



B-GİZLİ

BOĞAZİÇİ  
ELEKTRİK  
DAĞITIMBOĞAZİÇİ ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.  
Genel MüdürlükSayı :  
Konu : Teknik Kayıplar Projesi Kapanışı Hakkında

Çok İvedî

ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURULUNA  
Tarifeler Dairesi Başkanlığı'na  
İşçi Blokları Mah.Muhsin Yazıcıoğlu Cd. No:51/06530  
Yüzüncüyıl / Çankaya / ANKARA  
Tel: 0312 201 41 96 Faks: 031 201 41 50

Elektrik dağıtım şirketleri ile doğalgaz dağıtım şirketlerinin gelir gereksinimleri içerisinde yer alan Ar-Ge giderlerine ilişkin başvuru, onay ve izleme ile proje giderlerinin kapsamı hakkında alınan karar doğrultusunda, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. , Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. ortak proje başvurusu olan, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin proje yürütücüsü olduğu 26/09/2014 tarih ve 58898295-110.05.99 (58135) numara ile onaylanan '*Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi*' projesitamamlanmış olup, ilgili proje sonuç raporu yazımız ekinde yer almaktadır. Bilgilerinize arz ederiz.

*e-imza*  
İlker DURSUN  
Ar-Ge ve İnovasyon Direktörü

*e-imza*  
Mehmet İSLAMOĞLU  
Genel Müdür

EKLER :  
Ek : Proje Sonuç Raporu04/01/2017 İdari Personel  
\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ MühendisA.ŞAHİN  
M.CAN SİNİM

**Evrakı Doğrulamak İçin :** <https://ebys.bedas.com.tr/enVision-Dogrula/BelgeDogrulama.aspx?V=BENFBNYMN> Pin : 19932

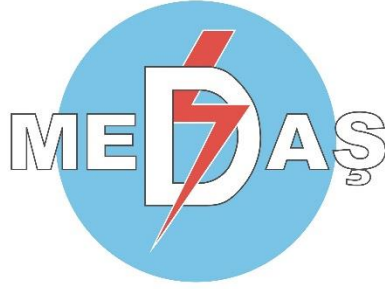


T.C.

ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU



BOĞAZIÇI  
ELEKTRİK  
DAĞITIM



ÇAMLIBEL  
ELEKTRİK  
DAĞITIM

**Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi**

**Proje Dönemi:**

Temmuz 2014

**Ar-Ge Komisyon Karar No ve Tarihi:**

58898295-110.05.99- (EBYS:58115, 26/09/2014)

**Proje Sahibi Şirket:**

Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.

Meram Elektrik Dağıtım A.Ş.

Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş.

**Proje Yürütücüsü:**

Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.

Aralık 2016

ANKARA



## İÇİNDEKİLER

<b>1 PROJE KİMLİK BİLGİLERİ.....</b>	<b>7</b>
<b>2 PROJE ORGANİZASYON ŞEMASI .....</b>	<b>8</b>
<b>3 ÖNSÖZ.....</b>	<b>9</b>
<b>4 PROJE ÖZETİ .....</b>	<b>11</b>
<b>5 GİRİŞ.....</b>	<b>13</b>
5.1 Projenin Amacı.....	15
5.2 Projenin Hedefi.....	18
5.3 Projenin Önemi.....	21
<b>6 PROJEYE İLİŞKİN SORULAR/HİPOTEZLER.....</b>	<b>22</b>
<b>7 LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>23</b>
7.1 Yeniden Yapılandırma.....	23
7.2 Yük Modelleme .....	24
7.3 Yük Sınıflama.....	24
7.4 Dengesizlik .....	24
7.5 Kayıplar .....	25
7.6 Kümeleme.....	25
7.7 Optimal Kapasitör Yerleşimi.....	26
7.8 Transformatör Kayıpları .....	26
<b>8 PROJEYE İLİŞKİN TASARIM, METOT ve PROSEDÜRLER.....</b>	<b>28</b>
<b>9 KISITLAMA ve SINIRLAMALAR .....</b>	<b>32</b>
<b>10 PROJE SÜRECİ.....</b>	<b>33</b>
10.1 Faz I Proje Başlangıç Süreci.....	34
10.1.1 Proje Yönetimi Başlangıç Çalışmaları.....	34
10.1.2 Literatür Taraması Çalışmaları .....	35

10.1.3 Sektör Uygulamaları Çalışmaları.....	36
10.1.4 Eğitim ve Makale Çalışmaları .....	38
10.2 Faz II Metodoloji Geliştirme ve Veri Toplama Süreci.....	39
10.2.1 OG Şebeke Metodoloji Çalışmaları .....	39
10.2.2 AG Şebeke Metodoloji Çalışmaları .....	42
10.2.3 Veri Toplama Çalışmaları.....	45
10.3 Faz III Model Kurma Süreci.....	51
10.3.1 OG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Çalışmaları .....	51
10.3.2 AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Çalışmaları .....	56
10.3.3 Yük Modeli Kurma Çalışmaları.....	63
10.4 Faz IV Model Doğrulama ve Algoritma Geliştirme Süreci .....	64
10.5 Faz V Yazılım Geliştirme Süreci.....	65
10.6 Faz VI Teknik Kayıp Hesaplama Süreci .....	66
10.7 Faz VII Teknik Kayıp Azaltıcı Önlemlerin Çalışılması Süreci.....	68
10.8 Faz VIII Proje Kapanış Süreci.....	70
<b>11 BÜTÇE .....</b>	<b>71</b>
<b>12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....</b>	<b>72</b>
<b>13 REFERANSLAR/KAYNAKLAR/ATIFLAR .....</b>	<b>73</b>
<b>14 EKLER.....</b>	<b>74</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Proje Organizasyon Şeması .....	8
Şekil 2: BEDAŞ ve MEDAŞ Teknik Kayıp Hesaplama Akış Diyagramı .....	28
Şekil 3: ÇEDAŞ Teknik Kayıp Hesaplama Akış Diyagramı .....	30
Şekil 4: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 1 .....	46
Şekil 5: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 2 .....	47
Şekil 6: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 3 .....	47
Şekil 7: Pilot Şebeke Uygulamaları Yazılım Kurulumu - 1 (SmartPOWER Arayüzü).....	48
Şekil 8: Pilot Şebeke Uygulamaları Yazılım Kurulumu - 2 (SmartPOWER Arayüzü).....	48
Şekil 9: Pilot Şebeke Uygulamaları Analizör Sonuç Ekranı (GridVis Arayüzü) .....	49
Şekil 10: Pilot Şebeke Uygulamaları Analizör Sonuç Ekranı (Chouvin Arnoux Arayüzü Dataview).....	50
Şekil 11: BEDAŞ İstanbul (Avrupa Yakası) Şebekesi OG CYME Modeli.....	51
Şekil 12: Hadımköy TM TOKI Fideri OG Şebeke Teknik Kayıp Modeli.....	52
Şekil 13: MEDAŞ Konya OG Şebekesi SINCAL Modeli.....	53
Şekil 14: ÇEDAŞ Sivas OG Şebekesi DIGSILENT Modeli .....	55
Şekil 15: Örnek Nihai AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli.....	59
Şekil 16: Örnek Bağlantısallık Sorunu.....	60
Şekil 17: Örnek Pilot AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli (ÇEDAŞ) .....	62

## TABLO LİSTESİ

No table of figures entries found.

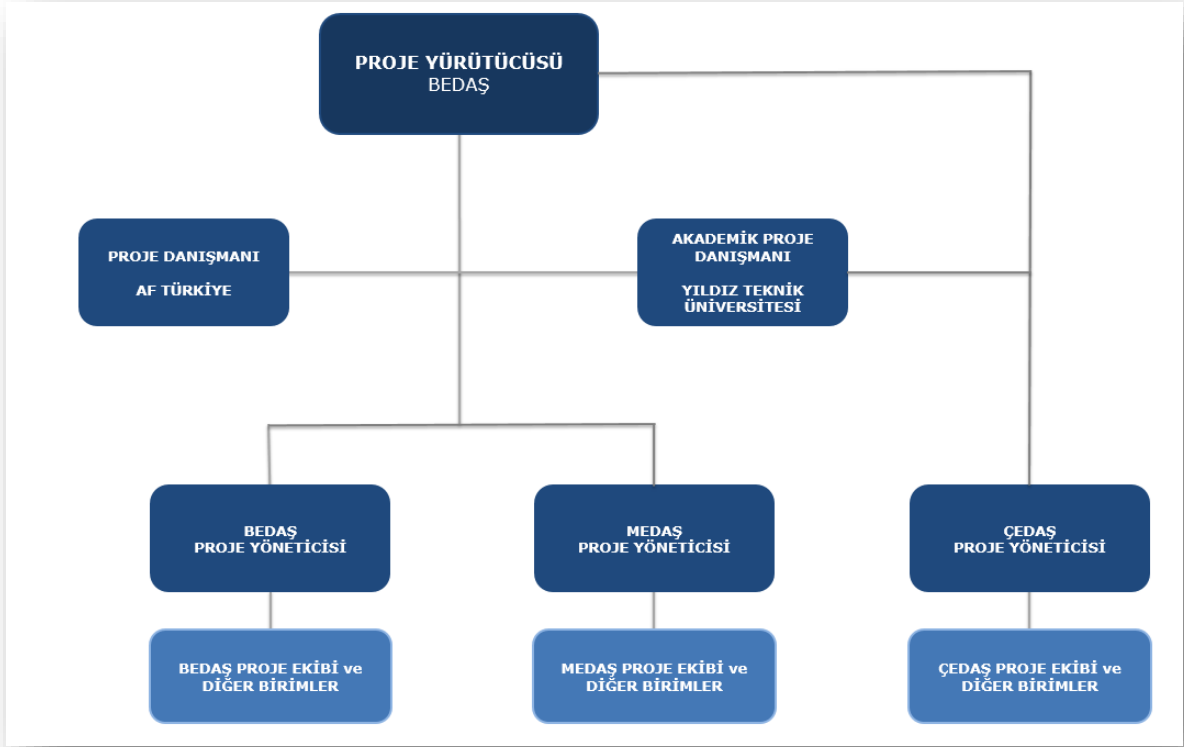
## 1 PROJE KİMLİK BİLGİLERİ

Proje Sahibi:	Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.
	Meram Elektrik Dağıtım A.Ş.
	Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş.
Proje Sahibinin Adresi:	Abdülhakhamit Cad. No:21 34437 Taksim/Beyoğlu/İstanbul
	Sancak Mah. Yeni İstanbul Cad. No:92 42300 Selçuklu/Konya
	Yeşilyurt Mah. Erzincan Karayolu 1. Km No: 2/1, Merkez/Sivas
Proje Adı:	Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi
Proje Bölgesi (Uygulama Yapılan Lokasyon):	Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. Bölgesi
	Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. Bölgesi
	Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş. Bölgesi
Proje Süresi:	20 ay
Ar-Ge Dönemi	Temmuz 2014
Ar-Ge Komisyon Kabul No ve Tarihi:	58898295-110.05.99- (EBYS:58115, 26/09/2014)



## 2 PROJE ORGANİZASYON ŞEMASI

Aşağıdaki şekilde, “Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi” Ar-Ge projesinin organizasyon şeması verilmektedir.



Şekil 1: Proje Organizasyon Şeması

Yukarıdaki şekilden anlaşılacağı üzere, proje yürütücülüğünü Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. gerçekleştirmiştir.

Proje yürütücüsüne bağlı olarak, her bir dağıtım şirketinden ayrı ayrı seçilen proje yöneticileri; proje yöneticilerine ise her bir dağıtım şirketinin proje ekibi (İşbu Ar-Ge projesinde görev alan) ve diğer ilgili birimler yer almaktadır.

Proje kapsamında, BEDAŞ ve MEDAŞ, AF Türkiye ve Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan ekip ile; ÇEDAŞ ise sadece Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan ekip ile çalışmalar yürütmüştür.

### 3 ÖNSÖZ

Bilindiği üzere elektrik enerji sistemleri enerji üretimi, enerji iletimi ve enerji dağıtımı safhalarını içermektedir. Tüm sistem içerisinde elektrik enerjisinin verimli, kaliteli ve sürdürülebilir olması giderek artan bir önem arz etmektedir. Enerji piyasası dikkate alındığında, tüketicilere sürekli, kaliteli ve en ucuz enerji sağlanması dağıtım şirketlerinin temel amacı haline almıştır. Bu unsurların karşılanması (sistemin tanınmasına bağlı olarak) doğrudan sistemin optimum işletimine bağlı durumdadır.

Güç sistemlerinde hem enerji iletimi hem de enerji dağıtımı safhasında kayıplar söz konusu olmaktadır. Teknik ve teknik olmayan kayıplar olarak 2 ana başlık altında incelenen sistem kayıplarında, teknik kayıplar sistemin işletimine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bir güç sisteminin verimli, güvenilir ve sürekli işletimi için kayıpların minimum düzeye indirilmesi, enerji kalitesini bozan parametrelerin belirlenmesi ve bunların ortadan kaldırılması çalışmalarının yapılması kaçınılmazdır. Bu kapsamda yapılacak en önemli çalışmalardan biri de dağıtım sistemi üzerinde teknik kayıpların tespit edilmesi ve bununla ilgili gerekli önlemler alınması çalışmalarıdır. Böylece, teknik kayıpların en aza indirilmesi mümkün olabilecek ve dağıtım sistemi için en ekonomik işletim söz konusu olabilecektir.

“Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi” başlıklı gerçekleştirilen bu proje kapsamında Boğaziçi Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (BEDAŞ), Meram Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (MEDAŞ) ve Çamlıbel Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (ÇEDAŞ) sorumluluğunda bulunan bölgeler üzerindeki teknik kayıpların en doğru tespitine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda teknik kayıpları oluşturan etmenler (modelleme, profil belirleme ve analizlerle) ortaya konulmuştur. Her bir parametrenin teknik kayıplara etkisi incelenmiştir. Sistem üzerinde teknik kayıpların hesaplanmasına olanak sağlayacak altyapı oluşturulmuş ve pilot uygulamalar yapılmıştır.

Proje çıktıları ile BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ sorumluluğundaki bölgeler için daha verimli, kaliteli ve sürekli enerji hedeflerine bir adım daha yaklaşmıştır. Proje kapsamında BEDAŞ ve MEDAŞ sorumluluğundaki orta gerilim (OG) ve alçak gerilim (AG) şebekelere ait genel fotoğraf ortaya konulmuş, sistemin tanınması sağlanmış, şebeke üzerindeki yük profilleri tanımlanmış, kayıplar üzerinde etkisi bulunan ilave parametreler (harmonikler, dengesizlik, güç faktörü vb.) irdelenmiş ve çözüm önerileri (kayıp azaltıcı faaliyetler) getirilmiştir.

Proje sonucunda elde edilen bilgi, birikim ve tecrübe ile teknik kayıpların en aza indirilmesine yönelik yapılabilecek yatırım ve çalışmalar tüm dağıtım sistemleri için örnek teşkil eder niteliktedir. Söz konusu proje çıktıları ile gelecek planlaması daha doğru şekillenecektir.

## 4 PROJE ÖZETİ

Gerçekleştirilen proje ile elektrik dağıtım şebekesi farklı platformlarda olacak şekilde, BEDAŞ için tüm orta gerilim (OG) şebekesi için CYME şebeke analiz yazılımında, tüm alçak gerilim (AG) şebekesi için MATLAB “BEDAŞ AG ŞEBEKE MODELLEME ve ANALİZ ARACI”nda;

MEDAŞ için tüm orta gerilim (OG) şebekesi için SINCAL şebeke analiz yazılımında, tüm alçak gerilim (AG) şebekesi için MATLAB “MEDAŞ AG ŞEBEKE MODELLEME ve ANALİZ ARACI”nda şebeke modelleri oluşturulmuştur.

ÇEDAŞ için orta gerilim (OG) şebekesi için DIGSILENT şebeke analiz yazılımında Master Plan kapsamında oluşturulan şebeke modelleri üzerinden incelenmiştir. Coğrafi bilgi sistemi altyapısı eksikliği nedeniyle AG şebeke altyapısını tam olarak modellemek mümkün olmadığından, AG dağıtım şebekesini olabildiğinde gerçekçi modellemek amacıyla örnek bölgeler belirlenmiştir. Eldeki veriler ve saha çalışmaları sonucu sağlanan bilgiler kullanılarak, seçilen pilot bölgelerdeki AG dağıtım şebekelerinin modelleri DIGSILENT şebeke analiz yazılımında oluşturularak teknik kayıp seviyeleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarının tüm şebekeye yaygınlaştırılması ile ÇEDAŞ dağıtım sistemindeki AG teknik kayıp oranının yaklaşık olarak belirlenmesi sağlanmıştır. CBS altyapısının tamamlanması ile elde edilecek verilerin kullanılması sağlandığında, proje kapsamında oluşturulan altyapı kullanılarak AG şebeke için de daha net sonuçlar elde edilebilecektir.

Şebeke teknik kayıplarının gerçeğe en yakın hassaslıkta hesaplanması için BEDAŞ ve MEDAŞ için coğrafi bilgi sistemi (CBS) verileri (CBS verileri kullanılarak birebir sistem şebeke modeli oluşturulmuştur) , müşteri bilgi sistemi (MBS) verileri (tüketim değerleri), otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) anlık güç verileri, güç faktörü değerleri ve dengesizlik faktörü değerleri dikkate alınarak teknik kayıp hesaplama metodolojisi belirlenmiş ve altyapısı tasarlanmıştır.

ÇEDAŞ için ise dağıtım şebekesi teknik kayıplarının gerçeğe en yakın hassaslıkta hesaplanması için abone bilgi sistemi (Abone.Net) verileri (tüketim değerleri), otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) anlık güç verileri, güç faktörü değerleri, yüklenme profilleri, dengesizlik faktörü değerleri, vs. dikkate alınarak teknik kayıp hesaplama metodolojisi belirlenmiş ve altyapısı tasarlanmıştır.

Teknik kayıpların düşürülmesi için yöntemlerin geliştirilmesi, hesaplama yapılan bölge özelinde ve teknik kayıp miktarının (yüzdesel olarak ağırlıklı ortalamanın) üzerinde olduğu şebekeler için sağlanmıştır.

Yapılan çalışmaların sonucunda, BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ için dağıtım sisteminin eşdeğeri ortaya konmuş ve üzerinde analizlere izin veren bir sistem haline getirilmiştir. Oluşturulan şebeke modeli sayesinde kayıp - kaçak ayrıştırılması ve analizleri statik/dinamik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, şebekeler doğru bir şekilde değerlendirilmekte ve alınacak önlemler bölge özeline evrilerek sistemin optimum kullanımı sağlanmaktadır. Oluşturulan matematiksel şebeke modeli ve analitik yaklaşımlar kullanılarak transformatörlerin yüklenme oranları, teknik kayıplara yük profilinin etkisi, bölgesel ilave transformatör ihtiyacı veya yenilenmesi yapılması gerektiği ve yüklenmenin çok olduğu saat dilimleri gibi bilgilerinde belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Proje boyunca elde edilen sistemin optimum işletilmesine yönelik çıkarımlar, proje süresinin sona ermesi beklenmeden uygulamaya konulmuştur. Yapılan uygulamaların sonucunda, bölgesel olarak kayıp ve kaçağın ayrı ayrı belirlenmesi, müdahaleler ile kaybın en alt düzeye indirilmesi ve bölge özelinde yapılan optimizasyon çalışmaları ile maddi kayıpların önüne geçilmesi sağlanmış ve sağlamaya devam edilmektedir.

## 5 GİRİŞ

Gerçekleştirilen “Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi” projesi ile ülkemiz dağıtım şebekesi için daha önce gerçekleştirilmemiş, hatta AG şebekesi için BEDAŞ ve MEDAŞ şebekesi ölçeğinde bulunan ve dünya dağıtım şebekesi için gerçekleştirilmemiş olan önemli bir çalışma yapılmıştır.

Ülkemiz sınırları dâhilinde yer alan elektrik şebekeleri olmak üzere yapılan ölçümler sonucu belirlenen teknik kayıp oranı yoktur ancak ortalama %6 - %7 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde gerçek zamanlı ölçüm olarak kayıp ve kaçak miktarı birlikte hesaplanmakta (sisteme enerji veren noktalardaki sayaç endekslerinin toplamı ile sistemden enerji alan noktalardaki sayaç endeksleri toplamının farkı) ve bu ölçümü teknik kayıp ve kaçak diye iki gruba ayırmak için herhangi bir sistem veya sistematik bulunmamaktadır.

Söz konusu proje kapsamında veri alınabilir, analiz edilebilir, değerlendirme yapılarak önlemler geliştirilebilir bir dağıtım şebekesi modeli (hem OG, hem de AG) oluşturulmuştur. Böylece güvenli, kaliteli, verimli ve en az maliyetli bir enerjiye sahip dağıtım sistemi hedefi ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Ayrıca sektördeki dağıtım şirketleri teknik performanslarının bir göstergesi olan teknik kayıp oranlarını hesaplamak, kontrol altında tutmak, düşük oranlarda sürdürmek ve azaltmak istemektedirler.

Tamamlanan proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar ile kayıp-kaçak oranları ayrıştırılmakta ve alınacak önlemler ile azaltılmaktadır. Ayrıca, sistemin optimum kullanımı açısından dağıtım şebekesinde transformatörlerin yüklenme oranları, teknik kayıplara yük profilinin etkisi, ilave transformatör ihtiyaçları ve/veya yenilenmesi yapılması gereken transformatörler ve yüklenmenin çok olduğu saat dilimleri gibi bilgilerin belirlenmesini sağlamaktadır.

Teknik kaybı azaltıcı başlıca önlemler olarak, planlama kriterlerinin hazırlanması, Master Planlama yapılması ve şebekenin modernizasyonu (SCADA/DMS/OMS sistemlerinin kurulması) sıralanabilir.

Proje neticesinde belirlenmesi ve azaltılması hedeflenen teknik kayıplar/kaçaklar ile dağıtım şebekesinin uluslararası kalite standartlarına ulaşması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, teknik kayıp oranı iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Projenin

gerçekleştirilmesi, konu ile ilgili ülkemizde yeterli çalışma yapılmamış olan dağıtım sektörü için örnek teşkil etmektedir. Bunun yanında, projenin tüm süreçleri dağıtım sektörü için önemli bilgi birikimi, yetişmiş insan gücü ve teknik altyapı oluşmasına katkı sağlamıştır.

Proje başlangıcında, elektrik dağıtım sektöründe teknik kayıp oranlarının doğru bir şekilde hesaplanması ile ilgili net bir metodolojinin eksikliği dikkat çekmektedir. Bu proje kapsamında, Türkiye'deki tüm dağıtım şirketlerine uygulanabilir bir yöntemin geliştirilmesi, şirketlerin teknik kayıp oranlarını ve neden olan etmenler ile ilgili bilgi sahibi olunmasına yönelik detaylı çalışmalar yapılmış ve raporlanmıştır. Bu noktada konunun sektör açısından önemine binaen şu bilgiyi not etmekte fayda vardır: Yılda yaklaşık 2 milyar TL elektrik satış cirosu olan bir elektrik dağıtım bölgesinde teknik kayıpların % 1 oranında düşürülmesiyle sağlanacak kazanç yıllık 20 milyon TL civarında olacaktır.

Sektöre ve Türkiye ekonomisine büyük katkı sağlayacak bu projede; yine Türkiye şartları ve dağıtım şirketlerinin özel durumlarının analiz edilmesi ile yeni bir teknik kayıp hesaplama metodolojisinin ortaya konulması ve teknik kayıp sebepleri incelenmiştir. İnceleme sonuçlarına binaen kayıp azaltıcı yeni süreçler tasarlanmış ve bölgesel olarak fiiliyata geçirilmiş ve uygulamanın yaygınlaştırılması çalışmaları için altyapı oluşturulmuştur.

Proje kapsamında hazırlanan işbu sonuç raporunun EPDK aracılığı ile diğer dağıtım şirketleri ile paylaşılması halinde projenin oluşturduğu katma değer ülke geneline yaygınlaşacaktır.

Gerçekleştirilen çalışma ve sonuçlarının ilgili konferans, dergi ve sektör toplantılarında paylaşılmış ve ülkemiz açısından oluşacak katkının sektör, bilim dünyası ve halkımız için daha da yaygınlaşması sağlanmaya çalışılmıştır.

## 5.1 Projenin Amacı

Proje başlangıcında belirlenen proje genel amaçları ve bu amaçlar ile ilgili proje sonunda gelinen durum bu bölümde belirtilmektedir. Her proje genel amaçlarından sonra gelinen son durum belirtilmiştir.

**Amaç 1:** Bugüne kadar gerçekleştirilmemiş bir şekilde, sistem verilerini ve şebeke modellerini kullanarak kayıp değerlerini belirlemek, bu konuda süren tartışmaları sona erdirmek ve kayıpların önlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalara sağlam bir temel oluşturmak.

**Son Durum:** Teknik kayıpların hesaplamasına yönelik hazırlanan altyapıda, temel olarak coğrafi bilgi sistemi (CBS), müşteri bilgi sistemi (MBS) ve otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri kullanılmaktadır. Belli ülkelerin dağıtım şebekelerinde, belirtilen veriler kullanılarak şebeke analiz yazılımları üzerinde orta gerilim (OG) şebeke modelleri oluşturulmaktadır. AG şebekelerde ise varsayımlar ve pilot çalışmalar ile küçük bir bölgede yapılan çalışmalar, parametrik olarak tüm AG şebekeye yansıtılmaktadır. BEDAŞ özelinde ise OG seviyesinde CYME şebeke analiz yazılımı üzerinde, MEDAŞ özelinde OG seviyesinde SINCAL şebeke analiz yazılımı üzerinde ve ÇEDAŞ özelinde OG seviyesinde DIGSILENT şebeke analiz yazılımı üzerinde Master Plan kapsamında oluşturulan şebeke modellerinde TEİAŞ çıkışı fider bazlı olarak yük akışı analizlerine dayanan teknik kayıp hesapları yapılmaktadır.

Ayrıca özellikle AG şebekelerde ise bugüne kadar hiç gerçekleştirilmemiş bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem için, MATLAB üzerinde hem BEDAŞ, hem de MEDAŞ için “AG ŞEBEKE MODELLEME ve ANALİZ ARACI” geliştirilmiştir. Geliştirilen bu araç sayesinde hem CBS’deki AG şebekelerdeki konnektivite kontrol edilmekte, hem de konnektivite sorunları giderilen AG şebekeler bu araç üzerinde birebir modellenmektedir. Modellenen şebekeler üzerinde de MBS verileri (tüketim değerleri) kullanılarak teknik kayıp analizleri gerçekleştirilmektedir.

ÇEDAŞ AG şebekelerde ise CBS eksikliği nedeniyle, ÇEDAŞ sistemini örnekleyebilecek pilot bölgeler seçilerek elde edilen sonuçlar tüm sistem için yaygınlaştırılarak kullanılmıştır. Modellenen şebekeler üzerinde de OSOS ve Abone.Net verileri (tüketim değerleri) kullanılarak teknik kayıp analizleri gerçekleştirilmektedir. İlerleyen dönemde gerek CBS, gerekse OSOS altyapısının gelişmesi ile daha doğru sonuçların alınmasını sağlayacak altyapı oluşturma çalışmaları yürütülmüştür.



Sonuç olarak, BEDAŞ ve MEDAŞ dağıtım şebekesi için coğrafi bilgi sistemi (CBS), müşteri bilgi sistemi (MBS) ve otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri kullanılarak hem OG şebekede, hem de AG şebekede teknik kayıp hesaplama altyapısı kurulmuştur. Ayrıca verilerden kaynaklanan sorunların giderilmesine müteakip bölgelerin hem OG, hem de AG teknik kayıp hesaplamaları yapılmaktadır.

ÇEDAŞ dağıtım şebekesi için abone bilgi sistemi (Abone.Net) ve otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri kullanılarak hem OG şebekede, hem de AG şebekede teknik kayıp hesaplama altyapısı kurulmuştur. Ayrıca verilerden kaynaklanan sorunların giderilmesine müteakip bölgelerin hem OG, hem de AG teknik kayıp hesaplamaları yapılmaktadır.

**Amaç 2:** Dağıtım sistemindeki teknik kayıplar ile kaçığı ayrıştırılabilmek.

**Son Durum:** Teknik kayıp hesaplamaları OG şebekelerde fider bazlı, AG şebekelerde ise transformatör bazlı yapılmaktadır. Dolayısıyla, teknik kayıplar ile kaçığı ayrıştırılmak istenen bölgeler belirlenerek, bu bölgelerin teknik kayıp hesaplaması (OG ve AG) yapıldıktan sonra bölgenin tüketim değerleri (fider başı sayaç verileri) karşılaştırılmak suretiyle ayrıştırma yapılabilmektedir. ÇEDAŞ OG şebekesinin modeli dinamik olarak çalıştırılıp teknik kayıp değerleri istenen periyotlar için anlık olarak yapılabilmektedir.

Sonuç olarak, teknik kayıp ve kaçığı ayrıştırılan ve kaçık miktarı fazla olan bölgelerde etkin kaçık önleme çalışmaları yapılmaktadır.

**Amaç 3:** Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketlerinin teknik kayıplarının hesaplamasına yönelik genel bir yöntemle, şebeke verimlilikleri ile ilgili farkındalık yaratmak.

**Son Durum:** Özellikle projenin sonucunda sağlanan altyapı sayesinde teknik kayıp ile kaçığın ayrıştırılması sonucunda kaçıkların önlenmesine yönelik etkin çalışmalar ve bu projenin çıktılarının diğer dağıtım şirketleri ile paylaşılması günümüzde yurtdışı dağıtım şirketlerinde de önemlilik arz eden şebeke verimliliği konusunda farkındalık yaratacaktır.

**Amaç 4:** Sistem modeli ve analitik yaklaşımlar kullanılarak teknik kayıpların ve kaçığın yoğun olduğu bölgeleri belirlemek.

**Son Durum:** Şebeke teknik kayıpları, hem OG şebekede, hem de AG şebekede analitik yaklaşımlar kullanılarak dinamik olarak hesaplanmaktadır. Dolayısıyla, hesaplamaları tamamlanan şebekeler, yıllık, mevsimsel, aylık gibi dönemler için, CBS ile birleştirilerek coğrafi olarak teknik kayıp ve kaçık yoğunluk bölgeleri oluşturulmaktadır.

**Amaç 5:** Şebekede, teknik kayıp ve kaçağın yoğun olduğu bölgeler için alınabilecek önlemleri belirlemek.

**Son Durum:** Teknik kayıp ve kaçak yoğunluk bölgeleri üzerinden, hem bölgelerin coğrafi özelliklerine, hem de kullanıcı gruplarına yönelik etkin önlemler belirlenmektedir.

**Amaç 6:** Teknik kayıpların düşürülmesi için şebekenin optimum yüklenme kriterlerini belirlemek.

**Son Durum:** Teknik kayıpların düşürülmesi için transformatörlerde optimum %40-%60 arasında yükleme kriteri belirlenmiştir. Ayrıca teknik kayıp oranı, şebekenin ağırlıklı teknik kayıp ortalamasından yüksek olan transformatörler özelinde detaylı optimizasyon çalışması yapılmaktadır.

**Amaç 7:** Enerji Dağıtım Sistemini uluslararası eşdeğerleri ile benzer standartlara getirmek.

**Son Durum:** İleri düzeydeki dağıtım şirketlerinin en önemli özelliklerinden biri de şebeke verimliliğidir. Bunun yolu sistemi izlenebilir, ölçülebilir, modellenip analiz edilebilir bir seviyeye getirmektir. Gerçekleştirilen proje ile şebeke verimliliği açısından önemli bir ilerleme kaydedilmiştir. Ayrıca şebekenin teknik kayıp parametresi hesaplanarak ve bölge özelinde gerekli aksiyonları alarak, Türkiye'deki dağıtım şirketleri uluslararası dağıtım şirketleri ile karşılaştırılabilir bir düzeye getirilmiştir.

**Amaç 8:** Teknik kayıp azaltma odaklı süreç yönetimlerini elektrik dağıtım şirketlerinde yerleştirilmesini sağlamak.

**Son Durum:** Elektrik dağıtım şirketlerinin en önemli amaçlarından birisi şebeke verimliliğidir. Şebeke verimliliğini kendisine amaç edinen BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ proje çıktılarında sağlanan verimlilik kazanımlarını ilgili süreçlerine dâhil ederek, şebekenin verimliliğini üst düzeye çıkarmak için detaylı çalışmalar gerçekleştirmektedir.

**Amaç 9:** Şebeke teknik kayıplarının azaltılması ile artacak şebeke işletim verimliliği sayesinde sektör ve Türkiye ekonomisine katkıda bulunmak.

**Son Durum:** Şebeke teknik kayıplarının bölgesel olarak tespit edilmesi ve bölge özelinde tespit edilen yöntemler ile etkin bir şekilde şebeke verimliliği artırılmaktadır. Şebeke işletim verimliliğinin artırılmasının doğal bir sonucu olarak da sektör ve Türkiye ekonomisi pozitif etkilenmektedir.

## 5.2 Projenin Hedefi

Proje başlangıcında gerçekleştirilmesi planlanan hedefler ve projenin sonunda hedefler ile ilgili gelinen son durum bu bölümde belirtilmektedir.

**Hedef 1:** Bugüne kadar yapılmamış bir şekilde, sistem verileri ve şebeke modellerini kullanarak kayıp değerlerini ve bunların kayıp kaynakları arasındaki dağılımını hesaplayarak bu konuda süren tartışmaları sona erdirmek ve kayıpların önlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalara sağlam bir temel oluşturmak.

**Son Durum:** Teknik kayıpların hesaplamasına yönelik hazırlanan altyapıda, temel olarak BEDAŞ ve MEDAŞ için coğrafi bilgi sistemi (CBS), müşteri bilgi sistemi (MBS) ve otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri; ÇEDAŞ için abone bilgi sistemi (Abone.net) ve otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS) verileri kullanılmaktadır.

Orta gerilim (OG) şebekesinde teknik kayıpların hesaplanması için BEDAŞ'ta CYME şebeke analiz yazılımı üzerinde; MEDAŞ'ta SINCAL şebeke analiz yazılımı üzerinde; ÇEDAŞ'ta DIGSILENT şebeke analiz yazılımı üzerinde Master Plan kapsamında oluşturulan şebeke modellerinde TEİAŞ çıkışı fider bazlı olarak yük akışı analizlerine dayanan teknik kayıp hesapları yapılmaktadır.

BEDAŞ ve MEDAŞ'ta alçak gerilim (AG) şebekesinde teknik kayıpların hesaplanması için MATLAB üzerinde "AG ŞEBEKE MODELLEME ve ANALİZ ARACI" geliştirilmiştir. Geliştirilen bu araç sayesinde hem CBS'deki AG şebekelerdeki konnektivite kontrol edilmekte, hem de konnektivite sorunları giderilen AG şebekeler bu araç üzerinde birebir modellenmektedir. Modellenen şebekeler üzerinde de MBS verileri (tüketim değerleri) kullanılarak teknik kayıp analizleri gerçekleştirilmektedir.

ÇEDAŞ AG şebekelerde ise varsayımlar ve pilot çalışmalar ile pilot bölgelerde çalışma yapılmış ve elde edilen sonuçlar sisteme yaygınlaştırılmıştır. Modellenen şebekeler üzerinde OSOS ve Abone.Net verileri (tüketim değerleri) kullanılarak teknik kayıp analizleri gerçekleştirilmektedir.

Bölgesel ve zamansal olarak hesaplanabilen teknik kayıp sonuçlarına göre bölge özelinde etkin teknik kayıp azaltıcı yöntemler belirlenmiş olup, teknik kayıp oranının en fazla olan bölgelerde öncelikli olarak uygulanmaya başlanmıştır.

**Hedef 2:** Türkiye'deki elektrik dağıtım şirketlerinin teknik kayıplarının hesaplamasına yönelik genel bir yöntemle; şebeke verimlilikleri ile ilgili farkındalık yaratmak.

**Son Durum:** Çalışma kapsamında yapılan çalışmaların çıktısı olan raporların diğer dağıtım şirketleriyle paylaşılması, gerekli farkındalığın oluşmasında faydalı olacaktır.

**Hedef 3:** Kayıp - kaçağın doğru tespiti, ayrıştırılması ve azaltılması.

**Son Durum:** Proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda, mevcut sistem veri altyapısı kullanılarak oluşturulabilecek en doğru teknik kayıp hesaplama altyapısı oluşturulmuştur. Oluşturulan altyapı sayesinde OG ve AG şebekede istenilen bölgelerde hesaplama yapılmaktadır. Dolayısıyla, hesaplama yapılan bu bölgelerde teknik kayıp ve kaçak ayrıştırılması gerçekleştirilebilmektedir. Sonuç olarak, kayıp ve kaçağı ayrıştırılan bölgelerde kayıpların azaltılmasına yönelik daha etkin çalışmalar yapılmaktadır.

**Hedef 4:** Dağıtım şebekesinin optimum yüklenme durumlarında işletilmesi.

**Son Durum:** OG şebekesinde optimum yüklenmenin sağlanması için primer şebekelerde (OG ana şebekelerde) mümkün olduğu kadar fiderler aynı oranda yüklenmeye çalışılmaktadır. Sekonder şebekelerde (OG tali şebekelerde) ise teknik kayıp analiz sonuçlarına bağlı olarak açık nokta optimizasyonu yapılmaktadır. Yani teknik kayıp oranı en düşük olacak şekilde, ring üzerinde normal işletme durumunda açık (NİA) olması gereken manevra noktaları tespit edilmektedir.

AG şebekelerde ise transformatörlerin %40 - %60 bandında yüklenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca AG şebekede yük bölme çalışmaları ve yük dengesizliği olan bölgelerde faz değişim çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

**Hedef 5:** Dağıtım sektöründe meydana gelen önemli miktardaki maddi kayıpların önüne geçilmesi ve elektrik enerjisinin çok daha verimli kullanılmasının sağlanması.

**Son Durum:** Şebeke kayıplarının doğru bir şekilde analiz edilmesi ve bu bölgelerde etkin kayıp önleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi şebeke verimliliğini artırmaktadır. Şebeke verimliliğinin artırılması demek, maddi kayıpların azaltılması ve elektrik enerjisinin daha verimli kullanılması demektir.

**Hedef 6:** Sektör için önemli bilgi birikimi, yetişmiş insan gücü ve teknik altyapı oluşturulması.

**Son Durum:** Proje çalışmalarında yer alan tüm dağıtım şirketi çalışanları için projenin her aşaması önemli bir tecrübe olmuş ve konu hakkında ileri seviyede hâkimiyet sağlanmıştır. Ayrıca proje çalışmalarının çıktısı olan raporların sektör ile paylaşılması, sektörün konu hakkında bilgi birikimini artırmasında önemli rol oynayacaktır.

**Hedef 7:** Teknik kayıp hesaplarının, elektrik dağıtım şirketlerince farklı dönemlerde güncellenmesi ile ilgili bilgi ve birikim aktarımı.

**Son Durum:** Proje hedefleri doğrultusunda, oluşturulan altyapı çalışmaların periyodik olarak yenilenmesine, güncellenmesine ve geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

**Hedef 8:** Dağıtım şirketlerinin verimliliğinin ve rekabet gücünün artırılması.

**Son Durum:** Şebeke kayıplarının azaltılması, şebeke verimliliğinin artırılması demektir. Dolayısıyla, artan şebeke verimliliği sayesinde şebekesi verimli olan şirketlerin rekabet gücü artmaktadır.

**Hedef 9:** Şebeke teknik kayıplarının azaltılması ile artacak şebeke işletim verimliliği sayesinde sektör ve Türkiye ekonomisine katkıda bulunulması.

**Son Durum:** Şebeke teknik kayıplarının azaltılmasının yanında, şebeke teknik olmayan kayıplarının giderilmesine yönelik yapılan çalışmalar daha etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Dolayısıyla, şebeke kayıpların azaltılmasıyla hem şebeke verimliliği artmakta, hem de Türkiye ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

### 5.3 Projenin Önemi

Enerjinin verimli ve kaliteli bir biçimde dağıtılması/kullanılması sadece ülkemizin değil, dünyanın da üzerinde çalıştığı en önemli konu başlıklarından biridir. Gerçekleştirilen proje ile ülkemizde elektrik enerjisinin gelişmiş ülkeler seviyesinde verimli ve kaliteli olarak dağıtılması/kullanılmasına yönelik katkı sağlayan bir altyapı hazırlanmıştır. Hazırlanan altyapı kullanılarak, iyileştirme yapılacak bölgelerde etkin yöntemlerle detaylı çalışmalar yürütülmektedir.

Projenin her safhasında kazanılmış olan bilgi birikimi, deneyim, yetişmiş insan gücü, teknik altyapı ve analiz becerisi BEDAŞ, MEDAŞ, ÇEDAŞ ve ülkemiz için verimlilik ile rekabet gücünün artmasına katkı sağlamış ve sağlamaya devam edecektir.

Kayıp - kaçağın doğru tespiti ve doğru tespitine müteakip etkin azaltma yöntemlerinin uygulanması, dağıtım sisteminin optimum kullanılması, transformatörlerin yüklenme oranları, teknik kayıplara yük profilinin etkisi, ilave transformatör ihtiyaçlarının ve/veya yenileme ihtiyaçlarının belirlenmesi ve yüklenmenin çok olduğu saat dilimlerinin belirlenmesi gibi bilgiler BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ'ın rekabet gücüne katkıda bulunmaktadır.

BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ'ın proje kapsamında elde ettiği teknik, yönetsel ve ekonomik değerler, gelecekte yapılması planlanan projeler için cesaret vermekte, Ar-Ge'ye verilen önemin artmasını sağlamaktadır.

Proje sonunda elde edilen temel çıktılar;

- Dağıtım şebekesine ait modelleme,
- Alçak gerilim yük modelleri ve sınıflandırma,
- Elektrik dağıtım şebekeleri teknik kayıp hesaplama aracı ve metodolojisi,
- Teknik kayıp hesaplama veri seti tanımlamaları,
- Teknik kayıp hesaplama yazılımı/modeli,
- Elektrik dağıtım şebekeleri teknik kayıpların azaltılmasına yönelik çözümler

olarak sıralanmaktadır.

## 6 PROJEYE İLİŞKİN SORULAR/HİPOTEZLER

- Dağıtım şebekesi teknik kayıpları genel olarak hat ve transformatör kayıplarından meydana gelmektedir.
- Hat kayıpları, OG ve AG hatlarına ait kayıplardan oluşmaktadır.
- Dağıtım şebekesinde transformatör kayıpları, baskın (etkin biçimde) bulunmaktadır.
- Dağıtım transformatörlerinin yüklenme koşulları transformatör kayıplarına etkili olmaktadır.
- Dağıtım şebekesinde transformatörler kayıplar bakımından farklı tipte/seviyelerde olmaktadır.
- Alınan enerji ile satılan enerji arasındaki fark, o sisteme ait toplam (teknik olan ve olmayan) kayıpları vermektedir.
- AG kayıpları toplam kayıplar içerisinde OG kayıplarına oranla daha fazladır.
- OG şebekesine ait modellemenin çözünürlüğü AG şebekesinin çözünürlüğünden fazladır. (Proje kapsamında, BEDAŞ ve MEDAŞ için aynı çözünürlüğe getirilmiştir, ÇEDAŞ için getirilmeye çalışılmıştır.) .
- Dağıtım şebekesine bağlı yük profilleri mevsimsel olarak değişmektedir.
- Teknik kayıplara, OG ve AG'deki harmonik bileşenleri, güç faktörü, dengesizlik, ek geçişleri vb. etkili olmaktadır.

## 7 LİTERATÜR TARAMASI

“Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi” isimli Ar-Ge projesinin metodoloji belirleme çalışmaları kapsamında, Yeniden yapılandırma, Yük modelleme, Yük sınıflandırma, Dengesizlik, Kayıplar, Kümeleme, Optimal kapasitör yerleşimi, Transformatör kayıpları ile ilgili başlıklarda elektrik dağıtım şebekesi teknik kayıplarının hesaplanmasına yönelik literatür taraması yapılmış, 56 adet makale incelenmiş ve bu makalelere ait özet bilgiler hazırlanmıştır.

Literatür taramasına ait kısa bilgiler başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

### 7.1 Yeniden Yapılandırma

İncelenen "Minimum Loss Network Reconfiguration Using Mixed-Integer Convex Programming [1]", "A New Heuristic Reconfiguration Algorithm for Large Distribution Systems [2]", "Minimum-loss Network Reconfiguration: A Minimum Spanning Tree Problem[3]", "Adaptive Hybrid Genetic Algorithm for Technical Loss Reduction in Distribution Networks Under Variable Demands [4]" isimli makalelerde dağıtım sisteminin yeniden yapılandırılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Mixed-integer convex programming, Genetik algoritma gibi farklı algoritma/optimizasyon/program yöntemleri kullanılarak yapılan yeniden yapılandırma sonucunda dağıtım sisteminde meydana gelen teknik kayıplarda azalma olduğu görülmüştür.



## 7.2 Yük Modelleme

Yük modelleme ile ilgili incelenen "A Load Modeling Algorithm for Distribution System State Estimation [5]", "Multi-State Load Models for Distribution System Analysis [6]", "Load models effects on distribution system losses estimation: A numerical study [7]", "Dynamic load modelling based on measurements in medium voltage distribution network [8]", "Load modeling at electric power distribution substations using dynamic load parameters estimation [9]", "Load modeling for wide area power system [10]", "Impact of Load Modeling in Distribution State Estimation [11]", isimli makalelerde farklı algoritmalar kullanılarak yük modelleri (ZIP model, dinamik model vb.) oluşturulmuştur. Yüklerin endüstriyel, ticari ve konut olarak sınıflandırıldığı, yük profillerinin mevsimsel (sonbahar/ilkbahar, yaz, kış) değişime ve kullanım durumuna (hafta içi, hafta sonu) göre oluşturulduğu görülmüştür. Dağıtım sisteminde yapılan ölçüm sonuçlarına göre oluşturulan yük modellerinin daha doğru sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

## 7.3 Yük Sınıflama

Yük sınıflandırma ile ilgili yapılan, "Load estimation for distribution systems using clustering techniques [12]", "Customer and TDLP (Typical Daily Load Profile) Generation Using the Clustering Algorithm [13]", "Electrical Load Profile Analysis and Peak Load Assessment using Clustering Technique [14]", "Analysis of Clustering Techniques on Load Profiles for Electrical Distribution [15]" isimli çalışmalarda, K-Means kümeleme (clustering) yöntemi kullanılarak yük tahmini için önemli olan yük modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan yük modelleri, dağıtım sisteminde yüklenme durumunu incelemeye, kayıp analizinde, sistemin güç planlanmasında kullanılmıştır.

## 7.4 Dengesizlik

Literatürde dağıtım sistemindeki dengesizlik ile ilgili yapılan, "Feeder Reconfiguration for Loss Reduction in Unbalanced Distribution System Using Genetic Algorithm [16]", "The Unbalanced Load Cost on Transformer Losses at a Distribution System [17]", "A Simple Method for Feeder Reconfiguration of Balanced and Unbalanced Distribution Systems for Loss Minimization [18]", "Evaluation of Distribution System Losses due to Load Unbalance [19]", "A Simple Active Loss Allocation Algorithm for an Unbalanced Radial Distribution System [20]" isimli makalelerde, dağıtım sistemindeki dengesizliklerin kayıpların artmasına neden

olduğu görülmüş, bu kayıp artışını azaltmak için dağıtım sistemindeki fiderlerin yeniden düzenlenmesi/yapılandırılmasının gerektiği belirtilmiştir.

## 7.5 Kayıplar

Dağıtım sisteminde meydana gelen kayıplar ile ilgili yapılan, "Loss reduction experiences in electric power distribution companies of Iran [21]", "A New Method For The Computation of Technical Losses In Electrical Power Distribution Systems [22]", "A Model for Calculating Technical Losses in the Secondary Energy Distribution Network [23]", "Loss minimization techniques used in distribution network: bibliographical survey [24]", "Loss Assessment in a Low-Voltage Distribution System [25]", "The Loss That is Unknown is No Loss At All: A Top-Down/Bottom-Up Approach for Estimating Distribution Losses [26]" isimli çalışmalarda, kayıplar teknik ve teknik olmayan kayıplar olarak iki başlık altında incelenmiştir. Teknik kayıpların, orta gerilim ve alçak gerilim hatlarındaki omik kayıplar, transformatörlerin yükte ve boшта kayıpları, bağlantı ekipmanlarındaki kayıplar, izolatör kayıpları, sayaç kayıpları vb. meydana geldiği belirtilmiştir. Teknik olmayan kayıpların ise kaçak elektrik kullanımı (elektrik hırsızlığı), ölçüm hataları, hatalı sayaç okuma, ölçülmeyen yükler ve ödenmeyen faturalar, gevşek bağlantılar, alınan ve satılan enerjinin hesaplanmasındaki hatalar olarak belirtilmiştir. Kayıpları azaltma yöntemi olarak kompanzasyon tesisi kurulması, fider/şebeke yeniden yapılandırılması, dağıtık üretim sistemlerinden faydalanılması gibi önerilerde bulunmaktadır.

## 7.6 Kümeleme

Literatürde kümeleme ile ilgili yapılan, "A Review of Electricity Load Profile Classification Methods [27]", "Application of the K-means Clustering Algorithm to Predict Load Shedding of the Southern Electrical Grid of Libya [28]", "Chronological Categorization and Decomposition of Customer Loads [29]", "Comparisons Among Clustering Techniques for Electricity Customer Classification [30]", "Customer Classification and Load Profiling Method for Distribution Systems [31]", "Typical Load Profiles in the Smart Grid Context – A Clustering Methods Comparison [32]", "Comparative Analysis of K-Means and Fuzzy C Means Algorithms [33]", isimli çalışmalarda, Hierarchical, K-Means, Follow The Leader, Fuzzy K-Means, Fuzzy Classification, Complete-link (CL), Averagelink (AL), Ward's-link (WL), Normalized Cutalgorithm (NC) kümeleme yöntemleri incelenmiştir. Genellikle K-Means kümeleme yönteminin yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür.

## 7.7 Optimal Kapasitör Yerleşimi

Literatürde optimal kapasitör yerleşimi ile ilgili yapılan, "Capacitor Placement to Minimize Active Loss in Distribution Systems using Bio-inspired Optimization [34]", "Energy Loss Reduction by Conductor Replacement and Capacitor Placement in Distribution Systems [35]", "Capacitor placement in radial distribution systems for loss reduction [36]", "Optimal Capacitor Placement Size and Location of Shunt Capacitor for Reduction of Losses on Distribution Feeders [37]", "Optimal Capacitor Placement to Distribution Transformers for Power Loss Reduction in Radial Distribution Systems [38]", "Reconfiguration and Capacitor Placement Simultaneously for Energy Loss Reduction Based on an Improved Reconfiguration Method [39]", isimli çalışmalarda, dağıtım sistemindeki kayıpların azaltılması için en uygun kapasitör yerleşim yerinin belirlenmesi araştırılmıştır. Kapasitör yerleşimi ve şebeke yeniden yapılandırması kullanılarak hem kayıpların azaltılabileceği hem de harmonik problemlerinin olduğu yerlerde harmoniklerin sınır değerlere çekilebileceği belirtilmiştir.

## 7.8 Transformatör Kayıpları

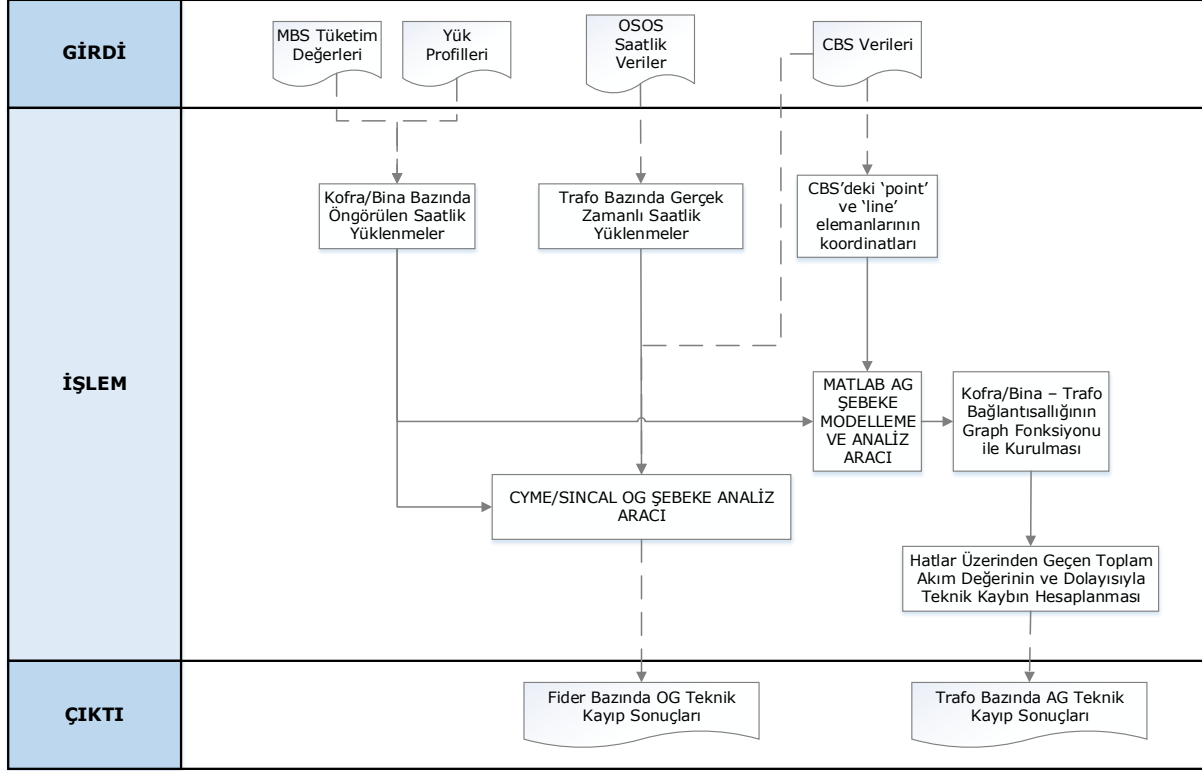
Literatürde transformatör kayıpları ile ilgili yapılan, "Experimental Study to Reduce The Distribution-Transformers Stray Losses Using Electromagnetic Shields [40]", "Analysis of Technical Loss in Distribution Line System [41]", "Estimation of Distribution Transformer Losses in Feeder Circuit [42]", "Computation of Transformer Losses Under The Effects of Non-Sinusoidal Currents [43]", "Analysis of Technical Losses in Distribution Networks of Large Cities in Underdeveloped African Countries. (Case of the City of Kinshasa / Dem. Rep. Of Congo) [44]", "A Simplified Approach in Estimating Technical Losses in Distribution Network Based on Load Profile and Feeder Characteristics [45]", "Transformers of Reduced Losses and Evaluation of Their Repair [46]", "Design and Loss Calculation of 100-kVA Transformer Employing Multi-Filamentary Bi-2223 Ag Sheated Superconducting Tapes [47]", "Evaluation of Electric Energy Losses in Kirkuk Distribution Electric System Area [48]", "Separation of No-Load Losses for Distribution Transformers Using Experimental Methods: Two Frequencies and Two Temperatures [49]", "Comparison of Distribution Transformer Losses and Capacity under Linear and Harmonic Loads [50]", "Power Loss Reduction on Primary Distribution Networks Using Tap-Changing Technique [51]", "Computation of Technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System using Load Factor and Load Loss Factor [52]", "Reducing Losses in Electrical Distribution Systems Using Amorphous Transformers [53]", "Real Time Study on Technical Losses in Distribution System [54]", "Losses Reduction

in Distribution Transformers [55]”, “Prediction of Iron Losses of Wound Core Distribution Transformers Based on Artificial Neural Networks [56]”, isimli çalışmalarda, transformatörlerde, boşta ve yükte kayıpların olduğu ve bunlara ait sayısal değerler/oranlar belirtilmiştir. Boşta meydana gelen kayıpların transformatörün demir kısmındaki ve çekirdeğinde olduğu, yükteki kayıpların ise yük akımına bağlı  $I^2R$  ve kaçak kayıpların sebep olduğu görülmüştür. Transformatör çekirdeğinde, klemplerde ve manyetik alan sebebiyle meydana gelen kayıplarda yükteki kayıpları etkilemektedir. Yeni nesil transformatörlerin veya kayıpları azaltılmış transformatörlerin kullanılması ile transformatörlerde meydana gelen kayıpların azaltılabileceği görülmüştür.

Yapılan literatür çalışması değerlendirildiğinde, dağıtım şebekesi teknik kayıplarının hesaplanmasına yönelik tek bir standart hesaplama metodolojisinin olmadığı ortaya konmuş olup kullanılabilir verilerin durumuna göre farklı metodolojilerin uygulanabildiği görülmektedir. Ayrıca dağıtım sisteminde meydana gelen teknik kayıpların, yeni nesil transformatörler kullanılarak, şebekede yeniden yapılandırma yapılarak ve kompanzasyon sistemlerinin kurulmasıyla, vb. azaltılabileceği görülmüştür.

## 8 PROJEYE İLİŞKİN TASARIM, METOT ve PROSEDÜRLER

Aşağıdaki şekilde, OG ve AG şebekede teknik kayıpların hesaplanması için yapılan tasarıma göre BEDAŞ ve MEDAŞ'taki girdi, işlem ve çıktı akışı diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2: BEDAŞ ve MEDAŞ Teknik Kayıp Hesaplama Akış Diyagramı

Yukarıdaki şekilde gösterilen girdi, işlem ve çıktı akışı diyagramına göre, girdiler olarak müşteri bilgi sisteminden (MBS) gelen aylık tüketim değerleri, proje kapsamında her bir müşteri grubu için 12 yük profili (4 mevsim için hafta içi günler, Cumartesi ve Pazar günleri ayrı ayrı) otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) gelen saatlik güç verileri ve coğrafi bilgi sisteminden (CBS) gelen son güncellemeleri içeren nihai verilerdir.

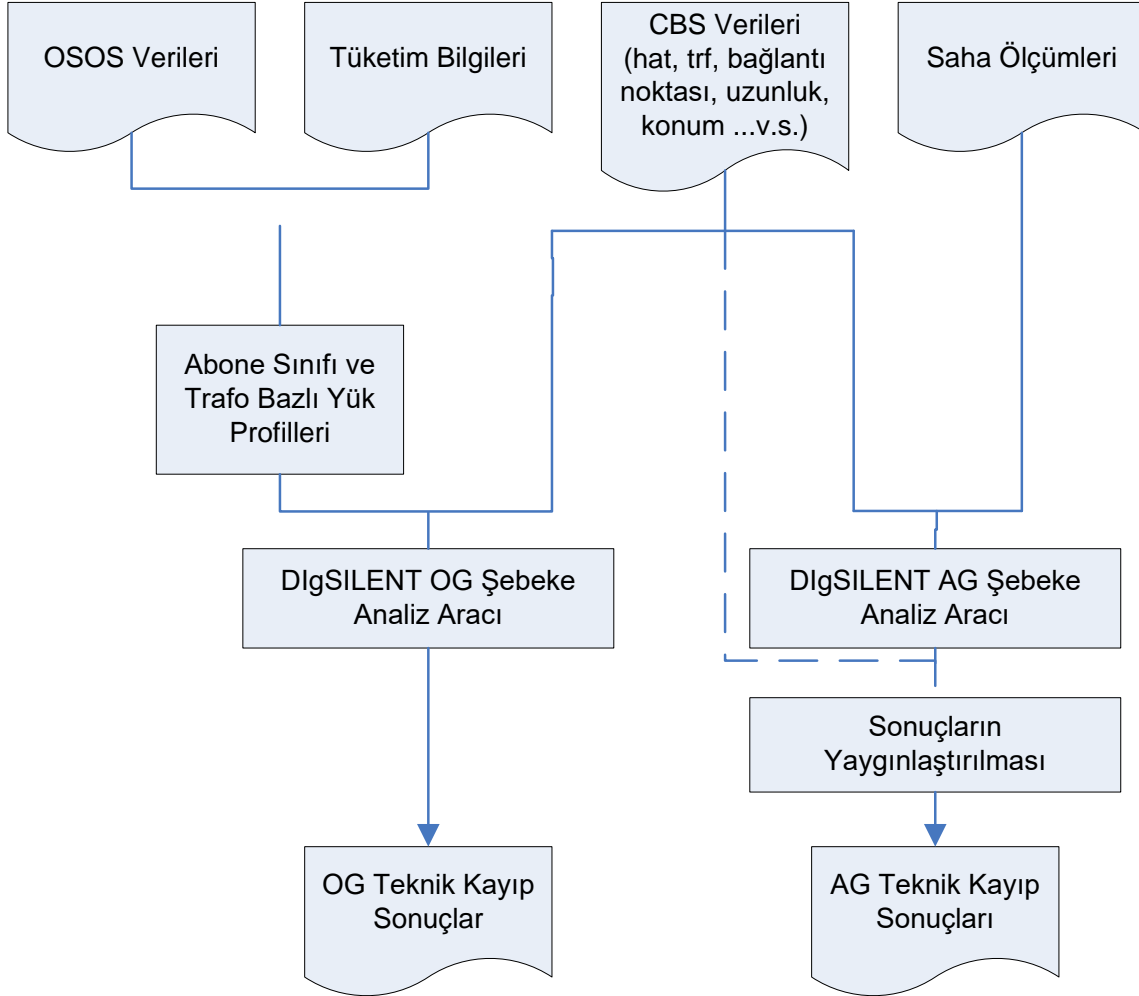
Müşteri bilgi sisteminden gelen abone bazlı tüketim değerlerine, ilgili abone grubuna ait yük profilleri uygulanarak saatlik güç değerleri öngörülmektedir. Öngörülen saatlik güç verileri, tüm kofra/binalar için kullanılmakta ve AG şebekede teknik kayıpların hesaplanması için temel veri kaynağı olarak kullanılmaktadır.

BEDAŞ ve MEDAŞ "AG ŞEBEKE MODELLEME VE ANALİZ ARACI" saatlik yüklenme verilerine ilaveten coğrafi bilgi sisteminden (CBS) gelen "line" elemanlarının başlangıç ve bitiş noktalarını "Graph" fonksiyonu ile birleştirmektedir. "Shortest Path" özelliği ile de kofra/bina noktasından, transformatör noktasına kadar olan AG şebeke elemanlarını ortaya çıkarmaktadır.

AG şebeke elemanları belirlendikten sonra, bu elemanlar üzerinden geçen toplam güç ve teknik kayıp hesaplanmaktadır. Son olarak, teknik kayıp analizi yapılmak istenen transformatörün enerjilendirdiği AG şebeke elemanlarının teknik kayıplarının kümülatif olarak transformatör kayıpları da dâhil edilerek AG şebeke toplam teknik kayıp miktarları, çıktı olarak sağlanmaktadır.

OG şebekede teknik kayıpların hesaplanması için temel veri kaynağı OSOS'tan gelen gerçek zamanlı güç bilgileridir. Ayrıca, OSOS sayacı olmayan transformatörler için ise AG şebekede teknik kayıpların hesaplanması yaklaşımında kullanılan kofra bazlı öngörülen güç bilgileri kullanılmaktadır. Yük verileri hazırlanan transformatörlerin analizleri BEDAŞ için CYME OG şebeke analiz yazılımı üzerinde, MEDAŞ için SINCAL şebeke analiz yazılımı üzerinde hesaplanmakta ve fider bazlı olarak raporlanmaktadır.

Aşağıdaki şekilde, OG ve AG şebekede teknik kayıpların hesaplanması için yapılan tasarıma göre ÇEDAŞ'taki girdi, işlem ve çıktı akışı diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3: ÇEDAŞ Teknik Kayıp Hesaplama Akış Diyagramı

Yukarıdaki şekilde gösterilen girdi, işlem ve çıktı akışı diyagramına göre, girdiler olarak müşterilere ait aylık tüketim değerleri, otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) alınan saatlik tüketim verileri ve sahadan analizör ile alınan ölçüm verileri olarak tanımlanmaktadır. Proje başlangıcında, CBS altyapısı mevcut olmadığından tüm modellemeler, mevcut bilgi birikimi, projeler ve saha çalışması verileri kullanılarak yapılmıştır. CBS çalışmasının tamamlanmasının ardından gerçekleştirilecek entegrasyon ile güncelleme yapılması ve daha doğru sonuçlara ulaşılması planlanmaktadır. Proje kapsamında yapılan çalışmalar buna uygun olarak yürütülmüştür.

OG hesaplamalarında Master Plan kapsamında gerçekleştirilen DIGSILENT OG şebeke modeli kullanılmıştır. Gerekli yerlerde güncellemeler yapılmasına çalışılmıştır.

AG hesaplamalarında ise proje incelemeleri ve saha çalışmaları ile pilot bölgeler DIGSILENT yazılımında modellenerek teknik kayıp hesaplamaları yapılmıştır. Pilot bölgeler tüm sistemi örnekleyecek şekilde seçilerek, bunlardan elde edilen sonuçların yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

OSOS verileri kullanılarak elde edilen yıllık yük profili verileri, TEİAŞ bağlantı noktalarından alınan ölçüm sonuçları nihai hali verilen DIGSILENT OG şebeke modeli kullanılarak işlenmektedir. Buna bağlı olarak OG teknik kayıp sonuçları dinamik olarak elde edilmekte ve raporlanmaktadır.

AG teknik kayıplarının elde edilmesinde ise tüm sisteme yaygınlaştırılacak, pilot bölgeler seçilerek AG şebeke modelleri DIGSILENT ortamında oluşturulmuştur. OSOS ve tüketim bilgileri, yapılan saha çalışmaları ile birlikte değerlendirilmiş ve dikkate alınan örneklemelere ait teknik kayıp değerleri elde edilmiştir. Söz konusu sonuçlar, tüm sistem yaygınlaştırılmış ve şebekeye ait AG teknik kayıp değeri hesaplanarak raporlanmıştır.



## 9 KISITLAMA ve SINIRLAMALAR

Karşılaşılan Başlıca Sorunlar;

- OSOS sayaçlarından eksik veri alınması
- OSOS'u olmayan transformatör merkezleri
- OSOS - TBS - CBS entegrasyon olmaması (BEDAŞ)
- OSOS - MBS - CBS - SINCAL entegrasyonunun olmaması (MEDAŞ)
- Proje başlangıç aşamasında CBS altyapısının bulunmaması (ÇEDAŞ)
- Güncelleme sorunları
- Değişen şebeke yapısı

Karşılaşılan Sorunlara İlişkin Çözümler;

- OSOS eksik veriler, geliştirilen yazılım kullanılarak, ortalama değer hesaplanmıştır.
- Sistemler arasında statik entegrasyon yapılmıştır.
- TBS, CBS, Edrims, AboneNet sistem verileri doğru kabul edilerek ilerlenmiştir (BEDAŞ).
- OSOS, MBS, CBS ve SINCAL sistem verileri doğru kabul edilerek ilerlenmiştir (MEDAŞ).
- OSOS, Abone.Net ve DIGSILENT sistem verileri doğru kabul edilerek ilerlenmiştir (ÇEDAŞ).
- Sistem veri tabanlarında düzeltme amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir.
- Güncel olmadığı düşünülen fiderler de düzeltme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Riskler;

- Sistemler arasında dinamik entegrasyonun ihtiyacı ve bunun zorluğu
- Değişen şebeke yapısının güncel tutulma ihtiyacı ve bunun zorluğu
- Teknik kayıp analiz sonuçlarının güncelliğinin sağlanması için şebekenin sürekli güncel tutulması

## 10 PROJE SÜRECİ

"Dağıtım Şebekelerinde Gerçeğe En Yakın Teknik Kayıp Seviyesinin Dinamik Olarak Belirlenmesi için Metodoloji ve Yazılım Geliştirilmesi" Ar-Ge projesi,

- Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. (BEDAŞ)
- Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. (MEDAŞ)
- Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş. (ÇEDAŞ)

firmalarının ortaklığı ile gerçekleştirilmektedir.

Proje kapsamında, BEDAŞ ve MEDAŞ, AF Türkiye ve Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan ekipten, ÇEDAŞ ise sadece Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan ekipten danışmanlık hizmeti almıştır.

Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar, proje zaman planında yer alan fazlara göre aşağıdaki bölümlerde çıktılarıyla birlikte belirtilmiştir.

Aşağıdaki bölümlerde belirtilen çalışmalar, BEDAŞ ve MEDAŞ proje ekibinin, AF Türkiye proje ekibinin ve YTÜ danışmanlık ekibinin ortaklaşa gerçekleştirdiği çalışmalar ile yürütülmüştür. Periyodik olarak yapılan proje değerlendirme toplantıları ile koordinasyon sağlanmıştır.

Ayrıca belirtilen çalışmalar ÇEDAŞ için, ÇEDAŞ proje ekibi ve YTÜ danışmanlık ekibinin ortaklaşa gerçekleştirdiği çalışmalar ile yürütülmüştür.

## 10.1 Faz I Proje Başlangıç Süreci

Faz I çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler genel olarak, idari ve teknik başlangıç çalışmalarını içermektedir. Bu kapsamda,

- Proje başlangıç (kick-off) toplantısı,
- İş paketlerinin detaylandırılması,
- İş bölümü yapılması,
- Raporlama faaliyetlerinin nasıl yapılacağıının belirlenmesi,
- Proje ekiplerinin koordinasyonu,
- Değerlendirme toplantılarının planlanması

gibi idari faaliyetler ile,

- Literatür taraması,
- Uluslararası sektör uygulamalarının incelenmesi,
- Raporlama ve
- Teknik kayıp belirleme metodolojilerinin ön incelenmesi ve BEDAŞ/MEDAŞ/ÇEDAŞ şebekesine uygun olanların belirlenmesi

başlıkları ile ifade edilebilecek olan teknik faaliyetler yürütülmüştür.

Projenin Faz I süreci, Proje Yönetimi Başlangıç Çalışmaları ve Teknik Başlangıç Çalışmaları olmak üzere iki alt bölümden oluşturulmuştur.

### 10.1.1 Proje Yönetimi Başlangıç Çalışmaları

Proje yönetimi başlangıç çalışmalarının temel çıktısı “Proje Yönetim Planı” olup, özetçe aşağıda verilmektedir.

Proje yönetimi başlangıç çalışmaları kapsamında;

- Detaylı zaman planının hazırlanması,
- Proje organizasyonunun belirlenmesi,
- İletişim yönetiminin belirlenmesi,
- Risk yönetim planının hazırlanması,

- Kalite planının hazırlanması,
- Dokümantasyon yönetim planının kararlaştırılması,
- Raporlama sistematığının belirlenmesi ve
- Tüm belirtilen çalışmaların “Proje Yönetim Planı Raporu”nda dokümente edilmiştir.

Faz I süreci teknik başlangıç çalışmaları kapsamında, literatür taraması ve sektör incelemesi çalışmaları yürütülmüştür. Belirtilen çalışmaların tamamlanmasına müteakip, literatür taraması sonuçlarının ve sektör inceleme bulgularının değerlendirilmesi toplantıları BEDAŞ/MEDAŞ proje ekibi, YTÜ akademisyenleri ve AF Türkiye proje ekibiyle beraber gerçekleştirilmiştir. ÇEDAŞ'ta ise ÇEDAŞ proje ekibi ve YTÜ akademisyenleriyle birlikte gerçekleştirilmiştir.

### **10.1.2 Literatür Taraması Çalışmaları**

Literatür taraması çalışmaları kapsamında;

- Yeniden yapılandırma (Reconfiguration),
- Yük modelleme (Load Modelling),
- Yük sınıflandırma (Load Classification),
- Dengesizlik (Phase/Load Unbalancing),
- Kayıplar (Losses)
- Kümeleme (Clustering/Load Profiles),
- Optimal kapasitör yerleşimi (Optimal Capacitor Placement) ve
- Transformatör kayıpları (Transformer Losses) olmak üzere toplamda 8 farklı ana konu başlığı altında 200'den fazla makale taranmıştır.

Yeniden yapılandırma konusunda 4, yük modelleme konusunda 7, yük sınıflama konusunda 4, dengesizlik konusunda 5, kayıplar konusunda 6, kümeleme konusunda 7, optimal kapasitör yerleşimi konusunda 6 ve transformatör kayıpları konusunda 17 makale olmak üzere toplamda 56 makale özelinde detaylı inceleme yapılmıştır.

### 10.1.3 Sektör Uygulamaları Çalışmaları

Sektör uygulamaları çalışmaları kapsamında 3 farklı kıta uygulamaları incelenmiş, incelenen kıta sektör uygulamaları aşağıda özet halinde verilmektedir.

- **Avrupa Sektör Uygulamaları:** Avrupa sektör uygulamaları bölümünde, 17 Avrupa ülkesinin (Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Lüksemburg, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık) uygulamaları yer almaktadır. Raporda, öncelikli olarak ülkelere göre kayıpların tanımı ve formülasyonu verilmektedir. Ortak sınıflandırma olarak temelde teknik kayıplar ve teknik olmayan kayıplar olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmaktadır. Bu iki temel kategorinin altında olan kayıpların ayrıştırılması ülkeden ülkeye değişmekte ve dolayısıyla hesaplamaya dâhil edilip edilmeme durumları farklılık göstermektedir.

Ayrıca ilgili bölümde, kayıpların tedarik edilmesinin iki farklı şekilde olduğu belirtilmektedir.

#### 1) Sistem İşletmecileri Tarafından Tedarik Edilmesi

- a. Güç Alış-Verişi (Gün öncesi piyasasından ve/veya uzun süreli alım anlaşmalarından)
- b. İki taraflı anlaşmayla veya
- c. İhale etmek suretiyle (üretici firmalara veya enerji tedarik firmalarına)

2) Üreticiler Tarafından Tedarik Edilmesi: Bu seçenekte, üreticiler sisteme verdikleri enerjinin belli bir oranındaki enerjiyi de kayıpların tedarik edilmesiyle sisteme vermektedir.

Kayıpların tedarik edilmesi bölümünden sonra, Avrupa sektöründeki tarifeler, düzenlemeler ve teşvik mekanizmaları ile ilgili karşılaştırmalar yapılmaktadır.

- **Amerika Sektör Uygulamaları:** Amerika sektör uygulamaları bölümünde, 8 farklı dağıtım şirketi değerlendirilmiştir. Bu şirketlerin kayıp tanımlamaları, hesaplama uygulamaları farklılık göstermekte ve ilgili bölümde aşağıdaki başlıklar halinde detaylar belirtilmektedir.

- Primer dağıtım sistemi kayıpları
- Dağıtım transformatör kayıpları
- Servis ve sekonder dağıtım sistemi kayıpları
- Dağıtım transformatör merkezi kayıpları
- Sayaçlar
- Diğer kayıplar (Açıklanmayan)

Ayrıca tüm dağıtım şirketlerinin karşılaştırılabilmesi için puant yük, şebeke kayıpları, primer şebeke uzunluğu, sekonder şebeke uzunluğu ve abone sayıları gibi çeşitli istatistikler paylaşılmıştır.

- **Avustralya Sektör Uygulamaları:** Avustralya sektör uygulamaları bölümünde, öncelikli olarak Avustralya Ulusal Elektrik Mevzuatı (National Electric Rule) gereksinimleri ve tanımlamaları paylaşılmıştır. Akabinde, örnek olarak “Ausgrid ve Energy Australia” olmak üzere iki farklı dağıtım şebekesi hizmet sağlayıcıları incelenip karşılaştırılmıştır.

Örnek uygulamalarda iki şirketin,

- Saha özelinde olmayan dağıtım kayıp faktörlerinin belirlenmesi,
- Kayıp faktörlerinin tahmini açıklamaları,
- Şebeke topolojileri,
- Finansal yıl için kayıpların tahmin edilmesine yönelik önerilen yaklaşımları,
- Teknik kayıpların kırılımları ve
- Özet kayıp sonuçları yer almaktadır.

#### 10.1.4 Eğitim ve Makale Çalışmaları

Ayrıca tamamlanan literatür ve sektör uygulamaları çalışmalarının ardından eğitim seansları yapılarak elde edilen bilgi birikimin tüm proje paydaşlarına aktarılması sağlanmıştır.

Düzenlenen eğitimler;

- Teknik Kayıplar Eğitimi
- Güç Kalitesi Eğitimi
- Harmonikler Eğitimi
- Harmonikli Devrelerde Güç Faktörünün Düzeltilmesi Eğitimi olarak sıralanmaktadır.

Eğitimlerin tamamlanmasının akabinde, akademik literatür çalışmaları yapılmış olup, aşağıda belirtilen 3 makale çıkartılmıştır.

- Loss Analysis by Loading Conditions of Distribution Transformers

World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Energy and Power Engineering Vol:2, No:8, 2015 International Scholarly and Scientific Research & Innovation 2 (8) 2015 558 scholar.waset.org/1999.24/32321

- Influence of Harmonics on Medium Voltage Distribution System
- Effects of Compensation on Distribution System Technical Losses

## 10.2 Faz II Metodoloji Geliştirme ve Veri Toplama Süreci

Faz II çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler genel olarak,

- BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım sistemi altyapısının incelenmesi (şebeke yapısı, kullanılan gerilim seviyeleri, transformatör tipleri, ölçüm kabiliyeti, veri bulunabilirliği, vs.),
- Orta gerilim ve alçak gerilim şebekesi için uygulanabilecek teknik kayıp belirleme yöntemlerinin belirlenmesi,
- BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım şebekesine ait verilerin (abone, hat, transformatör, ölçüm sistemleri, vs.) bulunabilirliğinin incelenmesi ve toplanmaya başlanması çalışmaları,
- Gerekli yerlerde ve amaca uygun saha ölçümlerinin planlanması ve yapılması,
- Metodoloji geliştirme ön çalışmaları şeklinde sıralanabilir.

Projenin Faz II süreci, Metodoloji Geliştirme ve Veri Toplama Süreci olmak üzere iki alt bölümden oluşturulmuştur.

Teknik kayıp hesaplama metodolojisi, veri kaynakları ve hesaplama yazılımları, orta gerilim (OG) ve alçak gerilim (AG) şebekeleri için ayrı ayrıdır.

### 10.2.1 OG Şebeke Metodoloji Çalışmaları

OG şebekede teknik kayıpların hesaplanması metodoloji çalışmaları 3 bölümden oluşmaktadır.

#### 1) OG Şebeke Modeli

BEDAŞ OG dağıtım şebekesi için Master Plan Projesi kapsamında coğrafi bilgi sistemindeki verilerin entegrasyon ile CYME şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG elektrik dağıtım şebekesinden faydalanılmıştır. CYME şebeke analiz yazılımındaki OG şebeke modeli, TEİAŞ transformatörleri, havai ve yeraltı hatları, OG şalt merkezleri, OG/OG indirici ve OG/AG dağıtım transformatörleri, kompanzasyon tesisleri, baraları, kesicileri, ayırıcıları ve akım/gerilim transformatörlerini içermektedir.

MEDAŞ OG dağıtım şebekesi için Master Plan Projesi kapsamında coğrafi bilgi sistemindeki verilerin entegrasyon ile SINCAL şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG elektrik dağıtım şebekesinden faydalanılmıştır. SINCAL şebeke analiz yazılımındaki OG şebeke modeli, TEİAŞ transformatörleri, havai ve yeraltı hatları, OG şalt merkezleri,



OG/OG indirici ve OG/AG dağıtım transformatörleri, kompanzasyon tesisleri, baraları ve anahtarlama elemanlarını içermektedir.

ÇEDAŞ OG dağıtım şebekesi için Master Plan Projesi kapsamında ortaya konulan DIGSILENT şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG elektrik dağıtım şebekesinden faydalanılmıştır.

## 2) OG Teknik Kayıp Hesaplama Yöntemi

BEDAŞ için; OG teknik kayıp hesaplama yöntemi olarak, CYME şebeke analiz yazılımı altyapısında TEİAŞ çıkışlı fider bazlı **“Voltage Drop - Balanced”** yöntemi kullanılarak **“Yük Akışı”** analizlerinin yapılması en uygun olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yük akışı analizleri statik bir analiz olduğundan dolayı, CYME şebeke analiz yazılımı Enerji Profili Yöneticisi modülü kullanılarak analizler dinamik hale yani belirli bir süre için (günlük, haftalık, aylık vb.) saatlik olarak yapılması kararlaştırılmıştır.

MEDAŞ için; OG teknik kayıp hesaplama yöntemi olarak, SINCAL şebeke analiz yazılımı altyapısında TEİAŞ çıkışlı fider bazlı **“Newton Raphson”** yöntemi kullanılarak **“Yük Akışı”** analizlerinin yapılması en uygun olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yük akışı analizleri statik bir analiz olduğundan dolayı, SINCAL şebeke analiz yazılımı **“Yük Profili Simülasyonu”** modülü kullanılarak analizler dinamik hale yani belirli bir süre için (günlük, haftalık, aylık vb.) saatlik olarak yapılması kararlaştırılmıştır.

ÇEDAŞ için; OG teknik kayıp hesaplama yöntemi olarak, DIGSILENT şebeke analiz yazılımı altyapısında kullanılarak analizlerinin yapılması en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. Mevcut OSOS verileri de kullanılarak sistem gerçeğe en uygun şekilde modellenmiş ve sistem üzerinden saatlik bazda kayıp değerleri elde edilmiştir.

Yük akışı analizlerinin sonucunda, anlık olarak sisteme giren güç, havai hat kaybı, yeraltı hat kaybı, transformatör boşa kaybı ve transformatör yükte kaybı ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

Ayrıca teknik kayıplara etkisi olan diğer faktörlerin (faz dengesizliği, harmonikler) etkilerinin hesaplamalara dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır.

### 3) Yük Eğrileri

Günlük, haftalık ve aylık gibi belirli bir süreçte teknik kayıp hesaplamalarının yapılabilmesi için yük eğrilerinin BEDAŞ için CYME şebeke analiz yazılımı Enerji Profili üzerinde, MEDAŞ için SINCAL şebeke analiz yazılımı “Yük Profili Simülasyonu” modülünde üzerinde oluşturulmuştur. Yük eğrileri için iki farklı kaynak bulunmaktadır.

- OSOS Sayaç Verileri

Bunlardan ilki otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) anlık olarak gelen akım ve gerilim değerleridir. Bu değerler, olduğu gibi kullanılarak OG şebeke modeline yük akışı analizleri için aktarılmaktadır.

- Yük Profili Verileri

OSOS sayaç verisi olmayan veya eksik olan transformatörlerin yük eğrileri için müşteri grubuna bağlı olarak değişen yük profillerinin oluşturulması ve aylık tüketim miktarlarına yük profillerinin uygulanarak yük akışı analizleri için hazır hale getirilmesi kararlaştırılmıştır.

ÇEDAŞ için; proje kapsamında teknik kayıp hesaplamalarının yapılabilmesi için saatlik bazda yıllık yük eğrilerinden faydalanılmıştır. Proje süresince ÇEDAŞ bünyesinde bulunan transformatörlere ait yük profilleri ile abone gruplarına ait yük profilleri ortaya konulması uygun bulunmuştur.

- Transformatör Yük Verileri

Otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) saatlik olarak elde edilecek olan veriler OG şebeke modeline teknik kayıp analizleri için aktarılmaktadır.

- Yük Profili Verileri

OSOS sayaç verisi olmayan veya eksik olan transformatörlerin yük eğrileri için müşteri grubuna bağlı olarak değişen yük profillerinin oluşturulması kararlaştırılmıştır.

## 10.2.2 AG Şebeke Metodoloji Çalışmaları

AG şebekede teknik kayıpların hesaplanması metodoloji çalışmaları 3 bölümden oluşmaktadır.

### 1) AG Şebeke Modeli

BEDAŞ OG dağıtım şebekesi için Master Plan Projesi kapsamında coğrafi bilgi sistemindeki verilerin entegrasyon ile CYME şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG elektrik dağıtım şebekesinin modelleme, kontrol ve analizlere hazır hale getirilme süreci 10 aydan fazla sürmüştür. Aynı şekilde, tüm AG şebekesinin CYME şebeke analiz yazılımı üzerinde modellenmesi ve analiz yapılacak duruma getirilmesi teknik olarak mümkün gözükmemiştir.<sup>1</sup> Teknik olarak mümkün olsa bile 10 aydan fazla süren OG şebeke modellemesi dikkate alınırca çok daha fazla süreceği değerlendirilmiştir. Bu durum, SINCAL analiz yazılımı için de geçerli olup, aynı şekilde MEDAŞ tüm AG şebekesinin SINCAL’de modellenmesi; ÇEDAŞ tüm AG şebekesinin DIGSILENT’te modellenmesi olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, AG şebeke modellemesinin yapılması için mevcut şebeke analiz yazılımları yetersiz olarak değerlendirilmiş, dolayısıyla MATLAB üzerinde bir modelleme ve analiz aracının geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyacın üzerine detayları ilerleyen bölümlerde AG şebeke model kurma çalışmalarında verilen BEDAŞ ve MEDAŞ için ayrı ayrı “AG ŞEBEKE MODEL OLUŞTURMA ve TEKNİK KAYIP HESAPLAMA ARACI” oluşturulmuştur.

ÇEDAŞ için tüm AG şebeke modellemesinin yapılması yerine, tüm sistemi örnekleyebilecek belirli noktaların modellerinin oluşturulması ve bu modeller üzerinden elde edilecek teknik kayıp değerlerinin tüm şebeke üzerine yaygınlaştırılması uygun görülmüştür.

---

<sup>1</sup> Piyasadaki mevcut şebeke analiz yazılımları ile OG şebekenin en az 10 katı objeye sahip AG şebekelerin (dağıtım bölgesinin tüm AG şebekesi) modellenmesi olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

## 2) AG Teknik Kayıp Hesaplama Yöntemi

BEDAŞ ve MEDAŞ için AG teknik kayıp hesaplama yöntemi olarak, “AG ŞEBEKE MODEL OLUŞTURMA ve TEKNİK KAYIP HESAPLAMA ARACI” şebeke analiz yazılımı alt yapısında transformatör bazlı “ $I^2xR$ ” yöntemi kullanılarak teknik kayıp analizlerinin yapılması en uygun olarak değerlendirilmiştir. Bu yöntem, projeye özgün bir yöntem olup, hat veya bara üzerinden geçen toplam akımın karesinin hat veya baranın rezistans değeri ile çarpılması sonucu ile teknik kayıp miktarının hesaplanmasını içermektedir.

ÇEDAŞ için AG teknik kayıp hesaplamalarında ilk olarak ÇEDAŞ dağıtım sistemi üzerinden seçilen pilot bölgeler, önceki çalışmalardan sağlanan bilgiler, projeler üzerinden yapılan çalışmalar, saha çalışmaları bilgileriyle DIGSILENT yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Geliştirilen modeller üzerinden OSOS verilerinden elde edilen yük profilleri kullanılarak teknik kayıp değerleri elde edilmiştir. Ortaya konulan bu değerler tüm şebekeyi örnekleyecek şekilde yaygınlaştırılmış ve AG kayıp değerleri ortaya konulmuştur.

Ayrıca teknik kayıplara etkisi olan diğer faktörlerin (faz dengesizliği, harmonikler, güç faktörü ve yüklerin ZIP oranları) etkilerinin hesaplamalara dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır.

## 3) Yük Eğrileri

BEDAŞ ve MEDAŞ için günlük, haftalık ve aylık gibi belirli bir süreçte teknik kayıp hesaplamalarının yapılabilmesi için yük eğrilerinin “AG ŞEBEKE MODEL OLUŞTURMA ve TEKNİK KAYIP HESAPLAMA ARACI” şebeke analiz yazılımına girdi (input) olarak sağlanması gerekmektedir. Yük eğrileri için OG şebeke yük eğrilerinden farklı olarak çoğu AG abonelerde OSOS sayaç verileri olmadığından dolayı sadece yük profili verileri kullanılmaktadır.

- Yük Profili Verileri

OSOS sayaç verileri kullanılarak AG müşterilerin yük eğrileri için müşteri grubuna bağlı olarak değişen yük profillerinin oluşturulması ve aylık tüketim miktarlarına (fatura endeks değerleri) yük profillerinin uygulanarak “ $I^2xR$ ” yöntemi ile teknik kayıp analizleri için hazır hale getirilmesi kararlaştırılmıştır.

ÇEDAŞ için proje kapsamında teknik kayıp hesaplamalarının yapılabilmesi için saatlik bazda yıllık yük eğrilerinden faydalanılmıştır. AG teknik kayıplarının hesaplanması safhasında örneklenen transformatör merkezlerine ait OSOS verileri dikkate alınmıştır.

- Transformatör Yük Verileri

Otomatik sayaç okuma sisteminden (OSOS) saatlik olarak elde edilecek olan veriler OG şebeke modeline teknik kayıp analizleri için aktarılmaktadır.

- Yük Profili Verileri

OSOS sayaç verisi olmayan veya eksik olan transformatörlerin yük eğrileri için müşteri grubuna bağlı olarak değişen yük profillerinin oluşturulması kararlaştırılmıştır.

### 10.2.3 Veri Toplama Çalışmaları

Metodoloji belirleme çalışmaları sürecinde, eldeki mevcut veriler ve ilave temin edilebilecek verilerin incelenmesi yapılmıştır. Zira OG ve AG şebeke teknik kayıpların hesaplanması metodolojileri mevcut ve/veya elde edilebilecek veriler üzerine kurulmuştur. Veri toplama sürecinde tanımlanan temel veri seti aşağıda belirtilmiştir.

#### 1) Coğrafi bilgi sistemi verileri

BEDAŞ ve MEDAŞ için coğrafi bilgi sisteminden, OG ve AG şebeke olmak üzere tüm dağıtım şebekesi (TEİAŞ merkezleri çıkışlarından başlayarak şebekenin en uç noktasındaki kofralara kadar) elemanlarının öznitelik bilgileri, başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları, obje numaraları gibi bilgilerine ihtiyaç duyulmuştur.

OG şebeke verileri, OG şebeke modellerinin ve özellikle analiz sonuçları tutarsız çıkan OG fiderlerin kontrol edilmesi amacıyla tanımlanmıştır.

AG şebeke verilerine temel olarak AG şebeke modelinin oluşturulabilmesi için ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇEDAŞ dağıtım sisteminde, CBS altyapısı hazır olmadığından, bu veriler mevcut bilgi birikimi, proje incelemeleri ve saha çalışmaları sonucu elde edilmiştir. CBS altyapısının tamamlanması ve entegrasyonu ile veriler bu sistem üzerinden çekilerek güncellemeler yapılacaktır

#### 2) Müşteri/Abone bilgi sistemi verileri

Tüm müşteriler otomatik sayaç okuma sistemi kapsamında olmadığından dolayı, tüm müşterilerden anlık akım ve gerilim bilgisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla, metodolojik olarak müşterilerin fatura bilgileri ile yük profilleri bilgileri kullanılarak saatlik güç değerlerinin elde edilmesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca yük profilleri çalışmasının yapılabilmesi için gerekli olan yük sınıflama çalışması için ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, müşteri/abone bilgi sisteminden, OG ve AG tüm müşterilerin 2014 yılı içinde tüketim değerlerine ihtiyaç duyulmuştur.

Ayrıca, teknik kayıp hesaplamaları tüketim değerleri üzerine kurgulanan metodoloji ile hesaplanacaktır.

### 3) Otomatik sayaç okuma sistemi verileri

Otomatik sayaç okuma sistemi verileri,

- CYME/SINCAL/DIGSILENT şebeke analiz yazılımında OG şebekenin analiz edilmesi için temel girdi olarak ve
- Sınıflaması yapılmış olan yüklerin, yük profillerinin oluşturulması için kullanılacaktır.

### 4) CYME/SINCAL/DIGSILENT OG şebeke modeli verileri

OG şebeke teknik kayıp analizlerinin yapılabilmesi için gereken altyapı olduğundan dolayı ihtiyaç duyulmaktadır.

### 5) Saha ölçüm verileri

Saha ölçüm verileri, özellikle teknik olmayan kayıp miktarının çok az veya hiç olmadığı tahmin edilen pilot bölgelerde ölçüm cihazı kurulmasıyla temin edilecek verilerdir. Saha ölçüm uygulamasının amacı, belirlenen metodoloji sonucunda hesaplamalar ile tespit edilen teknik kayıp miktarının, gerçek ölçüm ile karşılaştırılması ve gerekli iyileştirmelerin yapılması amaçlanmıştır.

Aşağıdaki şekillerde pilot şebekede ölçüm cihazı kurulumları ile ilgili görseller paylaşılmaktadır. Ayrıca ölçüm cihazından alınan verilerin işlendiği “SmartPOWER” yazılımının ara yüzü de paylaşılmaktadır.



Şekil 4: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 1

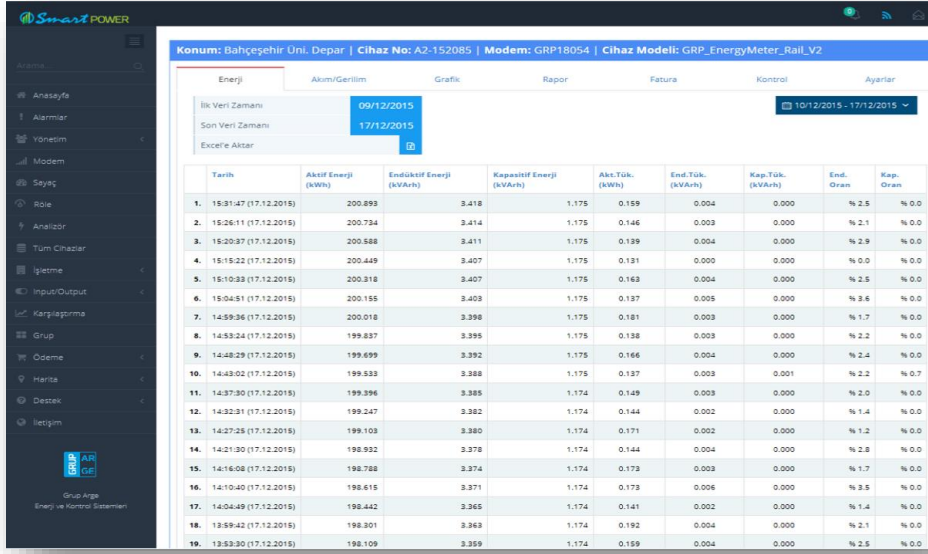


Şekil 5: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 2

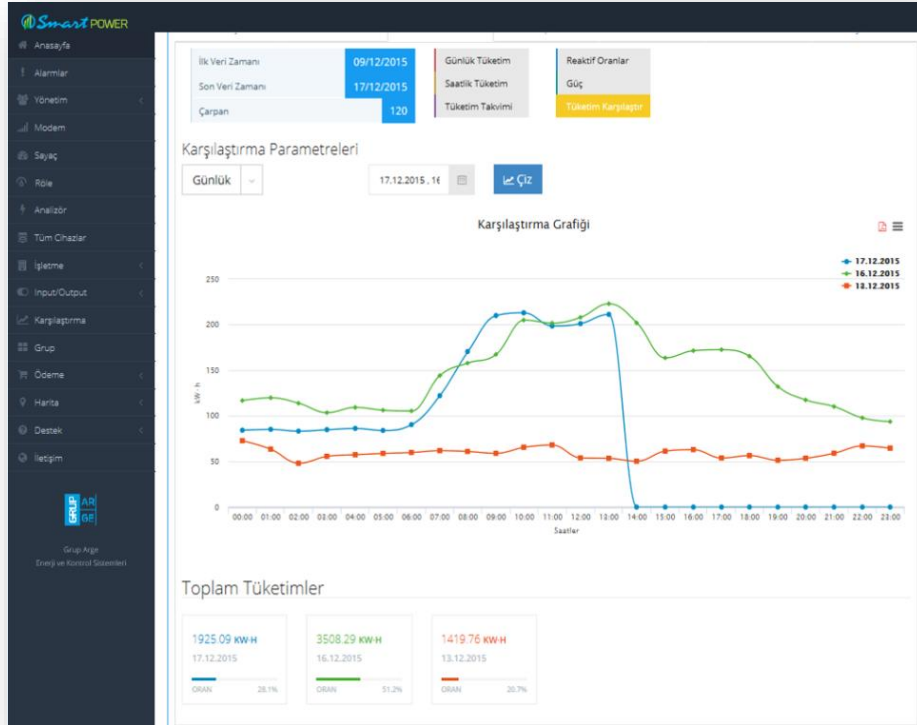


Şekil 6: Pilot Şebeke Uygulamaları Cihaz Kurulumu - 3

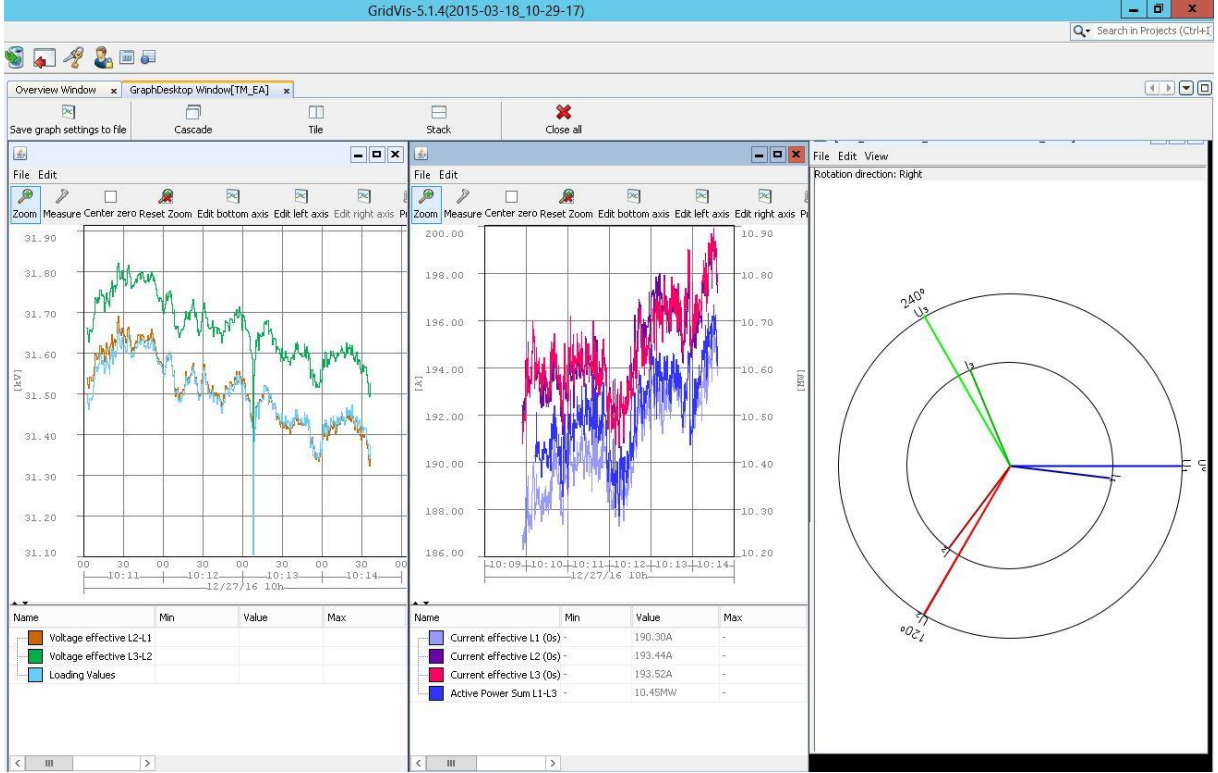




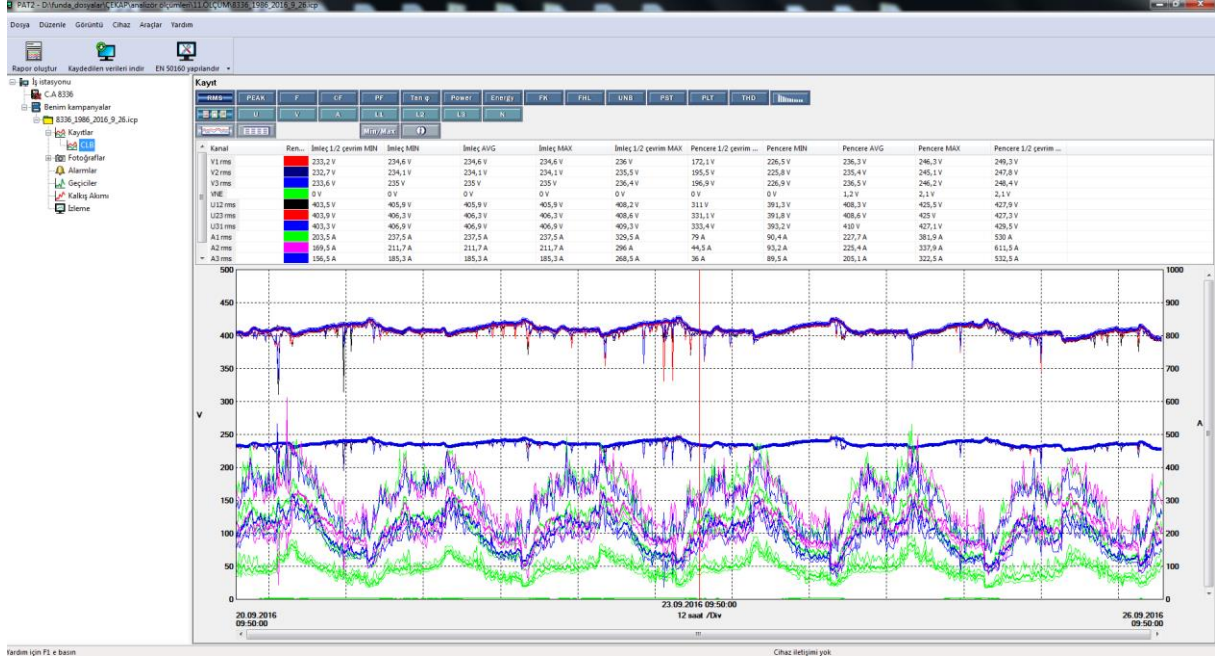
Şekil 7: Pilot Şebeke Uygulamaları Yazılım Kurulumu - 1 (SmartPOWER Arayüzü)



Şekil 8: Pilot Şebeke Uygulamaları Yazılım Kurulumu - 2 (SmartPOWER Arayüzü)



Şekil 9: Pilot Şebeke Uygulamaları Analizör Sonuç Ekranı (GridVis Arayüzü)



Şekil 10: Pilot Şebeke Uygulamaları Analizör Sonuç Ekranı (Chouvin Arnoux Arayüzü Dataview)

### 10.3 Faz III Model Kurma Süreci

Faz III çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler genel olarak,

- OG şebekesi için model oluşturma ve pilot şebekede kayıp hesaplama (model kontrolü için),
- AG şebekesi için model oluşturma ve pilot şebekede kayıp hesaplama (model kontrolü için),
- Yük modelleme çalışmaları şeklindedir.

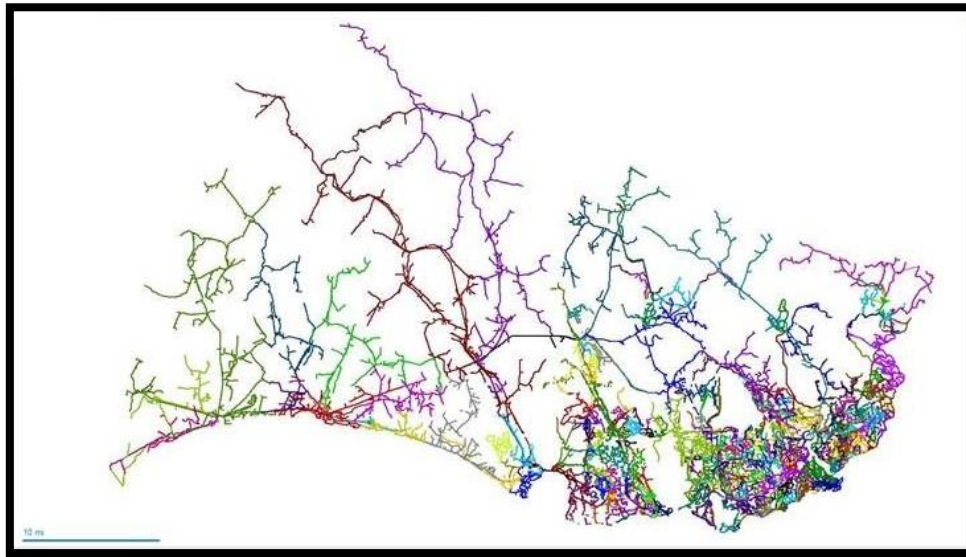
Projenin Faz III model kurma süreci, OG şebeke teknik kayıp modeli kurma çalışmaları, AG şebeke teknik kayıp modeli kurma çalışmaları ve yük modeli kurma çalışmaları olmak üzere üç alt bölümden oluşturulmuştur.

#### 10.3.1 OG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Çalışmaları

BEDAŞ OG şebekesinde teknik kayıpların hesaplanması için temel veri kaynağı olarak Master Plan projesi kapsamında hazırlanan CYME şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG şebeke modellerinden faydalanılmıştır.

CYME şebeke analiz yazılımında oluşturulan şebeke modelleri, coğrafi bilgi sisteminde (CBS) bulunan OG şebeke verileri, CBS ile CYME arasında oluşturulan bir entegrasyon ile CYME şebeke analiz yazılımına aktarılmıştır.

Aşağıdaki şekilde, tüm BEDAŞ OG şebekesi CYME analiz yazılımı üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 11: BEDAŞ İstanbul (Avrupa Yakası) Şebekesi OG CYME Modeli

Yukarıdaki şekildeki gösterilen renkler, TEİAŞ merkezlerinden çıkan farklı fiderleri göstermektedir.

OG şebekedeki teknik kayıpların hesaplanması, fider bazlı olarak transformatörlerin saatlik OSOS verileri ve OSOS olmayan transformatörlerde ise transformatörlere bağlı tüketim gruplarına göre belirlenen yük profilleri kullanılacaktır.

OSOS verileri ve yük profilleri kullanılarak CYME analiz yazılımında yük akışı analizleri yapılacak ve analiz sonucu olarak fider üzerindeki teknik kayıp miktarları hesaplanacaktır.

Sonuç olarak, Master Plan kapsamında hazırlanan OG şebeke modelleri kullanılarak, 616 TEİAŞ çıkışlı fider bazında teknik kayıp modelleri oluşturulmuştur.

Aşağıdaki şekilde, CYME şebeke analiz yazılımı üzerinde, OG modeli teknik kayıp analizleri için hazır hale getirilen Hadımköy TM TOKI fideri gösterilmektedir. Belirtilen fider üzerinde toplam 12 dağıtım transformatörü olup, fider 8.152,4 metre OG kablodan oluşmaktadır.



Şekil 12: Hadımköy TM TOKI Fideri OG Şebeke Teknik Kayıp Modeli

MEDAŞ OG şebeke modeli için temel veri kaynağı olarak “MEDAŞ Master Plan Projesi” kapsamında daha önceden hazırlanan, SINCAL analiz yazılım programında modellenmiş TEİAŞ YG/OG merkezlerden OG/AG transformatörlerin AG noktalarına kadar uzanan OG elektrik dağıtım şebekesi modelinden faydalanılmıştır.

SINCAL şebeke analiz yazılımında oluşturulan şebeke modelleri, EDABIS MEDAŞ coğrafi bilgi sisteminde bulunan şebeke verilerinin EDABIS ile SINCAL arasında oluşturulan bir entegrasyon ile şebeke analiz yazılımına aktarılmıştır.

Şebeke modelinin güncellenmesi ise bu entegrasyon sayesinde, ilerleyen dönemlerde şebekeye eklenen yeni yatırımlar öncelikle EDABIS coğrafi bilgi sistemine işlenecektir. Oluşturulan entegrasyon sayesinde de şebekedeki her türlü değişiklik EDABIS üzerinden SINCAL şebeke analiz yazılımı üzerindeki OG şebeke modeline aktarılacaktır.

Aşağıdaki şekilde, MEDAŞ Konya OG şebekesi modeli örnek olarak verilmiştir.



Şekil 13: MEDAŞ Konya OG Şebekesi SINCAL Modeli

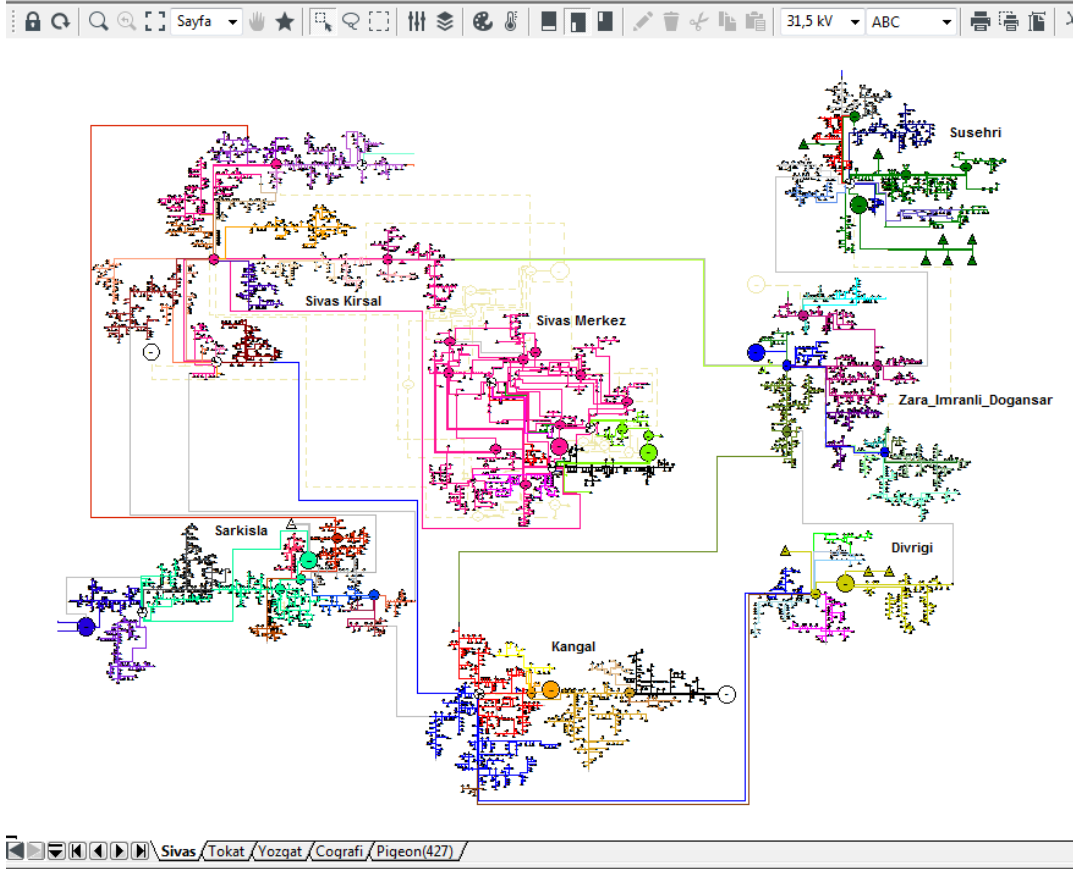
Master Plan projesi kapsamında oluşturulan şebeke modeli; TEİAŞ transformatörleri, havai ve yeraltı hatları, OG şalt merkezleri, OG/OG indirici ve OG/AG dağıtım transformatörleri, kompanzasyon tesisleri, baraları, kesiciler, ayırıcıları ve akım/gerilim transformatörlerini içermektedir. Ayrıca bu ekipmanların elektriksel parametreleri SINCAL kütüphanesinde yer almaktadır.

MEDAŞ OG şebekesinde teknik kayıp analizlerinin TEİAŞ merkezlerinden çıkan fider bazlı yapılması uygun olarak değerlendirildiğinden dolayı, şebeke modelleri fider bazına indirgenmiştir.

ÇEDAŞ OG şebeke modeli için temel kaynak olarak “ÇEDAŞ Master Plan Projesi” kapsamında hazırlanan DIGSILENT şebeke analiz yazılımında oluşturulan OG şebeke modellerinden faydalanılmıştır.

DIGSILENT şebeke analiz yazılımında oluşturulan şebeke modelleri, coğrafi bilgi sistemi (CBS) çalışmasının tamamlanmasından sonra yapılacak entegrasyon ile güncellenecektir.

Aşağıdaki şekilde, ÇEDAŞ Sivas OG şebekesi modeli örnek olarak verilmiştir.



Şekil 14: ÇEDAŞ Sivas OG Şebekesi DIGSILENT Modeli

Yukarıdaki şekildeki gösterilen renkler, TEİAŞ merkezlerinden çıkan farklı fiderleri göstermektedir.

OG şebekedeki teknik kayıpların hesaplanması, fider bazlı olarak transformatörlerin saatlik OSOS verileri ve OSOS olmayan transformatörlerde ise transformatörlere bağlı tüketim gruplarına göre belirlenen yük profilleri kullanılmaktadır.

OSOS verileri ve yük profilleri kullanılarak DIGSILENT şebeke analiz yazılımında yük akışı analizleri yapılacak ve analiz sonucu olarak fider üzerindeki teknik kayıp miktarları hesaplanacaktır.



### 10.3.2 AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Çalışmaları

AG şebeke teknik kayıp modeli kurma çalışmaları, proje süreçleri içerisinde zorlu geçen süreçlerden birisidir. Süreç içerisinde, AG şebekede teknik kayıp modeli kurma metodolojisi değiştirilmiştir.

#### 10.3.2.1 İlk AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Metodolojisi

Coğrafi bilgi sistemi AG şebeke verilerinin ön incelemesi esnasında, ilgili birimle yapılan görüşmeler neticesinde bir transformatör bölgesi ile ilgili tüm AG şebekenin kesitlere göre toplam uzunluğu ve kofra/binalarla ilgili olarak ise sadece toplam kofra/bina sayısı ve numaralarının veri tabanı olarak verilebileceği teknik olarak mümkün olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla, kofraların hangi noktadan AG şebekeye bağlı olduğu matematiksel olarak oluşturulamamaktadır. Bunun neticesinde, 4 farklı kofra dağılımı metodolojisi üzerinde durulmuştur.

- AG hat kesitine göre kofra/bina dağılımı (Küçük kesite daha fazla kofra)

Bu yaklaşım, dağıtım transformatörlerinin AG deparların/çıkışların hat kesitine göre yükün dağıtılması varsayımına dayanmaktadır. Bu yöntemle göre küçük kesitte, büyük kesite göre daha fazla abone bulunduğu varsayımında bulunulmuştur. Bu varsayımın dezavantajı küçük kesitte bulunan abonelerin büyük kesite göre daha fazla akım çekmesidir.

- Besleme noktasına göre kofra/bina dağılımı (Büyük kesite daha fazla kofra/bina)

Bu yaklaşım, dağıtım transformatörlerinin AG deparların/çıkışların besleme noktasına göre yükün dağıtılması varsayımına dayanmaktadır.

Bu yöntemle göre büyük kesitte, küçük kesite göre daha fazla abone bulunduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımın dezavantajı ise depar/çıkış üzerindeki kesitlerin en küçüğünün akım taşıma kapasitesinden büyük akım taşıyamama riskine sahip olmasıdır.

- Uzunluğa göre eşit kofra/bina dağılımı

Bu yöntemde BEDAŞ ve MEDAŞ dağıtım transformatörlerinin AG depar/çıkışlarında bulunan kofralarının eşit miktarda abone sayısına sahip olduğu varsayımında bulunmaktadır.

Transformatörlere ait 1 yıllık OSOS ölçüm verilerinden faydalanılarak TM puant değerleri elde edilmiş, bu değerlerin tüm depar/çıkışlara eşit dağıtıldığı varsayımında bulunulmuştur. Sonrasında, bu deparlara düşen güç depar/çıkış üzerindeki kofra/binalara dağıtılmış, buradan da abonelere eşit dağıldığı varsayılmıştır. Sonrasında ise bir yaklaşım katsayısı ile abone başına düşen kayıp hesaplanacaktır.

- Momente göre kofra/bina dağılımı (Uzunluk ve hat taşıma kapasitesine göre)

AG kayıp hesaplamada kofra/binaların dağılımı moment hesabına (hat kapasitesi\*uzunluk) göre yapılacağı kararlaştırılmıştır. Kofra/bina akımları, depar/çıkış üzerindeki toplam tüketimin toplam zamana bölünmesi sonucu bulunan akım değerine göre ortalama olarak belirlenecektir.

Abone bağlantı hattı uzunlukları kofra/bina başına 5 m ve kesiti depar/çıkış üzerindeki en düşük kesite göre belirlenecektir. Hat tiplerine göre kofra/binalar arasındaki mesafeler eşit kabul edilecektir.

Depar/Çıkış başına tüketim verileri BEDAŞ/MEDAŞ tarafından sağlanacak olup, şebekede tek bir an için hesaplanan kayıp değerlerine transformatör profilleri uygulanarak enerji kayıpları hesaplanacaktır.

Sonuç olarak, mevcut veri tabanı altyapısıyla oluşturulabilecek en uygun AG şebeke teknik kayıp hesaplama modeli için varsayımsal bir model oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu karar verilirken ayrıca mevcut iş planına paralel olarak gerçeğe daha yakın bir AG modeli oluşturulabilmesi için araştırmalar yapılmıştır.

Özellikle grafik teorisi üzerine yapılan detaylı araştırmalar ve CBS birimi ile yapılan koordineli çalıştaylar neticesinde OG şebeke modelinde olduğu gibi birebir modellemenin AG şebeke için de oluşturulabileceği kanaatine varılmıştır. Burada önemli olan husus, **tüm AG şebekenin birebir modellemesine yönelik bir çalışmanın başarılı olması demek, Türkiye’de ve hatta dünyada (sektör uygulamaları araştırmaları neticesinde) bugüne kadar gerçekleştirilmemiş ve gerçekleştirilmesi zor olan bir uygulama BEDAŞ ve MEDAŞ AG şebekesi özelinde gerçekleştirilecek olmasıdır.**

### 10.3.2.2 Nihai AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli Kurma Metodolojisi

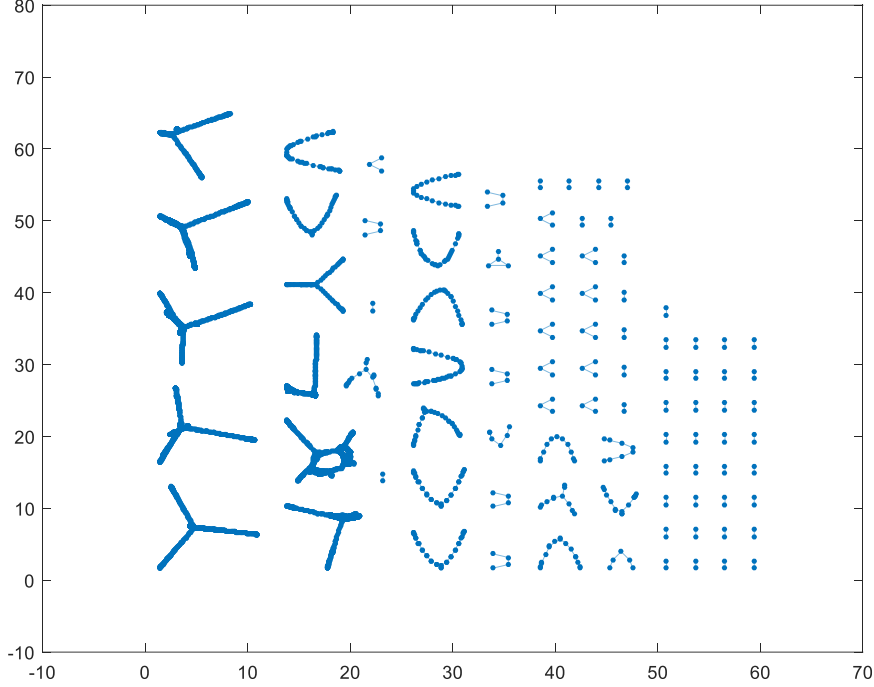
BEDAŞ ve MEDAŞ için; coğrafi bilgi sistemi AG şebeke verileri kullanılarak oluşturulan AG şebeke modelleri ile ilgili özet bilgi aşağıda yer almaktadır.

Nihai AG şebeke teknik kayıp modeli kurma metodolojisi temel olarak aynı koordinata sahip noktaların birleştirilmesi ve bir matris yapısı içerisinde matematiksel işlem yapılabilecek hale dönüştürülmesidir.

MATLAB’da oluşturulan AG şebeke model oluşturma aracına model girdisi olarak, coğrafi bilgi sisteminde başlangıç ve bitiş noktası olan tüm AG elemanların (AG baralar, AG dağıtım hatları ve AG rekortman hatları) başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarına karşılık gelen tam sayı yeni ID’ler verilmektedir. Oluşturulan AG şebeke modelleme programı da bu girdilerdeki aynı ID’ye sahip olan noktaları birleştirmekte ve bağlantısallık matrisini oluşturmaktadır.

Bağlantısallık matrisi, AG şebekenin en uç noktaları kofra/bina noktalarından başlanarak, AG rekortman bağlantısı ile AG dağıtım hatlarına, AG dağıtım hatlarından da AG baralara, AG baralardan da OG/AG dağıtım transformatörlerine kadar olan AG şebeke bağlantısıdır. Dolayısıyla, her bir kofra/bina noktasından (kofra/bina koordinatına karşılık gelen nokta ID’si) bağlı oldukları transformatör noktalarına (transformatör koordinatına karşılık gelen nokta ID’si) “Shortest Path” sorgulaması yapıldığı zaman, kofra/binanın enerjilendirilmesi için akımın geçtiği AG baraların, AG dağıtım hatlarının ve AG rekortmanların listesi oluşturulmaktadır.

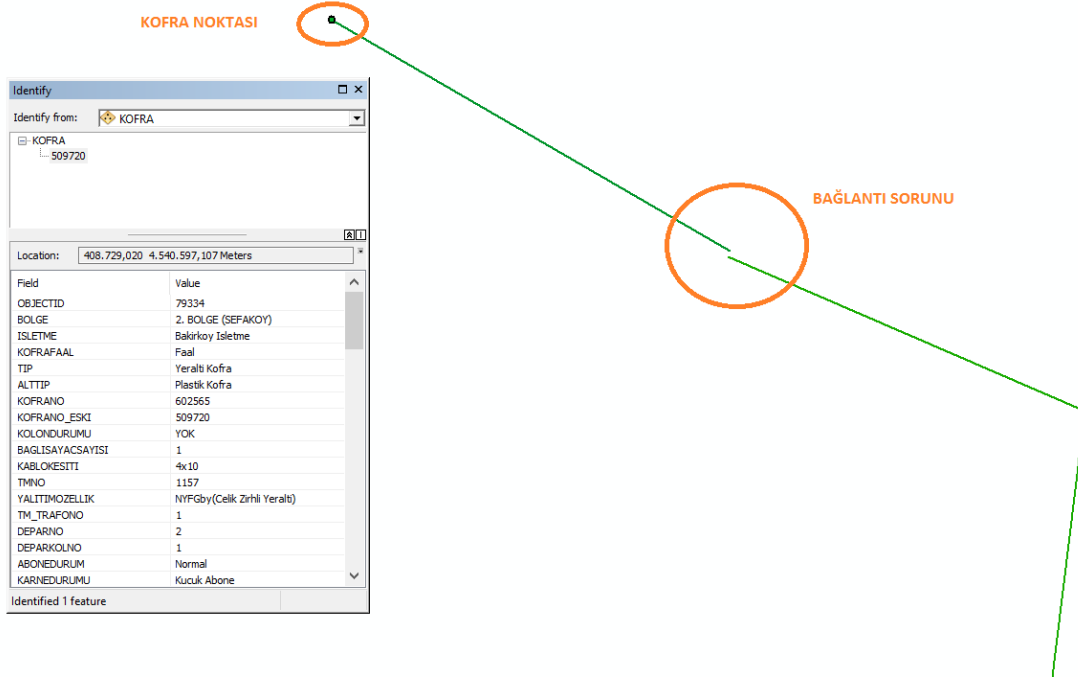
Aşağıdaki şekilde, örnek olması açısından bağlantısallık matrisinin grafiğe çevrilmiş hali gösterilmektedir.



Şekil 15: Örnek Nihai AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli

Yukarıdaki şekilde, toplamda birbirinden bağımsız 91 model bulunmaktadır. Örnek çalışma 13 transformatör bölgesinde yapıldığından dolayı, 13 bağımsız model olması gerekmektedir. Geriye kalan 78 model için coğrafi bilgi sisteminde bağlantısallık kontrollerinin yapılması gerekmektedir.

Aşağıdaki şekilde, yapılan kontroller sonucunda tespit edilen bağlantısallık sorunlarından bir örnek paylaşılmaktadır.



Şekil 16: Örnek Bağlantısallık Sorunu

Yukarıdaki şekilde görüleceği üzere, 79334 OBJECT ID'ye sahip kofranın coğrafi bilgi sistemi üzerinde transformatör ile bağlantısı gözükmesine rağmen elektriksel bağlantı sağlanamamaktadır. Dolayısıyla, şekilde örnek olarak gösterilen bağlantı sorunları giderildikten sonra kofralar modellemeye dâhil edilebilmektedir.

ÇEDAŞ için; AG dağıtım şebekesinde teknik kayıp hesaplama metodolojisi çalışmalarında, öncelikle şebeke yapısının incelenmesi ve veri bulunabilirlik oranlarının belirlenmesi çalışması yapılmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) bulunmadığından, özellikle AG dağıtım şebekesinin verilerine ulaşmada sıkıntılar/eksiklikler olduğu belirlenmiştir. AG hatların tipi, uzunlukları ve abonelerin yerleşim yerleri gibi özelliklerin istenilen doğrulukta belirlenmesinin mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Elde edilebilen verilere göre bir yaklaşım oluşturulmasına ve çözünürlüğü daha düşük olsa da AG teknik kayıpların yaklaşık olarak belirlenmesi yolunun tercih edilmesi planlanmıştır.

AG şebekesinde ulaşılabilen veriler yeterli olmadığından, teknik kaybın hesaplanması için şebekeyi olabildiğince yansıtabilecek bölgeler seçilerek örnekleme yapılmasına karar verilmiştir. Örnekleme sonucu yapılacak hesaplama sonuçlarının şebekeye yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

Seçilen bölgelerde, hat ve yük verilerinin (tüketim bilgileri, iletken kesitleri, fider uzunlukları, kofra bağlantı noktaları, yüklerin tüketim verileri, vs.) yapılacak saha çalışmaları ile beraber belirlenmesine karar verilmiştir. İhtiyaç duyulan bölgelerde ölçümler almak için ölçü cihazları bağlanması ve veri alınması çalışmaları yürütülecektir.

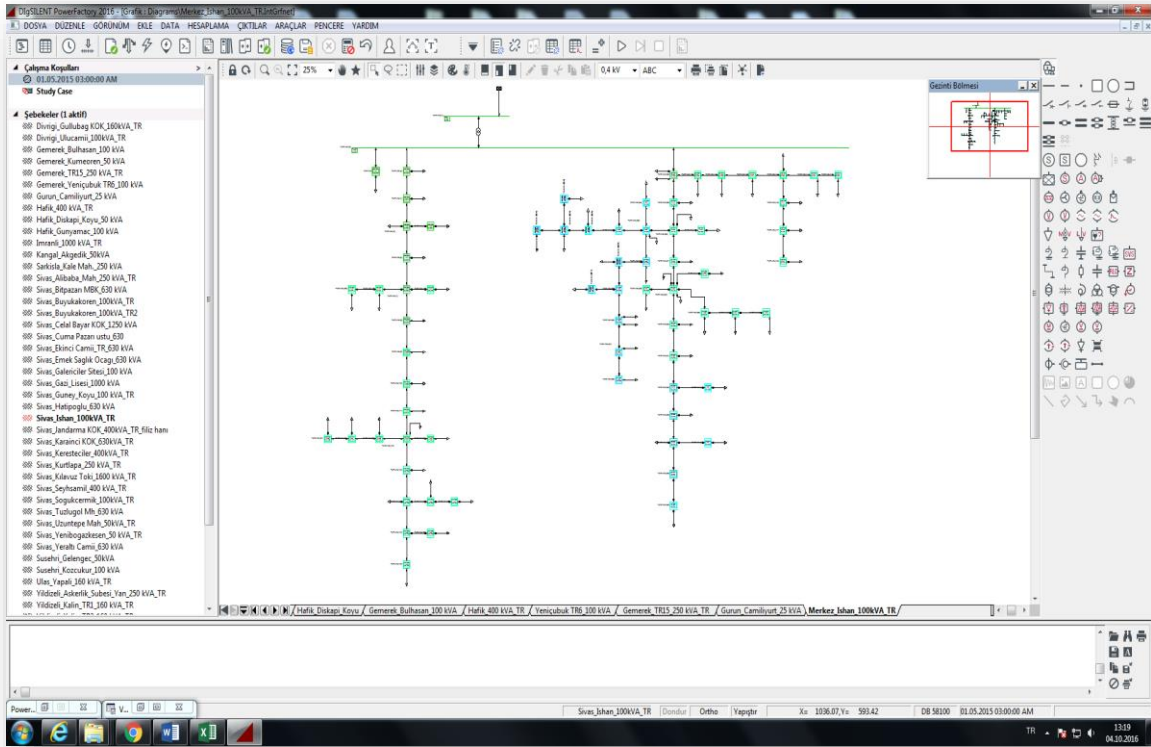
Ulaşılabilir verilerin kullanımı, ölçümler ve saha çalışmalarının sonuçları kullanılarak, seçilen pilot bölgelerin DIGSILENT şebeke analiz yazılımı kullanılarak modellenmesi ile teknik kayıp seviyesi belirlenecektir. Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, örnek olarak seçilen pilot bölge sonuçlarının ÇEDAŞ AG dağıtım şebekesi için yaygınlaştırılması yoluyla, çözünürlüğü düşük de olsa yaklaşık olarak AG teknik kayıp seviyesinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Örnekleme için seçilen bölgelerin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımda, ÇEDAŞ sorumluluk alanında bulunan tüm transformatörler dikkate alınarak,

- Transformatör sayısı,
- Transformatör güçleri,
- Transformatörlerin besledikleri bölgedeki abone sayısı,
- Transformatörden beslenen en uzak mesafedeki abone ile arasında olan mesafe,
- Transformatörün beslenen en yakın mesafedeki abone ile arasında olan mesafe,

- Benzer transformatör sayısı,
- Transformatörün yüklenme oranı,
- Transformatörün kullanıldığı bölge (il, ilçe ve köy olarak),

gibi parametreler kullanılmış ve tüm sistemin örneklenmesine yardımcı olacak bölgeler belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 17: Örnek Pilot AG Şebeke Teknik Kayıp Modeli (ÇEDAŞ)

### 10.3.3 Yük Modeli Kurma Çalışmaları

Yük modeli kurma çalışmalarının temel çıktısı “Yük Profilleri Raporu” olup, yapılan çalışmalar raporda detaylıca belirtilmiştir.

Özet olarak, yük modellerinin kurulabilmesi için öncelikli olarak abone tüketim değerlerine göre alt-abone grupları oluşturulmuştur.

Oluşturulan her bir alt-abone grubu içerisinde OSOS sayacı olan ve ait olduğu abone grubunun karakteristik özelliklerini taşıyan aboneler üzerinde detaylı çalışmalar yapılarak her bir abone grubu için 4 mevsim ve 3 gün (hafta içi günleri, Cumartesi ve Pazar) olmak üzere 12 yük profili tanımlanmıştır.

ÇEDAŞ tarafında yürütülen yük profili çalışmalarında 8760 saatlik yük profilleri tanımlanmıştır.



#### **10.4 Faz IV Model Doğrulama ve Algoritma Geliştirme Süreci**

Faz IV model doğrulama ve algoritma geliştirme süreci çalışmaları kapsamında, oluşturulan OG ve AG teknik kayıp hesaplama modellerinin doğrulanması ve hesaplama için uygun algoritmanın oluşturma çalışmaları yürütülmüştür. Gerçekleştirilen pilot çalışmalar ile elde edilen sonuçlar değerlendirilerek gerekli düzeltmelerin yapılması sağlanmıştır. Ayrıca, ideale yakın olarak modellenen sistemde, güç faktörü değişimleri, dengesizlik, harmonikler gibi parametrelerin teknik kayıplar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için pilot çalışmalar yapılarak raporlanmış ve etkin olanlar için kayıp artış katsayılarının belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır.

## 10.5 Faz V Yazılım Geliştirme Süreci

Projenin hedefi olan teknik kayıp hesaplama işleminin OG ve AG dağıtım şebekesinde yapılabilmesi için OSOS verilerinin ve proje kapsamında oluşturulan yük profillerinin işlenerek analiz programlarına aktarılması gerekmektedir. Ayrıca, AG teknik kayıp hesabının yapılabilmesi için MATLAB programı kullanılarak AG teknik kayıp hesaplama yazılımı geliştirilmiştir.

ÇEDAŞ'ta ise proje ekibi tarafından 3 ayrı yazılım geliştirilmiş olup, bunlar;

- OSOS Veri Çekme Yazılımı,
- Eksik Veri Tamamlama Yazılımı,
- Koordinat Belirleme Yazılımı,

olarak sıralanmaktadır. Tüm yazılımlar, “.NET 4.5.2” platformunda C# dili ile geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılımların kullanımı ile elde edilen veriler DIGSILENT yazılımında abone/yük tüketimlerinin modellenmesinde ve sistemdeki teknik kayıpların hesaplanmasında kullanılacaktır.

## 10.6 Faz VI Teknik Kayıp Hesaplama Süreci

Proje kapsamında, OG ve AG dağıtım şebekesi için oluşturulan modeller kullanılarak seçilen pilot bölgelerde teknik kayıp hesaplama çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

BEDAŞ ve MEDAŞ'ta kullanılan modeller ileride daha da yaygınlaştırılarak (OG dağıtım sistemi modelinin tamamının CYME/SINCAL programına aktarılması, AG şebeke verilerinin tam olarak elde edilip hazırlanan programda hesaplama yaptırılması, vs.) BEDAŞ ve MEDAŞ dağıtım sisteminin tümü için kullanılabilir. Böylece, tüm sistemde meydana gelen kayıp miktarlarının proje kapsamında geliştirilen hesaplama araçları ile anlık olarak tespit edilmiş olacaktır. Teknik kaybın yüksek olduğu belirlenen bölgelerde, teknik kayıp azaltıcı yöntemler uygulanarak dağıtım sisteminin daha verimli ve güvenilir olarak işletilebilmesi sağlanabilecektir. Ayrıca, hesaplanan teknik kaybın çok üzerinde kayıp meydana gelen bölgelerin tespit edilebilmesi sayesinde kaçak elektrik kullanılan abonelerin tespit edilmesi de daha kolaylaşacaktır.

ÇEDAŞ'ta OG dağıtım şebekesi teknik kayıpları, DIGSILENT yazılımında modellenmiş olan ÇEDAŞ OG dağıtım şebekesi yapısı, OSOS verileri kullanılarak hesaplanmaktadır.

AG dağıtım şebekesi teknik kayıpları ise, bulunabilen veri çözünürlüğünün düşük seviyede olması sebebiyle, pilot bölgeler üzerinde yapılan çalışmalar ile belirlenerek tüm sisteme yaygınlaştırılmaktadır. Bu amaçla, ÇEDAŞ AG dağıtım sistemini örnekleyebilecek şekilde seçilen pilot bölgeler belirlenmiştir. Gerçekleştirilen saha çalışması ile pilot bölgelerin şebeke yapısı çıkarılarak ve yüklerin tüketimlerinden faydalanılarak teknik kayıp hesabı yapılmaktadır. Elde edilen değerlerin yaygınlaştırılması ile ÇEDAŞ AG dağıtım sistemi kayıpları yaklaşık olarak hesaplanmaktadır.

Ayrıca, hem OG, hem de AG dağıtım sistemi teknik kayıp hesabında belirlenen değerlerin ideal şartlara göre yapılmasından kaynaklı hataların düzeltilmesi için teknik kayıp düzeltme katsayısı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bulunan teknik kayıp oranlarına bu etkilerin yansıtılması, gerçeğe daha yakın sonuçların bulunmasını sağlayacaktır.

ÇEDAŞ dağıtım sisteminde, CBS altyapısının hazır olmaması nedeniyle oluşan hataların ileriki dönem çalışmalarında en aza indirilebilmesi için kullanılan yöntemlerin güncellenebilir özellikte olması hedeflenmiştir. CBS altyapısının tamamlanmasından sonra yapılacak entegrasyon çalışması ile elde edilen sonuçlar yenilenebilecektir. Bu durum şebekedeki genişlemelerin etkisinin de yansıtılmasına imkân tanıyacağından, sadece proje süreci için değil

proje süreci sonrasında da sürekli takip edilebilir ve denetlenebilir olmayı sağlamaktadır. Oluşturulan altyapının CBS entegrasyonunun yapılması ÇEDAŞ'a teknik kayıp değerlerini sürekli olarak (yıllık, mevsimlik, aylık, haftalık, günlük ve saatlik bazda) takip edebilme yeteneği kazandırmış olacaktır.

## 10.7 Faz VII Teknik Kayıp Azaltıcı Önlemlerin Çalışılması Süreci

Literatürde yapılan çalışmalar ve uluslararası sektör uygulamalarında kullanılan teknik kayıp azaltma yöntemlerinin belirlenmesini ve BEDAŞ dağıtım sisteminde ihtiyaç olan bölgelerde bunların uygulanmasını içermektedir. Projenin Faz I kapsamında yöntemler ortaya konularak ilgili raporlarda sunulmuştur. Proje sürecinde, BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ yönetimi tarafından belirlenen bölgelerde teknik kayıp azaltıcı önlemler alınması çalışmalarına başlanmıştır.

Teknik kayıpları azaltılması/minimize edilmesi için aşağıdaki çözüm önerileri sunulur:

- Dağıtım sisteminde reaktif güç kompanzasyonu yapılarak güç faktörünün yükseltilmesi
- Yükün fazlara dengeli dağıtılarak dengesizliğin azaltılması, akım dengesizliğini azaltmak için dağıtım transformatörünün AG tarafında dengesizliğin yüksek olduğu AG çıkışlarda faz iletkenlerinin bağlı olduğu fazları değiştirerek transformatörün AG faz akımlarının mümkün olduğunca dengeli olmasının sağlanması
- Dağıtım şebekesi OG gerilim seviyesinin 33 kV olarak standartlaştırılması ve bu bağlamda 15,8 kV, 10,5 kV ve 6,3 kV gibi ara OG gerilim seviyelerinin 33 kV'a (34,5 kV, 33 kV ve 31,5 kV) dönüşümlerinin hızlandırılması
- Puant saatlerde aşırı yüklenme ve gece saatlerinde minimum yüklenme yerine tüketimin günün 24 saatine mümkün olduğunca homojen yayılması, bu amaçla özellikle tüketimin düşük olduğu gece zaman diliminde aktif enerji birim fiyatının daha cazip hale getirilmesi
- Akım harmonikleri sebebiyle akımın efektif değerinin artmasını önlemek için harmoniklerin filtre edilmesi, yükün harmonik karakteri değişmiyor ise belirli mertebede harmonikleri üretiyor ve güç katsayısı ( $\cos\phi$ ) düşük ise pasif harmonik filtre kullanılması, yükün harmonik karakteri değişken ise veya yükün 50 Hz frekansta güç katsayısı 1,0 değerine çok yakın ise diğer bir deyişle reaktif güç kompanzasyon ihtiyacı yok ise bu durumda harmonikleri filtrelemek için aktif filtre kullanılması
- Dağıtım transformatörünün AG gerilim seviyesindeki, yıldız veya zikzak bağlı ve yıldız noktası topraklı sekonder sargılarının bulunduğu tarafta yükler sebebiyle oluşan 3. harmonik akımlarının ve frekansı 3. harmonik frekansının tam katı olan harmonik

akımlarının OG şebekeye geçişini önlemek için dağıtım transformatörünün OG taraftaki primer sargısının üçgen bağlı olması

- OG dağıtım sisteminde yaygın olarak uygulanmakta olan tek taraftan beslenen radyal sistem veya açık ring sistem yerine kapalı ring sisteme geçilmesi
- Dağıtım sisteminin tek noktadan ve tek kaynaktan beslenmesi yerine koşullar uygun ise dağıtık üretim kaynaklarının şebekenin muhtelif noktalarına entegre edilmesi
- OG dağıtım sisteminde hatlardan geçen akımları ve kayıpları minimize edecek şekilde optimum anahtarlama yapılarak şebeke konfigürasyonunun yeniden düzenlenmesi
- Etrafında birden çok dağıtım transformatörü bulunan AG abonelerinin en yakın transformatörden beslenmesi mümkün ise buna uygun olarak sistemde konfigürasyon yapılması
- Dağıtım transformatörlerinin yüklenme durumuna göre % kayıp güç değerleri incelendiğinde en düşük bağıl kayıp değerinin transformatör yüklenmelerine bağlı olarak %40 - %60 oranında yüklenme durumunda meydana geldiği göz önüne alınarak, mümkün olduğu kadar transformatörlerin yaklaşık %50 oranında yüklenmesinin sağlanması
- Dengesizlik sebebiyle oluşan teknik kayıpları azaltmak için nötr iletken kesitinin en az faz iletken kesiti kadar seçilmesi
- Şebeke yeniden yapılandırma çalışmalarının yapılması
- Dağıtım sistemi içerisinde yoğun yerleşim bölgelerindeki transformatörlerin yüklenme oranlarının belirlenmesi ve mümkün olan transformatör merkezlerinin birbirine bağlanması
- Yoğun yerleşim bölgelerinde, az yüklü fakat birbirine yakın olan transformatörlerin, aralarında çekilecek ilave bir hatla tek transformatör üzerinden sistemi beslemeleri
- Yüklenme oranı düşük olan transformatörlerin düşük güçlü transformatörlerle ve yüklenme oranı yüksek olan transformatörlerin de uygun değerli büyük güçlü transformatörlerle değiştirilmesi

## 10.8 Faz VIII Proje Kapanış Süreci

Gerçekleştirilen proje ile BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım şebekesinde OG ve AG dağıtım sistemlerinde oluşan teknik kayıpların hesaplanması için metodoloji ve araçlar geliştirilmiştir. Pilot uygulamalar ile elde edilen değerler, bu çalışmaların başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Proje kapsamında oluşturulan teknik kayıp hesaplama araçlarının, sistem verilerinin güncellenmesine ve yeni veriler girilebilmesine imkân sağlaması projenin sürdürülebilir çıktıları olmasını sağlamaktadır. BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım sistemine ait hat uzunlukları, transformatör, abone bilgileri, iletken kesitleri, bağlantı noktaları, yük profilleri, vb. bilgilerinin tam olarak elde edilebilmesine imkân verecek altyapının sağlanması durumunda proje kapsamında geliştirilen model ve yazılımlar kullanılarak şebekede oluşan teknik kayıpların anlık olarak belirlenmesi imkânı oluşacaktır.

Proje öncesinde alınan ve satılan enerji arasındaki fark kullanılarak hesaplanan kayıp-kaçak miktarlarının gerçeğe en yakın olarak belirlenebilmesi imkânı, gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ'ın hizmetine girmiştir.

## 11 BÜTÇE

Firmalar bütçelerini ayrı olarak sunacaklardır.



## 12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Gerçekleştirilen proje ile BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım şebekesinde OG ve AG dağıtım sistemlerinde oluşan teknik kayıpların hesaplanması için metodoloji ve araçlar geliştirilmiştir.

Proje sürecinde yapılan çalışmalar ile BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım sistemi için, şebeke altyapısı ve veri erişilebilirliği dikkate alınarak,

- OG teknik kayıp hesaplama,
- AG teknik kayıp hesaplama yöntemleri, araçları ve modelleri oluşturulmuştur.

Pilot uygulamalar ile elde edilen değerler, bu çalışmaların başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Proje kapsamında oluşturulan teknik kayıp hesaplama araçlarının, sistem verilerinin güncellenmesine ve yeni veriler girilebilmesine imkân sağlaması projenin sürdürülebilir çıktıları olmasını sağlamaktadır. BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ dağıtım sistemine ait hat uzunlukları, transformatör, abone bilgileri, iletken kesitleri, bağlantı noktaları, yük profilleri, vb. bilgilerinin tam olarak elde edilebilmesine imkân verecek altyapının sağlanması durumunda proje kapsamında geliştirilen model ve yazılımlar kullanılarak şebekede oluşan teknik kayıpların anlık olarak belirlenmesi imkânı oluşacaktır.

Proje öncesinde alınan ve satılan enerji arasındaki fark kullanılarak hesaplanan kayıp-kaçak miktarlarının gerçeğe en yakın olarak belirlenebilmesi imkânı, gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda BEDAŞ, MEDAŞ ve ÇEDAŞ'ın hizmetine girmiştir.

### **13 REFERANSLAR/KAYNAKLAR/ATIFLAR**

Literatür Taraması Özet Raporu'nda referanslar belirtilmiştir.

## 14 EKLER