



Makale / Research Paper

Kaçak Elektrik Kullanımının Enterkonnekte Sisteme Etkileri

Zafer MERTOĞLU^{1*}, Süleyman Sungur TEZCAN¹

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara/TÜRKİYE
zafer.mertoglu@gazi.edu.tr

Received/Geliş: 27.04.2019

Accepted/Kabul: 12.07.2019

Öz: Gün geçtikçe hayatımızın her bölümüne giren elektrik, teknolojinin gelişmesi ile her geçen gün daha da geniş bir alanda kullanılmaktadır. Bu sebeple, elektriğin temininin yanında kaliteli de olması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, ülkemizin özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kaçak elektrik kullanılarak yapılan yanlış tarımsal sulamaların, orta gerilim dağıtım ve yüksek gerilim iletim sistemine yaptığı etkiler incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda bölge dağıtım sisteminde, ulusal iletim sisteminde ve uluslararası enterkonneksiyon hatlarında gerilim çökmeleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada söz konusu gerilim çökmelerinin sebepleri incelenmiş, bölgede yer alan trafo merkezlerine yerleştirilen güç kalitesi ölçüm cihazlarından gerçek zamanlı gerilim grafikleri çıkarılmış ve bu veriler ışığında gerilim çökmelerinin nedenleri araştırılmıştır. Çalışmanın son bölümünde tespit edilen sorunlardan yola çıkılarak gerilim çökmelerini önlemek adına uygulanabilecek çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: İletim sistemi, Dağıtım Sistemi, Kaçak Elektrik, PSS/E, Gerilim Çökmeleri

**Examination of Alkali-Silica Reaction (ASR) Development
in High Ratio Silica Fume Blended Mortars**

Abstract: Due to increasing share of technology, use of electricity becomes an inevitable part of daily life. Therefore, it is of great importance to have reliable supply of electricity and with good power quality as well. In this study, the negative effects of the illegal agricultural irrigation systems that are connected to electricity system in the Southeastern Anatolia Region on our distribution and transmission system have been examined. As a result of the surveys, voltage collapses have been detected in the regional distribution system, in the national transmission system and international interconnection lines. In this study, the reasons of these voltage collapses were investigated in the light of real - time voltage records that are provided from the power quality measurement devices placed in the regarding transformer substations in the region. In the last part of the study, solution suggestions in order to prevent the voltage collapses are proposed for the problems/reasons identified.

Keywords: Transmission System, Distribution System, Illegal Electricity Usage, PSS/E, Voltage Collapse

1. Giriş

Günlük hayatımızın neredeyse her evresinde kullandığımız elektrik vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Elektrik hastane ve çeşitli sağlık kuruluşlarında kullanılması ile hayati öneme sahip olmuştur. İletişimden sağlığa, madenlerden tarımsal işlemlere kadar birçok alanda kullanılan elektrik ülkeler arasında da ticari bir ürün olmuştur. Türkiye konumu itibari ile elektrik enerjisi açısından doğusunda yer alan İran ve Gürcistan ile batısında yer alan Yunanistan ve Bulgaristan arasında köprü konumundadır [1].

Bu makaleye atıf yapmak için

Mertoğlu Z, Tezcan S.S., "Kaçak Elektrik Kullanımının Enterkonnekte Sisteme Etkileri" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2019, 6(3); 571-584.

How to cite this article

Mertoğlu Z, Tezcan S.S., "Examination of Alkali-Silica Reaction (ASR) Development in High Ratio Silica Fume Blended Mortars" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2019, 6(3); 571-584.

Sistem işleticilerinin birincil görevi elektriği kesintisiz olarak sağlamaktır. Ancak, elektriğin kesintisiz olmasının yanı sıra kaliteli olması da zorunluluk arz etmektedir [2].

Kaliteli elektrik gelişen teknolojiler ile birlikte günlük hayatımızda sıkça kullandığımız bilgisayar, televizyon ve çeşitli elektronik eşyaların düzgün ve sağlıklı kullanılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca kaliteli elektrik büyük sanayi tesislerinin üretimlerini düzgün ve kusursuz gerçekleştirebilmesi için hayati öneme sahiptir [3].

Kaliteli enerji kısaca; frekans ve gerilim değerleri belirlenen uluslararası limitler dâhilinde, dalga formu da saf bir sinüs sinyali şeklinde olan kesintisiz enerji olarak tanımlanabilir [4].

Üretilen enerjinin kesintisiz ve kaliteli bir şekilde son kullanıcıya kadar aktarılması enerji üretim, iletim ve dağıtım şirketlerinin en önemli vazifesidir. Tüketicilere iletilen elektrik kaliteli olmazsa hassas sanayi kuruluşları düzenli üretim yapamayacak ve üretimleri olumsuz yönde etkilenecektir. Aynı şekilde sağlık kuruluşları hayati müdahaleleri düzgün bir şekilde yerine getiremeyecektir [5]. Dolayısıyla elektriğin kaliteli bir şekilde üretilip son kullanıcıya iletilmesi hayati bir öneme sahiptir. Bu kapsamda sistem işleticileri ve tüketicileri belli başlı kurallara uygun hareket etmelidir. Bu kapsamda son tüketicilerin gerekli önlemleri alması için çalışmalar yapılmalıdır. Sistem planlaması da bu yönde ilerletilmelidir [6].

Elektriğin yukarıda bahsedilen geniş kullanım alanlarından biri olan tarım alanında kullanımı ile ilgili olarak ülkemizin özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde elektriğin yanlış kullanılması sebebi ile neredeyse bütün ülke iletim sisteminde hissedilen salınım problemleri yaşanmaktadır. Söz konusu gerilim çökmeleri yalnız Türkiye iletim sistemini etkilemeyip aynı zamanda yurtdışı bağlantı hatlarını da etkilemektedir [7].

Türkiye 2010 yılı Eylül ayı itibari ile ENSTO-E'ye (European Network of Transmission System Operators) üye olmuş, Türkiye iletim sistemi Avrupa iletim sistemine senkron bağlanmıştır. Bağlantı sonrasında iletim Türkiye elektrik iletim sisteminin frekansında önemli ölçüde iyileşmeler sağlanmıştır ve frekans salınımları düşürülmüştür. Sonuç olarak, sanayi tesislerinde hassas üretimler daha güvenli bir şekilde yapılmaya başlanmıştır ve ülkedeki elektrik kalitesi artmıştır [8].

ENTSO-E bağlantısının devam edebilmesi için özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde görülen ve tüm ülke iletim sistemini etkileyen gerilim çökmelerinin önlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda TÜBİTAK ve TEİAŞ tarafından birçok inceleme ve test çalışması yapılmıştır. Söz konusu çalışmalar bölge dağıtım şirketi olan Dicle EDAŞ ile iş birliği içinde yürütülmüştür [9].

Çalışmalar sırasında tarımsal sulamanın yoğun olarak görüldüğü trafo merkezleri belirlenmiş ve bu merkezlerden beslenen dağıtım fiderleri incelenmiştir [10].

Sonuç olarak, dağıtım fiderlerinin yük modelleri oluşturularak gerekli analiz çalışmaları PSS/E programında yapılmıştır.

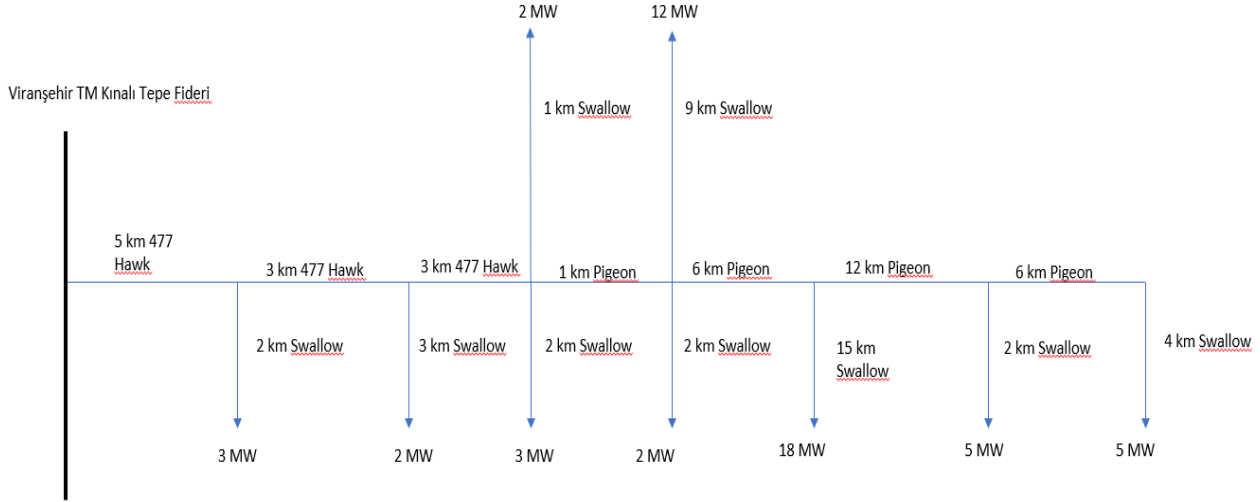
2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Elektrik Sistemi

Sulama yüklerinin yoğun olarak görüldüğü Şanlıurfa, Mardin ve Diyarbakır illerinin elektrik sistemi incelenecek olursa bu inceleme iki parça halinde (dağıtım sistemi ve iletim sistemi) yapılmalıdır.

2.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Dağıtım Sistemi

Bölgenin şehir merkezlerini besleyen hatlarında herhangi bir sorun görülmemektedir. Ancak tarımsal sulamanın yoğun olarak görüldüğü ve daha çok köy ve kırsal kesimin beslendiği fiderlerde kaçak elektrik kullanımı hayli fazladır. Ayrıca, söz konusu hatların bazı kesimlerinde hat kesiti

oldukça düşük olmasına karşılık çekilen yük oldukça yüksektir. Şekil 1’de söz konusu hatlara örnek olarak Şanlıurfa ili Viranşehir ilçesinde bulunan 154 kV Viranşehir Trafo Merkezi (TM)’den çıkan ve çoğunlukla köy ve geniş tarım arazilerinin bulunduğu bölgeleri besleyen Kınalıtepe fiderinin karakteristiği gösterilmiştir.



Şekil 1. 154 kV Viranşehir TM’ye Bağlı Olan Kınalıtepe Fideri Şeması

Şekil 1’de görüldüğü üzere 34,5 kV Kınalıtepe fiderindeki ana hattın uzunluğu 36 kilometredir. Söz konusu hattın toplam yükü ise 50 MW mertebelerini aşmaktadır. Bunun gibi birçok fiderde kesitler düşük olmasına rağmen çekilen yük oldukça yüksektir.

2.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İletim Sistemi

Tarımsal sulamanın yoğun olarak görüldüğü özellikle Şanlıurfa-Mardin-Diyarbakır illerini kapsayan bölgede iletim sistemini besleyen 380 kV merkezler;

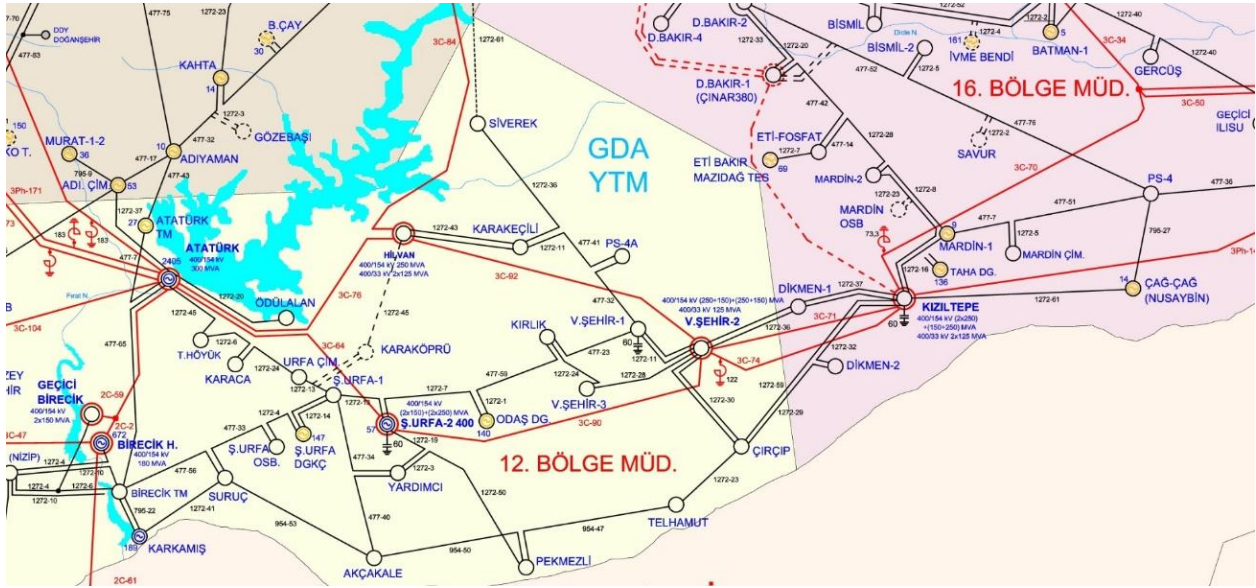
- Hilvan (ototrafo kurulu gücü: 500 MVA),
- Şanlıurfa-2 (ototrafo kurulu gücü: 800 MVA),
- Atatürk (ototrafo kurulu gücü: 300 MVA),
- Viranşehir-2 (ototrafo kurulu gücü: 400 MVA),
- Kızıltepe-2 (ototrafo kurulu gücü: 900 MVA),
- Diyarbakır-380 (ototrafo kurulu gücü: 900 MVA)

trafo merkezleridir. Bu merkezlerin, 2018 yılı itibari ile toplam ototrafo (380/154 kV) kurulu gücü 3800 MVA’dır. Bu merkezlerin beslediği 154 kV ve dağıtıma hitap eden trafo merkezi sayısı 36 ve toplam kurulu gücü 8049 MVA’dır. Bölge iletim hatları trafo merkezlerinin bağlantıları Şekil 2’de görülmektedir.

Buna karşılık söz konusu 154 kV merkezlerden ilgili dağıtım şirketi ile yapılan sistem kullanım anlaşması yaklaşık 2000 MW’tır. İletim sistemi tarafından bölge arz açısından herhangi bir problem yoktur. Ancak, dağıtım fiderlerinin bölünmesi adına yatırımlar devam etmektedir.

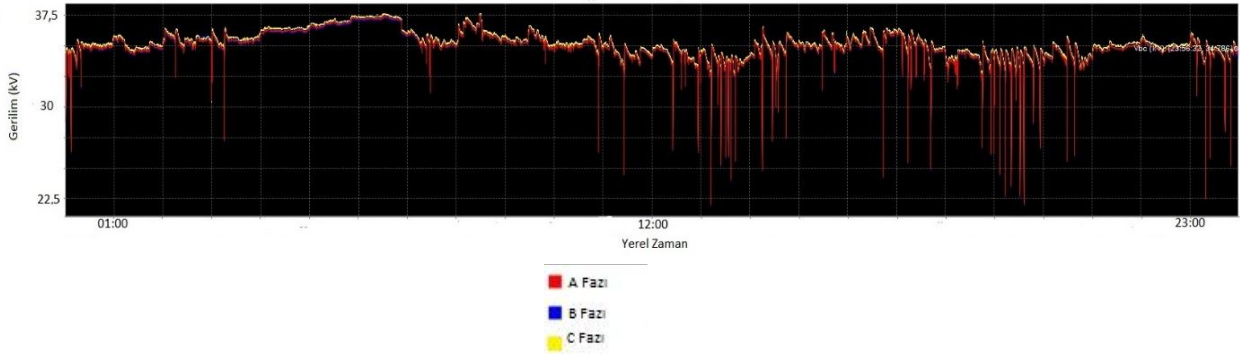
3. Gerilim Çökmeleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle yaz aylarında sulama yükleri bir hayli artmaktadır. Söz konusu sulama yüklerinin bölgede yapılan incelemelerde dalgıç su pompalarından kaynaklandığı ve bu pompaların büyük çoğunluğunun kaçak elektrik kullandığı gözlemlenmiştir. Bu durum, bölgede yaygın olarak görülen bir durumdur. Bu yüzden dağıtım yükleri plansız olarak her geçen gün artmaktadır.



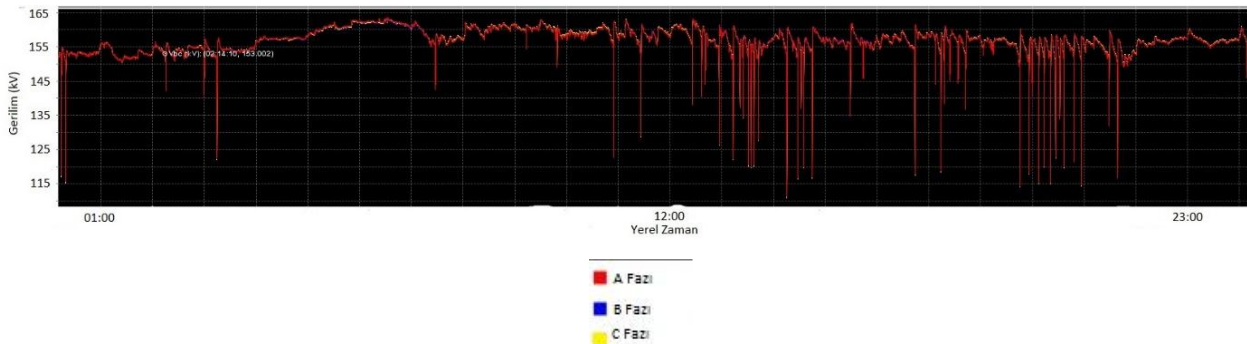
Şekil 2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İletim Sistemi Haritası

Plansız ve kaçak olarak artan bu güç talebi karşısında bölge elektrik sisteminden başlayıp bütün Türkiye elektrik sistemini etkileyen gerilim çöküntüleri yaşanmaktadır.

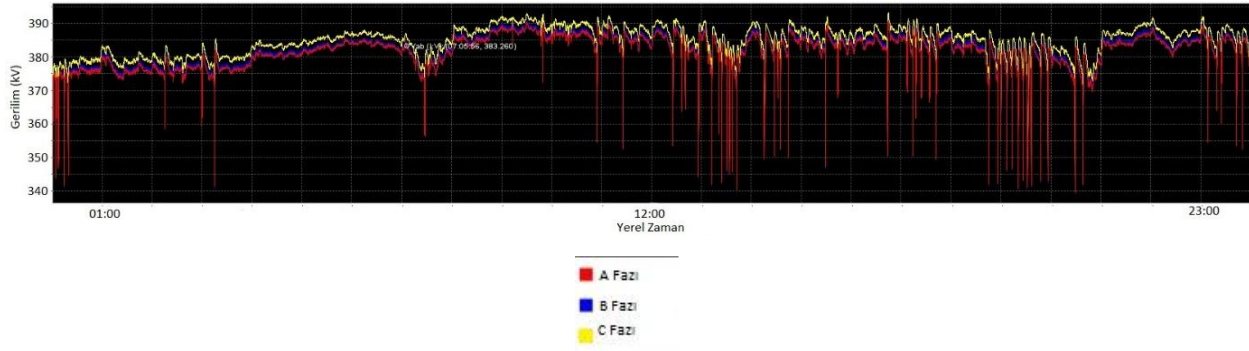


Şekil 3. Şanlıurfa İlinde Yer Alan 154 kV Viranşehir-1 TM'nin 33 kV Kızıltepe Fiderinin Bir günlük Gerilim Grafiği

Sistemin tepkisi olarak Şekil 3'de Viranşehir-1 TM'nin 33 kV barasındaki gerilim çökmeleri görülmektedir. Aynı saatlerde Şekil 4'te 154 kV bara ve Şekil 5'te 380 kV bara gerilimlerinin grafikleri gösterilmiştir.



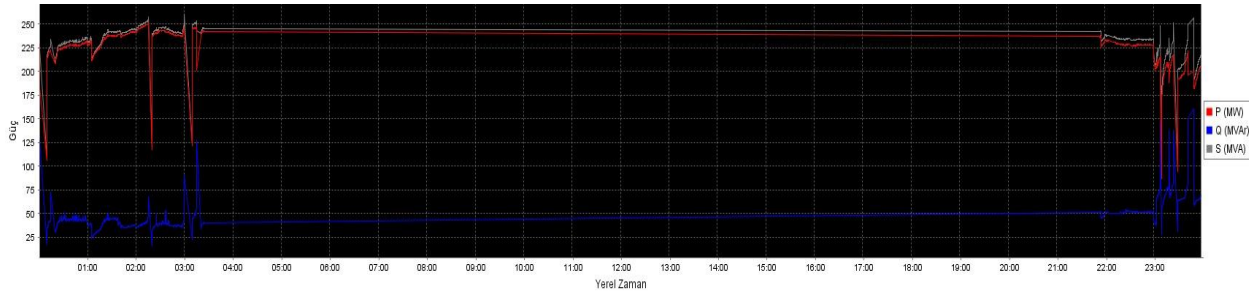
Şekil 4. Şanlıurfa İlinde Yer Alan 380/154/33 kV Viranşehir-2 TM'nin 154 kV Viranşehir-1 Fiderinin Bir Günlük Gerilim Grafiği



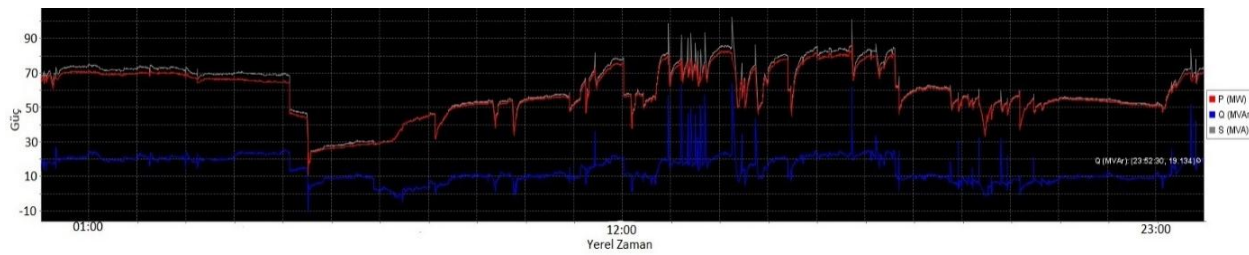
Şekil 5. Şanlıurfa İlinde Yer Alan 380/154 /33 kV Viranşehir-2 TM'nin 380 kV Şanlıurfa Fiderinin Bir Günlük Gerilim Grafiği

Şekil 3, 4 ve 5'den de görüleceği üzere, bölgede 33 kV OG barada başlayıp 154 ve 380 kV gerilim seviyelerinde de devam eden gerilim çökmeleri meydana gelmektedir. Söz konusu çökmeler sırasında, 33 kV bara gerilimi 21 kV seviyelerine, 154 kV bara gerilimi 112 kV seviyelerine, 380 kV bara gerilimi de 340 kV seviyelerine kadar düşmektedir. Bu gerilim çöküntüleri Şanlıurfa, Mardin ve Diyarbakır illeri başta olmak üzere çevre illerde de etkisini göstermektedir.

Gerilim çökmelerinin meydana geldiği saatlerde bölge 154 kV sistemini besleyen 380/154 kV ototrafolar %50-80 kapasitelerde yüklendiği Şekil 6'da görülmektedir. Benzer olarak Şekil 7'de de söz konusu bölgenin OG dağıtım sistemini besleyen Viranşehir-1 TM'deki 100 MVA trafonun yüklenmeleri gösterilmektedir.



Şekil 6. 380 kV Kızıltepe TM Bank-A (250 MVA + 250 MVA) 380/154 kV Ototrafoların Yüklenmeleri



Şekil 7. 154 kV Viranşehir-1 TM 154/33 kV (100 MVA) Trafo-A'nın Yüklenme Grafiği

Şekil 6 ve 7'den de görüleceği üzere, Viranşehir-2 TM'de toplam 500 (2x250) MVA kapasiteli Bank-A en fazla 260 MVA ve 154/33 kV Viranşehir-1 TM'de TR-A nadiren 100 MVA civarlarında yüklenmiştir. Şekil 7 dikkatlice incelendiğinde çöküntülerin 100 MVA kurulu güce sahip trafo 75 MW yüklü iken başladığı görülecektir. Bu durumda, ilk etapta bölge kapasite yetersizliği var gibi anlaşılabilir, ancak ototrafo ve diğer trafoların yüklenmelerine bakıldığında bölgede kapasite sorununun olmadığı görülmektedir.

3.1. Gerilim Çökmelerinin İletim Sistemi Üzerindeki Etkileri

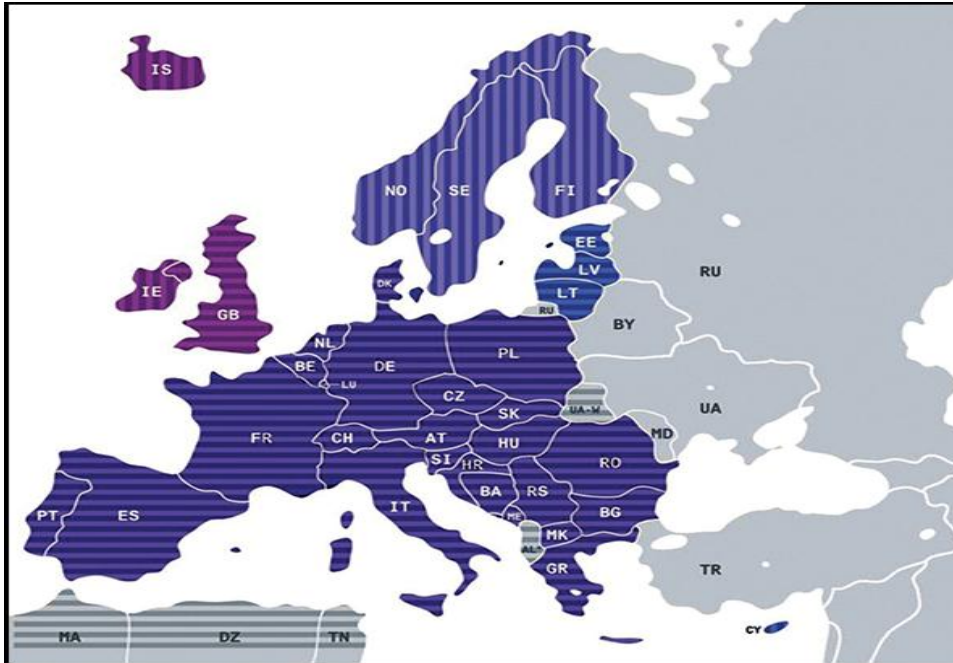
Güneydoğu Anadolu Bölgesinde görülmekte olan gerilim çökmeleri yalnızca bölge dağıtım sistemini değil 154 kV ve 380 kV olmak üzere tüm iletim sistemini etkilemektedir. Hatta bu ani gerilim düşümleri Türkiye'nin yurtdışı bağlantıları üzerinde de olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu olumsuz etkilerden dolayı ENTSO-E bağlantıları kapsamında Avrupa tarafında ciddi rahatsızlıklar oluşmuş ve bunun sonucu olarak söz konusu çökmeler için önlemler alınması talep edilmiştir [13].

3.1.1 Türkiye'nin ENTSO-E Bağlantısı

ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) eski adı UCTE (Union for the Coordination of Transmission of Electricity) olan Elektrik İletim Koordinasyon Birliğinin adıdır.

ENTSO-E'nin günümüzde 34 ülkeden toplam 41 iletim sistemi işleticisi üyesi vardır. (Her bir Avrupa ülkesinde farklı sayıda iletim sistemi operatörü vardır. Örneğin, Türkiye'de tek iletim sistemi operatörü TEİAŞ iken Almanya'da Transnet, Tennet, Amprion ve 50 Hertz olmak üzere, toplam 4 adet iletim sistem operatörü şirket bulunmaktadır.)

ENTSO-E bölgesi dünya elektrik tüketiminin en yoğun olduğu bölgelerden biri olmasından dolayı çok güçlü bir iletim sistemine sahiptir. Elektrik üretiminde arz fazlası enerjinin yurtdışına ihraç edilmesi ülkeler arasında yeni bir ticari kaynak oluşturmuştur. Bu sebeple ENTSO-E bağlantısı ile birlikte hem Türkiye iletim sistemi güçlenmiştir hem de yeni ticaret alanları oluşturulmuştur. Ancak söz konusu bağlantı sebebi ile yeni sorumluluklar doğmaktadır ve bağlantının devamlılığı için bu sorumlulukların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu sorumluluklardan birisi de Güneydoğu Anadolu Bölgesinde görülen gerilim çökmelerini önlemektir. Şekil 8'de ENTSO-E ülkeleri görülmektedir.



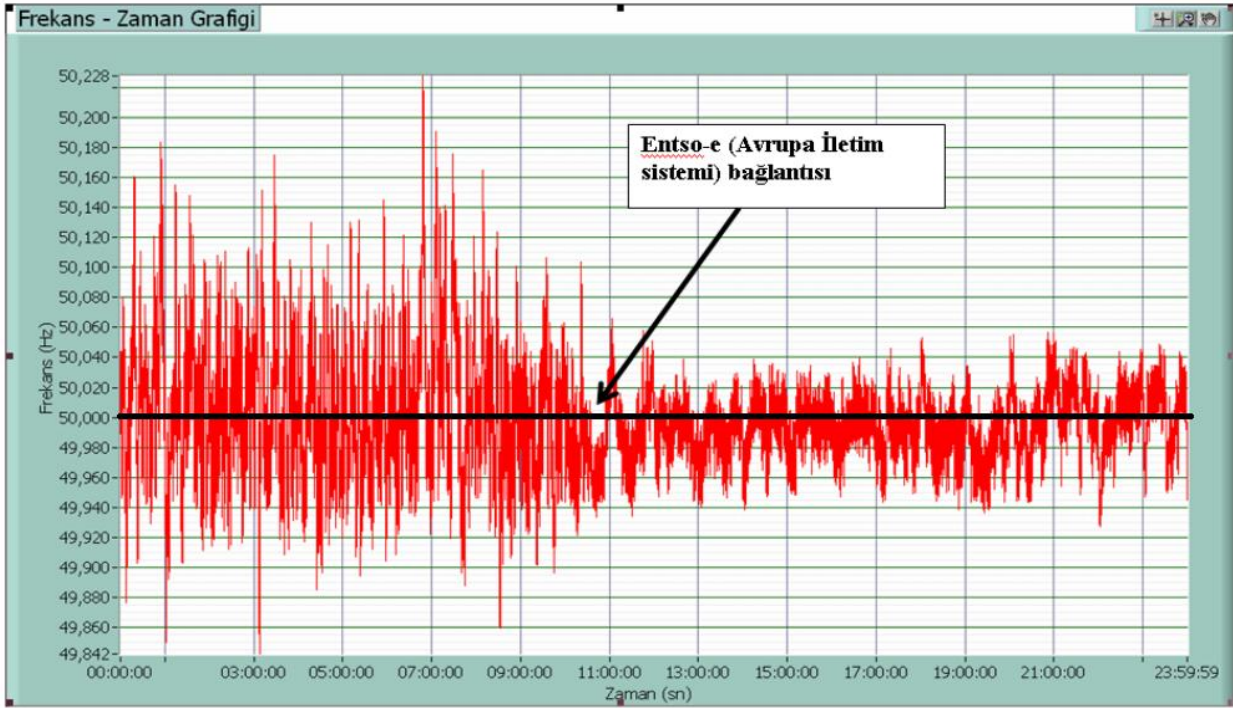
Şekil 8.ENTSO-E Bölgesi ve Türkiye

3.1.2 ENTSO-E Bağlantısının Önemi

Türkiye elektrik iletim sisteminin Avrupa elektrik sistemiyle enterkoneksiyonu 2010 yılı Eylül

ayında gerçekleşmiştir. Enterkoneksiyon sağlanmasından itibaren Türkiye elektrik sisteminin frekansı Avrupa standartlarına ulaşmıştır. Bunun sonucunda başta sanayi olmak üzere tüm tüketicilere daha kaliteli elektrik sunulmaya başlanmıştır. Şekil 9’da ENTSO-E bağlantısından sonra Türkiye elektrik iletim sistemi frekansındaki iyileşmeler görülmektedir.

28/5/2014 tarihli ve 29013 sayılı mükerrer Resmi Gazete’de yayımlan Elektrik Şebeke Yönetmeliğinde “Sistemin nominal frekansı TEİAŞ tarafından 50 Hertz (Hz) etrafında 49.8 - 50.2 Hz aralığında kontrol edilir.” ifadesi geçmektedir. ENTSO-E bağlantısıyla birlikte Türkiye elektrik iletim sistemi frekansı 50 Hz’e daha yakın seyretmeye başlamıştır [14].



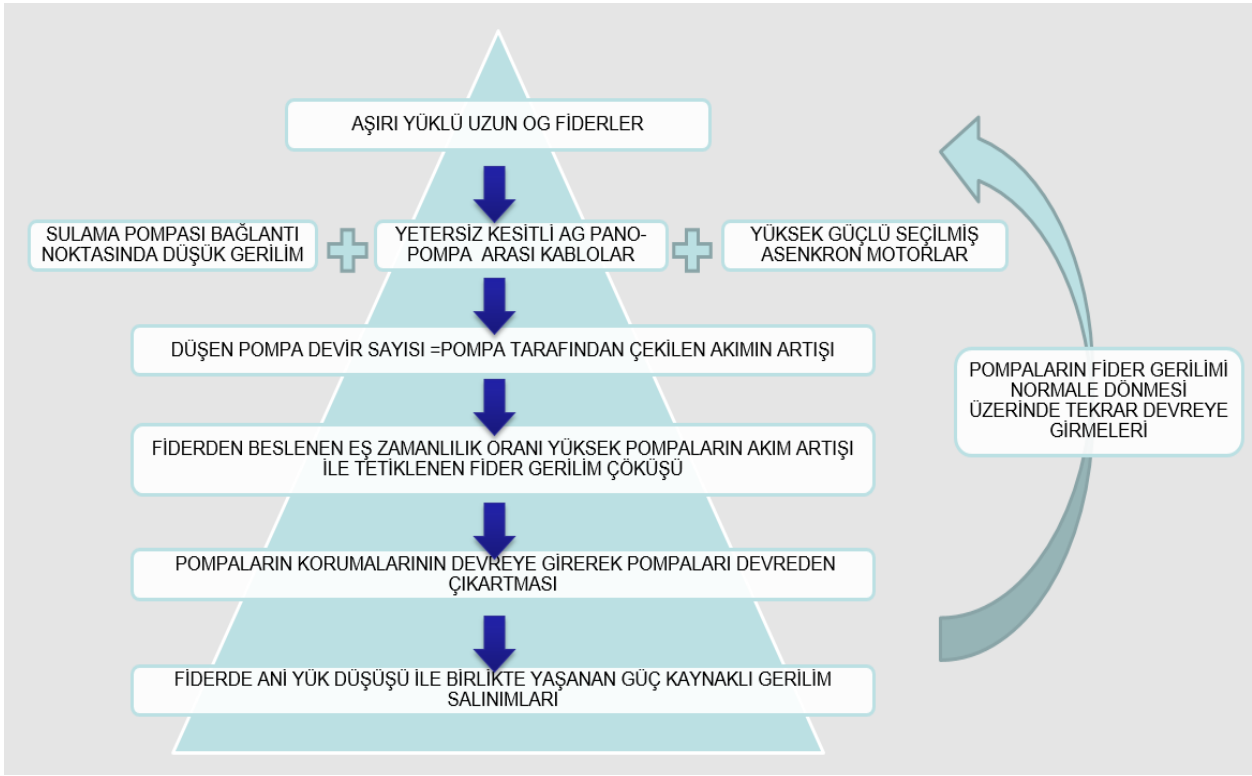
Şekil 9. 18.09.2010 Tarih ve 10.25 Saati İtibariyle Türkiye İletim Sisteminin Frekans - Zaman Grafiği

3.2. Gerilim Çökmelerinin Sebepleri

Bölgede yapılan incelemelerde tarımsal sulamanın yapıldığı alanlarda sulama için kullanılan suların yer altından asenkron karakterli dalgıç su pompaları ile çekildiği ve neredeyse 24 saat sulama yapıldığı gözlemlenmiştir. Söz konusu sulama motorlarının yaygın olarak kaçak elektrik kullanılarak çalıştırıldığı bu sebeple, herhangi bir plan dahilinde olmadan her geçen gün sayılarının arttığı bölgede yapılan incelemelerde ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, uzunluğu 40-50 km’leri bulan ve plansızca her geçen gün uzunlukları artan dağıtım hatları ortaya çıkmıştır. Söz konusu dağıtım hatlarının yükleri 45 MW’ı bulmaktadır.

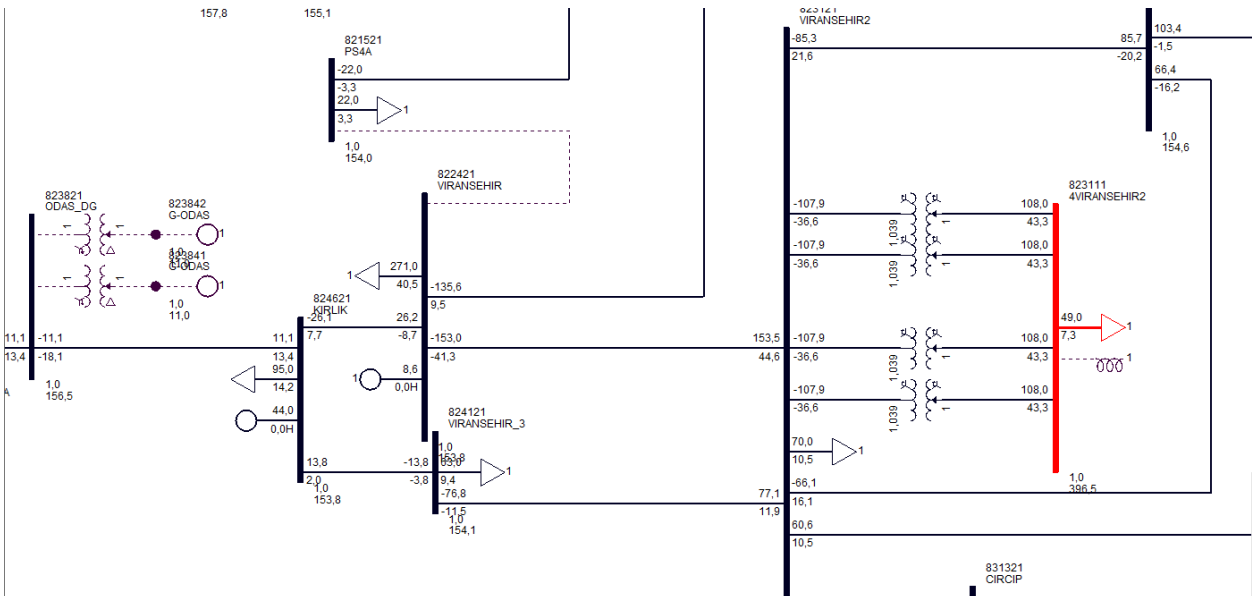
Süreç, asenkron karakterli sulama pompa motorlarının uzun ve kesiti düşük dağıtım hatları sebebi ile kararlı çalışma gerilimi seviyesinin altına düşerek aşırı akım çekmesi ile başlamaktadır. Yüzde gerilim düşümü hat uzunluğu ile doğru orantılı, hat kesiti ile ters orantılıdır [12]. Bu yüzden kaçak elektrik ile beslenen sulama pompalarının hat uzunlukları fazla, hat kesiti ise düşük olduğundan yüzde gerilim düşümleri yüksektir. Mevcut yük momentini karşılayamayarak çoğu kez bloke duruma geçen dalgıç motorlar bu sırada aşırı endüktif reaktif bileşen oluşturmaktadır. Sonuç olarak, diğer motorlar da bu durumdan etkilenerek hep birlikte bir gerilim çukuru meydana gelmesine sebep olmaktadır. Devir sayısı düşen, aşırı akım çeken ve çoğu kez bloke duruma geçen motorların

bir şekilde servis harici olması ile gerilimin tekrar yükselmesi, yükselen gerilimin ardından söz konusu motorların tekrar devreye girmesi ve gerilim düşümü sürecinin tekrar başlamasıyla süreç sürekli tekrarlanmaktadır. Şekil 10'da bu döngü grafiksel olarak gösterilmiştir.

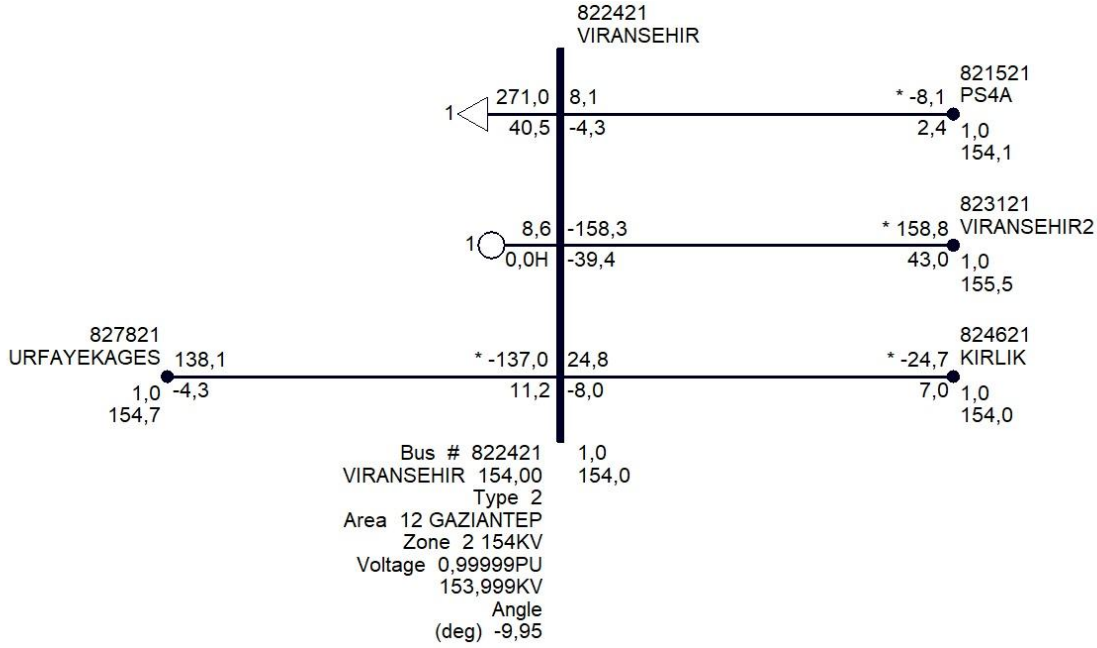


Şekil 10. Gerilim Çökme Sürecini Gösteren Grafik

Bu çöküntüler, PSS/E analiz programı kullanılarak analiz edilmiş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmalarda Türkiye iletim sistemi 2018 yılı Ağustos ayı baz alınarak PSS/E programı ile modellenmiştir.



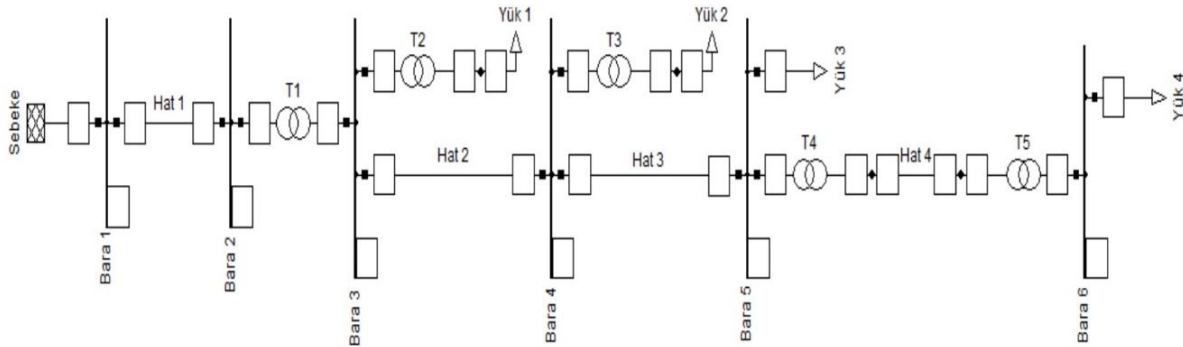
Şekil 11. Viranşehir-2 TM'nin 154 kV İrtibatları Gösteren PSS/E Modeli



Şekil 12.Viranşehir-1 TM'nin 154 kV İrtibatları Gösteren PSS/E Modeli

Şekil 11 ve Şekil 12'de 2018 yılı Ağustos ayı yük modeli görülmektedir. PSS/E programında iletim sistemi yük akış analizi yapılırken bütün yük sanki 154 kV baraya bağlıymış gibi analiz yapılarak iletim sisteminin N ve N-1 durumundaki hat yüklenmelerine bakılmaktadır. İletim sistemi işleticisinin sorumluluk alanı 154 kV trafo merkezinin 33 kV barasında bitmektedir. 33 kV baradan sonrası ilgili dağıtım şirketi sorumluluğunda olup dağıtım hattı bilgileri de yine ilgili dağıtım şirketinde bulunmaktadır.

Ancak, bu çalışmada ilgi dağıtım şirketi ile yapılan ortak çalışma sonucu Viranşehir-1 TM'nin Kınalıtepe fideri detaylı olarak incelenmiş ve Şekil 1'de söz konusu fiderin karakteristiği belirtilmiştir. Bu karakteristik bilgisi doğrultusunda, Şekil 13'deki model oluşturulmuştur. Daha sonrasında ise söz konusu dağıtım fideri modeli Türkiye iletim sistemi modeli içine gömülerek analiz yapılmıştır.



Şekil 13.Viranşehir-1 TM'nin İrtibatları Gösteren PSS/E Modeli

Söz konusu model, PSS/E analiz programında çözdürülmeye çalışıldığında çözümsüzlüğe gidilmiş ve sistem çökmüştür. Ancak, dağıtım yükleri kesiti düşük iletim hatları ile değil de kesiti yüksek olan hatlar ile ve kısa mesafeden kaynağa bağlanırsa çözüm tekrar sağlanmış ve Şekil 12'deki yük akışları tekrar normale dönmüştür.

4. Gerilim Çökmelerini Önlemek Üzere Çözüm Önerileri

Söz konusu çökmelerinin kesin çözümü bölgede düzenli sulama kanalları açılarak kontrollü sulama yapılması ve kaçak elektriğin önüne geçilerek bölgeye kontrollü elektrik verilmesidir. İletim sistemini Elektrik Şebeke Yönetmeliğinde belirtilen sınırlar dahilinde işletmekle yükümlü olan TEİAŞ, bölgede yaşanan sorunların iletim sistemine yansıyan olumsuz etkilerini en aza indirmek ve ENTSO-E bağlantılarında sorun yaşamamak için TÜBİTAK ile birlikte bazı çalışmalar yapmıştır. Söz konusu çalışmalara ait bilgiler ve sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

4.1. OG Fiderlere Düşük Gerilim Rölesi Takılması

Bu çalışmadaki amaç gerilim çökmelerini başladığı fiderde hapsedip, zincirleme reaksiyonu kırmak, salınımı ilgili fiderde hapsedmek ve 154 – 380 kV sistemdeki etkisini minimize ederek Avrupa bağlantılarındaki yük akışını planlanan program içinde tutmaktır.

Çalışma sırasında termik kapasitesinin üzerinde yüklenen ve salınımına neden olan OG fiderlere düşük gerilim röleleri takılmıştır.

Sorunlu fiderlerin gün içinde en düşük olarak gördüğü gerilim seviyesi tespit edilerek röleler bu seviyenin bir kademe altında bir gerilim seviyesine ayarlanmıştır. Hiçbir fiderde normal işletme gerilimi 31 kV'un altına inmediğinden rölelerin açma gerilimi 30 kV'a ayarlanmıştır. Ayrıca ilgili dağıtım şirketi ile görüşülerek OG fiderlerin risk sıralaması yapılmıştır. Bu sıralamada en fazla sulama yükünün bulunduğu fider en riskli fider olarak seçilmiştir. Bu fiderlerdeki rölelerin açma süresi 0,1 sn olarak, diğer fiderler ise 0,3 sn olarak ayarlama yapılmıştır.

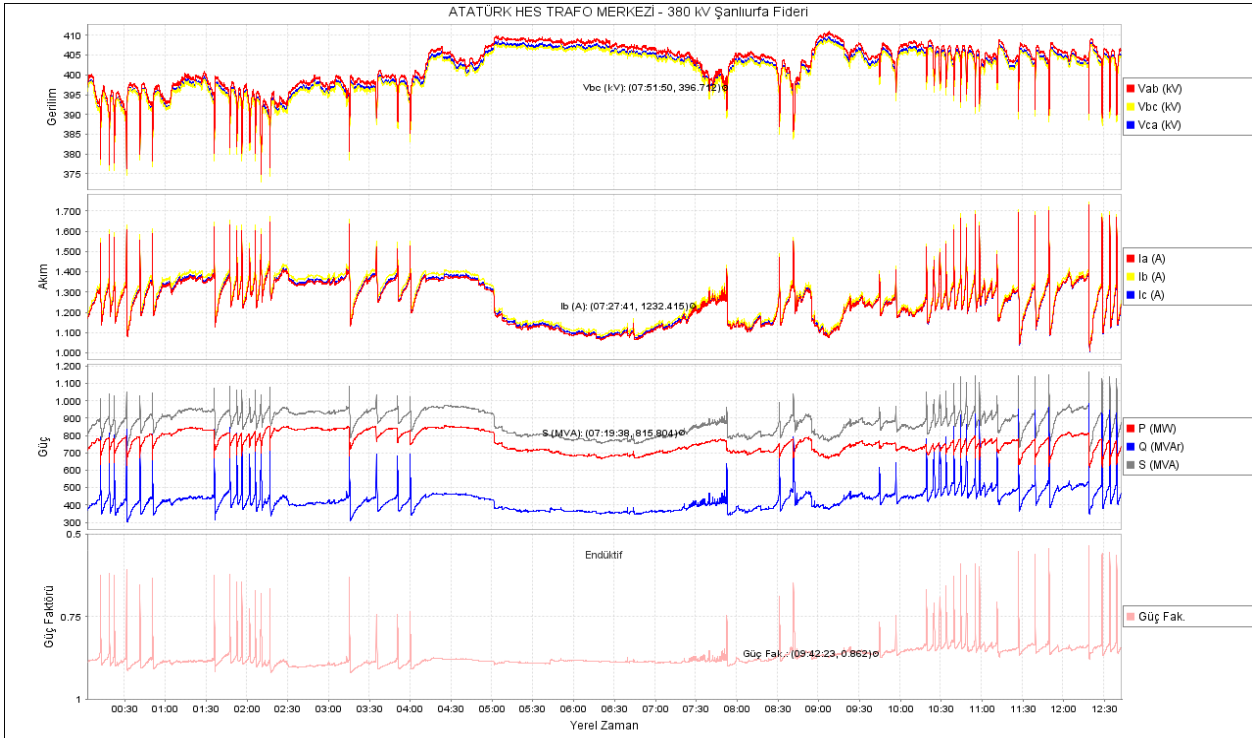
Viranşehir TM'nin en yüklü fideri konumundaki Kınalıtepe fiderinde röleler aktif değilken 12 saat boyunca 32 kez gerilim çökmesi (22 kV civarında) meydana geldiği görülmüştür. Röleler aktif olduğunda belirli bir gerilim düzeyinde kesicinin açması sebebiyle gerilim çökmesi yerine fider açma sayısına bakılması gerekmektedir. Fider açma sayısı gerilim çökme sayısının neredeyse yarısı kadar olduğu görülmüştür. Bölge elektrik dağıtım şirketinin söz konusu fiderlerin yükünü 30 MW altında tutması durumunda fider açma sayısının daha aşağı seviyelere düşeceği öngörülmüştür.

Tablo 1.Viranşehir TM'deki Rölelerin Bağlı Bulunduğu Fiderlerin Açma Sayıları

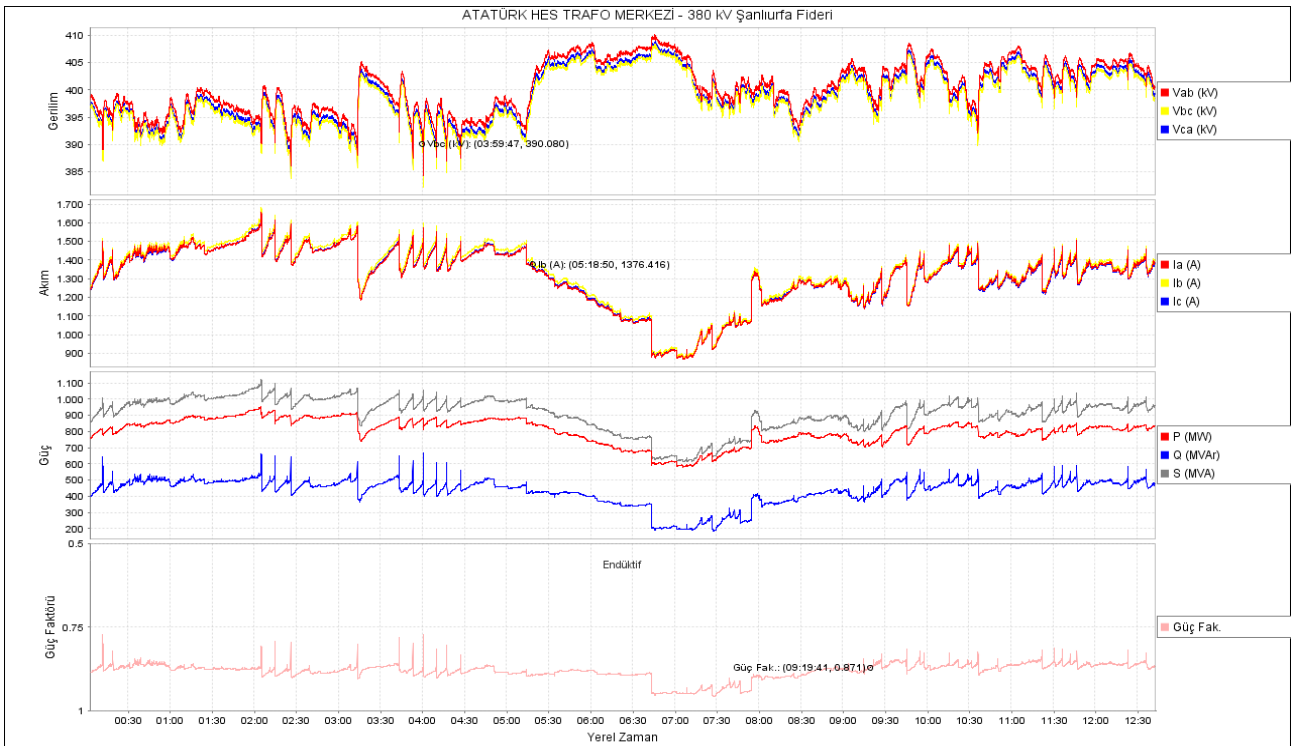
| Fider İsmi | Açma sayısı |
|------------|-------------|
| Kınalıtepe | 17 |
| Zümrüt | 4 |
| Gözlek | 6 |
| Aslanbaba | 21 |
| Eser | 14 |

Tablo 1'de Viranşehir TM'de düşük gerilim rölesi takılı fiderlerin açma sayıları görülmektedir. Söz konusu fiderlerin ortalama açma süresi 29 dakikadır.

Şekil 14 ve Şekil 15'te Atatürk HES'in Şanlıurfa fiderindeki gerilim, akım, güç ve güç faktörü eğrilerini göstermektedir. Rölelerin aktif olduğu durumda 12 saat boyunca gerilim çökmesi 10'un altında kalmıştır. 04:00 sonrası gerilim çökmelerinin artmasının nedeni TEDAŞ'ın Kınalıtepe fiderindeki yükü 30 MW civarında tutamaması ve 40-50 MW civarın bir yükü çalışmasıdır. Buna rağmen bir gün önce aynı fiderde aynı zaman aralığında gerilim çökme sayısı 30 civarındadır.



Şekil 14. 380 kV Atatürk HES’de 380 kV Şanlıurfa Fideri Röleler Çalışmıyor.



Şekil 15. 380 kV Atatürk HES’de 380 kV Şanlıurfa Fideri Röleler Devrede.

Söz konusu test sırasında 154 kV Dikmen TM’deki Geçit fiderinin sık sık açması ve bu durumun sulamayı imkansız hale getirmesi nedeniyle bölge halkı ekiplere tepki göstermiştir. Bu tepkiden dolayı bu fiderdeki röle devre dışı bırakılmak zorunda kalmıştır. Testin sağlıklı yürümesi ve fiderler üzerinde tam bir kontrol sağlanabilmesi için tüm sorunlu fiderlere rölelerin takılması ve aynı zamanda aktif duruma getirilmesi gerekmektedir. Aksi halde bir fiderde başlayan çökme diğer

fiderlere yansiyacaktır. Bu nedenle çökmenin etkisiyle bütün fiderlerde gerilim düşeceği için fiderlere bağlı röleler, bağlı olduğu fiderin enerjisini kesecek ve bu durum çok küçük periyotlarla tekrarlanacaktır. Sık sık açma-kapamadan dolayı fiderlerdeki teçhizatların ömrü kısılacaktır. Yapılan bu testlerden görüldüğü üzere, eğer gerilim çökmelerinin OG fiderlerde hapsedilir ve diğer fiderleri etkilemesine fırsat verilmeden çökmenin olduğu fiderin enerjisi kesilirse OG baralarda, 154-380 kV sistemde ve Avrupa bağlantılarında bir sorun yaşanmamaktadır. Bu durum, sorunun OG fiderlerde çözülmesi gerektiğinin göstergesidir.

4.2. OG Fider Başlarına Statcom Tesis Edilmesi

Bu çözüm önerisindeki amaç; OG fiderlerde oluşan reaktif güç isteğini fider başlarına konulan STATCOM'lar (Static Compensator) aracılığı ile giderilerek fiderlerde oluşan gerilim çökmelerinin önüne geçmektir. Yapılan bu çalışmada Viranşehir TM'de bulunana OG baraya 45 MVar gücünde bir STATCOM tesis edilmiş ve sonuçlar izlenmiştir.

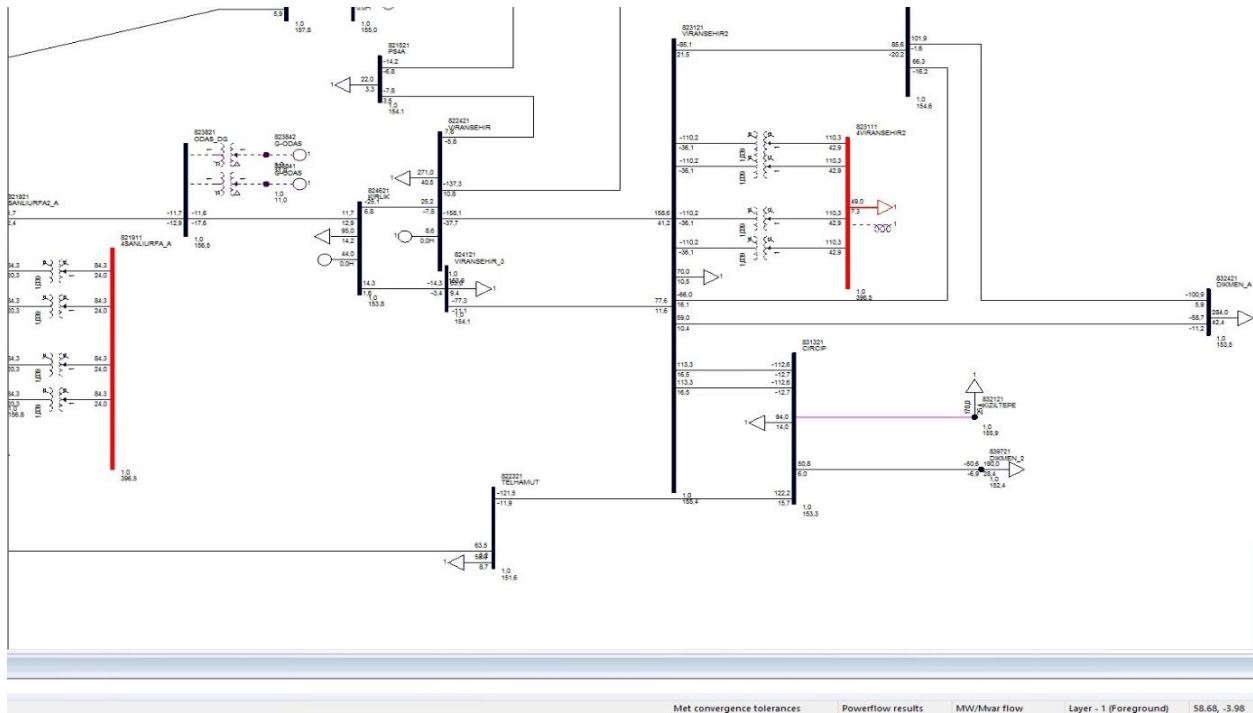
Sonuçlara bakıldığında fiderlerde oluşan reaktif güç isteğinin belli bir kısmı STATCOM'lar aracılığı ile karşılanmıştır. Ancak, talep edilen reaktif güç çok fazla olduğu için belli bir noktadan sonra STATCOM'lar da yetersiz kalmış ve normal durumda 35 MW'ta olan çökme 40 MW'ta olmuştur.

Bu durum, STATCOM'ların gerilim problemleri için bir çözüm olmadığını ancak gerilim çökmelerinin görüldüğü güç sınırını öteleyici bir çözüm olduğunu göstermiştir.

STATCOM'lardan maksimum fayda sağlanabilmesi için hat başlarına değil mümkünse hat ortasına ve hat sonuna tesis edilmesi gerekmektedir. Ancak bölgede STATCOM'ların güvenliği gerekçesi ile böyle bir çalışma yapılamamıştır.

4.3. Yüklerin Bölünmesi

Bölgeye gerekli sulama kanalları açılmıyorsa ve kaçak elektrik önlenemiyorsa dağıtım fiderlerinden beslenen yükün gerilim çökmesine yol açan limitlere ulaşmasının önlenmesi yöntemi çözüm olarak uygulanabilir. Bu çözüm önerisinin uygulanabilmesi için de dağıtım fiderlerinin yükleri bölünmesi gerekmektedir.



Şekil 16. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İletim Sistemi Yük Akışı

Dağıtım seviyesinde ilgili dağıtım şirketinin gerekli yatırımları yapmaması halinde iletim sistemi üzerinde yapılan çalışmalar söz konusu sorunun çözümünde yeterli olmayacaktır.

Kaynaklar

- [1] Tatlı, B., “Türkiye Elektrik Pazarında Güncel Gelişmeler ve Avrupa Birliği Komisyonun Cez Kararı,” İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2018,9 (1): 77-104.
- [2] Rüstemli, S., “Cengiz M. S., Dincer F. Elektrik Tesislerinde Harmoniklerin Aktif Filtre Kullanılarak Yok Edilmesi ve Simülasyonu,” BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2013,2(1):30-38.
- [3] Erişti, H., Demir, Y., “Gerçek Zamanlı Güç Kalitesi İzleme Sistemleri İle Elektrik Dağıtım Sistemlerindeki Güç Kalitesinin İncelenmesi,” EMO Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Diyarbakır, 5-6, (2011).
- [4] Reid, W.E., “Power quality issues-standards and guidelines,” Industry Applications IEEE Transactions, 1996, 32 (3): 71-80.
- [5] Yeşilbudak, M., Bayındır, R., Çetinkaya, Ü., “Güç Sistemlerinde Gerilim Kararlılığını Etkileyen Faktörler,” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 2015, 3(4): 595-602.
- [6] Anuszczyk, J. Terlecki, B., “Analysis of electric power quality,” 10th International Conference on Electrical Power Quality and Utilisation, Lodz, Poland, 12-13, (2009).
- [7] Gyeltshen, T., “Protection Coordination Study in Bhutan Transmission Network,” Yüksek Lisans Tezi, Chalmers University of Technology, (2010).
- [8] Deniz, E , Çöteli, R., “Voltage Regulation With Three Level Cascade İnverter Based D-STATCOM,” IETE Journal of Research, 2011, 57(3): 207-214.
- [9] Abacı, K , Yıldız, M , Yalçın, M , Uyaroğlu, Y . “Hat Sonunda Svc Bulunan Güç Sisteminde Çatallaşma Analizi İle Dinamik Gerilim Kararlılığının İncelenmesi,” Sakarya University Journal of Science 2008,12 (1): 32-37
- [10] Döşoğlu, K , Öztürk, A , Saraçoğlu, B . “Sürekli Yük Akışında Statik Gerilim Kararlılığına Statcom Ve Sssc'nin Etkisinin İncelenmesi,” Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi 2011,3(3):23-34.
- [11] Abacı, K , Yalçın, M , Gelberi, H., “Elektriksel Yüklerin Dinamik Benzetimleri” Sakarya University Journal of Science, 2002, 6(2): 77-81.
- [12] İnci, M., Tümay, M., Bayındır, K., “Dinamik Gerilim İyileştiricilerde Gerilim Problemlerinin Tespiti İçin Yeni Yöntem Geliştirilmesi,” Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2016, 31(4): 997-1006.
- [13] Demirbaş, Ş , Bal, G , Gülönü, R . (2016).“Enerji Hatları Üzerinden Elektrik Sayacının Okunması ve Deneysel Analizi” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji,2016, 4(1):1-11.
- [14] Adak, S., Cangı, H., Yılmaz, A., “Doğrusal Olmayan Yüklerde Güç Faktörünün Düzeltmesi ve Harmonik Bileşenlerin Süzülmesi.” Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 2019,7(1):153-164.