

İZMİR İLİ VE ÇEVRESİ ELEKTRİK ŞEBEKESİNİN FARKLI SENARYOLAR ALTINDA İNCELENMESİ

Hasan UZAL¹, Ali ZONTURLU¹, Bilal KALAYCI², Engin KARATEPE¹,
Faruk UGRANLI¹, Kürşat BÜLBÜL²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Müh. Fak., Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

²TEİAŞ Batı Anadolu Yük Tevzi İşletme Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

hasanuzal@gmail.com, alizonturlu@gmail.com, engin.karatepe@ege.edu.tr

faruk.ugranli@ege.edu.tr, kalayci_bilal@hotmail.com, kursat.bulbul@teias.gov.tr

ÖZET

Güç akış analizi güç sistemleri açısından vazgeçilmez bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla bir çok güç akış analizi metodu ve programı literatürde ve piyasada geliştirilmiştir. Bu çalışmada ise gerçek bir sistemin güç akış analizleri ele alınmıştır. İzmir ili ve çevresine ait enerji iletim ve dağıtım hatlarının güç akış analizleri farklı senaryolar altında incelenmiş ve olası durumlar için alternatif çözüm önerileri üretilmiştir. Bu kapsamda, mevcut iletim hatlarının modellenmesi gerçekleştirildikten sonra bu iletim hatlarındaki hat akışları gerçek verilerle uyumlu olacak şekilde Power World Simulator programına aktarılmıştır. Sistem bilgisayar ortamında modellenildikten sonra sistemi önemli ölçüde etkileyebilecek olası senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryolar altında şebeke bilgisayar ortamında geleneksel yük akış analizi algoritması ve Power World Simulator kullanılarak analiz edilmiş olup, bu senaryoların neden olacağı sorunlara çözümler üretilmeye çalışılmıştır.

GİRİŞ

Elektrik enerji sistemlerini verimli ve güvenli işletebilmek ve hızla artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla ekonomik çözüm ve planlamaların yapılabilmesi için güç akışı analizi güç sistem mühendisleri açısından büyük bir önem arz etmektedir [1]. Yapılan modellemeler ve analizler sonucu mevcut güç sistemlerinin en iyi şekilde işletilebilmesi ve gelecekte sistemde meydana gelebilecek problemlerin değerlendirilebilmesi sağlanabilmektedir. Her bara geriliminin genliği, faz açısı, hatlardaki aktif ve reaktif güç akışları, gerilimlerdeki değişimler, hat kapasiteleri gibi durumlar bilgisayar ortamında hesaplanarak görüntülenebilmesi sağlanabilmektedir.

Her ne kadar günümüzde modern güç sistemleri ile enerji sağlanmaya çalışılıyor olsa da, bir çok problemle karşı karşıya kalabilmek mümkündür. Yüksek gerilim

şebekelerinde oluşan arızalar sonucu hatların kesilmesi ve/veya büyük bir santralin devre dışı kalması sonucunda yapılan zorunlu yük atımları nedeniyle uzun süreli elektrik kesintileri oluşabilmektedir [2]. Canada'da 2003 yılında yaşanmış tarihin en büyük kesintilerinden biri bu gibi durumların en önemli örneklerindendir. Bu olay sonucunda 50 milyondan fazla insan etkilenmiş olup, daha sonra bu olay üzerine bir çok çalışma ve incelemeler yapılmış, raporlar yayınlanmıştır [3]. Ülkemizde de 2006 yılında bir doğalgaz çevrim santralinde çıkan yangın sonucu büyük bir elektrik kesintisi meydana gelmiş ve bir çok şehir bundan etkilenmiştir. Bu gibi örneklerin tekrar yaşanmaması için yerinde tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu sebeple, elektrik güç sistemlerinde güç kalitesine etki eden bileşenleri belirlemek, reaktif/aktif güç akışını izlemek, problemleri tespit edip değerlendirmek ve karşı önlemleri belirleyerek hayata geçirmek gerekmektedir. Bu durumların çözümü için analiz ve

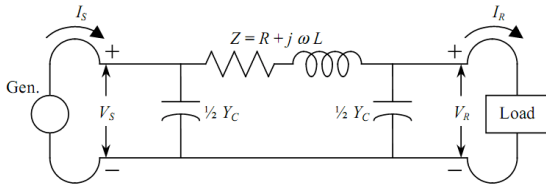
modellemeler büyük önem arz etmektedir [4]. Bu nedenle, bilgisayar ortamında geleneksel yük akış analiz algoritması ve Power World Simulator programı kullanılarak İzmir ili ve çevresine ait iletim ve dağıtım hatlarının farklı senaryolar karşısında nasıl problemlere maruz kalacağı ve bunlara ne tür çözümler üretilebileceği bu çalışmada araştırılmıştır.

İLETİM HATLARININ MODELLENMESİ

Enerji iletim sistemlerini modelleyebilmek için öncelikle iletim hatlarının modelleri oluşturulmalıdır. İletim hatlarını modellemede kısa, orta ve uzun iletim hatları için modelleme tipleri mevcuttur. Bu çalışmada iletim hatlarının pi eşdeğer devresi Şekil 1’de görüldüğü üzere ele alınarak aşağıdaki formül vasıtasıyla modellenenilmektedir.

$$V_S = V_R + Z_{line} \left(I_R + \frac{Y_C}{2} V_R \right) \quad (1)$$

burada, V_S ve V_R sırasıyla jeneratör ile yük gerilimlerini, Z_{line} hat empedansını, Y_C şönt kapasitansı ve I_R yük akımını ifade etmektedir.

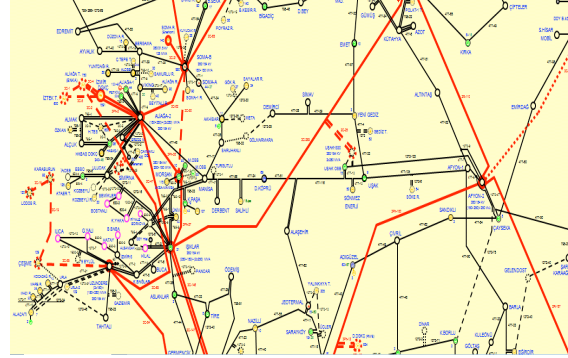


Şekil-1. İletim hattı pi eşdeğer devre modeli

İLETİM SİSTEMİNİN YAPISI

Modeli oluşturulan 3. İletim tesis bölgesindeki iletilen gerilimler 380kV ve 150kV olmak üzere iki çeşittir ve Şekil 2’de görülmektedir. Bu bilgiler TEİAŞ’tan elde edilerek düzenlenmiştir. Burada 380kV’lık gerilimler oto trafolar yardımıyla 154kV’lık gerilimlere düşürülür. Bu sistemde doğalgaz, rüzgar ve kömür santralleri bulunmaktadır. Santrallerin çıkış gerilimi gerilim yükseltici trafolarla 380kV veya 154kV değerlerine

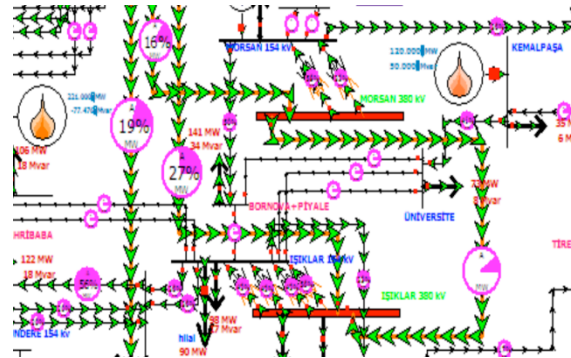
yükseltilir ve bu değerlerde enterkonekte sisteme bağlanır. Hatların taşıma limitlerini aşması, kısa devre gibi durumlarda hatlara zarar gelmemesi için hatlarda kesiciler bulunmaktadır. Hat akışları yön değiştirebilmektedir.



Şekil-2. İzmir ili ve çevresi iletim haritası

POWER WORLD SIMULATOR

PowerWorld Simulator (PWS) güç akış analizi yapabilmek için geliştirilmiş bir programdır [5]. Bu program ile her bir hattaki MW ve MVAR yük akışları, her bir hat için aktif ve reaktif kayıplar ile toplam kayıplar hesaplanabilir. Bu simülâtörde sisteme santral, iletim hattı, yük eklenebilir veya çıkarılabilir. Şekil-3’te sistemin Power World Simulator’de modellenmiş halinin bir kısmı görülmektedir.



Şekil-3. Sistemin PWS’de modellenmesi

GÜÇ AKIŞ ANALİZİ

Güç akış çözüm yöntemlerinden biri olan “Newton-Raphson” yöntemi kullanılarak aşağıda gösterildiği gibi sistemin matrisleri oluşturulup, yük akışları çözümlenebilir [6].

The Jacobian Matrix

$$df(x)/dx \Rightarrow \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial |V|} \\ \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial Q}{\partial |V|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \vdots \\ \Delta P_{n-1} \\ \Delta Q_1 \\ \vdots \\ \Delta Q_{n-m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial \delta_{n-1}} & \frac{\partial P_1}{\partial |V_1|} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial |V_{n-m}|} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_{n-1}} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_1|} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial |V_{n-m}|} \\ \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_{n-1}} & \frac{\partial Q_1}{\partial |V_1|} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial |V_{n-m}|} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q_{n-m}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_{n-m}}{\partial \delta_{n-1}} & \frac{\partial Q_{n-m}}{\partial |V_1|} & \dots & \frac{\partial Q_{n-m}}{\partial |V_{n-m}|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_1 \\ \vdots \\ \Delta \delta_{n-1} \\ \Delta |V_1| \\ \vdots \\ \Delta |V_{n-m}| \end{bmatrix}$$

Ayrıca sistemin bu yöntemle çözümü için sistem bara matrislerini ve hat matrislerini de oluşturmak gerekir. Bara matrisinde bara numarası, bara kodu, bara gerilimlerinin genliği/açısı, yüklerin aktif ve reaktif değerleri, santrallerin üretim değerleri ve santrallerin kapasite verileri bulunmaktadır. Hat matrisinde ise her bir hattın direnç, reaktans ve kapasitans (shunt charging) değerleri bulunmaktadır.

Sistemin güç akışı Newton-Raphson yöntemiyle 10. iterasyonda çözülmüştür. Geleneksel yöntem sonuçları hem Power World Simulator ile hem de gerçek verilerle karşılaştırılmış ve yüksek bir doğrulukta uyumlu olduğu gözlenmiştir.

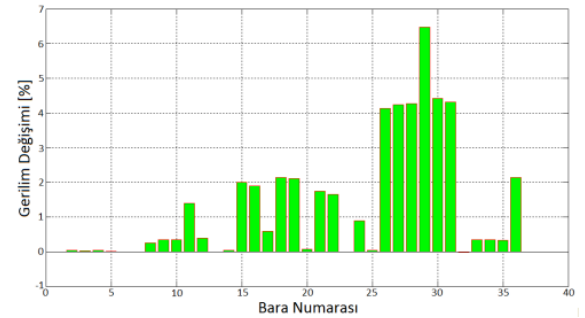
SENARYOLAR

Enerji nakil sistemlerinde kısa devre, aşırı yük, bazı santrallerin üretiminin durması ve trafoların/hatların bakıma alınması gibi durumlarda sorunlar meydana gelebilmektedir. Sistemi önemli ölçüde etkileyebilecek durumların analiz edilip, her geçen gün artan enerji ihtiyacından dolayı sistemin kesintisiz çalışabilmesi için mühendislik çözümleri getirilmelidir.

TEİAŞ ile birlikte Analiz edilen 3. İletim bölgesini önemli ölçüde etkileyebilecek 3 adet senaryo belirlenmiştir.

Senaryo 1: Uzundere-Germencik ve Uzundere-Aliaga2 hatlarının açılması durumunda problemler olabileceği

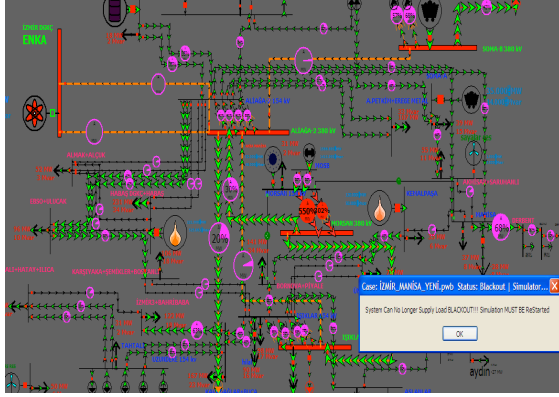
belirlenmiştir. Bu iki hattın birinde bakım var iken diğer hattın aşırı yüklenme, kısa devre gibi durumlarda açması söz konusudur. Bu durumda Uzundere'de bulunan oto trafolarından herhangi bir güç akışı olmamaktadır. Normal koşullarda Uzundere 154kV'lık baradan beslenen bazı bölgeler senaryo sonucu Işıklar 154kV'lık baradan beslenmeye başlamıştır. Bu durumda Işıklar-Buca ve Işıklar-Karabağlar hatları taşıyabilecekleri maksimum limiti aşmaktadırlar. Bundan dolayı kesiciler bu iki hattı açacaktır ve buradan beslenen bölgeler enerjisiz kalacaktır. Bu senaryo sonucu bara gerilimlerinde Şekil 4'de görüldüğü üzere büyük değişiklikler meydana gelecektir.



Şekil-4. Senaryo 1 için bara gerilimlerinin değişimi

Işıklar 154kV'lık baradan Karabağlar ve Buca baralarına birer iletim hattı daha çekildiğinde Işıklar-Buca ve Işıklar-Karabağlar hatları taşıyabilecekleri maksimum limiti aşmamış olacak dolayısıyla da bu problem giderilmiş olacaktır.

Senaryo 2: İzmir Doğal Gaz Kombine Çevrim santralinin sistem dışı kalması senaryosu da kritik durumlardan biridir. Bu senaryonun gerçekleşmesi halinde bazı oto trafolar aşırı yüklenmeden dolayı açacaktır. Bu trafoların açmasıyla sistemdeki toplam üretim toplam tüketimi karşılayamayacak olup, sistem bütününde çökme (Blackout) yani kesinti meydana gelecektir. Bu durumu Power World Simulator'de Şekil 5'deki gibi açıkça analiz edebilmek mümkündür.



Şekil-5. Senaryo 2’de sistemin çökmesi

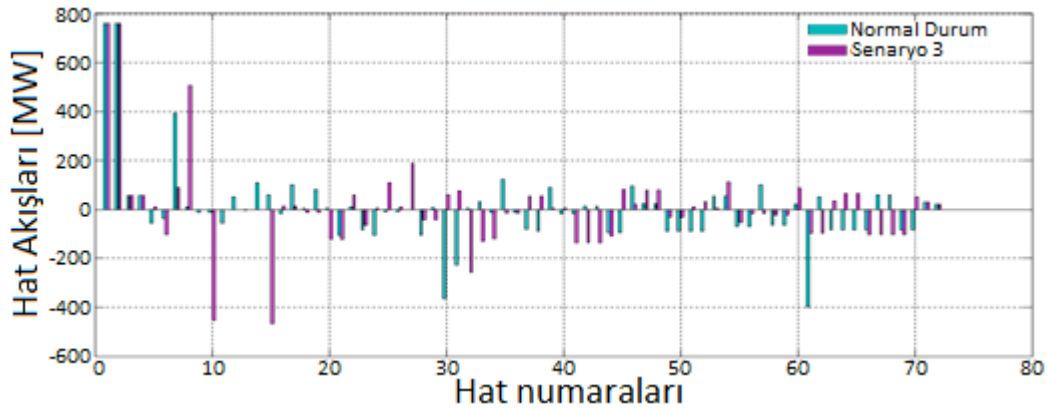
Bu durumu giderebilmek amacıyla rüzgar bakımından verimli olan Çeşme-Urda çevrelerindeki ve Balıkesir’in Soma’ya yakın bölgelerindeki rüzgar santrallerinin sayısı artırılırsa gerekli enerjinin bir kısmı buralardan karşılanabilecektir. Dolayısıyla da böyle bu durumda sistemin tamamında kesintiye gidilmesi engellenebilecektir.

Senaryo 3: Son senaryoda ise hat akışları açısından önemli sonuçlar doğurabilecek bir durum ele alınmıştır. Aliğa-2’de bulunan

trafoların servis dışı kalması sistemde probleme yol açabilecektir. Sistemde bulunan hatların birçoğunda akışların yön değiştirdiği ve bazı hatların maksimum kapasitelerine yaklaştığı Şekil 6’da açık bir şekilde gözükmemektedir. Özellikle de 10. ve 15. baralardaki akışların ters yönde çok büyük artışlara maruz kaldığı gözlemlenmiştir.

Bu senaryoda ise Morsan’da bulunan oto trafonun yükünü hafifletmek için buraya yeni bir oto trafo eklenirse trafoların yükü hafifleyecektir, dolayısıyla bu problem de çözüme ulaşmış olacaktır.

Bu çalışmada önerilen mühendislik çözümleri, bir çok alternatif çözüm arasından sadece bir tanesidir. Farklı mühendis ve sistem operatörleri farklı bakış açıları ile çok değişik çözüm yolları önerebilmektedirler. Fakat, pratikte uygulanması bakımından en akla uygun ve uygulanabilir çözümlerin bunlar olduğunu düşünmekteyiz.



Şekil 6. Senaryo 3’deki hat akışlarının normal durum ile karşılaştırılması

SONUÇLAR

Güç akış analizlerinin güç sistemlerinin işletilmesi ve planlanması açısından ne kadar büyük bir önem taşıdığı gerek literatürde gerekse bu çalışmada çok açıktır. Bu çalışmada ise, TEİAŞ işbirliği ile İzmir ili ve

çevresine ait güç sisteminin geleneksel güç akış algoritması ve Power World Simulator programları yardımıyla gerçek verilerle uyumlu modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerin ürettiği değerlerin gerçek sistemle neredeyse bire bir tuttuğu gözlemlenmiştir. Sistemi önemli ölçüde etkileyebilecek bazı

arıza durumları sistem operatörlerinin tecrübelerine dayanarak oluşturulmuş ve sözü geçen programlar vasıtasıyla incelenmiştir. Sonuçlar normal durumlarla karşılaştırılmıştır. Arıza durumlarında sistemin kesintisiz çalışması ve sistem elemanlarına zarar gelmemesi için çözümler önerilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Mok, H.M., Elangovan S., Salama, M.M.A., Longjian, C., “Power flow analysis for balanced and unbalanced radial distribution systems”, <http://itee.uq.edu.au/~aupec/aupec99/mok99.pdf>, (erişim tarihi: Eylül 2011).
- [2] <http://www.expatinthephilippines.com/interruption-of-electricity-brown-out/>, (erişim tarihi: Eylül 2011).
- [3] <https://reports.energy.gov/>, (erişim tarihi: Eylül 2011).
- [4] Andersson, G., “Modelling and analysis of electric power systems”, Lecture note, Zurich, Eylül 2008.
- [5] Glover, J.D., Sarma, M.S., “Power system analysis and design”, Brooks/Cole, third edition, 2002.
- [6] Saadat, H., “Power system analysis”, McGraw-Hill, fourth edition, Boston, 2004.