



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 15.08.2022  
Kabul Tarihi : 08.05.2023

Received Date : 15.08.2022  
Accepted Date : 08.05.2023

### GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNİN ŞEBEKE ENTEGRASYONUNDA YÜK AKIŞI ANALİZLERİNİN İNCELENMESİ: KAHRAMANMARAŞ ÖRNEĞİ

### INVESTIGATION OF LOAD FLOW ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANTS IN THE NETWORK INTEGRATION: KAHRAMANMARAŞ CASE

Zehra AYGÜN<sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0002-5421-4093)  
Fatma AVLİ FIRIŞ<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0003-4879-1932)  
Mustafa ŞEKKELİ<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-1641-3243)

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Zehra AYGÜN, zeh.aygun@gmail.com

#### ÖZET

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla enerjiye gereksinim her geçen gün artmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamakta kullanılan konvansiyonel enerji kaynakları sınırlı kapasiteye sahip olmaları nedeniyle yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları arasında en çok tercih edilen kaynak ise güneş enerjisidir. Bu çalışmada, güneş enerjisine dayalı üretim santrallerinin teknik açıdan incelenmesi konusuna odaklanılmıştır ve bu minvalde güneş enerji santrallerinin şebekeye entegrasyonu sonrasında farklı koşullara göre değişen yük akışı analizleri gerçek bir elektrik dağıtım şebekesi üzerinde incelenmiştir. Çalışma kapsamında Digsilent Power Factory programı ile reel şebekedeki güneş enerji santrallerinin yoğun olarak bulunduğu bir pilot fider seçilmiş ve yük akışı analizleri gerçekleştirilmiş olup gerilim profilinde olumlu etkiler olacağını göstermiştir. Digsilent Power Factory programından alınan analiz sonuçları, güneş enerji santrallerinden üretilecek gücün lokasyonel bazlı dağıtılmasıyla üretim santrallerinin lokasyonunun tüketilen elektrik enerjisinden gereğinden fazla düzeyde üretim yaptığı takdirde gerilimde seviyesinde yükselme olduğunu, üretim santrallerinin gerçekleştirdiği üretim seviyesinin alandaki tüketilen enerji seviyesine takribi durumunda ise gerilim seviyesindeki yükselmelerin azaldığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Analiz, Güneş enerjisi, Şebeke, Yük akışı.

#### ABSTRACT

With the rapidly growing the world population, the need for energy is increasing day by day. Conventional energy sources used to meet energy demand are giving way to renewable energy sources due to their limited capacity. Among these renewable energy sources, the most preferred source is solar energy. This study, the focuses on the technical analysis of solar power plants, and in this way, changing load flow under different conditions after the integration of solar power plants into the grid are examined on a real electricity distribution network. Within the scope of the study, a pilot feeder with high-density solar energy plants in the real grid was selected and load flow analyses were carried out using Digsilent Power Factory program. The results show that there are positive effects on the voltage profile. The analysis results from Digsilent Power Factory, indicate that if the power generated by solar energy plants is distributed based on location and the production plants produce more than the level of consumed electrical energy, there is an increase in voltage level. However, when the production level of the production plants is approximately equal to the level of energy consumption in the area, the voltage level increase is reduced.

**Keywords:** Analysis, Grid, Load flow, Solar energy

## GİRİŞ

Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle ve insan popülasyonunun artışıyla sanayileşmede en önemli unsur olan enerjiye, bilhassa elektrik enerjisine olan talep artmaktadır. Doğalgaz, petrol ve kömür gibi sürdürülebilir olmayan yakıtlar tüketim talebini karşılayabilecek miktarda üretim yapamamaktadır ve bu yakıtların yeniden kullanım fırsatı bulunmamaktadır. Bundan dolayı yenilenemeyen enerji yakıtlar yerini; toplam enerji üretiminin %25'ine karşılık gelen yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına jeotermal, güneş, biyokütle, rüzgâr, hidrolik ve okyanus kaynakları örnek olarak gösterilebilmektedir (Şekkeli & Keçecioglu, 2011).

Yenilenebilir enerji temelli elektrik üretiminde güneş enerjisi, üretimi kirlilik ve sera gazlarının emisyonuyla sonuçlanmadığı için en gelecek vaadeden yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olarak söylenilebilir (Kim vd., 2017). Ayrıca güneş enerjisi yüksek potansiyeli, çevre dostu özellikleri ve kullanım kolaylığı ile diğer yenilenebilir (rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik vb.) enerji kaynaklarına göre daha hızlı büyüme göstermektedir (Keçecioglu vd., 2015). Türkiye'de takriben 50 MW lisanssız güneş santrali bulunmaktadır (Çanka Kılıç, 2015). Aralık 2022 tarihinde Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) tarafından yayımlanan veriler incelendiğinde, Türkiye'de yenilenebilir enerjiye dayalı 11.427 adet santralin bulunduğu, birincil kaynaklara göre var olan santrallerin 9.353 adetinin güneş enerji santrali olduğu gözlemlenmiştir. Güneş enerji santrallerinin Aralık 2022 toplam kurulu gücü 9.425,4 MW, Ocak 2022 toplam kurulu güç 7.881,1 MW, Aralık 2021 toplam kurulu gücü 7.815,6 MW, Kasım 2020 toplam kurulu gücü 6.513,0 MW olduğu görülmektedir (Aylık Elektrik Üretim-Tüketim Kurulu Güç Raporları, y.y.). Kurulu güç raporları yıl bazlı incelendiğinde, güneş enerjisinden faydalanılarak elektrik üretimi artış göstermektedir.

Elektrik enerjisini üreten, ileten ve dağıtan kuruluşların ortak amacı; kaliteli, kesintisiz ve az maliyetli bir hizmet vererek tüketicilerine talep edilen elektrik enerjisini sunmaktır (Karadayı, 2007). Üretilen elektrik enerjisi son tüketiciye kadar ulaştırılırken tek ve sabit şebeke frekansında, sinüzoidal biçimli dalga şeklinde ve belirli gerilim seviyesinde olması istenilmektedir. Lakin gerçekleştirmek istenilen koşullar pratikte tam olarak sağlanamamaktadır (Tabak & Yalçın, 2004). Dağıtım, iletim ve üretim hatlarında kullanılan iletkenlerin direncinden dolayı enerji kayıpları yaşanmaktadır. Güzergahlara elektrik transferinde enerji kalitesi kayıplar kadar önemli görülmektedir (Akanca & Taşkın, 2013).

Enerji kalitesi kavramı, şebekeden çekilen akımdaki dalga şeklindeki bozukluklarının belirtilmesi ve şebekenin frekansı ve geriliminde meydana gelebilecek değişimleri incelemek gayesiyle kullanılmaktadır (Özdemir, y.y.). Araştırmalar enerji kalitesinin düzeltilmesinin önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Enerji kalitesinin bilinen en temel sorunlarının başında gerilim/akım dalga şeklinin ideal sinüs düzeninden uzaklaşması gelmektedir. İşbu uzaklaşmanın majör sebebi, dağıtım sistemlerinde yer alan nonlineer yüklerin mevcudiyetidir (Tekin vd., 2016). Başlıca enerji kalitesi problemlerine bakılırsa; enerji kesintileri, gürültü, frekans sapmaları, gerilimde azalma, gerilimde yükselme, modülasyon, gerilim ve faz dengesizlikleri ve harmonik bozulmaları olarak söylenilebilir (Mumyalmaz vd., 2004). Güç kalitesi, alternatif enerji sistemlerinde çekilmiş olan gerilim ve akımın saf sinüs dalga şekline sahip olmasıdır. Bu kalitenin frekans değeri 50Hz sabit nominalde ve yük üzerindeki gerilimin efektif olarak anma değerinde olması istenilmektedir (E. Gencer, 2018). Güç kalitesinde, şebekeye bağlı gerilimin sürekliliğinin korunması temel hedef olmaktadır (Demir vd., 2017). Güç sisteminde tüketilen güç ile arz edilen güç eşit değilse iletim ve dağıtım sistemlerinde bir ya da birden fazla barada meydana gelebilecek arıza, kesinti veya ani değişimlerle gerilimde dengesizlikler oluşabilir. Sonuç olarak meydana gelen gerilim dengesizlikleri neticesinde yeterli olmayan üretim veya fazla tüketim sisteminin belirli yerlerinde gerilimin yükselmesine ya da gerilimin düşmesine neden olabilmektedir (Yeşilbudak vd., 2016).

Gerilim yükselmesi, 1 dakikadan az 10 ms'den fazla zaman diliminde gerilimin ya da akımın efektif değerindeki artış olarak tanımlanmaktadır. Sinüs sinyalindeki bu değişimin genlik değeri 1.1 p.u. ile 1.8 p.u. arasında değişiklik göstermektedir. Gerilim yükselmesine kapasitörlerin devreye alınması ve yüklerin devre dışı bırakılması örnek olarak verilebilir (Mutlu vd., 2016).

Gerilim düşmesi, 1 dakikalık kısa zaman diliminde anma geriliminin efektif değerinde azalış olarak tanımlanmaktadır. Bu gerilim düşümü işletmelerde oluşan bir sorundan (büyük güce sahip motorların sisteme dahil olması) ve dağıtım/iletim hattındaki arızalardan kaynaklanabilmektedir. Orta ve alçak gerilim seviyesinde iletim, dağıtım ve üretim yapan kuruluşların sisteminde oluşabilecek gerilim düşmelerine karşı çözüm önerileri bulunmaktadır. Bu hatalar, iletim ve dağıtım hattındaki arızalardan kaynaklıysa kısa devre gücü geliştirilebilir ve şebekede arızalar düşürülebilir. İşletmelerde oluşan problemlerden dolayı gerilim düşümü yaşandığı takdirde ise,

kullanılan her büyük motor ayrı güç kaynaklarında veya ayrı hatlarda enerjilendirilmeli ve yumuşak yol verici devresi kullanılarak başlatılmalıdır. Ayrıca çözüm olarak gerilim düşmesine karşı gerilimi dengeleyebilecek ek harici kaynak kullanılabilir (Ö. Ö. Gencer vd., 2005; Şengül vd., 2005).

Güneş enerji santrallerde ise entegre olduğu elektrik dağıtım hatlarının hâlihazırda radyal biçimde yapılmış olması, yük akışının üretim kaynağından son tüketimin yüküne doğru olması nedeniyle gerilimde değişiklik olacağını ve bu değişikliğin yük tarafında daha düşük bir gerilim olacağını varsaymaktadır. Bu yönergeye göre, transformatör çıkışından elde edilen veriler fider gerilimi nominal 230 Volt olarak kabul edilip transformatör çıkışından son tüketicinin yüküne olan mesafede en fazla %5 gerilim düşümüne göre en düşük 220 Volt olacak şekilde tasarlanmıştır ve bu sayede yük gerilimi, var olan sistemden yükün çekmiş olduğu akım durumuna göre 220 Volt ile 230 Volt arasında değişiklik göstermektedir (İlisu, 2016). Fakat Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) ilgili yönetmelik yayınlamasını devamında kurulması planlanan güneş enerji üretim tesislerinin elektrik dağıtım şebekesine entegrasyonu, şu anda var olan orta gerilim sisteminde incelenmekte olan çift yönlü güç akışı bu kabulün her zaman doğru olmayacağını ortaya çıkartacaktır (Duymaz & Göl, 2018).

Gerçekleştirilen bu çalışma ile güneş enerji santrallerinin elektrik dağıtım şebekesine entegrasyonu ile değişim gösterecek gerilim seviyelerini incelemek hedeflenmiştir. Bu amaçla, gerçek bir elektrik dağıtım şebekesindeki birden fazla güneş enerji santrallerinin bulunduğu pilot bir fider seçilerek Digsilent Power Factory programı vasıtasıyla modelleme ve yük akışı analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve yükün bir arada bulunduğu aktif ve reel bir şebeke üzerinde gerçek zamanlı analizlerin gerçekleştirilmesi yönüyle özgün ve literatüre katkı sağlayacak yapıda olduğunu söylemek mümkündür.

Bu ilk bölümde bir giriş, literatür taraması ve çalışmanın katkısı sunulurken, ikinci bölümde analizlerde kullanılmış olan Digsilent Power Factory hakkında genel bilgiler verilerek ele alınan sistemin bu program üzerinde tanıtımı yapılmıştır. Üçüncü bölümde, farklı üretim ve tüketim koşulları altında gerçekleştirilen simülasyon çalışmaları ve sonuçları ele alınmış, dördüncü bölümde ise çalışmadan edinilen sonuçlar aktarılmıştır.

## MATERYAL VE METOD

Elektrik güç sistemlerinde güç akışı, yüksek gerilim tarafından alçak gerilim tarafına doğru tüketicilere veya şebekeye doğru enerji verirken, aynı zamanda gerilim düşümüne sebebiyet vermektedir. Eğer yük artarsa, daha fazla gerilim düşümü meydana gelmektedir (Çimen, 2016). Elektrik güç sistemlerinde DigSilent Power Factory programı aracılığıyla oluşturulan yük akış analizlerindeki temel hedef, farklı yük durumlarda oluşabilecek güç akışlarını ve bu güç akışlarının yüklenmelerini gözlemlemektir. Ayrıca yapılan analiz ile iletim şebeke sisteminde bulunan her baranın faz açısı, baraların reaktif/aktif güç değeri ve gerilim genlik değerleri incelenmektedir. Yapılan bu analizler sayesinde oluşabilecek gerilim yükselmeleri, düşümleri, hat ve transformatör yükselmeleri gibi konular raporlanmaktadır (Avli Fırış & Şekkeli, 2021; Akdağ & Yeroğlu, 2019).

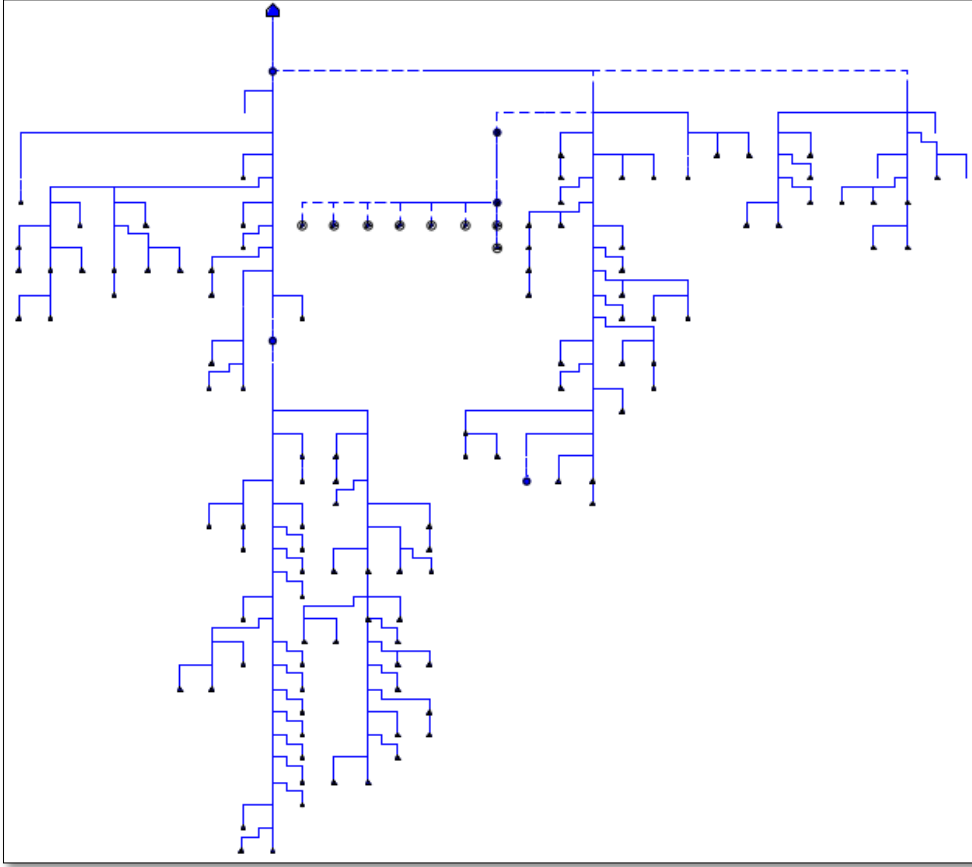
Geleneksel elektrik üretim sistemlerinin ana hedefi elektrik enerjisinin sürekliliğini koruyarak enerjinin en minimum kayıpla son tüketiciye kadar ulaşmasını sağlamaktır. Fakat dağıtık üretim kaynakları ile beraber sistemde bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Ve bu problemler temel hedef olan sürekliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Sonuç olarak enerji verimliliği istenilen değerde tutulamamaktadır.

DigSilent Power Factory programı aracılığıyla yapılan yük akışı analizi, Kahramanmaraş ilinde yer alan ve elektrik dağıtım şebekesine ait olan bir fider üzerinden dağıtım şebekesine bağlı güneş enerjisi üretim santrallerinin şebekedeki gerilim profilindeki değişimleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında seçilmiş pilot fiderin ilk olarak modellenmesi yapılmış, oluşturulan bu model üzerinden farklı üretim koşullarında görülebilecek farklı yük akışı durumları incelenmiştir.

### *Digsilent Power Factory İle Şebeke Analizleri*

Power Factory (PF), hem elektrik güç sistem analizi hem de bilgisayar programlama hakkında uzun yıllar tecrübeye sahip nitelikli mühendisler ve programcılar tarafından tasarlanmış ve geliştirilmiştir. DigSilent, "Digital Simulation of Electrical Networks" kelimelerinin kısaltılmış şeklidir (Kittiwattanaphon, 2017). DigSilent Power Factory programı, araştırma enstitüleri, iletim ve dağıtım şebekeleri tarafından elektrik güç sistemlerinin uygulamasında ve elektrik sistemlerinin incelenmesinde optimizasyonu sağlamak için tasarlanan yazılım simülasyon aracıdır (Saygılı & Tezcan, 2019). Güç akışı analizi detaylı olarak gözlemlenmek istenilirse yapılan gözlem DigSilent Power Factory





Şekil 2. Modellenen Pilot Fiderin Tek Hat Şeması

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında ele alınan yük akışı analizleri; Elektrik dağıtım şebekesine ait 8 adet yaklaşık 10 MW'lık kurulu güce sahip olan güneş enerji santralinin bulunduğu fider üzerinden incelenmiştir. Yapılan incelemede güneş enerji santrallerinin mevsimsel olarak üretim miktarında farklılık göstermesine ek olarak günün her saatinde üretim miktarında farklılık göstermesinden dolayı yük akış analizleri Digsilent Power Factory programı yardımıyla 4 farklı durumda oluşturulmuş olup bu durumlar;

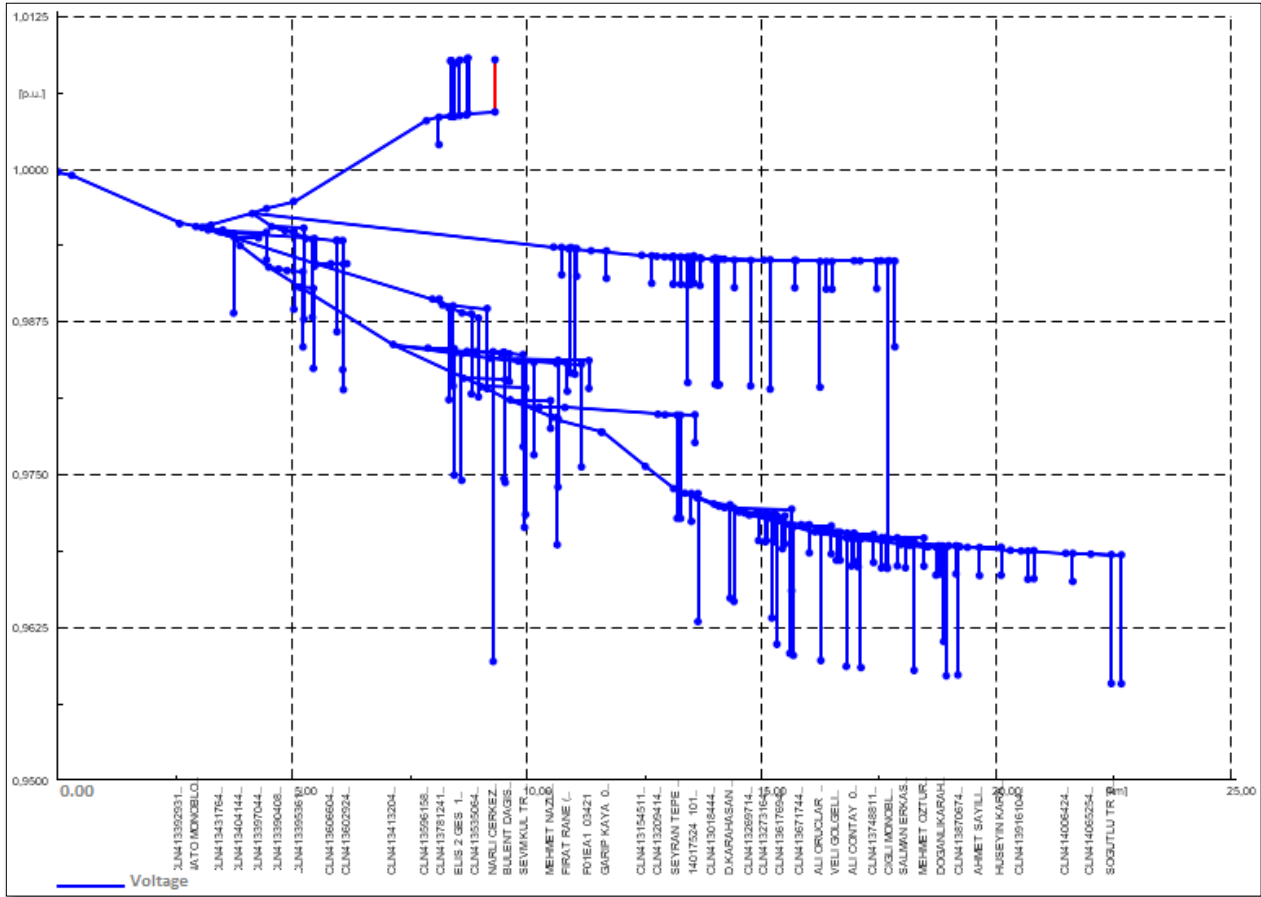
- Üretimin tam kapasite, tüketimin tam kapasite çalıştığı durumda
- Üretimin yarı kapasite, tüketimin yarı kapasite çalıştığı durumda
- Üretimin tam kapasite, tüketimin yarı kapasite çalıştığı durumda
- Üretimin yarı kapasite, tüketimin tam kapasite çalıştığı durumda

olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### *Üretimin ve Tüketimin Tam Kapasite Çalıştığı Durumda Yük Akışı Analizi*

Üretimlerin tam kapasite, tüketimlerin var olan trafo kapasitesinin tamamıyla gerçekleştirildiğinin varsayıldığı bu analizde; Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 3'den de görüleceği üzere üretim santrallerinin olduğu bölgede üretime nazaran tüketimlerin fazla olmaması, gerilim yükselmesine sebep olmuştur. Fider üzerindeki üretim santrallerinin olduğu kısımda yükselmesi, aynı fider üzerindeki üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim düşümü gözlenmiştir.





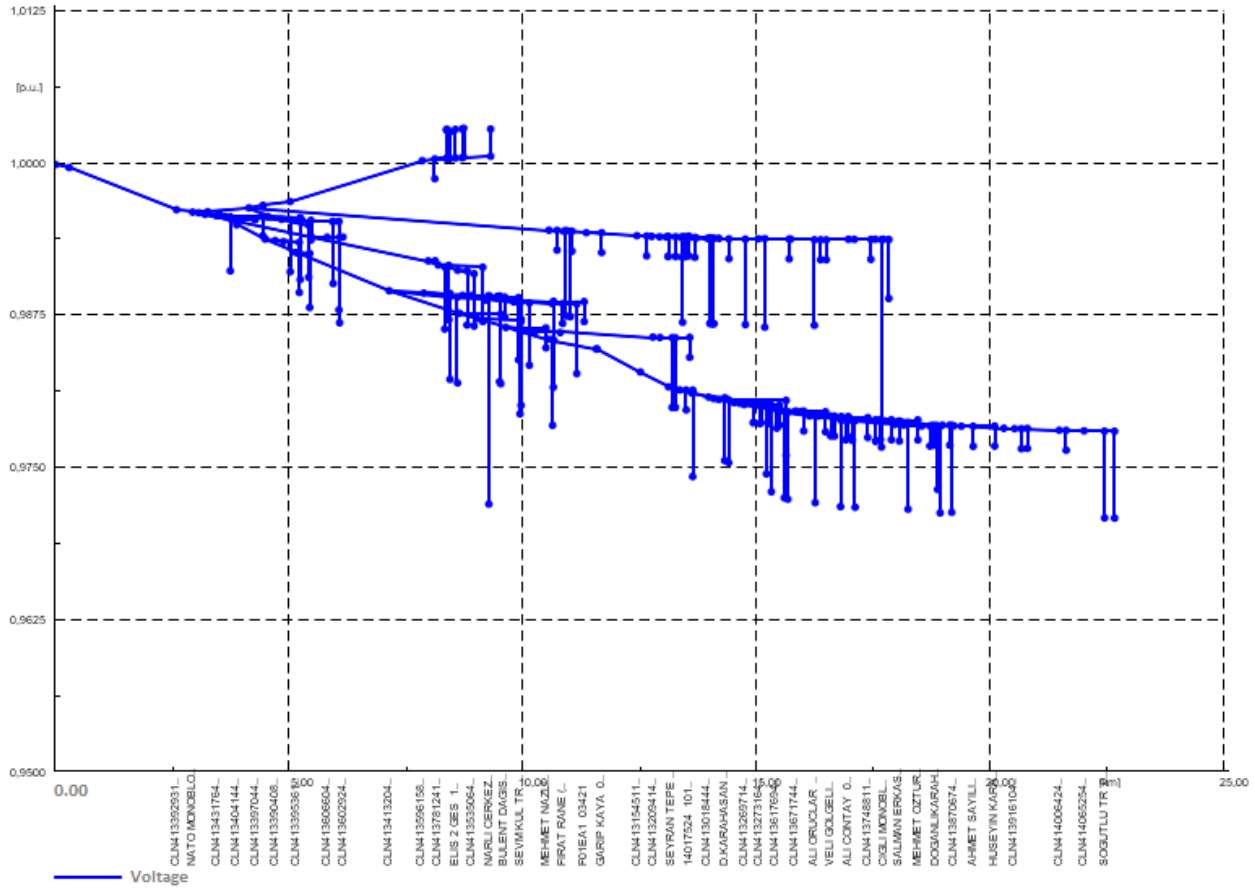
Şekil 4. Pilot Fider Üzerindeki Yük Profili

#### Üretimin ve Tüketimin Yarı Kapasite Çalıştığı Durumda Yük Akışı Analizi

Üretimlerin yarı kapasite, tüketimlerin ise var olan trafo kapasitesinin yarısıyla gerçekleştirildiğinin varsayıldığı bu analizde; Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 5'ten de görüleceği üzere üretim santrallerinin olduğu bölgede üretime nazaran tüketimlerin fazla olmaması, gerilim yükselmesine sebep olmuştur. Ancak üretim santrallerinin yarı kapasiteyle çalışıyor olması, bu gerilim yükselmesini azaltmıştır. Fider üzerindeki üretim santrallerinin olduğu kısımda gerilim yükselmesi, aynı fider üzerindeki üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim düşümü gözlenmiştir.



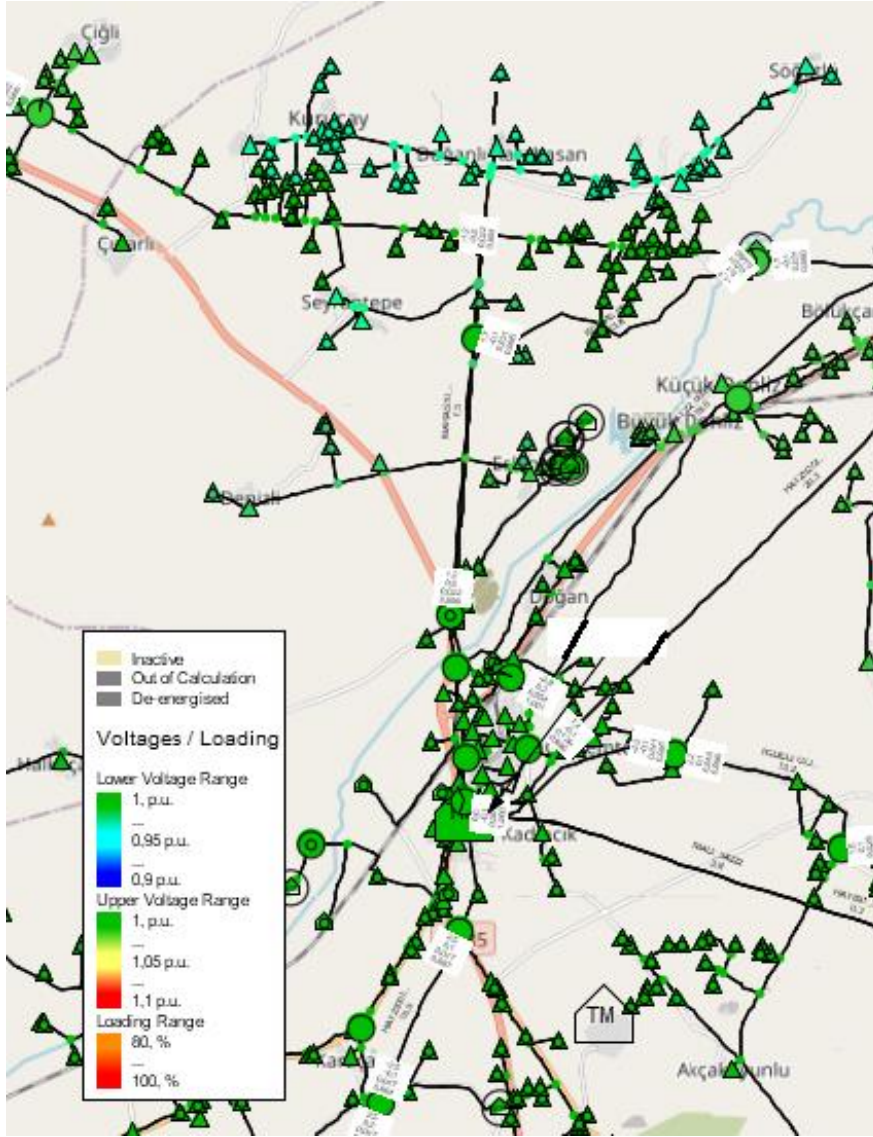




Şekil 6. Pilot Fider Üzerindeki Yük Profili

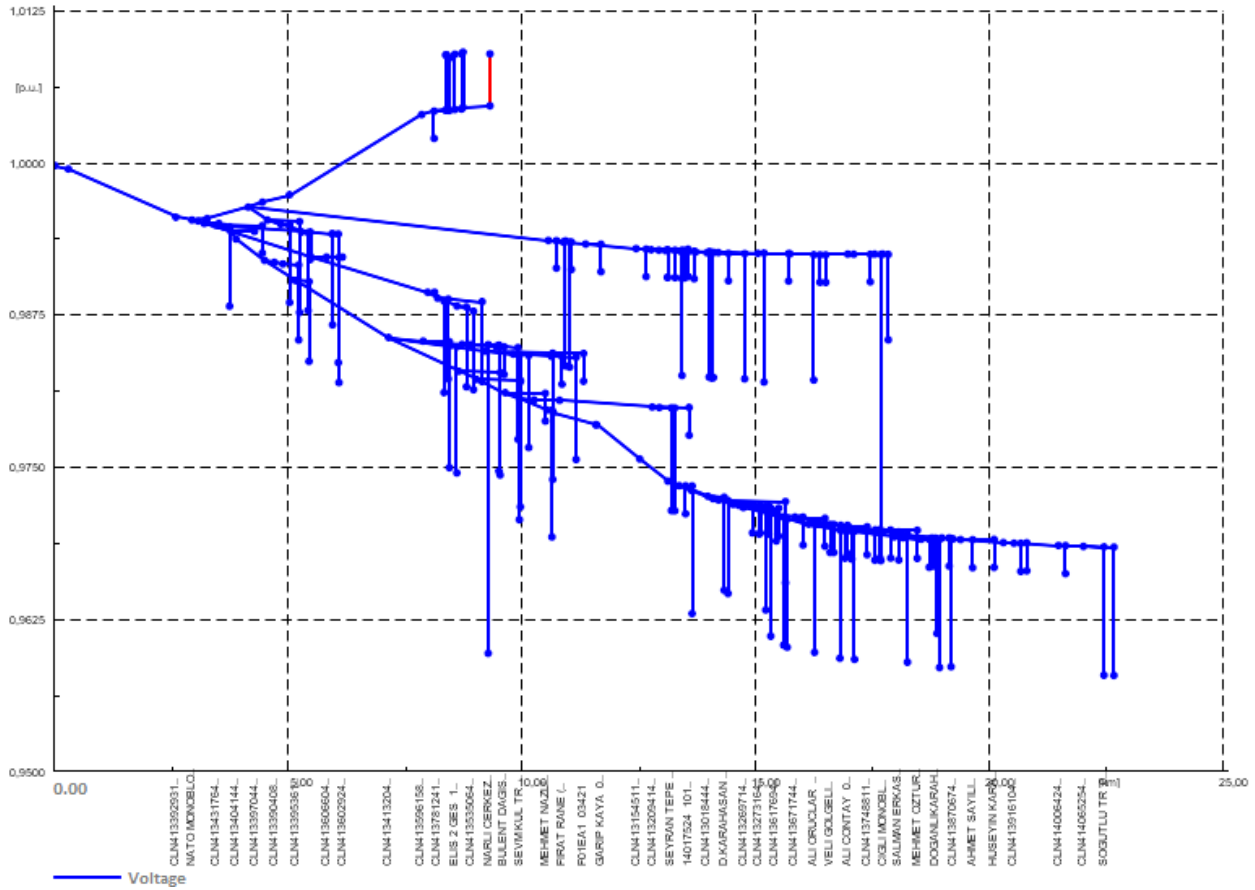
### Üretimin Tam Kapasite, Tüketimin Yarı Kapasite Çalıştığı Durumda Yük Akışı Analizi

Üretimlerin tam kapasite, tüketimlerin ise var olan trafo kapasitesinin yarısıyla gerçekleştirildiğinin varsayıldığı bu analizde; Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 7'den de görüleceği üzere üretim santrallerinin olduğu bölgede üretime nazaran tüketimlerin fazla olmaması gerilim yükselmesine sebep olmuş, üretime nazaran az olan tüketimlerin yarıya düşürülmüş olması, bu gerilim yükselmesini daha da artırmıştır. Fider üzerindeki üretim santrallerinin olduğu kısımda diğer durumlara nazaran daha yüksek yüzdelik değerlerde gerilim yükselmesi gözlenmiş, aynı fider üzerindeki üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim düşümü neredeyse hiç gözlenmemiştir.



Şekil 7. Pilot Fider Üzerindeki Yük Akışı

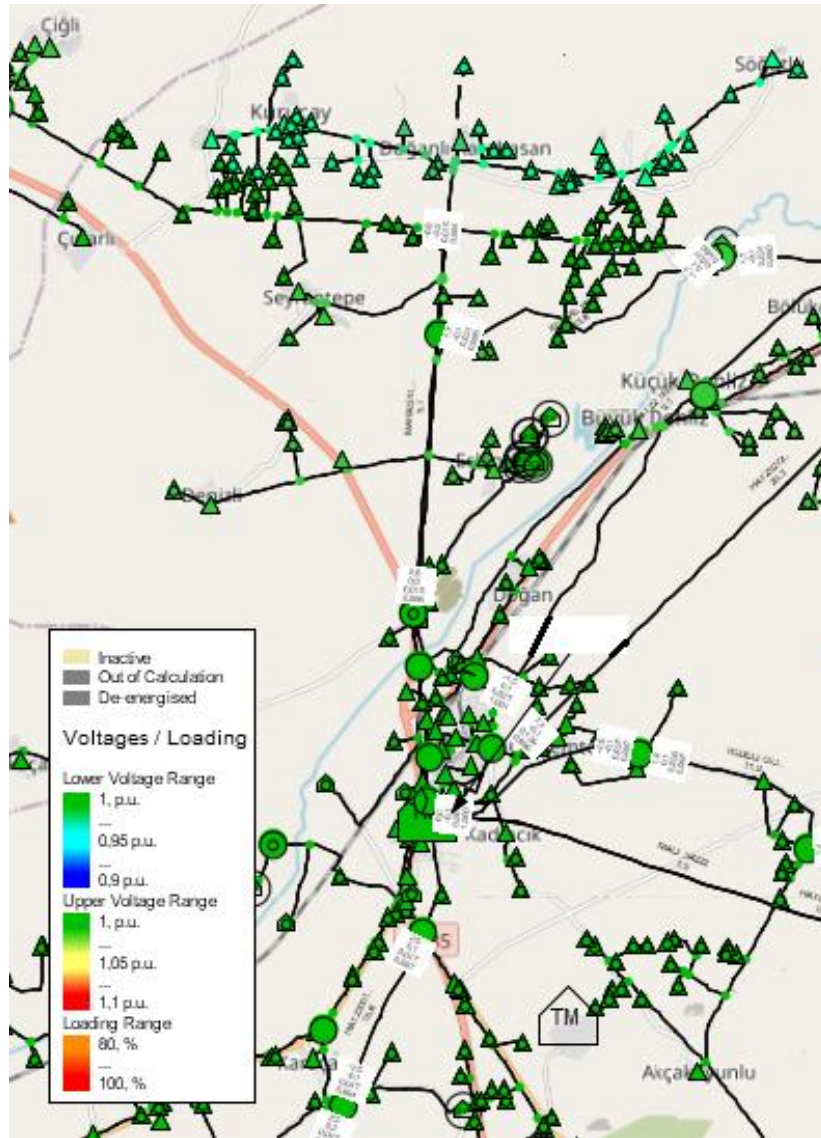
Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 8'den de görüleceği üzere fider üzerindeki üretim santrallerinin olduğu kısımda gerilim, 1.007 p.u. değerine kadar yükseliş göstererek %1 'lik bir değerden daha az bir gerilim yükselmesi gözlenmiştir. Aynı fider üzerindeki, üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim, en fazla 0.96 p.u. değerine kadar inerek yaklaşık %4' lük bir gerilim düşümü gözlenmiştir.



Şekil 8. Pilot Fider Üzerindeki Yük Profili

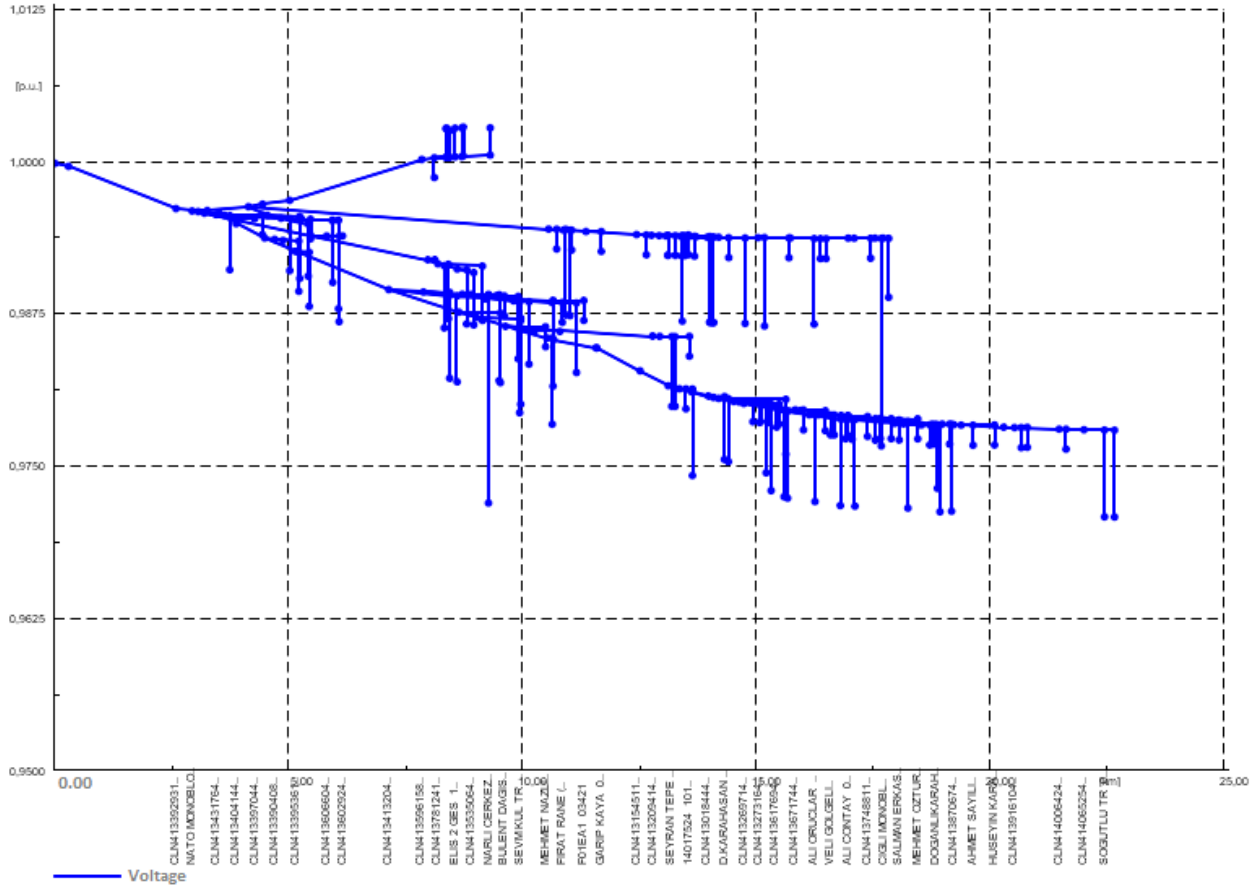
### Üretimin Yarı Kapasite, Tüketimin Tam Kapasite Çalıştığı Durumda Yük Akışı Analizi

Üretimlerin yarı kapasite, tüketimlerin ise var olan trafo kapasitesinin tümüyle gerçekleştirildiğinin varsayıldığı bu analizde; Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 9'dan da görüleceği üzere üretim santrallerinin olduğu bölgede üretime nazaran tüketimlerin fazla olmaması az da olsa gerilim yükselmesine sebep olmuştur. Üretimlerin yarı kapasitede gerçekleşip tüketimlerin tam kapasite devam etmesi gerilim yükselmesinin çok az olmasını sağlamıştır. Fider üzerindeki üretim santrallerinin olduğu kısımda gerilim yükselmesi gözlenmiş, aynı fider üzerindeki üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim düşümü gözlenmiştir.



Şekil 9. Pilot Fider Üzerindeki Yük Akışı

Digsilent programı ile yük akışı çalıştırıldığında, Şekil 10'dan da görüleceği üzere fider üzerindeki yarı kapasitede çalışan üretim santrallerinin olduğu kısımda gerilim, 1.005 p.u. değerine yükselerek neredeyse hiç gerilim yükselmesi görülmemiştir. Aynı fider üzerindeki, üretim santrallerinden uzakta kalan kısımlarda ise gerilim, 0.973 p.u. değerine inerek yaklaşık olarak %2.5 'luk bir gerilim düşümü gözlenmiştir.



Şekil 10. Pilot Fider Üzerindeki Yük Profili

## SONUÇLAR

Bu çalışmada bir pilot fider üzerinde Digsilent Power Factory programı yardımıyla mevcut durumda oluşabilecek etkiler ele alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan yük akışı analizleri; üretimin ve tüketimin tam kapasite çalıştığı durumda, üretimin ve tüketimin yarı kapasite çalıştığı durumda, üretimin tam kapasite tüketimin yarı kapasite çalıştığı durumda, üretimin yarı kapasite tüketimin tam kapasite çalıştığı durumda elektrik dağıtım şebekesine olan etkiler olmak üzere 4 farklı durumda incelenmiştir. Çalışma ile görülmüştür ki güneş enerji üretim santrallerince gerçekleştirilen üretimlerin, yakınında bulunan tüketiciler tarafından tüketimi sağlanmazsa, üretilen enerji tüketilemeden ana baraya yeniden döneceğinden, gerilim yükselmesi kaçınılmaz olmaktadır. Aynı enerjinin tek bir noktadan verilmesi yerine dağıtılarak verilmesi bu sorunların önüne geçilmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu sebepten ötürü, bu üretim santrallerinin entegrasyonlarının gerçekleştirileceği optimum lokasyonun belirlenmesi, kritik önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

Akcanca, M. A., & Taşkın, S. (2013). Akıllı Şebeke Uygulanabilirliği Açısından Türkiye Elektrik Enerji Sisteminin İncelenmesi.

Akdağ, O., & Yeroğlu, C. (2019). Malatya Yöresi İçin Örnek Bir Güneş Santrali Modelinin Benzetimi Ve Şebekeye Etkilerinin İncelenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 552–560. <https://doi.org/10.21923/jesd.446328>

Avlı Fırış, F., & Şekkeli, M. (2021). Güneş Enerji Santrallerinin Şebeke Gerilimine Etkilerinin İncelenmesi; Kahramanmaraş Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 53–65. <https://doi.org/10.17780/ksujes.783526>

Aylık Elektrik Üretim-Tüketim Kurulu Güç Raporları. (y.y.). Tarihinde 05 Mayıs 2023, adresinden erişildi <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari>

- Çalışır, A., Yılmaz, A., & Bayrak, G. (2018). DFIG Tipli Rüzgâr Türbini Bağlı Mikroşebekelerde Güç Akışı ve Kısa Devre Arıza Analizinin DIgSilent PowerFactory Programı ile Gerçekleştirilmesi. Güç Sistemleri Konferansı. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1482569>
- Çanka Kılıç, F. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu Ve Üretim Teknolojileri. Mühendis ve Makina, 56(671), 28–40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/muhendismakina/issue/54341/736245>
- Çimen, H. (2016). Selçuk Üniversitesi Yerleşkesine kurulacak bir dağıtık üretim tesisinin şebekeye entegrasyonu ve sisteme etkisinin analizi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği AnaBilim Dalı, Konya 95s.
- Demir, M., Yıldız, A. B., Kavcı, M., & Nil, M. (2017). Şebeke Gerilimindeki Azalmaların Tüketici Elektroniği Ürünlerinin Güvenilirliğine Etkisinin Belirlenmesi. Celal Bayar University Journal of Science, 13(2), 529–536. <https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.320000>
- Duymaz, E., & Göl, M. (2018). Türkiye Elektrik Şebekesinin Alçak Gerilim Sisteminin Fotovoltaik Sistemlerin Varlığında Değerlendirilmesi. EMO Bilimsel Dergi, 8(1), 27–31. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/emobd/issue/39771/393944>
- Gencer, E. (2018). Orta gerilim şebekelerinde gerilim sarkmalarına d-statcom etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sakarya 87s.
- Gencer, Ö. Ö., Öztürk, S., Yeğın, E. M., & Karaarslan, K. (2005). Gerilim Düşümü Kompanze Yöntemleri. 1. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu ( EVK 2005).
- İlisu, İ. (2016). Gerilim düşümü ve hesapları. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Bülteni, 42–46.
- Karadayı, Ş. (2007). Elektrik Enerji Sistemlerinde Gerilim Düşümlerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği AnaBilim Dalı, Sakarya 149s.
- Keçecioğlu, Ö. F., Tekin, M., Gani, A., Açıkgöz, H., Gemci, A., & Şekkeli, M. (2015). Bir Güneş Enerji Santralının Elektrik Şebekesindeki Güç Kalitesi Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(2), 17–24. <https://doi.org/10.17780/ksujes.41414>
- Kim, J. G., Kim, D. H., Yoo, W. S., Lee, J. Y., & Kim, Y. B. (2017). Daily prediction of solar power generation based on weather forecast information in Korea. IET Renewable Power Generation, 11(10), 1268–1273. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2016.0698>
- Kittiwattanaphon, S. (2017). PowerFactory User Manual 2017.
- Mumyakmaz, B., Ünsal, A., & Tunaboylu, N. S. (2004). Elektrikli Demiryollarında Enerji Kalitesi Problemleri ve Çözüm Önerileri.
- Mutlu, A., Taşkın, S., & Kuyucuoğlu, F. (2016). Elektrik Enerji Sistemlerinde Güç Kalitesi Parametrelerine Dayalı Anahtarlama Sistemi ile Otomatik Şebeke Seçimi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3), 826–836. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/24380/258433?publisher=duzce>
- Özdemir, E. (y.y.). Elektrik Enerji Kalitesi.
- Saygılı, M., & Tezcan, S. S. (2019). Ankara Bölgesi İçin Enerji İletim Hattı Koruma Modellemesi Analizi ve Uygulaması. 7(2), 303–316. <https://doi.org/10.29109/gujsc.498867>
- Şekkeli, M., & Keçecioğlu, Ö. (2011). Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(2), 19–26. <https://doi.org/10.17780/ksujes.0819>
- Şengül, M., Öztürk, S., Basa Arsoy, A., Gencer, Ö. Ö., İnan, E., & Karaarslan, K. (2005). Gerilim Düşmesi Süresinin Transformatör Mıknatıslanma Akımı Üzerindeki Etkileri. 1. Enerji Kalitesi ve Verimliliği Sempozyumu ( EVK 2005).
- Tabak, B., & Yalçın, M. (2004). Elektrik Güç Sistemlerinde Enerji Kalitesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1).
- Tekin, M., Keçecioğlu, Ö. F., Erafşar, Ö., & Şekkeli, M. (2016). Bir Hidroelektrik Santralin (HES) Elektrik Şebekesindeki Harmonik Oluşumuna Etkisinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2), 70–77. <https://doi.org/10.17780/ksujes.90454>

Yeşilbudak, M., Bayındır, R., & Çetinkaya, Ü. (2016). Güç Sistemlerinde Gerilim Kararlılığını Etkileyen Faktörler. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 3(4), 595–602. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gujsc/issue/24941/263257>