



## Direk Tipi Trafo Tesislerinde Parafudr Arızalarının Azaltılması

### Reduction of Surge Arrester Faults in Pole Type Transformer Facilities

İbrahim Küçüksümbül<sup>1</sup>, Mehmet Şen<sup>2</sup>, Muciz Özcan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Meram Elektrik Dağıtım A.Ş., 42500 Konya, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Uzaktan Eğitim, 06830 Ankara, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, 42090 Konya, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 01/10/2021

Kabul / Accepted: 27/07/2022

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/07/2022

Son Versiyon/Final Version: 31/07/2022

#### Öz

Bu çalışmada direk tipi trafo tesislerinin bölgesel verileri ile tip proje modellemesi yapılarak parafudr kaynaklı oluşabilecek yüksek gerilim seviyesindeki (YG) arızaların şebekeye olan etkileri incelenmiştir. Öncelikle modellenmesi yapılan tesisin ilgili yönetmelik ve mevzuatlara uygunlukları kontrol edilmiştir. Çalışma bölgesi olan Konya Ereğli’de 2018 yılında direk tipi trafo tesis sayısı 1952 adet, 2019 yılında ise bu sayı 2187’dir. Çalışılan şebekede dpPower programı ile modelleme yapılmış ve parafudr arızalarından kaynaklanan tahakkuk kaybı ve tesis onarım maliyetlerinin en aza indirilmesi hedeflenmiştir. 2018 yılında 1.370.444,54 ₺ olan toplam arıza maliyeti, 2019 yılında 2.024.613,93 ₺’ye yükselmiştir. Her yıl artan bu arıza maliyetleri, önerilen revizyon sonrasında minimum seviyede olması amaçlanmıştır. Şebeke modellenmesi sonrasında yapılan iyileştirmelerde hattın beslenen 89 aboneden, 88 abonenin enerjisiz kalması önlenmiştir ve müşteri memnuniyeti artırılmıştır.

#### Anahtar Kelimeler

“Arıza, Parafudr, Tip Proje, Trafo”

#### Abstract

This study examined the effects of direct transformer facilities on the network of medium voltage faults that can be caused by surge arrester using regional data and type project modeling. The plant modeled first, has been checked to comply with the relevant regulations and legislations. In Ereğli district of Konya, the number of post-type transformer plants was 1952 in 2018 and 2187 in 2019. The network worked was modeled with dpPower program and was intended to minimize accrual loss and plant repair costs due to surge arrester faults. The total cost of fault, which was 1.370.444,54 ₺, in 2018, increased to 2.024.613,93 ₺ in 2019. Increasing fault costs each year are intended to be minimal after the proposed overhaul. Improvements made after modeling have prevented 88 subscribers from being energy-free from 89 subscribers fed on the line and increased customer satisfaction.

#### Key Words

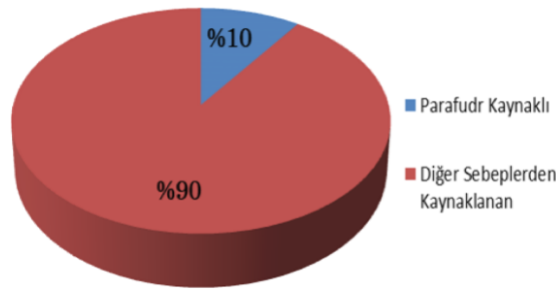
“Fault, Surge Arrester, Type Project, Transformer”

## 1. Giriş

Elektrik enerjisinin hayatımızda her geçen gün artan önemi gelişmişlik düzeyi göstergelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Yang ve diğ., 2016; Hasançebi ve diğ.,2020). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte elektrik enerjisine duyulan taleplerde buna bağlı olarak artmaktadır. Dağıtım hattı seviyesindeki enerji ihtiyaçları sorumlu dağıtım şirketine yapılan başvuru ile kullanım amacı, talep gücü ve şebeke yakınlığı gibi kriterler dikkate alınarak temin edilmektedir (Şen ve Özcan, 2020). Artan talep gücünden ve şebekelerin kısıtlı olmasından kaynaklı olarak taleplerin hepsi alçak gerilim (AG) seviyesi üzerinden karşılanamamaktadır. Bu tip elektrik enerjisi ihtiyacı olan tüketiciler ihtiyaçlarını kendi kurdukları trafo tesislerinden YG seviyesine bağlantı sağlayarak karşılamaktadır (Joseph ve diğ., 2017). Bu tarz trafo tesislerinin en yaygın olanlarından birisi direk tipi trafo tesisleridir.

YG seviyesindeki bu tesislerin kabul edilmesi ilgili dağıtım şirketlerince, TEDAŞ'ın belirlemiş olduğu şartname ve yönetmelikler doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Kabul edilen tip projeler tüm dağıtım şirketlerini kapsamakla birlikte tesis standardizasyonunu beraberinde getirmektedir (Ingole ve diğ., 2017). Şebekeyi genişleten her müstakil trafo muhtemel arıza kaynağı olarak görülmektedir (Shirakawa ve diğ., 2000). Bu bağlamda şebeke üzerinde meydana gelen elektrik arızaları, ihtiyaçlar doğrultusunda revize çalışmalarının da önünü açmıştır. Meydana gelebilecek bu arızalarda can ve mal kayıplarının önlenmesi dağıtım şirketlerinin yapacağı yenilikler ile en az seviyeye gelmesi amaçlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada elektrik tesislerinin belirli bir standartta ulusal geçerliliğin bulunmasından dolayı hedeflenen sonuçlar aynı zamanda ulusal uygulanabilirliği de hayata geçirilecektir. Yapılan çalışma sonrasında güvenlik durumu, mevzuatlara uygunluk, maliyet ve elektrik arızalarına karşı oluşan olumsuz etkiler pilot uygulama ile hayata geçmesine olanak tanımıştır.

Dağıtım şirketleri ve tüketiciler tarafından elektrik şebekesinde istenmeyen durumların başında tüketiciyi sekteye uğratabilecek elektrik arızaları gelmektedir (Tulaz, 2014). Her yeni kurulan elektrik tesislerinin hedefi sıfır arıza ve kesintisiz enerji sağlanması olsa da uygulamada bu durumun gerçekleşmesi oldukça zordur. Yaşanan elektrik arızalarını minimum seviyeye indirmek, şebekede oluşan kalıcı arızaları önlemek ile mümkün olmaktadır. Bu bakımdan, elektrik arızalarının olası muhtemel nedenlerinin bilinmesi, arıza sonucu meydana gelecek etkilerin azaltılması bakımından önem arz etmektedir (Çiftçi ve diğ., 2017). Çalışma bölgesinde meydana gelen arızaların nedenleri araştırılmış ve parafudr kaynaklı olan arızaların oranı Şekil 1'de gösterilmiştir (Vahidi ve diğ., 2015).



Şekil 1. 2018 yılı Konya ili Ereğli ilçesi YG arıza verileri

Bu arızaların maliyeti tahakkuk zararı ve onarım bedeli olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bir bölgedeki tahakkuk zararı aşağıdaki değerlerin bilinmesi ile hesaplanabilir (Bialek, 1999).

- SG: Sözleşme gücü (Kurulu güç x 0.6) (kW)
- KS: Kesinti süresi (Gün)
- TS: Tüketim saati (Tarife grubuna göre EPTHY'de belirtilen saatler)
- BF: Birim fiyatlar (Tarife grupları EPDK birim fiyatları 2018) (krş/kWh)
- AS: Abone Sayısı (adet)

2018 yılı için YG arızalarında Konya Ereğli bölgesinde direk tipi trafo tesisine sahip abonelerin kurulu gücü 105 kW'dır (Küçüksümbül, 2020). Tahakkuk hesabında kullanılan değerler (1) ile ifade edilmiştir.

$$\text{Tahakkuk Zararı (₺)} = \text{SG} \times \text{KS} \times \text{TS} \times \text{BF} \times \text{AS} \quad (1)$$

İncelenen bölge için 2018 yılında parafudr kaynaklı oluşan arızaların tahakkuk zararı;

$$\text{Tahakkuk zararı (₺)} = 105 \times 0.6 \times 3.98 \times 8 \times 0.35 \times 1952 = 1.370.444,54 \text{ ₺ olarak hesaplanmıştır.}$$

Bölgedeki onarım bedeli ise aşağıdaki değerlerin bilinmesi ile hesaplanabilir (Kakilli, 2013).

$$\text{Onarım Bedeli (₺)} = (\text{Malzeme} + \text{Montaj} + \text{Demontaj}) \times \text{OS} \quad (2)$$

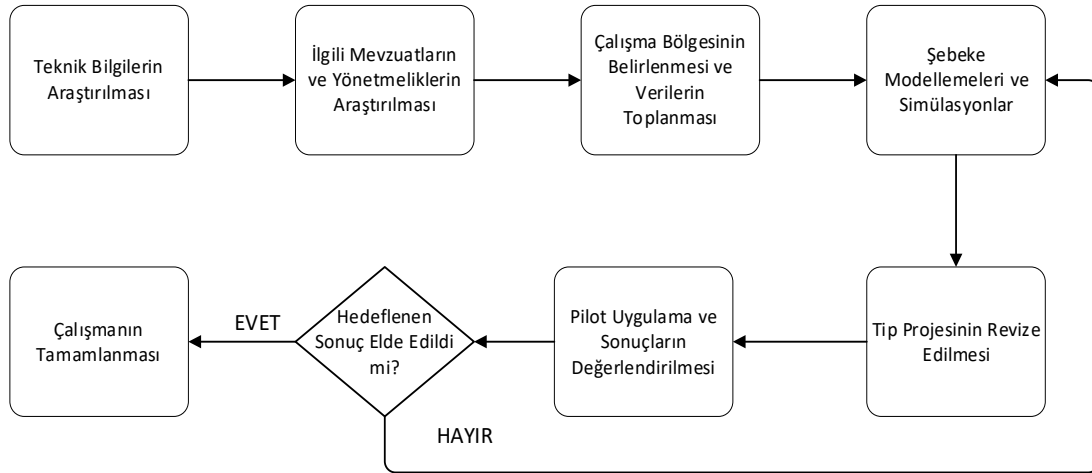
İncelenen bölge için 2018 yılında parafudr kaynaklı oluşan arızaların onarım bedeli;

Onarım Bedeli (₺) = (106,09 + 288,24 + 115,87) x 55 = 28.061 ₺ olarak hesaplanmıştır. Bölgenin 2018 yılında oluşan arızalara karşın dağıtım şebekesine toplam maliyeti 1.398.505,54 ₺ olmuştur. 2019 yılında oluşan arızaların ise %87'si parafudr kaynaklı olarak gerçekleşmiş ve dağıtım şebekesine olan toplam maliyeti 2.024.613,93 ₺ olmuştur.

Veriler incelendiğinde müstakil trafo abone sayısı her geçen gün artmakta ve şebekeyi daha kompleks hale getirmektedir. Artan bu taleplere karşın enerji nakil hatları (ENH) üzerinde yük miktarı sınır değerlere yaklaşmaktadır. Bu durum kimi zaman ENH'ler üzerinde olması gerekenden daha fazla yükü beslemek durumunda kalmaktadır. Buna bağlı olarak şebekelerde arıza sayılarında artışlar görülmektedir. Çalışmada yapılan modellemelerin hayata geçirilmesi ile arızalardan yaşanan maliyetler, işgücü ve zaman kaybı gibi olumsuz faktörlerin önlenmesini sağlayacaktır.

## 2. Materyal ve Metod

Araştırma bölgesi, direk tipi trafo tesis sayısı yüksek olan Konya ili Ereğli ilçesi seçilmiştir. Arıza durum şebeke modellemesi dpPower programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DpPower programı ile sahadaki dağıtım hatlarının yapısı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Sahada yapılan tesis ve teçhizat eklemelerini program eş zamanlı olarak güncellemektedir (Dufour ve diğ., 2011). Aynı zamanda günlük üretim ve tüketim güncel endeks değerleri programa aktararak anlık olarak işlenmektedir. Bu sayede programın saha ile olan uyumu en üst düzeydedir. DpPower programının bu üstün özellikleri şebeke modellenmesinde ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılması için önemli bir faktördür. Çalışmada izlenen adımlar Şekil 2'de blok diyagramına aktarılmıştır (Gençaydın, 2006).

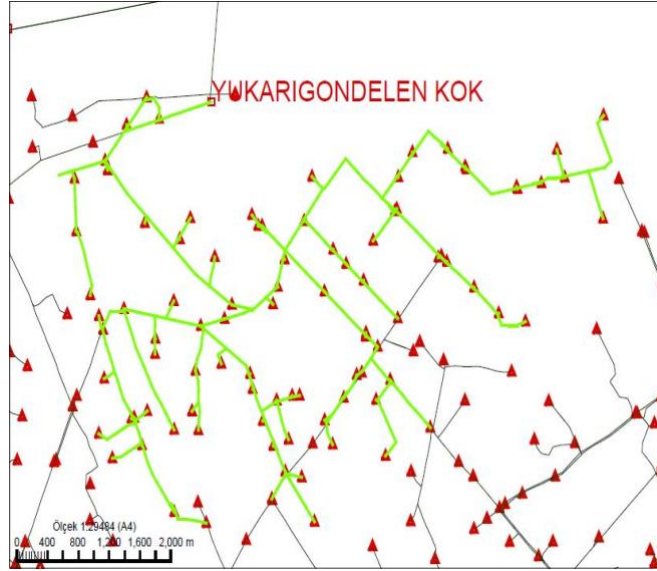


Şekil 2. Çalışmanın blok diyagramı

Şebeke modellemesi ile yapılan çalışmada; istenilen durum, arıza veya bakım durumu ve revize durumu olarak 3 temel başlık incelemiştir. İstenilen durum ve arıza veya bakım durumu en sık karşılaşılan durumlardır. Revize durumu ise tüketici kaynaklı arızaların dağıtım hattına yansımayaçak olmasıdır. Revize durumu sonrasında dağıtım hattından beslenen tüketiciler kesintiden korunmuş olacak ve arıza tespit kolaylığı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra modellenme sonrası uygulanan saha çalışmalarında tüketici memnuniyeti artacaktır.

### 2.1. Elektrik şebekesinde arıza olmaksızın hattın beslendiği

Şebeke üzerinde arıza veya bakım onarım çalışması olmaksızın hattın kesintisiz enerji ile beslendiği durumdur. Şekil 3'te Yukarı Gündelen kesicili ölçü kabine (KÖK) ait hattın ilgili baradan beslediği enerji güzergâhı gösterilmiştir. KÖK binası 89 adet YG tüketicisini arıza olmaksızın kesintisiz olarak beslemektedir. Müstakil trafolu tüketiciler kırmızı üçgenler ile Şekil 3'te belirtilmiştir.

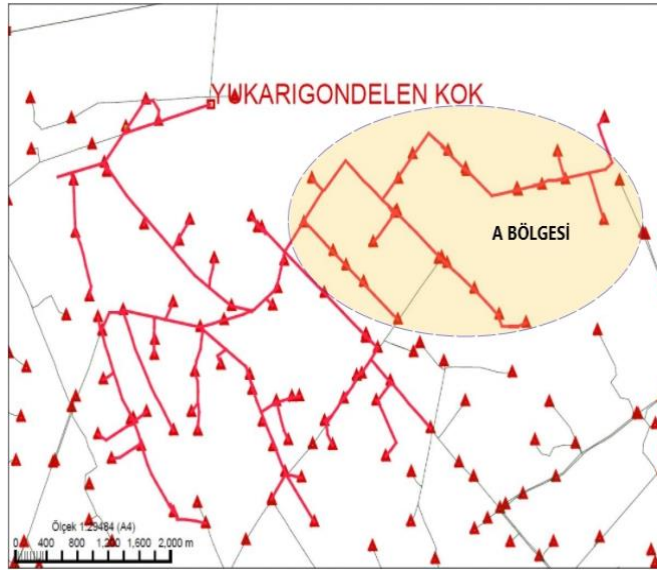


Şekil 3. Hattın enerji olduğu durum

Bu durum elektrik hattında oluşacak olan bir arıza durumunda veya bakım oranım çalışmasında 89 abonenin eş zamanlı olarak enerjisiz kalmasına sebep olacaktır.

## 2.2. Elektrik şebekesinde arıza veya bakım durum

Elektrik şebekesinde bir arıza veya bakım onarım çalışması olması durumunda Şekil 4'te verilen A bölgesi incelenmiştir. İncelenen bölgede parafudr kaynaklı bir arıza meydana gelmesi durumunda KÖK binasının açmasına neden olan şebeke modellenmiştir. Benzer şekilde bakım onarım esnasında sahada karşılaşılabilecek muhtemel şebeke durumunu göstermektedir.



Şekil 4. Hattın arızalı olduğu durum

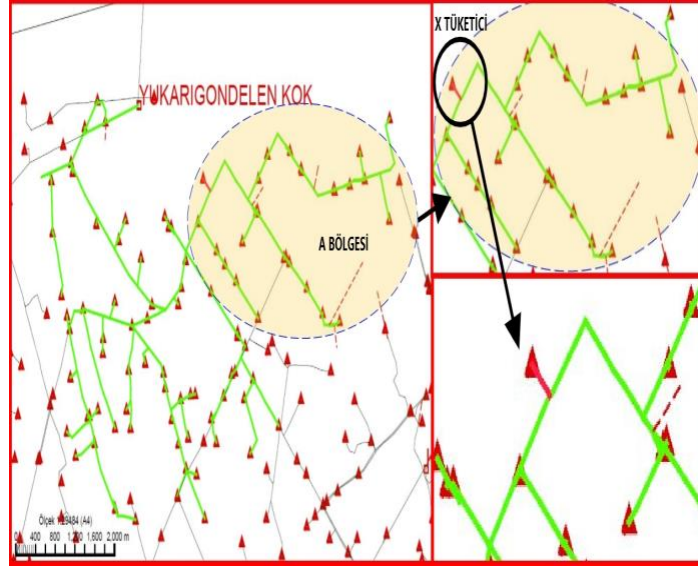
Arıza olması durumunda, arıza noktası tespiti için hattın enerjisiz kalması bu hattan beslenen 89 abonenin kesintiden etkileneyeceğini göstermiştir. Ayrıca parafudrlar enerji hattı tarafına bağlantı sağlarlar (Akbaba, 2008). Bu bağlamda parafudr kaynaklı arızalarda malzeme değişimi esnasında YG hattı üzerinde bulunan tüm aboneler enerjisiz kalacaktır.

Yapım yılı bakımından 20 yıldan daha eski şebekeler, müstakil trafolu aboneler ile köy ve yayla gibi kırsal yerleşim yerlerini besleyen dağıtım trafoları aynı enerji nakil hattı (ENH) üzerinden branşman olarak beslenmektedir. Bu durumda ENH üzerinde oluşan parafudr arızasında müstakil trafolu tüketicileri etkileyecektir. YG hat üzerinde oluşan bu arıza dağıtım trafolarının da enerjisiz kalmasına sebep olacağı için AG abonelerini de etkileyecektir. Saha sık karşılaşılan bu durum için ENH hatlarının inşa edilmesi, KÖK binalarının inşa

edilmesi gibi yüksek maliyetli çözüm önerileri sunulmaktadır (Şen ve Özcan, 2020). Bu çalışmada yapılan modelleme ile sorunların çözümü daha düşük maliyet ile gerçekleştirilmiş olacaktır.

### 2.3. Elektrik şebekesinde arıza meydana gelmesi halinde hedeflenen yeni durum

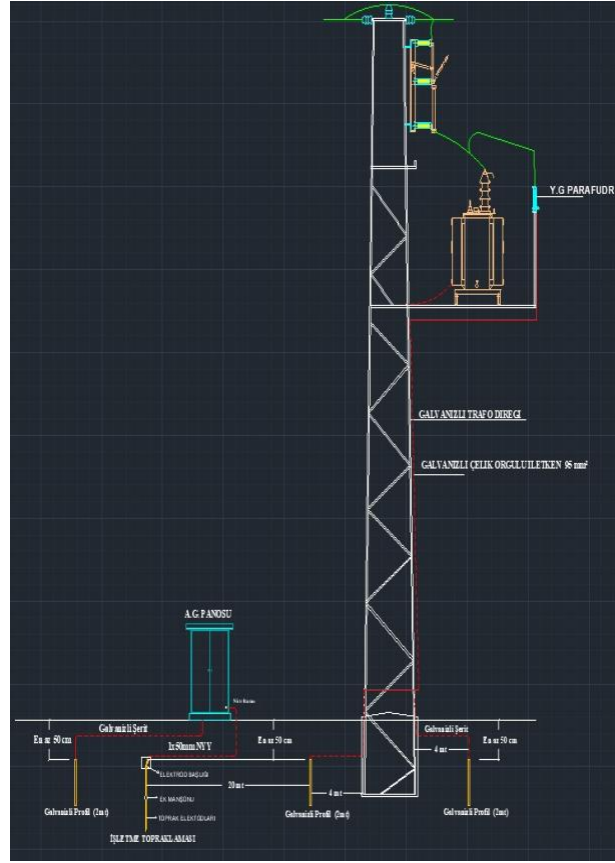
Revize çalışmalarının modellenmesi Şekil 5'te A bölgesinde X tüketicisinde arıza olması durumu için tasarlanmıştır. Bu sayede bölgede arıza durumu tek tüketici ile kısıtlanarak modelleme gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Arıza halinde hedeflenen durum

Yürürlükte ve geçerli olan tip projeye göre direk tipi trafo tesislerinde parafudrların montajı hat tarafına yapılmaktadır. Mevcut durumda parafudr kaynaklı oluşan arızalardan dağıtım şebekesi doğrudan etkilenmektedir. Bunun yanı sıra parafudr üzerinde yapılacak olan bakım onarım çalışmasında hattın enerjisinin kesilmesi zorunludur (Bak ve diğ., 2016; Zhonglei ve diğ., 2012).

Revize çalışması sonrasında hedeflenen durumda parafudr arızası veya bakım onarım çalışmaları şebeke enerjisini etkilemeyecek şekilde arıza noktası sınırlandırılacaktır. Bundan dolayı hat tarafında bulunan parafudrun arıza olması durumunda dağıtım şebekesini etkilemeyecek revize çalışması ile montaj yeri değiştirilmiştir. Bu sayede arıza tüketici bazlı olarak sınırlandırılmış olacaktır. Mevcut projede bulunan parafudrların yeri trafo platformu (balkonu) tarafına taşınmıştır. Revize sonrası parafudr yeri Şekil 6'da Autocad çizimi ile gösterilmiştir.



Şekil 6. Revize sonrası direk tip trafo tesisi tip proje çizimi

Revize sonrasında parafudr kaynaklı arıza sonucu YG sigortasından toprak kaçak akımı akacaktır. Bu durum sigortanın atmasına sebep olacak ve yalnızca ilgili tüketicinin enerjisi kesilecektir. Bu sayede aynı dağıtım hattında enerji alan diğer YG tüketicilerinin enerjisiz kalması önlenmiştir. Parafudr arızası sonrasında meydana gelen kısa devre akımı YG sigortasını açarak sorunun dağıtım hattına yansımalarını önleyecektir. Bu sayede arızaya sebep olan tüketici tesisin dağıtım şebekesinden ayrılarak arıza noktası tespitinin kolaylıkla bulunması sağlanmıştır. Bu çalışma sayesinde artık tüm ENH dolaşarak arızalı noktanın tespit edilmeye çalışılması bir sorun olmaktan çıkmıştır. Bu sayede arıza noktası tespiti için harcanan zaman, iş gücü kaybı ve yakıt masrafları gibi sorunlar önlenmiş olacaktır.

Geliştirilen bu proje sayesinde bakım ve onarım çalışmalarında sadece ilgili tüketici için çalışma yapılacak ve diğer tüketicilerin enerjisiz kalmaları önlenmiş olacaktır. Bu durumda tüketici branşman noktasından aldığı enerji bireysel olarak kesilerek, ENH hattı üzerinde ikinci bir kesintiye sebep olmadan arızalı parafudrun değiştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede kesinti enerji sağlanan tüketicilerin memnuniyetlerinin artması sağlanacaktır.

### 3. Sonuç ve Tartışmalar

Yapılan bu çalışmada elektrik arızalarının olumsuz etkilerini en aza indirmek için tip projesi planlaması yapılmıştır. Bölgesel verilerin toplanması ve arıza sayılarının incelenmesinden sonra şebeke dpPower programı ile modellenmiştir. Modellenme sonrası oluşan arızalardan çok sayıda tüketicinin etkilendiği ve bakım onarım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı tip proje revize önerisi yapılmıştır. Bu sayede Konya ili Ereğli ilçesi baz alınarak gerçekleştirilen çalışmada 2018 yılı için 1.370.444,54 ₺, 2019 yılı için ise 2.024.613,93 ₺ olan arıza maliyetleri önlenmiştir. İlgili yönetmeliğe uygun olarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucu tip projesinin revizyon çalışması Şekil 6'da verilen autoCAD programında gerçekleştirilmiştir. Revizyon çalışmasında parafudr yeri, yıldırım düşmesi durumu göz önüne alınarak trafo platformuna taşınmıştır. Yapılan revizyonun sahada gerçekleştirilmesi ile; can ve mal kayıplarını azalacak, aynı hattan beslenen diğer abonelerin kesintiden etkilenmemesini ve arıza noktası tespitinin hızlı bir şekilde yapılması sağlanacak buna bağlı olarak yüksek maliyetli arızalar önlenecek ve müşteri memnuniyetini artıracaktır.

## Referanslar

- Akbaba, S., 2008, *Harmoniklerin Dijital Aşırı Akım Röleleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bak, C., L., Silva, F., F. 2016, “High voltage AC underground cable systems for power transmission – A review of the Danish experience, part 1.” *Electric Power Systems Research*, Cilt. 140, ss. 984-994.
- Bialek, 1999, “Insulation System Protection with Zinc Oxide Surge Arresters”. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, Cilt. 15, Sayı. 1, ss. 5-10.
- Çıfci, A., Altundağ, E., Bulut, Ö. & Uysal, H. H. 2017, “Burdur İli Elektrik Dağıtım Şebekesinde Meydana Gelen Arızalara Genel Bir Bakış ve Çözüm Önerileri”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Özel Sayı 1, 44-55.
- Dufour, C., Mahseredjian, J., Bélanger J., 2011, "A Combined State-Space Nodal Method for the Simulation of Power System Transients", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Cilt. 26, Sayı. 2, ss. 928-935.
- Gençaydın, E., 2006, *Enerji İletim Hatlarının Nümerik Mesafe Koruma Röleleri ile Korunması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- Hasançebi, G., Yeğin, E. M., Karaarslan, K. 2020, “Elektrik Dağıtım Şebekelerinde Kendi Kendini İyileştiren Sistemler” . *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (1), 457-465.
- Ingole, D. A., Gohokar, P. D. V. N. 2017, “Voltage Stability Improvement in Multi-bus System Using Static Synchronous Series Compensator” *Energy Procedia*, Cilt. 43, Sayı. 8, 999–1006.
- Joseph, A., Smedley, K., & Mehraeen, S. 2020, “Secure Power Distribution Against Reactive Power Control Malfunction in DER Units”, *IEEE Transactions on Power Delivery*, Cilt. 36, Sayı. 3, ss. 1552-1561.
- Kakilli, A. 2013, “System analysis with the MVA Method for symmetrical three-phase faults”, *TEM Journal*. Cilt. 20, Sayı. 2, ss. 51-56.
- Küçükşümbül, İ., 2020, *Direk Tipi Trafo Tesisleri İçin Tip Proje Uygulamalarının Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Shirakawa R., Yamada B., Tanaka E., Ejiri R., Watahiki A., and Kondo C., 2000, “Improved Zinc Oxide Surge Arresters Using High Voltage Gradient 300 V/mm, 400 V/mm ZnO Elements”, *IEEE Transactions on Power Delivery*, Cilt. 15, Sayı. 2, ss. 569-574.
- Şen, M., Özcan, M., 2020, “Implementation of Simulation of Possible Short Circuit Fault Situations in Wind Energy Plants By Power Analysis Program”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Özel Sayı, ss. 196-201.
- Şen, M., Özcan, M., 2021, “Maximum wind speed forecasting using historical data and artificial neural networks modeling”, *International Journal of Energy Applications and Technologies*, Cilt. 8, Sayı.1, ss. 6-11.
- Tulaz M.O., 2014, *Optimization of location and number of lightning arresters in 420 kV substations in turkish high voltage electricity system*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vahidi A., Nasab C, Moghani Y. and Hosseinian M., “Electric Field and Ciltage Distribution on ZnO Surge Arrester”, *IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific*, Tehran, 367-368, 18 Aug 2015.
- Yang, J., Li, G., Wu, D., & Suo, Z., “The impact of distributed wind power generation on voltage stability in distribution systems”, *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference*, APPEEC, Hong Kong, 426-431, 8-11 Dec 2013.
- Zhonglei, L., Du, B., X., Wang, L., 2012, “The calculation of circulating current for the single-core cables in smart grid”, 2012 IEEE Innovative Smart Grid Technologies – Asia, China, May, ss. 1–4.