

ENERJİ DAĞITIM FİDERLERİNİN ŞEBEKE KAYIPLARINI AZALTMAK AMACIYLA GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİ KULLANILARAK YENİDEN YAPILANDIRILMASI

Ahmet ÖZDEŞ¹

F. Okan PEKİNER²

Erdin GÖKALP³

^{1,2,3}Elektrik Mühendisliği Bölümü

Elektrik-Elektronik Fakültesi

Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349, Yıldız, İstanbul

¹e-posta: ozdes@yildiz.edu.tr

²e-posta: pekiner@yildiz.edu.tr

³e-posta: gokalp@yildiz.edu.tr

Anahtar sözcükler: Radyal Enerji Dağıtım Sistemi, Genetik Algoritma, YenidenYapılandırma

ÖZET

Bu çalışmada enerji dağıtım şebekesinin radyal işletme koşullarının sağlanması şartıyla, şebeke aktif güç kayıplarının azaltılması amaçlanmaktadır. Dağıtım şebekesinin farklı topolojik yapılarını araştırmak ve minimum güç kaybıyla sonuçlanacak şebeke şekillerini bulmak amacıyla şebeke üzerindeki anahtarların konumları değiştirilmektedir. Bir dağıtım fiderini oluşturan her bir hat parçası üzerindeki (normalde kapalı konumda olan) bölümlendirme anahtarlarının ve fiderlerin birbirleriyle yük alış-verişlerini sağlayan (normalde açık) bağlantı anahtarlarının konumlarının değiştirilmesi suretiyle yeni şebeke şekilleri ortaya çıkmaktadır.

Minimum kayıpla servis verecek radyal şebeke yapısına ulaşmak amacıyla genetik algoritma yöntemi kullanılmıştır. Genetik algoritmalar geniş araştırma uzayları ve alt optimum noktalara takılmaları önleyen çalışma prensipleriyle oldukça tatmin edici sonuçlar vermektedir. Genel olarak genetik algoritmaların optimizasyon problemlerine iyi uyum sağladığı bilinmektedir. Dağıtım fiderlerinin yeniden yapılandırılması problemi de esas itibarı ile şebeke optimizasyon probleminden başka bir şey değildir.

1. GİRİŞ

Günümüzde büyük ölçüde radyal olarak işletilen enerji dağıtım sistemlerinde yeniden yapılandırma; değişen şartların algılanması (güzergahlarda, yüklerde ve yüklenme şekillerindeki değişimler vb.) ve günümüz teknolojilerinin uygulanması kapsamında gerçek zamanlı bir kontrol aracı olarak kullanılması yanı sıra bir planlama aracı olarak da kullanılabilir.

Anahtarlama işlemleri ile yüklerin bir fiderden başka bir fidere transfer edilmesi tüm sistemin işletme koşullarını önemli ölçüde değiştirebilir. Dağıtım sisteminin yeniden yapılandırılması, aşırı yüklü

fiderlerden ya da transformatörlerden daha az yük taşıyan fiderlere ya da transformatörlere yüklerin transfer edilmesine izin verir. Bu tür transferler sadece anahtarlanan fiderlerin yük seviyelerinin değiştirilmesi anlamında değil aynı zamanda fiderler üzerindeki gerilim profiline geliştirilmesinde ve tüm sistemdeki güç kayıplarının azaltılmasında da etkindir. Ayrıca şebeke güvenilirliğini arttırmak amacıyla da yeniden yapılandırma çalışmaları gerçekleştirilebilir [1].

Bu tür bir problemin tam optimum çözümünü bulabilmek için şebekedeki tüm anahtarlama ihtimallerinin nümerik olarak incelenmesi gerekmektedir. Ancak pratikte karşılaşılan dağıtım şebeke boyutları dikkate alındığında bu işlemin oldukça karmaşık ve oldukça uzun çözümleme zamanlarına ihtiyaç duyan bir problem olduğu anlaşılır. Literatürde bu probleme cevap teşkil edecek bir çok araştırma algoritmaları sunulmuştur.

Enerji dağıtım şebekesini radyal işletme şartları altında şebekedeki hiçbir yük enerjisiz kalmayacak şekilde yeniden yapılandırmak amacıyla dal-sınır (branch and bound) tipi bir araştırma metodu geliştirilmiştir [2]. Bu çalışmada öncelikle şebekedeki bütün anahtarlar kapatılarak bir kapalı/ağ şebeke modeli oluşturulmuş ve daha sonra anahtarlar bir radyal yapı elde edilene kadar teker teker açılmıştır. Açılacak olan anahtarı belirlemek amacıyla lineer bir eşdeğer rezistif şebeke modeli kullanılmıştır. Bu çalışmayı temel alan başka bir çalışmada ise şebekedeki optimum akış şeması dikkate alınmıştır [3].

Anahtarların değiş-tokuşunun önerildiği diğer bir çalışmada ise açık anahtarların değiştirilmesi sonucu oluşan yük değişimlerini hesaplayan etkin bir formül geliştirilmiştir [4]. [4]'de sunulan anahtar değişim işlemleri temelinde, her seferinde bir tek kapalı çevrede anahtar değiştirme işlemi yapan ve böylece anahtarlama sayısını sınırlayan başka bir çalışma ise daha yakın bir tarihte sunulmuştur [5]. Tek bir kapalı çevrenin optimizasyonu düşüncesinden hareket eden

son nümerik çalışmada ise tüm şebeke için optimum açık anahtar planlaması minimum anahtarlama işlemiyle gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Benzer şekilde bu çalışmada da genetik algoritma yöntemi enerji dağıtım sisteminin yapısal bileşenleri olan anahtarların konumlarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

2. GENETİK ALGORİTMALAR

Genetik algoritmaların temeli John Holland tarafından atılmış ancak geniş araştırmacı kitleleri ile tanışması D.E. Goldberg tarafından yazılan kitap ile olmuştur. Genetik algoritmalar doğal seçme ve doğal genetik kurallardan esinlenerek geliştirilmiştir [6].

Genetik algoritmalar ile tabiatta gözlenen genlerin nesilden nesile aktarılması ve değişime uğraması olayları birleştirilerek, en iyi çözümlerin aranması sağlanır. 'Sağlıklı bireylerden ancak sağlıklı bir toplum ve sağlıklı yeni nesiller üreyebilir' yaklaşımından hareketle; bir önceki neslin en gürbüz (en sağlıklı=en uygun) birey genlerinin büyük olasılıkla kullanıldığı işlemlerle yeni nesillerin üyeleri oluşturulur.

Genetik algoritmalar şu operatörlerden oluşur:

- 1-Üreme
- 2-Çaprazlama
- 3-Mutasyon

Üreme; bir nesildeki bireylerin uygunluk derecelerine göre yeni nesle kopyalanması anlamını taşır. Bu işlem Rulet Çarkı adı verilen bir prosesle gerçekleştirilmektedir.

Çaprazlama; kopyalanan bu bireylerin belirli bir oranda çiftler halinde gen takası yapmaları demektir. Başka bir deyişle iki ebeveyn bireyin gen değişimi yaparak iki yeni birey (yavru) oluşturmalarıdır. Örneğin A_1 ve A_2 bireylerinin işaretlenen noktadan sonraki bitleri yer değiştirilerek, yeni A_1' ve A_2' bireyleri elde edilir.

$$A_1=0110-1$$

$$A_2=1100-0$$

$$A_1'=01100$$

$$A_2'=11001$$

Mutasyon; bir nesilde belirli oranda seçilen bireylerin genlerinden bir kısmının rasgele değiştirilmesidir.

Genetik algoritmaları geleneksel araştırma algoritmalarından ayıran özellikler:

- Genetik algoritmalar parametrelerin kendisiyle değil parametrelerin kodlanması ile çalışır.
- Yapısında rasgelelik olsa da esas itibarı ile olasılık kurallarını kullanır.
- Pek çok araştırma algoritmasında olduğu gibi bir tek

nokta üzerinden araştırma yapmak yerine noktalar topluluğu üzerinde araştırma yapar.

3. MATEMATİKSEL MODEL

Enerji dağıtım sisteminde yeniden yapılandırma işleminin amacı minimum aktif güç kaybı ile aynı sistemi besleyecek yeni şebeke şekilleri araştırmaktır. Bu amaçla şebekedeki toplam aktif güç kaybı;

$$P_k = \sum_{j=1}^n R_j |I_j|^2 D_j \quad (1)$$

eşitliği ile ifade edilir. Burada P_k , dağıtım şebekesinin toplam aktif güç kaybını; R_j , j hat bölümünün direncini; I_j , j hat bölümünden geçen akımı ve D_j ise j hat bölümünde bulunan anahtarın konumunu (anahtar açık ise $D_j=0$ ve anahtar kapalı ise $D_j=1$) belirten bileşendir.

Şebekedeki toplam aktif güç kaybının minimum olması istenilmektedir. Bu durumda hedef/uygunluk fonksiyonu;

$$\min \frac{1}{P_k} = \sum_{j=1}^n R_j |I_j|^2 D_j \quad (2)$$

şeklinde ifade edilir. Ayrıca şebeke kısıtlarını sağlamak amacıyla şu eşitlikler kullanılır:

$$V_{i \min} \leq V_i \leq V_{i \max} \quad (3)$$

$$I_j \leq I_{j \max} \quad (4)$$

(3) nolu eşitlik i barasının gerilim sınırlarını ve (4) nolu eşitlik ise j hattının termal dayanım sınırlarını ifade eder. Bunların dışında

$$f(D_j) = 0 \quad (5)$$

eşitliği ise, dağıtım şebekesinin radyal işletme koşullarında kalmasını sağlamak amacıyla uygulanmaktadır.

4. GENETİK ALGORİTMANIN YENİDEN YAPILANDIRMA PROBLEMİNE UYGULANMASI

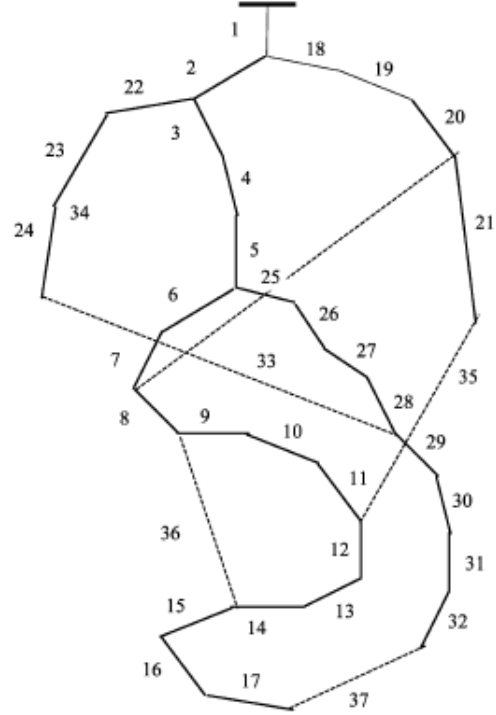
Enerji dağıtım sisteminin genetik algoritma metodu kullanılarak yeni şebeke şekillerinin araştırılabilmesi için öncelikle şebekesinin genetik olarak şifrelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada geliştirilen genetik algoritmalar, dağıtım şebekesinin bileşenleri olan anahtarları kullanmaktadır. Anahtarların konumları binary sayılarla şifrelenerek şebekeyi temsil eden genetik zincir oluşturulmaktadır.

Bu çalışmada iki farklı genetik şifleme tekniği [7]'daki örnek enerji dağıtım sistemine uygulanmış ve bu örnek test sistemi Şekil-1'de gösterilmiştir. Ayrıca bu test sistemine ilişkin hat, bara ve yük bilgileri Tablo 1'de verilmektedir.

1. Yöntem

Enerji dağıtım sistemini oluşturan 37 adet hat bölümüne ilişkin 37 adet anahtarın konumları (açık=1 ve kapalı=0 olmak üzere) genetik zincire yazılır. Şekil 2'de bu yönteme ilişkin bir örnek birey gösterilmiştir.

Şekil 1'de kesik çizgilerle gösterilen 33, 34, 35, 36 ve 37 numaralı anahtarların açık konumda kaldıkları dağıtım sistemine eşdeğer bir birey Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 1 33-baralı enerji dağıtım sistemi

Tablo 1 Örnek enerji dağıtım sistemi verileri

Hat No	İlk Bara	Son Bara	Direnç R (Ω)	Reaktans X (Ω)	Son Bara Gücü		Son Bara Gerilimi (p.u.)
					P (MW)	Q (MVar)	
1	1	2	0.0922	0.0470	100.0	60.0	0.9970 ∠ 0.0145
2	2	3	0.4930	0.2512	90.0	40.0	0.9829 ∠ 0.0960
3	3	4	0.3661	0.1864	120.0	80.0	0.9755 ∠ 0.1617
4	4	5	0.3811	0.1941	60.0	30.0	0.9681 ∠ 0.2283
5	5	6	0.8190	0.7070	60.0	20.0	0.9497 ∠ 0.1339
6	6	7	0.1872	0.6188	200.0	100.0	0.9462 ∠ -0.0964
7	7	8	0.7115	0.2351	200.0	100.0	0.9413 ∠ -0.0603
8	8	9	1.0299	0.7400	60.0	20.0	0.9351 ∠ -0.1334
9	9	10	1.0440	0.7400	60.0	20.0	0.9292 ∠ -0.1959
10	10	11	0.1967	0.0651	45.0	30.0	0.9284 ∠ -0.1887
11	11	12	0.3744	0.1298	60.0	35.0	0.9269 ∠ -0.1785
12	12	13	1.4680	1.1549	60.0	35.0	0.9208 ∠ -0.2698
13	13	14	0.5416	0.7129	120.0	80.0	0.9185 ∠ -0.3485
14	14	15	0.5909	0.5260	60.0	10.0	0.9171 ∠ -0.3862
15	15	16	0.7462	0.5449	60.0	20.0	0.9157 ∠ -0.4094
16	16	17	1.2889	1.7210	60.0	20.0	0.9137 ∠ -0.4868
17	17	18	0.7320	0.5739	90.0	40.0	0.9131 ∠ -0.4963
18	2	19	0.1640	0.1565	90.0	40.0	0.9965 ∠ -0.0037
19	19	20	1.5042	1.3555	90.0	40.0	0.9929 ∠ -0.0633
20	20	21	0.4095	0.4784	90.0	40.0	0.9922 ∠ -0.0827
21	21	22	0.7089	0.9373	90.0	40.0	0.9916 ∠ -0.1030
22	3	23	0.4512	0.3084	90.0	50.0	0.9794 ∠ -0.0650
23	23	24	0.8980	0.7091	420.0	200.0	0.9727 ∠ -0.0237
24	24	25	0.8959	0.7071	420.0	200.0	0.9694 ∠ -0.0674
25	6	26	0.2031	0.1034	60.0	25.0	0.9477 ∠ 0.1734
26	26	27	0.2842	0.1447	60.0	25.0	0.9452 ∠ 0.2295
27	27	28	1.0589	0.9338	60.0	20.0	0.9337 ∠ 0.3124
28	28	29	0.8043	0.7006	120.0	70.0	0.9255 ∠ 0.3904
29	29	30	0.5074	0.2585	200.0	100.0	0.9219 ∠ 0.4956
30	30	31	0.9745	0.9629	150.0	70.0	0.9178 ∠ 0.4112
31	31	32	0.3105	0.3619	210.0	100.0	0.9169 ∠ 0.3882
32	32	33	0.3411	0.5302	60.0	40.0	0.9166 ∠ 0.3805
34	8	21	2.0000	2.0000			
36	9	15	2.0000	2.0000			
35	12	22	2.0000	2.0000			
37	18	33	0.5000	0.5000			
33	25	29	0.5000	0.5000			

