



**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİNDEKİ
TEÇHİZATLARIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN GÜÇ
HESAPLARININ İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Zeki BALOĞLU

Kütahya - 2024

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİNDEKİ TEÇHİZATLARIN
BELİRLENMESİNDE KULLANILAN GÜÇ HESAPLARININ
İNCELENMESİ**

Danışman:
Prof. Dr. Celal YAŞAR

Hazırlayan:
Zeki BALOĞLU

Kütahya – 2024

Kabul ve Onay

KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana bilim dalında, 202285221022 öğrenci numaralı, Zeki BALOĞLU 'nun hazırlamış olduğu "Elektrik Dağıtım Şebekelerindeki Teçhizatların Belirlenmesinde Kullanılan Güç Hesaplarının İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışması ile ilgili tez savunma sınavı jüri tarafından yapılmış ve adayın tezinin OY BİRLİĞİ ile kabul edilmesine karar verilmiştir.

05/06/2024

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Ret
Prof. Dr. Celal YAŞAR (Danışman)		
Doç. Dr. Serdar ÖZYÖN		
Doç. Dr. Asım Gökhan YETGİN		

Onay

Doç. Dr. Eray ACAR

Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım “Elektrik Dağıtım Şebekelerindeki Teçhizatların Belirlenmesinde Kullanılan Güç Hesaplarının İncelenmesi” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

05/06/2024

Zeki BALOĞLU

Özgeçmiş

Zeki BALOĞLU, İlk, orta ve lise eğitimini Gaziantep’te tamamlamıştır. 1999 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başlamış ve 2003 yılında mezun olmuştur. Mezun olduğu günden bu yana elektrik dağıtım sektöründe farklı şirketlerde mühendis ve yönetici olarak çalışmıştır. 2014 yılında çalışmaya başladığı Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.’ de yönetici olarak halen görevine devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.



ÖZET

ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİNDEKİ TEÇHİZATLARIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN GÜÇ HESAPLARININ İNCELENMESİ

BALOĞLU, Zeki

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Celal YAŞAR

Mayıs, 2024, 64 sayfa

Elektrik dağıtım şebekelerinin tasarımı aşamasındaki en önemli veri güç bilgisidir. Tüm hesaplamalar bu veriye göre yapılmakta ve teçhizatlar güç bilgisine göre belirlenmektedir. Güç verisinin doğru belirlenemediği durumlarda, kullanılacak teçhizatlarda kapasite yetersizliği ve bundan kaynaklı oluşabilecek arızalar veya tam tersi atıl kapasite kaynaklı atıl yatırımlar oluşması ortaya çıkacaktır. Mühendislikte temel ilkelerden birisi yapılan bütün işlemlerin/imalatların kanun ve yönetmeliklerin gerektirdiği teknik hesaplamaları yanında, aynı zamanda hem ekonomik ve hem de verimlilik açısından birlikte değerlendirilmesidir. Bu tez çalışmasında, dağıtım şebekelerinde mesken olarak kullanılan yapılarda kullanılan teçhizatların seçiminde kullanılan güç verisinin uygulamada nasıl belirlendiği incelenmiştir. Uygulama aşamasında belirlenen mesken niteliğindeki yapıların hem iç tesisat projesine göre belirlenen güçleri hem de fiili olarak kullanılan güçleri incelenmiş ve bu güçler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada mesken ağırlıklı yapılarda, iç tesisat projesinde belirlenen güçler ile fiili olarak çekilen güçler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar hem transformatörlerin doluluk oranları ve verimlilikleri hem de yatırım maliyetleri açısından yapılmıştır. Çalışmada belirtilen bu işlemler, İstanbul Anadolu yakasındaki dokuz farklı ilçe yerleşim merkezinde yer alan mesken olarak kullanılan yapılardan oluşan 37 farklı dağıtım transformatörü bölgesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak elektrik dağıtım şebekelerindeki teçhizatların belirlenmesinde, binaların/yapıların kullanım şeklinin, bulunduğu coğrafi bölgenin, bölgenin sosyoekonomik durumunun, mevsimsel etkilerin çok önemli olduğu ve bu bilgilerin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güç yoğunluğu, kişi başına düşen güç, eşzamanlılık güç faktörü, dağıtım transformatörü, talep gücü.

ABSTRACT**INVESTIGATION OF POWER CALCULATIONS USED IN DETERMINING
EQUIPMENT IN ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORKS****BALOĞLU, Zeki****Master Thesis, Department of Electrical and Electronics Engineering****Supervisor: Prof. Dr. Celal YAŞAR****May, 2024, 64 pages**

The most important data in the design stage of electrical distribution networks is the power information. All calculations are made based on this data, and the equipment is determined according to the power information. In cases where the power data is not accurately determined, there may be capacity insufficiency in the equipment to be used, leading to faults or, conversely, idle investments due to idle capacity. One of the fundamental principles in engineering is that all processes/manufactures are evaluated together in terms of both economic and efficiency aspects alongside the technical calculations required by laws and regulations. In this thesis study, it is examined how the power data used in the selection of equipment used in residential buildings in distribution networks is determined in practice. Both the powers determined according to the internal installation project and the powers actually used in the residential buildings determined during the application phase were examined and the relationship between these powers was investigated. In this study, powers determined in internal installation projects and actual powers drawn are compared in residential-focused structures. These comparisons are made in terms of transformer utilization rates and efficiencies as well as investment costs. These operations mentioned in the study were carried out on 37 different distribution transformer regions consisting of residential buildings located in nine different district settlements on the Anatolian side of Istanbul. As a result, it has emerged that the usage pattern of buildings/structures, the geographical region they are located in, the socioeconomic status of the region, and seasonal effects are crucial in determining the equipment in electrical distribution networks, and this information must be taken into account.

Keywords: Power density, power per capita, concurrently power factor, distribution transformer, demand power.

ÖNSÖZ

Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında, İstanbul Anadolu Yakası'ndaki farklı ilçelerde belirlenen transformatörlerin, enerji kalite ölçüm cihazı ve Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin SCADA sisteminden temin edilen güç değerlerinin analizi sonucunda elde edilen bilgiler sunulmaktadır. Çalışma kapsamında mesken gruplarının tüketim değerleri incelenmiş ve projelendirme aşamasında belirlenen güçler ile fiili olarak kullanılan güçler arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

Bu çalışmayı hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş. çalışanlarına ve yöneticilerime, saha çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Onur GÜRBULAK' a, ayrıca manevi desteğini her an yanımda hissettiğim eşim, çocuklarım ve aileme, bana bu Yüksek Lisans Tez Çalışması sırasında katkı sağlayan ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Celal YAŞAR' a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. GİRİŞ	2
-------------------------	----------

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
-------------------------------------	----------

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

3.1. DAĞITIM ŞEBEKESİ TASARIM HESAPLARI	9
3.2. GÜÇ HESAPLARI	10
3.2.1. Yeni Konut Tipi Yapıların Güç Hesapları.....	10
3.2.2. Mevcut Dağıtım Şebekesine İlave Kurulacak Konut Tipi Tesisler İçin Güç Hesapları	12
3.3. UYGULAMA SAHASININ BELİRLENMESİ	13
3.4. ÖLÇÜM YÖNTEMİ	14
3.4.1. Kısa Dönemli Ölçümler.....	15
3.4.2. Uzun Dönemli Ölçümler	17
3.5. HANE HALKI SAYISI	19
3.6. TRANSFORMATÖRLERİN VERİMLİLİĞİ	20
3.7. GÜÇ FAKTÖRÜ	21

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. SAHADAN ALINAN ÖLÇÜMLER	25
4.2. BAĞIMSIZ BÖLÜM VE KİŞİ BAŞINA KULLANILAN GÜÇ	29

4.3. YATIRIM MALİYETLERİ	35
4.4. SAHA SONUÇLARINA GÖRE BELİRLENEN TRANSFORMATÖR GÜÇLERİ	36

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR

5.1. SONUÇ.....	40
EKLER.....	42
KAYNAKÇA	46
DİZİN	49



TABLolar LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 3.1. Mesken sayısına göre eşzamanlılık katsayısı.....	11
Tablo 3.2. Ticari yapılarda eşzamanlılık katsayısı	12
Tablo 3.3. Türkiye’deki abone grubuna göre tüketici sayısı.....	13
Tablo 3.4. İlçe bazında ortalama hane halkı büyüklüğü.....	20
Tablo 3.5. Nisan 2018’den sonra üretilen transformatörlerin doluluk oranına göre kayıplardaki değişim	21
Tablo 4.1. Ölçüm sürelerine göre sınıflandırılan sahadaki transformatör numaraları ...	25
Tablo 4.2. Kısa dönemli ölçüm yapılan transformatörlerin güç değerleri ve doluluk oranları	26
Tablo 4.3. Uzun dönemli ölçüm yapılan transformatörlerin güç değerleri ve doluluk oranları	27
Tablo 4.4. Bağımsız bölüm başına çekilen güçler (W/bölüm).....	30
Tablo 4.5. İlçe bazında bağımsız bölüm başına çekilen ortalama güçler (W/bölüm)	32
Tablo 4.6. Kişi başına kullanılan güçler (W/kişi).....	33
Tablo 4.7. İlçe bazında kişi başına çekilen ortalama güçler (W/kişi)	35
Tablo 4.8. Transformatör merkezi kurulum maliyetleri.....	36
Tablo 4.9. Mevcut ve yeni seçilen transformatör güçlerine göre kurulum maliyetleri ..	38

ŞEKİLLER LİSTESİ**Sayfa**

Şekil 3.1. Enerji kalite ölçüm cihazı	15
Şekil 3.2. Enerji kalite ölçüm cihazının saha çalışmasında kullanılması (1).....	16
Şekil 3.3. Enerji kalite ölçüm cihazının saha çalışmasında kullanılması (2).....	17
Şekil 3.4. Kapasitif devreye ait güç üçgeni diyagramı	22
Şekil 4.1. İç tesisat projesindeki talep güç ile transformatörden çekilen maksimum gücün karşılaştırılması	28
Şekil 4.2. Transformatörlerin doluluk oranı	29
Şekil 4.3. Bağımsız bölüm başına çekilen güç ($W/bölüm$)	31
Şekil 4.4. Kişi başına çekilen güç ($W/kişi$)	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

kW	Kilowatt
kVA	Kilovolt Amper
kV	Kilovolt
P	Aktif Güç
Q	Reaktif Güç
S	Görünür Güç
I	Akım
V	Volt
A	Amper
TL	Türk Lirası
Cos ϕ	Güç Faktörü

KISALTMALAR

AG	Alçak Gerilim
OG	Orta Gerilim
DMS	Distribution Management System (Dağıtım Yönetim Sistemi)
TR	Transformatör
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Denetleyicili Kontrol ve Veri Toplama Sistemi)
PLC	Programmable Logic Controllers (Programlanabilir Mantık Denetleyicileri)
LAN	Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
WAN	Wide Area Network (Geniş Alan Ağı)
RTU	Remote Terminal Units (Uzak Terminal Birimleri)
HMI	Human Machine Interface (Kullanıcı Arayüzü)
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu
İPA İstanbul Planlama Ajansı
AYEDAŞ Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.





TEZ METNİ



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, ilk kullanılmaya başlandığı 1800'lü yıllardan günümüze kadar kullanımını sürekli artan ve geliştirilen yeni teknolojiler sayesinde daha da artması beklenen bir enerji türüdür. Elektrik enerjisi ilk olarak aydınlatma amaçlı kullanılmaya başlansa da günümüzde elektrik enerjisi kullanımı insanlık için neredeyse beslenme gibi temel ihtiyaçlar seviyesine gelmiştir. Elektrik dağıtım şebekesinin ise, elektrik enerjisinin meskenlere veya son tüketiciye (aboneye) kadar ulaşmasını sağladığı için insanların yaşamlarını doğrudan etkilediği söylenebilir. Bu nedenle ihtiyaçların doğru şekilde belirlenebilmesi ve belirlenen ihtiyaçlara göre elektrik dağıtım şebekesinin tasarımının doğru şekilde sahaya uygun olarak yapılması çok önemlidir.

Elektrik dağıtım şebekesi, iletim şebekesinin bittiği noktadan başlayıp, farklı gerilim seviyeleri aracılığıyla son tüketiciye kadar ulaşan çok büyük bir yapıya sahiptir. Bu yapının büyüklüğü ve önemi sebebiyle doğru tasarlanması ve eklenecek her teçhizatın mevcut yapıyı olumsuz etkilemeyecek şekilde seçilmesi gerekmektedir. Dağıtım şebekesine yeni eklenecek teçhizatların seçilmesi sırasında şebekeye ait verilerin hatalı belirlenmesi, şebekedeki mevcut teçhizatlarda da aşırı yüklenme ve aşırı gerilim düşümü gibi sorunlara yol açacaktır. Bu nedenle şebekenin tasarımı aşamasında kullanılacak verilerin daha doğru olarak belirlenmesi gereklidir.

Dağıtım şebekesinin tasarımı aşamasında ilk olarak bölgeyi besleyecek olan dağıtım transformatörlerinin talep gücünün belirlenmesi gerekmektedir. Dağıtım transformatörlerinin güçlerinin düşük belirlenmesi, kurulacak teçhizatların aşırı yüklenmesine, ısınmalar nedeniyle kayıplarının artmasına, gerilim düşümü problemlerinin oluşmasına ve arızalar meydana gelmesine neden olabilmektedir. Buna karşın gücün yüksek belirlenmesi durumunda ise gerilim yükselmelerine, atıl kapasite oluşmasına ve yatırım maliyetlerinin artmasına yol açabilmektedir.

Elektrik dağıtım şebekesi tasarımı aşamasında konut tipi yapıların bulunduğu dağıtım şebekesindeki kullanılan talep gücü verisi iki yöntemle belirlenmektedir. Birinci yöntemde, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ndeki standartlara göre kullanılacak ekipmanların kurulu güçleri belirlenir ve bu güçlere ait eş zamanlılık katsayıları uygulanarak enerjilendirilecek yapının eş zamanlı talep gücü bulunur (Elektrik İç

Tesisleri Yönetmeliği, 1984). Elektrik dağıtım şebekesinin gücü de besleme bölgesinde bulunan bu tür yapılar için hesaplanan eş zamanlı talep güçlerinin toplam değerine göre hesaplanır (Baloğlu & Yaşar, 2024).

Diğer bir yöntem ise mevcut konut tipi yapıların bulunduğu dağıtım şebekesindeki yayılı yüklerin güç yoğunluğunun hesaplanmasıdır. Bu yöntemde kişi başına kullanılan gücün belirlenmesi gerekmektedir. Kişi başına kullanılan güç, dağıtım şebekesinin kurulacağı bölgede yapılacak ölçümler ile belirlenebilir veya daha önce yapılmış ölçümler üzerinden belirlenen standart bir değer baz alınabilir. Örneğin projelendirme kriterlerinin belirlenmesi için TEDAŞ tarafından yayımlanan el kitabında, küçük iller için kişi başına düşen gücün 100 W/kişi alınabileceği belirtilmiştir (TEDAŞ, 2001). Kişi başına düşen gücün belirlenmesine müteakip, bölgenin nüfusu ve dağıtım şebekesinin uzunluğu verileri kullanılarak yapıların talep güçleri belirlenir. Belirlenen güçler, dağıtım şebekesi tasarımına ilişkin hesaplamalarda kullanılır.

Elektrik dağıtım şebekesinin tasarımında kullanılan dağıtım transformatörlerine ait verilerin doğru şekilde belirlenebilmesi ve sahaya doğru şekilde uygulanması çok önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, öncelikle elektrik dağıtım şebekesinin mesken ağırlıklı bölgelerinde kullanılan dağıtım transformatörlerinin güç ölçümleri yapılarak fiili yüklenme oranları tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları ile yapıların iç tesisat proje talep gücüne göre hesaplanan güç değerleri karşılaştırılarak aradaki farklılıklar incelenmiştir. Ayrıca ortaya çıkan farklılıklara göre dağıtım şebekesine ait tüm teçhizatlar, yatırım maliyetleri açısından da değerlendirilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.



İKİNCİ BÖLÜM
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hazırlanan çalışma ile ilgili literatür taraması kapsamında incelenen çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Araştırmacı Konar'ın yaptığı çalışmada, Konya ilinin farklı bölgelerinde bulunan transformatörlerin yüklenme değerleri incelenmiş, abone grupları ve sayılarına göre sınıflandırma yapılmış, abone başına kullanılan güçler hesaplanmıştır. Proje hesaplarına göre belirlenen transformatörlerin düşük yükte çalıştığı, bu durumun yatırım maliyetlerini artırdığı ve ölçüme dayalı bir şebeke tasarımı yapılması gerektiği ortaya konulmuştur (Konar, 2021).

Güneş'in çalışmasında, İstanbul'un Avrupa yakasında bulunan abonelere ait sayaçlardan çekilen yükler, dağıtım şebekesindeki transformatörlerin yüklenme değerleri ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ)' a ait transformatör merkezlerinin yüklenme değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda transformatörlerin yüksek güçte seçildiği ve bu nedenle düşük yükte çalıştığı, kayıpların fazla olduğu ve atıl yatırım yapıldığı ortaya konmuştur (Güneş, 2019).

Araştırmacı Yapıcıoğlu'nun çalışmasında, Türkiye'deki üç farklı elektrik dağıtım şebekesindeki abonelerin tüketim değerleri incelenmiştir. Çalışmada üç farklı elektrik dağıtım bölgesinde bulunan abonelerin tüketim verileri alınmış ve abonelerin iç tesisat projelerindeki kurulu güç ile sözleşme güçleri karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlara göre transformatörlerin oldukça düşük güçte çalıştığına ve atıl yatırım nedeniyle kurulum maliyetlerinin yükseldiğine dikkat çekilmiştir (Yapıcıoğlu, 2019).

Pansini tarafından yapılan çalışmada, elektrik dağıtım sistemlerinin tasarımında tüketicilerin güçlerinin doğru olarak belirlenebilmesi için tüketicilerin abone gruplarına göre sınıflandırılması ve her bölge için metrekare bazında farklı güç değerlerinin belirlenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmada abonelerin, kırsal alana, şehir dışına ve şehir merkezine ait aboneler şeklinde sınıflandırılarak güç değerlerinin belirlenmesi önerilmiştir (Pansini, 2007).

Araştırmacı Akbulut' un çalışmasında, elektrik dağıtım şebekelerinin optimize edilmesi konusu incelenmiştir. Çalışma kapsamında dağıtım şebekesinde kullanılan teçhizatların gerilim seviyeleri, kurulum maliyetleri ve elektriki kayıplar nedeniyle oluşan maliyetler karşılaştırılarak standart bir dağıtım şebekesinin nasıl olacağı konusunda öneriler sunulmuştur (Akbulut, 2019).

Gönen tarafından yapılan çalışmada, elektrik dağıtım sistemlerinin yapısı, tasarlanması ve hesaplamaları incelenmiştir. Çalışmada transformatörlerin seçiminde kullanılacak olan elektriksel yük tahmin yöntemlerinden bahsedilmiştir. Tahminler yapılırken; coğrafi koşulların, geçmiş verilerin, nüfus artışının, yük yoğunluğunun, yapı kullanım türlerinin, şehir imar planlarının, sanayi planlarının, alternatif üretim kaynaklarının ve genişleme bölgelerinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Abone gruplarına göre yüklerin ve eş zamanlılık faktörlerinin hesaplama yöntemleri paylaşılmıştır (Gönen, 1986).

Araştırmacı Karahan tarafından yapılan çalışmada, enerji tüketimi ile Türkiye'nin ekonomik büyümesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, 1980 ile 2011 yılları arasında Türkiye'deki ekonomik büyümenin değişmesi ile enerji tüketiminin değişimi arasındaki ilişki incelenmiş, enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi yapılmıştır. İşgücü ile enerji tüketimi arasında tek yönlü bir ilişkinin olduğu, enerji tüketimi ile GSYİH arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir (Karahan, 2014).

Aydın tarafından yapılan çalışmada, enerji tüketimi ile büyüme ilişkisi önce toplulaştırılmış denklemlerle incelenmiş daha sonra ayrıştırılmış denklemler kullanılarak birincil enerji tüketimini oluşturan kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Ayrıca ilk analizde 1996:01-2004:04 dönemine ait üçer aylık veriler; ikinci analizde ise 1980-2004 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Çalışmada enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi en küçük kareler yöntemiyle test edilmiş ve sonuçları tartışılmıştır (Aydın, 2010).

Araştırmacı Skagestad tarafından yapılan çalışmada, Gauss süreç regresyonuna dayalı bir elektrik talep tahmini sunulmuştur. Fonksiyonel tahmin modelleri tasarlama sürecinde alınan tercihleri hesaba katabilmek için, Gauss süreçleriyle uzun vadeli zaman

serisi tahminleri için kapsamlı bir arka plan teorisi oluşturulmuştur. Modeller, gerçek dünya veri kümesi değerleriyle test edilmiş ve Norveç enerji piyasasındaki katılımcılara uygulanan kısıtlamalara uygun olarak, sonuçların aynı görev için tasarlanmış ticari bir modelle karşılaştırılmıştır. Skagestad'ın önerdiği modellerin kullanıcı tanımlı parametrelerinin olmaması, tahmine dayalı belirsizliklerinin ölçülmesi ve kısa zaman gibi ilave faydalı özelliklerinin bulunduğu çalışmada ortaya konulmuştur (Skagestad, 2018).

McFadyen tarafından yapılan çalışmada, yapıların/binaların talep güçlerinin belirlenmesi için bazı tahminler yapılmıştır. Yapılar için metrekare bazında tüketim değerleri belirlenmiş ve bu değerler üzerinden örnek hesaplamaların nasıl yapılması gerektiği gösterilmiştir (McFadyen, 2016).

Odabaşı tarafından yapılan çalışmada, dağıtım transformatör merkezlerinin tasarımı aşamasında uygulanması gereken temel esaslar, kullanılacak ekipmanlar, çizilmesi gereken tek hat planları ve hesapların yapılış şekilleri üzerinde durulmuştur. Çalışma ilave örnek çözümleriyle zenginleştirilmiştir (Odabaşı, 2011).

Baloğlu ve Yaşar, dağıtım transformatörlerinin seçiminde kullanılan kişi başına düşen, ortalama güç değerlerinin belirlenmesi üzerine pilot bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada İstanbul Anadolu yakasında üç farklı yerleşim bölgesinde yer alan meskenlerde kişi başına düşen ortalama güç değerleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular literatürdeki sonuçlarla kıyaslanarak, tartışılmıştır (Baloğlu & Yaşar, 2024).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL METOD

3.1.DAĞITIM ŞEBEKESİ TASARIM HESAPLARI

Dağıtım şebekesinin tasarımı aşamasında kullanılacak veriler ve bu verilerin nasıl değerlendirileceği ile ilgili hem Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) tarafından hazırlanan dokümanlar hem de aynı konuda hazırlanmış literatürdeki kaynaklar incelenmiştir. Bu bölümde inceleme sonucunda ortaya çıkan dağıtım şebekesinin tasarımında dikkate alınması gereken bilgi ve verilerden sırasıyla bahsedilmiştir.

Şebeke tasarımında bilinmesi gereken en temel bilgi talep edilen güç miktarıdır. Çünkü bu talep edilen güç bilgisi, dağıtım şebekesinin ne kadar yük taşıyacağını ve hangi işletme gerilim seviyesinde çalışılacağını belirler (TEDAŞ, 2001).

Şebeke tasarımında güç bilgisinin yanında bilinmesi gereken diğer bir bilgi ise, dağıtım şebekesinin besleyeceği yük türlerinin belirlenmesidir. Bu yük türleri, endüstriyel motorlar, ısıtma cihazları ve aydınlatma teçhizatları gibi farklı cinsteki yükler olarak ifade edilebilir. Farklı tür olarak belirtilen bu yükler (rezistif, endüktif, kapasitif gibi), farklı türdeki güçlere (aktif, reaktif gibi) gereksinim duyacakları için transformatör seçimi üzerinde kapasite açısından etkili olacaktır (Gönen, 1986).

Dağıtım şebekesi tasarımının en temel bileşeni olan transformatör seçiminde mutlaka güç faktörü dikkate alınmalıdır. Çünkü dağıtım transformatörü tarafından beslenecek yükün güç faktörü, seçimi yapılacak transformatörün boyutunu ve kapasitesini etkileyecektir.

Dağıtım şebekesinde kullanılacak tüm teçhizatlar, söz konusu teçhizatlar için yapılacak kısa devre hesaplarına uygun şekilde seçilmelidir. (Gönen, 1986).

Dağıtım şebekesinde kullanılacak ekipmanların, kısa devre hesaplarının yanı sıra ısınmaya karşı da kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Ekipmanların aşırı ısınması hem kayıpların artmasına ve hem de sürekli arızaların oluşmasına neden olmaktadır (Odabaşı, 2011).

Dağıtım şebekesi tasarımının bir başka önemli kriteri de verimlilik. Verimlilik

konusu doğrudan transformatörün enerji kayıpları üzerinde etkili olur. Yani, verimi yüksek olan transformatörlerde, hem enerji kayıpları daha düşük olur ve hem de daha düşük işletme maliyetleri ortaya çıkar, aksi durumda ise bahsedilen etkilerin tersi gerçekleşir (Doğrukan, Teke, & Sarıbulut, 2018)

Dağıtım şebekesi tasarımında dikkate alınması gereken bir diğer kriter ise, şebekenin hangi koşullarda ve hangi ortamda kurulacağını belirlemesidir. Dağıtım şebekesinin iç veya dış mekanda yer alması ya da patlayıcı bir ortamda bulunması gibi farklı koşullar, hem kablo tipini ve malzeme seçimini hem de transformatörün tasarımını etkileyecektir.

Dağıtım şebekesi tasarımında, mutlaka şebekenin ileride oluşabilecek kapasite artışlarını da dikkate alacak şekilde yük tahmininin yapılması gerekmektedir. Aksi durumda mükerrer, ilave veya atıl yatırımların yapılmasıyla karşı karşıya kalınabilir.

3.2.GÜÇ HESAPLARI

Dağıtım şebekesi tasarımı hesaplarında iki farklı hesaplama şekli söz edilebilir. Bunlardan birisi yeni yapılan yapılar için yeni kurulacak dağıtım şebekeleri, diğeri ise mevcut dağıtım şebekesinin aşırı yükte çalışması nedeniyle mevcuda ilave edilen dağıtım şebekeleridir. Bu bölümde, sözü edilen tasarım yöntemlerinde yapılacak olan güç hesaplamaları farklı olacağından, konu yeni yapılar ve mevcut yapılara ilave şeklinde ayrı ayrı incelenmiştir.

3.2.1. Yeni Konut Tipi Yapıların Güç Hesapları

Türkiye'deki yeni kurulan yapıların güç hesapları, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ndeki standartlar ve yapı kullanım amacına göre, yapı sorumlu mühendisleri tarafından hazırlanan projeler ile belirlenir. Yeni yapıların kullanım amacına göre elektrik iç tesisatında dikkate alınan güçler ve eşzamanlılık katsayıları için Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde ilgili madde aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, 1984).

Eşzamanlı yükün (gücü) belirlenmesi:

Eşzamanlı güç (aynı zamanda çekilen güç), kurulu güç değeri eşzamanlılık katsayısı ile çarpılarak bulunur. Konutlarda kurulu güç genel olarak aydınlatma gücü, priz gücü ve biliniyorsa elektrikli ev aletlerinin gücünden oluşur.

Konutlarda bir dairenin eşzamanlı yükünün belirlenmesinde aşağıdaki eşzamanlılık katsayıları esas alınmalıdır.

- Kurulu gücün 8 kW'ye kadar olan bölümü için %60
- Gücün kalan bölümü için % 40

Binanın eşzamanlı yükünü belirlenmesi için Tablo 3.1 'de verilen eşzamanlılık katsayıları esas alınmalıdır.

Tablo 3. 1 : Mesken sayısına göre eşzamanlılık katsayısı

Daire Sayısı	Eş Zamanlı Katsayı %
3-5	45
6-10	43
11-15	41
16-20	39
21-25	36
26-30	34
31-35	31
36-40	29
41-45	28
46-50	26
51-55	25
56-61	24
62 ve üzeri	23

Köy kasaba ve imar planı bulunmayan alanlarda yapılan tek evlerde ve yazlıklarda bu esaslara uyulmayabilir.

Bütün konutlarda eşzamanlı yük 3 kW'dan az olamaz.

İşyerleri, idare binaları, sosyal binalar, sağlık binaları ve benzeri yerlerde eşzamanlı yükün belirlenmesi için kurulu yük aydınlatma yükü, priz yükü, yedekler hariç mekanik tesisat kış-yaz yükünden büyük olanı, asansör yükü ve mutfak yükünden elde edilir.

Mekanik tesisat kış-yaz yükünden büyük olanının eşzamanlılık katsayısı %100, mutfak yükü için ise eşzamanlılık katsayısı %70 alınmalıdır. Aydınlatma, priz ve asansör yükü için Tablo 3.2'de verilen eşzamanlılık katsayıları alınmalıdır (Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, 1984).

Tablo 3. 2 : Ticari yapılarda eşzamanlılık katsayısı

<i>Binanın Cinsi</i>	<i>Yük Miktarı</i>	<i>Eşzamanlılık Katsayısı%</i>
<i>Aydınlatma yükü için eşzamanlılık katsayısı:</i>		
<i>Hastaneler</i>	<i>İlk 50 kVA</i>	<i>40</i>
	<i>Kalan Yük</i>	<i>20</i>
<i>Oteller, Moteller ve Tatil Köyleri</i>	<i>İlk 20 kVA</i>	<i>50</i>
	<i>20-100 kVA</i>	<i>40</i>
	<i>Kalan Yük</i>	<i>30</i>
<i>Depolar</i>	<i>İlk 12,5 kVA</i>	<i>100</i>
	<i>Kalan Yük</i>	<i>50</i>
<i>Diğer Binalarda</i>	<i>Tüm Yük</i>	<i>100</i>
<i>Priz yükü için eş zamanlılık katsayısı:</i>		
<i>Tüm yapılarda</i>	<i>İlk 10 kVA</i>	<i>100</i>
	<i>Kalan Yük</i>	<i>50</i>
<i>Asansör yükü için eşzamanlılık katsayısı</i>		
<i>Büro binalarında, otellerde</i>		<i>100</i>
<i>Okullarda, hastanelerde</i>		<i>85</i>
<i>Apartman ve diğer binalarda</i>		<i>55</i>

3.2.2. Mevcut Dağıtım Şebekesine İlave Kurulacak Konut Tipi Tesisler İçin Güç Hesapları

Mevcut dağıtım şebekesinde yapılacak projelendirme çalışmalarında talep gücün belirlenebilmesi için, güç yoğunluğu hesaplarının yapılması gerekmektedir. Transformator bölgesinin güç yoğunluğu hesap yöntemi konusunda literatürde farklı örneklerle karşılaşılmış ve bunlar sırasıyla incelenmiştir. Literatürde rastlanan ilk örnekte, herhangi bir bölgenin alçak gerilimli dağıtım şebekesinin projesinin hazırlanabilmesi için ilgili bölgeye ait toplu ve yayılı yüklerin değerlerinin bilinmesine ihtiyaç duyulur. Yayılı yüklerin belirlenebilmesi için ise o bölgenin güç yoğunluklarının hesaplanması gerekir. Güç yoğunluğu hesabı ise, bölgenin nüfus bilgisine, kişi başına alınan güç değerine ve bölgeye ait dağıtım şebekesinin toplam hat uzunluklarının bilinmesine bağlıdır. Bu değişkenler bilindiğinde, *Watt/kişi* biriminde *j* ile gösterilen bölgenin güç yoğunluğu değeri eşitlik (1)'den hesaplanır (Soyberk, 2013).

$$j = 1,1 \frac{N \cdot P}{L}, \quad (W / \text{kişi}) \quad (1)$$

Eşitlikteki N bölgeye ait nüfus sayısını, P kişi başına tüketilen *Watt* (W) cinsinden aktif güç miktarını ve L ise dağıtım şebekesinin *metre* (m) olarak hat uzunluğunu göstermektedir.

Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi aracılığıyla bölgenin nüfus bilgisine (TÜİK, 2023) ve bölgenin dağıtım şebekesi projesi üzerinden şebekesinin toplam kol uzunluğu verilerine kolayca ulaşılabilirken, bölgedeki kişi başına tüketilen güç değerinin doğru olarak belirlenmesi için saha ölçümlerinin yapılması gerekir. Saha ölçümleri sonucunda elde edilen değerler, bölgedeki tüketiciler tarafından fiili olarak kullanılan güçleri ifade edeceğinden, bu değerler dağıtım şebekesi hesabının da gerçeğe daha yakın sonuçlar vermesine yardımcı olacaktır.

3.3.UYGULAMA SAHASININ BELİRLENMESİ

Dağıtım şebekelerinde kullanılacak gücün doğru tespit edilebilmesi amacıyla öncelikle saha ölçümü yapılacak bölgelerin ve bölgelerdeki tüketici gruplarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada öncelikle Türkiye 'deki elektrik tüketici grupları incelenmiş ve elektrik tüketicilerinin (abonelerin) türleri ve sayıları hakkında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından hazırlanan Tablo 3.3'deki istatistiki değerlere ulaşılmıştır. Bu farklı tüketici gruplarının tüketim değerlerinin tespit edilmesi ve modellenmesi, dağıtım şebekesi tasarımında önemli rol oynayacaktır.

Tablo 3. 3 : Türkiye'deki abone grubuna göre tüketici sayısı

Tüketici Türü	Tüketici Sayısı	Pay(%)
Aydınlatma	280.098	0,56
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer	7.114.036	14,31
Mesken	41.501.522	83,46
Sanayi	68.051	0,14
Tarımsal Faaliyetler	762.774	1,53
Genel Toplam	49.726.481	100,00

Tablo 3.3'ten görüleceği üzere, 2023 yılı sonu itibariyle Türkiye 'deki elektrik abonelerinin yaklaşık %83,46'sı mesken abonesidir (EPDK, 2023). Mesken

abonelerindeki tüketilen gücün tespit edilebilmesi, dağıtım şebekesi tasarımında kullanılacak gücün gerçeğe yakın belirlenmesini sağlayacaktır.

Yapılardaki bağımsız bölüm sayılarının doğru tespit edilebilmesi ve iç tesisat projelerinde kullanılan güçlerin doğru belirlenebilmesi için çalışmada yerleşim bölgeleri sınırlandırılmış ve çok bloklu site tarzındaki konut alanlarının seçimi tercih edilmiştir. Bu nedenle çalışmada, İstanbul Anadolu yakasında yer alan dokuz farklı ilçede mesken ağırlıklı yerleşim bölgelerinde 37 farklı çok bloklu siteler çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

3.4.ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Belirlenen abone gruplarının dağıtım şebekelerine etkisini tespit etmek amacıyla İstanbul Anadolu yakasının dokuz farklı ilçesinde bulunan site tarzı yerleşim yerlerinin saha ölçümleri yapılmıştır. Seçilen yerleşim bölgeleri içerisinde bulunan dağıtım transformatörlerinin alçak gerilim çıkışlarında bulunan alçak gerilim (AG) dağıtım panolarında kısa (4 ay) ve uzun dönemli (2 yıl) ölçümler yapılmıştır. Seçilen dağıtım transformatörlerinin bazıları Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş. (AYEDAŞ) tarafından denetleyici kontrol ve veri toplama (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) sistemine dahil edilmiş olduğundan, uzun dönemli ölçümler yapılabilmektedir. SCADA sistemine dahil olmayan dağıtım transformatörlerinde ise enerji kalite analizörü kullanılarak kısa süreli ölçümler yapılmıştır. Kısa süreli ölçümler Eylül-Aralık 2023 aralığındaki 4 aylık dönemde yapılmıştır. Uzun süreli ölçümler ise Aralık 2021 ile Kasım 2023 aralığındaki 2 yıllık dönemi kapsamaktadır.

Dağıtım şebekesi tasarımında kullanılacak gücün talep gücü olması gerekmektedir. Yani dağıtım şebekesindeki teçhizatların bu gücün üzerinde bir güçte seçilmesi esastır. Aksi halde talep edilen güç karşılanamayacak ve ekipmanların aşırı yük nedeniyle arıza oluşturmasına neden olacaktır. Bu nedenle ölçümler yapılırken transformatörlerin AG panosundan çekilen maksimum güçleri dikkate alınmıştır.

3.4.1. Kısa Dönemli Ölçümler

Kısa dönemli ölçümlerde, transformatörlerin AG dağıtım panolarına Şekil 3.1’de verilen enerji kalite analizörü (Power Logic ION 7650 model) takılmış ve uzaktan izleme yapılmıştır. Cihaz üzerinden modem aracılığıyla veriler 10 dakikalık periyotlarla alınmıştır. Enerji kalite analizörü; gerilim, akım, nötr ve toprak akımı, güç, frekans, güç faktörü, talep, enerji ve kullanım süresi ölçümlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca cihaz, güç ve enerji ölçümü, olay ve minimum/maksimum kaydı tutma, geçmiş kaydı tutma (800 kanala kadar), genişletilebilir bellek, çökme/yükselme izleme, harmonik ölçümü, 256 örnek/çevrim hızıyla dalga formu yakalama, ayar noktaları, dijital ve analog I/O ve internet uyumlu çok portlu iletişim, simetrik bileşen ölçümleri, hızlı geçici değişiklik algılama, 1024 örnek/çevrim hızıyla dalga formu yakalama ve güç kalitesi uyumluluğu izleme özelliklerini barındırmaktadır. IEC 61000-4-30 A sınıfı, IEEE 519/1159, EN50160, IEC 61000-4-7/4-15 güç kalitesi uyumluluğunu izleme ve 3 fazlı, 4 kadranlı ölçüm, 0,2 sınıfı hassasiyet (IEC, ANSI) sağlamaktadır (Schneider Electric, 2024).

Şekil 3.1. Enerji kalite ölçüm cihazı



Şekil 3.2 ve 3.3'te, SCADA sistemine dahil edilmemiş dağıtım transformatörlerinden veri alabilmek ve uzaktan izleyebilmek için kullanılan enerji kalite analizörünün farklı AG dağıtım panolarına monte edilmiş hallerinin resimleri verilmiştir.

Şekil 3.2. Enerji kalite ölçüm cihazının saha çalışmasında kullanılması (1)



Şekil 3.3. Enerji kalite ölçüm cihazının saha çalışmasında kullanılması (2)



3.4.2. Uzun Dönemli Ölçümler

Uzun dönemli ölçümlere ait veriler, ölçüm yapılan transformatör merkezlerinin AG dağıtım panolarına bağlı analizörler üzerinden SCADA sistemi aracılığıyla temin edilmiştir.

Modern bir dağıtım kontrol merkezindeki SCADA sistemi, geniş bir bölgeye yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığı ile denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içinde işletilmesini ve geçmiş zamana ait verilerin kaydedilmesini sağlar. Ayrıca sistemde kullanılan tüm bilgiler, gerçek zamanlı bilgilerdir (Yurdabak & Şekkeli, 2014).

SCADA terimi merkezi sistemin tamamını ifade etmekle birlikte genellikle sinyal donanımını (giriş ve çıkış), kontrolörleri, ağları, kullanıcı arayüzünü (Human Machine Interface, HMI), iletişim ekipmanını ve yazılımı içerir. Merkezi sistem genellikle yakın veya uzakta bulunan çeşitli sensörlerden gelen verileri izler.

SCADA sisteminin beyni, programlanabilir bir mantık dönüştürücü olan uzak terminal birimlerinden (Remote Terminal Units, RTU) oluşur. RTU genellikle belirli gereksinimlere göre ayarlanabilir, fakat yine de birçok RTU ise insan müdahalesine izin verir. SCADA sistemleri genellikle kapalı döngü sistemler olarak kabul edilmesine rağmen bazen nadiren de olsa insan müdahalesi ile çalışır.

SCADA'nın temel süreçlerinden biri, tüm sistemi gerçek zamanlı olarak izleyebilme yeteneğidir. Sisteme bağlı olarak düzenli aralıklarla iletilen sayaç okuma, sensör durumlarının kontrol edilmesi gibi veri toplama işlemleri bunu kolaylaştırır. RTU'nun kullandığı verilerin yanı sıra veriler, gerektiğinde ayarları geçersiz kılmak veya değişiklik yapmak için sistemle arayüz oluşturulduğunda görüntülenebilir.

SCADA, nokta adı verilen birçok veri ögesinin bulunduğu bir sistem olarak görülebilir. Genellikle her nokta bir monitör veya sensördür. SCADA sistemi, verilerin bir operatör tarafından görüntülenmesi ve izlenmesi için işlendiği ve sunulduğu yer olan HMI adı verilen bir kullanıcı arayüzü içerir. Bu arayüz genellikle bireyin SCADA sistemi ile arayüz kurabileceği kontrolleri içerir.

HMI'lar, birden fazla RTU'nun veya programlanabilir mantık denetleyicilerinin (programmable logic controllers, PLC) izlenmesinin kolaylaştırılmasını standartlaştırmanın yoludur. RTU'lar veya PLC'ler önceden programlanmış bir süreci çalıştırır, ancak her birinin ayrı ayrı izlenmesi, sisteme yayılmış olmaları nedeniyle zor olabilir. RTU'lar ve PLC'ler geçmişte verileri bir operatöre görüntülemek veya sunmak için standartlaştırılmış bir yöntemle sahip olmadığından, SCADA sistemi sistem ağı boyunca PLC'lerle iletişim kurar ve HMI'nın kolayca yaydığı bilgileri işler.

HMI'lar aynı zamanda belirli bir sensör veya makine için trend grafikleri, lojistik bilgiler, şemalar sağlamak ve hatta sorun giderme kılavuzlarını erişilebilir hale getirmek için PLC'lerden veya RTU'lardan toplanan verileri kullanabilen bir veri tabanına da bağlanabilir. Son yıllarda tüm SCADA sistemleri entegre bir HMI ve PLC cihazı içermekte ve bu da sistemin çalıştırılmasını ve izlenmesini daha kolay hale getirmiştir.

Günümüzde pek çok sistem yerel alan ağı (Local Area Network, LAN)/geniş alan ağı (Wide Area Network, WAN) altyapısı kullanılarak kablosuz teknolojiyle

izlenmektedir. Kablosuz teknolojilerin artık izleme amacıyla yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte yeni nesil SCADA mimarileri ortaya çıkmıştır (Wikipedia, 2024); (Brendan & Gerhard, 2012).

Uzun dönemli veriler, Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.'ye ait SCADA sistemi üzerinden temin edilmiştir (AYEDAŞ, 2023).

3.5.HANE HALKI SAYISI

Mesken amaçlı kullanılacak yapılar için elektrik iç tesisat projeleri hazırlanırken, her bağımsız bölüme ait kurulu güç değerleri belirlenir. Belirlenen güç değerleri yapıdaki bağımsız bölüm sayısına karşılık gelen farklı zamanlılık faktörü (diversite) ile çarpılarak yapının eş zamanlı gücü hesaplanır. Yapıların iç tesisat projelerine ulaşılabilen bölgelerde yapılacak olan dağıtım şebekesi tasarımlarında, bağımsız bölüm sayısı belli olduğu için çekilecek gücün değeri hesap edilebilir.

Yapıların iç tesisat projelerine ulaşamayan bölgelerde ise güç yoğunluğu hesabına göre dağıtım şebekesi tasarımı yapılacağı için, bölgenin nüfus sayısı ve kişi başına çekilecek gücün tespit edilmesi gerekmektedir.

Ölçüm yapılacak yapıların iç tesisat projelerinin temin edilebilmesine ve bağımsız bölüm sayılarının bilinmesine rağmen, söz konusu yapılarda yaşayan nüfus bilgisinin (kişi sayısının) tespit edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle öncelikle ortalama hane halkı büyüklüğünü bulup, sonra kişi başına çekilecek ortalama gücün değeri hesaplanır.

Hane halkı büyüklüğünün (nüfus bilgisinin) hesaplanabilmesi için hane halkı verisine ihtiyaç duyulur. Çalışmada, İstanbul Anadolu yakasında dokuz farklı ilçede sahada ölçüm yapılacağı için İstanbul Planlama Ajansı (İPA) tarafından yayımlanan ortalama hane halkı verileri kullanılacaktır. İPA'nın yayımladığı ortalama hane halkı verilerinin 2018, 2021 ve 2022 yıllarına ait değerleri Tablo 3.4'te verilmiş olup çalışmada, 2022 yılına ait değerler kullanılmıştır (İstanbul Planlama Ajansı, 2023).

Tablo 3. 4 : İlçe bazında ortalama hane halkı büyüklüğü

İlçe Adı	Ortalama Hane Halkı Büyüklüğü 2018	Ortalama Hane Halkı Büyüklüğü 2021	Ortalama Hane Halkı Büyüklüğü 2022
Adalar	2,54	2,37	2,35
Beykoz	3,29	3,16	3,12
Kadıköy	2,49	2,35	2,32
Kartal	3,2	3,02	2,97
Şile	2,66	2,55	2,5
Üsküdar	3,11	2,95	2,92
Pendik	3,49	3,27	3,23
Ümraniye	3,43	3,26	3,2
Maltepe	3,02	2,86	2,82
Sultanbeyli	4,32	4,01	3,93
Tuzla	3,33	3,18	3,15
Ataşehir	3,18	2,99	2,96
Çekmeköy	3,45	3,27	3,22
Sancaktepe	3,75	3,56	3,52

3.6.TRANSFORMATÖRLERİN VERİMLİLİĞİ

Transformatörler yüksek verimlilikte çalışan elektrik makinalarıdır. Hareketli ekipmanları bulunmamasına bağlı olarak sürtünme kayıplarının da olmaması, bu makinaların verimlilik oranlarını artırmaktadır. Fakat üzerinden akım geçmesi nedeniyle demir (çekirdek) ve bakır (sargı) kayıpları oluşmaktadır. Demir kayıpları transformatörün enerjili olduğu her an oluşan kayıplar olup sabit kayıplardır (P_0 boştaki kayıplar). Bakır kayıpları ise yüklenme durumuna göre değişen kayıplardır (P_K yükteki kayıplar). Transformatörün toplam kaybı, bu iki kaybın toplamına eşittir.

Yüklenme durumuna göre *watt* olarak değişen yükteki kayıp (P_K) değeri, eşitlik (2) kullanılarak kısa devre durumundaki kayıp değeri (P_{kd}) ile yüklenme oranının ($\%K$) çarpımıyla hesaplanır (Doğrukan, Teke, & Sarıbulut, 2018) .

$$P_K = (\%K)^2 \cdot P_{kd} \quad (2)$$

TEDAŞ tarafından Ocak 2019 tarihinde yayımlanan “Hermetik Tip OG/AG Dağıtım Güç Transformatörleri Teknik Şartnamesi”nin Nisan 2017 tarihinde 5. güncellemesi yapılmıştır (TEDAŞ, 2017). Yapılan güncelleme ile Nisan 2018 tarihinden sonra üretilecek transformatörler için kullanılacak standart kayıp değerleri düşürülmüştür.

Nisan 2018'den sonra üretilen işletme gerilimi 15,8 *kV* ve 33 *kV* olan transformatörlerin doluluk oranına göre kayıplardaki değişimi Eşitlik (2) kullanılarak hesaplanmış ve bulunan değerler Tablo 3.5'te verilmiştir (Doğrukan, Teke, & Sarıbulut, 2018).

Tablo 3. 5 : Nisan 2018'den sonra üretilen transformatörlerin doluluk oranına göre kayıplardaki değişim

İşletme Gerilimi (<i>kV</i>)	Güç (<i>kVA</i>)	Kayıplar (<i>W</i>)		Yüklenme Oranına Göre Kayıplardaki Değişim (<i>W</i>)										
		Boşta (P_0)	Yükte (P_K)	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
15,8	50	90	750	90	98	120	158	210	278	360	458	570	698	840
	100	145	1250	145	158	195	258	345	458	595	758	945	1158	1395
	160	210	1700	210	227	278	363	482	635	822	1043	1298	1587	1910
	250	300	2350	300	324	394	512	676	888	1146	1452	1804	2204	2650
	400	430	3250	430	463	560	723	950	1243	1600	2023	2510	3063	3680
	630	600	4600	600	646	784	1014	1336	1750	2256	2854	3544	4326	5200
	800	650	6000	650	710	890	1190	1610	2150	2810	3590	4490	5510	6650
	1000	770	7600	770	846	1074	1454	1986	2670	3506	4494	5634	6926	8370
	1250	950	9500	950	1045	1330	1805	2470	3325	4370	5605	7030	8645	10450
	1600	1200	12000	1200	1320	1680	2280	3120	4200	5520	7080	8880	10920	13200
33	50	105	825	105	113	138	179	237	311	402	509	633	773	930
	100	170	1375	170	184	225	294	390	514	665	844	1050	1284	1545
	160	242	1925	242	261	319	415	550	723	935	1185	1474	1801	2167
	250	345	2585	345	371	448	578	759	991	1276	1612	1999	2439	2930
	400	495	3575	495	531	638	817	1067	1389	1782	2247	2783	3391	4070
	630	690	5060	690	741	892	1145	1500	1955	2512	3169	3928	4789	5750
	800	750	6600	750	816	1014	1344	1806	2400	3126	3984	4974	6096	7350
	1000	885	8360	885	969	1219	1637	2223	2975	3895	4981	6235	7657	9245
	1250	1095	10450	1095	1200	1513	2036	2767	3708	4857	6216	7783	9560	11545
	1600	1380	13200	1380	1512	1908	2568	3492	4680	6132	7848	9828	12072	14580

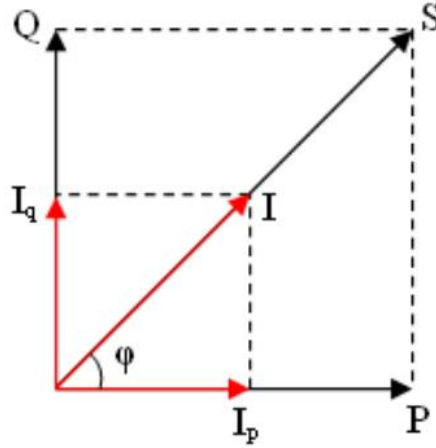
Tablo 3.5'deki transformatörlerin yüklenme oranına göre kayıpları incelendiğinde, transformatörden çekilen güç arttıkça aynı oranda kayıplar da arttığından verimliliğin de düştüğü görülmektedir.

3.7. GÜÇ FAKTÖRÜ

Alternatif akımın aktif ve reaktif akım olmak üzere iki bileşenden oluştuğu kabul edilir. Akımın aktif bileşeninin meydana getirdiği güce aktif güç (*P*), akımın reaktif bileşeninin meydana getirdiği güce ise reaktif güç (*Q*) denir. Her iki gücün vektörel toplamı ise görünür gücü (*S*) oluşturur. Kapasitif devreye ait güç üçgeni diyagramı Şekil

3.4'de verilmiştir.

Şekil 3.4. Kapasitif devreye ait güç üçgeni diyagramı



Faz nötr gerilim (V) ve faz akımı (I) bilindiğinde bir fazlı sistemde aktif güç (3) nolu, reaktif güç ise (4) nolu ve görünür güç ise (5) nolu eşitlikten hesaplanır. Aktif güç ile görünür güç arasındaki açı aynı zamanda akım ile gerilim arasındaki faz açısına eşittir. Bu açının kosinüsüne güç faktörü denir ve $\cos \varphi$ ile gösterilir. Faz nötr gerilim V , faz akımı I (Erken, 2001).

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi, (W) \quad (3)$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi, (VAr) \quad (4)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = V \cdot I, (VA) \quad (5)$$

Yapıların iç tesisat projeleri hazırlanırken, yapı içerisinde kullanılacak cihazların kurulu güçleri dikkate alınır. Uluslararası standartlar gereği her cihazın etiketinde çekeceği güç bilgisi verilir ve bu değer genelde kW cinsinden belirtilir. Yapılarda kullanılacak cihazların çoğu belli olmadığından yönetmelik gereği priz başına sabit bir değer alınır ve kW cinsinden hesaba dahil edilir (Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, 1984). Ancak transformatörlerden hem aktif güç hem de reaktif güç birlikte çekildiğinden, transformatörün gücü VA cinsinden görünür güç değeri olarak hesaplanır. Birçok cihaz reaktif güç çektiğinden ve çektikleri reaktif güç farklı değerlerde olduğundan, transformatör hesaplarında güç faktörü ortalama 0,8 olarak kabul edilmektedir. Bu da sistemden ortalama %20 oranında reaktif güç çekildiği, yani sistemin %20 daha düşük kapasiteyle çalıştığı anlamına gelmektedir.

Güç faktörünün 0,8 olarak kabul edildiği sistemlerde kompanzasyon uygulaması yapılarak güç faktörü 0,99 seviyesine çıkarılabilmekte ve sistemden çekilen reaktif güç düşürülebilmektedir. Dağıtım sistemlerinde işletme kolaylığı olması, arıza sıklığının azaltılması ve reaktif gücün kontrol altında tutulabilmesi amacıyla kompanzasyon orta gerilim seviyesinde yapılmaktadır (Erken, 2001). Bu nedenle transformatör kapasitesinin verimli kullanılması amacıyla güç hesaplarındaki güç faktörü değerinin de 0,99 olarak alınması gerekmektedir. Bu gerekçeden hareketle çalışma kapsamındaki transformatörlerin güçleri güç faktörü 0,99 olacak şekilde *kW* cinsinden belirtilmiştir.





DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1.SAHADAN ALINAN ÖLÇÜMLER

Çalışma kapsamında mesken olarak kullanılan yerleşim merkezleri üzerinde çalışılacağından, parsel içerisinde transformatör bulunan ve sadece parsel içerisindeki yapıları besleyen çok bloklu yapıların olduğu siteler tercih edilmiştir. İstanbul Anadolu Yakasındaki 9 farklı ilçeden bu kriterleri sağlayan toplam 37 adet transformatör merkezi tespit edilmiştir. 37 adet transformatörün 18 adedi SCADA sistemi üzerinden izlenebilmektedir. SCADA sistemine dahil olan transformatörlerin Aralık 2021 ile Kasım 2023 tarihleri arasındaki yüklenme değerleri, SCADA sistemi üzerinden temin edilmiştir. SCADA sistemine dahil olmayan 19 adet transformatörde ise enerji kalite ölçüm cihazları kullanılarak, transformatörlerin Eylül-Aralık 2023 dönemindeki maksimum yüklenme değerleri ölçülmüştür. Uygulama sahasındaki transformatör merkezlerinin bulunduğu ilçelerin ve transformatör numaralarının ölçüm sürelerine (kısa ve uzun dönem) göre sınıflandırılması Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4. 1 : Ölçüm sürelerine göre sınıflandırılan sahadaki transformatör numaraları

Uzun dönemli ölçüm		Kısa dönemli ölçüm	
İlçe Adı	TR No	İlçe Adı	TR No
Ataşehir	TR-1		
Çekmeköy	TR-2		
Kadıköy	TR-3, TR-4, TR-5, TR-6, TR-7, TR-8, TR-9, TR-10, TR-11	Kartal	TR-12, TR-13, TR-14, TR-15, TR-16, TR-17, TR-18, TR-19, TR-20, TR-21, TR-22
Pendik	TR-26, TR-27	Pendik	TR-23, TR-24, TR-25
Sancaktepe	TR-28, TR-31	Sancaktepe	TR-29, TR-30
Üsküdar	TR-35, TR-36, TR-37	Sultanbeyli	TR-32, TR-33
		Ümraniye	TR-34

Bu çalışmada ölçüm sahalarında bulunan 37 adet transformatörden çekilen maksimum güç değerlerine ait kısa dönem aylık bazda ölçüm değerleri Ek-1’deki Tablo 1’de, uzun

dönem aylık ölçüm değerleri ise Ek-2'deki Tablo 1'de verilmiştir.

Ölçüm yapılan transformatörlerin güçleri, yapı sahiplerince hazırlanan elektrik iç tesisat projesindeki eş zamanlı talep güçlerine göre seçilmiş ve bu güce göre transformatörler tesis edilmiştir. Transformatörlerin seçiminde kullanılan iç tesisat projesindeki güç değerleri, seçilen transformatörlerin güç değerleri, transformatörlerin kısa dönemli ölçüm süresi boyunca çektikleri maksimum güçler ve transformatörlerin doluluk oranlarına ilişkin veriler Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4. 2 : Kısa dönemli ölçüm yapılan transformatörlerin güç değerleri ve doluluk oranları

TR No	Transformatör Gücü (kW)	İç Tesisat Proje Talep Gücü (kW)	Transformatörden Çekilen Maksimum Güç (kW)	Transformatör Doluluk Oranı (%)
TR-12	1584 (1600 kVA)	1324,89	176,89	11
TR-13		1278,00	346,67	22
TR-14		1263,00	175,04	11
TR-15		1278,00	414,35	26
TR-16		1264,00	209,96	13
TR-17		1264,00	240,59	15
TR-18		1272,00	232,28	15
TR-19		1247,00	141,07	9
TR-20		1272,00	361,18	23
TR-21		990 (1000 kVA)	800,00	167,12
TR-22	800,00		83,24	8
TR-23	1683,00		449,60	28
TR-24	1179,00		122,13	8
TR-25	1225,00		218,62	14
TR-29	1584 (1600 kVA)	1249,84	707,84	45
TR-30		1249,84	182,16	11
TR-32		1097,00	130,20	8
TR-33		1165,00	308,05	19
TR-34		1052,00	223,49	14

Tüm değerleri aynı birim altında değerlendirmek amacıyla Tablo 4.2'deki transformatörlerin güçleri, güç faktörü 0,99 seçilerek kW cinsinden belirtilmiştir. Yine tablo incelendiğinde, transformatörlerin güçlerinin iç tesisat projesindeki güce göre belirlendiği, transformatör gücü hesabında güç faktörünün yaklaşık 0,8 olarak

hesaplandığı, transformatörlerin tamamına yakınının %30'un altında çalıştığı tespit edilmiştir.

Transformatörlerin seçiminde kullanılan iç tesisat projesindeki güç değerleri, seçilen transformatörlerin güç değerleri, transformatörlerin uzun dönemli ölçüm süresi boyunca çektikleri maksimum güçler ve transformatörlerin doluluk oranlarına ilişkin veriler Tablo 4.3'de verilmiştir.

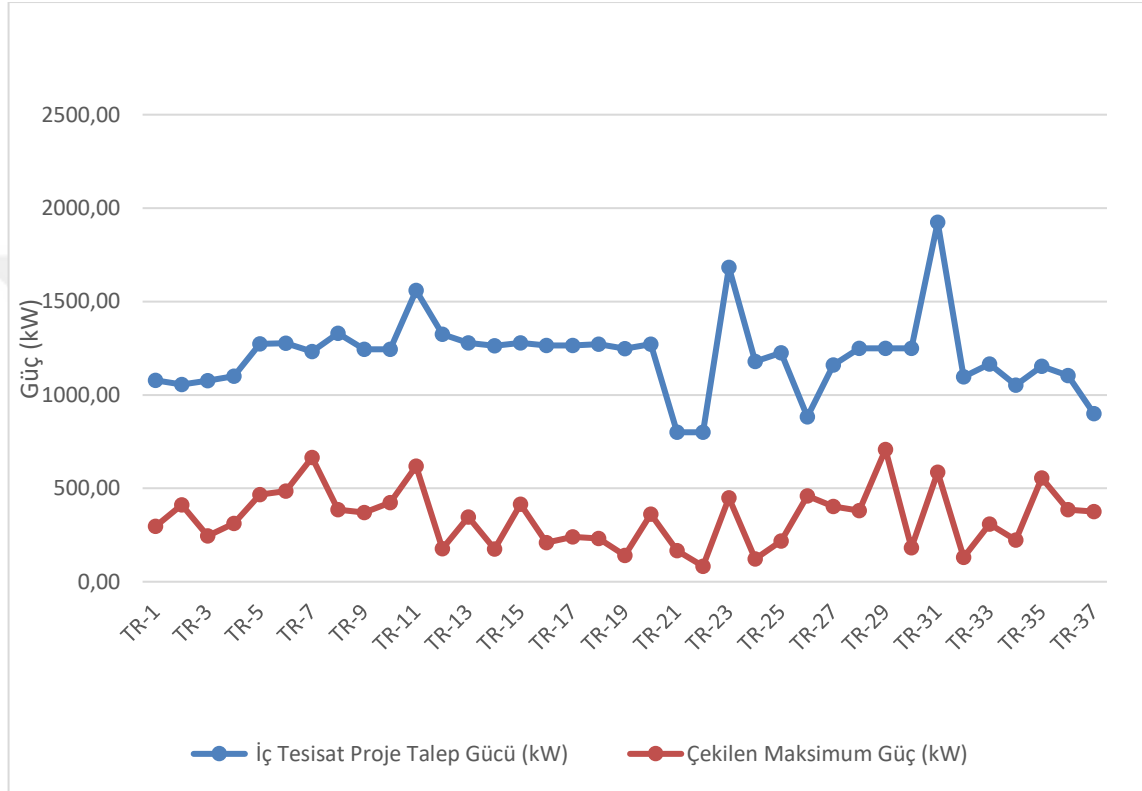
Tablo 4.3 : Uzun dönemli ölçüm yapılan transformatörlerin güç değerleri ve doluluk oranları

TR No	Transformatör Gücü (kW)	İç Tesisat Proje Talep Gücü (kW)	Transformatörden Çekilen Maksimum Güç (kW)	Transformatör Doluluk Oranı (%)
TR-1		1078,00	295,96	19
TR-2		1055,00	411,75	26
TR-3		1076,00	246,13	16
TR-4		1101,00	311,39	20
TR-5		1274,00	465,67	29
TR-6		1277,00	485,81	31
TR-7		1233,00	664,81	42
TR-8		1330,00	386,16	24
TR-9	1584 (1600 kVA)	1244,00	370,01	23
TR-10		1245,00	424,17	27
TR-11		1559,00	618,52	39
TR-26		882,00	458,86	29
TR-27		1161,00	402,22	25
TR-28		1249,84	380,00	24
TR-31		1924,00	587,10	37
TR-35		1154,00	555,14	35
TR-36		1103,00	385,21	24
TR-37		900,00	376,28	24

Tüm değerleri aynı birim altında değerlendirmek amacıyla Tablo 4.3'deki transformatörlerin güçleri, güç faktörü 0,99 seçilerek kW cinsinden belirtilmiştir. Yine tablo incelendiğinde, transformatörlerin güçlerinin iç tesisat projesindeki güce göre belirlendiği, transformatör gücü hesabında güç faktörünün yaklaşık 0,8 olarak hesaplandığı, transformatörlerin yine büyük çoğunluğunun %30'un altında çalıştığı, maksimum yüklenmenin %42 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2 ve 4.3’de verilen transformatörlerin belirlenmesinde kullanılan iç tesisat proje güçleri ile transformatörlerden çekilen maksimum güçler arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi Şekil 4.1’de görülmektedir.

Şekil 4. 1. İç tesisat projesindeki talep güç ile transformatörden çekilen maksimum gücün karşılaştırılması

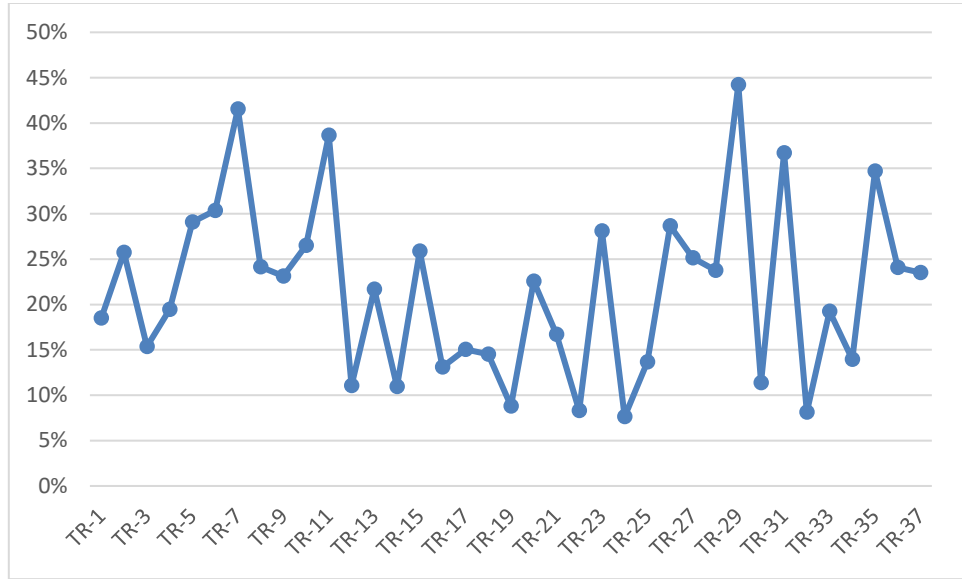


Şekil 4.1’de kısa dönemli ölçüm yapılan transformatörler ile uzun dönemli ölçüm yapılan transformatörlerin karmaşık sırayla gösterilmesine rağmen, her iki dönemde benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

Transformatör gücünün belirlenmesinde kullanılan iç tesisat projelerindeki güçler ile transformatörlerden çekilen güçlerin paralellik gösterdiği, aralarında belirli bir oran olduğu grafikten anlaşılmaktadır.

Kısa ve uzun dönemli ölçüm yapılan transformatörlerden çekilen maksimum yüklerin transformatör gücüne oranı (transformatör doluluk oranı) Şekil 4.2’de görülmektedir.

Şekil 4. 2. Transformatörlerin doluluk oranı



Şekil 4.2'den görüleceği üzere, transformatörlerin maksimum yüklenme değerlerinin bile transformatör gücünün %50' sini geçemediği, ortalama çalışma gücü düşünüldüğünde bu değer daha da düşük olacağı tespit edilmiştir.

4.2.BAĞIMSIZ BÖLÜM VE KİŞİ BAŞINA KULLANILAN GÜÇ

Transformatör gücünün belirlenmesi için iç tesisat projesindeki talep gücüne göre hesaplamalar yapılmıştır. Diğer bir yöntem olan güç yoğunluğu hesabı ile de transformatör gücünü hesaplayıp her iki yöntemi karşılaştırıp, hangi yöntemin daha doğru sonuç vereceğini görmek amacıyla bağımsız bölüm başına ve kişi başına düşen güçlerin hesaplanması amaçlanmıştır.

İç tesisat projesinde belirlenen güçler ile transformatörlerden çekilen maksimum güçler, transformatörlerden beslenen bağımsız bölüm sayısına bölünerek bağımsız bölüm başına ($W/bölüm$) çekilen güçler belirlenmiştir. Bağımsız bölüm bazında çekilen yükler Tablo 4.4'de verilmiştir.

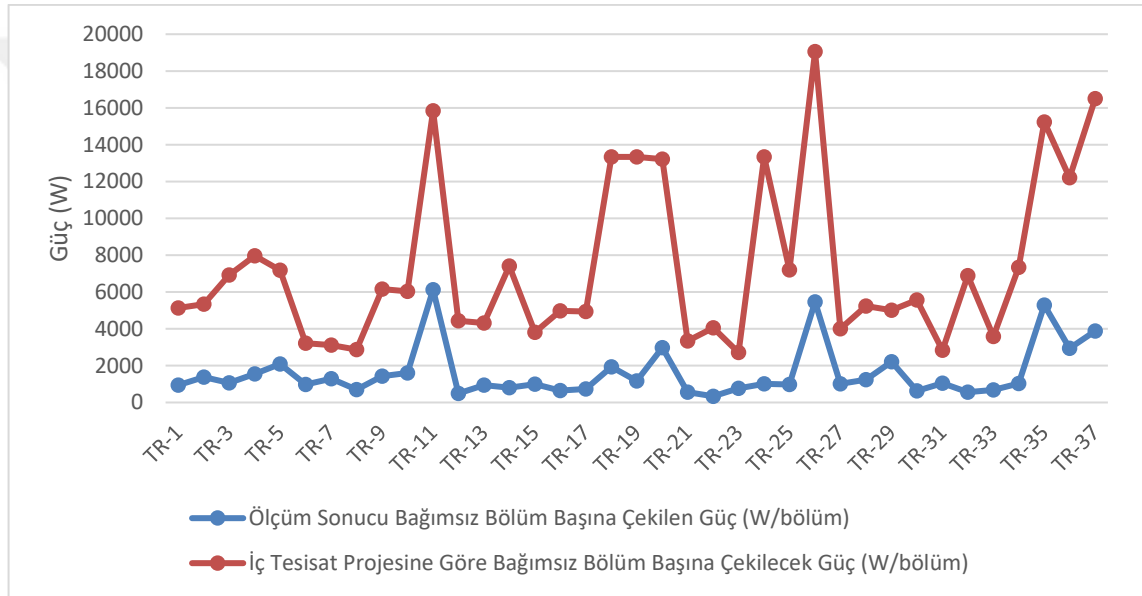
Tablo 4. 4 : Bağımsız bölüm başına çekilen güçler (W/bölüm)

İlçe	TR No	Bağımsız Bölüm Sayısı	Ölçüm Sonucu Bağımsız Bölüm Başına Çekilen Güç (W/bölüm)	İç Tesisat Projesine Göre Bağımsız Bölüm Başına Çekilecek Güç (W/bölüm)
Ataşehir	TR-1	312	949	5128
Çekmeköy	TR-2	300	1372	5333
	TR-3	231	1065	6926
	TR-4	201	1549	7960
Kadıköy	TR-5	223	2088	7175
	TR-6	496	979	3226
	TR-7	514	1293	3113
	TR-8	558	692	2867
	TR-9	260	1423	6154
	TR-10	265	1601	6038
	TR-11	101	6124	15842
	TR-12	361	490	4432
Kartal	TR-13	371	934	4313
	TR-14	216	810	7407
	TR-15	420	987	3810
	TR-16	322	652	4969
	TR-17	324	743	4938
	TR-18	120	1936	13333
	TR-19	120	1176	13333
	TR-20	121	2985	13223
	TR-21	300	557	3333
	TR-22	247	337	4049
Pendik	TR-23	590	762	2712
	TR-24	120	1018	13333
	TR-25	222	985	7207
	TR-26	84	5463	19048
	TR-27	400	1006	4000
Sancaktepe	TR-28	306	1242	5229
	TR-29	319	2219	5016
	TR-30	287	635	5575
	TR-31	563	1043	2842
	TR-32	232	561	6897
	TR-33	447	689	3579
Ümraniye	TR-34	218	1025	7339
Üsküdar	TR-35	105	5287	15238
	TR-36	131	2941	12214
	TR-37	97	3879	16495

Tablo 4.4'deki veriler incelendiğinde, bağımsız bölüm başına tüketilen en düşük gücün 337 W/bölüm en yüksek gücün ise 6124 W/bölüm olduğu, buna karşılık iç tesisat projesine göre bağımsız bölüm başına düşen en düşük gücün 2712 W/bölüm , en yüksek gücün ise 19048 W/bölüm olduğu görülmektedir.

İç tesisat projesindeki güce göre hesaplanan bağımsız bölüm başına çekilecek güç ile transformatörden çekilen fiili güce göre belirlenen bağımsız bölüm başına çekilecek güç arasındaki ilişki Şekil 4.3'te görülmektedir.

Şekil 4. 3. Bağımsız bölüm başına çekilen güç (W/bölüm)



Şekil 4.3'ten görüleceği üzere, uç değerler dikkate alınmaz ise her iki güç arasında genellikle belirli bir orantı olduğu ve iç tesisat projesine göre hesaplanan güçlerin ölçüm yapılan güçlere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

İlçe bazında saha ölçümleri yapılan transformatörlerden alınan veriler ve transformatörlerden beslenen bağımsız bölüm sayılarına göre verileri tasnif ettiğimizde, ilçe bazında bağımsız bölüm başına ortalama çekilen güç Tablo 4.5'te verilmiştir. İlçeler için alınan veri sayısı çok az olduğu için geneli yansıtmasa da ölçüm yapılan yerler benzer nitelikte seçildiği için, ilçe bazındaki sosyoekonomik farklılıklara göre enerji tüketim değerlerinin de farklı olduğu sonucuna varılabilir.

Tablo 4. 5 : İlçe bazında bağımsız bölüm başına çekilen ortalama güçler ($W/bölüm$)

İlçe	Bağımsız Bölüm Başına Ortalama Çekilen Güç ($W/bölüm$)
Ataşehir	949
Çekmeköy	1372
Kadıköy	1868
Kartal	1055
Pendik	1847
Sancaktepe	1285
Sultanbeyli	625
Ümraniye	1025
Üsküdar	4036

Güç yoğunluğu hesabı yapabilmek için kişi başına düşen gücün belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma yapılan bölgelerde bağımsız bölüm sayıları bilinmektedir. Ancak bağımsız bölümleri kullananların sayısı sürekli olarak değişebileceğinden ve bu sayıyı net olarak tespit etmek mümkün olmadığı için, çalışma yapılan bölgeye ait ortalama hane halkı büyüklüğü verisi ile bağımsız bölüm başına ortalama kişi sayısının belirlenmesi yöntemi kabul edilmiştir.

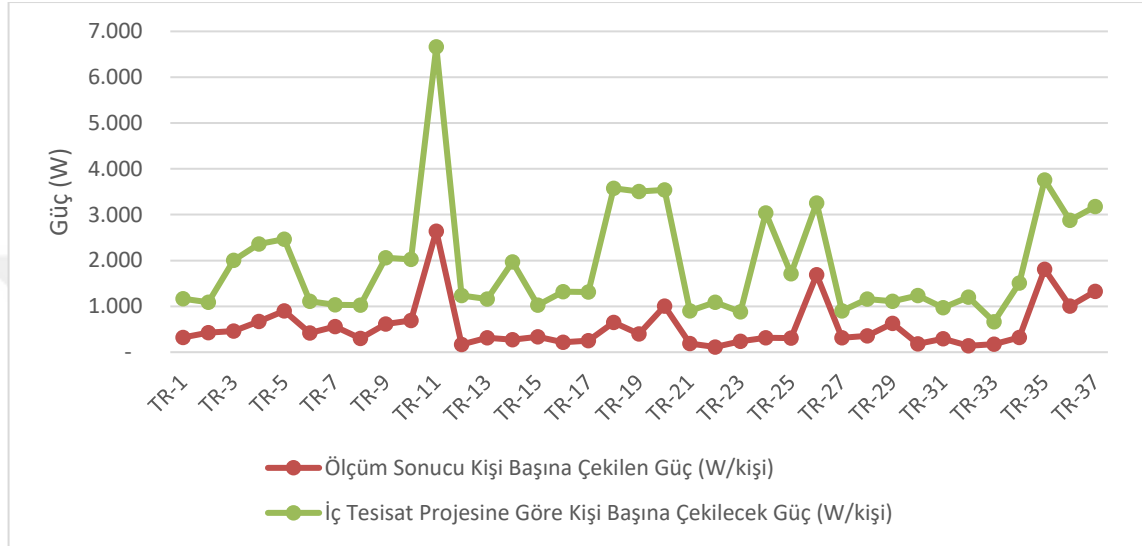
İstanbul Planlana Ajansı tarafından yayımlanan 2022 yılı ortalama hane halkı büyüklüğü verisi kullanılarak bağımsız bölümlerdeki ortalama kişi sayısı belirlenmiştir. İç tesisat projesinde belirlenen güçler ile transformatörlerden çekilen maksimum güçler, transformatörlerden beslenen ortalama kişi sayısına bölünerek ortalama kişi başına çekilen güçler ($W/kişi$) belirlenmiştir. Ortalama kişi başına çekilen yükler Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4. 6 : Kişi başına kullanılan güçler (W/kişi)

İlçe	TR No	Bağımsız Bölüm Sayısı	İlçe Bazında Ortalama Hane Halkı Sayısı	Hesaplanan Kullanıcı Sayısı	Ölçüm Sonucu Kişi Başına Çekilen Güç (W/kişi)	İç Tesisat Projesine Göre Kişi Başına Çekilecek Güç (W/kişi)
Ataşehir	TR-1	312	2,96	924	320	1167
Çekmeköy	TR-2	300	3,22	966	426	1092
Kadıköy	TR-3	231	2,32	536	459	2007
	TR-4	201	2,32	466	668	2363
	TR-5	223	2,32	517	901	2464
	TR-6	496	2,32	1151	422	1109
	TR-7	514	2,32	1192	558	1034
	TR-8	558	2,32	1295	298	1027
	TR-9	260	2,32	603	614	2063
	TR-10	265	2,32	615	690	2024
	TR-11	101	2,32	234	2643	6662
	TR-12	361	2,97	1072	165	1236
	TR-13	371	2,97	1102	315	1160
Kartal	TR-14	216	2,97	642	273	1967
	TR-15	420	2,97	1247	332	1025
	TR-16	322	2,97	956	220	1322
	TR-17	324	2,97	962	250	1314
	TR-18	120	2,97	356	652	3573
	TR-19	120	2,97	356	396	3503
	TR-20	121	2,97	359	1006	3543
	TR-21	300	2,97	891	188	898
	TR-22	247	2,97	734	113	1090
	TR-23	590	3,23	1906	236	883
Pendik	TR-24	120	3,23	388	315	3039
	TR-25	222	3,23	717	305	1709
	TR-26	84	3,23	271	1693	3255
	TR-27	400	3,23	1292	311	899
	TR-28	306	3,52	1077	353	1160
Sancaktepe	TR-29	319	3,52	1123	630	1113
	TR-30	287	3,52	1010	180	1237
	TR-31	563	3,52	1982	296	971
	TR-32	232	3,93	912	143	1203
	TR-33	447	3,93	1757	175	663
Ümraniye	TR-34	218	3,2	698	320	1507
Üsküdar	TR-35	105	2,92	307	1808	3759
	TR-36	131	2,92	383	1006	2880
	TR-37	97	2,92	283	1330	3180

İç tesisat projesindeki güce göre hesaplanan kişi başına çekilecek güç ile transformatörden çekilen fiili güce göre belirlenen kişi başına çekilecek güç arasındaki ilişki Şekil 4.4'te görülmektedir.

Şekil 4. 4. Kişi başına çekilen güç ($W/kişi$)



Şekil 4.4'ten görüleceği üzere, uç değerler dikkate alınmaz ise her iki güç arasında genellikle belirli bir orantı olduğu ve iç tesisat projesine göre hesaplanan güçlerin ölçüm yapılan güçlere göre katbekat yüksek olduğu görülmektedir.

İlçe bazında saha ölçümleri yapılan transformatörlerden alınan veriler ile ortalama hane halkı büyüklüğü verilerine göre belirlediğimiz transformatörlerden beslenen ortalama kişi sayılarına göre verileri tasnif ettiğimizde, ilçe bazında kişi başına ortalama çekilen güç Tablo 4.7'de verilmiştir. İlçeler için alınan veri sayısı çok az olduğu için geneli yansıtmasa da ölçüm yapılan yerler benzer nitelikte seçildiği için, ilçe bazındaki sosyoekonomik farklılıklara göre enerji tüketim değerlerinin de farklı olduğu sonucuna varılabilir.

Tablo 4. 7 : İlçe bazında kişi başına çekilen ortalama güçler (W/kişi)

İlçe	Kişi Başına Ortalama Çekilen Güç (W/kişi)
Ataşehir	320
Çekmeköy	426
Kadıköy	806
Kartal	355
Pendik	572
Sancaktepe	365
Sultanbeyli	159
Ümraniye	320
Üsküdar	1381

4.3.YATIRIM MALİYETLERİ

Dağıtım şebekelerinin projeleri hazırlanırken, proje kapsamında kurulacak teçhizatların miktarları belirlenir, belirlenen miktarlar ile TEDAŞ tarafından ilgili yıl için yayımlanan birim bedeller çarpılarak proje keşif bedeli hesaplanır. Proje keşiflerindeki maliyetleri oluşturan ana unsurlar, transformatör binası, OG hücreler, transformatör, AG dağıtım panosu ve AG-OG kablolarıdır. Maliyet hesabı yapılırken, transformatör binası ve OG hücreler kurulacak tesisin gücüne göre belirlenmediğinden bu ekipmanları sabit bileşen, transformatör, AG dağıtım panosu ve AG-OG kablolar da proje gücüne göre seçildiğinden, değişken bileşen olarak tanımlanmaktadır. Tablo 4.8’de farklı güçlerde kurulacak transformatör merkezlerinin kurulum maliyetleri verilmiştir. Her bir transformatör gücü için toplam yatırım maliyeti hesaplanırken, karşılaştırmayı doğru yapmak adına OG ve AG kabloların uzunlukları sabit tutulmuş, kesitleri ise transformatör gücüne göre belirlenmiştir. Maliyet hesabında TEDAŞ tarafından yayımlanan 2023 Yılı tüm yıl geçerli birim fiyat bedelleri kullanılmıştır (TEDAŞ, 2023).

Tablo 4. 8 : Transformatör merkezi kurulum maliyetleri

Transfor- matör Gücü (kVA)	Sabit Bileşen (TL)		Değişken Bileşen (TL)				Toplam (TL)
	Trans- formatör Binası	OG hücreler	Trans- formatör	AG Dağıtım Panosu	OG Kablolar	AG Kablolar	
250	201.213	305.598	155.193	67.619	202.404	167.628	1.099.655
400	201.213	305.598	191.732	78.151	202.404	335.256	1.314.354
630	201.213	305.598	267.962	132.079	232.062	502.884	1.641.799
800	201.213	305.598	323.992	143.171	232.062	670.512	1.876.549
1000	201.213	305.598	363.972	154.264	232.062	838.140	2.095.249
1250	201.213	305.598	411.463	174.027	320.433	1.005.768	2.418.502
1600	201.213	305.598	490.882	199.084	320.433	1.173.396	2.690.607

Tablo 4.8'den görüldüğü üzere, projedeki transformatör gücü arttıkça dağıtım şebekelerinin ilk kurulum maliyetleri de artmaktadır.

4.4. SAHA SONUÇLARINA GÖRE BELİRLENEN TRANSFORMATÖR GÜÇLERİ

Mevcut dağıtım şebekelerinin projelendirilmesi aşamasında güç yoğunluğu hesapları kullanılmaktadır. Güç yoğunluğu hesabında kişi başına düşen gücün tespit edilmesi gerektiğinden, transformatörlerin alçak gerilim çıkışlarından yapılan saha ölçümleri sonucunda tespit edilen güç değerlerini, transformatörlerden beslenen bağımsız bölüm sayısı ile ortalama hane halkı büyüklüğü verisinin çarpımı sonucunda oluşan değere bölerek ortalama kişi başına tüketilen güç belirlenmiştir.

Eşitlik 1'e göre transformatör gücünü hesapladığımızda, ortalama kişi başına düşen güç ile nüfus sayısı çarpımı transformatörlerden mevcut çekilen yükü vereceğinden, eşitliğe göre yapılan hesap sonucunda, mevcut transformatörden çekilen güçlerin %10 fazlasına tekabül eden bir değer bulunacaktır. Ancak dağıtım şebekelerinin uzun vadedeki enerji ihtiyaçlarını da karşılayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Aksi takdirde bölgede kısa ve orta vadede oluşacak ilave enerji ihtiyaçları karşılanamayacağından ilave yatırımlar yapılması gerekecek ve bu durum bölgenin toplam dağıtım şebekesi yatırım maliyetlerinin artmasına neden olacaktır. Bu nedenle, kısa (1-2 yıl), orta (3-10 yıl) ve uzun (11-20 yıl) vadede gelecek enerji talepleri için de

güç yoğunluğu hesabına göre belirlenen güç kadar ilave kapasite ayrılması gerektiği düşünülmektedir.

Buna göre; inceleme yapılan her bir transformatörden çekilen maksimum güç %10 oranında artırılarak güç yoğunluğu hesabına göre talep gücü belirlenmiş, bu güce aynı miktarda yedek kapasite gücü eklenerek transformatörün besleyeceği bölgenin talep gücü hesaplanmıştır. Hesaplanan talep gücüne göre transformatör gücü belirlenmiştir. Transformatör gücü hesaplanırken güç faktörü 0,99 olarak seçilmiştir.

İnceleme yapılan transformatörlerin mevcut gücü, güç yoğunluğu hesabına göre seçilen transformatörlerin gücü, mevcut ve seçilen transformatörlerin TEDAŞ'ın birim fiyatlarına göre hesaplanan ilk kurulum maliyetleri ve yatırım maliyeti artış oranı Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9' daki veriler incelendiğinde, transformatörlerin çoğunun olması gereken güçten çok daha yüksek güçte seçildiği, bu nedenle ilk kurulum maliyetlerinin de aynı doğrultuda yüksek olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4. 9 : Mevcut ve yeni seçilen transformatör güçlerine göre kurulum maliyetleri

TR No	Mevcut Transformatör Gücü (kVA)	Seçilen Transformatör Gücü (kVA)	Mevcut Transformatöre Göre Yatırım Maliyeti (TL)	Seçilen Transformatöre Göre Oluşacak Yatırım Maliyeti (TL)	Yatırım Maliyeti Artış Oranı (%)
TR-1		800		1.876.549,00	30,26
TR-2		1000		2.095.249,00	22,13
TR-3		630		1.641.799,00	38,98
TR-4		800		1.876.549,00	30,26
TR-5		1250		2.418.502,00	10,11
TR-6		1600		2.690.607,00	0,00
TR-7		1600		2.690.607,00	0,00
TR-8		1600		2.690.607,00	0,00
TR-9		1000		2.095.249,00	22,13
TR-10		1600		2.690.607,00	0,00
TR-11		1600		2.690.607,00	0,00
TR-26		1250		2.418.502,00	10,11
TR-27	1600	1000	2.690.607,00	2.095.249,00	22,13
TR-28	1600	1000	2.690.607,00	2.095.249,00	22,13
TR-31		1600		2.690.607,00	0,00
TR-35		1250		2.418.502,00	10,11
TR-36		1000		2.095.249,00	22,13
TR-37		1000		2.095.249,00	22,13
TR-12		400		1.314.354,00	51,15
TR-13		800		1.876.549,00	30,26
TR-14		400		1.314.354,00	51,15
TR-15		1000		2.095.249,00	22,13
TR-16		1000		2.095.249,00	22,13
TR-17		630		1.641.799,00	38,98
TR-18		1000		2.095.249,00	22,13
TR-19		400		1.314.354,00	51,15
TR-20		800		1.876.549,00	30,26
TR-21	1000	400	2.095.249,00	1.314.354,00	37,27
TR-22	1000	250	2.095.249,00	1.099.655,00	47,52
TR-23		1000		2.095.249,00	22,13
TR-24		400		1.314.354,00	51,15
TR-25		630		1.641.799,00	38,98
TR-29	1600	1600	2.690.607,00	2.690.607,00	0,00
TR-30	1600	400	2.690.607,00	1.314.354,00	51,15
TR-32		1000		2.095.249,00	22,13
TR-33		800		1.876.549,00	30,26
TR-34		630		1.641.799,00	38,98



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR

5.1.SONUÇ

İstanbul Anadolu Yakasının dokuz farklı ilçesinde belirlenen toplam 37 adet transformatörün; tasarımı aşamasında kullanılan iç tesisat proje güçleri, transformatörlerden beslenen bağımsız bölüm sayıları, transformatörlerden beslenen kişi sayıları ve kısa ve uzun dönemli olarak transformatörlerden çekilen maksimum yük değerleri incelenmiştir.

Kısa dönemli yapılan ölçümlerde, 5 farklı ilçede toplam gücü 29200 kVA olan 19 adet transformatör incelenmiştir. Transformatörlerin güç faktörünün $\cos \varphi = 0,99$ olarak seçildiği durumda, toplam transformatör kurulu gücü 28908 kW olmaktadır. Transformatörlerin seçiminde kullanılan iç tesisat projelerindeki toplam güç 22964 kW iken kısa dönemli ölçüm süresince transformatörlerden çekilen toplam maksimum gücün 4890 kW olduğu tespit edilmiştir. Transformatörlerden çekilen toplam maksimum gücü, transformatörlerin toplam gücüne oranladığımızda, transformatörlerin ortalama olarak %17 seviyesinde yüklendiği görülmüştür.

Uzun dönemli yapılan ölçümlerde, 6 farklı ilçede toplam gücü 28800 kVA olan 18 adet transformatör incelenmiştir. Transformatörlerin güç faktörünün $\cos \varphi = 0,99$ olarak seçildiği durumda, toplam transformatör kurulu gücü 28512 kW olmaktadır. Transformatörlerin seçiminde kullanılan iç tesisat projelerindeki toplam güç 21846 kW iken uzun dönemli ölçüm süresince transformatörlerden çekilen toplam maksimum gücün 7825 kW olduğu tespit edilmiştir. Transformatörlerden çekilen toplam maksimum gücü, transformatörlerin toplam gücüne oranladığımızda, transformatörlerin ortalama olarak %27 seviyesinde yüklendiği görülmüştür.

Mesken aboneleri olarak kullanılan yerleşim merkezlerine ait 37 adet transformatörün toplam kurulu gücü 57420 kW, iç tesisat projesindeki güçler toplam 44809 kW ve transformatörlerden çekilen maksimum güç toplam 12716 kW'tır. Transformatörlerin ortalama olarak %22 oranında dolu olduğu, fiili çekilen güçlerin iç tesisat projesindeki güçlere oranının %28 olduğu, bu nedenle transformatör güçlerinin belirlenmesinde kullanılan iç tesisat projesindeki güçlerin transformatörlerden fiili olarak çekilen maksimum güçlere göre ciddi oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde bulunan ve elektrik iç tesisat projesinin

hesaplarında kullanılan eşzamanlılık katsayılarının, yeniden gözden geçirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yapılan saha ölçümlerine göre belirlenen güçlere, ileride gelebilecek güçler de ilave edilerek transformatörlerin olması gereken güç değerleri hesaplanmıştır. Mevcut transformatörlerin ilk kurulum maliyetleri ile yapılan hesaplamalara göre seçilen transformatörlerin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında, yatırım maliyetlerinin daha da düşürülebileceği ve böylelikle oluşan atıl yatırımların daha farklı yerlerde kullanılabilmesi değerlendirilmiştir.

Kısa dönemli ve uzun dönemli ölçüm yapılan transformatörlerden beslenen kullanıcılar benzer özellikte (mesken) seçilmiş ve her iki ölçüm yönteminde de birbirine yakın sayıda transformatörde ölçüm yapılmıştır. Transformatörlerden beslenen bağımsız bölüm sayıları da (kısa dönem-5357, uzun dönem-5147) benzer şekilde birbirine çok yakındır. Kısa dönemli ölçüm sonucunda ortalama transformatör yükü %17 iken, uzun dönemli ölçüm sonucunda ortalama transformatör yüklenme oranı %27 olmaktadır. Tüketiciler açısından elektrik kullanımının mevsimsel olarak değiştiği bilinmektedir. Kısa dönemli ölçümler sonbahar döneminde yapılmış olduğundan yaz ve kış yüklerini içermemektedir. Kısa dönemli ölçümlerdeki yüklenme oranlarının daha düşük çıkması da elektrik kullanımının mevsimsel olarak değiştiğinin göstergesidir.

Çalışma sonunda eşzamanlılık katsayısının tüm ülke genelinde aynı değerde uygulanmasının doğru sonuç vermeyeceği, dolayısıyla eşzamanlılık katsayısının bölgesel olarak belirlenmesinin daha doğru sonuçlar ortaya koyacağı sonucuna varılmıştır. Ayrıca eşzamanlılık katsayılarının fiili güçlere yakın olacak şekilde belirlenebilmesi için, aşağıda belirtilen dört maddenin hassasiyetle dikkate alınması önerilmiştir.

- Dağıtım şebekesi kurulacak bölgeye göre $W/kişi$ veya $W/bölüm$ güçleri doğru olarak belirlenmelidir.
- Elektrik tüketimi üzerinde mevsimsel etkilerin olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Yapı kullanım şekilleri (mesken, ticari yapı, fabrika gibi) tespit edilmelidir.
- Bölgenin sosyoekonomik durumu mutlaka analiz edilmelidir.



EKLER

EK-1

Tablo-1 Transformatörlere ait kısa dönem aylık bazda maksimum ölçüm değerleri

TR No	Ölçüm dönemine ait çekilen maksimum güç (kW)	Aylık bazda çekilen maksimum güçler (kW)			
		Eylül 2023	Ekim 2023	Kasım 2023	Aralık 2023
TR-12	176,89	169,09	172,99	174,94	176,89
TR-13	346,67	166,95	346,67	198,54	226,82
TR-14	175,04	172,02	175,04	170,37	117,09
TR-15	414,35	403,79	405,45	414,35	165,94
TR-16	209,96	205,17	207,56	208,76	209,96
TR-17	240,59	222,81	227,41	240,59	205,15
TR-18	232,28	182,77	232,28	218,45	179,49
TR-19	141,07	124,32	127,77	141,07	131,22
TR-20	361,18	361,18	255,31	289,85	199,38
TR-21	167,12	150,01	129,60	160,69	167,12
TR-22	83,24	75,93	75,01	83,24	74,41
TR-23	449,60	425,08	344,40	417,14	417,97
TR-24	122,13	103,05	99,50	109,08	122,13
TR-25	218,62	190,18	179,38	194,50	218,62
TR-29	707,84	510,45	688,22	705,57	707,84
TR-30	182,16	169,70	181,76	180,17	182,16
TR-32	130,20	123,36	125,67	129,15	130,20
TR-33	308,05	248,00	250,75	283,54	308,05
TR-34	223,49	223,49	203,72	193,54	194,55

EK-2

Tablo-1 Transformatörlere ait uzun dönem aylık bazda maksimum ölçüm değerleri

Yıl	Ay	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4	TR-5	TR-6	TR-7	TR-8	TR-9	TR-10	TR-11	TR-26	TR-27	TR-28	TR-31	TR-35	TR-36	TR-37	
2021	Aralık	160,02	327,587	149,38	125,59	245,82	16,93	249,44	235,4	257,06	216,66	479,93	397,86	399,69	235,11	587,1	425,76	323,63	293,31	
	Ocak	143,82	338,52	246,13	252,25	465,67	369,13	217,43	247,84	285,56	186,09	480,41	458,86	399,69	255,15	481,8	478,2	329,59	330,37	
	Şubat	158,16	359,424	232,25	239,84	252,69	344,26	225,12	243,92	243,92	260,26	186,63	482,3	384,24	225,42	466,46	448,8	320,35	280,34	
	Mart	154,08	320,84	235,92	244,67	252,06	349,22	224,55	237,51	260,08	192,76	524,65	432,89	402,22	286,6	492,44	482,01	324,46	320,6	
	Nisan	137,2	316,394	229,99	205,17	222,96	381,13	333,4	333,4	348,34	216,3	180,63	427,64	304,98	382,02	437,23	383,69	278	258,53	
	Mayıs	134,39	276,478	201,78	215,17	246,33	393,06	295,98	295,98	297,28	244,92	258,25	522,54	283,78	376,9	398,17	402,58	278,88	267,44	
	Haziran	127,05	266,715	195,71	211,71	314,85	409,5	247,11	288,56	288,56	252,93	209,45	528,89	264,72	379,41	384,36	404,55	296,32	250,63	
	Temmuz	125,8	294,215	179,4	208,39	250,3	382,31	292,63	292,63	303,24	251,44	326,75	578,13	274,92	375,46	350,86	426,65	414,64	304,8	275,26
	Ağustos	125,47	321,715	204,68	230,66	283,54	433,38	316,19	334,53	334,53	293,95	279,72	609,78	275,01	378,4	352,59	459,56	513,12	350,34	322,37
	Eylül	125,47	349,215	221,84	227	242,51	430,54	299,71	315,52	298,39	298,39	267,11	589,54	253,87	386,22	327,19	434,39	541,84	307,9	297,72
	Ekim	107,04	376,715	202,1	216,18	207,56	444,4	237,32	264,79	220,73	220,73	233,04	462,85	212,99	377,34	321,96	473,93	286,29	239,15	
	Kasım	157,43	307,515	182,63	220,11	222,18	435,6	210,32	238,62	208,44	208,44	277,88	454,8	268,51	384,17	325,98	417,21	452,99	291,41	236,15
2022	Aralık	177,29	301,412	196,91	236,38	266,04	467,69	219,59	303,42	227,38	293,92	497,36	320,86	382,88	275,22	441,09	491,98	308,91	258,51	
	Ocak	87,13	316,914	217,15	295,78	251,18	485,81	228,09	296,99	314,58	249,74	543,85	338,29	332,17	265,39	324,55	526,88	308,85	288,13	
	Şubat	228,32	359,119	235,48	311,39	260,68	467,22	664,81	301,45	257,44	226,9	557,62	355,9	332,17	325,39	342,6	555,14	326,9	376,28	
	Mart	295,96	369,805	232,49	284,64	246,83	456,42	204,34	287,77	235,19	243,65	519,88	253,84	332,17	380	353,24	525,4	283,08	287,08	
	Nisan	206,99	344,292	226,8	283,23	244,9	427,67	195,68	278,34	238,1	254,76	498,46	246,16	332,17	332,12	353,16	437,86	271,63	271,76	
	Mayıs	153,15	297,258	218,51	275,22	267,07	436,61	224,66	238,52	201,81	345,32	449,18	197,19	332,17	304,51	329,31	414,6	282,62	268,32	
	Haziran	164,42	274,768	201,39	258,58	261,81	431,51	250,84	248,21	250,35	248,21	492,38	264	332,17	330,43	312,37	414,88	319,72	270,62	
	Temmuz	151,5	313,547	219,05	281,81	300,33	452,35	416,75	386,16	370,01	345,96	618,52	354,51	332,17	328,12	369,42	492,82	380,98	362,61	
	Ağustos	230,39	319,742	218,12	287,71	302,95	477,1	388,96	368,74	337,21	424,17	608,98	320,2	332,17	300,23	349,63	508,71	385,21	340,2	
	Eylül	196,77	348,862	216,03	278,63	225,73	452,68	323,73	319,4	315,94	321,66	601,31	312,11	332,17	254,89	310,29	443,42	360,8	280,9	
	Ekim	229,75	331,695	227,55	278,26	329,53	465,46	232,63	252,91	204,67	295,2	406,92	240,68	390,43	310,24	329,71	401,96	301,61	275,04	
	Kasım	211,57	411,749	217,95	285,73	237,25	454,81	231,58	267,59	243,03	264,03	417,49	308,31	390,49	345,32	345,52	441,93	339,73	306,72	
2023	Maksimum Çekilen Güç (kW)	295,96	411,75	246,13	311,39	465,67	485,81	664,81	386,16	370,01	424,17	618,52	458,86	402,22	380,00	587,10	555,14	385,21	376,28	

EK-3

AYEDAŞ Veri Kullanım İzni

İSTANBUL ANADOLU YAKASI
ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.

BAĞLARBAŞI MAHALLESİ REFAHİYEVLER SOK.
NO: 2 / 2 B BLOK MALTEPE İSTANBUL
T 0216 500 64 00
F 0216 500 66 66
ANADOLU KURUMULAR V.D. / 4810445801
MERSİS NO: 0481044580100016
TİCARET SİCİL NO: 533400
www.ayedas.com.tr



05.06.2024

Konu: Şirket Trafolarına Ait Gizli ve Ticari Bilgi Niteliğini Haiz Olmayan Birtakım Verilerin Zeki Baloğlu tarafından "Trafolarının Güç Hesaplamalarının İncelenmesi" Konulu Tez Çalışmasında Anonim Şekilde Kullanılması için İzin Verilmesi Hk.

Sayın İlgili,

İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş. ("Şirket") bünyesinde Yatırım Planlama Takım Yöneticisi olarak görev yapmakta olan Zeki BALOĞLU; Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans yapmakta olduğunu, "Dağıtım Trafolarının Güç Hesaplamalarının İncelenmesi" başlıklı tez çalışmasında kullanmak üzere şirketin kullanımında olan trafoların konumunu, besledikleri binaları vb. coğrafi ve stratejik hiçbir detay belirtmeden trafoların yüklenmesi ile ilgili verileri anılan tez çalışmasında kullanmak istediğini belirterek Şirketimize başvurmuştur.

Çalışan'ın talebi; Şirketimizin tüm etik kurallarına uygun şekilde hareket edilmesi, çalışmalar sırasında Şirket adının kullanılmaması, yürütülen çalışma ile Şirketin ilişkilendirilmesi şeklinde yorumlanabilecek beyanlar ve eylemlerden kaçınılması, çalışmalar için edinilen bilgilerin söz konusu çalışmanın amacı dışında kullanılmaması, bu verilerin çalışmanın amacı ve kapsamı ile bağlantılı ve ölçülü şekilde kullanılması, her ne sebeple olursa olsun edinilen verilerin üçüncü kişilerle paylaşılmaması, çalışma kapsamında kullanılacak tüm verilerin anonim veriler olması ve hiçbir şekilde kişisel veri, ticari sır niteliğinde ticari veri ve stratejik veri içermemesi, çalışma kapsamında edinilen verilerin her ne suretle olursa olsun kendisine veya bir başkasına maddi menfaat sağlama amacı ile kullanılmaması şartıyla Şirketimiz tarafından uygun bulunmuştur. Çalışan tarafından yukarıda anılan yükümlülöklere uygun davranılacağına ilişkin olarak Etik Uygunluk Taahhütnamesi imza altına alınmıştır.

Sonuç olarak Şirketimize ait verilerin; tez çalışmasında kullanılması, Şirketimizin bilgisi dahilinde olup belirlenen şartlar çerçevesinde uygun bulunmuştur.

Saygılarımızla,

Dursun Faruk ÖZTÜRK
Uyum ve Hukuk Başmüşaviri

KAYNAKÇA

- Akbulut, L. (2019). *Elektrik dağıtım şebekesi optimizasyonu*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- AYEDAŞ. (2023). *SCADA verileri*. İstanbul: Enerjisa İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.
- Baloğlu, Z., & Yaşar, C. (2024). Dağıtım transformatörlerinin gücünün belirlenmesinde kullanılan kişi başına düşen gücün incelenmesi. A.E. Gürel, E. Küçükkülahlı ve A. Ergün (Ed.). *5 th International Engineering Research Symposium Proceeding Book*, (s. 1-6). İners. <https://iners.duzce.edu.tr/>
- Brendan, G., & Gerhard, H. (2012). Introduction to industrial control networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(2), (860-880).
- Doğrukan, H., Teke, A., & Sarıbulut, L. (2018). Yüksek verimli transformatörlerin yatırım geri dönüş sürelerinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(1), 107-116.
- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği. (1984, 4 Kasım) *T.C. Resmi Gazete (Sayı 18865)*.
- EPDK. (2023). *Elektrik piyasası sektör raporu*. Ankara: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Erken, F. (2001). *Orta gerilim şebekelerinde reaktif güç kompanzasyonu analizi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Gönen, T. (1986). *Electric power distribution system engineering*. New York, Mcgraw-Hill, Inc.
- Güneş, E. (2019). *Enerji dağıtım sistemleri için tüketicilerin talep faktörünün belirlenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- İstanbul Planlama Ajansı. (2023, Aralık 24). *İlçelere göre ortalama hanehalkı büyüklüğü* Erişim Adresi: <https://data.ibb.gov.tr/dataset/ilce-bazli-ortalama-hane-halki->

buyuklugu.

- Karahan, M. (2014). *Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme için türkiye üzerine bir modelleme.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Konar, E. (2021). *Dağıtım şebekesinde ölçüme dayalı tasarım kriterlerinin belirlenmesi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- McFadyen, S. (2016). *Estimating electrical power demand in buildings.* CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Odabaşı, T. (2011). *Elektrik kuvvetli akım (1) dizayn işlemleri.* TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, (EMO:Ek/2011/8).
- Pansini, A. J. (2007). *Electrical distribution engineering* (3 b.). Florida: Fairmont Press, Inc.
- Schneider Electric. (2024, Ocak 6). Retrieved from: <https://www.se.com/tr/tr/product-range/1460-ion7550-ion7650/#overview>.
- Skagestad, R. (2018). *Electricity demand forecasting with gaussian process regression.* (Unpublished Master's Dissertation). Norwegian University of Science and Technology, Department of Mathematical Sciences, Norway.
- Soyberk, E. (2013). *Enerji dağıtımı dersleri I.* Erişim adresi: <https://gazi.academia.edu/ErsinSoyberk>
- TEDAŞ. (2001). *Şehir şebekeleri OG-AG elektrik projesi yapım esasları el kitabı-5.* Ankara: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. Genel Müdürlüğü Dağıtım Hat ve Şebekeleri Proje ve Tesis Dairesi Başkanlığı.
- TEDAŞ. (2017). *Hermetik tip OG/AG dağıtım güç transformatörleri teknik şartnamesi.* Ankara: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
- TEDAŞ. (2023). *2023 yılı tüm yıl geçerli birim fiyat kitabı.* Ankara: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
- TÜİK. (2023, Aralık 26). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi,* Erişim adresi: <https://nip.tuik.gov.tr/Home/Adnks>.
- Wikipedia. (2024, 25 Nisan). Erişim adresi: <https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>

Yapıcıođlu, F. (2019). *Elektrik dađıtımı yatırım maliyetlerinin dűřürűlmesi için elektrik iç tesisat projesi eř zamanlılık katsayısının optimizasyonu*. (Yayımlanmamıř Yűksek Lisans Tezi). Gazi Őniversitesi, Fen Bilimleri Enstitűsű, Ankara.

Yurdabak, M., & řekkeli, M. (2014). Elektrik dađıtım řebekelerinde scada/dms sistemlerinin incelenmesi ve uygulanması. *Kahramanmarař Sűtű İmam Őniversitesi Műhendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 26-31.



DİZİN

A

Aktif Güç, 13, 21, 22

AYEDAŞ, 14

B

Bağımsız Bölüm, 14, 18, 19, 29, 31, 32,
36, 41, 42

D

Dağıtım Şebekesi, 2, 10, 13, 18, 36

E

Elektrik, İi, 2, 10, 14, 18, 41

G

Gauss, 6

Güç Yoğunluğu, 12, 32, 36

H

Hane Halkı, 19, 32, 36

İ

İç Tesisat, 5, 14, 18, 19, 22, 26, 27, 28,
29, 31, 34, 41

İstanbul, 5, 7, 14, 18, 19, 25, 32, 41

İstanbul Planlana Ajansı, 32

K

Kayıp, 20

Kompanzasyon, 22

M

Mesken, 11, 13, 18

N

Nüfus, 6, 13, 18, 36

R

Reaktif Güç, 21, 22, 23

S

Sanayi, 6

SCADA, 14, 25

Sosyoekonomik, 31, 34, 42

T

TEDAŞ, 9, 35, 37

TEİAŞ, 5

Transformatör, 5, 7, 9, 12, 17, 22, 23,
25, 27, 28, 29, 35, 36, 37, 41, 42

Tüketim, 5, 7, 13, 31, 34

Türkiye, 5, 6, 10, 13

V

Verimlilik, 19, 21

W

Watt, 13

Y

Yapı, 14, 18, 22, 42

Yatırım, 3, 5, 36, 42