

# DAĞITIM ŞEBEKESİNİN GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMUM TASARIMI

Belgin TÜRKAY<sup>1</sup>

Taylan ARTAÇ<sup>2</sup>

Elektrik Mühendisliği Bölümü  
Elektrik-Elektronik Fakültesi  
İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul

<sup>1</sup>e-posta: turkay@elk.itu.edu.tr

<sup>2</sup>e-posta: taylanartac@yahoo.com

Anahtar sözcükler: Dağıtım Şebekeleri, Optimizasyon, Genetik Algoritmalar

## ÖZET

Yapılan çalışmada dağıtım şebekesini optimum tasarımını yapan yeni bir genetik algoritma geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen tasarımda hat güzergah, hat ve dağıtım transformatör istasyonu boyutu seçimi yapılmaktadır. Modelde hat ve dağıtım transformatör istasyonları tesis ve kayıp maliyetleri hesaba katılmıştır. MATLAB’de geliştirilen genetik algoritmaları gerçek bir şebekeye uygulanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Dağıtım şebekesi tasarımının veya mevcut bir dağıtım şebekesinin büyütülmesi için yapılan çalışmaların amacı en az maliyetle kaliteli enerjiyi tüketicilere ulaştırmaktır. Bu amaçla literatürde değişik algoritmalar geliştirilmiş ve farklı optimizasyon yöntemleriyle çözülmüştür.

Geçmişte yapılan çalışmalardan bazıları sadece dağıtım transformatör istasyonu yer seçimi [1-3] veya hat güzergah seçimini [2-4] içermektedir. Tüm tasarım içeren çalışmaların bazılarında ise önce transformatör istasyonu yer seçimi yapılmakta daha sonra hat güzergahı seçilmektedir. İki kademeli çözüm nedeniyle global optimuma ulaşma ihtimali zayıflamaktadır. Çoğu algoritma bu iki modeli içinde barındırmakta ve seçilen optimizasyon yöntemine göre transformatör modeliyle hat modelinin aynı anda çözümlenmesine olanak sağlamaktadır [4-9]. Bu iki modelin aynı algoritma içinde bulunması global optimuma ulaşma olasılığını yükseltmektedir. Az sayıda çalışmada, bu modele ek olarak güvenilirlik modelini de algoritmaya ilave ederek kesintilerden doğan kayıpları da dikkate alır [10,11]. Tasarımı yapılan dağıtım şebekesinin tüketicilere ulaştırdığı elektrik enerjisinin kesinti oranının az yani güvenilir olması oldukça önemlidir. Fakat güvenilirlik analizi için gerekli olan verilerin çoğu bir çok ülkede çıkarılmamış olması nedeniyle güvenilirlik modelinin algoritmaya doğru bir şekilde eklenmesi zordur.

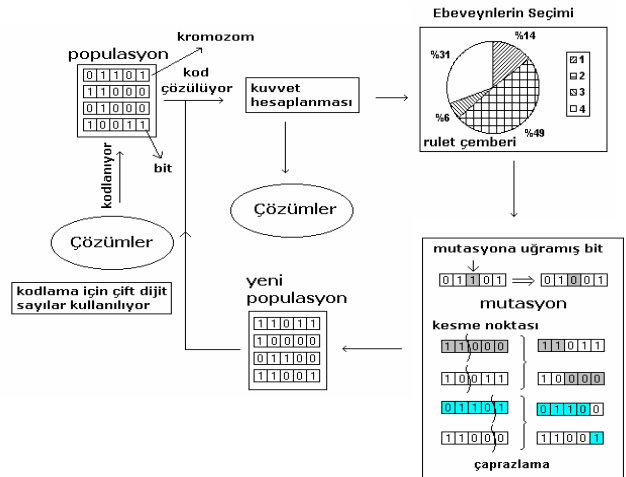
Dağıtım şebekelerinin tasarımında, kullanılan algoritma kadar seçilen optimizasyon yönteminde önemlidir. Genetik algoritmalarının gücü

optimizasyonda matematiksel programlama yöntemlerinde ihmal edilen bazı bilgileri modelleyebilmesinde ve lineerleştirilmeye gerek olmamasıdır. Bu sayede global optimuma daha yakın, daha gerçekçi bir sonuç elde etmek mümkündür. Ayrıca, genetik algoritmalarının basit bir sisteme sahip olması nedeniyle hesaplama işlemi matematiksel programlamaya oranla daha kısa sürmektedir.

Dağıtım şebekesi optimizasyonunda geliştirilen algoritma, Körfez Elektrik Dağıtım A.Ş. (KEDAŞ) den elde edilen “Kocaeli - Yeniköy Konutları Enerji Dağıtım Şebekesine” uygulanmıştır.

## 2. GENETİK ALGORİTMALAR

Genetik algoritmaları, popülasyon olarak tanımlanan rastgele çözüm setinden oluşmaktadır. Çözümü temsil eden popülasyon içindeki her bireye *kromozom* denmektedir.



Şekil 1: Basit bir genetik algoritmanın işleyişi

Kromozomlar *nesil* diye adlandırılan başarılı iterasyonlar ile *evrimleşmektedirler*. Her jenerasyonda, *uygunluğuna* göre, kromozomlar hesap edilir.

Bir sonraki nesil *döl* ile oluşturulur. Bunlar, o andaki nesil içindeki iki kromozomu *çaprazlama* operatörü ile birleştirerek ve/veya bir kromozomu *mutasyon*

operatörü ile değiştirerek elde edilir. Uygunluk değerlerine göre ebeveynler ve döller seçilerek yeni bir nesil oluşturulur. Basit bir genetik algoritmanın çalışma prensibi Şekil 1'de gösterilmektedir.

### 3. PROBLEM FORMÜLASYONU

Çalışmada kullanılan modelde, dağıtım transformatörünün tesis ve kayıp (demir ve bakır kayıpları) maliyetleri ile hattın tesis ve kayıp maliyetleri göz önüne alınmıştır.

$$\begin{aligned}
&= \sum_{k=1}^m \sum_{a \in N_a} [(K_{Tk})_a] + \sum_{k=1}^m \sum_{a \in N_a} [K_e \cdot (P_{dk})_a \cdot 8760] \\
&+ \sum_{k=1}^m \sum_{a \in N_a} \left[ K_e \cdot (P_{bk})_a \cdot \left( \frac{S_{\max}}{S_n} \right)^2 \cdot F_k \cdot 8760 \right] \quad (1) \\
&+ \sum_{l=1}^n \sum_{b \in N_b} (K_{Hl})_b \cdot l_l \\
&+ \sum_{l=1}^n \sum_{b \in N_b} \left[ K_e \cdot (r_l)_b \cdot l_l \cdot \frac{(P_l^2)}{|V_l|^2} \cdot F_k \cdot 8760 \cdot 10^{-3} \right]
\end{aligned}$$

$K_e$	enerji fiyat sabiti. [TL/kWh]
$(r_l)_b$	hattın $l$ bölümünde $b$ boyutunda kurulan kablunun metre başına direnci. [ $\Omega/m$ ]
$P_l$	hattın $l$ bölümündeki aktif güç. [kW]
$V_l$	hattın $l$ bölümünün başındaki gerilim. [kV]
$(K_{Hl})_b$	$b$ boyutundaki hattın $l$ bölümünde kurulmasının maliyet sabiti. [TL/m]
$l_f$	hattın $l$ bölümünün uzunluğu. [m]
$(P_{bk})_a$	$k$ nolu tesisteki $a$ boyutundaki transformatörün bakır kaybı. [kW]
$(P_{dk})_a$	$k$ nolu tesisteki $a$ boyutundaki transformatörün demir kaybı. [kW]
$(K_{Tk})_a$	$k$ nolu tesisteki $a$ boyutundaki transformatörün tesis maliyet sabiti. [TL]
8760	bir yıldaki toplam saat. [h]
$S_n$	transformatör gücü. [kVA]
$S_{\max}$	transformatördeki maksimum güç talebi. [kVA]
$N_a$	muhtemel transformatör boyutları.
$N_b$	muhtemel hat boyutları.
$F_k$	kayıp faktörü.
$n$	toplam hat bölümleri.
$m$	toplam transformatör sayısı.
$p$	toplam yük noktası

Amaç fonksiyonunun minimizasyonu kablo akım taşıma kapasitesi, dağıtım transformatör güç kapasitesi, gerilim düşümü, hattın radyal olması ve tüm tüketicilerin beslenmesi sınırlamalarına tabidir.

Her yük noktasında tüketici yükü karşılanmalıdır,

$$\sum_{i=1}^p (P_{ij} - P_{ji}) \geq P_j \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

Hattan geçen akım, hattın maksimum akım taşıma kapasitesinden büyük olmamalıdır,

$$\frac{P_l}{|V_l|} \leq \frac{P_l^{\max}}{|V_l|} \quad (l=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

Dağıtım transformatöründen talep edilen güç dağıtım transformatörün güç kapasitesini aşmamalıdır,

$$P_t \leq P_t^{\max} \quad (4)$$

Şebekede oluşan gerilim düşümü, kabul edilebilir mertebede olmalıdır,

$$\Delta U_l \leq \Delta U_{\max} \quad (l=1,2,\dots,n) \quad (5)$$

Dallı şebeke koşulu,

$$\sum_{i=1}^p (P_{ij} + P_{ji}) \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

### 4. ÖNERİLEN ALGORİTMA

Kodlama çift dijit sayılar kullanılarak yapılmıştır. Dağıtım transformatör boyutu, hat güzergahı ve kablo boyutu kodlamaya dahil edilmiştir. Köprü ve mutasyon operatörlerinin yanında *elitler* ve *veba* operatörleri de kullanılmıştır. Her nesilde çaprazlama ve mutasyon sonucu en iyi sonuçların kaybedilmesini engellemek amacıyla, en iyi sonuçları saklayan elitler operatörü kullanılmıştır. Veba operatörü ise [8], popülasyon içindeki kromozomların birbirlerine çok fazla benzemelerini önlemek amacıyla, popülasyonun çoğunluğunu rastgele olarak öldüren ve en iyi sonuçları saklayarak rastgele yeni bir popülasyon üreten bir operatördür. Bu sayede lokal optimum sonuçlardan kaçınılmış olunacaktır.

Tasarımcı popülasyonun boyutunu, nesil sayısını, veba, çaprazlama ve mutasyon oranlarını tanımlamak zorundadır.

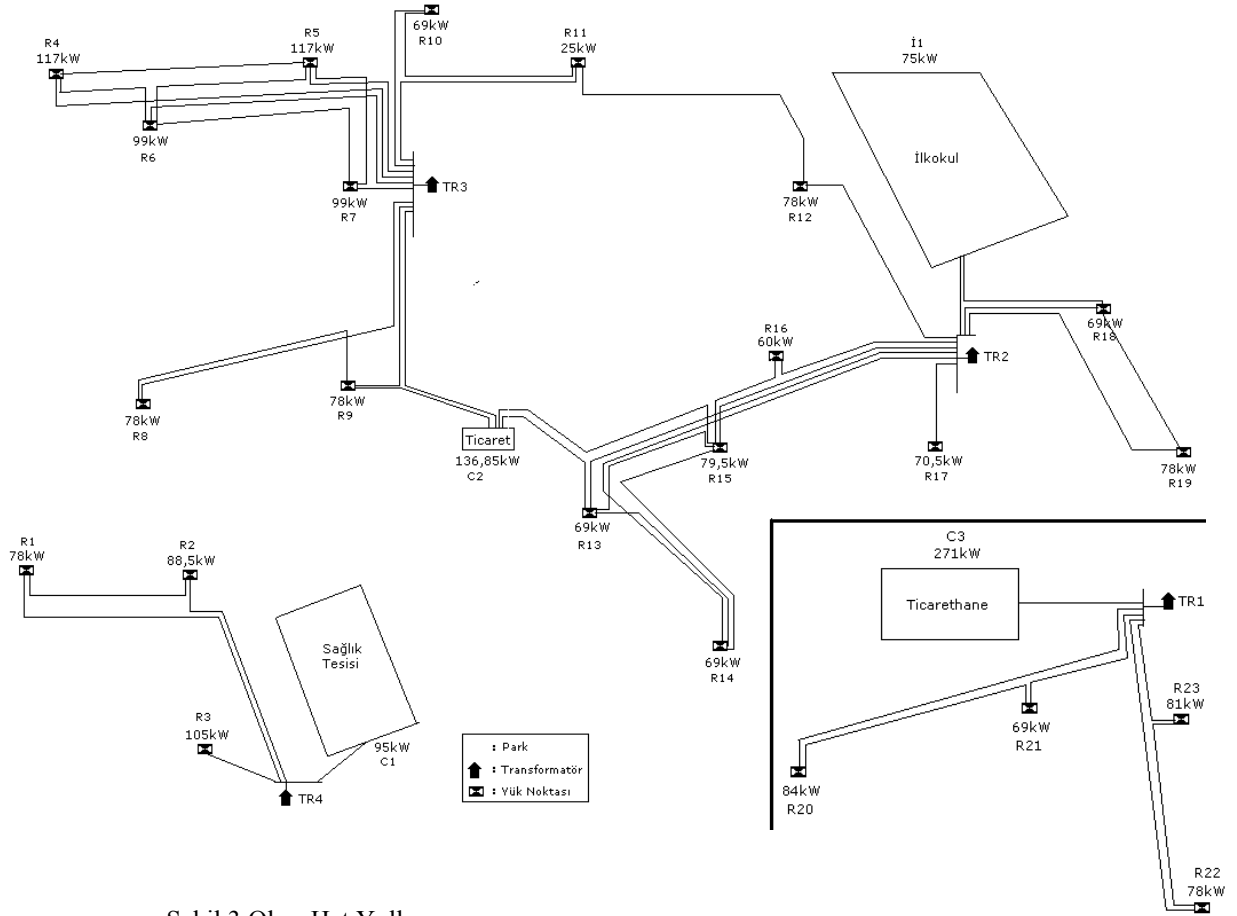
### 5. HESAPLAMA SONUÇLARI

Algoritma PIII GenuineIntel x86 ve 128Mb RAM sahip bilgisayarda çalıştırılmıştır.

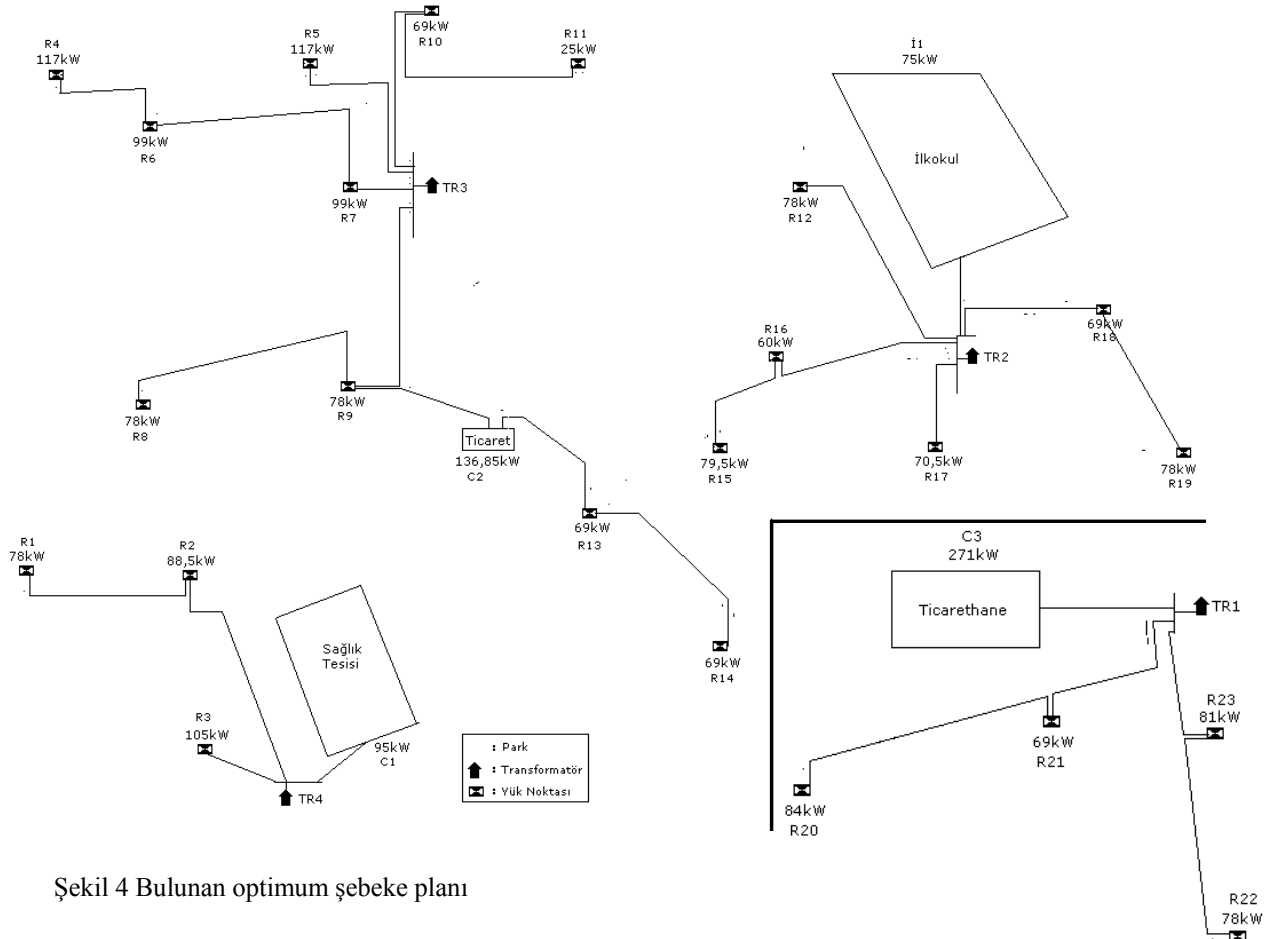
Öncelikle genetik algoritmaların operatörlerinin en iyi çalışma değerleri belirlenmiştir. Dağıtım sistemin çok büyük olmadığı için yaklaşık 50 kromozoma sahip bir popülasyonun yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Çaprazlama oranı yaklaşık 0.7, mutasyon oranı yaklaşık 0.03 ve veba oranı 0.02 de etkili ve hızlı sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Dağıtım şebekesi planı Körfez Elektrik Dağıtım A.Ş. (KEDAŞ), tesis maliyet bilgileri TEDAŞ 2002 yılı bedelleri, teknik veriler ise TMMOB EMO 2001 yılı Ajandası kullanılarak elde edilmiştir.





Şekil 3 Olası Hat Yolları



Şekil 4 Bulunan optimum şebeke planı