

Mesken Tipi Güneş Enerji Santralleri ve Bağlı Buldukları Dağıtım Trafolarında Reaktif Gücün Etkisi

The Effect of Reactive Power in Residential Type Solar Power Plants and Distribution Transformers

Fırat ÖNCİN¹

¹TEDAŞ Genel Müdürlüğü, Yenilenebilir Enerji Projeleri Müdürlüğü, Teknik Uzman
firat.oncini@tedas.gov.tr

Özet

Dünyada ve ülkemizde sanayinin yanında bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu noktada sistemin güç arzı artmakla birlikte, bu artış sisteme bağlanan cihazların artışıyla aynı oranda olmamıştır. Bu durum ise ülkeler arası ekonomik kalkınma yarışı, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, nüfus artışı ve insanların kaliteli bir yaşam arzusu gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması, çevreye ve insan sağlığına zararları ve ekonomik etkiler neticesinde oluşan enerji açığı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında ise güneş enerjisi gelmektedir. Güneş enerjisi; üretim maliyetlerinin diğer enerji kaynaklarına oranla daha düşük olması ve ekonomik manada birçok zorluğun üstesinden gelmesi, çevre dostu ve temiz enerji olması yönüyle tercih sebebidir.

Bu makalede; ulusal manada mesken abonelerini besleyen trafolarında bazı noktalarda yapılan ayrıntılı ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve sayısı her geçen gün artan mesken tipi güneş enerji santralleri ve bu santrallerin şebekeye etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda bağlı bulunulabilecek dağıtım trafolarının mevcut durumları, akım ve gerilim harmonikleri, aktif-reaktif güç değişimleri, gerilim etkin değer değişimleri, trafoların maruz kaldıkları yük değişimleri gibi bazı değerler ele alınmıştır. Aynı zamanda özelleşen elektrik dağıtım şirketlerinde mesken abonelerini besleyen trafolarındaki güç kalitesi ve reaktif kayıplar üzerinde durulmuş ve kurulabilecek mesken tipi GES lerin bu durum üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: PV, güneş santrali.

Abstract

With the development of science and technology in the world and in our country beside the industry, the need for energy increases day by day. At this point, as the system's power supply increased, this increase did not coincide with the increase in the number of devices connected to the system. This is due to reasons such as the inter-country economic development race, the rapid progress of technological developments, population growth and people's desire for a good quality of life.

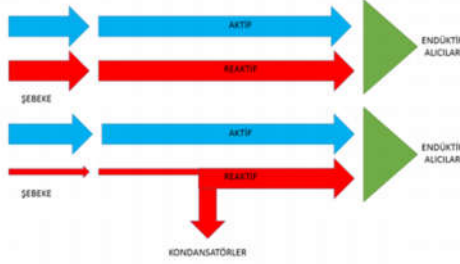
Energy scarcity due to limited reserves of fossil fuels such as petroleum, coal and natural gas, damage to the environment and human health, and economic effects have increased the direction of renewable energy sources. Solar energy is at the forefront of renewable energy sources. Solar energy; production costs are lower compared to other energy sources, and economical maneuvering comes from the top of many difficulties.

In this article; detailed measurement results made at some points in the trailer feeding the residential subscriptions to the national managements were evaluated and the influence of increasing number of residential type solar power plants and their networks was investigated. In this context, some values such as current and voltage harmonics, active-reactive power changes, voltage effective value changes, load changes that transformers are exposed are discussed. The power quality and reactive losses in the trams that feed residential subscriptions are especially emphasized in the electricity distribution companies that are specializing, and the effect of residential type GES that can be installed on this situation has been revealed.

Keywords: PV, solar power plant.

1. Giriş

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretim içerisindeki payının 2023 yılında en az % 30 düzeyinde olması hedeflenmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinin hedefi ise 2020’de % 20 yenilenebilir enerji üretimidir. Türkiye, 2 bin 460 saat güneşlenme süresi ve yıllık ortalama 1311 kWh/m² güneş ışınımı ile güneş açısından çok zengin bir ülke olup potansiyeli 500 GW’ı aşmaktadır. Yapılan ölçümler, bir meskenin ortalama 3 kW’lık bir sistem kullandığını göstermektedir. Bu enerjiyi elde etmek için kurulacak sistemle güneşten yaklaşık 6,5 MWh üretim yapılacaktır[1].



Şekil 1. Reaktif gücün üretildiği yerde tüketilmesi gerekliliğinin hat yüklenmeleri açısından şematik gösterimi

Bu çerçeveden bakıldığında zaman mesken abonelerinin şebekeden çekmiş oldukları non-lineer yük ve reaktif güç değerleri değişimi iyi analiz edilmelidir. Reaktif güç kompanzasyonunun gerilim profilini iyileştirdiği ve akımı azalttığı dolayısıyla trafo kayıpları yanısıra tüm şebeke kayıplarını azalttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte rezonans durumunda akım ve gerilim harmoniklerinde artışa neden olabileceği hem deneysel hemde simülasyon uygulamalarında görülmüştür.

2. Ölçüm Analizi

2.1. Birinci Ölçüm [2]

1250 KVA gücünde 1804,22A nominal akımlı dağıtım trafosunda akım grafiğine göre ortalama 150 A yük için yüklenme yüzdesi;



Şekil 2. Şubat ayı 1 haftalık akım değişimi

$$\frac{150 \times 100}{1804,22} = 8,31$$

Nominal akımı 1804,22 A olan transformatör, verimli çalışma aralığı olan %40-70 oranının çok altında çalıştırılarak verimi düşürülmüştür. Bu trafo sistemde sık

karşılaşılan düşük yüklenme yüzdeli trafolarla bir örnektir.

Enerji analizöründen alınan verilere göre;

Tablo 1. 01.02.2014 - 02.03.2014 tarihleri arası bir aylık aktif tüketim

Tarih - Saat	Tüketilen Aktif Enerji (MWh)	Üretilen Aktif Enerji (MWh)	Endüktif Reaktif Enerji (MVarh)	Kapasitif Reaktif Enerji (MVarh)
01.02.2014	83,26	0,00	19,65	0,00
02.03.2014	139,88	0,00	33,29	0,00

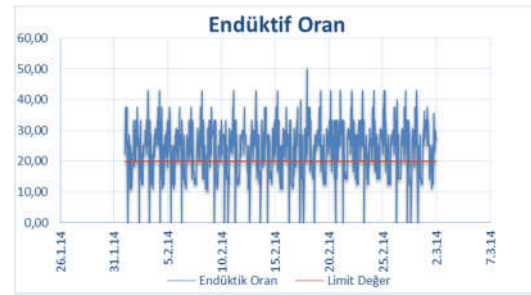
Bir aylık toplam aktif tüketim;

$$139,88 - 83,26 = 56,62 \text{ MWh}$$

Bir aylık toplam reaktif endüktif tüketim;

$$33,29 - 19,65 = 13,64 \text{ MVarh}$$

Bir aylık reaktif endüktif oran(%) = $\frac{13,64 \times 100}{56,62} = 24,1$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Şubat ayı 1 aylık endüktif oran değişimi

2.2. İkinci Ölçüm [2]

400KVA gücünde 577,35A nominal akımlı, akım grafiğine göre ortalama 300A yüklü trafo için yüklenme yüzdesi;



Şekil 4. Temmuz ayı 1 haftalık akım değişimi

$$\frac{300 \times 100}{577,35} = 51,96$$

Enerji analizöründen alınan verilere göre;

Tablo 2. 01.04.2014 – 02.05.2014 tarihleri arası bir aylık ve reaktif tüketim

Tarih - Saat	Tüketilen Aktif Enerji (MWh)	Üretilen Aktif Enerji (MWh)	Endüktif Reaktif Enerji (MVarh)	Kapasitif Reaktif Enerji (MVarh)
01.04.2014	481,40	0,00	166,68	0,00
02.05.2014	606,64	0,00	212,84	0,00

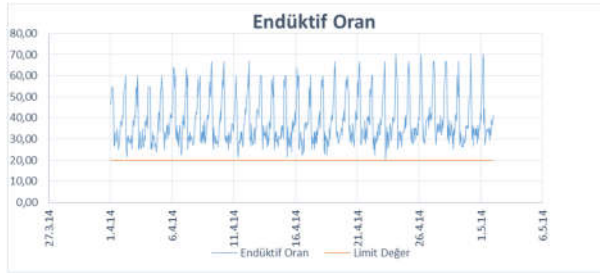
Bir aylık toplam aktif tüketim;

$$= 606,64 - 481,40 = 125,24MWh$$

Bir aylık toplam reaktif endüktif tüketim;

$$= 212,84 - 166,68 = 46,2MVarh$$

Bir aylık reaktif oran (%) = $\frac{46,2 \times 100}{125,24} = 36,88$ olarak hesaplanır.



Şekil 5. 01.04.2014 - 01.05.2014 tarihleri arası 1 aylık endüktif oran değişimi

2.3. Üçüncü Ölçüm [2]

630 KVA gücünde 909,33A nominal akımlı trafo akım grafiğine göre ortalama 400A yük için yüklenme yüzdesi;



Şekil 6. 01.02.2014 – 07.02.2014 tarihleri arası bir haftalık A fazı akım değişimi

$$= \frac{400 \times 100}{909,33} = 43,98$$

Enerji analizöründen alınan verilere göre;

Tablo 3. 01.02.2014 – 01.03.2014 tarihleri arası bir aylık toplam aktif tüketim

Tarih - Saat	Tüketilen Aktif Enerji (MWh)	Üretilen Aktif Enerji (MWh)	Endüktif Reaktif Enerji (MVarh)	Kapasitif Reaktif Enerji (MVarh)
01.02.2014	233,79	0,00	71,50	0,00
02.03.2014	279,85	0,00	218,69	0,00

Bir aylık toplam aktif tüketim;

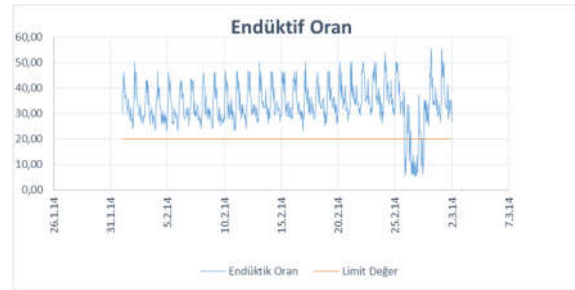
$$= 379,85 - 233,79 = 146,06MWh$$

Bir aylık toplam reaktif endüktif tüketim;

$$= 118,69 - 71,5 = 47,19MVarh$$

Bir aylık reaktif oran (%) = $\frac{47,19 \times 100}{146,06} = 32,30$

olarak hesaplanır.



Şekil 7. 01.02.2014 – 02.03.2014 tarihleri arası endüktif oran değişimi

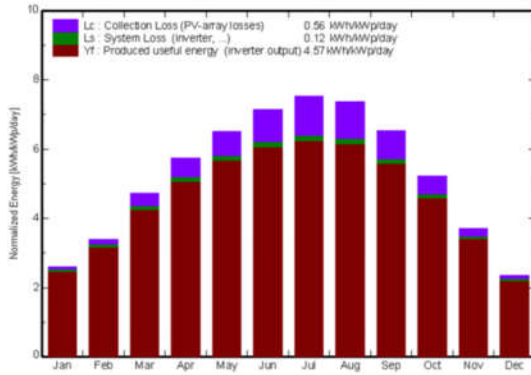
Ülkemizde Güneş enerjisinin geleceği açısından için doğası baz alındığında mesken tipi küçük tesisler ve çatıların en uygun yerler olduğu görülmektedir. Küçük tesisler, güneş elektriğini elde etmek için kullanılan tesisler arasında için doğasına en uygun tesislerdir. Çünkü güneş elektriğindeki mantık dağınık olup, şebekeye dağınık noktalardan elektrik basabilme mantığından ileri gelmektedir. Enerji sistemi ne kadar merkezi olursa ve merkezden dağılırsa kayıpta o kadar artmaktadır. Elektrik ne kadar direk tüketebilir hâle getirilirse o kadar net elektrik elde edilmekte, kablo ve trafo kayıpları da bir o kadar azalmaktadır[3]. Küçük güçlü sistemlere bakıldığında, yapı üstüne kurulu ve enerji nakil hatlarından çekilen bir trafo kaybının bile olmadığı bir durum da trafoların %1 ila %3 arasında değişen kayıpları olduğu düşünülürse, ayda 1000 TL'lik enerji harcandığında 10 ila 30 TL arasında kazanç olacağı anlamına gelmektedir. Bu durum aynı enerjinin üretildiği, aynı işin yapıldığı fakat ekstra bir tutarın ödenmediği manasına gelmektedir[4].

Ortalama 10 kWh lik üretim yapan bir mesken açısından bakıldığında tasarlanan sistemin yatay global ışınlama, ortam sıcaklığıyla beraber dizi ve şebeke üretim bilgileri aylık ve yıllık olarak gösterilmiştir. Bu grafikler kurulan santrale ait yıllık ve aylık bazda elde edilebilecek üretim miktarıyla ilgili bilgileri içermektedir.

Tablo 4. Şebeke bağlantılı sistem ana sonuçları

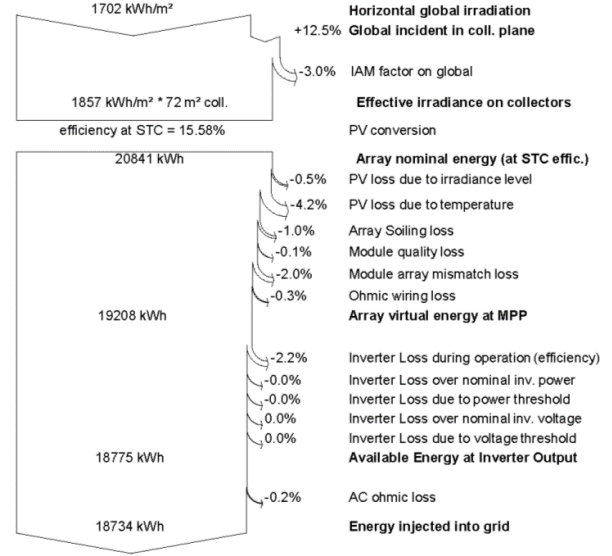
	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEFF kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	55.0	-0.30	80.7	78.0	878	853	15.11	14.68
February	72.0	2.00	95.2	92.4	1020	993	14.87	14.48
March	121.0	6.40	146.2	141.6	1516	1478	14.41	14.04
April	160.0	11.40	172.2	167.1	1750	1707	14.11	13.76
May	204.0	15.30	202.0	195.9	2019	1970	13.87	13.54
June	226.0	19.30	214.4	207.9	2090	2040	13.54	13.21
July	243.0	22.60	233.4	226.5	2222	2168	13.22	12.90
August	218.0	22.60	228.8	222.2	2190	2138	13.29	12.98
September	165.0	16.20	195.8	190.2	1922	1878	13.63	13.31
October	117.0	13.20	161.9	157.0	1636	1596	14.03	13.69
November	73.0	6.40	111.3	107.9	1175	1147	14.66	14.30
December	48.0	2.00	72.8	70.4	788	766	15.04	14.62
Year	1702.0	11.65	1914.7	1857.2	19207	18734	13.93	13.59

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 11.22 kWp



Şekil 8. Şebeke bağlantılı sistem ana sonuçları (Grafiksel)

Şekil 9.'da üretilen toplam enerjiden dizi, modül ve invertör kayıplarının düşmesi sonucu şebekeye verilen net enerji miktarı gösterilmektedir. Bu kayıplar % 2 uyumsuzluk kaybı % 4,2 beklenen sıcaklık kaybı, % 2,2 invertör çalışma kaybı, % 0,5 ışınma düzeyi yüzünden oluşan kayıp, %0,2 AC omik kayıp ve %1 dizi çözme kayıplarından oluşmakta olup bu proje için yıllık üretim 20.841 kWh iken bu kayıpların düşmesi neticesinde net yıllık üretim miktarı 18.734 kWh'te düşmektedir.



Şekil 9. Şebeke bağlantılı sistem kayıp diyagramı

3. Sonuçlar

Görüldüğü üzere mesken tipi güneş santrallerinin kurulumlarının artmasıyla beraber hat ve trafo yüklerinin azalması, oluşacak arızaların azalması, arızalara ödenecek maliyetin azalması ve daha kaliteli bir enerji gibi birçok avantajları da düşünmek gerekir. Ayrıca reaktif güç oranlarının aylık değil anlık takip edileceği ve uygulanacak cezaların anlık değerlere göre belirleneceği yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle her dağıtım trafolarında harmonikleri ve rezonans durumunu azaltmak için harmonik filtreli kompanzasyon yapılması, kısa ve uzun vadede arızaların azalmasını, enerji kalitesinin artmasını ve ekonomik faydayı sağlayacaktır.

4. Kaynaklar

- [1] Öncin, F. "Çatı Tipi Güneş Enerji Santralleri Ve Dağıtım Tesislerine Bağlantı Kriterleri", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İleri Teknolojiler ABD, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- [2] Veysel, H. ve Öncin, F. Ölçüm Arşivi, 2018
- [3] The German Energy Society. (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS LV Berlin BRB). (2012). Haselhuhn, R., Hartmann, U., Vanicek, P., Quaschnig, V., Siegfriedt, U., Hemmerle, C. (2012). Leitfaden Photovoltaischen Anlagen (Fotovoltaik Sistemler). Hannover: DGS, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie.
- [4] Özenbaş, M. (2015). Güneş enerjisinin geleceği. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.yenienerji.info%2Fdosya%2F50-kw-a-kadar-gunes-enerjisi-tesisleri-tip-sartnamesi-yayinlandi&date=2017-11-02>, Son Erişim Tarihi: 13.06.2017.