

Geleceğin Teknolojisi Yenilenebilir Enerji Sistemlerine Geçişte Çanakkale Yöresi Elektrik Şebekelerinin Mevcut Durumu ve Optimizasyonu

Yıldıray Özgören^{1*}, Sermet Koyuncu²

¹Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Çanakkale İşletme Bakım Müdürlüğü, 17400 Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Kaynakları ve Yönetimi ABD
17400 Çanakkale

25.09.2018 Geliş/Received, 27.11.2018 Kabul/Accepted

Özet

İnsanoğlu çağlar boyunca enerji kaynakları ile hep iç içe yaşamıştır. Sanayi devriminin başlangıcından itibaren artan enerji ihtiyaçları ile fosil kaynaklar yoğun olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise, dünya ve ülkemiz geneline bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim her geçen gün artmaktadır. Özellikle son 10 yıldır yenilenebilir, temiz enerji kaynaklarından üretilen enerjinin, tüm kaynaklardan üretilen enerji içerisindeki payı olağanüstü bir şekilde yükselmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının farklı bölgelerde yoğunlaşması, özellikle düşük güçlerde adet olarak çok ve coğrafi yönden dağınık olması, elektrik şebekesinde enerji kalitesi yönünden sorunlara neden olmaktadır. Üretim santrallerinin artışına paralel olarak elektrik şebekesi güçlendirilemez ise, üretim kaynakları artsa da enerji kalitesi ve sürekliliği sağlanamayabilir. Önümüzdeki süreçte, yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye olan etkisi ve üretim kaynağına göre her bir sistemin olumlu ve olumsuz durumlarının daha çok araştırılacağı muhakkaktır. Çünkü dağıtım ve iletim sistemine dahil olacak her yenilenebilir enerji kaynağının, sistemin talebinin karşılanması, kalitenin yükseltilmesi hedefleri ile irdelenmesi gereklidir. Elektrik şebekesinin kararlı çalışması için şebekenin hangi bölümlerine ne oranda yenilenebilir enerji santrallerinin irtibatlandırılabilirliğinin, önceden tespit edilmesi son derece önemlidir. Dolayısıyla, bu çalışmada Çanakkale yöresindeki elektrik şebekelerinin mevcut durumu araştırılmış ve yenilenebilir enerji sistemlerine geçişte yapılması gerekenler ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji Optimizasyonu, Enerji Kalitesi, Çanakkale ve Yöresi

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Yıldıray Özgören
(y.yasir@hotmail.com)

Bu çalışma Yıldıray Özgören'in tez konusu kapsamında yazılmıştır.

Current Status and Optimization of Electrical Grids in Çanakkale Region for Renewable Energy Systems as Future Technology

Abstract

Mankind has been intertwined with energy sources throughout the ages. Since the beginning of industrial revolution, fossil resources have been used intensively due to increasing energy requirements. Today, when we look at the world and our country in general, a trend towards renewable energy sources is growing day by day. Especially in the last 10 years, the share of energy produced from renewable and clean energy sources has been extraordinarily increased. Concentration of renewable energy sources at some regions, especially scattered as low-power plants in the several geographic locations causes many problems in the electricity grid in terms of energy quality. If the electricity grid cannot be strengthened in parallel with the increase of production power plants, the quality of production and continuity of electricity may not be achieved, even though production resources increase. It is certain that, in the future, the effects of renewable energy sources on the grid, and the positive and negative aspects of each system according to the source will be further investigated. It is because each renewable energy source included in the distribution and transmission system should be examined together with the objectives of satisfying the demand of the system and increasing the quality. It is important to determine in advance which parts of the network are available for connection of the renewable power plants, in order to ensure the stable operation of the electricity network. Therefore, the current state of electricity networks in Çanakkale region has been investigated in this study and it has been determined what should be done in transition to renewable energy systems.

Keywords: Renewable Energy, Energy Optimization, Energy Quality, Çanakkale and its region

1.Giriş

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin temiz enerji olmasının yanında, planlı bir şekilde kurulmadıklarında, elektrik şebekesi yönünden olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Kurulacak her yenilenebilir enerji üretim santrali için, şebeke yönünden etütler yapılmalı ve sistem en optimal seviyeye getirilmeye çalışılmalıdır. Enerji üretim kaynakları çeşitliliği fazla olduğu için, üretilecek her enerji kaynağının olumlu ve olumsuz yönleri tespit edilmeli ve üretim yapacak yatırımcılar bu tespitlere göre yönlendirilmelidir. Bu çalışmamızda, ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının ve elektrik şebekesinin mevcut durumlarından tespitler yapılarak geleceğe dair öngörülerde bulunulmuştur. Ayrıca kaynağa göre her bir yenilenebilir enerji kaynağı, enerji kalitesi ve elektrik şebekeleri açısından incelenerek, yeni üretim tesisi kuracak yatırımcılara yön vermek amaçlanmaktadır. Ülkemiz, batı bölgesi ve Çanakkale ili özelinde şebeke eksikliklerinin tespitleri yapılmıştır ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılacaktır. Mevcut elektrik şebekesinin hangi bölümlerine ne kadar yenilenebilir enerji kaynağının bağlanabileceğinin tespitleri yapılmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak, tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan enerji kaynaklarının planlı bir şekilde kullanımını sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını düzenleyebilmek amacıyla dünyadaki ve ülkemizdeki enerji kaynakları için bir durum tespitinin yapılması gelecek açısından elzem bir durumdur (Koç ve Şenel, 2013).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Elektrik Şebekesi

Ülkemizde üretim santralinde üretilen enerji iletim hatları ile Türkiye Elektrik İletim A.Ş (TEİAŞ) trafo merkezlerine (TM) iletilir. Ülke genelindeki tüm trafo merkezleri birbirilerine 154 kV ve 380 kV enerji iletim hatları (EİH) ile bağlıdır. TEİAŞ'da 2017 yıl sonu itibarı ile tüm ülkeyi dolaşan 66285 km enerji iletim hattı ve 2018 yılı Nisan ayı sonu itibarı ile 86930 MW santral kurulu gücü bulunmaktadır. TEİAŞ trafo merkezlerinde, düşürücü trafolar yardımı ile elektriğin gerilim seviyesi orta gerilime (34.5 kV, 15.8 kV, 6.3 kV) dönüştürülerek dağıtım şirketi sorumluluğuna verilir. Dağıtım şirketi de orta gerilim olarak enerjiyi taşır, talep (yerleşim) yerlerinde düşürücü trafolar yardımı ile alçak gerilime (380 V) çevirerek tüketicinin kullanımına sunar.

2.2. Enterkonnekte Sistem

Geçmiş yıllarda, dünyada ve ülkemizde elektrik enerjisi üretimi için çeşitli enerji kaynakları ile çalışan elektrik santralleri kurulmuştur. Tüketimin daha az olduğu geçmiş zamanlarda, santraller mahalli olarak çalışmakta ve belli bölgeyi beslemekteydiler. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, sanayi tesislerinin kurulması neticesinde enerji ihtiyaçları artmış ve mahalli üretimler bunu karşılayamaz hale gelmiştir. Jeneratör güçleri arttırılmış, santrallerin üretimlerini birleştirme amacıyla uzun iletim hatları tesis edilmiş ve kayıpların azaltılması için de gerilim değerleri arttırılmıştır. Enerji sektöründeki gelişmelere bağlı olarak her bir bölge için üretilen elektrik enerjisinin tüketim için uygun olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak üretim için kurulan santrallerin yerlerinin uygun ve üretimde kullandıkları yer altı kaynaklarının ekonomik olması istenmektedir. Bu nedenle hidroelektrik santrallerinin, su kuvvetinin ve inşaatının en müsait olduğu yerlere, termik santrallerin ise kömür rezervinin yüksek olduğu yerlere kurulması gerekir (Demirkurt, 1971). Aynı şekilde taşkömürü, doğalgaz, petrol, rüzgar ve jeotermal santraller içinde benzer özellikler bulunmaktadır.

Enerji nakil hatları, bütün bölgenin elektrikleştirilmesini temin edecek şekilde tertip ve tesis edilirler. Bir ülkenin tamamının veya belli bölgelerinin elektrik enerji ihtiyacını karşılayacak üretim ve tüketim merkezleri arasındaki enerji alışverişinin teminine yarayan enerji nakil hatlarının teşkil ettiği sisteme enterkonnekte sistem denir (Çakır, 1989). Enterkonnekte sistemi besleyen santraller, muhtelif tip ve kapasitede termik, taşkömürü, doğalgaz, petrol, rüzgar, jeotermal ve hidroelektrik santraller olabilirler. Bu santrallerdeki alternatörlerin çıkış gerilimleri ise 6,3, 6,9, 10,5, 10,8, 13,8 ve 14,4 kV'den biri olmaktadır (Gönen, 1988). Alternatör çıkış gerilimleri, yükseltici trafolar yardımı ile yükseltilerek enterkonnekte sisteme bağlanmaktadır.

Enterkonnekte sistemin üretim ve tüketim yönünden emniyetli, kaliteli ve ekonomik olarak işletilmesine devamlı olarak nezaret eden, işletme manevralarının koordinasyon ve kumandasını yapan işletme merkezine, yük tevzi merkezi adı verilir (Bergen, 1986). Bölge santrallerinin gücü, kendi bölgelerini beslemeye yeterli gelmediği zaman, bağlı bulunduğu enterkonnekte sistemden istenilen kadar enerji çekebilmesi ekonomik olarak sağlanmaktadır (Pamuk, 2011).

Enterkonnekte yapıların büyüklüğü ve geniş alana yayılması sistemdeki enerji kalitesi için önemlidir. Enterkonnekte sistem ne kadar büyük olursa enerji kalitesi o kadar iyi olur. Çünkü sistem büyüdükçe sistem içindeki herhangi bir arızanın sistemi olumsuz etkileme oranı o

derece düşer. Sistemde kayıplar azalır. Enterkonnekte sistemin büyük olmasının avantajlarından faydalanmak isteyen ülkeler, komşu ülkeler ile iletim hatlarını irtibatlandırarak, hem enerji alışverişi yapmakta hem de enterkonnekte sistemlerini daha kararlı tutmaya çalışmaktadırlar.

1952 yılında 7 üye ile senkron (eşzamanlı) paralel ve enterkonnekte bir şekilde işletilmeye başlayan Avrupa Elektrik İletim Koordinasyon Birliği (UCTE), son gelişmelerle üye sayısı 41'e ulaşmış olan Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşleticileri (ENTSO-E) çatısı altında toplanmıştır. Ülkemizin de yakın gelecekte kalıcı olarak dahil olacağı bu sistemin temel amacı daha fazla ülkenin iletim sistemini içerisine dahil etmek, geçerli tek tip piyasa modeli oluşturmak, bu sayede enerji arzı güvenliğini artırmak, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak, çevre sorunlarını en aza indirmek ve her ülkenin sahip olduğu farklı üretim kaynaklarını en verimli şekilde kullanabilmektir (Cengiz, 2014).

2.3. Türkiye'de Elektrik İletim Sistemi

Türkiye'de iletim sisteminde iki ana gerilim seviyesi kullanılmaktadır. Bunlar 380 kV ve 154 kV gerilim seviyeleridir. Ana omurga iletim sistemimiz 380 kV sistemdir. Bunların haricinde Bulgaristan, Irak, Gürcistan, Ermenistan gibi ülkelere enerji alış ve satışı amacı ile bağlantı hatları yapılmış, bu ülkelerin gerilim seviyelerine uyulduğu için de bu bağlantı hatlarının gerilim seviyeleri değişiklik gösterebilmektedir (220 kV).

Türkiye Elektrik İletim Sistemi; 233 sayılı kanun hükmünde kararname (KHK) sistemi içinde, iktisadi devlet teşekkülü olarak ve mevcut mevzuat ve ana statüsü hükümleri çerçevesinde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) 13.03.2003 tarihinde iletim lisansı alan Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) tarafından işletilmektedir (Anonim, 2017).

2.4. Çanakkale Elektrik İletim Sistemi

Çanakkale ili de ülkemizin enterkonnekte sisteminin bir parçasıdır. Çanakkale ili geçmişte enerji tüketim noktası iken, son yıllarda kamu ve özel sektör yatırımları ile ülkemizin önemli üretim bölgelerinden biri olmuştur. Çanakkale ili sanayi bölgelerine (İstanbul, Bursa, İzmir) yakın olması sonucunda üretilen bu enerjinin sanayi bölgelerine iletilmesi çok önemli hale gelmiştir.

Çanakkale ilinde 7 adet 380 kV'lik enerji iletim hattı (EİH) ve 4 adet 380 kV'lik denizaltı kablosu bulunmaktadır. 380 kV'lik enerji iletim hattı uzunluğu 314.756 km ve 726 adet direk bulunmaktadır. TEİAŞ'a ait tüm Türkiye genelindeki 380 kV'lik enerji iletim hattı uzunluğu 18.484 km olduğundan, Çanakkale'deki 380 kV hatlar Türkiye'deki hatların %1,7'sini oluşturmaktadır.

Çanakkale ilinde 21 adet 154 kV'lik enerji iletim hattı bulunmaktadır. 154 kV'lik EİH uzunluğu 836.708 km ve 2074 adet direk bulunmaktadır. TEİAŞ'a ait tüm Türkiye genelindeki 154 kV'lik EİH uzunluğu 37.593 km olduğundan, Çanakkale'deki 154 kV hatlar Türkiye'deki hatların %2,3'ünü oluşturmaktadır.

Çanakkale ilinde 5 adedi kamuda 4 adedi de özel sektörde olmak üzere toplam 9 adet 380 kV trafo merkezi bulunmaktadır. TEİAŞ'a ait Türkiye genelinde 97 adet 380 kV merkez olduğundan, Çanakkaledeki trafo merkezleri, Türkiye'deki merkezlerin %9,2'sini

oluşturmaktadır. Bu durum Çanakkale ilinin 380 kV hatlar açısından son derece kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Çanakkale ilinde 8 adedi kamuda 10 adedi de özel sektörde olmak üzere toplam 18 adet 154 kV trafo merkezi bulunmaktadır. TEİAŞ'a ait Türkiye genelinde 584 adet 154 kV merkez olduğundan, Çanakkaledeki trafo merkezleri, Türkiye'deki merkezlerin %3,1'ini oluşturmaktadır. Kamudaki 8 adet merkezin 5 adedi hizmet alımı ile işletilmektedir.

Çanakkale ilinde 154 kV ve 380 kV toplam 27 adet merkez bulunmaktadır. Bu merkezlerin iletim sistemine olan katkılarının tamamı TEİAŞ tarafından takip ve kontrol edilmektedir.

2.5. Çanakkale Elektrik Üretim Santralleri

Çanakkale'nin elektrik santrali toplam kurulu gücü Çizelge 2.1'de de görüleceği üzere, 3.611 megawatt (MW)'dır. Toplam 24 adet elektrik enerji santrali bulunan Çanakkale'deki elektrik santralleri yıllık yaklaşık 20.172 gigawatt (GW) elektrik üretimi yapmaktadır. Çanakkale'nin elektrik dağıtım hizmeti Uludağ Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (UEDAŞ) tarafından sağlanmaktadır (Anonim, 2018).

Çanakkale'de kaynaklara göre geniş bir üretim yelpazesi bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından da rüzgarın Çanakkale'ye hakim olduğu, güneş enerjisinin de gelişmeye başladığı görülmektedir. Çanakkale ilinde yapım aşamasında olan enerji santralleri 13 adettir. Yapım aşamasında olan santrallere bakıldığında, yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgara yönelimin hızla arttığı görülmektedir.

Çizelge 2.1'de, Çanakkale ilinde elektrik üretilen kaynaklara baktığımızda ilk sırayı %90'lık pay ile kömür (termik) santraller almaktadır. İkinci sırada ise %8,29'lık pay ile rüzgar gelmektedir. Bu durum çok önemlidir, çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının Çanakkale ilinde üretilen elektriğin %10'nunu karşılaması çok yüksek bir değerdir.

Çizelge 2.1. Çanakkale Üretim Kaynaklarına göre mevcut elektrik üretimi

Elektrik Santral Tipleri		
Güneş	1,18 MW	0,03 %
Rüzgar	299,3 MW	8,29 %
Jeotermal	15,5 MW	0,43 %
Biyogaz	15,20 MW	0,42 %
Hidroelektrik	13,09 MW	0,36 %
Doğalgaz	21,60 MW	0,60 %
Kömür	3245 MW	90 %
Diğer	0 MW	0 %

Çizelge 2.2'de, Çanakkale ilinde yapılması planlanan santrallere baktığımızda en yüksek payın (%60) ile yine kömürde olduğu, daha sonra onu rüzgarın (%22,80) takip ettiği görülmektedir.

Çizelge 2.2. Çanakkale ilinde planlanan santrallerin kaynaklara göre payları

Elektrik Santral Tipleri		
Güneş	3 MW	0,08 %
Rüzgar	760 MW	22,80 %
Jeotermal		
Biyogaz		
Hidroelektrik		
Doğalgaz	583 MW	17,50 %
Kömür	1995 MW	60 %
Diğer	0 MW	0 %

Çanakkale ilinde planlanan santrallerin toplam kurulu gücü, Çizelge 2.2’den de görüldüğü üzere, 3341 MW’dir. Planlanan santraller tamamlandığında, Çizelge 2.3’ten de anlaşıldığı üzere, Çanakkale ili’nin kurulu gücü 6952 MW’a ulaşacaktır. Çanakkale ilinde mevcut santral sayısı 24, planlanan santral sayısı ise 28’dir. Planlanan santraller de tamamlandığında Çanakkale ilinde santral sayısı 52 olacaktır. Türkiye’nin mevcut kurulu gücü 86930 MW’dır. Çanakkale mevcut durumda 3611 MW ile ülke elektrik enerjisinin %4,15’ini karşılamaktadır. Planlanan santraller tamamlandığında Çanakkale ilinin Türkiye elektrik enerjisinin %8’ini karşılaması öngörülmektedir.

Çizelge 2.3. Çanakkale ilinde planlanan santraller tamamlandığında elektrik üretiminin kaynaklara göre payları

Elektrik Santral Tipleri		
Güneş	4,18 MW	0,06 %
Rüzgar	1059,30 MW	15,24 %
Jeotermal	15,5 MW	0,23 %
Biyogaz	15,2 MW	0,22 %
Hidroelektrik	13,09 MW	0,19 %
Doğalgaz	604,6 MW	8,70 %
Kömür	5240 MW	75,3 %
Diğer	0 MW	0 %

2.6. PSS/E (Power System Simulation for Engineering) Programı

“Power System Simulation for Engineering” (PSS/E), aşağıdaki güç sistemi analizlerini işleyen entegre bir bilgisayar programı setidir. PSS/E programı Türkiye’nin iletim sistemi operatörü tarafından mevcut durumun incelenmesi ve gelecekte tesis edilecek projelerin sistem üzerindeki etkilerinin simülasyon olarak gözlemlenmesi amacıyla kullanılan programlardan biridir (Atabey, 2017).

PSS/E programıyla modellenen Çanakkale ili ve çevresinin elektrik sisteminin birçok değeri izlenebilmektedir. Modellenen her trafo merkezinin bara gerilim kV mertebesinde ve birim başına değerleri olarak gözlemlenebilmektedir. Şekil 3.2’deki simülasyona baktığımızda; Dikey koyu barlar: baraları, Çizgiler: Enerji İletim Hatlarını, Daireler(O): jeneratör(üretim kaynaklarını), Üçgenler(Δ): İlgili barada bulunan tüketimi ifade etmektedir. Enterkonnekte sis-

temde Enerji İletim Hatları 3 fazdır, bu durum PSS/E programında tek çizgi olarak gösterilir. PSS/E ile elektrik şebekesinin analizi yapılırken mevcut durumun hesaplamaları yapılabileceği gibi, elektrik şebekesindeki gelecekteki değişimler öngörülerek sistem tekrar tasarlanabilir ve yeni sistemin yük akış analizi etütleri de yapılabilir. Dolayısıyla gelecekte şebekede oluşabilecek değişimler önceden hesaplanıp, yorumlanabilir.

2.7. Planlama

Elektrik sistemini düşündüğümüzde santrallerde üretilen enerji ile iletim hatlarında iletilen enerjiyi bir bütün olarak düşünüp, planlama yapmak gerekmektedir. Üretim tesislerini istenilen yerde planlamanın zorluğu, tesislerin üretim kaynağına bağımlı olmasıdır. İletim tesislerini planlamanın zorluğu ise, yapılacak hatların arazi şartlarına uygunluğunun her zaman sağlanamaması, hatların işletmesinin kolay olacağı güzergahların her zaman belirlenememesidir. Bu nedenlerden dolayı üretim ve iletim hatları birbirine en optimal seviyede uyum sağlayacağı durumları tespit edip, bu sonuçlara göre de projelerin üretilmesi gerekmektedir.

İletim sistemi tasarlanırken mevcut tüketim üretim kapasitesinden fazla kapasite varmış gibi düşünülmeli iletilecek olan güçten fazla bir güç iletilecekmiş gibi bir sistem oluşturulmalıdır. Gerekli olan iletim kapasitesinden fazla bir iletim talebi varmış gibi düşünülmesi herhangi bir arıza dolayısıyla bir hattın devre dışı olması durumlarında (birinci arıza durum), yeterli iletim kapasitesinin sağlanabilmesi için gereklidir (Lamoree, 1994).

İletim sisteminin herhangi bir bileşeninin (hat, trafo vb) arıza dolayısıyla devre dışı olması halinde; herhangi bir müşteri kaybedilmeyecek, sistemin kararlılığı (stabilite) bozulmayacak ve sistem parçalara bölünmeyecek (adalara ayrılma) şekilde çalışmalar yapılmalıdır (Lamoree, 1994).

3. Bulgular ve Tartışma

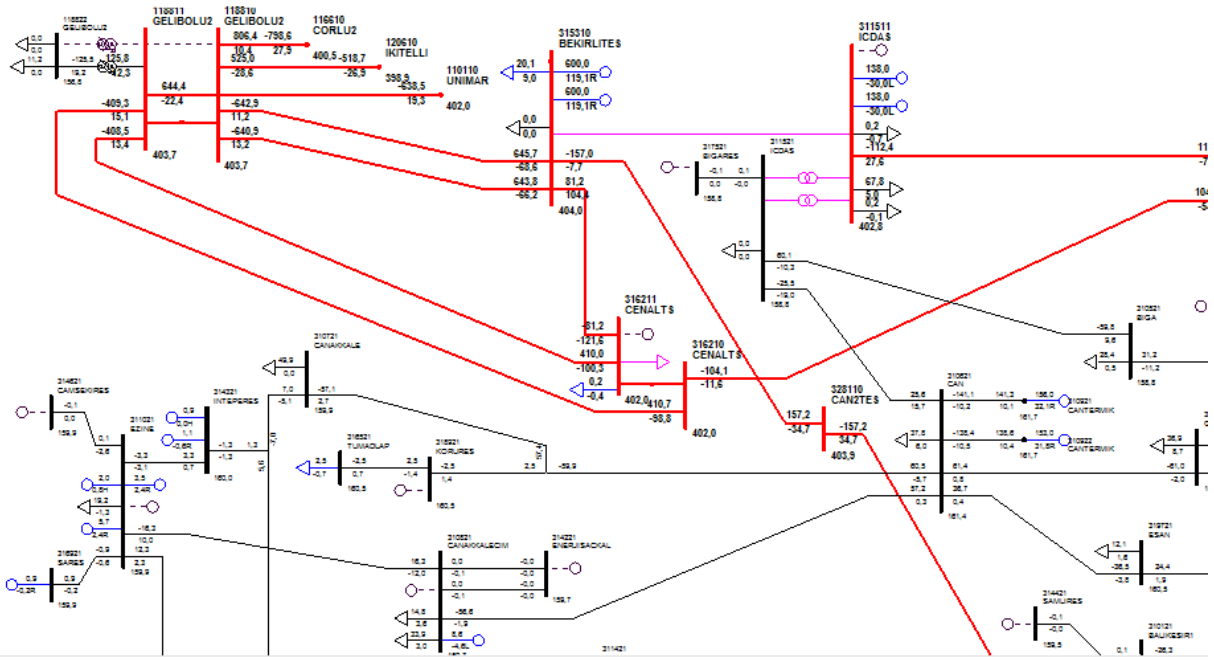
3.1. Çanakkale İlinin Mevcut İletim Şebekesinin Güç Sistem Analizi

Çanakkale ilindeki elektrik şebekesi ile ilgili tüm verilere ulaşılmış ve bu veriler PSS/E programına girilerek, PSS/E programında Şekil 3.1 deki görüntü oluşturulmuştur. Şekilde görülen kırmızı çizimler 380 kV'lik hat ve trafo merkezlerini, siyah çizimler ise 154 kV'lik hat ve trafo merkezlerini göstermektedir.

Çanakkale ili için PSS/E programı ile yapılan analiz aşamaları sıralanırsa, analizlerimizi etkileyecek en önemli faktör, santrallerin üretim durumlarıdır. Haliyle öncelikli olarak Çanakkale bölgesindeki tüm santrallerin tam kapasite üretim yaptığı durum PSS/E programda kurgulanmıştır. Çanakkale bölgesindeki tüm santraller tam kapasite üretim yaparken elektrik şebekesinin durumunu anlamak için yük akışı ve kısa devre analizleri yapılmıştır.

Çanakkale bölgesinde bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme ve elektrik şebekesine etkilerini ölçmek için, bölgedeki tüm santraller tam kapasite üretim yaparken yenilenebilir enerji kaynakları devreden çıkarılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının sistem üzerindeki olumlu ve olumsuz yönleri analiz edilmiştir.

İleride Çanakkale bölgesinde planlanan yenilenebilir enerji santralleri de PSS/E programında kurgulanarak sistem analizleri yapılacaktır.



Şekil 3.1 Çanakkale ilinin elektrik şebekesinin PSS/E programındaki görüntüsü

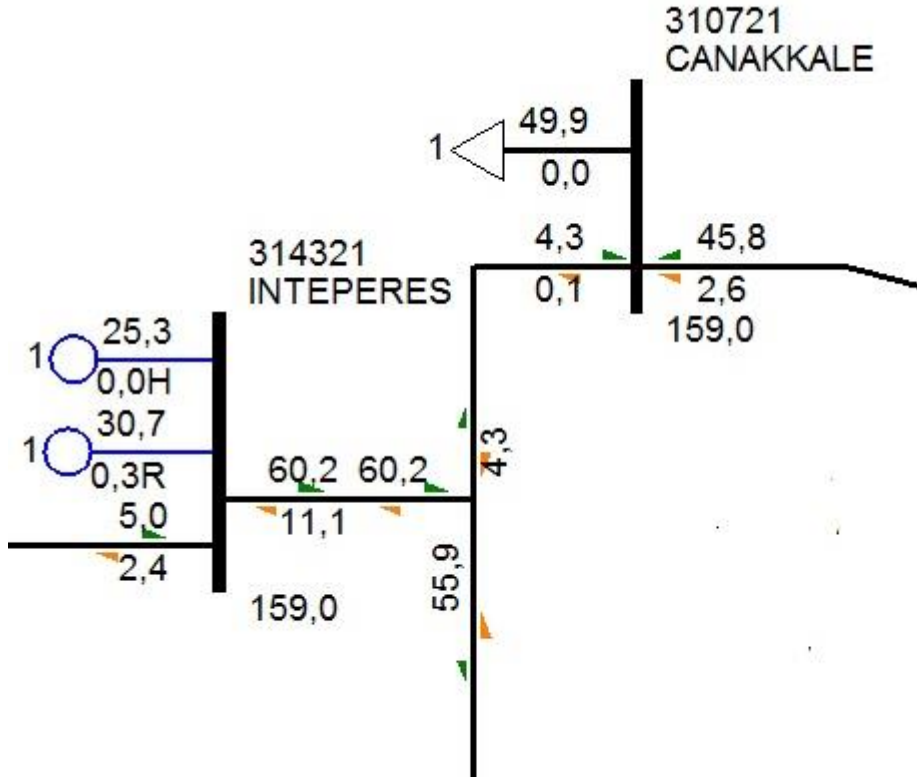
3.2. Çanakkale Bölgesi Santrallerinin Tam Kapasite Üretim Yapma Durumu

Şekil 3.1’de görüleceği üzere Çanakkale bölgesindeki santrallerin görünüm olarak tek sayfada anlaşılabilir şekilde incelenmesi zor olacaktır. Bu nedenle Çanakkale bölgesinin veri girişleri parça parça, analizi ise bir bütün olarak yapılmıştır.

Çanakkale bölgesindeki santrallerin her biri tam kapasite üretim yaptığı kurgulanarak, PSS/E programında maksimum kapasitelerine ayarlanarak analiz yapılmıştır. Çanakkale ilinin maksimum kurulu gücü olan toplam 3611 MW üretecek şekilde kurgulanmıştır. Santraller kurgulandıktan sonra da, mevcut enerji iletim hatları sistemde kurgulanarak analizi yapılmıştır. Bu çalışmamızda yük akış analizi ve kısa devre analizi olmak üzere iki çeşit analiz yapılmıştır.

3.2.1 Yük Akış Analizi

Yük akış analizine yakından bakılacak olursa Şekil 3.2 de görüleceği üzere yük akış yönleri net bir şekilde gözükmemektedir. Çanakkale Trafo Merkezi barasına Çan Trafo Merkezinden 45,8 MW, İntepe Rüzgar Elektrik Santrali (RES)’nden de 4,3 MW yük gelmekte ve toplam 49,9 MW bu yük Çanakkale il merkezinde tüketilmektedir. İntepe RES’ten gelen 60,2 MW yükün, 4,3 MW’ı Çanakkale barasına, 55,9 MW yük ise Altınoluk barasına aktarılmaktadır. Çanakkale Trafo Merkezi ve İntepe RES’in bara gerilimleri aynı ve 159 kV tur.



Şekil 3.2. PSS/E programında yük akış analizi sonucu

Çanakkale bölgesindeki üretim santrallerinin tam kapasite üretim yaptıklarında trafo merkezlerinde oluşan bara gerilimleri Çizelge 3.1'deki gibi hesaplanmıştır. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere üretim santrallerine yakın olan ve birçok noktadan beslenen baraların gerilimleri daha yüksektir. Bu baralar kuvvetli bara, kuvvetli kaynak olarak değerlendirilmektedir (Örneğin Çan Trafo Merkezi (TM) barasına bağlı 2x160 MW çan termik santrali bağlı olduğu ve yedi ayrı noktadan beslendiği için, Çan TM barasının gerilimi yüksek, 161,3 kV'tur). Üretim santrallerine uzak olan ya da barasına üretim santralının doğrudan bağlı olmadığı baralarda ise gerilim düşüktür. Bunlara da zayıf bara denilmektedir (Örneğin Biga TM barasına üretim santrali bağlı olmadığı ve sadece iki noktadan beslendiği için, Biga TM barasının gerilimi düşük, 158,6 kV'tur). Çizelgede görülen 154 kV ve 380 kV baraların gerilimleri normal sınırlar içerisinde.

Çizelge 3.2'de Çanakkale ili bölgesindeki tüm elektrik üretim santrallerinin tam kapasite çalıştıklarında, enerji iletim hatlarının durumu sunulmuştur. Enerji iletim hatlarının enerji akış yönleri ve hatların yüklenme kapasiteleri de hesaplanarak çizelgede belirtilmiştir. Enerji iletim hatlarında yük akışları kuvvetli kaynaklardan zayıf kaynaklara doğru olduğu görülmektedir. Çizelgede dikkat edilirse, iki trafo merkezi (TM) arasındaki bazı enerji iletim hatlarının farklı karakteristikte farklı birkaç iletkenle oluştuğu görülmektedir. Örneğin 154 kV Çanakkale-İntepe Rüzgar Enerji Santrali (RES) enerji iletim hattı; hattın 1,9 km si 1272 Mega Circular Miles (MCM) kesitli iletken, 10,40 km si ise 266 MCM kesitli iletkenle oluşmaktadır (1MCM:0,5067 milimetrekare iletken kesitini ifade eder). Bin iki yüz yetmiş iki MCM iletkenin akım taşıma kapasitesi 925 amper iken 266MCM iletkenin akım taşıma kapasitesi 345 amperdir. Bu tip hatların yüklenme hesabı yapılırken düşük iletken kesitli hat baz alınmalıdır. Sonuç olarak 154 kV Çanakkale-İntepe RES enerji iletim hattının akım taşıma kapasitesi 345 amperdir.

Çizelge 3.1. PSS/E programında analiz sonrası trafo merkezlerinin bara gerilimleri

Çanakkale İlindeki Trafo Merkezleri		
Gerilim(kV)	Trafo Merkezi Adı	Bara Gerilimi
154	Çan	161,3
154	Çan TES	161,7
154	Biga	158,6
154	Ezine	158,8
154	Çanakkale	159
154	Çanakkale Çimento	158,8
154	Gelibolu-1	161
154	Kumlimanı	161
154	Burgaz RES	161,1
154	Çamseki RES	158,5
154	Sares RES	158,8
154	İntepe RES	159
154	Esan	159,9
154	Tümad	159,6
154	Karabiga RES	158,6
154	Koru RES	159,6
154	Enerjisa RES	158,8
154	Gelibolu-2	402,4
154	Bekirli TES	404
154	İçdaş TES	402,5
154	Cenal TES	402
154	Çan-2 TES	404

Çizelge 3.2'den de görüleceği üzere mevcut durumda Çanakkale bölgesindeki tüm santraller devredeyken elektrik şebekesinin durumu yük akış yönünden uygundur. Mevcut durumda elektrik şebekesinin uygun olmasının en büyük nedeni Türkiye Elektrik İletim kurumunun son yıllarda Çanakkale bölgesinde yaptığı yoğun yatırımlardır. Sadece 154 kV Gelibolu 2- Şadıllı Enerji iletim hattı kapasitesinin üzerinde yüklenmektedir. Bu hat farklı iki iletken tipinden oluşmaktadır. Hattın 43,15 km'si 477 MCM iken 7,1 km'si de 1272 MCM dir. Dört yüz yetmiş yedi MCM iletkenin maksimum akım taşıma kapasitesi 496 amper olması, iletkene de 511 amper yüklenmesi sonucu hat aşırı yüklenmiştir. Bu ve benzer sorunların yaşanmaması için hattın 477 MCM olan kesitinin yapılacak yatırımlar ile yükseltilmesi uygun olacaktır.

Cizelge 3.2. PSS/E programında analiz sonrası Çanakkale ili enerji iletim hatlarının durumu

Çanakkale İli Enerji İletim Hatları								
Gerilim Seviyesi(kV)	Hattın Adı	Hat Uzunluğu(Fiziksel km)	EİH İletken Kesiti(MCM)	EİH Maksimum Kapasitesi(A)	EİH Yüklenmesi(MW)	EİH Yüklenmesi(A)	EİH Kapasite Kullanım Oranı(%)	Enerji Akış Yönü
154	Çan-Esan	62	1272	925	88,2	331	35	→
154	EzineÇamseki RES	21	1272	925	42,9	161	17	←
154	Gelibolu 1-Burgaz RES	1,8	1272	925	8,9	33	3	←
		8,3	477	496	8,9	33	6	←
154	Burgaz RES-Kumlimanı	1,85	1272	925	5,9	22	2	→
		40,3	477	496	5,9	22	4	→
154	Çanakkale Çimento-Çan	71,3	954	765	13,5	50	6	←
154	Çanakkale Çimento-Enerjisa	0,76	795	683	14,9	55	8	←
154	Çan-Çan TES	8,5	1272	925	145	544	58	←
154	Çan-İçdaş	31,7	1272	925	57,9	217	23	→
		20,2	795	683	57,9	217	31	→
154	İçdaş-Biga	13,7	1272	925	72,3	271	29	→
		20,2	795	683	72,3	271	39	→
154	Çan-Çanakkale	88,6	1272	925	45,8	171	18	→
		8,9	477	496	45,8	171	34	→
154	Gelibolu 2-Şadıllı	43,1	477	496	136,1	510	102	→
		7,1	1272	925	136,1	510	55	→
154	Ezine-Çanakkale Çimento	14,4	1272	925	19,4	72	7	←
154	Ezine-İntepe RES	30,5	1272	925	5	18	2	→

Çizelge 3.2.'nin devamı:								
154	İntepe RES-Çanakkale	1,9	1272	925	4,3	16	1	→
		10,4	266	345	4,3	16	4	→
154	Gelibolu 2-Gelibolu 1	2,6	1272	925	2,4	9	1	→
		4,5	477	496	2,4	9	1	→
154	Karabiga RES-İçdaş	0,16	1272	925	59,7	224	24	→
154	Koru RES T(Çan-Çanakkale)	5,4	1272	925	47	176	19	→
154	Sares RES-Ezine	10,9	1272	925	27,6	103	11	→
154	Koru RES-Tümad	9,6	1272	925	2,5	9	1	→
380	Bekirli TES-İçdaş	13,2	3B-954	2295	158,9	241	10	←
380	Bekirli TES-Soma	158,4	3B-954	2295	58,4	88	3	→
380	Bekirli TES-Gelibolu 2	50,1	3B-954	2295	722	1098	47	→
		4	1600 Cu	1500	722	1098	73	→
380	Cenal TES-Gelibolu 2	16,4	3B-954	2295	545	829	36	→
		61,4	3B-1272	2775	545	829	29	→
		4,1	1600 Cu	1500	545	829	55	→

Çanakkale bölgesi geçmişte üretim santralleri olmadığı için, tüketim bölgesi olarak kurgulanmıştır. Görüleceği üzere, oluşturulan bu çizelge Çanakkale Elektrik İletim Sisteminin mevcut durumu ve ileride sistemi zorlayacak eksiklikleri hakkında bilgi vermektedir. TEİAŞ tarafından yapılan yatırımlar sayesinde, çizelgeden de görüleceği üzere özellikle düşük kesitli hatlar, enerji iletim sisteminde en yüksek iletken kesiti olan 1272 MCM'ye çıkarılmıştır. Ama bazı enerji iletim hatlarının kesitleri ise değişik nedenlerden (hukuki süreçler vs) dolayı yükseltilememiştir. Çanakkale bölgesinde yeni planlanan santrallerin de çokluğu göz önünde alınarak mevcut elektrik iletim şebekesinin güçlendirilmesi gerekmektedir.

3.2.2 Kısa Devre Analizi

Elektrik şebekesinde faz-toprak kısa devre, faz-faz kısa devre, üç faz-toprak kısa devre hesabı gibi farklı formasyonlar mevcuttur. Ayrıca program bize her bir barayı tek tek ya da seçilen baraları toplu olarak analiz etme imkanı vermektedir. Kısa devre akımı demek enerji iletim hattında bir arıza oluşması durumunda oluşacak olan arıza akımıdır.

Faz-faz kısa devresinde: arıza anında iki faz iletkeninin birbirine temas etmesi durumunda oluşacak olan arıza akımı kastedilmektedir. Faz-toprak kısa devresinde: arıza anında bir adet faz iletkeni ile toprağın birbirine temas etmesi durumunda oluşacak olan arıza akımı kastedilmektedir. 3 faz-faz kısa devresinde: arıza anında üç adet faz iletkeninin birbirilerine temas etmesi durumunda oluşacak olan arıza akımı kastedilmektedir. İki faz-toprak kısa devresinde: arıza anında iki faz iletkeninin birbirine aynı zamanda da toprağa temas etmesi durumunda oluşacak olan arıza akımı kastedilmektedir. Enterkonnekte sistemde en sık karşılaşılan arıza çeşidi tek faz-toprak şeklinde oluşmaktadır. Üç faz-toprak arıza durumu çok kapsamlı ve maliyetli(direk yıkılması vs) durumlarda görülebilmektedir. 310621 numaralı 154 kV Çan Trafo Merkezini seçerek kısa devre analizi yapılmıştır.

```

Output Bar
OPTIONS USED:
- SET PRE-FAULT VOLTAGES AND PHASE SHIFT ANGLES TO POWER FLOW SOLUTION
- SET SYNCHRONOUS/ASYNCHRONOUS MACHINE POWER OUTPUTS TO POWER FLOW SOLUTION
- SET GENERATOR POSITIVE SEQUENCE REACTANCES TO SUBTRANSIENT
- TRANSFORMER TAP RATIOS AND PHASE SHIFT ANGLES UNCHANGED
- LINE CHARGING REPRESENTED IN +/-0 SEQUENCES
- LINE/FIXED/SWITCHED SHUNTS AND TRANSFORMER MAGNETIZING ADMITTANCE REPRESENTED IN +/-0 SEQUENCES
- LOAD REPRESENTED IN +/-0 SEQUENCES
- DC LINES AND FACTS DEVICES BLOCKED
- IMPEDANCE CORRECTIONS NOT APPLIED TO TRANSFORMER ZERO SEQUENCE IMPEDANCES
- SERIES CAPACITOR BRANCHES WITH MOV PROTECTION ENABLED
  FROM 890710 [GOKSUNSKM 380.00] TO 890712 [GOKSUNSKM 380.00] CKT 1 RATED CURRENT= 4.98 kA, 32.7627 PU
  FROM 890711 [GOKSUNSKM 380.00] TO 890713 [GOKSUNSKM 380.00] CKT 1 RATED CURRENT= 4.98 kA, 32.7627 PU

<-SCMVA-> <-Sym I''k rms-->
          /I/      AN(I)
X----- BUS -----X      MVA      AMP      DEG
310621 [CAN      154.00] 3PH      3760.15  14096.9  -68.74
                      LG      3321.56  12452.6  -68.12
                      LLG     3020.07  11322.3  112.26
                      LL      3228.79  12104.8  -158.68
THEVENIN IMPEDANCE, X/R (OHM) 3PH      Z+:/6.605/83.614, 8.93507
THEVENIN IMPEDANCE, X/R (OHM) LG      Z+:/6.605/83.614, 8.93507 Z-:/6.718/83.494, 8.76807 Z0:/9.110/82.185, 7.28633
THEVENIN IMPEDANCE, X/R (OHM) LLG     Z+:/6.605/83.614, 8.93507 Z-:/6.718/83.494, 8.76807 Z0:/9.110/82.185, 7.28633
THEVENIN IMPEDANCE, X/R (OHM) LL      Z+:/6.605/83.614, 8.93507 Z-:/6.718/83.494, 8.76807
-----
|<|>|Progress \ Alerts/Warnings \ ASCC_3-TOTAL \ ASCC_3-SUMMARY \ ASCC_3-TOTAL \ ASCC_3-TOTAL \ ASCC_3-TOTAL /

```

Şekil 3.3. PSS/E programında Çan Trafo Merkezi kısa devre analizi sonucu

Çan Trafo Merkezi için yapılan kısa devre analizini incelediğimizde; Çanakkale bölgesindeki santrallerin maksimum kapasite ile üretim yaptıklarında Çan Trafo Merkezinin 154 kV barasında, 3 faz kısa devrede 3760 megavoltamper (MVA) veya 14096 A (14 kA), tek faz-toprak kısa devrede 3321 MVA veya 12,4 kiloamper (kA), iki faz-toprak kısa devrede 3020 MVA veya 11,3 kA, faz-faz kısa devrede 3228 MVA veya 12,1 kA, kısa devre akımı oluşmaktadır. Yönetmeliklerde enterkonnekte sistemde bulunan tüm teçhizatlar için arıza akımına (kısa devre) dayanma kapasiteleri belirlenmiştir. Bu kapasiteler;

- 380 kV’da 63 kA,
- 154 kV’da 31,5 kA,
- 34,5 kV’da 16 kA’ dir.

Günümüzde 34,5 kV baralara da üretim santrallerinin bağlanacağı düşünülerek 34,5 kV baralarda da kısa devre akımının 25 kA ile sınırlandırılması uygun olacaktır. Yönetmelikler göz önüne alınarak Çan Trafo Merkezi kısa devresi incelendiğinde, Çan’da oluşan maksimum 14 kA kısa devre akımının normal sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Çanakkale ili genelinde tüm santraller tam kapasite üretim yaparken trafo merkezlerinde oluşacak kısa devre akımları çizelge 3.3’te sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği üzere arıza akımları kaynaktan beslenmesi gerektiği için, kaynak olarak kuvvetli olan, daha büyük üretim santrali bağlı olan baraların veya yakınında büyük santrallerin olduğu baraların kısa devre

akımları daha büyüktür. Örneğin üç adet üretim santrali bağlı olan İçdaş Trafo Merkezinde, 380 kV bara 24,9 kA, 154 kV bara 15,8 kA ve 34,5 kV bara da 22,3 kA'dır. Görüldüğü üzere bu merkezde 34,5 kV bara için kısa devre sınır değeri aşılmıştır.

Kumlimanı Trafo Merkezinde, 154 kV bara 2,8 kA ve 31,5 kV bara da 2,3 kA'dır. Trafo merkezi tek noktadan beslenen radyal bir trafo merkezi olması ve yakınında da büyük üretim santrali bulunmadığı için bara kısa devreleri düşüktür.

Bir trafo merkezinde bara kısa devreleri ne kadar küçük ise teçhizat açısından o derece iyidir. Bara kısa devre akımları yükseldikçe teçhizatı zorlamaktadır. Çanakkale ilinin mevcut şebekesi incelendiğinde kısa devre açısından olumsuz bir durum göze çarpmamaktadır.

Çizelge 3.3 Çanakkale ilindeki trafo merkezlerinin bara kısa devre akımları

Trafo Merkezi Adı	Bara Gerilimi (kV)	Kısa Devre Akımı (kA)		
		3 Faz	Faz-Toprak	Faz-Faz
Gelibolu-1	380			
	154	9,8	7,7	8,5
	31,5	4	0,8	3,5
Kumlimanı	380			
	154	2,8	1,8	2,4
	31,5	2,3	2,1	2
Burgaz	380			
	154	6,7	4,8	5,8
	31,5			
Gelibolu-2	380	25,2	19,5	21,8
	154	14,2	13,2	12,3
	34,5	4,2	0,9	3,6
Biga	380			
	154	5,8	3,6	5
	34,5	8,6	0,6	7,4
Çan	380			
	154	14	12,5	12,1
	34,5	8,9	7,8	7,6
Çanakkale	380			
	154	5,7	3,4	4,9
	31,5	10,7	1,7	9,3
Çanakkale Çimento	380			
	154	6,3	3,5	5,4
	34,5	9,2	0,8	8
Çan TES	380			
	154	12,1	11	10,4
	34,5			
Ezine	380			
	154	6,6	3,7	5,7
	34,5	5,2	4,1	4,3

Çizelge 3.3.'ün devamı				
İçdaş	380	24,9	22,2	21,6
	154	15,8	14,4	13,6
	34,5	22,3	22,1	19,3
Enerjisa	380			
	154	6,2	3,5	5,3
	31,5	7,9	0,8	6,9
İntepe RES	380			
	154	6	3,5	5,2
	34,5			
Çamseki RES	380			
	154	4,7	2,5	4,1
	34,5			
Bekirli TES	380	29,6	30	25,6
	154			
	34,5	13,4	0,9	11,6
Cenal TES	380	25,6	24,8	22,2
	154			
	34,5			
Tümad	380			
	154	4,5	2,8	3,9
	34,5			
Sares	380			
	154	5	2,8	4,3
	34,5			
Biga RES	380			
	154	15,7	14,1	13,5
	34,5	14,2	0,9	11,7
Koru RES	380			
	154	5,5	3,5	4,8
	34,5	7,3	0,9	6,3
Esan	380			
	154	6,5	4,1	5,6
	34,5	6,6	0,9	5,7
Çan 2 TES	380	14,3	8,8	12,4
	154			
	34,5			

3.3. Çanakkale Bölgesi Enerji İletim Hatlarının, Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Devrede Olmadıkları Durumdaki Analizi

Çanakkale ili bölgesindeki tüm yenilenebilir enerji santralleri devreden çıkarılarak PSS/E programı ile yük akış analizi ve kısa devre analizi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonuçlarına göre yenilenebilir kaynakların Çanakkale elektrik şebekesine etkileri yorumlanmıştır.

Çizelge 3.4 Devreden çıkarılan santraller

Santral Adı	Kurulu Gücü(MW)	Bağlı Olduğu Bara
Burgaz RES	15	Burgaz RES TM 154 kV bara
Biga RES	50	Biga res TM 154 kV bara
En-Sa RES	30	En-Sa TM 154 kV bara
Akçansa	15	Çanakkale Çimento TM 34,5 kV bara
Bores	10,2	Çanakkale Çimento TM 34,5 kV bara
Koru RES	50	Koru res TM 154 kV bara
İntepe RES	56	İntepe res TM 154 kV bara
Çamseki RES	44	Çamseki res TM 154 kV bara
Sares	28	Sares TM 154 kV bara
Babadere JES	8	Ezine TM 34,5 kV bara
Ayres	5	Ezine TM 34,5 kV bara
Karamenderes HES	2,5	Ezine TM 34,5 kV bara
Tuzla JES	7,5	Ezine TM 34,5 kV bara

Çizelge 3.4'den de görüldüğü üzere toplam 13 adet 321,2 MW kurulu gücünde santral devre dışı edilmiştir.

Power System Simulation for Engineering programı ile Çanakkale ilindeki tüm yenilenebilir enerji santrallerin devreden çıktığı öngörülerek yük akış analizi yapılmıştır. Yük akış analizi yukarıda belirtildiği şekilde yapılmış ve sonuçları incelendiğinde; Çanakkale Trafo Merkezi barasına Çan TM den 71,2 MW yük gelmektedir. Bu yükün 49,9 MW'ı Çanakkale barasında tüketilmekte, geriye kalan 21,1 MW yük ise İntepe RES yönüne aktarılmaktadır. Bu 21,1 MW'ın ise 12,7 MW'ı İntepe RES'e, geriye kalan 8,4 MW ise Altınoluk barasına aktarılmaktadır. Çanakkale Trafo Merkezi ve İntepe RES'in bara gerilimleri aynı ve 159,5 kV tur.

İntepe RES'in devrede olduğu durum ile İntepe RES'in devrede olmadığı durum karşılaştırılırsa; yenilenebilir enerji kaynağı devrede olmadığına bara gerilimleri 0,5 kV artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynağı devrede olmadığına yük akış yönleri de değişmiştir. Daha önce yük akış yönü İntepe RES'ten Çanakkale ve Altınoluk barasına olurken, yenilenebilir enerji kaynağı devreden çıkarıldığında yük akış yönü Çanakkale barasından, İntepe RES ve Altınoluk barasına doğru olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynağı devrede olmadığına enerji iletim hatlarının yüklenmeleri de değişmiştir. Daha önce İntepe RES – Çanakkale enerji iletim hattı 60,2 MW (226 amper) yüklenirken, bu kez 21,1 MW (80 amper) yüklenmiştir.

Çanakkale bölgesindeki yenilenebilir enerji santrallerinin devreden çıkarıldıklarında trafo merkezlerinde oluşan bara gerilimleri hesaplanmıştır. Hesaplamalardan anlaşılacağı üzere yenilenebilir enerji santrallerinden 321 MW yükün devreden çıkması 380 kV baralarda fazla bir etki yapmamıştır. Çünkü bölgede yoğun bir şekilde 380 kV hat ve kaynakların olması nedeni ile, 380 kV baralar kuvvetli kaynak oldukları için, bu durumdan fazla etkilenmemişlerdir. 154 kV baralarda ise genel itibarı ile bara gerilimleri artmıştır.

Çanakkale ili bölgesindeki yenilenebilir elektrik üretim santrallerinin devreden çıkarıldıklarında, enerji iletim hatlarının durumu incelenmiştir. Bu analiz sonucunda, hatlara genel itibarı ile bakıldığında yenilenebilir enerji santrallerinin devreden çıkarıldığında hatların yüklenmelerinin azaldığı görülmüştür. Bu durum, sisteme ilave edilen her bir yenilenebilir enerji santrali hatların yüklenmelerini arttırarak kapasitelerini zorladığını göstermektedir. Dolayısıyla sisteme yeni santraller ilave edilmeden önce elektrik şebekesi iletken kesiti arttırma, yeni hatlar inşa etme yolu ile güçlendirilmesi gerekmektedir.

Çanakkale bölgesindeki yenilenebilir enerji santrallerinin devrede olmadıkları durumda kısa devre analizi yapıldığında; tüm santrallerin tam kapasite devrede olduğu durum ile yenilenebilir enerji santrallerinin devreden çıkarıldığı durum karşılaştırılırsa; yenilenebilir enerji santralleri devrede olmadığı durumda Çan Trafo Merkezinin 154 kV barasında oluşacak arıza akımı 594 amper azalmıştır. Buradan da anlaşılmaktadır ki yenilenebilir enerji santralleri devrede olmadıklarında kaynak gücü azalacağı için bara kısa devre akımları da azalacaktır. Bu örnekte Çan Trafo Merkezine iki durumda da yenilenebilir enerji santrali bağlı olmamasına rağmen bölgedeki yenilenebilir enerji santralleri devreden çıkarıldığında, enterkonnekte sistem aracılığı ile Çan Trafo Merkezini de etkilediği görülmektedir.

Çanakkale bölgesindeki yenilenebilir enerji santralleri devreden çıktığında, az ya da çok tüm trafo merkezlerinde kısa devre akımları düşmüştür. İçdaş, Bekirli, Cenal termik elektrik santrali (TES) gibi güçlü baralarda, yenilenebilir enerji santrallerinin devreden çıkarılması, bara kısa devre akımlarında değişikliğe neden olmamıştır. Çanakkale Çimento Trafo Merkezi, Ezine Trafo Merkezi gibi yenilenebilir enerji santrallerinin yoğun olarak bulunduğu baralarda ciddi oranda arıza akımları azalmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji santrallerinin devreden çıkarılması, kendi baralarında kısa devre akımlarının düşmesine neden olmuştur. Yenilenebilir enerji santralleri devrede değilken, Çanakkale ilinin mevcut şebekesi incelendiğinde kısa devre açısından olumsuz bir durum göze çarpmamaktadır.

3.4. Çanakkale Bölgesi Enerji İletim Hatlarının, Gelecekte Planlanan Santraller Devreye Alındığındaki Durum Analizi

Öncelikli olarak Çanakkale bölgesindeki yapım aşamasındaki santraller, üretim lisansı alınmış olan santraller, ön lisans alan santraller PSS/E programında kurgulanmış ve daha sonrada yük akış analizi ve kısa devre analizleri yapılarak yorumlanmıştır.

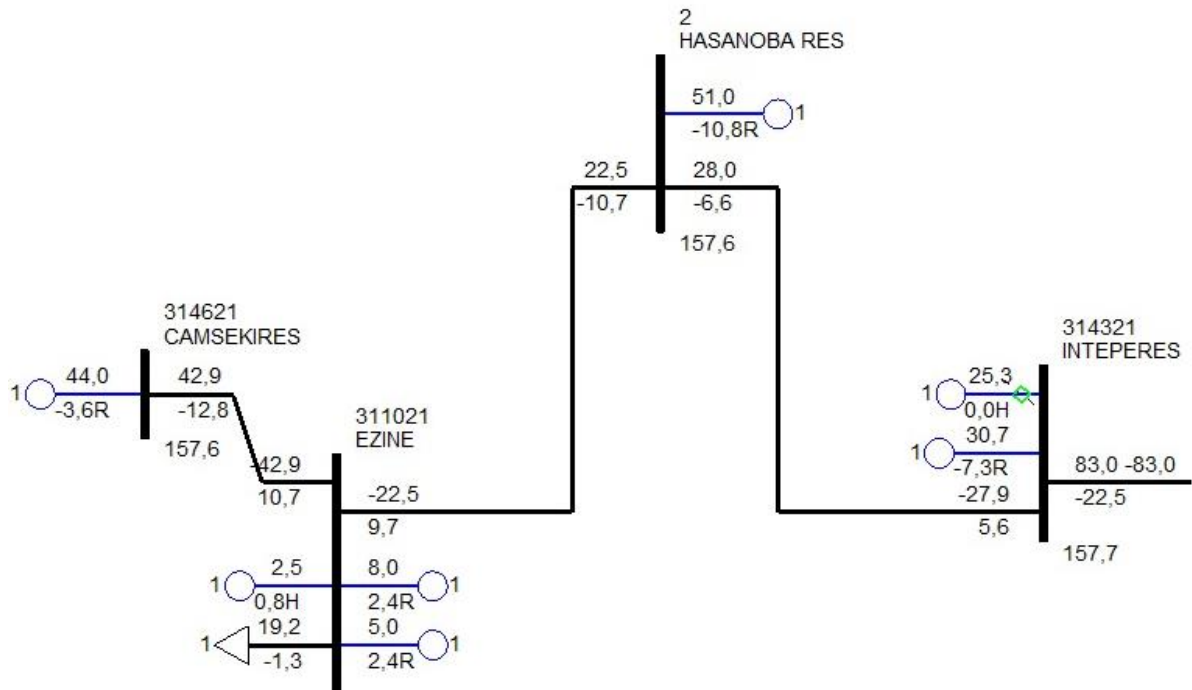
3.4.1. Çanakkale Bölgesi, Gelecekte Planlanan Elektrik Santrallerinin PSS/E Programında Kurgulanması

Power System Simulation for Engineering programı ile mevcut Çanakkale elektrik şebekesine ilave edilecek santraller,

- Çan 2 Termik Santrali 320 MW (Termik)
- Hasanoba RES 51 MW (Rüzgar)
- G RES 5 MW (Rüzgar)
- Kirazlıdere Termik Santrali 1260 MW (Termik)
- Aşağı Sevindikli Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali 583 MW (Doğalgaz)
- Saros RES 138 MW (Rüzgar)
- Karaburun Termik Santrali 135 MW (Termik)
- Üçpınar RES 99 MW (Rüzgar)
- Gazi 9 RES 51 MW (Rüzgar)
- Yeniköy RES 48 MW (Rüzgar)

- Kocalar RES 26 MW (Rüzgar)
- Maslaktepe RES 20 MW (Rüzgar)
- Yeniköy RES 15 MW (Rüzgar)
- Göztepe RES 3 MW (Rüzgar)
- Çan Helvacı Termik Santrali 270 MW (Termik)
- Gülpınar RES 25 MW (Rüzgar)
- Gelibolu RES 8,75 MW (Rüzgar)

Öncelikli olarak PSS/E programında daha önceden Çanakkale ilinin mevcut elektrik şebekesini çizilen Şekil 3.1'deki tek hat şemasına, yeni kurgulanacak olan santraller tek tek eklenmiş ve daha sonrada analizleri yapılmıştır. Şekil 3.4'te Hasanoba RES'in Ezine-Çanakkale EİH'ye bağlanması örnek olarak gösterilmiştir. Sisteme ilave edilen santraller Çanakkale elektrik şebekesine kurulacakları bölge baz alınarak, o bölgeye en yakın trafo merkezi ve enerji iletim hatları ile irtibatlandırılmıştır.



Şekil 3.4 Hasanoba RES'in Ezine-Çanakkale EİH'ye bağlanması

Yük akış analizi yapıp incelendiğinde, yeni santraller eklendikten sonra 154 kV ve 380 kV baraların gerilimlerinde düşmeler gözlemlenmiştir. Örneğin daha önce Gelibolu-2 Trafo Merkezinin bara gerilimi 402,4 kV iken, yeni analizde 396,3 kV'a düşmüştür. Genel manada hatların durumları incelendiğinde ise yük akışlarında ciddi artışlar olmuştur. Örneğin mevcut durumda Gelibolu-2 Trafo Merkezinden İkitelli/İstanbul Trafo Merkezine 652 MW yük akışı olur iken, yeni analizde 867MW yük akışı gözlemlenmiştir.

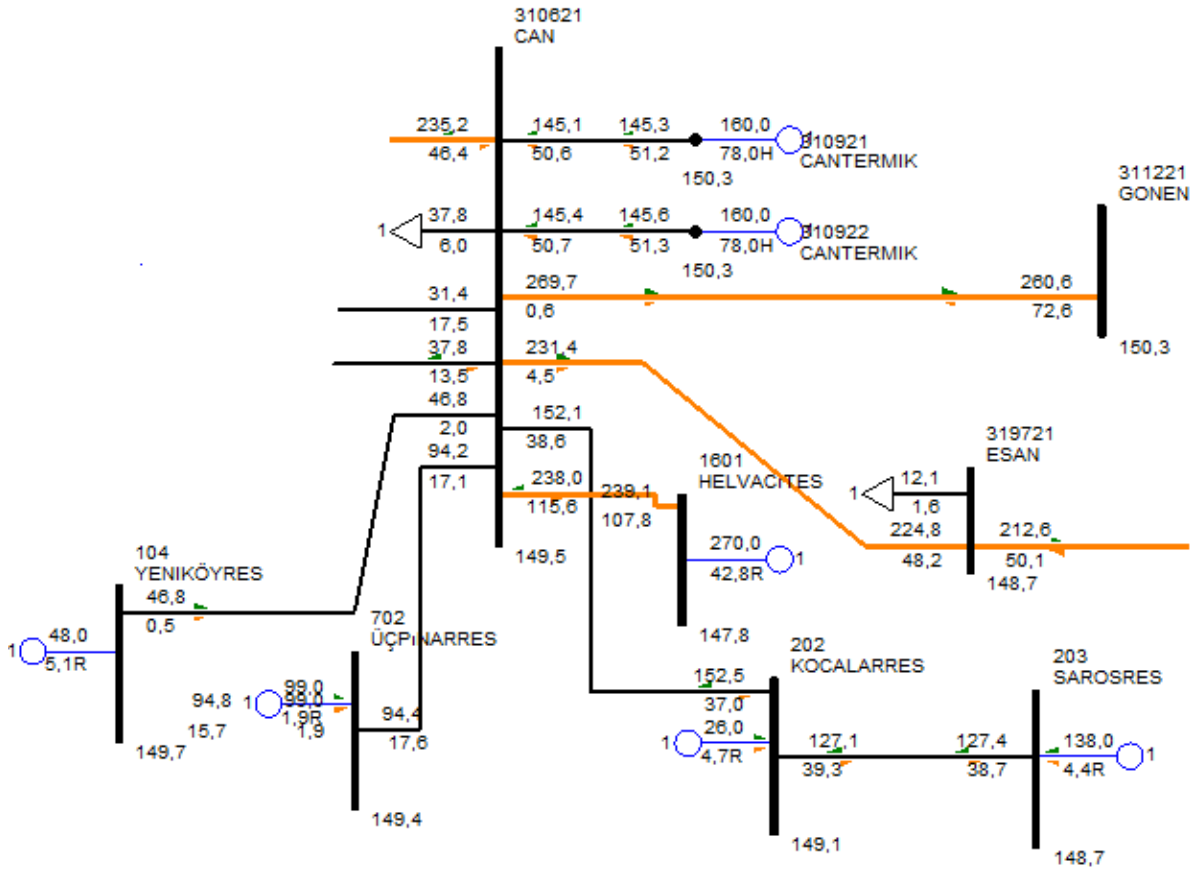
Yük akış analizi göstermiştir ki, Çanakkale bölgesi enerji yönünden, enerjinin yoğun tüketildiği İstanbul ve civarı için bir geçiş noktasıdır. Çanakkale bölgesi santrallerinde üretilen enerjilerin büyük bir kısmı enterkonnekte sistem aracılığı ile İstanbul yönüne doğru aktarılmaktadır. Yük akış yönü her zaman İstanbul yönüne doğru olmaktadır.

Yük akış analizi detaylı olarak incelendiğinde, Gelibolu 2 Trafo Merkezi ile Kirazlıdere TES arasındaki enerji iletim hattının aşırı yüklendiği, kapasitesinin %136 oranında yüklendiği

görülmektedir. Bu durum göstermektedir ki, gelecekte Çanakkale ilinin mevcut enerji iletim hatları yeterli gelmeyecektir. Yoğun yüklenen bu hattın rahatlatılması için yeni hatların tesis edilmesi gerektiği aşıkardır. Benzer şekilde 154 kV Ezine –Edremit, 154 kV Çan-Gönen, 154 kV Çan-Esan, 154 kV Çan-İçdaş Enerji İletim Hatlarının da kapasiteleri üzerinde yüklendikleri görülmektedir. Aşırı yüklenen hatlara dikkat edilirse mevcut şebekeler ile Çanakkale bölgesinde üretilen enerjinin gelecekte aktarılamayacağı görülecektir.

Ülkemizin enerji yönünden darboğaz yaşamaması için yeni santrallerin yapımına paralel olarak, enerji iletim hatları da, kesit yükseltmeleri, yeni tesisler yapılmak suretiyle güçlendirilmesi gerekmektedir.

Yük akış analizinde Çan Trafo Merkezine yakından baktığımızda trafo merkezinin bara geriliminin (149,5 kV) çok düştüğü görülmektedir. Bu gerilim değeri sistem açısından sıkıntılıdır. Bu durumun nedeni ise Çan ilçesi bölgesinde çok sayıda rüzgar santralının planlanıp bunların enerji iletim hatları ile Çan Trafo Merkezi barasına irtibatlandırılmasıdır.



Şekil 3.5 PSS/E programında Çan Trafo Merkezi yük akış analizi

Yüz elli dört kV Çan Trafo Merkezine bağlı 138 MW kurulu gücündeki Saros rüzgar elektrik santrali (RES) devreden çıkarılıp analiz tekrarlanırsa, Çan Trafo Merkezinin bara geriliminin 152,3 kV'a çıktığı görülmüştür. Bu durum, gelecekte bu şekilde bir kurgulama yapılmasının sistem açısından sıkıntılı bir durum oluşturacağını göstermiştir. Çan Trafo Merkezine haddinden fazla üretim santrali bağlanmıştır. Benzer sıkıntıların yaşanmaması için Çan Trafo Merkezine ilave hatlar yapılması ya da üretim kaynaklarından mümkün olanların diğer trafo merkezlerine irtibatlandırılması gerekmektedir.

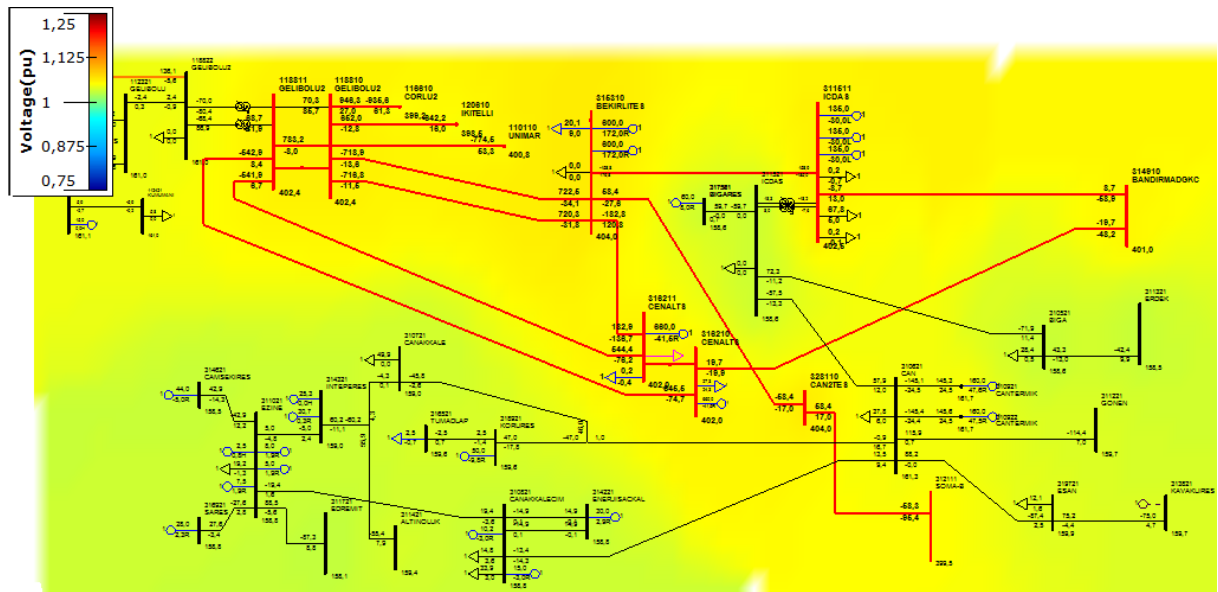
Çan Trafo Merkezi ile Biga Trafo Merkezi arasında 1272 MCM iletken kesitli hat kurgulanarak analiz yapıldığında, Çan Trafo Merkezinin bara geriliminde iyileşme olarak (152 kV) seviyelerine çıktığı görülmüştür. Benzer şekilde ilave enerji iletim hatlarının yapılması sistemi daha da rahatlatacağı görülmektedir.

Çanakkale ilinde gelecekte planlanan santraller de kurgulanarak kısa devre analizi yapılmıştır. Bu analiz ile yeni yapılacak santrallerin sisteme girdiğinde şebekede bulunan 154 kV ve 380 kV trafo merkezlerindeki arıza akımlarının (kısa devre) genel olarak arttığı görülmüştür.

3.5 Çanakkale Bölgesi Enerji İletim Hatlarının Durumlarına Göre Sisteme Yeni İlave Edilebilecek Santrallerin Yer Tespiti

Bu çalışmamızda Çanakkale bölgesinin mevcut santralleri ile, elektrik şebekesinin durumu incelenmiş, daha sonra da gelecekte kurulması planlanan santraller de düşünülerek tekrar şebeke yönünden analizler yapılmıştır.

Power System Simulation for Engineering programı ile gerilim analizi de görsel olarak yapılabilmektedir. Bu analiz renk kodlarına göre gerilimlerin değişimlerini vermektedir. Bu analiz sayesinde PSS/E programı ile şebeke çizildikten sonra geniş çerçevede bir bütün olarak şebeke durumu analiz edilebilmektedir.

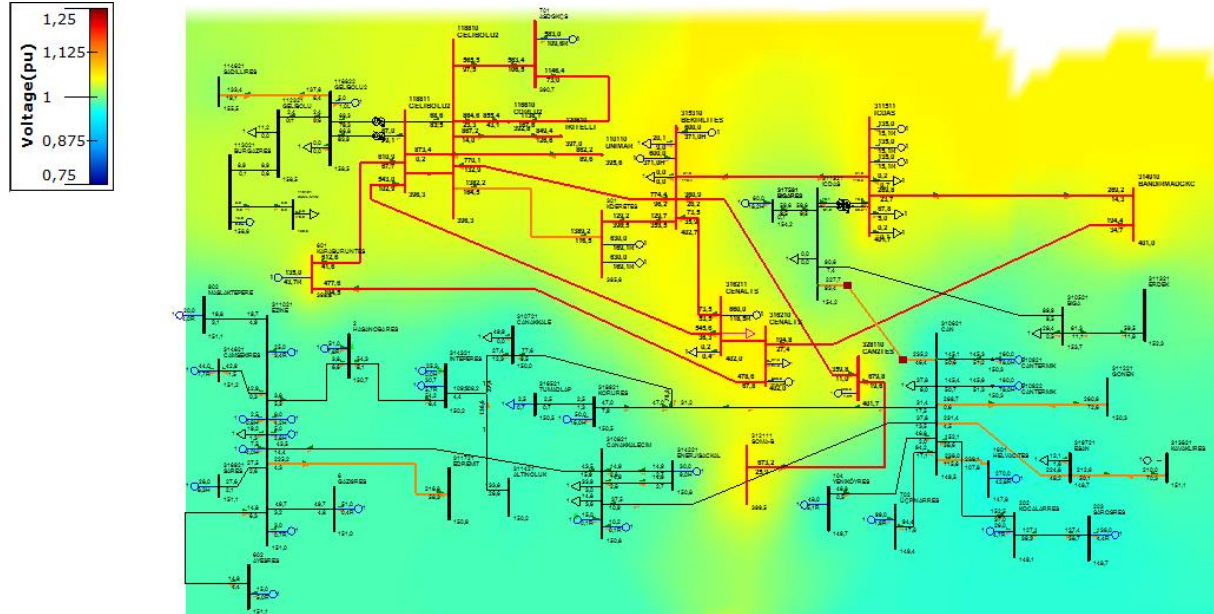


Şekil 3.6 PSS/E programında Çanakkale ilindeki mevcut santrallerin devrede iken gerilim analizi

Renk kodlamasına bakıldığında, açık mavi ve sarı bölgeler en ideal bölgeleri göstermektedir. Koyu mavi ve kırmızı renkli bölgeler ise, kırmızı gerilimin aşırı yüksek olduğu, mavi gerilimin aşırı düşük olduğu bölgeleri göstermektedir. Kırmızı ve koyu mavi bölgeler işletmecilik açısından zor ve riskli bölgeler olup, şebekede istenmeyen bir durumdur. Şekil 3.6'da mevcut santraller devrede iken gerilim değişimleri yönünden olumsuz bir durum gözükmemektedir.

Şekil 3.7'yi incelediğimizde ise özellikle yenilenebilir enerji santrallerinin yoğun olarak bağlı bulunan Ezine, Çan ve Çanakkale Çimento Trafo Merkezleri bölgesinde gerilimin çok düştüğü görülmektedir. Bu durum, planlanan santrallerin yapıldığında mevcut elektrik

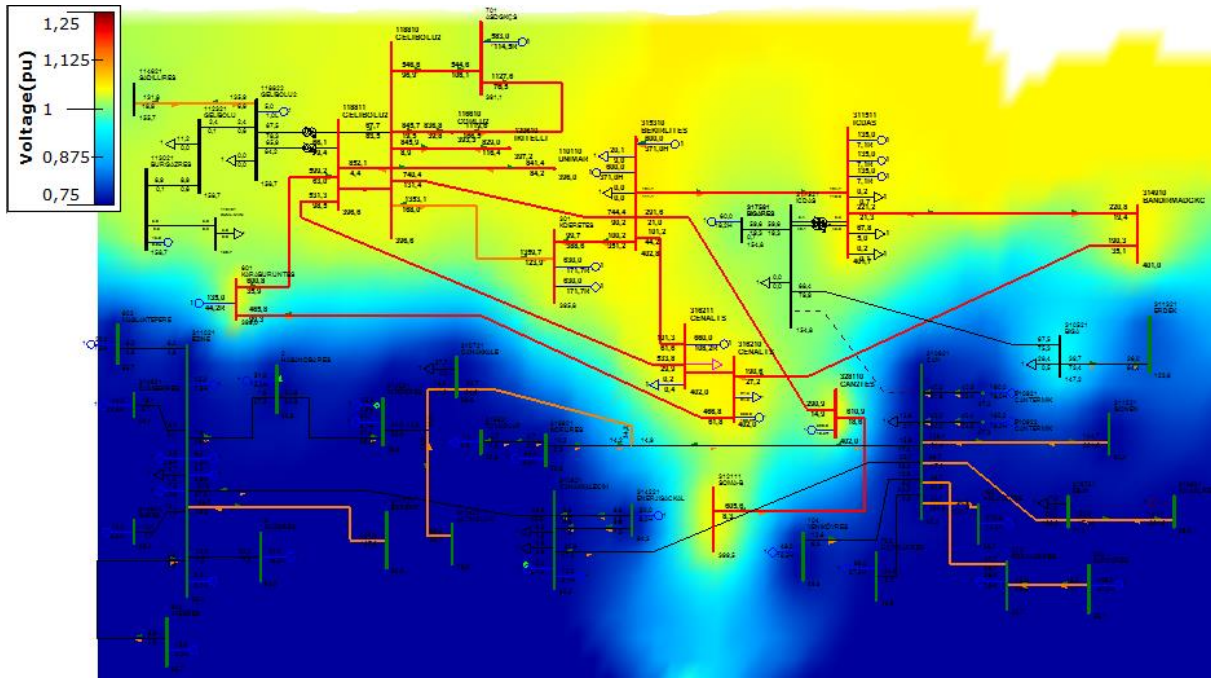
şebekesi ile işletilme durumunun çok riskli olabileceğini göstermektedir. Bölgeye ilave enerji iletim hatları ve ilave yeni trafo merkezleri yapılarak elektrik şebekesinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Türkiye Elektrik İletim A.Ş bölgede yatırımlar planlamakta ve bu yatırımları bir an önce hayata geçirmek için yoğun bir şekilde çalışmaktadır. Ayvacık ilçesi, Lapseki ilçesi, Çan ilçesi civarlarında yeni trafo merkezleri, özellikle yenilenebilir enerji santrallerini bir noktada toplama adına havza trafo merkezleri planlanmaktadır.



Şekil 3.7 PSS/E programında Çanakkale ilindeki gelecekte yapılması planlanan santrallerin devrede iken gerilim analizi

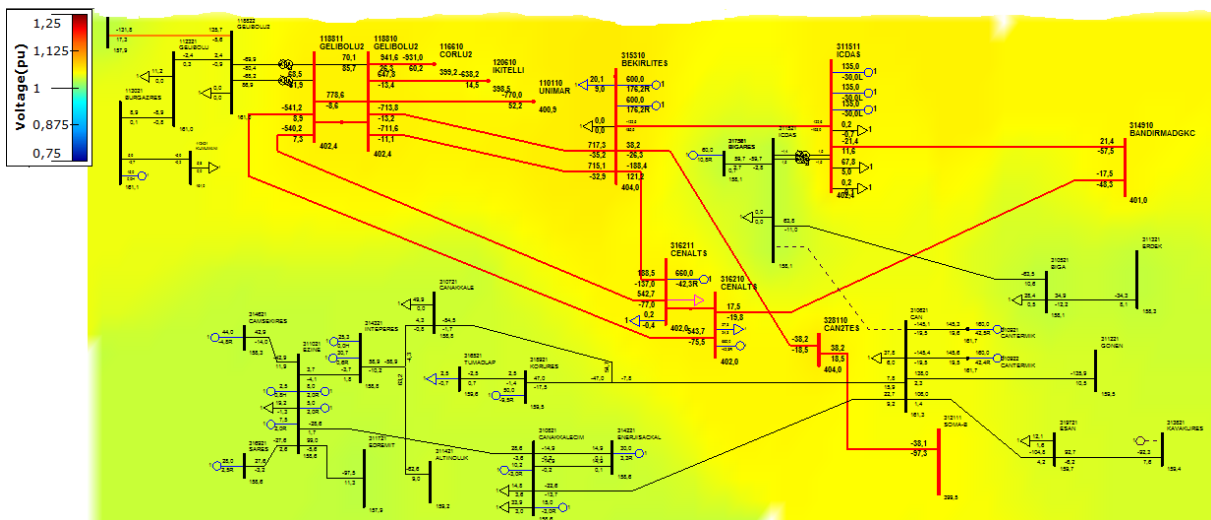
Çanakkale ilinin mevcut ve gelecekteki elektrik şebekesi yapısına bakıldığında yenilenebilir üretim kaynaklarının belirli bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle Ezine ve Çan Trafo Merkezlerinde bu kaynakların çok yoğunlaştığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hep aynı bölgede olması enterkonnekte sistem açısından sakıncalıdır. Çünkü Çanakkale ilinde yenilenebilir enerji santralleri diğer kaynaklardan fosil yakıtlı santraller ile desteklenerek denge sağlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji santrallerinin aynı bölgede yoğun olarak kurulmasının sakıncası Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları devrede iken PSS/E programı ile 154 kV Çan-İçdaş enerji iletim hattı devreden çıkarılmıştır (normal işletme koşullarında bir enerji iletim hattı arıza durumu ile, bakım amacı ile veya yük tevzi merkezi tarafından sistem şartları gereği açılabilir). Şekilde görüldüğü üzere Ezine, Çanakkale Çimento, Çanakkale ve Çan Trafo Merkezleri koyu mavi rengi almıştır. Gerilimler çok düşmüştür (50 kV seviyeleri). Bu durumda sistem çalışamayacağı için enterkonnekte sistemde çökme olacak ve geniş kapsamlı kesintiler oluşacaktır.



Şekil 3.8 PSS/E programında Çanakkale ilindeki gelecekte yapılması planlanan santrallerin devrede iken 154 kV Çan-İçdaş EİH'nın devreden çıkarılması sonucu gerilim analizi

Şekil 3.9'da Çanakkale ilindeki mevcut santraller devredeyken Şekil 3.8'deki gibi yine 154 kV Çan-İçdaş EİH devreden çıkarılmış ve gerilim analizi yapılmıştır. Bu kez yapılan gerilim analizinde tüm Çanakkale bölgesindeki trafo merkezlerinde bara gerilimleri normal seviyelerdedir. 154 kV Çan-İçdaş hattının açılmasından sistem etkilenmemiştir. Ezine, Çanakkale Çimento, Çanakkale, Biga ve İçdaş Trafo Merkezlerinde çok az gerilim düşümü olmuş, bu durum da normal sınırlar içerisinde. Bu analizde sistem normal olarak çalışmaya devam edecektir. Bu ve benzer durumların enterkonnekte sistemini etkilememesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi yada aynı bölgede birbirine yakın çok fazla santral kurulmaması gerekmektedir.



Şekil 3.9 PSS/E programında Çanakkale ilindeki mevcut santraller devredeyken 154 kV Çan-İçdaş EİH'nın devreden çıkarılması sonucu gerilim analizi

Tüm bu analizler sonucunda, gelecekte planlanan santraller de devreye girdiğinde Çanakkale bölgesinde Ezine, Çanakkale Çimento ve Çan Trafo Merkezlerinde rüzgar santralleri çok yo-

ğunlaşacaktır. Bu bölgelere ilave rüzgar santrali yapılması elektrik şebekesi açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Bu bölgelere rüzgar haricindeki yenilenebilir enerji santralleri yapılmasının sistem açısından bir sakıncası görülmemektedir. Bahsi geçen bu bölgelere ilave rüzgar santrallerinin yapılabilmesi için elektrik şebekesinin güçlendirilmesi şarttır. Bu bölgeler haricinde Çanakkale bölgesinde son zamanda yapılan 380 kV'lık tesisler sayesinde, bölgenin enterkonnekte sistemi güçlü olduğu için, bölge genelinde her çeşit ve miktarda yenilenebilir enerji santralini enterkonnekte sistem kaldıracak durumdadır.

4.Sonuç

Bilindiği gibi ülkemizde ve dünyadaki enerji tüketimi gün geçtikçe artmakta buna bağlı olarak dünyadaki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bu problemin çözümü için enerjinin özellikle de yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen temiz elektrik enerjisinin kullanımının artırılabilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada da görüldüğü üzere artan enerji ihtiyacını en uygun seviyede karşılayabilmek için, sisteme bağlanacak enerji santrallerinin yapılması düşünüldüğünde öncelikle çok kapsamlı bir şebeke analizi yapılması gerekmektedir.

Elektrik enerjisinde en önemli parametreler kalite ve arz güvenliğidir. Yani enerjinin kesintisiz olarak kaliteli bir şekilde temin edilmesidir. Bu durumu sağlayabilmek için elektrik şebekeleri, yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil enerji kaynakları bir bütün olarak, en optimal seviyede kurulmalı ve işletilmelidir. Günümüzde bu konu ülkelerin gelişmişlik düzeylerine de yakından etki etmektedir.

Çanakkale ili, ülkemizin elektrik enerjisi üretim, iletim ve tüketimi açısından çok önemli bir seviyededir. Geçmiş yıllarda Çanakkale ili elektrik enerjisi açısından sadece tüketici bir konumda iken son zamanlardaki üretim kaynaklarının hızlı bir şekilde artması ile bir üretim merkezi haline gelmiştir⁰. Üretim kaynakları fosil yakıtlarda yerli ve ithal kömür kaynaklı, yenilenebilir enerji kaynaklarında da rüzgar ağırlıklıdır. Gelecekte planlanan santrallere de bakıldığında, rüzgar enerjisine dayalı santrallerin hızla artmaya devam edeceği açıktır.

Çanakkale ilinde üretim kaynaklarının artması ile, iletim hatları da sürekli güçlendirilmektedir. İletim hatlarının güçlendirilmesi yeni hatların tesis edilmesi veya mevcut iletim hatlarının iletken kesitlerinin artırılması ile olmaktadır. İletim yönünden ülkemizin en önemli iletim tesislerinden olan 380 kV Çanakkale boğazının denizaltı kabloları ile geçilmesi projesi gerçekleştirilmiştir. Bu proje ile enterkonnekte sistemin İstanbul ile ring yapması sağlanarak Çanakkale veya Anadolu bölgesinde üretilen enerjinin, tüketimin yoğun olduğu İstanbul bölgesine aktarımı yapılmaktadır. Mevcut durumda 380 kV çift devre Lapseki 1- Sütlüce 1 interface merkezi ve yine 380 kV çift devre Lapseki 2- Sütlüce 2 interface merkezi devreye alınmış ve işletilmektedir. Üçüncü olarak yapılacak olan Çanakkale boğazı deniz altı geçiş projesi de devam etmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarında en büyük problem kesikli kaynaklar olmalarıdır. Bu enerji kaynakları yoluyla enerji üretimi büyük oranda atmosferik koşullara bağlıdır ve değişkenlik göstermektedir. Çanakkale yöresinde özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından, rüzgar enerjisi santrallerinin fazla olması, bu santrallerin elektrik şebekesine bağlanma şekilleri, sistemi etkilemektedir. Enterkonnekte sisteme yenilenebilir enerji santrallerinin sağlıklı bir şekilde uyarlanabilmesi için, santrallerin diğer üretim kaynaklı santraller ile desteklenmesi gerekmektedir.

Mevcut durumda yenilenebilir enerji santrallerinin Çanakkale bölgesinde dağılımları uygundur. Ancak yeni yapılacak santrallerin elektrik şebekesine bağlantıları ile ilgili sağlıklı etüd ve analizlerin yapılması gerekmektedir.

Çanakkale bölgesinde mevcut ve kurulması planlanan yenilenebilir enerji kaynakları incelendiğinde genellikle aynı bölgelerde planlandığı görülmüştür. Çanakkale bölgesinde yenilenebilir enerji kaynaklarında çeşitlilik vardır ancak potansiyel düşünüldüğünde yeterli seviyede olmadığı görülmektedir. Çanakkale’de yenilenebilir enerji kaynaklarında rüzgar enerjisi ilk sırada yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakların da sisteme optimizasyonu için diğer santraller ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yeni planlanan santraller içerisinde rüzgar dışındaki kaynakların da artırılması gerekmektedir. Mevcut durumda rüzgar santralleri fosil yakıtlı, özellikle termik santraller ile desteklenerek enterkonnekte sistemde denge sağlanmaktadır. Çanakkale bölgesine elektrik santrali yönünden yatırım yapacak yatırımcılar rüzgar enerji santrali kurulacaksa mevcut şebekedeki diğer kaynaklara yakın santral kurmaları veya rüzgar santralinden hariç diğer yenilenebilir enerji santrallerine yönelmeleri, kendileri ve ülke kazanımları açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmada kullanılan verileri ve teknik desteği sağlayan Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi’ne teşekkür eder.

Kaynakça

- Anonim, 2017. 22 Mayıs 2018, <http://www.webcitation.org/6rAIIIEkrv>.
- Anonim, 2018. 22 Mayıs 2018, <http://www.enerjiatlası.com/sehir/canakkale/>
- Atabey G., 2017. Rüzgar Santrallerinin İletim Sistemi Üzerindeki Etkilerinin Analizi İle Balıkesir-1-Şamllı Enerji İletim Hattı Uygulaması
- Bergen A. R., 1986. Power System Analysis, 191-203, Prentice Hall.
- Cengiz C., 2014. Hidrolik Santraller İçin PSS/E İle Türkiyede Havza Planlaması.
- Çakır H., 1989. Enerji İletimi, 3-19, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Demirkurt B., 1971. Elektrikle Enerji Taşınması, 23-42, İstanbul Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi.
- Gönen T., 1988. Modern Power Systems Analysis, 43-71, John-Wiley.
- Koç E., Şenel M., 2013. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.
- Lamoree J., 1994. Voltage Sag Analysis Case Studies. Industry Applications IEEE Transactions, 30(4), 18-29.
- Pamuk N., 2011. Sakarya İli Elektrik İletim Şebekesinin Matlab/Simulink Programı Kullanılarak Modellenmesi Ve Analiz Edilmesi.