

GÖRSEL BİR PROGRAM : YÜK AKIŞI ANALİZİ VE AKTİF GÜÇ OPTİMİZASYONU

Celal YAŞAR¹Salih FADIL²M.Ali TAŞ³Tolga YILDIZ⁴^{1,4}Dumlupınar Üniversitesi, Müh. Fak., Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Merkez Kampusu, Kütahya²Osmangazi Üniversitesi, MMF, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480, Eskişehir³Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya MYO, Elektrik Programı, Germiyan Kampüsü, Kütahya¹e-posta: cyasar@dumlupinar.edu.tr ²e-posta: sfadil@ogu.edu.tr ³e-posta: malitas@dumlupinar.edu.tr*Anahtar sözcükler:Yük akışı analizi, Newton –Raphson Metodu, Gradyent metodu*

ÖZET

Makalede yük akışı analizi ve optimal aktif güç dağıtım problemlerinin çözümünde kullanılan, tarafımızdan Delphi dilinde yazılmış, eğitim amaçlı görsel bir programın yapısı verilmektedir. Kullanıcı, program sayesinde ele alınan elektrik enerji sisteminin tek hat diyagramını programın editöründe çizilebilmekte ve sisteme ait verileri çeşitli pencereler aracılığı ile kolaylıkla girebilmektedir. Çözümde elde edilen veriler de yine çeşitli pencerelerden görülebilmektedir. Ele alınan elektrik enerji sisteminin sadece termik birimlerden meydana gelmesi durumunda, sisteme ait optimal aktif güç üretimleri de (minimum toplam maliyeti veren) program tarafından hesaplanabilmektedir.

1. GİRİŞ

Yapılan çalışmada Newton-Rapson yöntemine dayanan A.C yük akışı analizi kullanılmıştır. Bunun nedeni bu yöntemin A.C yük akışı problemini kısa sürede ve az iterasyonla çözebilmesidir [1].

Yük akışı analizinde enerji sisteminde, bir bara haricindeki, tüm baralara ait net aktif ve reaktif güçler belirlenmelidir. Net güç (aktif ve reaktif) sisteme basılan (pozitif enjekte edilen) güç ile sistemden çekilen (negatif enjekte edilen) güç arasındaki farka eşittir. Yani baraya bağlı üreticinin verdiği güç ile yükün çektiği güç arasındaki farktır. Eğer sistemde gerilim kontrollü bara varsa bu barada sabit tutulacak bara gerilim genliği belirlenir ve baraya bağlı olan reaktif güç üreticisinin üretimi ve bara geriliminin açısı çözümden elde edilir.

Sisteme ait çözüm bilinmeden sistemdeki aktif ve reaktif güç kayıpları belirlenemeyeceğinden, sistemdeki bir baranın net aktif ve reaktif gücü serbest bırakılmaktadır. Bu baraya salınım (gevşek, referans) barası denilmektedir. Sisteme ait çözüm belirlendikten sonra bu baraya ait net aktif ve reaktif güçler belirlenmekte ve dolayısıyla sisteme ait aktif ve reaktif güç dengesi (üretim=tüketim+kayıp) sağlanmış olmaktadır. Salınım barasının geriliminin genliği ve açısı önceden belirlenmektedir. Bu belirleme, sisteme ait tekil çözümün bulunabilmesi için şarttır. Yük akışı çözümünden salınım barası haricindeki tüm bara gerilimlerinin genlikleri ve açıları bulunmaktadır. Daha sonra sistemdeki hatlardan iletilen aktif ve

reaktif güçler ve hatlardaki kayıplar hesaplanmaktadır [2,3].

Bu çalışmada, yük akış analizi ile yükün üretim birimleri arasında optimal bir şekilde ekonomik olarak paylaşımı bir simülasyon programıyla görsel hale getirilmiştir. Optimal aktif güç dağıtımı için birinci derece gradyent metodu kullanılmıştır. İsteğe bağlı olarak çalıştırılabilen bu aktif güç dağıtım tekniği, referans bara penaltı faktörlerini kullanmaktadır [4,6].

Bu program, nesneye yönelik programı desteklemesi nedeniyle Delphi programlama dilinde yazılmıştır. Programla yük akış analizine ve aktif güç optimizasyonuna kullanım kolaylığı sağlanmıştır..

2. NEWTON RAPHSON METODU

Bu metotta, fonksiyonla ilişkilendirilmiş bağımsız değişken için hata düzeltmesi yapılarak fonksiyondaki düzeltme sifıra götürülür. Hatanın sifıra gitmesi için fonksiyon x_0 civarında Taylor serisine açılır. İki veya daha fazla değişkenli fonksiyonların Taylor serisine açılımı, Newton-Raphson metodunun temelini teşkil eder. N değişkenli $y = f(x)$ fonksiyonunun Taylor serisine açılımı (1)'deki gibidir [2,3].

$$y = f(x_0) + \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x=x_0} \cdot (x - x_0) + Y.D.T. \quad (1)$$

Taylor serisine açarken birinci dereceden büyük olan kısmi türevler (Y.D.T.) ihmal edilerek x bilinmeyeni çekildiğinde (2) elde edilir.

$$x = x_0 + \left[\left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x=x_0} \right]^{-1} \cdot (y - f(x_0)) \quad (2)$$

Denklem (2)'de x_0 yerine $x(i)$ ve x yerine $x(i+1)$ konulursa (3) elde edilir.

$$x(i+1) = x(i) + [J(i)]^{-1} \cdot (y - f[x(i)]) \quad (3)$$

Buradaki NxN boyutlu $J(i)$ matrisi Jacobian matrisi olarak bilinir ve (4)'deki gibi tanımlanır.

$$[J(i)] = \left[\left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x=x(i)} \right] = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_N} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial f_N}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_N}{\partial x_N} \end{bmatrix}_{x=x(i)} \quad (4)$$

Çözümde, matris tersi almak yerine lineer denklem sistemi çözümü tercih edildiğinden, (3)'den elde edilen denklem aşağıdaki iterasyon bağıntısı şekline dönüştürülür.

$$[\mathbf{J}(i)]\Delta\mathbf{x}(i) = \Delta\mathbf{y}(i) \quad (5)$$

Bu denklemden $\Delta\mathbf{x}(i)$ bilinmeyen vektörü hesaplanarak yeni $\mathbf{x}(i+1)$ değeri (6)'dan bulunur.

$$\mathbf{x}(i+1) = \mathbf{x}(i) + \Delta\mathbf{x}(i) \quad (6)$$

Çözümde, başlangıç değerleri $\mathbf{x}(0)$ seçilir ve iterasyona (7)'deki durma kriteri sağlanıncaya kadar devam edilir.

$$|\Delta y_k(i)| < \varepsilon, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

Denklemdaki ε sayısı, seçilen bir tolerans değerini göstermektedir.

3. YÜK AKIŞ ANALİZİ

Yük akışı analizi giriş verileri; bara, iletim hatları ve transformatör bilgilerinden oluşur. Herbir baraya ait gerilim genliği, faz açısı, net aktif güç ve reaktif güç değerleri bilinmelidir. Her baradaki bu değerlerden son ikisi giriş bilgisi olarak tanımlanır, ilk ikisi ise yük akışı analizi tarafından hesaplanan bilinmeyenlerdir. Herbir bara; salınım, yük ve gerilim kontrollü bara olmak üzere üç bara tipinden birine girer. Salınım barası, her sistemde sadece bir adet olur ve bu bara genelde bir nolu baradır. Bu barada bara geriliminin genliği ve açısı ($V_1 \angle \delta_1$) verilmekte ve net aktif ve reaktif güç değerleri (P_1, Q_1) yük akışından hesaplanmaktadır. Yük barası giriş bilgileri P_k ve Q_k şeklinde olup V_k ve δ_k değerleri analiz yoluyla hesaplanır. P_k ve Q_k değerleri

$$P_k = P_{Gk} - P_{yk} \quad (8)$$

$$Q_k = Q_{Gk} - Q_{yk}$$

şeklinde hesaplanır. Denklemden P_{Gk} ve Q_{Gk} k. baraya bağlı generatörün verdiği aktif ve reaktif gücü, P_{yk} ve Q_{yk} ise k. baraya bağlı yükün çektiği aktif ve reaktif gücü göstermektedir. Sistemdeki baraların çoğu, yük barasıdır. Gerilim kontrollü baranın giriş bilgileri P_k ve V_k şeklinde olup Q_k ve değerleri analiz sonucunda hesaplanır.

Yük akış analizi için (2) nolu denklemde görülen değerler (9)'daki gibi tanımlanır.

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \delta \\ \mathbf{V} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{P} \\ \mathbf{Q} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{f}(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} \mathbf{P}(\mathbf{x}) \\ \mathbf{Q}(\mathbf{x}) \end{bmatrix} \quad (9)$$

Denklemin (9)'da \mathbf{x} vektöründe salınım barasına ait δ_1 ve V_1 değerleri yer almaz, çünkü bu değerler bilinmektedir. Denklemin (9)'daki $\mathbf{f}(\mathbf{x})$ 'in açık yazılımı denklem (10) şeklindedir.

$$f_k(\mathbf{x}) = P_k(\mathbf{x}) = V_k \sum_{n=1}^N Y_{kn} \cdot V_n \cdot \cos(\delta_k - \delta_n - \theta_{kn})$$

$$f_{N+k}(\mathbf{x}) = Q_k(\mathbf{x}) = V_k \sum_{n=1}^N Y_{kn} \cdot V_n \cdot \sin(\delta_k - \delta_n - \theta_{kn})$$

$$k = 2, 3, \dots, N \quad (10)$$

Denklemin (10)'daki Y_{kn} ve θ_{kn} bara admitans matrisindeki kompleks Y_{kn} elemanın genliğini ve açısını göstermektedir. Jacobian matrisi denklem (11) formunda yazılabilir.

$$[\mathbf{J}] = \begin{bmatrix} \mathbf{J1} & \mathbf{J2} \\ \mathbf{J3} & \mathbf{J4} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Jacobian matrisindeki alt matrisler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\mathbf{J1} = \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial \delta}, \quad \mathbf{J2} = \frac{\partial \mathbf{P}}{\partial \mathbf{V}}, \quad \mathbf{J3} = \frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial \delta}, \quad \mathbf{J4} = \frac{\partial \mathbf{Q}}{\partial \mathbf{V}} \quad (12)$$

Alt matrislerin elemanları (10)'da verilen ifadeler gözönüne alınarak elde edilmektedir [2,3].

Newton-Raphson yönteminin yük akışı problemine uygulanması sonucu, (5) denklemde görülen $\Delta\mathbf{x}(i)$ ve $\Delta\mathbf{y}(i)$ ifadeleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\Delta\mathbf{x}(i) = \begin{bmatrix} \Delta\delta(i) \\ \Delta\mathbf{V}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta(i+1) - \delta(i) \\ \mathbf{V}(i+1) - \mathbf{V}(i) \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\Delta\mathbf{y}(i) = \begin{bmatrix} \Delta\mathbf{P}(i) \\ \Delta\mathbf{Q}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P} - \mathbf{P}[\mathbf{x}(i)] \\ \mathbf{Q} - \mathbf{Q}[\mathbf{x}(i)] \end{bmatrix} \quad (14)$$

Denklemin (14)'deki \mathbf{P} ve \mathbf{Q} vektörleri baralara basılan net aktif ve reaktif güç değerlerini içermektedir. (5) ve (6) eşitlikleri ise aşağıdaki verilen eşitliklere dönüşür.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{J1}(i) & \mathbf{J2}(i) \\ \mathbf{J3}(i) & \mathbf{J4}(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\delta(i) \\ \Delta\mathbf{V}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta\mathbf{P}(i) \\ \Delta\mathbf{Q}(i) \end{bmatrix} \quad (15)$$

$$\mathbf{x}(i+1) = \begin{bmatrix} \delta(i+1) \\ \mathbf{V}(i+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta(i) \\ \mathbf{V}(i) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta\delta(i) \\ \Delta\mathbf{V}(i) \end{bmatrix} \quad (16)$$

Denklemin (7)'de verilen durma kriteri ise aşağıda verilen denklemle ifade edilir.

$$|\Delta P_k(i)| < \varepsilon, \quad |\Delta Q_k(i)| < \varepsilon, \quad k = 2, \dots, N \quad (17)$$

Sistemdeki k. baranın gerilim kontrollü bara olması durumunda, i. iterasyona başlamadan (i-1). iterasyonda bulunan değerler kullanılarak önce $Q_k(i)$ değeri ve buradan da $Q_{Gk} = Q_k(i-1) + Q_{yk}$ değeri hesaplanmaktadır. Eğer, bu değer reaktif güç üreticisinin üretim sınırları arasında ise ($Q_{Gk}^{min} \leq Q_{Gk} \leq Q_{Gk}^{max}$), (15) denklemde $\Delta V_k(i)$ elemanına karşı gelen satır ve sütun denklem sisteminden çıkarılarak denklem çözülmektedir. Eğer Q_{Gk} bu sınırları aşıyorsa, k. bara yük barasına dönüştürülmekte ve Q_{Gk} değerinde aşılın sınıra eşit alınarak (15) denklemi $\Delta V_k(i)$ elemanına karşılık gelen satır ve sütun denklemden çıkarılmayarak çözülmektedir. İterasyon işlemine (17) denklemde

verilen durma kriteri sağlanıncaya kadar devam edilmektedir.

4. OPTİMAL AKTİF GÜÇ DAĞITIM TEKNİĞİ

Optimal aktif güç dağıtım tekniğinde, yükün üretim birimleri arasında ekonomik olarak paylaşılması, birinci derece gradyent metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gradyent metodu referans bara penaltı faktörlerini kullanmaktadır [4,6]. Optimizasyon probleminin minimize edilecek maliyet fonksiyonu denklem (18)'deki gibidir.

$$\min F_T = \sum_{i=2}^N F_i(P_{Gi}) + F_1(P_{G1}), \quad (R/h) \quad (18)$$

Buradaki $F_i(P_{Gi})$ ifadesi, üretim biriminin P_{Gi} gücünü verirken saat başına maliyetini ifade etmektedir. Denklemdeki R harfi, hayali bir para birimini temsil etmektedir. Probleme ait elektriksel kısıtlar (19) ve (20)'de verilmiştir.

$$P_{yük} + P_{kayıp} - \sum_{i=2}^N P_{Gi} - P_{G1} = 0 \quad (19)$$

$$P_{Gi}^{min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi}^{max}, \quad i=1,2,\dots,N \quad (20)$$

Denklemdeki $P_{yük}$ ve $P_{kayıp}$ MW olarak sırasıyla sistem yükünü ve kaybını göstermektedir. P_{G1} salınım (referans) barasına bağlı birimin MW olarak çıkış gücünü göstermektedir. P_{Gi}^{min} , P_{Gi}^{max} sırasıyla MW olarak i. üretim biriminin alt ve üst aktif güç üretim sınırlarını ifade etmektedir. Denklem (18)'de verilen toplam maliyetteki değişim, sadece birinci mertebeden türevler dikkate alındığında, aşağıdaki gibi olur.

$$\Delta F_T = \sum_{i=2}^N \dot{F}_i(P_{Gi}) \cdot \Delta P_{Gi} + \dot{F}_1(P_{G1}) \cdot \Delta P_{G1} \quad (21)$$

Benzer şekilde (19)'daki eşitlik kısıtının her iki yanına ait değişim yazılırsa, $P_{yük}$ sabit olduğundan (22) eşitliği elde edilir.

$$\Delta P_1 = \Delta P_{kayıp} - \sum_{i=2}^N \Delta P_{Gi} \quad (22)$$

Diğer taraftan kayıplardaki değişme aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\Delta P_{kayıp} = \sum_{i=2}^N \frac{\partial P_{kayıp}}{\partial P_{Gi}} \cdot \Delta P_{Gi} + \frac{\partial P_{kayıp}}{\partial P_1} \cdot \Delta P_1 \quad (23)$$

Bu eşitlik denklem (22)'de yerine konulup gerekli düzenleme yapılırsa (24) elde edilir.

$$\Delta P_1 = - \sum_{i=2}^N \left(1 - \frac{\partial P_{kayıp}}{\partial P_{Gi}} \right) \cdot \Delta P_{Gi} \quad (24)$$

Çözümde referans bara penaltı faktörleri kullanıldığından, (23)'ün elde edilmesinde

$$\frac{\partial P_{kayıp}}{\partial P_1} = 0 \quad \text{alınmıştır. Denklemdeki} \quad \left(1 - \frac{\partial P_{kayıp}}{\partial P_{Gi}} \right)$$

ifadesi β_i faktörü olarak tanımlanır. β_i , i. birimin penaltı faktörlerinin tersine eşittir ve bu değerler yük akışında Jacobien matrisi kullanılarak bulunabilmektedir [4,6]. Bu durumda (21) eşitliği aşağıdaki hale dönüşür.

$$\Delta F_T = \sum_{i=2}^N \left[\dot{F}_i(P_{Gi}) - \beta_i \cdot \dot{F}_1(P_{G1}) \right] \Delta P_{Gi} \quad (25)$$

İterasyona, başlangıç değerleri (19) ve (20) kısıtlarını sağlayacak şekilde seçilerek başlanır. Sistemdeki birimlere ait seçilen aktif üretim değerleriyle yük akışı gerçekleştirilir. Yük akışından, salınım barasına ait çıkış güç değeri, bara gerilimleri, penaltı faktörleri ve toplam maliyet bulunur. Bu değerler kullanılarak (25) denklemdeki köşeli parantez içindeki katsayılar hesaplanır. Mutlak değer olarak katsayıların en büyüğü alınır. Bu katsayı negatif ise (bu katsayının çarpanı) ΔP_{Gi} pozitif, pozitif ise ΔP_{Gi} negatif seçilir ve katsayı ile çarpılır. Elde edilen toplam maliyetteki değişim, ΔF_T , negatif bir değerdir. Bu durumda toplam maliyet aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$F_T^{(1)} \cong F_T^{(0)} + \Delta F_T^{(0)} \quad (26)$$

Denklem (26)'daki $F_T^{(1)}$ toplam maliyetinde, bir önceki $F_T^{(0)}$ maliyetine göre bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalmayı sağlayan üretim biriminin yeni üretim değeri bulunur. Bu yeni değerlerle yeniden yük akışı gerçekleştirilir. Bu işleme ($F_T^{(g+1)} - F_T^{(g)} \leq \text{TOL}$) durma kriteri sağlanıncaya kadar devam edilir. Durma kriterindeki g harfi iterasyon sayısını göstermektedir.

5. PROGRAMIN TANITILMASI

Bu çalışmada, nesneye yönelik programlamayı destekleme özelliğinden dolayı Delphi programlama dili kullanılmıştır. Nesneye yönelik bütün tekniklerin kullandığı sınıflar, kalıtım (inheritance) ve çok biçimlilik (polimorphism) veya geç tutturma (late binding) kavramları burada da kullanılmıştır [5].

Programda kullanılan nesnelere, TComponent, TGraphicControl ve TWinControl ana nesnelere türetilmiş olup hiyerarşik sıraya göre türetildiği sınıfların tüm özelliklerini ve olaylarını içermektedir. Bu nesnelere programda kullanılmak üzere ilave özellikler (R, X, ve B değerleri gibi) ve olaylar (kendi kendini sürükleyebilmesi, çizim şeklinin değişikliği gibi) eklenmiştir. Editör programında kullanılmak üzere iki nesne oluşturulmuştur. Bunlar *birim* ve *hat* nesnelere aittir.

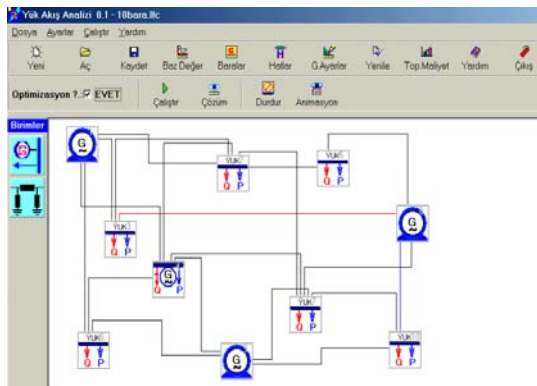
Birim nesnesi, TPanel sınıfının alt nesnesi olarak türetilmiştir. Bu nesne üzerine etiket (TLabel) ve resim (TImage) nesnesi gömülmüştür. Programda birimlerin taşınabilmesi için OnMouseDown olayına, kendi kendini taşıyabilme özelliği eklenmiştir. Birim nesnesi özellikleri, parametreleri ve görüntüsü değiştiğinde, ipucu (hint) özelliği otomatik olarak değişmektedir. Kullanılan resimler, programın uygulama dosyası (exe)

dosyası) içine gömülü olup dışarıdan ayrıca resim dosyası aranmamaktadır. Bu özelliklere ilave olarak birim nesnesi içine, *BaraNo*, *BaraTipi*, *Bara Gerilimi*, *Bara Geriliminin Açısı*, *PGen*, *QGen*, *Pyük*, *QYük* ve *Maliyet Fonksiyonunun Katsayıları* gibi özellikler de gömülmüştür.

Hat nesnesi, TGraphicControl sınıfından türetilmiştir. Bu nesne oldukça karmaşık bir yapıdadır. Hat nesnesi, birim nesnesi yerleştirilmeden oluşturulamaz. Çünkü hat nesnesi, başlangıç ve bitiş noktası koordinatlarını birim nesnelere alır. Hat çizgilerinin başlangıç noktasından çıkış yönleri vardır. İki birim nesnesi arasında hat nesnesini oluşturmak için 16 farklı durum (birimlerin aynı hizada, üstte, altta, ileride, geride, çizgilerin düzgün çizilmesi için köşe noktalarının oluşturulması gibi) dikkate alınmıştır. İletim hattına ait çizgilerin düzgün olması için bir, iki veya üç köşe noktası oluşması tercih edilmiştir. Hat nesnesinin içine, özellik olarak iletim hattının eşdeğer π devresi parametreleri (R , X ve B değerleri gibi) gömülmüştür.

Editör programında, *birim* ve *hat nesnelere* kullanılmaktadır. Bu nesnelere, programın çalışması esnasında yaratılmakta ve silindiğinde ortadan kalkmaktadır. Hat ve birim nesnelere özellik değişkenleri, isteğe bağlı olarak *pu* veya *gerçek değer* olarak girilebilmektedir. Programa ait ekranın üst kısmında, bir araç çubuğu vardır. Bu araç çubuğunda sıkça kullanılan işlemler yer almaktadır. Sol yanında ise, güç sistemlerinin tek hat diyagramının çiziminde kullanılan *birim* ve *hat nesnelere* oluşturulmasını sağlayan iki buton vardır. Bu butonlar sürükleyip bırakarak (drag-drop) mantığına göre çalışmaktadırlar. Bu nedenle güç sisteminin tek hat diyagramı kolaylıkla çizilebilmektedir. Çizimin yapıldığı editör ekranının görüntüsü Şekil 1’de verilmiştir. Çizim yapılabilmesi için öncelikle güç sisteminin bazı değerleri girilmelidir. Bu işlem için araç çubuğundaki bazı değerler butonu kullanılmalıdır.

Baralara veya hatlara ait değerler, fareyle seçilerek değiştirilebilir. Bu işlem, farenin sağ tuşuna basıldığında gelen menüden “Özellikler” seçeneği kullanılarak gerçekleştirilir.



Şekil 1. Editör ekranının görüntüsü

Editör ekranındaki güç devresine ait tek hat diyagramındaki baralara ve hatlara ait değerlerin tek tek seçilerek girilmesi gerekmektedir. Bu işlemin zorluğu nedeniyle, bütün baralara ve hatlara ait değerlerin toplu olarak girilebileceği iki adet buton hazırlanmıştır. Araç çubuğu üzerinde bulunan bu butonlardan biri “Baralar” diğeri ise “Hatlar” butonudur.

Çizim işlemi tamamlandıktan sonra devre *lfc* uzantılı dosya olarak kaydedilebilir. Sistemin yük akış analizi “Çalıştır” düğmesine basılarak gerçekleştirilir. Eğer “Optimizasyon..?” yazısının karşısındaki “EVET” onay kutusuna onay verilirse, program, oluşturulan güç sisteminde gradyent metodu kullanarak aktif güç optimizasyonunu gerçekleştirir. Güç sisteminin toplam ve birimlere ait maliyetleri “Top Maliyet” butonuna basılarak görüntülenebilir.

Sonuçlar yeni bir pencere aracılığıyla ekrana gelir. İstendiğinde bu sonuçlar dosyaya kaydedilebilir. Yapılan çözümleri daha sonra görüntülemek gerekirse, araç çubuğundaki “Çözüm” düğmesine basmak yeterli olacaktır.

Programın çalıştırılması ve sonuçlarına ait geniş bilgi programın yardım menüsünde mevcuttur.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, iletim hatları ve baralar nesnel şekilde düzenlenerek, yük akışı analizi ve aktif güç optimizasyonu programı görsel hale getirilmiştir. Eğitim amaçlı olarak düzenlenen bu program yardımıyla, yük akışı analizi ve aktif güç optimizasyonu konularının anlatımı daha kolay hale getirilmiştir.

Ayrıca bu simülasyon programıyla sistemdeki veri girişleri kolayca yapılabilenekte, veri girişlerindeki hata ortadan kalkmakta ve bazı değerler grafik olarak kolayca görüntülenebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Tinney W.F., Hart C.E., "Power Flow Solution by Newton's Methods", IEEE Transaction On Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-86, pp. 1449-1460, November 1967.
- [2] Glover J.D., Sarma M., "Power System Analysis and Design", 2nd ed., PWS Publishing Company, Boston, 1994.
- [3] Stevenson W.D., "Element of Power System Analysis", 4th ed., New York McGraw-Hill, 1982.
- [4] Wood A.J., Wollenberg B.F., "Power Generation, Operation & Control", John Wiley & Sons, 1996.
- [5] Cantu M., "Mastering Delphi 5", Sybex Inc., 1999.
- [6] Fadıl S., Yaşar C., "Tek Bölgegi Enterkonekte Sistemlerde Kısa Dönem Hidrotermal Koordinasyon Problemini Çözmek için Önerilen Puseydo Su Fiyatı ve Spot Elektrik Fiyatını Kullanan Bir Aktif Güç Dağıtım Tekniği", Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 7. Ulusal Kongresi, 8-14 Eylül-1997, Ankara, sayfa: 536-539.