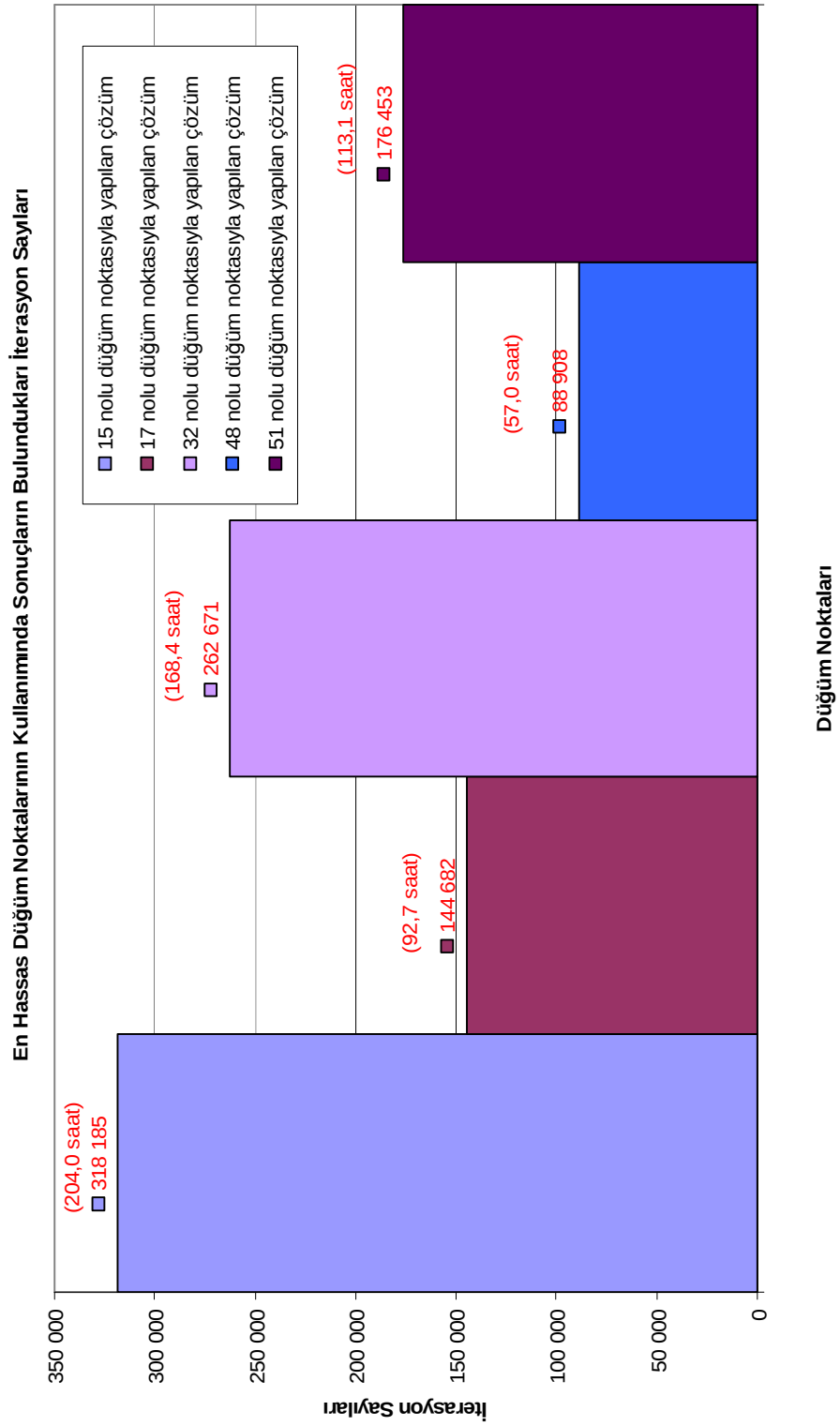


Şekil 5.6. En hassas düğüm noktalarının tek olarak kullanımı sonucu elde edilen sonuçlar

Bu sonuçlar elde edilirken, 50 topluluk (yığın) büyüklüğü, %3 mutasyon oranı, 10 aralık sayısı ve %85 seçilme yüzdesi kullanılmıştır. Çözümlerdeki değişkenler yalnızca düğüm noktalarıdır. Yapılan çözümler sonucu bulunan yeni su tüketimleri ile şebekedeki gerçek su tüketimleri arasındaki farkların mutlak değerlerinin toplamı Şekil 5.6'da verilmiştir. GA tarafından bulunan su tüketimleri bazı düğüm noktaları için gerçek tüketimlerden daha az, bazı düğüm noktaları için gerçek tüketimlerden daha fazla olabilmektedir. Aradaki hata miktarlarını bulabilmek amacıyla farkların mutlak değerleri alınarak toplamaları bulunmuştur.



Şekil 5.7. En hassas 5 düğüm noktasının kullanımını sonucu elde edilen hata miktarları



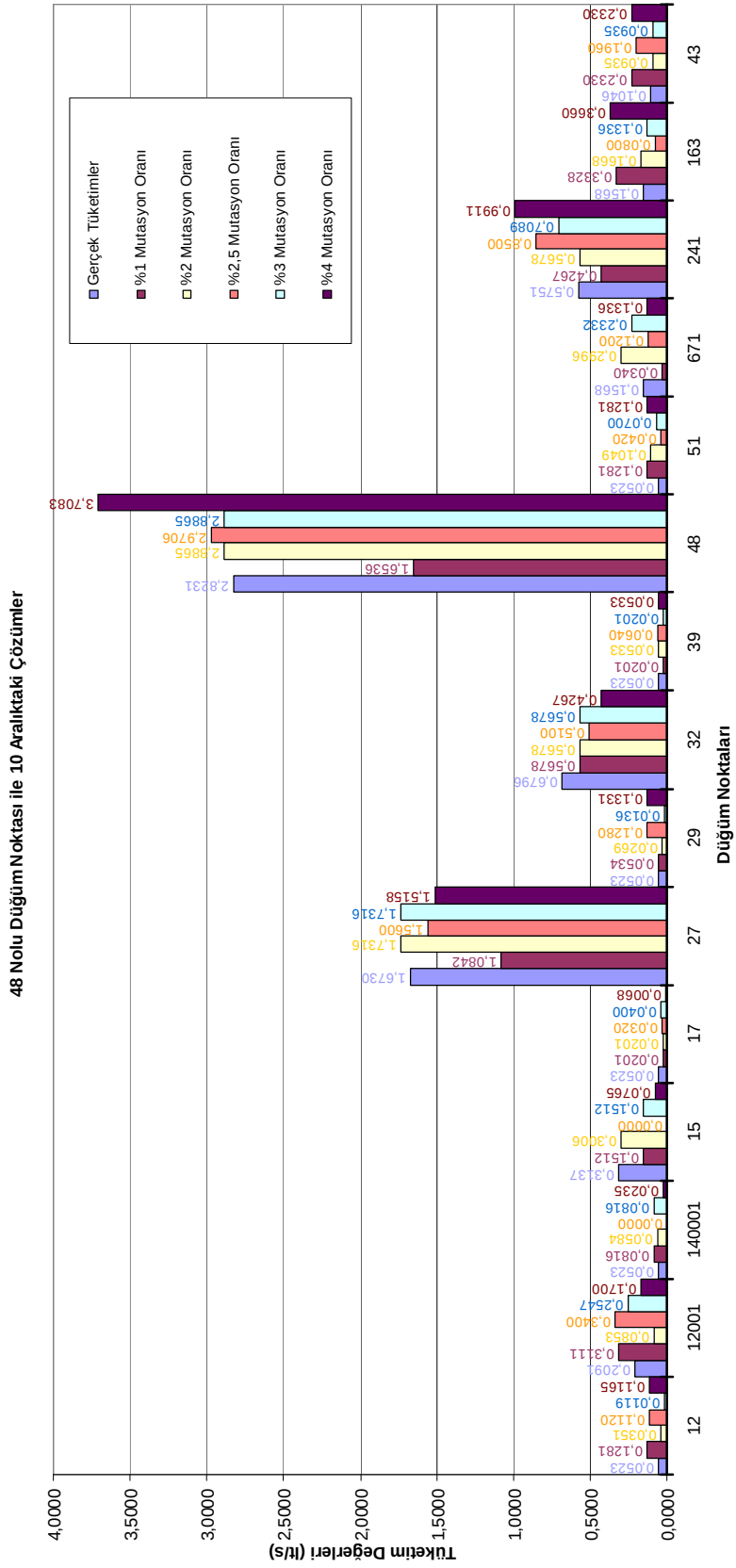
Şekil 5.8. En hassas 5 düğüm noktasının kullanımı sonucu elde edilen sonuçların bulundukları iterasyon sayılarının karşılaştırılması

Not: Şekil 5.7'de parantez içerisinde verilen rakamlar, belirtilen çözümün kullanılan program ile yaklaşık elde edilme sürelerini belirtmektedir. Program çalışma süreleri, Intel Core 2 Quad 6600 2.40 Ghz, 8 GB RAM özellikleri bulunan bilgisayarda elde edilmiştir.

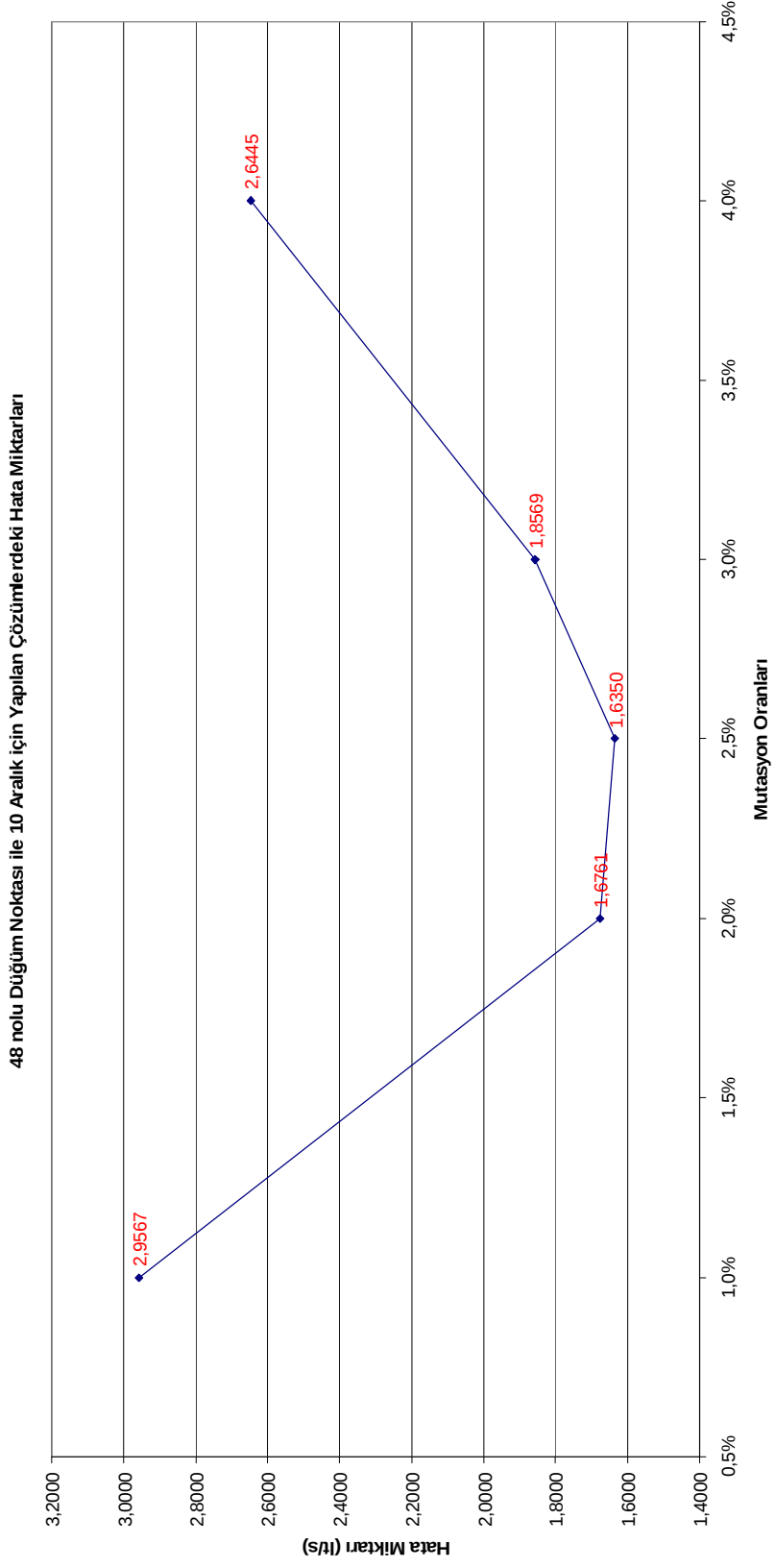
Şekil 5.7'de görüldüğü üzere en iyi sonuç, tüm şebekeyi en çok etkileyen; şekil 5.3'te gösterildiği gibi en hassas düğüm noktası olan, "48" nolu düğüm noktasıyla elde edilmiştir. En az hata veren ikinci nokta ise 27 nolu düğüm noktası olmuştur. Şekil 5.8'de görüldüğü gibi bu iki noktanın kullanıldıkları çözümler, diğer düğüm noktalarının çözümlerinden çok daha kısa sürede elde edilmiştir. Düğüm noktalarının hassaslıkları arttıkça, çözümlerde bulunan hata miktarları ve çözüm süreleri azalmaktadır. Dolayısıyla en iyi çözümü elde edebilmek amacıyla, şebeke üzerinde en hassas düğüm noktalarının kullanılması doğru bir yaklaşımdır. Böylece arazide bir şebeke üzerinde çalışılması durumunda şebekeye verilen florun, şebekenin hangi bölgelerinden ölçülmesinin çözümü kolaylaştıracağı belirlenmiş olacaktır.

Bir diğer aşamada çözümlemelerde kullanılan düğüm noktalarında, farklı GA değişkenleri kullanılarak gerçek su tüketimi değerleri bulunmaya çalışılmıştır. GA değişkenlerinin belirlenmesi ile ilgili literatürde herhangi bir kısıtlama veya öneri bulunmadığından dolayı GA değişkenlerinin belirlenmesi son derece zorlaşmaktadır. Farklı GA değişkenlerinin çözümler üzerinde nasıl bir etki yaptığını görebilmek amacıyla, farklı mutasyon oranları kullanılarak çözümlemeler yapılmıştır. Bu çözümlemelerde işlem hacminin aşırı büyümemesi ve çözümün çok uzun süreler almaması amacıyla çözüm aralığı 10 olarak belirlenmiştir. Aralık sayısının 10 alınarak farklı mutasyon oranları kullanılması ile elde edilen sonuçlar şekil 5.9'da verilmiştir. Şekil 5.10'da ise bu çözümlemelerde bulunan su tüketimleri ile gerçek su tüketimleri arasındaki farkların mutlak değer toplamaları gösterilmiştir.

Şekil 5.10'da birbirleriyle karşılaştırılan hata miktarları içerisinde en az hata, %2,5 mutasyon oranıyla bulunmuştur. Çözümlerde %2 ve %3 mutasyon oranlarıyla bulunan sonuçlar da en uygun sonuca yakın sonuçlardır. En uygun sonucun bulunduğu bu mutasyon oranı aralığından uzaklaşıldıkça hata miktarının arttığı görülmektedir. Bu durum bizlere yalnızca doğru düğüm noktalarını değil aynı zamanda en uygun çözüm için doğru GA değişkenlerini de seçmemiz gerektiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 5.9. Farklı mutasyonlarda 10 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar



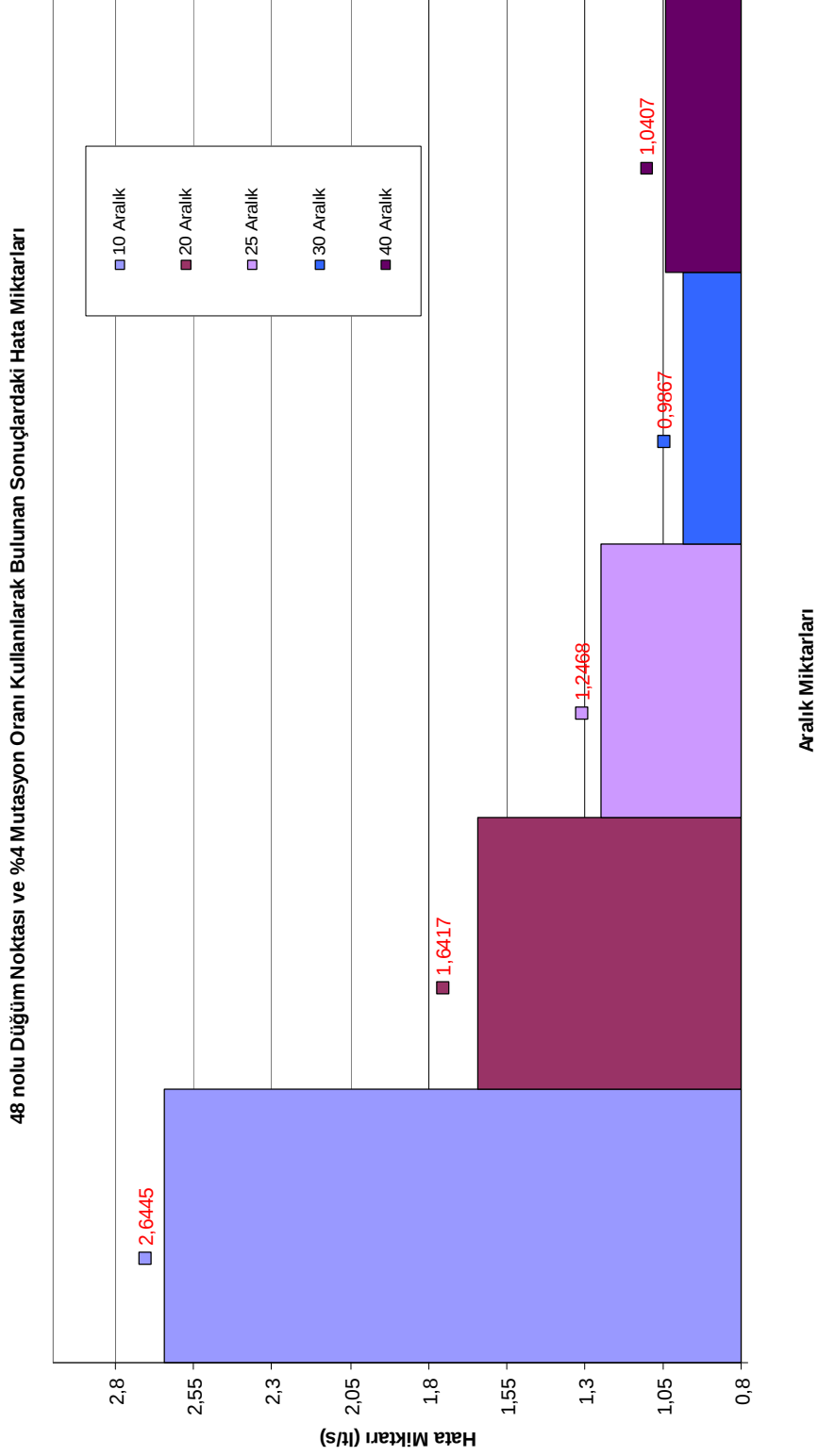
Şekil 5.10. Farklı mutasyonlarda 10 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları

Şekil 5.9'da verilen sonuçlar incelendiğinde bazı düğüm noktalarında bulunan su tüketimlerinin birbirleriyle tamamen aynı olduğu görülmüştür. Tüketim değerleri GA tarafından dar bir sınır içerisinde değiştirildiğinde, topluluk (yığın) içerisinde farklı değerlere sahip bireyler oluşmamaktadır. Havuzdaki elemanların çeşitlenememesinden ötürü havuzdan rastgele alınan elemanlarla yapılan çözümlemelerde gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilememektedir. Bilindiği gibi, GA içerisinde incelenen çözüm aralığı ne kadar büyük olursa, işlem hacmi büyümekte ve çözüm, daha uzun süre almaktadır. Ancak incelenen çözüm aralığı büyüdükçe daha uygun sonuçlar elde etme olasılığı artmaktadır. Çözüm için kullanılan aralığın daha yoğun bölümlendirilmesi topluluklardaki (yığınlardaki) daha farklı elemanların bulunmasını sağlamakta, dolayısıyla da GA topluluklarını zenginleştirmektedir. Elde edilen sonuçları gerçek değerlere daha da yaklaştırmak amacıyla çözüm aralığı artırılarak çözümlemeler yapılmıştır. 20, 25, 30 ve 40 aralık kullanılarak yapılan çözümlemeler ve bu çözümlerin içerdiği hata miktarları Şekil 5.12 - 5.19'da verilmiştir.

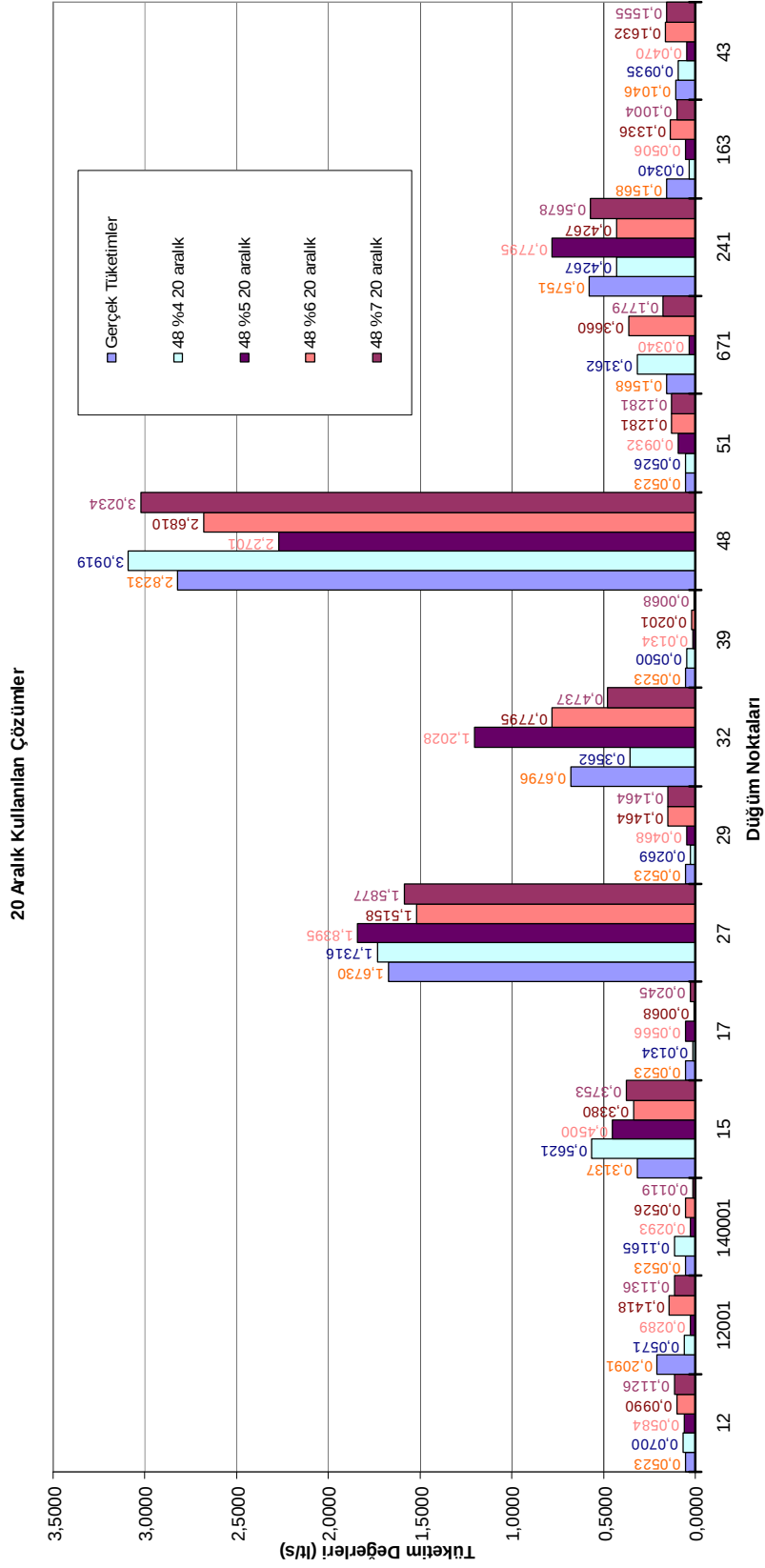
Çözümlemelerde elde edilen sonuçlar, kullanılan çözüm aralıkları ve mutasyon oranlarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Aralık sayısının 10 alınması durumunda olduğu gibi farklı mutasyon oranlarıyla bulunan sonuçlar bazı düğüm noktaları için birbiriyle aynı değildir. Başka bir ifadeyle, çözümler bir noktada kalmamıştır. Çözüm aralığı genişletildikçe, daha geniş bir değer aralığı incelendiği için hem çok daha çeşitli sonuçlar elde edilebilmiş, hem de çözümlerde bulunan hata miktarları azaltılmıştır. Aralık sayısının 10 olması durumunda %2,5 gibi mutasyon oranlarında en iyi sonuçlar elde edilirken, aralık sayısının 25 olması durumunda %6'lık bir mutasyon oranında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Aralık sayısının 10 alınması durumunda bulunan düğüm noktası tüketimleri ile şebekenin gerçek su tüketimleri arasında "1,6350" kadar bir hata miktarı bulunurken, incelenen aralık sayısının 25 olması durumunda bu hata miktarı "0,9721" olmuştur. İncelenen çözüm aralığının 10'dan 25'e çıkarılması, bulunan sonuçların doğruluğunu çok büyük miktarda arttırmıştır. Hassas düğüm noktalarından

flor ölçümleri almak, uygun sonuçlara yaklaştırmaktadır. Ancak görüldüğü gibi yalnızca doğru tüketim noktalarından ölçümler almak ve çözümde kullanmak yeterli değildir. Doğru GA değişkenleri ile bulunan sonuçları daha da iyileştirmek mümkündür. Bunun içindir ki, su tüketim değerleri bilinmeyen bir şebeke ile çalışılması durumunda, içinde çözüm aranan alt-üst sınır ve aralık sayısı seçimine özen gösterilmesi gereklidir. Yakacık Şebekesi için bulunan sonuçlar göstermiştir ki, en uygun çözüm 25 aralık kullanılarak bulunmuştur. Aralık sayısının daha büyük seçildiği çözümlerde (30-40) ise uygun çözüme yaklaşılmış, fakat daha iyi bir çözüm bulunamamıştır. Dolayısıyla içinde çözüm aranan alt-üst sınırı çok büyük seçmek, çözüm süresini uzatmakta, ancak çözümün sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktadır. Ancak çözüm aralığının çok büyük alınması, her zaman en uygun çözümün bulunacağı anlamına gelmemektedir.

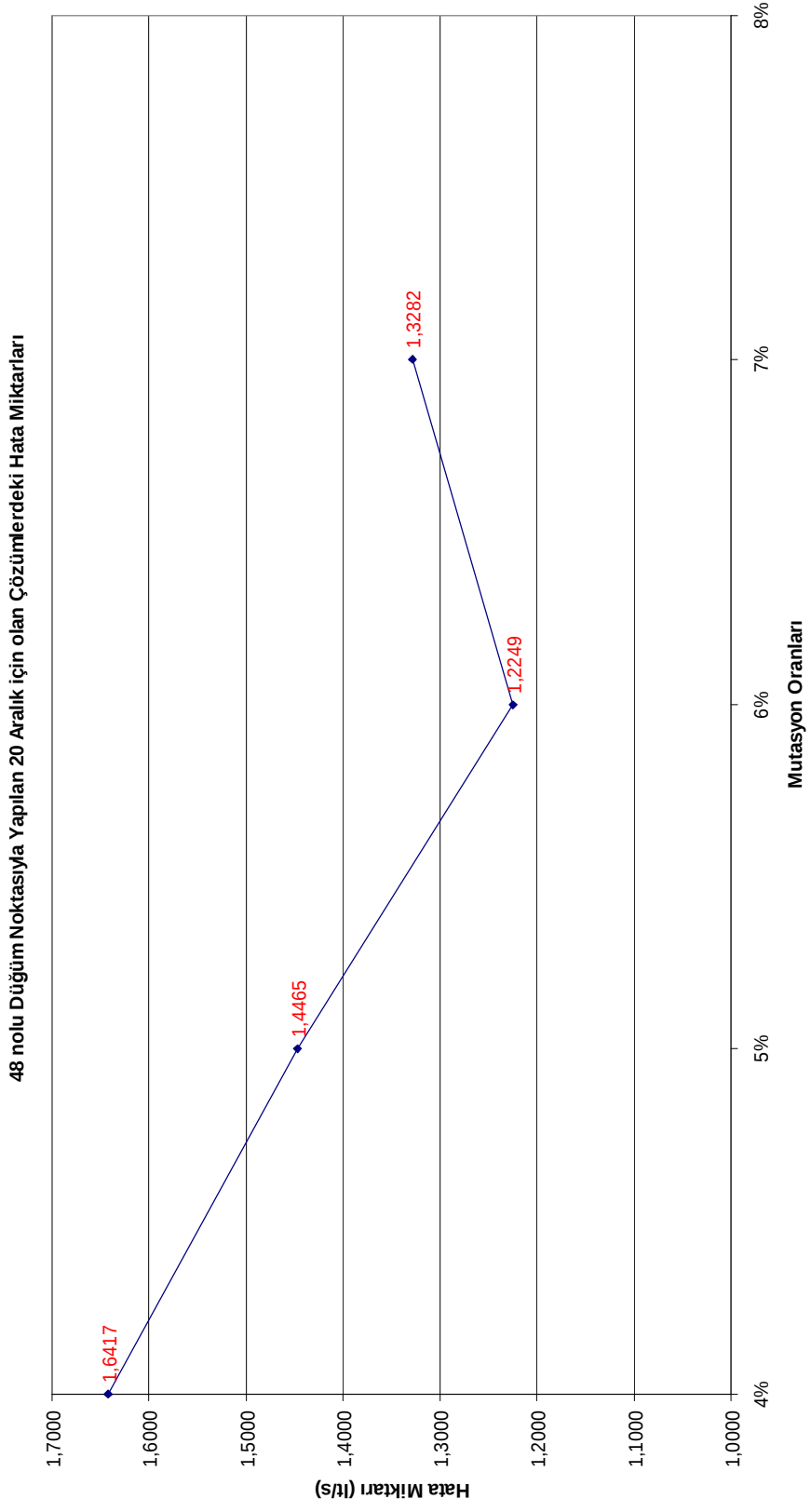
Aralık sayısının arttırılması ile %3-%4-%5-%6-%7 gibi mutasyon oranlarında bulunan sonuçlarda da iyileşmeler görülmüştür. Örneğin aralık sayısının 10 olması durumunda %4 mutasyon oranında bulunan hata miktarı "2,6445" seviyesindeyken, aralık sayılarının arttırılması ile 20-25-30 ve 40 olması durumu için hata miktarları sırası ile "1,6417", "1,2468", "0,9867", "1,0407" değerlerini almıştır (Şekil 5.11). Aralık sayısının 30 alınması durumunda %4 mutasyon oranıyla en iyi çözüm bulunmuştur. Bunun yanında mutasyon oranının %6 olması durumunda ise en iyi çözüm 25 aralıkta bulunmuştur. Görülmektedir ki, mutasyon oranlarının değiştirilmesi durumunda en uygun çözümler farklı çözüm aralıklarında bulunabilmektedirler. Bu durum, en uygun çözüm için seçilmesi gereken çözüm aralığının aynı zamanda seçilen mutasyon oranlarına da bağlı olduğunu göstermektedir.



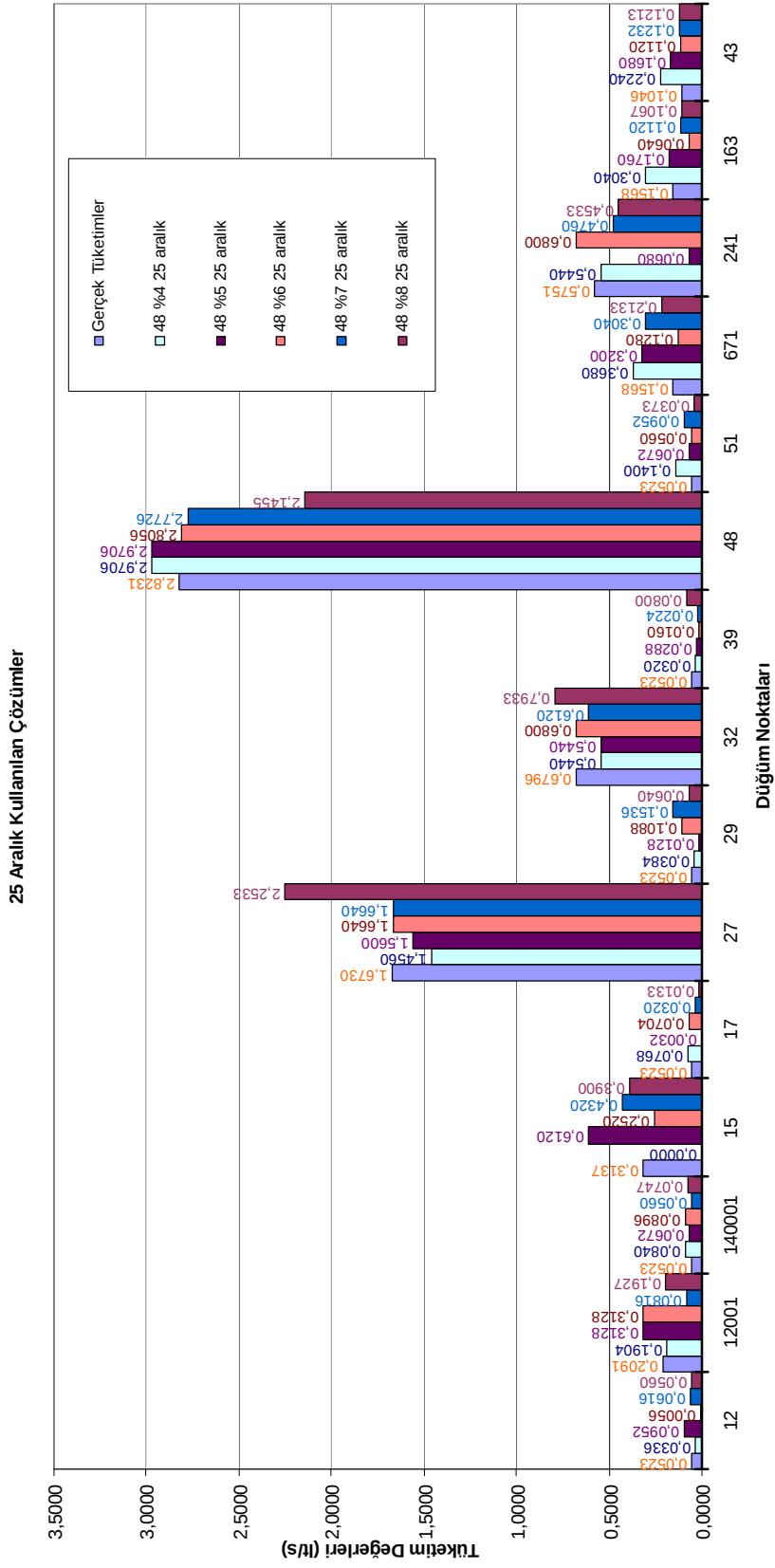
Şekil 5.11. Farklı aralıklar ve %4 mutasyon oranı kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları



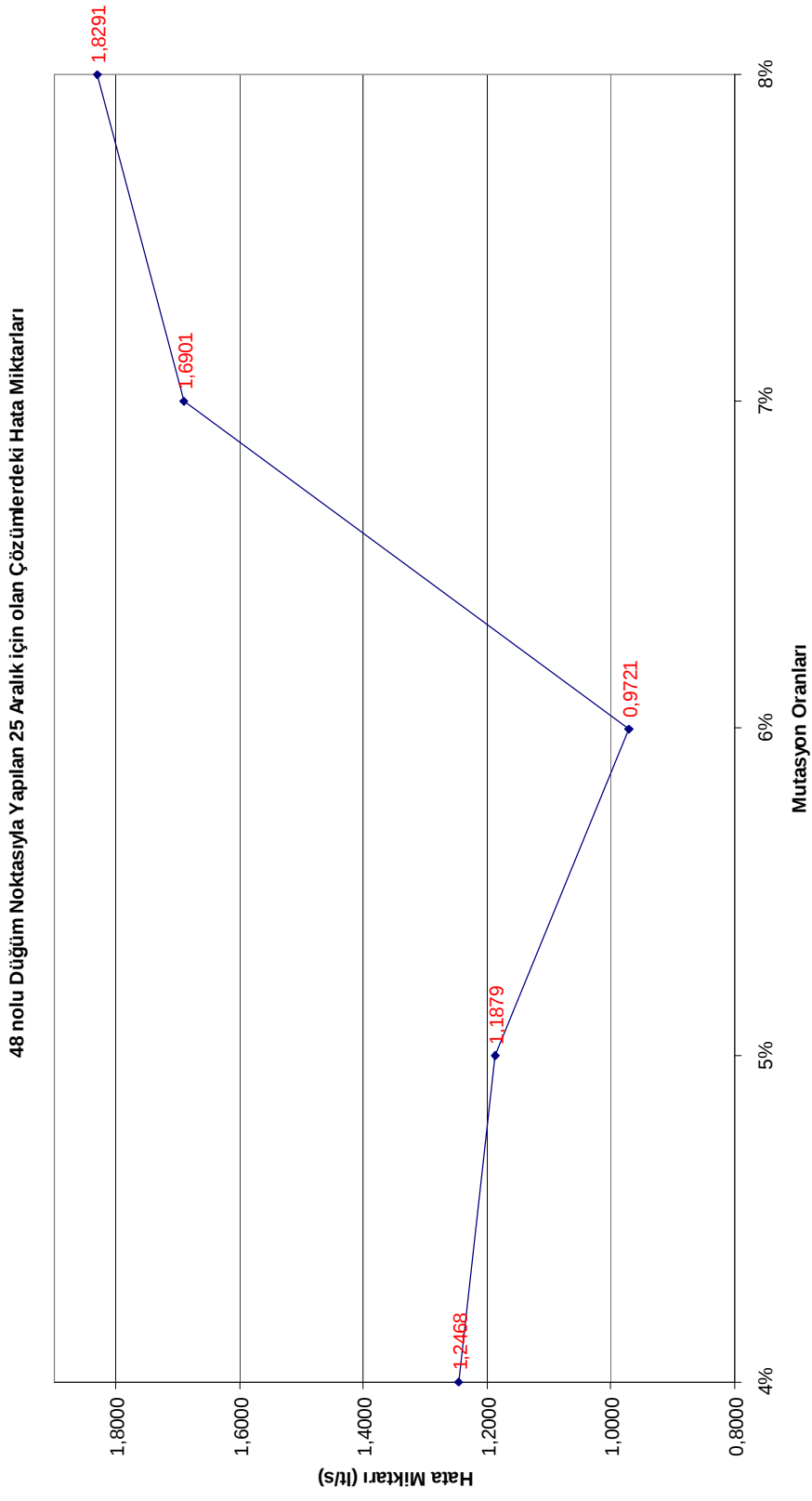
Şekil 5.12. Farklı mutasyonlarda 20 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar



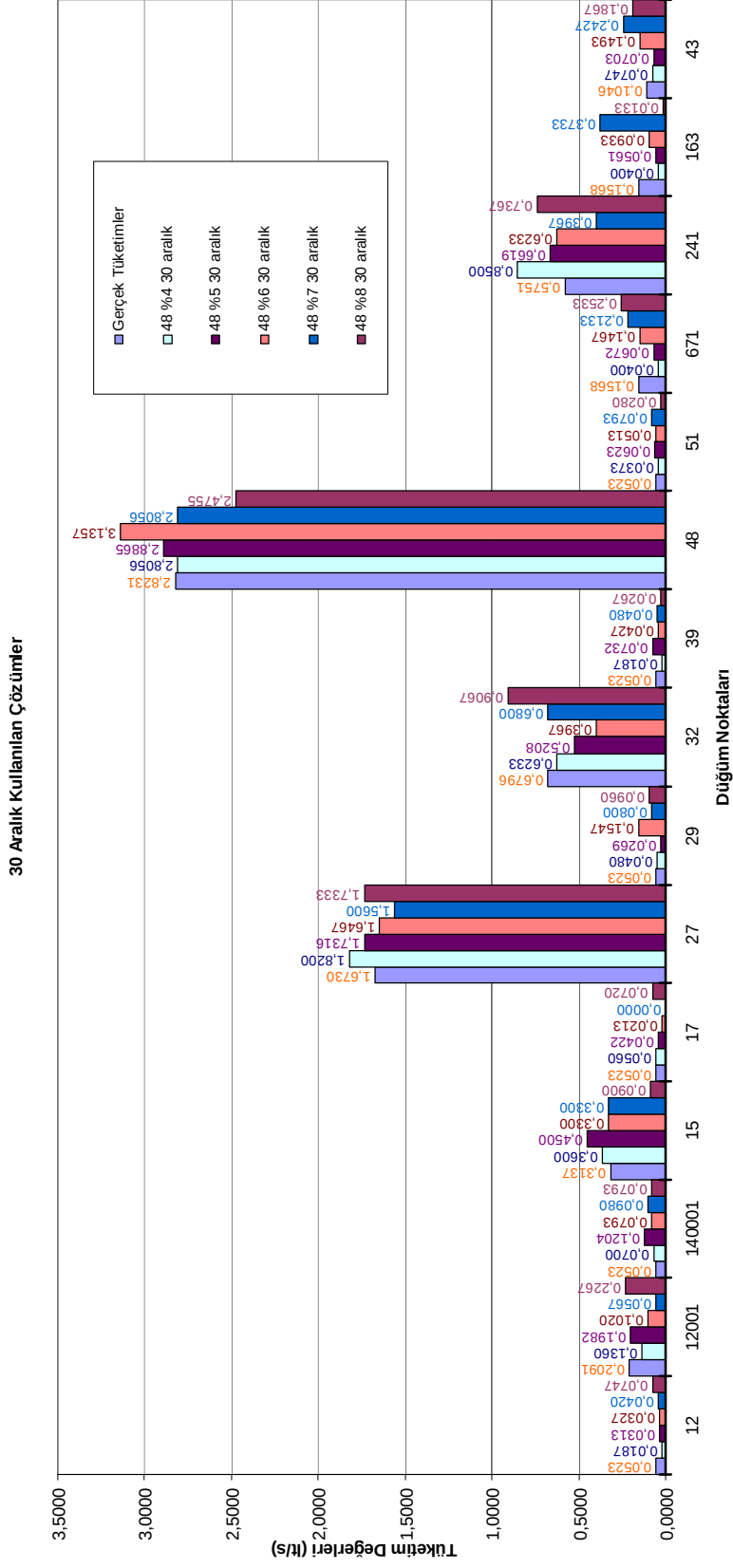
Şekil 5.13. Farklı mutasyonlarda 20 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları



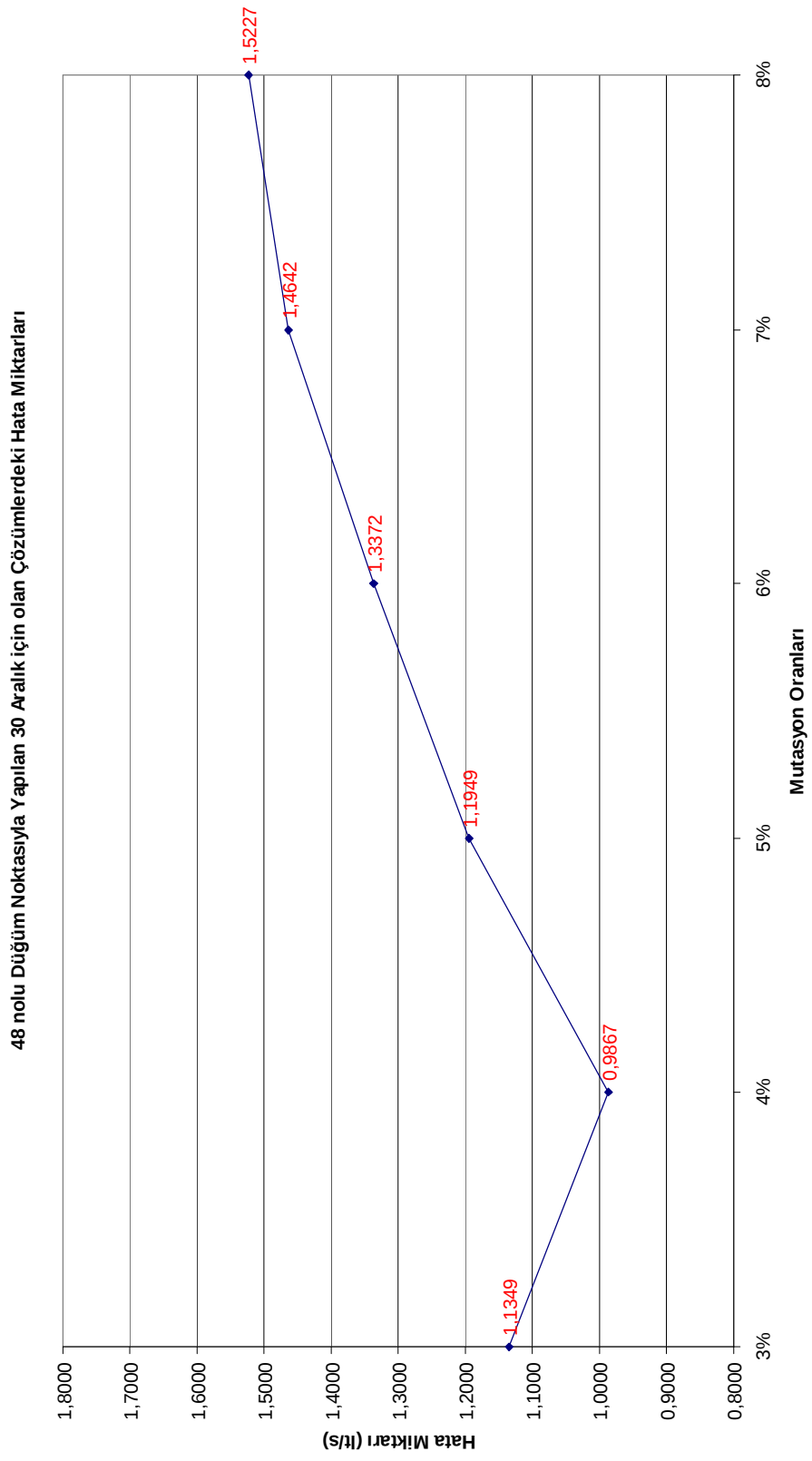
Şekil 5.14. Farklı mutasyonlarda 25 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar



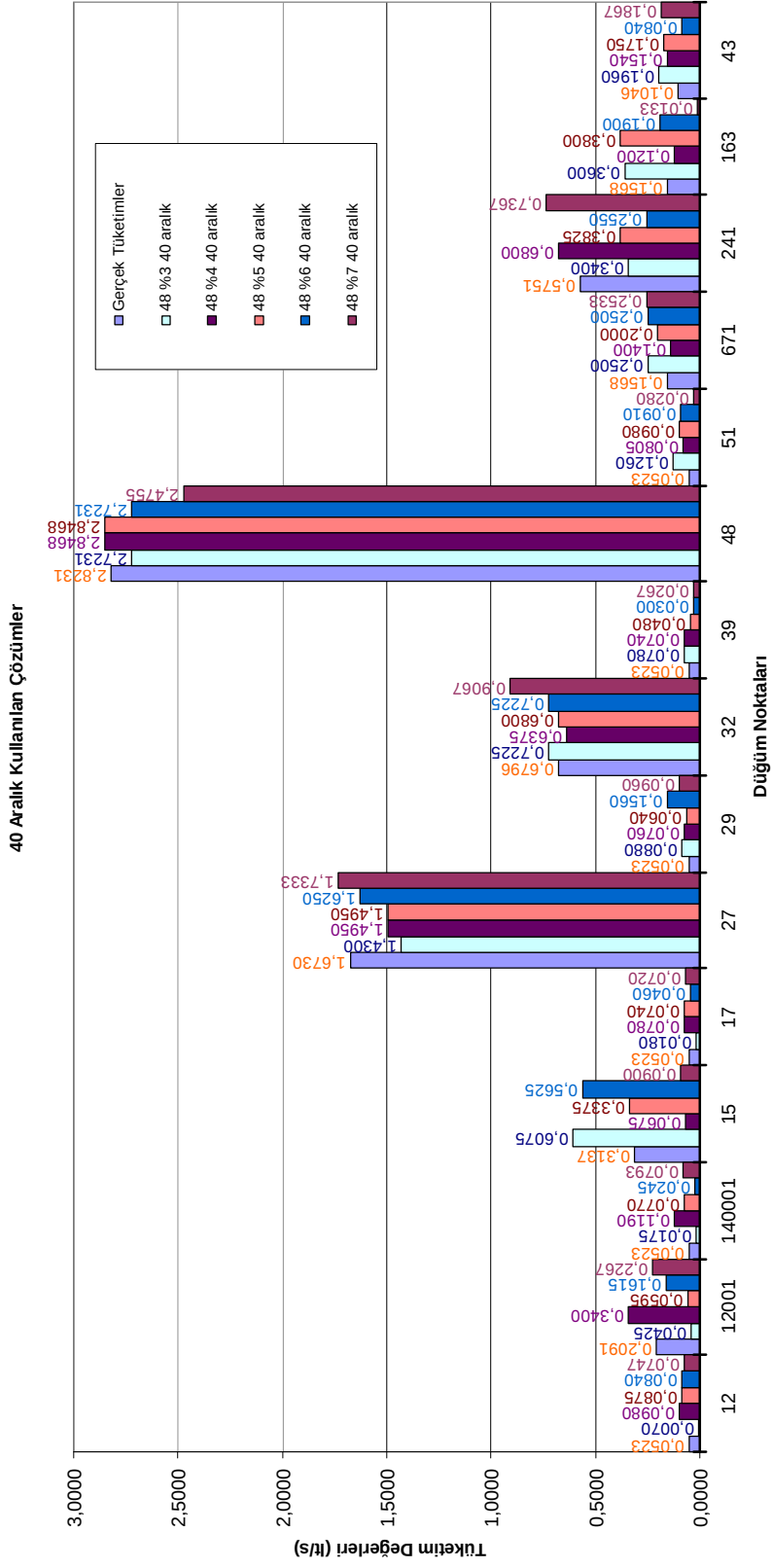
Şekil 5.15. Farklı mutasyonlarda 25 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları



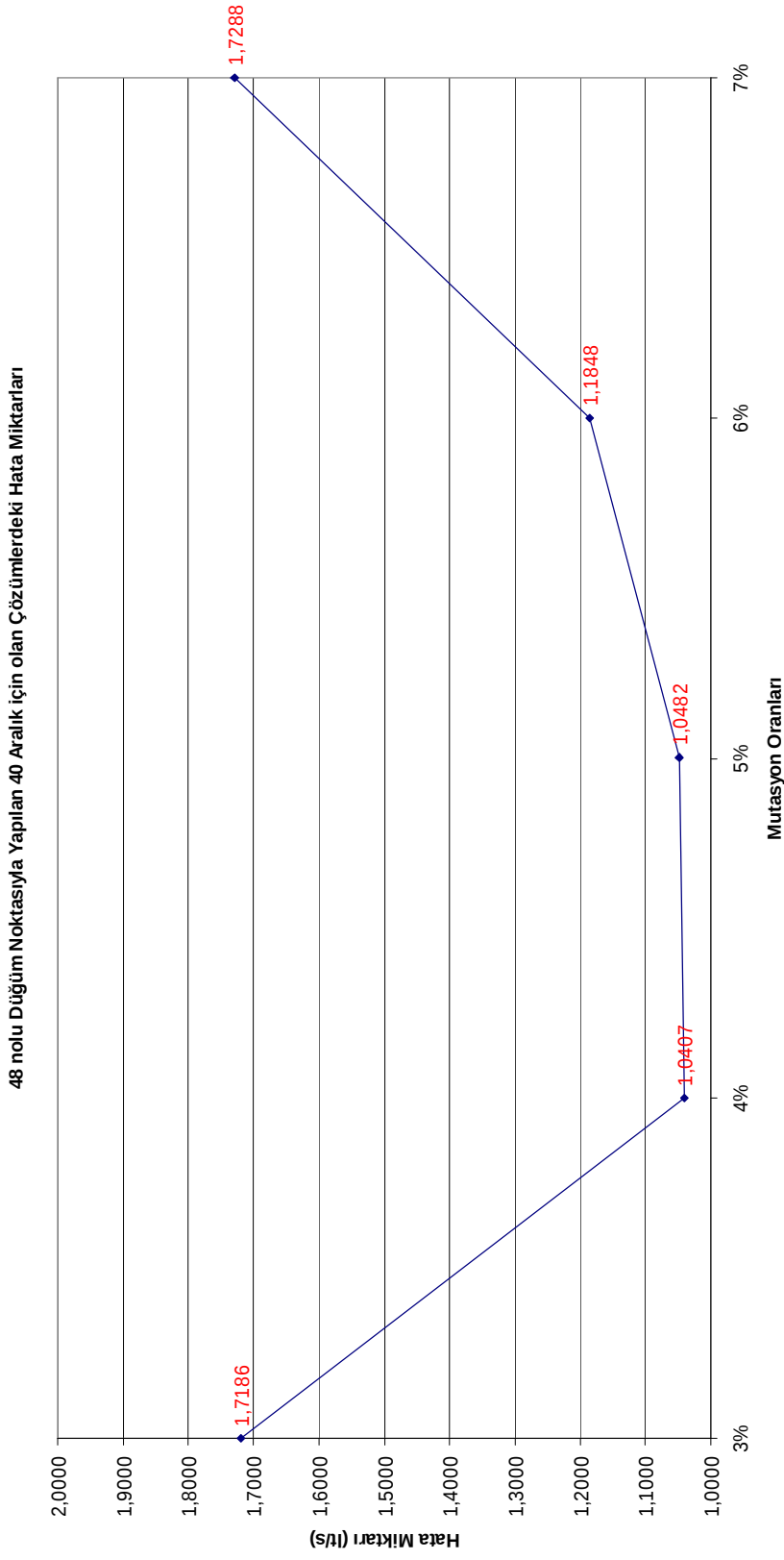
Şekil 5.16. Farklı mutasyonlarda 30 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar



Şekil 5.17. Farklı mutasyonlarda 30 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları



Şekil 5.18. Farklı mutasyonlarda 40 aralık kullanılarak bulunan sonuçlar



Şekil 5.19. Farklı mutasyonlarda 40 aralık kullanılarak bulunan sonuçlardaki hata miktarları

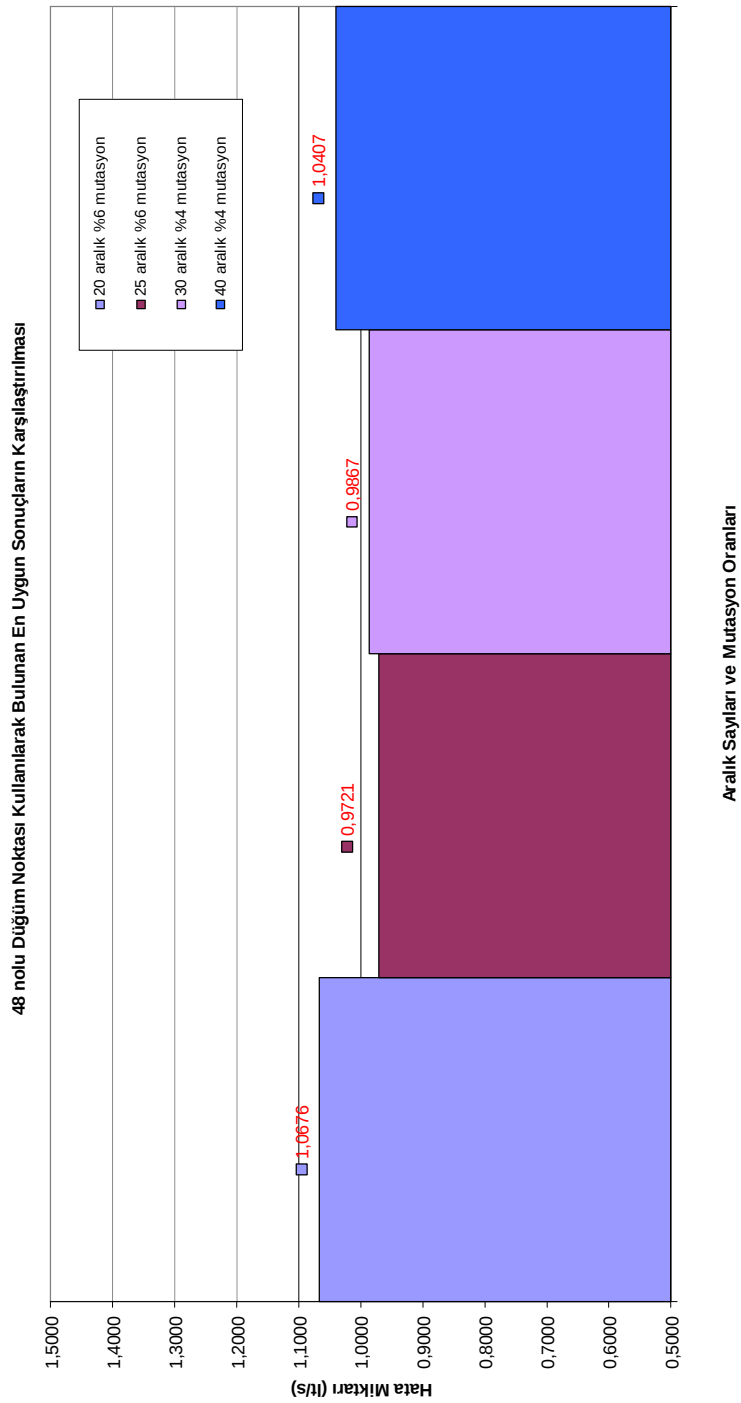
5.5 Sonuçların Yorumlanması

Yakacık Şebekesi üzerinde çeşitli çözümler yapılarak, düğüm noktalarının gerçek su tüketim değerlerine yaklaşılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada şebekedeki gerçek su tüketimi değerleri bilinmektedir. Ancak arazide bir şebeke üzerinde çalışılması durumunda, düğüm noktalarındaki gerçek su tüketimleri bilinemediğinden, GA ile yapılan çözümlerin en iyi çözüm olup olmadığını anlayabilmek zorlaşmaktadır. Yakacık Şebekesi üzerinde yapılan çözümler neticesinde kazanılacak olan deneyimlerin, gerçek bir şebeke üstünde çalışma durumunda bulunan sonuçların doğruluğunu anlayabilmek adına büyük katkısı olacaktır.

Çözümlerde elde edilen sonuçlar, kullanılan çözüm aralıkları ve mutasyon oranlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Farklı GA değişkenleri kullanılması sonucu bulunan uygun çözümlerin bulunma koşulları değişmektedir. Yakacık Şebekesi üzerinde yapılan çalışmalarda farklı GA değişkenleri ile bulunan en iyi çözümler Şekil 5.20-5.22'de birbiriyle karşılaştırılmıştır. Şekil 5.20'de görüldüğü gibi aralık sayısının 25 ve mutasyon oranının %6 seçilmesi durumunda en az hata içeren çözüm bulunmuştur. Şekil 5.22'de görüldüğü gibi doğru GA değişkenlerinin seçimi ile bulunan çözüm, diğer tüm çözümlerden daha kısa sürede bulunmuştur. Bu aşamada GA değişkenlerinin seçiminin önemi birkez daha görülmektedir. GA değişkenlerinin seçimi neticesinde çözümlerde farklılıklar oluşmaktadır. Daha önceden de belirtildiği gibi bu gerçekten ötürü yapılan çalışmalarda GA değişkenlerinin seçimi ile ilgili bir kural oluşturulamamıştır. GA değişkenlerinin çözümler üzerinde bu denli değişiklik göstermesinden dolayı, değişkenler üzerinde çeşitli denemeler yaparak şebeke üzerinde çözümler yapılmasında fayda vardır.

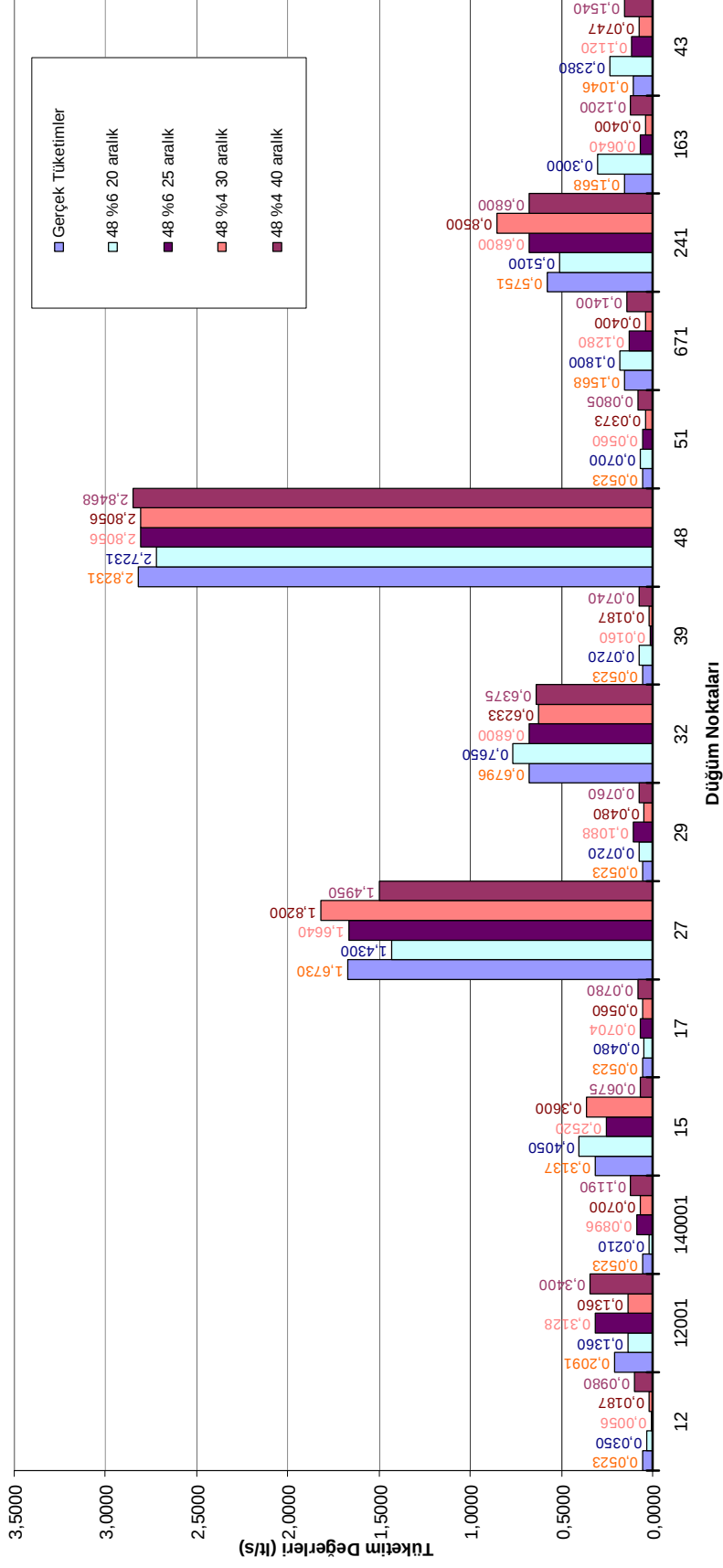
Şekil 5.20'de görüldüğü gibi aralık sayısının 25 olması durumu, yapılan çözümler içerisinde gerçek su tüketimlerine en yakın sonuçları vermiştir. Çözümün içinde bulunduğu aralığın daha fazla bölümlendirilmesi (aralık

sayısının artırılması) yeni birey oluşumlarına yol açmış ve böylece gerçek su tüketimlerine daha yakın sonuçlar bulunmuştur. Şekil 5.20'de görüldüğü gibi farklı aralık sayılarında bulunan sonuçların tümü birbirine çok yakın sonuçlardır. Aradaki küçük farkların, aralık sayısının seçiminden kaynaklanmakta olduğu görülmektedir.

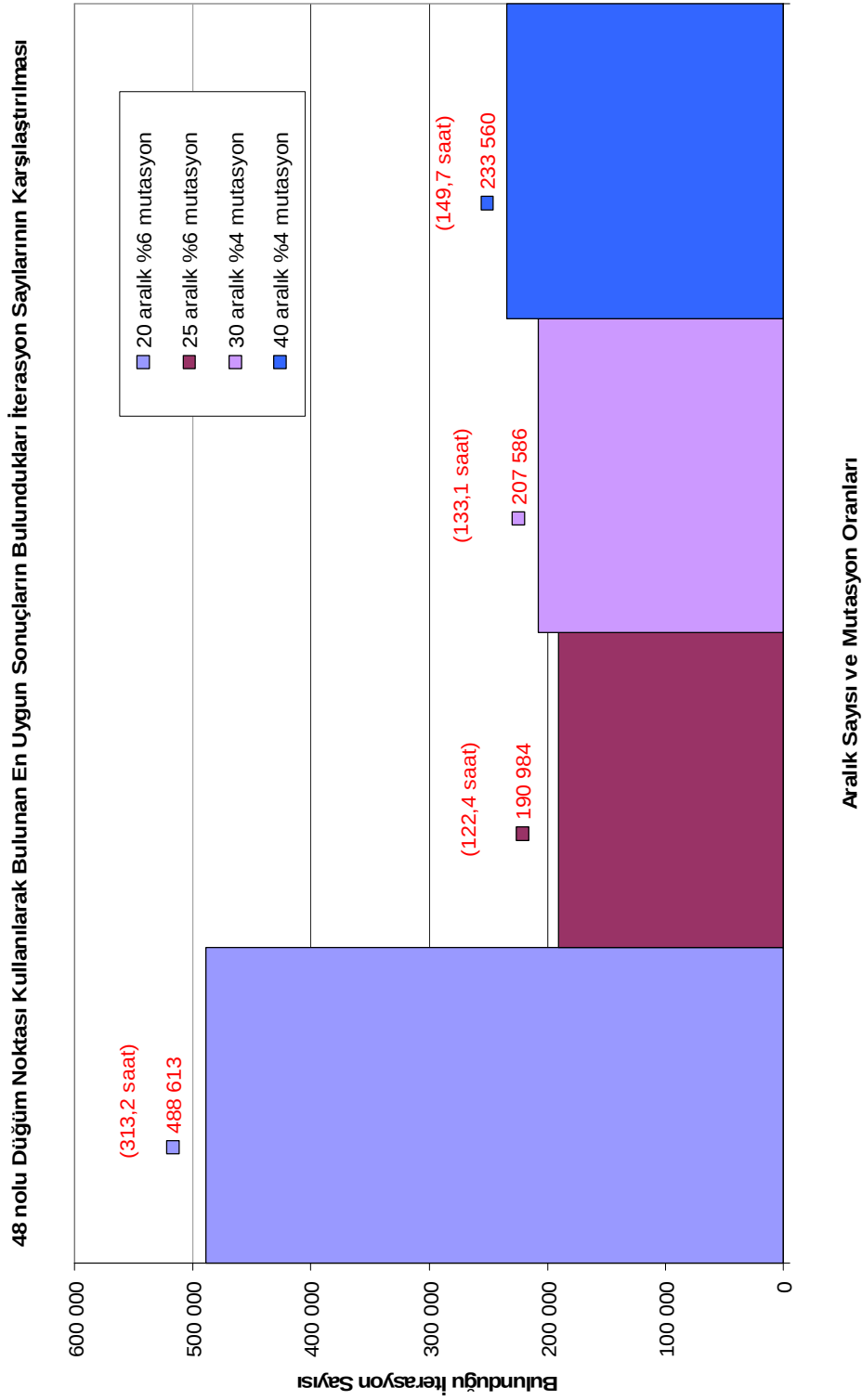


Şekil 5.20. Farklı aralık sayıları ve mutasyon oranları kullanılarak bulunan en iyi çözümlerdeki hata miktarları

48 nolu Düzüm Noktası Kullanılarak Bulunan En Uygun Sonuçların Karşılaştırılması



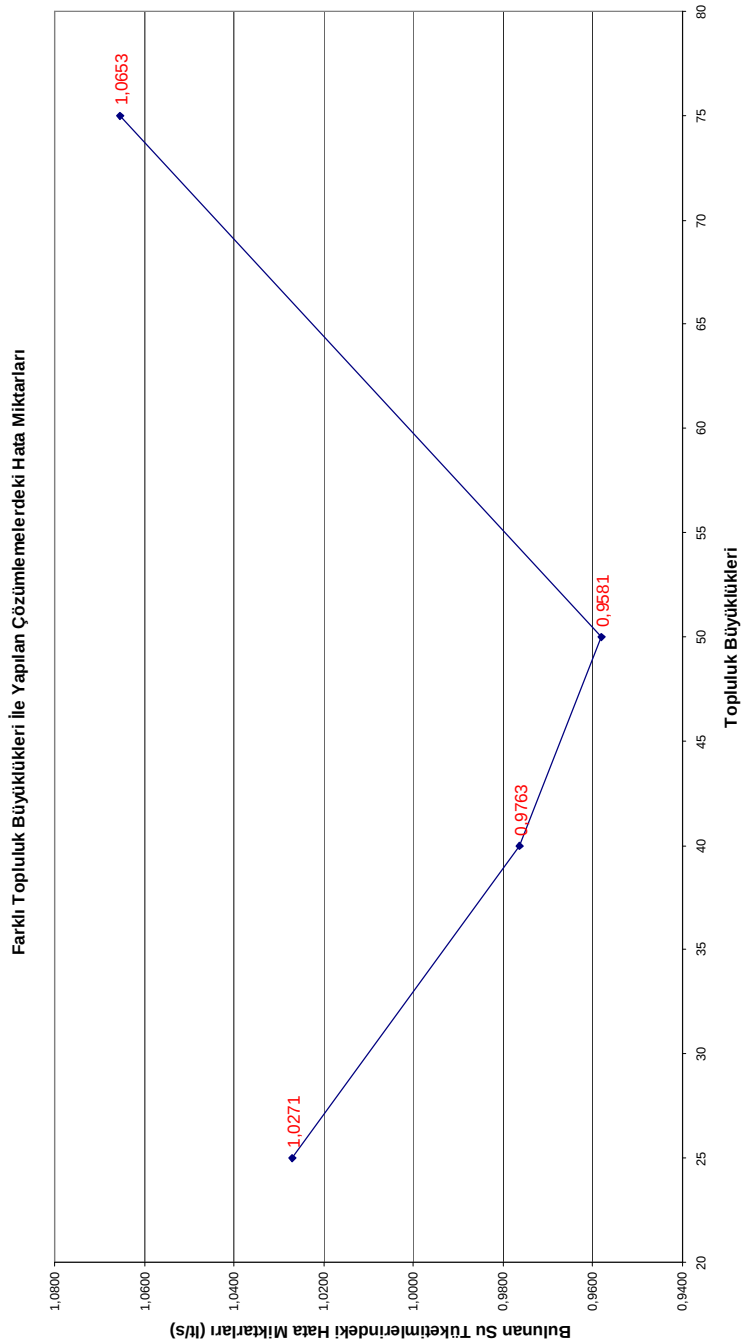
Şekil 5.21. 48 nolu düğüm noktası ve farklı GA çözüm aralıkları kullanılarak bulunan en uygun sonuçların karşılaştırılması



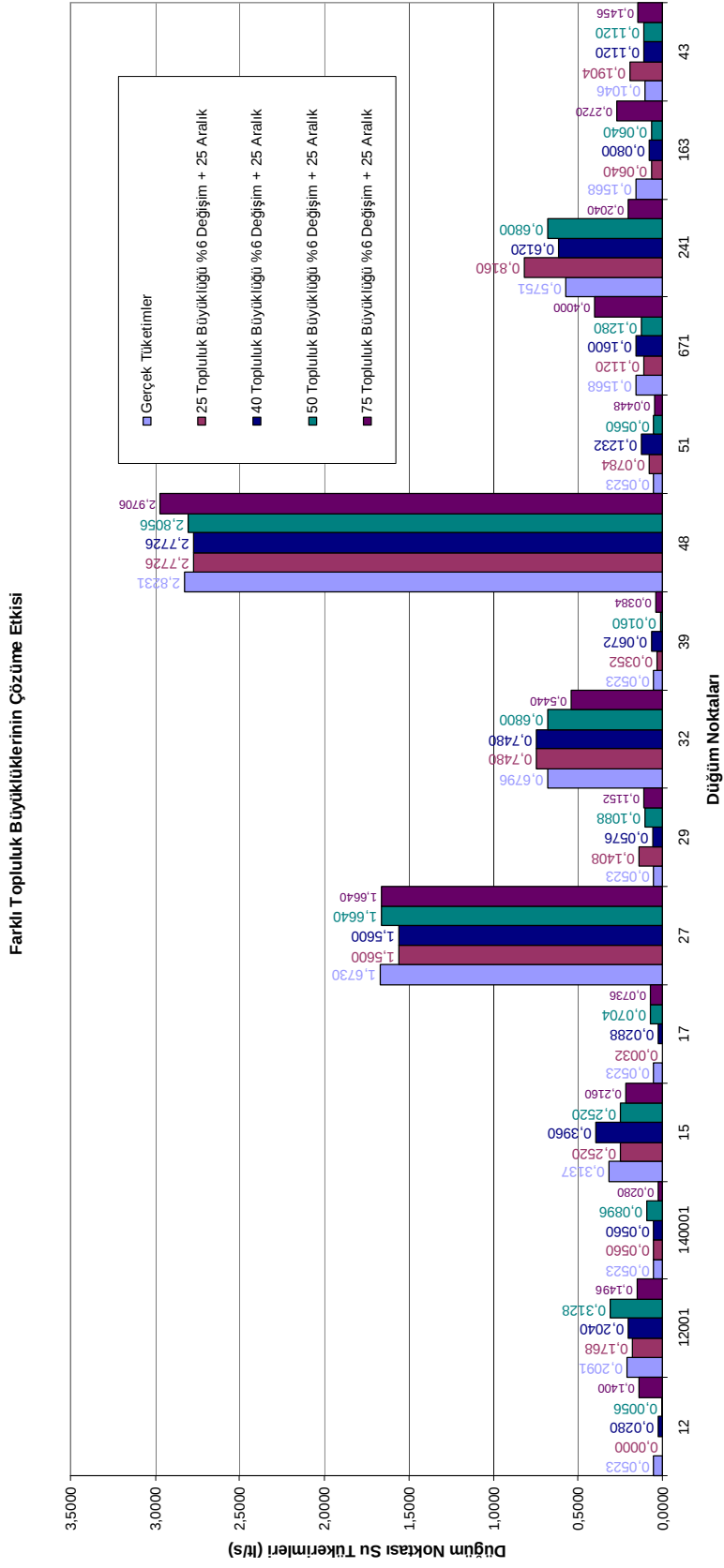
Şekil 5.22. 48 nolu düğüm noktası ve farklı GA çözüm aralıkları kullanılarak bulunan uygun sonuçların bulundukları iterasyon sayılarının karşılaştırılması

Not: Şekil 5.22'de parantez içerisinde verilen rakamlar, belirtilen çözümün kullanılan program ile yaklaşık elde edilme sürelerini belirtmektedir. Program çalışma süreleri, Intel Core 2 Quad 6600 2.40 Ghz, 8 GB RAM özellikleri bulunan bilgisayarda elde edilmiştir.

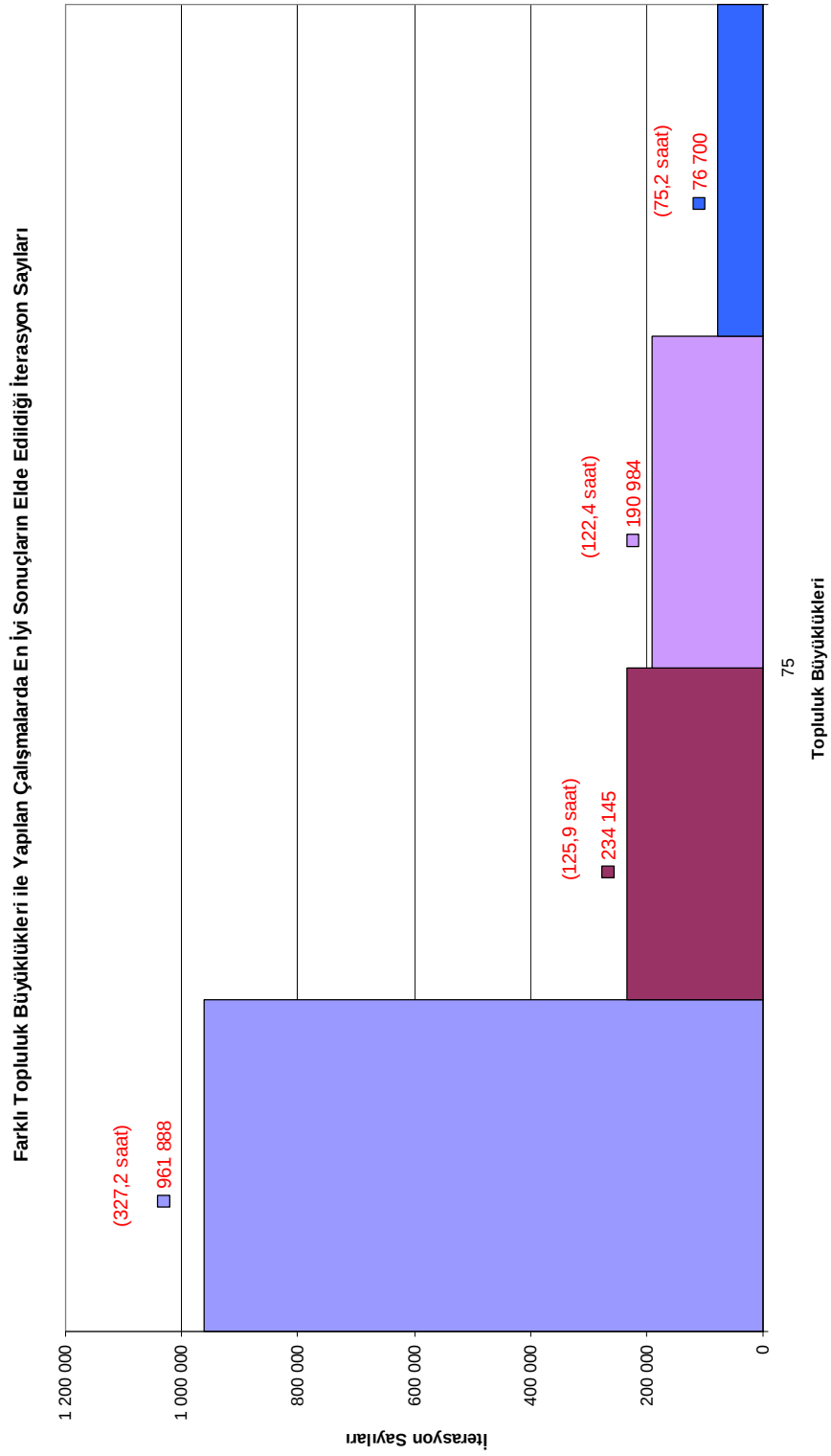
İçme suyu şebekelerinde farklı aralık sayıları kullanılarak bulunan sonuçlar, birbirine yakın sonuçlar vermektedir. Gerçeğe en yakın çözümü bulabilmek amacıyla diğer GA değişkenlerinin çözümleri nasıl etkiledikleri de incelenmelidir. Şekil 5.23-5.25'te topluluk (yığın) miktarının değişimi ile bulunan sonuçlar görülmektedir.



Şekil 5.23. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümlerdeki hata miktarları



Şekil 5.24. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümler



Şekil 5.25. Farklı topluluk büyüklükleri ile yapılan çözümlerin elde edildiği iterasyon sayıları

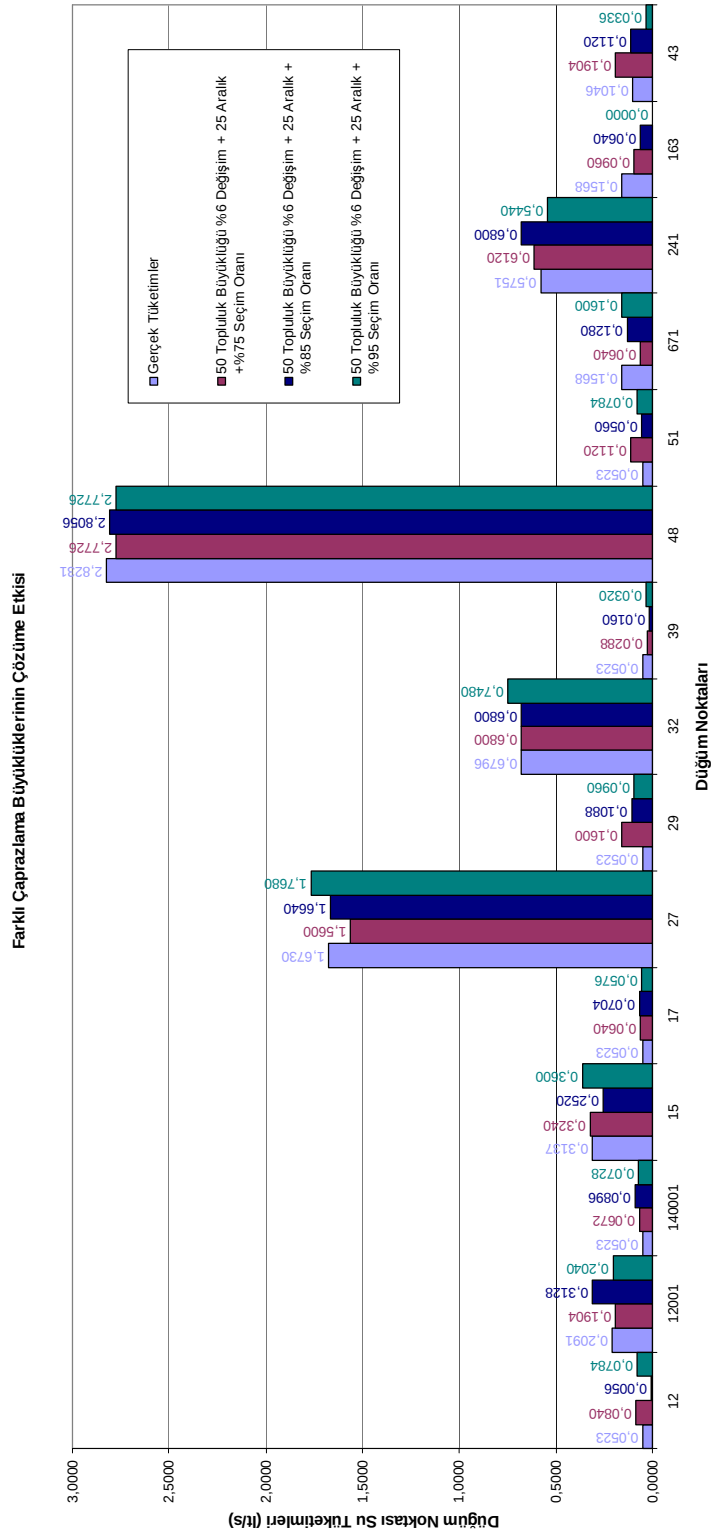
Not: Şekil 5.25'te parantez içerisinde verilen rakamlar, belirtilen çözümün kullanılan program ile yaklaşık elde edilme sürelerini belirtmektedir. Program çalışma süreleri, Intel Core 2 Quad 6600 2.40 Ghz, 8 GB RAM özellikleri bulunan bilgisayarda elde edilmiştir.

Topluluk (yığın) büyüklüklerinde yapılan değişiklikler çözümün bulunduğu iterasyon sayılarını doğrudan etkilemektedir. Şekil 5.25'te görüldüğü gibi topluluk sayısı arttıkça, gerçeğe en yakın çözümün bulunduğu iterasyon sayısı kısalmaktadır. Topluluk büyüklüğünün 25'ten 75'e çıkarılması durumunda çözümün bulunduğu iterasyon sayıları arasında 12 kattan fazla fark bulunmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki, çözüm uzayının büyümesinden dolayı her bir iterasyonun işlem süresi de artmaktadır. Şekil 5.24'te verilen çözümler ve şekil 5.23'te verilen çözümlerin hata miktarları incelendiğinde hatalar arasında büyük farklılıklar bulunmamaktadır. En iyi sonuç 50 topluluk büyüklüğünde elde edilirken, topluluk büyüklüğünün değiştirilmesi ile bulunan hata miktarları artmıştır. Topluluk büyüklüğünün çözümler üzerinde tek başına büyük bir etkisi bulunmamaktadır. Topluluk büyüklüğünün az alınarak işlem süresinin kısaltılması, çözümlerin sonuçlarında büyük hatalara sebep olmadığı izlenmiştir.

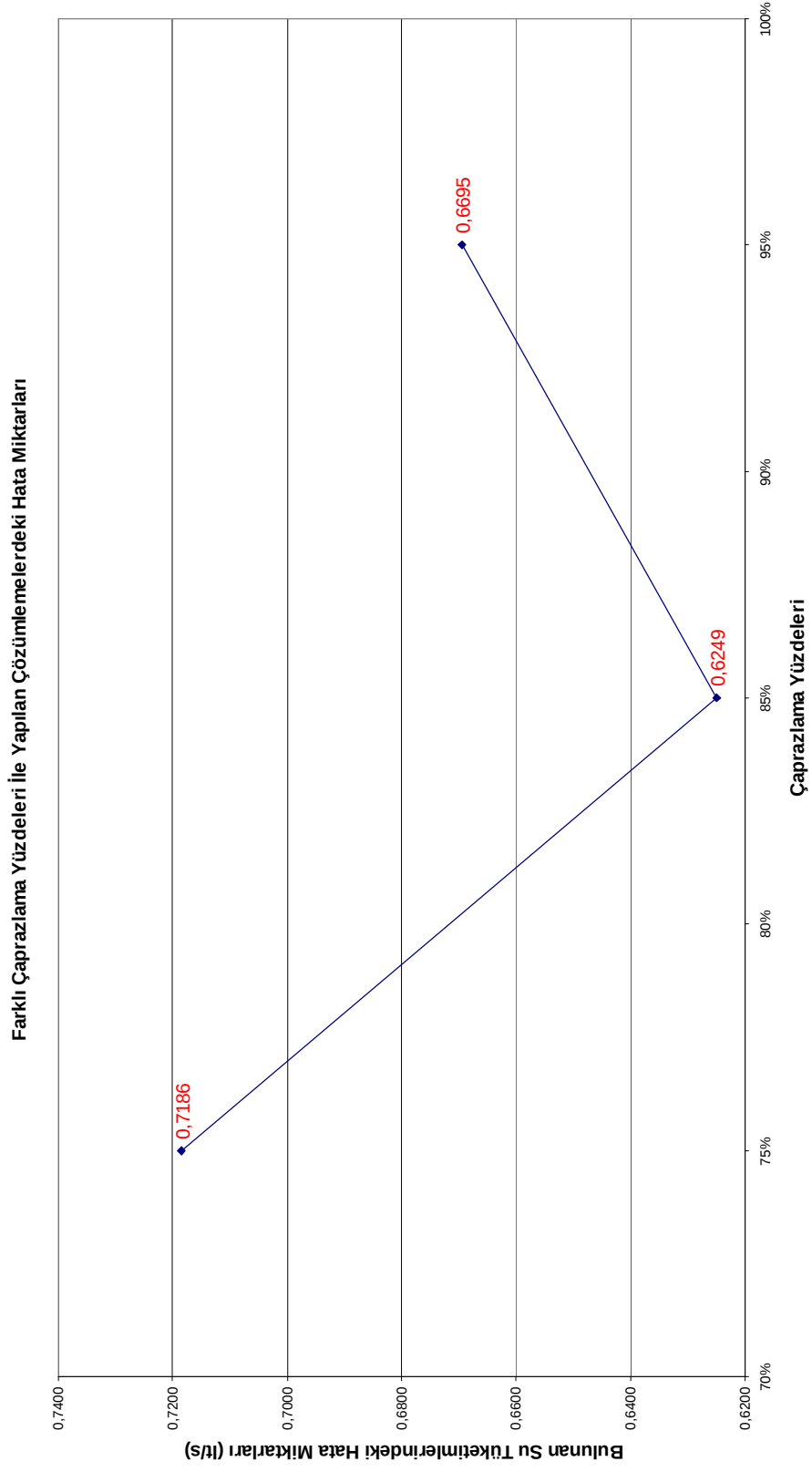
Çaprazlama yüzdelerinde yapılan değişikliklerin sonuçlara olan etkileri şekil 5.26'da verilmiştir. Çaprazlama yüzdeleri, GA değişkenlerindeki çaprazlama bölümünde kromozomların çaprazlamasını sağlayan ifadedir. Çaprazlama yüzdelerinde yapılan $\pm 10\%$ 'luk değişikliklerin etkisi şekil 5.27'de verilmiştir. Çaprazlama yüzdesi değişkeninde yapılan değişiklikler, çözümde bulunan hata miktarlarını büyük ölçülerde değiştirmemiştir.

GA değişkenlerinde yapılan değişikliklerin çözümler üzerindeki etkileri sırayla incelenmiştir. Değişkenlerde yapılan etkiler, çözümlerdeki hata miktarlarında az miktarlarda değişiklikler meydana gelmiştir. Çözümlere başlandığında GA değişkenlerinin doğru çözüm için alması gereken değerler bilinmemektedir. Ancak görülmektedir ki, çözümlere başlamak için değişkenlerin alacağı ilk değerler, çözümlerde büyük hatalara sebep olmamaktadır. Çözümlerde sonucu en çok etkileyen faktör, doğru düğüm noktalarından (hassas düğüm noktaları) flor ölçümlerini kullanmaktır. Yakacık Şebekesi üzerinde yapılan çalışmalarda şebeke genelinde hassaslığı fazla olan düğüm noktalarından alınacak flor konsantrasyonu ölçümleri ile şebekenin gerçek su tüketim

değerlerine yaklaşmak mümkündür. GA değişkenlerinde yapılacak değişiklikler ile de en uygun sonucun bulunabilmesi mümkündür.



Şekil 5.26. Farklı çaprazlama yüzdeleri ile yapılan çözümler



Şekil 5.27. Farklı çaprazlama yüzdeleri ile yapılan çözümlerdeki hata miktarları

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şebekelerde flor konsantrasyonları kullanılarak kalibrasyon yapılması daha önce bir çalışmada [Özdemir ve Uçaner, 2007] hayali (fiktif) bir şebeke üzerinde denenmiştir. Bu tez çalışmasında ise daha önce yapılan programa ek ve düzeltmeler getirilmiş ve Ankara Yakacık Köyü Şebekesi çalışılmıştır. Bilgisayar modelde (hayali) kabul edilebilir ölçülerde flor konsantrasyonu şebekeye verilmiş ve konsantrasyonun zaman içindeki dağılımı incelenmiştir. Mümkün olabilecek en az düğüm noktasından flor ölçümü alındığı varsayımı ile şebeke analiz edilmiştir.

Yakacık Şebekesi üzerinde farklı GA değişkenleri kullanılarak varsayılan su tüketim değerleri değiştirilen düğüm noktalarının, flor konsantrasyonları kullanılarak su tüketimleri yeniden bulunmaya çalışılmıştır. Düğüm noktası sayısının fazla olması ve GA değişkenlerinin çok çeşitli olabilmesi en uygun sonuca ulaşmak denemelerle mümkün olmuştur. Alınan sonuçlar, Yakacık Şebekesi'nin tek bir düğüm noktası üzerinden alınan flor konsantrasyonları ile analiz edilebildiğini göstermiştir. Değişkenlerin değiştirilmesi ile sonuçlarda bulunan hata miktarları azaltılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, su tüketimleri bilinmeyen bir şebeke üzerinde çalışılması durumunda çözümlere en hassas düğüm noktalarından alınacak flor konsantrasyonları ile başlamak en doğru yaklaşım olacaktır. Gerçek su tüketimlerinin bilinmemesinden ötürü, bulunan sonuçların en iyi sonuçlar olup olmadığı anlamak zorlaşmaktadır. Bunun için farklı GA değişkenleri kullanılarak çözümler yapılmalı ve bulunan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Bulunacak sonuçların aynı su tüketimlerini göstermesi sonucun bulunduğunu işaret edebilmektedir. Tek nokta ölçümlerinin yetersiz kaldığı durumlarda flor ölçümü alınan düğüm noktası sayısı arttırılarak çözümlere devam edilmelidir. Unutulmamalıdır ki, yeni flor ölçümü alınacak düğüm noktalarını şebekedeki en hassas düğüm noktalarından seçmek, en iyi çözüme giden yolu kısaltacaktır.

Flor ölçümlerinin kullanılması ile bulunacak su tüketimleri, kayda geçirilmiş (faturalandırılmış) su tüketimleri ile karşılaştırılarak şebekede herhangi bir su kaybı veya kaçağı olup olmadığı tespit edilebilir. Yüksek oranlarda su kayıp ve kaçakları bulunan içme suyu şebekelerinde su kayıp, kaçak oranı azaltılabilir. Herhangi bir su kayıp ve kaçağı konu edilen metod ile tespit edilen bölgede daha detaylı çalışmalar (örneğin akustik yöntemle kaçak arama) yapılarak kaçak miktarı azaltılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Al-Omari, A.S. ve Abdulla, F.A., "A model for the determination of residential water demand by the use of tracers", **Advances in Engineering Software**, 40: 85-94 (2009).
2. Bhave, P.R., "Calibrating Water Distribution Network Models", **Journal of Environmental Engineering**, 114 (1): 120-136 (1988).
3. Giustolisi, O., Savic, D. ve Kapelan, Z., "Pressure-Driven Demand and Leakage Simulation for Water Distribution Networks", **Journal Hydraulic Engineering**, 134 (5): 626-635 (2008).
4. Goldberg, D.E., "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", **Addison-Wesley Longman**, Mass, 10-256 (1989).
5. Holland, J.H., "Adaptation in Natural and Artificial Systems", **The University of Michigan Press**, Ann Arbor, Michigan, A.B.D. 25-96 (1975).
6. Jonkergouw, P.M.R., Khu, S.T., Kapelan, Z.S. ve Savic, D.A., "Water Quality Model Calibration Under Unknown Demands", **Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE**, 134 (4): 326-336 (2008).
7. Kapelan, Z.S., Savic, D.A. ve Walters, G. A., "Multiobjective Sampling Design for Water Distribution Model Calibration", **Journal of Water Resources Planning and Management-ASCE**, 129 (6): 466-479 (2003).
8. Ormsbee, L.E., "Implicit Network Calibration", **Journal of Water Resources Planning and Management**, 115 (2): 243-257 (1989).
9. Özdemir, N.O. ve Uçaner, E., "Validation of the Genetic Algorithms For the Hydraulic Calibration of a Water Supply Network", **Fresenius Environmental Bulletin**, 16 (3): 1-8 (2007).
10. Rossman, L.A., "EPANET User's Manual", Environmental Protection Agency, **EPA**, Cincinnati, A.B.D., 9-131 (1993).
11. Rougier, J.C., "Probabilistic Leak Detection in Pipelines Using the Mass Imbalance Approach", **Journal of Hydraulic Research**, 43(5): 556-566 (2005).
12. Samsunlu, A., "Çevre Mühendisliği Kimyası", **Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları**, İstanbul, 352-359 (1999).

13. Savic, D.A., Kapelan, Z.S. ve Jonkergouw, P.M.R., "Quo vadis Water Distribution Model Calibration?", **Urban Journal Water**, 6 (1): 3-22 (2009).
14. Thornton, J., "Water Loss Control Manual", **McGraw-Hill**, New York, 59-241 (2002).
15. WHO, "Guidelines for Drinking-Water Quality", **World Health Organization**, Second Addendum to Third Edition, Geneva, 1: 47-50 (2004).
16. Vitkovsky, J.P., Simpson, A.R. ve Lambert M.F., "Leak Detection and Calibration Using Transients and Genetic Algorithms", **Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE**, 126 (4): 262-265 (2000).
17. Zheng, W.Y. ve Sage, P., "Water Loss Detection Via Genetic Algorithm Optimization-Based Model Calibration", **ASCE 8th Annual International Symposium on Water Distribution System Analysis**, Ohio, A.B.D., 1-11 (2006).

EKLER

EK-1 Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4434598.968	480312.955	1	1031.900	1030.80
H29C21A02D	22	4434536.672	480339.517	1/D1	1027.800	1026.70
H29C21A02D	22	4434455.744	480351.801	1/D2	1020.850	1019.75
H29C21A02D	11	4434612.577	480397.167	1/KT1	1023.500	1022.40
H29C21A02D	11	4434449.605	480353.165	1/KT2	1020.700	1019.60
H29C21A02D	22	4432918.228	480691.064	2	974.100	973.00
H29C21A02D	22	4432913.135	480690.450	2/D1	974.200	973.10
H29C21A02D	22	4432962.743	480608.278	2/D2	972.600	971.50
H29C21A02D	22	4432822.444	480821.127	2/D3	987.100	986.00
H29C21A02D	22	4432804.322	480815.841	2/D4	988.220	987.12
H29C21A02D	06	4432932.627	480671.555	2/YM1	973.050	971.95
H29C21A02D	06	4432927.890	480669.187	2/YMD1	973.100	972.00
H29C21A02D	22	4432770.758	480759.420	3/D1	995.600	994.50
H29C21A02D	11	4432704.746	480697.632	3/KT1	1006.100	1005.00
H29C21A02D	22	4432856.611	480883.330	4	969.500	968.40
H29C21A02D	22	4432810.402	480945.956	4/D1	968.800	967.70
H29C21A02D	22	4432774.529	480974.836	4/D2	967.830	966.73
H29C21A02D	22	4432715.552	481050.534	4/D3	965.500	964.40
H29C21A02D	11	4432656.940	481115.648	4/KT1	963.100	962.00
H29C21A02D	06	4432655.054	481111.640	4/YM1	963.170	962.07
H29C21A02D	06	4432658.094	481114.680	4/YMD1	963.200	962.10
H29C21A02D	11	4433181.228	480438.318	5/KT1	986.700	985.60
H29C21A02D	22	4433262.257	480414.588	6/D1	992.200	991.10
H29C21A02D	11	4433192.803	480435.424	6/KT1	987.100	986.00
H29C21A02D	22	4435022.443	480406.152	7	1044.150	1043.05
H29C21A02D	22	4435197.117	480453.242	7/A	1062.100	1061.00
H29C21A02D	22	4435084.164	480438.600	7/D1	1052.050	1050.95
H29C21A02D	22	4433461.357	480432.530	7/D2	992.300	991.20
H29C21A02D	10	4435026.377	480408.839	7/HV1	1044.850	1043.75
H29C21A02D	06	4435036.926	480409.656	7/YM1	1045.050	1043.95
H29C21A02D	22	4435034.680	480413.195	7/YMD1	1045.100	1044.00
H29C21A02D	22	4433834.855	480485.769	8	999.870	998.77
H29C21A02D	22	4433871.356	480478.832	8/D1	1000.800	999.70
H29C21A02D	22	4433867.313	480470.856	8/D2	1001.050	999.95
H29C21A02D	22	4433855.995	480439.841	8/D3	1002.030	1000.93
H29C21A02D	22	4433862.315	480378.546	8/D4	1006.050	1004.95
H29C21A02D	22	4433858.347	480328.423	8/D5	1007.820	1006.72
H29C21A02D	22	4433848.351	480296.526	8/D6	1009.990	1008.89
H29C21A02D	22	4433837.406	480499.655	8/D7	999.420	998.32
H29C21A02D	22	4433835.139	480533.946	8/D8	997.320	996.22
H29C21A02D	22	4433801.698	480599.694	8/D9	993.200	992.10
H29C21A02D	11	4433858.494	480436.313	8/KT1	1002.300	1001.20
H29C21A02D	22	4433719.255	480634.051	10/D1	990.150	989.05
H29C21A02D	22	4433772.325	480629.438	10/D2	991.500	990.40
H29C21A02D	11	4433718.746	480649.307	10/KT1	990.200	989.10
H29C21A02D	22	4433835.489	480191.871	12	1016.400	1015.30
H29C21A02D	22	4433830.171	480213.770	12/D1	1015.100	1014.00
H29C21A02D	22	4433832.674	480141.817	12/D2	1019.400	1018.30
H29C21A02D	22	4433817.970	480086.758	12/D3	1022.820	1021.72
H29C21A02D	01	4434893.330	480321.826	12/BR1	1035.300	1034.20
H29C21A02D	10	4434894.393	480322.520	12/HV1	1035.400	1034.30

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4433728.550	480254.337	13	1008.900	1007.80
H29C21A02D	22	4433607.652	480147.492	14	1015.300	1014.20
H29C21A02D	22	4433729.620	480091.718	14/D1	1020.500	1019.40
H29C21A02D	06	4433600.077	480139.526	14/YM1	1016.230	1015.13
H29C21A02D	22	4433603.249	480138.258	14/YMD1	1016.200	1015.10
H29C21A02D	22	4433297.884	480108.470	15	989.500	988.40
H29C21A02D	22	4433269.643	480100.011	15/D1	989.500	988.40
H29C21A02D	22	4433239.367	480069.321	15/D2	992.300	991.20
H29C21A02D	22	4433346.339	480163.048	15/D3	990.200	989.10
H29C21A02D	22	4433381.994	480172.900	15/D4	993.420	992.32
H29C21A02D	22	4433471.552	480265.732	16	1010.200	1009.10
H29C21A02D	22	4433411.582	480335.874	16/D1	1005.300	1004.20
H29C21A02D	22	4433551.839	480032.918	17	1007.700	1006.60
H29C21A02D	22	4433494.549	480068.111	17/D1	1000.100	999.00
H29C21A02D	22	4433479.941	480062.267	17/D2	999.100	998.00
H29C21A02D	22	4433469.034	480062.462	17/D3	998.800	997.70
H29C21A02D	22	4433372.732	480094.280	17/D4	994.200	993.10
H29C21A02D	22	4433331.503	480097.334	17/D5	992.800	991.70
H29C21A02D	22	4433527.346	479953.922	18	1020.400	1019.30
H29C21A02D	22	4433231.902	480025.774	19	995.200	994.10
H29C21A02D	22	4433224.188	480005.472	19/D1	996.300	995.20
H29C21A02D	22	4433186.609	479948.504	19/D2	998.280	997.18
H29C21A02D	22	4433163.869	479948.025	19/D3	998.100	997.00
H29C21A02D	22	4433152.619	479926.722	19/D4	999.420	998.32
H29C21A02D	22	4433262.545	480644.866	1A/D1	979.500	978.40
H29C21A02D	22	4433312.509	480655.334	1A/D2	979.220	978.12
H29C21A02D	22	4433141.321	479842.620	21	1006.200	1005.10
H29C21A02D	22	4433112.044	480141.070	22	993.120	992.02
H29C21A02D	22	4433128.633	480100.011	22/D1	991.300	990.20
H29C21A02D	22	4433114.532	480118.259	22/D2	991.600	990.50
H29C21A02D	22	4433416.397	479697.802	23/D1	1039.100	1038.00
H29C21A02D	22	4433308.722	479668.634	23/D2	1029.400	1028.30
H29C21A02D	22	4433158.225	479671.116	24	1022.900	1021.80
H29C21A02D	22	4433139.917	479677.322	24/D1	1022.500	1021.40
H29C21A02D	22	4433111.990	479704.939	24/D2	1021.200	1020.10
H29C21A02D	06	4433186.152	479663.979	24/YM1	1023.500	1022.40
H29C21A02D	06	4433186.152	479668.634	24/YMD1	1023.450	1022.35
H29C21A02D	22	4433140.383	479833.707	25	1008.300	1007.20
H29C21A02D	22	4433139.914	479776.471	25/D1	1012.400	1011.30
H29C21A02D	22	4432981.698	479859.371	26/D1	1016.100	1015.00
H29C21A02D	22	4432991.982	479843.512	26/D2	1017.180	1016.08
H29C21A02D	22	4433025.560	479815.633	26/D3	1019.470	1018.37
H29C21A02D	22	4433045.880	479805.597	26/D4	1018.520	1017.42
H29C21A02D	22	4433069.917	479785.897	26/D5	1018.470	1017.37
H29C21A02D	11	4432973.698	479904.857	26/KT1	1013.900	1012.80
H29C21A02D	22	4434304.681	480372.738	27	1015.080	1013.98
H29C21A02D	22	4434325.030	480362.079	27/D1	1016.400	1015.30
H29C21A02D	22	4434260.755	480293.929	27/D2	1013.700	1012.60
H29C21A02D	10	4434306.404	480371.877	27/HV1	1015.100	1014.00
H29C21A02D	10	4434304.358	480371.338	27/HV2	1015.060	1013.96
H29C21A02D	10	4434303.553	480373.590	27/HV3	1015.030	1013.93
H29C21A02D	10	4434305.629	480373.593	27/HV4	1015.100	1014.00
H29C21A02D	06	4434348.608	480341.193	27/YM1	1017.570	1016.47

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4434344.942	480338.412	27/YMD1	1017.600	1016.50
H29C21A02D	22	4434728.246	480062.362	28	1043.050	1041.95
H29C21A02D	22	4434747.453	480065.058	28/D1	1042.700	1041.60
H29C21A02D	22	4434776.516	480094.097	29	1044.300	1043.20
H29C21A02D	22	4434886.619	480156.712	29/D1	1053.920	1052.82
H29C21A02D	22	4434835.400	480136.494	29/D2	1053.200	1052.10
H29C21A02D	22	4434783.845	480101.450	29/D3	1047.200	1046.10
H29C21A02D	11	4434376.009	480653.536	29/KT1	1007.970	1006.87
H29C21A02D	06	4434773.450	480097.017	29/YM1	1044.250	1043.15
H29C21A02D	22	4434147.411	480616.243	30	1001.720	1000.62
H29C21A02D	22	4434174.599	480598.118	30/D1	1004.300	1003.20
H29C21A02D	22	4434148.790	480627.079	30/D2	1001.500	1000.40
H29C21A02D	22	4434117.268	480680.864	30/D3	996.700	995.60
H29C21A02D	22	4434107.811	480640.279	30/D4	999.600	998.50
H29C21A02D	22	4434080.229	480663.724	30/D5	999.240	998.14
H29C21A02D	22	4434038.462	480684.016	30/D6	996.990	995.89
H29C21A02D	22	4433988.420	480701.945	30/D7	993.270	992.17
H29C21A02D	10	4434149.578	480615.061	30/HV1	1001.800	1000.70
H29C21A02D	06	4434160.808	480602.846	30/YM1	1002.420	1001.32
H29C21A02D	22	4434163.172	480606.393	30/YMD1	1002.470	1001.37
H29C21A02D	22	4433928.528	480732.285	31	992.100	991.00
H29C21A02D	22	4433951.185	480726.177	31/D1	992.500	991.40
H29C21A02D	22	4433928.725	480733.861	31/D2	992.150	991.05
H29C21A02D	22	4433878.092	480732.876	31/D3	991.310	990.21
H29C21A02D	22	4433829.233	480723.616	31/D4	989.920	988.82
H29C21A02D	22	4434501.256	480033.081	32	1040.550	1039.45
H29C21A02D	22	4434568.222	480038.153	32/D1	1042.700	1041.60
H29C21A02D	22	4434601.201	480050.968	32/D2	1043.200	1042.10
H29C21A02D	10	4434501.450	480032.453	32/HV1	1040.600	1039.50
H29C21A02D	06	4434499.584	480030.426	32/YM1	1040.620	1039.52
H29C21A02D	22	4434501.749	480031.485	32/YMD1	1040.610	1039.51
H29C21A02D	22	4433878.269	480815.504	33/D1	988.050	986.95
H29C21A02D	11	4433848.024	480842.765	33/KT1	986.600	985.50
H29C21A02D	22	4434113.722	480743.121	34	992.900	991.80
H29C21A02D	22	4434118.056	480762.625	34/D1	992.050	990.95
H29C21A02D	22	4434642.530	481004.367	35/A	1009.620	1008.52
H29C21A02D	22	4434604.543	480990.760	35/D1	1008.200	1007.10
H29C21A02D	22	4434589.234	480993.595	35/D2	1008.100	1007.00
H29C21A02D	22	4434541.325	481035.834	35/D3	1009.250	1008.15
H29C21A02D	22	4434524.316	481042.638	35/D4	1009.200	1008.10
H29C21A02D	22	4434131.399	480881.977	35/D5	994.350	993.25
H29C21A02D	22	4434158.481	480960.341	35/D6	996.700	995.60
H29C21A02D	22	4434156.752	480990.880	35/D7	998.050	996.95
H29C21A02D	22	4434198.527	481096.037	35/D8	1003.700	1002.60
H29C21A02D	22	4434274.586	481177.282	35/D9	1007.200	1006.10
H29C21A02D	01	4434139.793	481035.154	35/BR1	1000.300	999.20
H29C21A02D	01	4434138.890	481037.553	35/BR2	1000.350	999.25
H29C21A02D	22	4434296.482	481165.182	35/D10	1007.320	1006.22
H29C21A02D	22	4434355.255	481089.987	35/D11	1008.520	1007.42
H29C21A02D	22	4434377.727	481077.599	35/D12	1008.630	1007.53
H29C21A02D	10	4434140.906	481039.569	35/HV1	1000.420	999.32
H29C21A02D	22	4434112.891	481081.671	36/D1	1005.100	1004.00
H29C21A02D	22	4434072.392	481130.566	36/D2	1003.420	1002.32

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	11	4434050.414	481181.190	36/KT1	1021.400	1020.30
H29C21A02D	22	4434237.617	480184.147	37	1015.200	1014.10
H29C21A02D	22	4434488.863	480099.381	38	1032.300	1031.20
H29C21A02D	22	4434380.346	480091.755	38/D1	1027.400	1026.30
H29C21A02D	22	4434289.696	480156.691	38/D2	1019.200	1018.10
H29C21A02D	11	4434415.646	480085.653	38/KT1	1031.200	1030.10
H29C21A02D	22	4434201.226	480166.497	39	1015.100	1014.00
H29C21A02D	22	4434187.280	480186.762	39/D1	1013.200	1012.10
H29C21A02D	11	4434252.217	480076.065	40/KT1	1022.500	1021.40
H29C21A02D	22	4434097.111	480169.489	41	1013.500	1012.40
H29C21A02D	22	4434048.885	480114.918	41/D1	1017.700	1016.60
H29C21A02D	22	4434005.679	480074.952	41/D2	1022.420	1021.32
H29C21A02D	22	4433947.015	480089.149	41/D3	1023.600	1022.50
H29C21A02D	22	4434043.718	480219.604	42	1012.100	1011.00
H29C21A02D	22	4434054.165	480227.640	42/D1	1011.800	1010.70
H29C21A02D	22	4434060.862	480195.228	42/D2	1013.270	1012.17
H29C21A02D	22	4433865.990	480478.205	45/N6	1000.630	999.53
H29C21A02D	22	4434175.318	480411.350	45	1008.500	1007.40
H29C21A02D	22	4434273.726	480388.838	45/D1	1013.720	1012.62
H29C21A02D	22	4434145.732	480360.967	45/D2	1007.700	1006.60
H29C21A02D	10	4434174.761	480409.473	45/HV1	1008.430	1007.33
H29C21A02D	22	4434059.162	480454.883	46/N6	1004.700	1003.60
H29C21A02D	22	4434314.374	480383.718	46	1015.200	1014.10
H29C21A02D	22	4434295.669	480426.646	46/D1	1012.300	1011.20
H29C21A02D	22	4434295.399	480457.060	46/D2	1011.420	1010.32
H29C21A02D	22	4434291.228	480478.322	46/D3	1011.050	1009.95
H29C21A02D	22	4434259.065	480502.411	46/D4	1010.020	1008.92
H29C21A02D	22	4434235.111	480530.402	46/D5	1009.030	1007.93
H29C21A02D	22	4434246.415	480560.681	46/D6	1010.430	1009.33
H29C21A02D	22	4434276.694	480613.030	46/D7	1010.270	1009.17
H29C21A02D	22	4434295.130	480643.174	46/D8	1009.520	1008.42
H29C21A02D	22	4434307.915	480651.787	46/D9	1009.970	1008.87
H29C21A02D	22	4434342.904	480658.515	46/D10	1008.930	1007.83
H29C21A02D	22	4434511.183	480150.085	47	1031.700	1030.60
H29C21A02D	22	4434470.602	480217.117	47/D1	1026.600	1025.50
H29C21A02D	01	4434159.076	480016.373	47/BR1	1027.200	1026.10
H29C21A02D	22	4434500.943	480033.065	48	1040.520	1039.42
H29C21A02D	22	4434497.550	480067.741	48/D1	1037.500	1036.40
H29C21A02D	10	4434500.798	480034.462	48/HV1	1040.420	1039.32
H29C21A02D	22	4434512.250	480103.924	49	1035.300	1034.20
H29C21A02D	11	4434418.043	480087.614	50/KT1	1031.300	1030.20
H29C21A02D	22	4434518.469	480130.685	51	1033.700	1032.60
H29C21A02D	22	4434567.520	480178.036	52	1029.500	1028.40
H29C21A02D	22	4434610.624	480057.187	53	1042.700	1041.60
H29C21A02D	22	4434633.616	480079.802	53/D1	1039.300	1038.20
H29C21A02D	22	4434631.543	480096.386	53/D2	1038.700	1037.60
H29C21A02D	22	4434563.510	480122.581	53/D3	1035.200	1034.10
H29C21A02D	10	4434611.567	480059.260	53/HV1	1042.750	1041.65
H29C21A02D	22	4434512.198	480000.985	54	1043.600	1042.50
H29C21A02D	22	4434489.195	479975.742	55	1045.500	1044.40
H29C21A02D	22	4434458.630	479960.973	55/D1	1045.590	1044.49
H29C21A02D	11	4434400.577	479925.074	55/KT1	1046.200	1045.10
H29C21A02D	22	4434530.681	479984.500	56	1047.300	1046.20

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4434731.492	480046.942	56/A	1043.100	1042.00
H29C21A02D	22	4434625.342	479962.271	56/D1	1051.500	1050.40
H29C21A02D	22	4434592.123	479962.771	56/D2	1050.700	1049.60
H29C21A02D	22	4434514.084	479940.272	56/D3	1050.630	1049.53
H29C21A02D	22	4434465.461	479863.544	56/D4	1064.600	1063.50
H29C21A02D	22	4434355.771	479709.284	57/D1	1084.300	1083.20
H29C21A02D	22	4434399.320	479747.856	57/D2	1077.500	1076.40
H29C21A02D	22	4434417.574	479798.351	57/D3	1072.400	1071.30
H29C21A02D	11	4434320.688	479659.583	57/KT1	1093.600	1092.50
H29C21A02D	22	4434902.332	479879.349	58	1070.700	1069.60
H29C21A02D	22	4434901.583	479898.331	58/D1	1068.400	1067.30
H29C21A02D	22	4434894.339	479911.069	58/D2	1066.300	1065.20
H29C21A02D	22	4434862.370	479946.536	58/D3	1062.300	1061.20
H29C21A02D	22	4434822.657	479976.008	58/D4	1057.400	1056.30
H29C21A02D	22	4434815.414	479989.495	58/D5	1055.100	1054.00
H29C21A02D	22	4434796.681	480005.730	58/D6	1050.200	1049.10
H29C21A02D	22	4434758.717	480020.966	58/D7	1045.600	1044.50
H29C21A02D	22	4434271.206	480022.248	59	1030.300	1029.20
H29C21A02D	22	4434429.085	480025.998	59/D1	1037.200	1036.10
H29C21A02D	22	4434373.105	480013.161	59/D2	1033.100	1032.00
H29C21A02D	22	4434184.474	480007.493	59/D3	1027.500	1026.40
H29C21A02D	22	4434230.296	480021.168	59/D4	1029.600	1028.50
H29C21A02D	10	4434271.630	480020.280	59/HV1	1030.320	1029.22
H29C21A02D	06	4434277.224	480008.400	59/YM1	1032.010	1030.91
H29C21A02D	22	4434274.462	480007.917	59/YMD1	1032.000	1030.90
H29C21A02D	22	4434281.244	479985.350	60	1033.850	1032.75
H29C21A02D	22	4434315.859	479934.968	60/D1	1042.100	1041.00
H29C21A02D	22	4434314.862	479925.362	60/D2	1043.500	1042.40
H29C21A02D	22	4434263.331	479909.099	60/D3	1047.900	1046.80
H29C21A02D	22	4434236.157	479874.998	60/D4	1053.600	1052.50
H29C21A02D	22	4434207.562	479864.342	60/D5	1054.620	1053.52
H29C21A02D	22	4434146.821	479859.724	60/D6	1056.300	1055.20
H29C21A02D	22	4434112.365	479845.161	61	1057.000	1055.90
H29C21A02D	22	4434054.159	479799.229	61/D1	1063.600	1062.50
H29C21A02D	22	4434048.026	479779.951	61/D2	1065.900	1064.80
H29C21A02D	22	4434054.744	479753.372	61/D3	1070.000	1068.90
H29C21A02D	22	4434026.704	479740.812	61/D4	1071.200	1070.10
H29C21A02D	11	4433976.757	479732.634	62/KT1	1073.600	1072.50
H29C21A02D	22	4434120.535	479958.651	63	1036.100	1035.00
H29C21A02D	22	4434087.856	479886.720	63/D1	1048.200	1047.10
H29C21A02D	22	4434091.763	479901.995	63/D2	1046.900	1045.80
H29C21A02D	22	4434114.319	479932.365	63/D3	1039.750	1038.65
H29C21A02D	22	4434164.937	479954.566	63/D4	1037.200	1036.10
H29C21A02D	22	4434186.782	479956.342	63/D5	1036.900	1035.80
H29C21A02D	22	4434212.535	479960.960	63/D6	1036.700	1035.60
H29C21A02D	22	4434127.284	480000.921	64	1029.700	1028.60
H29C21A02D	22	4434147.887	480005.894	64/D1	1028.500	1027.40
H29C21A02D	22	4434080.978	479994.679	64/D2	1032.600	1031.50
H29C21A02D	22	4434025.562	479980.023	64/D3	1034.300	1033.20
H29C21A02D	22	4433927.095	479935.599	64/D4	1038.400	1037.30
H29C21A02D	10	4434127.107	479999.145	64/HV1	1029.800	1028.70
H29C21A02D	22	4433897.326	479907.661	65	1036.500	1035.40
H29C21A02D	22	4433857.939	479868.961	65/D1	1036.050	1034.95

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4433819.926	479846.749	65/D2	1036.100	1035.00
H29C21A02D	22	4433887.250	479953.460	65/D3	1032.300	1031.20
H29C21A02D	22	4433898.928	480033.837	65/D4	1026.050	1024.95
H29C21A02D	22	4433864.579	480045.286	65/D5	1024.400	1023.30
H29C21A02D	22	4433837.329	480081.238	66	1022.800	1021.70
H29C21A02D	22	4433841.222	480062.461	66/D1	1023.250	1022.15
H29C21A02D	22	4433943.811	480085.589	66/D2	1023.600	1022.50
H29C21A02D	22	4434092.428	480048.263	66/D3	1025.520	1024.42
H29C21A02D	22	4433820.384	480081.696	66/D4	1023.400	1022.30
H29C21A02D	06	4433834.123	480071.850	66/YM1	1022.950	1021.85
H29C21A02D	22	4433838.703	480072.079	66/YMD1	1022.920	1021.82
H29C21A02D	22	4432709.405	480451.609	67	963.820	962.72
H29C21A02D	22	4432656.918	480446.111	67/D1	962.820	961.72
H29C21A02D	22	4432577.021	480425.475	67/D2	961.800	960.70
H29C21A02D	22	4432501.621	480415.686	67/D3	957.120	956.02
H29C21A02D	11	4432709.600	480448.525	67/HV1	963.800	962.70
H29C21A02D	22	4432377.943	480427.386	68	954.300	953.20
H29C21A02D	22	4433561.245	479477.894	72	1061.100	1060.00
H29C21A02D	22	4433371.753	479165.109	72/D1	1059.300	1058.20
H29C21A02D	22	4433527.138	479405.858	72/D2	1065.700	1064.60
H29C21A02D	22	4433496.082	479280.377	72/D3	1063.500	1062.40
H29C21A02D	22	4433498.600	479218.685	72/D4	1059.100	1058.00
H29C21A02D	22	4433486.010	479206.095	72/D5	1058.900	1057.80
H29C21A02D	22	4433439.007	479217.006	72/D6	1065.700	1064.60
H29C21A02D	22	4433294.125	479205.684	72/D7	1055.200	1054.10
H29C21A02D	22	4433259.582	479216.459	72/D8	1052.100	1051.00
H29C21A02D	22	4433200.636	479247.834	72/D9	1049.600	1048.50
H29C21A02D	22	4433170.213	479274.771	72/D10	1047.600	1046.50
H29C21A02D	22	4433154.050	479312.800	72/D11	1046.830	1045.73
H29C21A02D	10	4433558.536	479477.994	72/HV1	1062.050	1060.95
H29C21A02D	11	4433073.580	479374.132	72/KT1	1042.100	1041.00
H29C21A02D	06	4433118.239	479346.710	72/YM1	1043.270	1042.17
H29C21A02D	22	4433120.774	479350.196	72/YMD1	1043.300	1042.20
H29C21A02D	22	4433551.612	479400.708	73	1068.400	1067.30
H29C21A02D	10	4433551.793	479402.217	73/HV1	1068.320	1067.22
H29C21A02D	06	4433559.538	479353.589	73/YM1	1069.720	1068.62
H29C21A02D	22	4433556.084	479353.481	73/YMD1	1069.700	1068.60
H29C21A02D	22	4433500.561	479585.232	77	1049.800	1048.70
H29C21A02D	22	4433499.854	479667.774	77/D1	1046.600	1045.50
H29C21A02D	22	4433457.434	479555.538	77/D2	1050.900	1049.80
H29C21A02D	22	4433435.517	479499.509	79	1050.700	1049.60
H29C21A02D	11	4433364.111	479522.486	79/KT1	1048.200	1047.10
H29C21A02D	22	4433591.304	480556.898	7A	990.300	989.20
H29C21A02D	22	4433677.821	480523.977	7A/D1	992.600	991.50
H29C21A02D	22	4433365.280	480365.392	7B	1002.500	1001.40
H29C21A02D	22	4433631.052	479819.279	86	1044.400	1043.30
H29C21A02D	22	4433604.729	479768.349	86/D2	1047.210	1046.11
H29C21A02D	22	4433693.140	479861.625	86/D3	1044.620	1043.52
H29C21A02D	10	4433633.913	479816.417	86/HV1	1044.430	1043.33
H29C21A02D	06	4433642.211	479819.565	86/YM1	1044.550	1043.45
H29C21A02D	22	4433638.491	479825.287	86/YMD1	1044.520	1043.42
H29C21A02D	22	4433496.048	479735.343	88	1044.600	1043.50
H29C21A02D	22	4433496.711	479729.003	88/D1	1044.620	1043.52

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4433575.831	479776.074	88/D2	1042.900	1041.80
H29C21A02D	10	4433498.759	479736.594	88/HV1	1044.630	1043.53
H29C21A02D	22	4433009.917	480551.326	24A	974.500	973.40
H29C21A02D	22	4433045.826	480574.110	24A/D1	974.430	973.33
H29C21A02D	22	4433980.193	480978.007	35B/D1	996.600	995.50
H29C21A02D	22	4433914.683	480982.252	35B/D2	995.300	994.20
H29C21A02D	22	4433881.851	480987.625	35B/D3	995.720	994.62
H29C21A02D	22	4433846.830	480998.171	35B/D4	994.420	993.32
H29C21A02D	11	4433837.478	480993.992	35B/KT1	994.200	993.10
H29C21A02D	22	4433659.963	479242.893	65A	1089.600	1088.50
H29C21A02D	22	4433549.442	479286.351	66A	1071.820	1070.72
H29C21A02D	22	4433575.463	479275.620	66A/D1	1075.960	1074.86
H29C21A02D	22	4433608.727	479267.304	66A/D2	1080.500	1079.40
H29C21A02D	22	4433697.788	479346.172	73A	1088.800	1087.70
H29C21A02D	22	4433639.040	479363.877	73A/D1	1078.900	1077.80
H29C21A02D	22	4433740.350	479875.931	85A	1043.770	1042.67
H29C21A02D	22	4433738.061	479873.356	85A/D1	1043.800	1042.70
H29C21A02D	22	4433749.506	479895.387	85A/D2	1042.620	1041.52
H29C21A02D	22	4433761.523	479964.914	85A/D3	1037.350	1036.25
H29C21A02D	22	4433502.608	480588.180	2BASKIR	987.150	986.05
H29C21A02D	22	4431811.981	480880.826	K1	932.900	931.80
H29C21A02D	22	4431927.698	480769.700	K3	936.100	935.00
H29C21A02D	22	4431966.729	480702.199	K5	939.100	938.00
H29C21A02D	22	4432063.160	480651.687	K7	942.150	941.05
H29C21A02D	22	4432145.815	480553.879	K9	945.100	944.00
H29C21A02D	22	4432215.613	480519.439	K11	948.200	947.10
H29C21A02D	22	4432308.829	480487.755	K13	951.050	949.95
H29C21A02D	22	4432371.280	480423.009	K15	954.400	953.30
H29C21A02D	22	4432503.069	480412.906	K17	957.100	956.00
H29C21A02D	22	4432658.736	480443.672	K21	962.800	961.70
H29C21A02D	22	4432720.727	480449.642	K22	964.900	963.80
H29C21A02D	22	4432813.025	480440.458	K24	968.700	967.60
H29C21A02D	22	4432893.843	480445.509	K25	970.150	969.05
H29C21A02D	22	4433011.678	480555.399	K28	974.100	973.00
H29C21A02D	22	4433313.029	480657.829	K36	979.200	978.10
H29C21A02D	22	4433605.677	480555.093	K43	990.600	989.50
H29C21A02D	22	4433699.532	480519.322	K45	994.280	993.18
H29C21A02D	22	4434062.102	480456.318	K53/D1	1004.600	1003.50
H29C21A02D	01	4434081.386	480448.186	K53/BR1	1004.900	1003.80
H29C21A02D	10	4434133.615	480429.163	K54/HV1	1006.700	1005.60
H29C21A02D	22	4434273.854	480391.137	K57	1013.700	1012.60
H29C21A02D	22	4434388.362	480363.454	K59	1018.300	1017.20
H29C21A02D	22	4434537.758	480337.236	K61	1027.800	1026.70
H29C21A02D	22	4434602.798	480306.725	K63	1032.000	1030.90
H29C21A02D	22	4434660.044	480293.599	K65	1034.300	1033.20
H29C21A02D	22	4434899.211	480309.047	K73	1036.200	1035.10
H29C21A02D	22	4434920.294	480269.782	K74	1039.300	1038.20
H29C21A02D	22	4434925.003	480237.242	K75	1046.300	1045.20
H29C21A02D	22	4435017.715	480136.361	K80	1060.700	1059.60
H29C21A02D	22	4435116.422	480122.855	K82	1068.900	1067.80
H29C21A02D	22	4435291.538	480028.265	K86	1086.200	1085.10
H29C21A02D	22	4431812.899	480858.784	S.1	933.130	932.03
H29C21A02D	22	4432920.476	480456.530	S.2	971.400	970.30

EK-1 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi düğüm noktaları kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ DÜĞÜM NOKTALARI KOD TABLOSU

PAFTA NO	SEMBOL KODU	X	Y	DÜĞÜM NOKTASI NO	ZEMİN KOTU	AKAR KOTU
H29C21A02D	22	4434337.669	480360.398	S.3	1016.600	1015.50
H29C21A02D	22	4434423.596	480355.724	S.4	1019.200	1018.10
H29C21A02D	22	4434428.629	480353.927	S.5	1019.300	1018.20
H29C21A02D	22	4434438.336	480351.769	S.6	1019.700	1018.60
H29C21A02D	22	4434891.581	480325.626	S.7	1035.600	1034.50
H29C21A02D	22	4434910.545	480154.971	S.8	1053.900	1052.80
H29C21A02D	22	4435448.043	479880.631	S.9	1106.900	1105.80
H29C21A02D	22	4434911.041	480156.000	S.31	1053.810	1052.71
H29C21A02D	10	4434910.269	480156.038	S.31/HV1	1053.820	1052.72
H29C21A02D	10	4434908.914	480156.097	S.31/HV2	1053.830	1052.73
H29C21A02D	22	4434489.19	479975.42	55	1044.20	1043.10
H29C21A02D	11	4433980.50	480263.00	41/KT1	1009.35	1008.25
H29C21A02D	11	4434015.86	480263.00	42/KT1	1010.80	1009.70
H29C21A02D	22	4433100.20	480464.36	5/D1	980.10	979.00
H29C21A02D	11	4433793.57	480720.86	31/KT1	987.15	986.05
H29C21A02D	22	4433501.58	480585.75	2BASKIR/D1	987.10	986.00
H29C21A02D	01	4433986.90	480312.15	43	1007.23	1006.13
H29C21A02D	22	4433972.30	480341.80	44/D1	1006.42	1005.32
H29C21A02D	22	4433957.20	480348.72	44/D2	1006.11	1005.01
H29C21A02D	22	4433913.82	480354.12	44	1005.52	1004.42
H29C21A02D	22	4434491.73	480102.32	50	1032.35	1031.25

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	S.9	K86	4435448.043	479880.631	4435291.538	480028.265	300	215.15	1105.80	1085.10	20.70	9.621
H29C21A02D	K86	K82	4435291.538	480028.265	4435116.422	480122.855	300	199.03	1085.10	1067.80	17.30	8.692
H29C21A02D	K82	K80	4435116.422	480122.855	4435017.715	480136.361	300	99.63	1067.80	1059.60	8.20	8.231
H29C21A02D	K80	S.8	4435017.715	480136.361	4434910.545	480154.971	300	108.77	1059.60	1052.80	6.80	6.252
H29C21A02D	S.8	K75	4434910.545	480154.971	4434925.003	480237.242	300	83.53	1052.80	1045.20	7.60	9.098
H29C21A02D	K75	K74	4434925.003	480237.242	4434920.294	480269.782	300	32.88	1045.20	1038.20	7.00	21.290
H29C21A02D	K74	K73	4434920.294	480269.782	4434899.211	480309.047	300	44.57	1038.20	1035.10	3.10	6.956
H29C21A02D	K73	12/BR1	4434899.211	480309.047	4434893.330	480321.826	300	14.07	1035.10	1034.20	0.90	6.398
H29C21A02D	12/BR1	S.7	4434893.330	480321.826	4434891.581	480325.626	300	4.18	1034.20	1034.50	0.30	7.172
H29C21A02D	S.7	K65	4434891.581	480325.626	4434660.044	480293.599	300	233.74	1034.50	1033.20	1.30	0.556
H29C21A02D	K65	K63	4434660.044	480293.599	4434602.798	480306.725	300	58.73	1033.20	1030.90	2.30	3.916
H29C21A02D	K63	K61	4434602.798	480306.725	4434537.758	480337.236	300	71.84	1030.90	1026.70	4.20	5.846
H29C21A02D	K61	S.6	4434537.758	480337.236	4434438.336	480351.769	300	100.48	1026.70	1018.60	8.10	8.061
H29C21A02D	S.6	S.5	4434438.336	480351.769	4434428.629	480353.927	300	9.94	1018.60	1018.20	0.40	4.023
H29C21A02D	S.5	S.4	4434428.629	480353.927	4434423.596	480355.724	300	5.34	1018.20	1018.10	0.10	1.871
H29C21A02D	S.4	K59	4434423.596	480355.724	4434388.362	480363.454	300	36.07	1018.10	1017.20	0.90	2.495
H29C21A02D	K59	S.3	4434388.362	480363.454	4434337.669	480360.398	300	50.79	1017.20	1015.50	1.70	3.347
H29C21A02D	S.3	K57	4434337.669	480360.398	4434273.854	480391.137	300	70.83	1015.50	1012.60	2.90	4.094
H29C21A02D	K57	K54/HV1	4434273.854	480391.137	4434133.615	480429.163	300	145.30	1012.60	1005.60	7.00	4.818
H29C21A02D	K54/HV1	K53/BR1	4434133.615	480429.163	4434081.386	480448.186	300	55.59	1005.60	1003.80	1.80	3.238
H29C21A02D	K53/BR1	K45	4434081.386	480448.186	4433699.532	480519.322	300	388.42	1003.80	993.18	10.62	2.734
H29C21A02D	K45	K43	4433699.532	480519.322	4433605.677	480555.093	300	100.44	993.18	989.50	3.68	3.664
H29C21A02D	K43	2BASKIR	4433605.677	480555.093	4433502.608	480588.180	300	108.25	989.50	986.05	3.45	3.187
H29C21A02D	2BASKIR	K36	4433502.608	480588.180	4433313.029	480657.829	300	201.97	986.05	978.10	7.95	3.936
H29C21A02D	K36	K28	4433313.029	480657.829	4433011.678	480555.399	300	318.28	978.10	973.00	5.10	1.602
H29C21A02D	K28	S.2	4433011.678	480555.399	4432920.476	480456.530	300	134.51	973.00	970.30	2.70	2.007
H29C21A02D	S.2	K25	4432920.476	480456.530	4432893.843	480445.509	300	28.82	970.30	969.05	1.25	4.337
H29C21A02D	K25	K24	4432893.843	480445.509	4432813.025	480440.458	300	80.98	969.05	967.60	1.45	1.791
H29C21A02D	K24	K22	4432813.025	480440.458	4432720.727	480449.642	300	92.75	967.60	963.80	3.80	4.097
H29C21A02D	K22	67/HV1	4432720.727	480449.642	4432709.600	480448.525	300	11.18	963.80	962.70	1.10	9.836
H29C21A02D	67/HV1	K21	4432709.600	480448.525	4432658.736	480443.672	300	51.09	962.70	961.70	1.00	1.957
H29C21A02D	K21	K17	4432658.736	480443.672	4432503.069	480412.906	300	158.68	961.70	956.00	5.70	3.592
H29C21A02D	K17	K15	4432503.069	480412.906	4432371.280	480423.009	300	132.18	956.00	953.30	2.70	2.043
H29C21A02D	K15	K13	4432371.280	480423.009	4432308.829	480487.755	300	89.96	953.30	949.95	3.35	3.724
H29C21A02D	K13	K11	4432308.829	480487.755	4432215.613	480519.439	300	98.45	949.95	947.10	2.85	2.895
H29C21A02D	K11	K9	4432215.613	480519.439	4432145.815	480553.879	300	77.83	947.10	944.00	3.10	3.983

EK-2 Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KOYU BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	K9	K7	4432145.815	480553.879	4432063.160	480651.687	300	128.06	944.00	941.05	2.95	2.304
H29C21A02D	K7	K5	4432063.160	480651.687	4431966.729	480702.199	300	108.86	941.05	938.00	3.05	2.802
H29C21A02D	K5	K36	4431966.729	480702.199	4431927.698	480769.700	300	77.97	938.00	935.00	3.00	3.847
H29C21A02D	K36	S.1	4431927.698	480769.700	4431812.899	480858.784	300	145.31	935.00	932.03	2.97	2.044
H29C21A02D	S.1	K1	4431812.899	480858.784	4431811.981	480880.826	300	22.06	932.03	931.80	0.23	1.043
H29C21A02D	12/BR1	12/HV1	4434893.330	480321.826	4434894.393	480322.520	150	1.27	1034.20	1034.30	0.10	7.877
H29C21A02D	12/HV1	7	4434894.393	480322.520	4435022.443	480406.152	150	152.94	1034.30	1043.05	8.75	5.721
H29C21A02D	7	7/HV1	4435022.443	480406.152	4435026.377	480408.839	150	4.76	1043.05	1043.75	0.70	14.693
H29C21A02D	7/HV1	7/YMD1	4435026.377	480408.839	4435034.680	480413.195	150	9.38	1043.75	1044.00	0.25	2.666
H29C21A02D	7/YMD1	7/D1	4435034.680	480413.195	4435084.164	480438.600	150	55.62	1044.00	1050.95	6.95	12.495
H29C21A02D	7/D1	7/A	4435084.164	480438.600	4435197.117	480453.242	150	113.90	1050.95	1061.00	10.05	8.824
H29C21A02D	S.31	S.31/HV1	4434911.041	480156.000	4434910.269	480156.038	150	0.77	1052.71	1052.72	0.01	1.294
H29C21A02D	S.31/HV1	S.31/HV2	4434910.269	480156.038	4434908.914	480156.097	150	1.36	1052.72	1052.73	0.01	0.737
H29C21A02D	S.31/HV2	29/D1	4434908.914	480156.097	4434886.619	480156.712	150	22.30	1052.73	1052.82	0.09	0.404
H29C21A02D	29/D1	29/D2	4434886.619	480156.712	4434835.400	480136.494	150	55.06	1052.82	1052.10	0.72	1.308
H29C21A02D	29/D2	29/D3	4434835.400	480136.494	4434783.845	480101.450	150	62.34	1052.10	1046.10	6.00	9.625
H29C21A02D	29/D3	29	4434783.845	480101.450	4434776.516	480094.097	150	10.38	1046.10	1043.20	2.90	27.934
H29C21A02D	29	28/D1	4434776.516	480094.097	4434747.453	480065.058	150	41.08	1043.20	1041.60	1.60	3.894
H29C21A02D	28/D1	28	4434747.453	480065.058	4434728.246	480062.362	150	19.40	1041.60	1041.95	0.35	1.805
H29C21A02D	28	53	4434728.246	480062.362	4434610.624	480057.187	150	117.74	1041.95	1041.60	0.35	0.297
H29C21A02D	53	53/HV1	4434610.624	480057.187	4434611.567	480059.260	150	2.28	1041.60	1041.65	0.05	2.195
H29C21A02D	53/HV1	53/D1	4434611.567	480059.260	4434633.616	480079.802	150	30.14	1041.65	1038.20	3.45	11.448
H29C21A02D	53/D1	53/D2	4434633.616	480079.802	4434631.543	480096.386	150	16.71	1038.20	1037.60	0.60	3.590
H29C21A02D	53/D2	53/D3	4434631.543	480096.386	4434563.510	480122.581	150	72.90	1037.60	1034.10	3.50	4.801
H29C21A02D	53/D3	51	4434563.510	480122.581	4434518.469	480130.685	150	45.76	1034.10	1032.60	1.50	3.278
H29C21A02D	51	49	4434518.469	480130.685	4434512.250	480103.924	150	27.47	1032.60	1034.20	1.60	5.824
H29C21A02D	49	48/D1	4434512.250	480103.924	4434497.550	480067.741	150	39.06	1034.20	1036.40	2.20	5.633
H29C21A02D	48/D1	48/HV1	4434497.550	480067.741	4434500.798	480034.462	150	33.44	1036.40	1039.32	2.92	8.733
H29C21A02D	48/HV1	48	4434500.798	480034.462	4434500.943	480033.065	150	1.40	1039.32	1039.42	0.10	7.120
H29C21A02D	48	32	4434500.943	480033.065	4434501.256	480033.081	150	0.31	1039.42	1039.45	0.03	9.572
H29C21A02D	32	32/D1	4434501.256	480033.081	4434568.222	480038.153	150	67.16	1039.45	1041.60	2.15	3.201
H29C21A02D	32/D1	32/D2	4434568.222	480038.153	4434601.201	480050.968	150	35.38	1041.60	1042.10	0.50	1.413
H29C21A02D	32/D2	53	4434601.201	480050.968	4434610.624	480057.187	150	11.29	1042.10	1041.60	0.50	4.429
H29C21A02D	57/KT1	57/D1	4434320.688	479659.583	4434355.771	479709.284	150	60.84	1092.50	1083.20	9.30	15.287
H29C21A02D	57/D1	57/D2	4434355.771	479709.284	4434399.320	479747.856	150	58.17	1083.20	1076.40	6.80	11.689
H29C21A02D	57/D2	57/D3	4434399.320	479747.856	4434417.574	479798.351	150	53.69	1076.40	1071.30	5.10	9.498
H29C21A02D	57/D3	56/D4	4434417.574	479798.351	4434465.461	479863.544	150	80.89	1071.30	1063.50	7.80	9.643
H29C21A02D	56/D4	56/D3	4434465.461	479863.544	4434514.084	479940.272	150	90.84	1063.50	1049.53	13.97	15.379
H29C21A02D	56/D3	56	4434514.084	479940.272	4434530.681	479984.500	150	47.24	1049.53	1046.20	3.33	7.049
H29C21A02D	56	54	4434530.681	479984.500	4434512.198	480000.985	150	24.77	1046.20	1042.50	3.70	14.940

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	54	32/YMD1	4434512.198	480000.985	4434501.749	480031.485	150	32.24	1042.50	1039.51	2.99	9.274
H29C21A02D	32/YMD1	32/HV1	4434501.749	480031.485	4434501.450	480032.453	150	1.01	1039.51	1039.50	0.01	0.987
H29C21A02D	32/HV1	32	4434501.450	480032.453	4434501.256	480033.081	150	0.66	1039.50	1039.45	0.05	7.607
H29C21A02D	58	58/D1	4434902.332	479879.349	4434901.583	479898.331	150	19.00	1069.60	1067.30	2.30	12.107
H29C21A02D	58/D1	58/D2	4434901.583	479898.331	4434894.339	479911.069	150	14.65	1067.30	1065.20	2.10	14.331
H29C21A02D	58/D2	58/D3	4434894.339	479911.069	4434862.370	479946.536	150	47.75	1065.20	1061.20	4.00	8.377
H29C21A02D	58/D3	58/D4	4434862.370	479946.536	4434822.657	479976.008	150	49.45	1061.20	1056.30	4.90	9.908
H29C21A02D	58/D4	58/D5	4434822.657	479976.008	4434815.414	479989.495	150	15.31	1056.30	1054.00	2.30	15.024
H29C21A02D	58/D5	58/D6	4434815.414	479989.495	4434796.681	480005.730	150	24.79	1054.00	1049.10	4.90	19.767
H29C21A02D	58/D6	58/D7	4434796.681	480005.730	4434758.717	480020.966	150	40.91	1049.10	1044.50	4.60	11.245
H29C21A02D	58/D7	56/A	4434758.717	480020.966	4434731.492	480046.942	150	37.63	1044.50	1042.00	2.50	6.644
H29C21A02D	56/A	56/D1	4434731.492	480046.942	4434625.342	479962.271	150	135.78	1042.00	1050.40	8.40	6.186
H29C21A02D	56/D1	56/D2	4434625.342	479962.271	4434592.123	479962.771	150	33.22	1050.40	1049.60	0.80	2.408
H29C21A02D	56/D2	56	4434592.123	479962.771	4434530.681	479984.500	150	65.17	1049.60	1046.20	3.40	5.217
H29C21A02D	55	55/D1	4434489.195	479975.742	4434458.630	479960.973	150	33.95	1044.40	1044.49	0.09	0.265
H29C21A02D	55/D1	55/KT1	4434458.630	479960.973	4434400.577	479925.074	150	68.26	1044.49	1045.10	0.61	0.894
H29C21A02D	26/KT1	26/D1	4432973.698	479904.857	4432981.698	479859.371	150	46.18	1012.80	1015.00	2.20	4.764
H29C21A02D	26/D1	26/D2	4432981.698	479859.371	4432991.982	479843.512	150	18.90	1015.00	1016.08	1.08	5.714
H29C21A02D	26/D2	26/D3	4432991.982	479843.512	4433025.560	479815.633	150	43.64	1016.08	1018.37	2.29	5.247
H29C21A02D	26/D3	26/D4	4433025.560	479815.633	4433045.880	479805.597	150	22.66	1018.37	1017.42	0.95	4.192
H29C21A02D	26/D4	26/D5	4433045.880	479805.597	4433069.917	479785.897	150	31.08	1017.42	1017.37	0.05	0.161
H29C21A02D	26/D5	24/D2	4433069.917	479785.897	4433111.990	479704.939	150	91.24	1017.37	1020.10	2.73	2.992
H29C21A02D	24/D2	24/D1	4433111.990	479704.939	4433139.917	479677.322	150	39.28	1020.10	1021.40	1.30	3.310
H29C21A02D	24/D1	24	4433139.917	479677.322	4433158.225	479671.116	150	19.33	1021.40	1021.80	0.40	2.069
H29C21A02D	88	88/D1	4433496.048	479735.343	4433496.711	479729.003	200	6.37	1043.50	1043.52	0.02	0.314
H29C21A02D	88/D1	77/D1	4433496.711	479729.003	4433499.854	479667.774	200	61.31	1043.52	1045.50	1.98	3.230
H29C21A02D	77/D1	77	4433499.854	479667.774	4433500.561	479585.232	200	82.55	1045.50	1048.70	3.20	3.877
H29C21A02D	77	77/D2	4433500.561	479585.232	4433457.434	479555.538	200	52.36	1048.70	1049.80	1.10	2.101
H29C21A02D	77/D2	79	4433457.434	479555.538	4433435.517	479499.509	200	60.16	1049.80	1049.60	0.20	0.332
H29C21A02D	79	79/KT1	4433435.517	479499.509	4433364.111	479522.486	200	75.01	1049.60	1047.10	2.50	3.333
H29C21A02D	48	59/D1	4434500.943	480033.065	4434429.085	480025.998	200	72.20	1039.42	1036.10	3.32	4.598
H29C21A02D	59/D1	59/D2	4434429.085	480025.998	4434373.105	480013.161	200	57.43	1036.10	1032.00	4.10	7.139
H29C21A02D	59/D2	59	4434373.105	480013.161	4434271.206	480022.248	200	102.30	1032.00	1029.20	2.80	2.737
H29C21A02D	59	59/D4	4434271.206	480022.248	4434230.296	480021.168	200	40.92	1029.20	1028.50	0.70	1.710
H29C21A02D	59/D4	59/D3	4434230.296	480021.168	4434184.474	480007.493	200	47.82	1028.50	1026.40	2.10	4.392
H29C21A02D	59/D3	47/BR1	4434184.474	480007.493	4434159.076	480016.373	200	26.91	1026.40	1026.10	0.30	1.115
H29C21A02D	47/BR1	66/D3	4434159.076	480016.373	4434092.428	480048.263	200	73.88	1026.10	1024.42	1.68	2.274
H29C21A02D	66/D3	66/D2	4434092.428	480048.263	4433943.811	480085.589	200	153.23	1024.42	1022.50	1.92	1.253
H29C21A02D	66/D2	66	4433943.811	480085.589	4433837.329	480081.238	200	106.57	1022.50	1021.70	0.80	0.751
H29C21A02D	66	66/D4	4433837.329	480081.238	4433820.384	480081.696	200	16.95	1021.70	1022.30	0.60	3.540

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	66/D4	85A/D3	4433820.384	480081.696	4433761.523	479964.914	200	130.78	1022.30	1036.25	13.95	10.667
H29C21A02D	85A/D3	85A/D2	4433761.523	479964.914	4433749.506	479895.387	200	70.56	1036.25	1041.52	5.27	7.469
H29C21A02D	85A/D2	85A	4433749.506	479895.387	4433740.350	479875.931	200	21.50	1041.52	1042.67	1.15	5.348
H29C21A02D	85A	85A/D1	4433740.350	479875.931	4433738.061	479873.356	200	3.45	1042.67	1042.70	0.03	0.871
H29C21A02D	85A/D1	86/D3	4433738.061	479873.356	4433693.140	479861.625	200	46.43	1042.70	1043.52	0.82	1.766
H29C21A02D	86/D3	86/YMD1	4433693.140	479861.625	4433638.491	479825.287	200	65.63	1043.52	1043.42	0.10	0.152
H29C21A02D	86/YMD1	86	4433638.491	479825.287	4433631.052	479819.279	200	9.56	1043.42	1043.30	0.12	1.255
H29C21A02D	86	86/D2	4433631.052	479819.279	4433604.729	479768.349	200	57.33	1043.30	1046.11	2.81	4.901
H29C21A02D	86/D2	88/HV1	4433604.729	479768.349	4433498.759	479736.594	200	110.63	1046.11	1043.53	2.58	2.332
H29C21A02D	88/HV1	88	4433498.759	479736.594	4433496.048	479735.343	200	2.99	1043.53	1043.50	0.03	1.005
H29C21A02D	88	23/D1	4433496.048	479735.343	4433416.397	479697.802	200	88.05	1043.50	1038.00	5.50	6.246
H29C21A02D	23/D1	23/D2	4433416.397	479697.802	4433308.722	479668.634	200	111.56	1038.00	1028.30	9.70	8.695
H29C21A02D	23/D2	24/YMD1	4433308.722	479668.634	4433186.152	479668.634	200	122.57	1028.30	1022.35	5.95	4.854
H29C21A02D	24/YMD1	24	4433186.152	479668.634	4433158.225	479671.116	200	28.04	1022.35	1021.80	0.55	1.962
H29C21A02D	24	25/D1	4433158.225	479671.116	4433139.914	479776.471	200	106.93	1021.80	1011.30	10.50	9.819
H29C21A02D	25/D1	25	4433139.914	479776.471	4433140.383	479833.707	200	57.24	1011.30	1007.20	4.10	7.163
H29C21A02D	86	86/HV1	4433631.052	479819.279	4433633.913	479816.417	200	4.05	1043.30	1043.33	0.03	0.741
H29C21A02D	86/HV1	86/D2	4433633.913	479816.417	4433604.729	479768.349	200	56.23	1043.33	1046.11	2.78	4.944
H29C21A02D	86/D2	72	4433604.729	479768.349	4433561.245	479477.894	200	293.69	1046.11	1060.00	13.89	4.729
H29C21A02D	72	73/HV1	4433561.245	479477.894	4433551.793	479402.217	200	76.26	1060.00	1067.22	7.22	9.467
H29C21A02D	73/HV1	73	4433551.793	479402.217	4433551.612	479400.708	200	1.52	1067.22	1067.30	0.08	5.264
H29C21A02D	73	73A/D1	4433551.612	479400.708	4433639.040	479363.877	200	94.87	1067.30	1077.80	10.50	11.068
H29C21A02D	73A/D1	73A	4433639.040	479363.877	4433697.788	479346.172	200	61.36	1077.80	1087.70	9.90	16.135
H29C21A02D	73A	65A	4433697.788	479346.172	4433659.963	479242.893	200	109.99	1087.70	1088.50	0.80	0.727
H29C21A02D	65A	66A/D2	4433659.963	479242.893	4433608.727	479267.304	200	56.75	1088.50	1079.40	9.10	16.034
H29C21A02D	66A/D2	66A/D1	4433608.727	479267.304	4433575.463	479275.620	200	34.29	1079.40	1074.86	4.54	13.241
H29C21A02D	66A/D1	66A	4433575.463	479275.620	4433549.442	479286.351	200	28.15	1074.86	1070.72	4.14	14.709
H29C21A02D	66A	73/YMD1	4433549.442	479286.351	4433556.084	479353.481	200	67.46	1070.72	1068.60	2.12	3.143
H29C21A02D	73/YMD1	73	4433556.084	479353.481	4433551.612	479400.708	200	47.44	1068.60	1067.30	1.30	2.740
H29C21A02D	72	72/HV1	4433561.245	479477.894	4433558.536	479477.994	200	2.71	1060.00	1060.95	0.95	35.044
H29C21A02D	72/HV1	72/D2	4433558.536	479477.994	4433527.138	479405.858	200	78.67	1060.95	1064.60	3.65	4.639
H29C21A02D	72/D2	72/D3	4433527.138	479405.858	4433496.082	479280.377	200	129.27	1064.60	1062.40	2.20	1.702
H29C21A02D	72/D3	72/D4	4433496.082	479280.377	4433498.600	479218.685	200	61.74	1062.40	1058.00	4.40	7.126
H29C21A02D	72/D4	72/D5	4433498.600	479218.685	4433486.010	479206.095	200	17.80	1058.00	1057.80	0.20	1.123
H29C21A02D	72/D5	72/D6	4433486.010	479206.095	4433439.007	479217.006	200	48.25	1057.80	1064.60	6.80	14.092
H29C21A02D	72/D6	72/D1	4433439.007	479217.006	4433371.753	479165.109	200	84.95	1064.60	1058.20	6.40	7.534
H29C21A02D	72/D1	72/D7	4433371.753	479165.109	4433294.125	479205.684	200	87.59	1058.20	1054.10	4.10	4.681
H29C21A02D	72/D7	72/D8	4433294.125	479205.684	4433259.582	479216.459	200	36.18	1054.10	1051.00	3.10	8.567
H29C21A02D	72/D8	72/D9	4433259.582	479216.459	4433200.636	479247.834	200	66.78	1051.00	1048.50	2.50	3.744
H29C21A02D	72/D9	72/D10	4433200.636	479247.834	4433170.213	479274.771	200	40.63	1048.50	1046.50	2.00	4.922

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	72/D10	72/D11	4433170.213	479274.771	4433154.050	479312.800	200	41.32	1046.50	1045.73	0.77	1.863
H29C21A02D	72/D11	72/YMD1	4433154.050	479312.800	4433120.774	479350.196	200	50.06	1045.73	1042.20	3.53	7.052
H29C21A02D	72/YMD1	72/KT1	4433120.774	479350.196	4433073.580	479374.132	200	52.92	1042.20	1041.00	1.20	2.268
H29C21A02D	59	59/HV1	4434271.206	480022.248	4434271.630	480020.280	200	2.01	1029.20	1029.22	0.02	0.993
H29C21A02D	59/HV1	59/YMD1	4434271.630	480020.280	4434274.462	480007.917	200	12.68	1029.22	1030.90	1.68	13.246
H29C21A02D	59/YMD1	60	4434274.462	480007.917	4434281.244	479985.350	200	23.56	1030.90	1032.75	1.85	7.851
H29C21A02D	60	60/D1	4434281.244	479985.350	4434315.859	479934.968	200	61.13	1032.75	1041.00	8.25	13.496
H29C21A02D	60/D1	60/D2	4434315.859	479934.968	4434314.862	479925.362	200	9.66	1041.00	1042.40	1.40	14.496
H29C21A02D	60/D2	60/D3	4434314.862	479925.362	4434263.331	479909.099	200	54.04	1042.40	1046.80	4.40	8.143
H29C21A02D	60/D3	60/D4	4434263.331	479909.099	4434236.157	479874.998	200	43.60	1046.80	1052.50	5.70	13.072
H29C21A02D	60/D4	60/D5	4434236.157	479874.998	4434207.562	479864.342	200	30.52	1052.50	1053.52	1.02	3.343
H29C21A02D	60/D5	60/D6	4434207.562	479864.342	4434146.821	479859.724	200	60.92	1053.52	1055.20	1.68	2.758
H29C21A02D	60/D6	61	4434146.821	479859.724	4434112.365	479845.161	200	37.41	1055.20	1055.90	0.70	1.871
H29C21A02D	61	61/D1	4434112.365	479845.161	4434054.159	479799.229	200	74.15	1055.90	1062.50	6.60	8.901
H29C21A02D	61/D1	61/D2	4434054.159	479799.229	4434048.026	479779.951	200	20.23	1062.50	1064.80	2.30	11.369
H29C21A02D	61/D2	61/D3	4434048.026	479779.951	4434054.744	479753.372	200	27.41	1064.80	1068.90	4.10	14.955
H29C21A02D	61/D3	61/D4	4434054.744	479753.372	4434026.704	479740.812	200	30.72	1068.90	1070.10	1.20	3.906
H29C21A02D	61/D4	62/KT1	4434026.704	479740.812	4433976.757	479732.634	200	50.61	1070.10	1072.50	2.40	4.742
H29C21A02D	47/BR1	64/D1	4434159.076	480016.373	4434147.887	480005.894	200	15.33	1026.10	1027.40	1.30	8.480
H29C21A02D	64/D1	64	4434147.887	480005.894	4434127.284	480000.921	200	21.19	1027.40	1028.60	1.20	5.662
H29C21A02D	64	64/HV1	4434127.284	480000.921	4434127.107	479999.145	200	1.78	1028.60	1028.70	0.10	5.603
H29C21A02D	64/HV1	63	4434127.107	479999.145	4434120.535	479958.651	200	41.02	1028.70	1035.00	6.30	15.357
H29C21A02D	63	63/D3	4434120.535	479958.651	4434114.319	479932.365	200	27.01	1035.00	1038.65	3.65	13.513
H29C21A02D	63/D3	63/D2	4434114.319	479932.365	4434091.763	479901.995	200	37.83	1038.65	1045.80	7.15	18.900
H29C21A02D	63/D2	63/D1	4434091.763	479901.995	4434087.856	479886.720	200	15.77	1045.80	1047.10	1.30	8.245
H29C21A02D	63/D1	61	4434087.856	479886.720	4434112.365	479845.161	200	48.25	1047.10	1055.90	8.80	18.239
H29C21A02D	63	63/D4	4434120.535	479958.651	4434164.937	479954.566	200	44.59	1035.00	1036.10	1.10	2.467
H29C21A02D	63/D4	63/D5	4434164.937	479954.566	4434186.782	479956.342	200	21.92	1036.10	1035.80	0.30	1.369
H29C21A02D	63/D5	63/D6	4434186.782	479956.342	4434212.535	479960.960	200	26.16	1035.80	1035.60	0.20	0.764
H29C21A02D	63/D6	60	4434212.535	479960.960	4434281.244	479985.350	200	72.91	1035.60	1032.75	2.85	3.909
H29C21A02D	64	64/D2	4434127.284	480000.921	4434080.978	479994.679	200	46.72	1028.60	1031.50	2.90	6.207
H29C21A02D	64/D2	64/D3	4434080.978	479994.679	4434025.562	479980.023	200	57.32	1031.50	1033.20	1.70	2.966
H29C21A02D	64/D3	64/D4	4434025.562	479980.023	4433927.095	479935.599	200	108.02	1033.20	1037.30	4.10	3.795
H29C21A02D	64/D4	65	4433927.095	479935.599	4433897.326	479907.661	200	40.83	1037.30	1035.40	1.90	4.654
H29C21A02D	65	65/D1	4433897.326	479907.661	4433857.939	479868.961	200	55.22	1035.40	1034.95	0.45	0.815
H29C21A02D	65/D1	65/D2	4433857.939	479868.961	4433819.926	479846.749	200	44.03	1034.95	1035.00	0.05	0.114
H29C21A02D	65/D2	85A	4433819.926	479846.749	4433740.350	479875.931	200	84.76	1035.00	1042.67	7.67	9.049
H29C21A02D	65	65/D3	4433897.326	479907.661	4433887.250	479953.460	200	46.89	1035.40	1031.20	4.20	8.956
H29C21A02D	65/D3	65/D4	4433887.250	479953.460	4433898.928	480033.837	200	81.22	1031.20	1024.95	6.25	7.695
H29C21A02D	65/D4	65/D5	4433898.928	480033.837	4433864.579	480045.286	200	36.21	1024.95	1023.30	1.65	4.557

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMLİ (%)
H29C21A02D	65/D5	66/D1	4433864.579	480045.286	4433841.222	480062.461	200	28.99	1023.30	1022.15	1.15	3.967
H29C21A02D	66/D1	66/YMD1	4433841.222	480062.461	4433838.703	480072.079	200	9.94	1022.15	1021.82	0.33	3.319
H29C21A02D	66/YMD1	66	4433838.703	480072.079	4433837.329	480081.238	200	9.26	1021.82	1021.70	0.12	1.296
H29C21A02D	38/KT1	38/D1	4434415.646	480085.653	4434380.346	480091.755	200	35.82	1030.10	1026.30	3.80	10.608
H29C21A02D	38/D1	38/D2	4434380.346	480091.755	4434289.696	480156.691	200	111.51	1026.30	1018.10	8.20	7.354
H29C21A02D	38/D2	37	4434289.696	480156.691	4434237.617	480184.147	200	58.87	1018.10	1014.10	4.00	6.794
H29C21A02D	37	39	4434237.617	480184.147	4434201.226	480166.497	200	40.45	1014.10	1014.00	0.10	0.247
H29C21A02D	39	39/D1	4434201.226	480166.497	4434187.280	480186.762	200	24.60	1014.00	1012.10	1.90	7.724
H29C21A02D	39/D1	41	4434187.280	480186.762	4434097.111	480169.489	200	91.81	1012.10	1012.40	0.30	0.327
H29C21A02D	41	41/D1	4434097.111	480169.489	4434048.885	480114.918	200	72.83	1012.40	1016.60	4.20	5.767
H29C21A02D	41/D1	41/D2	4434048.885	480114.918	4434005.679	480074.952	200	58.86	1016.60	1021.32	4.72	8.020
H29C21A02D	41/D2	41/D3	4434005.679	480074.952	4433947.015	480089.149	200	60.36	1021.32	1022.50	1.18	1.955
H29C21A02D	41/D3	41/KT1	4433947.015	480089.149	4433980.50	480263.00	200	177.05	1022.50	1008.25	14.25	8.049
H29C21A02D	41/KT1	43	4433980.50	480263.00	4433986.90	480312.15	100	49.56	1007.15	1005.03	2.12	4.277
H29C21A02D	43	44/D1	4433986.90	480312.15	4433972.30	480341.80	100	33.05	1005.03	1004.22	0.81	2.451
H29C21A02D	44/D1	44/D2	4433972.30	480341.80	4433957.20	480348.72	100	16.61	1004.22	1003.91	0.31	1.866
H29C21A02D	44/D2	44	4433957.20	480348.72	4433986.90	480354.12	100	30.19	1003.91	1003.32	0.59	1.954
H29C21A02D	27	27/HV2	4434304.681	480372.738	4434304.358	480371.338	100	1.44	1013.98	1013.96	0.02	1.392
H29C21A02D	27/HV2	27/D2	4434304.358	480371.338	4434260.755	480293.929	100	88.84	1013.96	1012.60	1.36	1.531
H29C21A02D	27/D2	37	4434260.755	480293.929	4434237.617	480184.147	100	112.19	1012.60	1014.10	1.50	1.337
H29C21A02D	45	45/HV1	4434175.318	480411.350	4434174.761	480409.473	100	1.96	1007.40	1007.33	0.07	3.575
H29C21A02D	45/HV1	45/D2	4434174.761	480409.473	4434145.732	480360.967	100	56.53	1007.33	1006.60	0.73	1.291
H29C21A02D	45/D2	45/D1	4434145.732	480360.967	4434273.726	480388.838	100	130.99	1006.60	1012.62	6.02	4.596
H29C21A02D	45/D1	42	4434273.726	480388.838	4434043.718	480219.604	100	285.56	1012.62	1011.00	1.62	0.567
H29C21A02D	42	42/D2	4434043.718	480219.604	4434060.862	480195.228	100	29.80	1011.00	1012.17	1.17	3.926
H29C21A02D	42/D2	41	4434060.862	480195.228	4434097.111	480169.489	100	44.46	1012.17	1012.40	0.23	0.517
H29C21A02D	47	47/D1	4434511.183	480150.085	4434470.602	480217.117	100	78.36	1030.60	1025.50	5.10	6.509
H29C21A02D	47/D1	27/YMD1	4434470.602	480217.117	4434344.942	480338.412	100	174.65	1025.50	1016.50	9.00	5.153
H29C21A02D	27/YMD1	27/D1	4434344.942	480338.412	4434325.030	480362.079	100	30.93	1016.50	1015.30	1.20	3.880
H29C21A02D	27/D1	27/HV1	4434325.030	480362.079	4434306.404	480371.877	100	21.05	1015.30	1014.00	1.30	6.177
H29C21A02D	27/HV1	27	4434306.404	480371.877	4434304.681	480372.738	100	1.93	1014.00	1013.98	0.02	1.038
H29C21A02D	27	27/HV3	4434304.681	480372.738	4434303.553	480373.590	100	1.41	1013.98	1013.93	0.05	3.537
H29C21A02D	27/HV3	45/D1	4434303.553	480373.590	4434273.726	480388.838	100	33.50	1013.93	1012.62	1.31	3.911
H29C21A02D	45/D1	45	4434273.726	480388.838	4434175.318	480411.350	100	100.95	1012.62	1007.40	5.22	5.171
H29C21A02D	45	46/N6	4434175.318	480411.350	4434059.162	480454.883	100	124.05	1007.40	1003.60	3.80	3.063
H29C21A02D	46/N6	8/D1	4434059.162	480454.883	4433871.356	480478.832	100	189.33	1003.60	999.70	3.90	2.060
H29C21A02D	8/D1	8/D2	4433871.356	480478.832	4433867.313	480470.856	100	8.94	999.70	999.95	0.25	2.796
H29C21A02D	8/D2	8/KT1	4433867.313	480470.856	4433858.494	480436.313	100	35.65	999.95	1001.20	1.25	3.506
H29C21A02D	24A	5/D1	4433009.917	480551.326	4433100.20	480464.36	100	125.36	973.40	979.00	5.60	4.467
H29C21A02D	5/D1	5/KT1	4433100.20	480464.36	4433181.228	480438.318	100	85.11	979.00	985.60	6.60	7.755

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	6/KT1	6/D1	4433192.803	480435.424	4433262.257	480414.588	100	72.51	986.00	991.10	5.10	7.033
H29C21A02D	6/D1	7B	4433262.257	480414.588	4433365.280	480365.392	100	114.17	991.10	1001.40	10.30	9.022
H29C21A02D	7B	7/D2	4433365.280	480365.392	4433461.357	480432.530	100	117.21	1001.40	991.20	10.20	8.702
H29C21A02D	7/D2	7A	4433461.357	480432.530	4433591.304	480556.898	100	179.87	991.20	989.20	2.00	1.112
H29C21A02D	7A	7A/D1	4433591.304	480556.898	4433677.821	480523.977	100	92.57	989.20	991.50	2.30	2.485
H29C21A02D	7A/D1	8	4433677.821	480523.977	4433834.855	480485.769	100	161.62	991.50	998.77	7.27	4.498
H29C21A02D	8	8/D7	4433834.855	480485.769	4433837.406	480499.655	100	14.12	998.77	998.32	0.45	3.187
H29C21A02D	8/D7	8/D8	4433837.406	480499.655	4433835.139	480533.946	100	34.37	998.32	996.22	2.10	6.111
H29C21A02D	8/D8	8/D9	4433835.139	480533.946	4433801.698	480599.694	100	73.76	996.22	992.10	4.12	5.585
H29C21A02D	8/D9	10/D2	4433801.698	480599.694	4433772.325	480629.438	100	41.80	992.10	990.40	1.70	4.067
H29C21A02D	10/D2	10/D1	4433772.325	480629.438	4433719.255	480634.051	100	53.27	990.40	989.05	1.35	2.534
H29C21A02D	10/D1	8/KT1	4433719.255	480634.051	4433858.494	480436.313	100	241.84	989.05	1001.20	12.15	5.024
H29C21A02D	8	45/N6	4433834.855	480485.769	4433865.990	480478.205	100	32.04	998.77	999.53	0.76	2.372
H29C21A02D	45/N6	8/D3	4433865.990	480478.205	4433855.995	480439.841	100	39.64	999.53	1000.93	1.40	3.531
H29C21A02D	8/D3	8/D4	4433855.995	480439.841	4433862.315	480378.546	100	61.62	1000.93	1004.95	4.02	6.524
H29C21A02D	8/D4	8/D5	4433862.315	480378.546	4433858.347	480328.423	100	50.28	1004.95	1006.72	1.77	3.520
H29C21A02D	8/D5	8/D6	4433858.347	480328.423	4433848.351	480296.526	100	33.43	1006.72	1008.89	2.17	6.492
H29C21A02D	8/D6	12/D1	4433848.351	480296.526	4433830.171	480213.770	100	84.73	1008.89	1014.00	5.11	6.031
H29C21A02D	12/D1	12	4433830.171	480213.770	4433835.489	480191.871	100	22.54	1014.00	1015.30	1.30	5.769
H29C21A02D	12	12/D2	4433835.489	480191.871	4433832.674	480141.817	100	50.13	1015.30	1018.30	3.00	5.984
H29C21A02D	12/D2	12/D3	4433832.674	480141.817	4433817.970	480086.758	100	56.99	1018.30	1021.72	3.42	6.001
H29C21A02D	12/D3	14/D1	4433817.970	480086.758	4433729.620	480091.718	100	88.49	1021.72	1019.40	2.32	2.622
H29C21A02D	14/D1	14	4433729.620	480091.718	4433607.652	480147.492	100	134.12	1019.40	1014.20	5.20	3.877
H29C21A02D	14	16	4433607.652	480147.492	4433471.552	480265.732	100	180.29	1014.20	1009.10	5.10	2.829
H29C21A02D	16	16/D1	4433471.552	480265.732	4433411.582	480335.874	100	92.28	1009.10	1004.20	4.90	5.310
H29C21A02D	16/D1	7B	4433411.582	480335.874	4433365.280	480365.392	100	54.91	1004.20	1001.40	2.80	5.099
H29C21A02D	14	14/YMD1	4433607.652	480147.492	4433603.249	480138.258	100	10.23	1014.20	1015.10	0.90	8.798
H29C21A02D	14/YMD1	17	4433603.249	480138.258	4433551.839	480032.918	100	117.22	1015.10	1006.60	8.50	7.252
H29C21A02D	17	17/D1	4433551.839	480032.918	4433494.549	480068.111	100	67.24	1006.60	999.00	7.60	11.303
H29C21A02D	17/D1	17/D2	4433494.549	480068.111	4433479.941	480062.267	100	15.73	999.00	998.00	1.00	6.356
H29C21A02D	17/D2	17/D3	4433479.941	480062.267	4433469.034	480062.462	100	10.91	998.00	997.70	0.30	2.750
H29C21A02D	17/D3	17/D4	4433469.034	480062.462	4433372.732	480094.280	100	101.42	997.70	993.10	4.60	4.535
H29C21A02D	17/D4	17/D5	4433372.732	480094.280	4433331.503	480097.334	100	41.34	993.10	991.70	1.40	3.386
H29C21A02D	17/D5	15	4433331.503	480097.334	4433297.884	480108.470	100	35.42	991.70	988.40	3.30	9.318
H29C21A02D	15	15/D1	4433297.884	480108.470	4433269.643	480100.011	100	29.48	988.40	988.40	0.00	0.000
H29C21A02D	15/D1	15/D2	4433269.643	480100.011	4433239.367	480069.321	100	43.11	988.40	991.20	2.80	6.495
H29C21A02D	15/D2	19	4433239.367	480069.321	4433231.902	480025.774	100	44.18	991.20	994.10	2.90	6.564
H29C21A02D	19	19/D1	4433231.902	480025.774	4433224.188	480005.472	100	21.72	994.10	995.20	1.10	5.065
H29C21A02D	19/D1	19/D2	4433224.188	480005.472	4433186.609	479948.504	100	68.25	995.20	997.18	1.98	2.901
H29C21A02D	19/D2	19/D3	4433186.609	479948.504	4433163.869	479948.025	100	22.75	997.18	997.00	0.18	0.791

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	19/D3	19/D4	4433163.869	479948.025	4433152.619	479926.722	100	24.09	997.00	998.32	1.32	5.479
H29C21A02D	19/D4	21	4433152.619	479926.722	4433141.321	479842.620	100	84.86	998.32	1005.10	6.78	7.990
H29C21A02D	15	15/D3	4433297.884	480108.470	4433346.339	480163.048	100	72.98	988.40	989.10	0.70	0.959
H29C21A02D	15/D3	15/D4	4433346.339	480163.048	4433381.994	480172.900	100	36.99	989.10	992.32	3.22	8.705
H29C21A02D	15/D4	16	4433381.994	480172.900	4433471.552	480265.732	100	128.99	992.32	1009.10	16.78	13.009
H29C21A02D	19	22/D1	4433231.902	480025.774	4433128.633	480100.011	100	127.18	994.10	990.20	3.90	3.066
H29C21A02D	22/D1	22/D2	4433128.633	480100.011	4433114.532	480118.259	100	23.06	990.20	990.50	0.30	1.301
H29C21A02D	22/D2	22	4433114.532	480118.259	4433112.044	480141.070	100	22.95	990.50	992.02	1.52	6.624
H29C21A02D	1/KT1	1	4434612.577	480397.167	4434598.968	480312.955	100	85.30	1022.40	1030.80	8.40	9.847
H29C21A02D	1	1/D1	4434598.968	480312.955	4434536.672	480339.517	100	67.72	1030.80	1026.70	4.10	6.054
H29C21A02D	1/D1	1/D2	4434536.672	480339.517	4434455.744	480351.801	100	81.85	1026.70	1019.75	6.95	8.491
H29C21A02D	1/D2	1/KT2	4434455.744	480351.801	4434449.605	480353.165	100	6.29	1019.75	1019.60	0.15	2.385
H29C21A02D	27	27/HV4	4434304.681	480372.738	4434305.629	480373.593	100	1.28	1013.98	1014.00	0.02	1.567
H29C21A02D	27/HV4	46	4434305.629	480373.593	4434314.374	480383.718	100	13.38	1014.00	1014.10	0.10	0.747
H29C21A02D	46	46/D1	4434314.374	480383.718	4434295.669	480426.646	100	46.83	1014.10	1011.20	2.90	6.193
H29C21A02D	46/D1	46/D2	4434295.669	480426.646	4434295.399	480457.060	100	30.42	1011.20	1010.32	0.88	2.893
H29C21A02D	46/D2	46/D3	4434295.399	480457.060	4434291.228	480478.322	100	21.67	1010.32	1009.95	0.37	1.708
H29C21A02D	46/D3	46/D4	4434291.228	480478.322	4434259.065	480502.411	100	40.18	1009.95	1008.92	1.03	2.563
H29C21A02D	46/D4	46/D5	4434259.065	480502.411	4434235.111	480530.402	100	36.84	1008.92	1007.93	0.99	2.687
H29C21A02D	46/D5	46/D6	4434235.111	480530.402	4434246.415	480560.681	100	32.32	1007.93	1009.33	1.40	4.332
H29C21A02D	46/D6	46/D7	4434246.415	480560.681	4434276.694	480613.030	100	60.48	1009.33	1009.17	0.16	0.265
H29C21A02D	46/D7	46/D8	4434276.694	480613.030	4434295.130	480643.174	100	35.33	1009.17	1008.42	0.75	2.123
H29C21A02D	46/D8	46/D9	4434295.130	480643.174	4434307.915	480651.787	100	15.42	1008.42	1008.87	0.45	2.919
H29C21A02D	46/D9	46/D10	4434307.915	480651.787	4434342.904	480658.515	100	35.63	1008.87	1007.83	1.04	2.919
H29C21A02D	46/D10	29/KT1	4434342.904	480658.515	4434376.009	480653.536	100	33.48	1007.83	1006.87	0.96	2.868
H29C21A02D	46/D5	30/D1	4434235.111	480530.402	4434174.599	480598.118	100	90.81	1007.93	1003.20	4.73	5.208
H29C21A02D	30/D1	30/YMD1	4434174.599	480598.118	4434163.172	480606.393	100	14.11	1003.20	1001.37	1.83	12.971
H29C21A02D	30/YMD1	30/HV1	4434163.172	480606.393	4434149.578	480615.061	100	16.12	1001.37	1000.70	0.67	4.156
H29C21A02D	30/HV1	30	4434149.578	480615.061	4434147.411	480616.243	100	2.47	1000.70	1000.62	0.08	3.241
H29C21A02D	30	30/D4	4434147.411	480616.243	4434107.811	480640.279	100	46.32	1000.62	998.50	2.12	4.576
H29C21A02D	30/D4	30/D5	4434107.811	480640.279	4434080.229	480663.724	100	36.20	998.50	998.14	0.36	0.994
H29C21A02D	30/D5	30/D6	4434080.229	480663.724	4434038.462	480684.016	100	46.44	998.14	995.89	2.25	4.845
H29C21A02D	30/D6	30/D7	4434038.462	480684.016	4433988.420	480701.945	100	53.16	995.89	992.17	3.72	6.998
H29C21A02D	30/D7	31	4433988.420	480701.945	4433928.528	480732.285	100	67.14	992.17	991.00	1.17	1.743
H29C21A02D	31	31/D3	4433928.528	480732.285	4433878.092	480732.876	100	50.44	991.00	990.21	0.79	1.566
H29C21A02D	31/D3	31/D4	4433878.092	480732.876	4433829.233	480723.616	100	49.73	990.21	988.82	1.39	2.795
H29C21A02D	31/D4	31/KT1	4433829.233	480723.616	4433793.57	480720.86	100	35.77	988.82	986.05	2.77	7.744
H29C21A02D	30	30/D2	4434147.411	480616.243	4434148.790	480627.079	100	10.92	1000.62	1000.40	0.22	2.014
H29C21A02D	30/D2	30/D3	4434148.790	480627.079	4434117.268	480680.864	100	62.34	1000.40	995.60	4.80	7.700
H29C21A02D	30/D3	34	4434117.268	480680.864	4434113.722	480743.121	100	62.36	995.60	991.80	3.80	6.094

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	34	34/D1	4434113.722	480743.121	4434118.056	480762.625	100	19.98	991.80	990.95	0.85	4.254
H29C21A02D	34/D1	35/D5	4434118.056	480762.625	4434131.399	480881.977	100	120.10	990.95	993.25	2.30	1.915
H29C21A02D	35/D5	35/D6	4434131.399	480881.977	4434158.481	480960.341	100	82.91	993.25	995.60	2.35	2.834
H29C21A02D	35/D6	35/D7	4434158.481	480960.341	4434156.752	480990.880	100	30.59	995.60	996.95	1.35	4.414
H29C21A02D	35/D7	35/BR1	4434156.752	480990.880	4434139.793	481035.154	100	47.41	996.95	999.20	2.25	4.746
H29C21A02D	35/BR1	35/BR2	4434139.793	481035.154	4434138.890	481037.553	100	2.56	999.20	999.25	0.05	1.951
H29C21A02D	35/BR2	36/D1	4434138.890	481037.553	4434112.891	481081.671	100	51.21	999.25	1004.00	4.75	9.276
H29C21A02D	36/D1	36/D2	4434112.891	481081.671	4434072.392	481130.566	100	63.49	1004.00	1002.32	1.68	2.646
H29C21A02D	36/D2	36/KT1	4434072.392	481130.566	4434050.414	481181.190	100	55.19	1002.32	1020.30	17.98	32.579
H29C21A02D	35/BR2	35/HV1	4434138.890	481037.553	4434140.906	481039.569	100	2.85	999.25	999.32	0.07	2.455
H29C21A02D	35/HV1	35/D8	4434140.906	481039.569	4434198.527	481096.037	100	80.68	999.32	1002.60	3.28	4.066
H29C21A02D	35/D8	35/D9	4434198.527	481096.037	4434274.586	481177.282	100	111.29	1002.60	1006.10	3.50	3.145
H29C21A02D	35/D9	35/D10	4434274.586	481177.282	4434296.482	481165.182	100	25.02	1006.10	1006.22	0.12	0.480
H29C21A02D	35/D10	35/D11	4434296.482	481165.182	4434355.255	481089.987	100	95.44	1006.22	1007.42	1.20	1.257
H29C21A02D	35/D11	35/D12	4434355.255	481089.987	4434377.727	481077.599	100	25.66	1007.42	1007.53	0.11	0.429
H29C21A02D	35/D12	35/D4	4434377.727	481077.599	4434524.316	481042.638	100	150.70	1007.53	1008.10	0.57	0.378
H29C21A02D	35/D4	35/D3	4434524.316	481042.638	4434541.325	481035.834	100	18.32	1008.10	1008.15	0.05	0.273
H29C21A02D	35/D3	35/D2	4434541.325	481035.834	4434589.234	480993.595	100	63.87	1008.15	1007.00	1.15	1.801
H29C21A02D	35/D2	35/D1	4434589.234	480993.595	4434604.543	480990.760	100	15.57	1007.00	1007.10	0.10	0.642
H29C21A02D	35/D1	35/A	4434604.543	480990.760	4434642.530	481004.367	100	40.35	1007.10	1008.52	1.42	3.519
H29C21A02D	35/BR1	35B/D1	4434139.793	481035.154	4433980.193	480978.007	100	169.52	999.20	995.50	3.70	2.183
H29C21A02D	35B/D1	35B/D2	4433980.193	480978.007	4433914.683	480982.252	100	65.65	995.50	994.20	1.30	1.980
H29C21A02D	35B/D2	35B/D3	4433914.683	480982.252	4433881.851	480987.625	100	33.27	994.20	994.62	0.42	1.262
H29C21A02D	35B/D3	35B/D4	4433881.851	480987.625	4433846.830	480998.171	100	36.57	994.62	993.32	1.30	3.554
H29C21A02D	35B/D4	35B/KT1	4433846.830	480998.171	4433837.478	480993.992	100	10.24	993.32	993.10	0.22	2.148
H29C21A02D	31	31/D2	4433928.528	480732.285	4433928.725	480733.861	100	1.59	991.00	991.05	0.05	3.148
H29C21A02D	31/D2	33/D1	4433928.725	480733.861	4433878.269	480815.504	100	95.98	991.05	986.95	4.10	4.272
H29C21A02D	33/D1	33/KT1	4433878.269	480815.504	4433848.024	480842.765	100	40.72	986.95	985.50	1.45	3.561
H29C21A02D	2BASKIR	2BASKIR/D1	4433502.608	480588.180	4433501.58	480585.75	100	2.64	986.05	986.00	0.05	1.895
H29C21A02D	2BASKIR/D1	1A/D2	4433501.58	480585.75	4433312.509	480655.334	100	201.47	986.00	978.12	7.88	3.911
H29C21A02D	1A/D2	1A/D1	4433312.509	480655.334	4433262.545	480644.866	100	51.05	978.12	978.40	0.28	0.548
H29C21A02D	1A/D1	24A/D1	4433262.545	480644.866	4433045.826	480574.110	100	227.98	978.40	973.33	5.07	2.224
H29C21A02D	24A/D1	24A	4433045.826	480574.110	4433009.917	480551.326	100	42.53	973.33	973.40	0.07	0.165
H29C21A02D	24A	2/D2	4433009.917	480551.326	4432962.743	480608.278	100	73.95	973.40	971.50	1.90	2.569
H29C21A02D	2/D2	2/YMD1	4432962.743	480608.278	4432927.890	480669.187	100	70.18	971.50	972.00	0.50	0.712
H29C21A02D	2/YMD1	2	4432927.890	480669.187	4432918.228	480691.064	100	23.92	972.00	973.00	1.00	4.181
H29C21A02D	2	2/D1	4432918.228	480691.064	4432913.135	480690.450	100	5.13	973.00	973.10	0.10	1.949
H29C21A02D	2/D1	2/D3	4432913.135	480690.450	4432822.444	480821.127	100	159.06	973.10	986.00	12.90	8.110
H29C21A02D	2/D3	2/D4	4432822.444	480821.127	4432804.322	480815.841	100	18.88	986.00	987.12	1.12	5.933
H29C21A02D	2/D4	3/D1	4432804.322	480815.841	4432770.758	480759.420	100	65.65	987.12	994.50	7.38	11.241

EK-2 (Devam) Yakacık Köyü Şebekesi boru kod tablosu

YAKACIK KÖYÜ BORU KOD TABLOSU												
PAFTA NO	BORUNUN BAŞLADIĞI DÜĞÜM NO	BORUNUN BİTTİĞİ DÜĞÜM NO	X	Y	X	Y	ÇAP (mm)	UZUNLUK (m)	BORU BAŞLANGIÇ KOTU	BORU BİTİŞ KOTU	TOPLAM KOT FARKI (m)	BORU EĞİMİ (%)
H29C21A02D	3/D1	3/KT1	4432770.758	480759.420	4432704.746	480697.632	100	90.42	994.50	1005.00	10.50	11.613
H29C21A02D	2	4	4432918.228	480691.064	4432856.611	480883.330	100	201.90	973.00	968.40	4.60	2.278
H29C21A02D	4	4/D1	4432856.611	480883.330	4432810.402	480945.956	100	77.83	968.40	967.70	0.70	0.899
H29C21A02D	4/D1	4/D2	4432810.402	480945.956	4432774.529	480974.836	100	46.05	967.70	966.73	0.97	2.106
H29C21A02D	4/D2	4/D3	4432774.529	480974.836	4432715.552	481050.534	100	95.96	966.73	964.40	2.33	2.428
H29C21A02D	4/D3	4/YMD1	4432715.552	481050.534	4432658.094	481114.680	100	86.12	964.40	962.10	2.30	2.671
H29C21A02D	4/YMD1	4/KT1	4432658.094	481114.680	4432656.940	481115.648	100	1.51	962.10	962.00	0.10	6.639
H29C21A02D	67/HV1	67	4432709.600	480448.525	4432709.405	480451.609	100	3.09	962.70	962.72	0.02	0.647
H29C21A02D	67	67/D1	4432709.405	480451.609	4432656.918	480446.111	100	52.77	962.72	961.72	1.00	1.895
H29C21A02D	67/D1	67/D2	4432656.918	480446.111	4432577.021	480425.475	100	82.52	961.72	960.70	1.02	1.236
H29C21A02D	67/D2	67/D3	4432577.021	480425.475	4432501.621	480415.686	100	76.03	960.70	956.02	4.68	6.155
H29C21A02D	67/D3	68	4432501.621	480415.686	4432377.943	480427.386	100	124.23	956.02	953.20	2.82	2.270
H29C21A02D	7/YMD1	7/YM1	4435034.680	480413.195	4435036.926	480409.656	100	4.19	1044.00	1043.95	0.05	1.193
H29C21A02D	29	29/YM1	4434776.516	480094.097	4434773.450	480097.017	100	4.23	1043.20	1043.15	0.05	1.181
H29C21A02D	32/YMD1	32/YM1	4434501.749	480031.485	4434499.584	480030.426	100	2.41	1039.51	1039.52	0.01	0.415
H29C21A02D	86/YMD1	86/YM1	4433638.491	479825.287	4433642.211	479819.565	100	6.82	1043.42	1043.45	0.03	0.440
H29C21A02D	24/YMD1	24/YM1	4433186.152	479668.634	4433186.152	479663.979	100	4.66	1022.35	1022.40	0.05	1.074
H29C21A02D	73/YMD1	73/YM1	4433556.084	479353.481	4433559.538	479353.589	100	3.46	1068.60	1068.62	0.02	0.579
H29C21A02D	72/YMD1	72/YM1	4433120.774	479350.196	4433118.239	479346.710	100	4.31	1042.20	1042.17	0.03	0.696
H29C21A02D	59/YMD1	59/YM1	4434274.462	480007.917	4434277.224	480008.400	100	2.80	1030.90	1030.91	0.01	0.357
H29C21A02D	66/YMD1	66/YM1	4433838.703	480072.079	4433834.123	480071.850	100	4.59	1021.82	1021.85	0.03	0.654
H29C21A02D	50	50/KT1	4434491.73	480102.32	4434418.043	480087.614	100	75.14	1033.10	1030.20	2.90	3.859
H29C21A02D	39	40/KT1	4434201.226	480166.497	4434252.217	480076.065	100	103.82	1014.00	1021.40	7.40	7.128
H29C21A02D	42	42/KT1	4434043.718	480219.604	4434015.86	480263.00	100	51.57	1011.00	1009.70	1.30	2.521
H29C21A02D	42/KT1	43	4434015.86	480263.00	4433986.90	480312.15	100	57.05	1008.60	1005.03	3.57	6.258
H29C21A02D	27/YMD1	27/YM1	4434344.942	480338.412	4434348.608	480341.193	100	4.60	1016.50	1016.47	0.03	0.652
H29C21A02D	12	13	4433835.489	480191.871	4433728.550	480254.337	100	123.85	1015.30	1007.80	7.50	6.056
H29C21A02D	14/YMD1	14/YM1	4433603.249	480138.258	4433600.077	480139.526	100	3.42	1015.10	1015.13	0.03	0.878
H29C21A02D	17	18	4433551.839	480032.918	4433527.346	479953.922	100	82.71	1006.60	1019.30	12.70	15.356
H29C21A02D	30/YMD1	30/YM1	4434163.172	480606.393	4434160.808	480602.846	100	4.26	1001.37	1001.32	0.05	1.173
H29C21A02D	2/YMD1	2/YM1	4432927.890	480669.187	4432932.627	480671.555	100	5.30	972.00	971.95	0.05	0.944
H29C21A02D	4/YMD1	4/YM1	4432658.094	481114.680	4432655.054	481111.640	100	4.30	962.10	962.07	0.03	0.698
H29C21A02D	51	52	4434518.469	480130.685	4434567.520	480178.036	100	68.18	1032.60	1028.40	4.20	6.160
H29C21A02D	49	50	4434512.250	480103.924	4434491.73	480102.32	100	20.58	1033.10	1030.15	2.95	14.332

EK-3 Yakacık Şebekesi Üzerinde Örnek Çalışma

Veriler:

Populasyon Büyüklüğü :	10	
Seçilme Olasılığı :	0.85	
Aralık Sayısı :	11	
Yüzde % :	100	
Mutasyon Oranı :	3%	
İncelenecek Düğüm Noktası Sayısı :	3	(15-32-48 nolu düğüm noktaları)
Düğüm Noktalarının İlk andaki Toplam Tüketimleri :	3.77552	
Flor Ölçümü İçin Kullanılan Düğüm Noktası :	48	

GA POPULASYONUNUN OLUŞTURULMASI :

İterasyon Sayısı = 0

GA Populasyonu populasyon büyüklüğü ve incelenecek düğüm noktası sayısına göre (10,3) boyutunda bir matristir.

Buna göre populasyondaki elemanlar aşağıdaki gibi belirlenirler.

$$Pop(i, j) = (Aralık \times a) + 1$$

$$Pop(i, j) = (11 \times a) + 1$$

Bu denklemde "a" rassal bir eleman olmak üzere;

$$0 \leq a \leq 1$$

Rassal olarak belirlenen Populasyon Matrisi aşağıdaki gibidir:

Populasyon	15	32	48
1	6	5	5
2	6	4	5
3	6	5	5
4	6	5	5
5	11	5	5
6	6	5	5
7	6	5	5
8	7	2	5
9	6	5	5
10	6	5	5

GA populasyonu oluşturulduktan sonra GA operatörlerinden seçim aşamasına geçilir.

Ancak, henüz bir uygunluk hesaplanmadığı için populasyonda seçim, çaprazlama veya mutasyon yapılamaz. Bunun için öncelikle tüketimlerin hesaplanması gerekir.

Tüketim, her bir populasyondaki birey için aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$Tüketim = ET \times \left(1 + \left(Rassal - \frac{A+1}{2} \right) \times \left(\frac{Y}{\frac{A-1}{2}} \right) \right)$$

Burada:

ET = Düğüm noktasının başlangıçtaki tüketim miktarı

A = Çözüm için seçilen aralık miktarı

Y = Yüzde Miktarı

Rassal = GA tarafından rassal atanan populasyon matrisindeki tam sayı değerler

Örneğin 4 nolu birey için tüketim miktarları hesaplanacak olursa;

15 nolu düğüm noktası için :

Düğüm noktasının başlangıçtaki tüketim miktarı = 0.45 lt/s

GA tarafından belirlenen aralık miktarı = 11

Yüzdelik dilim miktarı = 100 % ise

$$Tüketim = ET \times \left(1 + \left(Rassal - \frac{A+1}{2} \right) \times \left(\frac{Y}{\frac{A-1}{2}} \right) \right) = 0.45 \times \left(1 + \left(11 - \frac{11+1}{2} \right) \times \left(\frac{1}{\frac{11-1}{2}} \right) \right)$$

= 0.90 bulunmuştur.

EK-3 (Devam) Yakacık Şebekesi Üzerinde Örnek Çalışma

Kromozomlarda bulunan tüketimlerdeki hata oranlarına göre cezalar verilerek doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışılır. Ceza Oranları tüketim oranlarına göre belirlenmekte olup, aşağıdaki gibi tariflenmektedir.

$$\text{Tüketim Oranı : } T_O = \frac{\sum T_{\text{tüketim}}}{TT} \quad (TT : \text{Şebekedeki ilk toplam tüketim})$$

Tüketim Oranları belirlendikten sonra, bulunan tüketimler ile şebekenin hidrolik çözümü yapılır ve yeni flor ölçümleri bulunur. Bulunan flor ölçümleri, bilinen flor ölçümleri ile karşılaştırılır ve aradaki farkların kareleri toplamı bulunur. Son olarak flor ölçümlerindeki toplam farklar kullanılarak, o bireyin uygunluğu araştırılır.

$$\text{Uygunluk : } U_{\text{uygunluk}} = \frac{\text{CezaKatsayısı}}{\sum TF} \quad (TF : \text{Flor ölçümlerindeki farkların kareleri toplamı})$$

Buna göre popülasyondaki her bir birey için bulunan tüketimler :

Populasyon	15	32	48	Toplam Tüketim	Tüketim Oranı	Verilen Ceza	Gerçek Flor ile Bulunan Flor Ölçümleri Arasındaki Farkların Kareleri Toplamı	Uygunluk
1	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
2	0.45	0.51	1.9804	2.940416	0.778811	0.5	24.17514	0.020682403
3	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
4	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
5	0.9	0.68	1.9804	3.560416	0.943027	0.7	11.0451279	0.06337636
6	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
7	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
8	0.54	0.17	1.9804	2.690416	0.712595	0.5	33.6246262	0.014870054
9	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
10	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789

Bulunan uygunluk değerlerinden en yüksek uygunluğa sahip kromozom, en doğru çözümü içeren kromozomdur.

İterasyon Sayısı = 1
Sayaç = 1

Seçim Aşaması :

Aşağıdaki değişken GA tarafından rassal olarak seçilmiş değişkenlerdir.

mate1 = 2
mate2 = 5 olarak atanmıştır.

Çaprazlama Aşaması :

Çaprazlama yapılacak kromozom rassal olarak belirlenmektedir.

Buna göre rassal olarak çaprazlama yapılan popülasyondaki 1. kromozom için:

Populasyon	15	32	48
1	6	3	5

Mutasyon Aşaması :

Rassal olarak belirlenen bir oran, mutasyon oranıyla karşılaştırılarak bireyin mutasyona uğrayıp uğramayacağına karar verilmektedir.

Mutasyon aşaması sonrasında sayaç 2 artırılarak diğer kromozomlar üzerinde de GA operatörleri uygulanır. Sayaç birey sayısını geçinceye kadar bu işlemler yapılarak yeni GA popülasyonu oluşturulmuş olur.

1. iterasyon sonunda bulunan yeni GA popülasyonu aşağıdaki gibidir:

Populasyon	15	32	48
1	6	3	5
2	8	5	5
3	11	5	11
4	6	5	5
5	6	5	5
6	11	9	5
7	6	4	5
8	6	5	5
9	6	5	5
10	6	5	5

EK-3 (Devam) Yakacık Şebekesi Üzerinde Örnek Çalışma

* Görüldüğü gibi GA operatörleri ile ilk aşamada oluşturulan popülasyon değiştirilmiştir.

1. iterasyon sonundaki sonuçlar:

Popülasyon	15	32	48	Toplam Tüketim	Tüketim Oranı	Verilen Ceza	Gerçek Flor ile Bulunan Flor Ölçümleri Arasındaki Farkların Kareleri Toplamı	Uygunluk
1	0.45	0.34	1.9804	2.770416	0.733784	0.5	26.6355629	0.018771895
2	0.63	0.68	1.9804	3.290416	0.871513	0.5	15.917201	0.031412558
3	0.9	0.68	4.981	6.56104	1.737785	0.5	33.8681145	0.014763148
4	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
5	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
6	0.9	1.36	1.9804	4.240416	1.123134	0.5	9.131098	0.054757927
7	0.45	0.51	1.9804	2.940416	0.778811	0.5	24.17514	0.020682403
8	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
9	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789
10	0.45	0.68	1.9804	3.110416	0.823838	0.5	23.8334713	0.0209789

Sonuçlarda görüldüğü gibi 1. iterasyon sonunda daha yüksek uygunluğa sahip bir kromozom bulunamamıştır. Bundan dolayı yeniden GA popülasyonunda değişiklikler yapılarak yeni bireyler oluşturulacaktır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KISIKLI, Cem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.02.1985 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 231 37 41
e-mail : cemkisikli@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü	2006
Lise	TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-2009	YOLSU Mühendislik Hizmetleri Ltd. Şti.	Tasarım Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Basketbol