

T.C.
ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU



Başkent



Toroslar

Proje Adı:

**Yazlık bölgelerinde trafoların boшта kayıplarını minimize etmek için AG
ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi**

Proje Dönemi:

Temmuz 2015

Ar-Ge Komisyon Karar No:

8898295-110.05.02.01-47759

Proje Sahibi Şirket:

Başkent EDAŞ

Toroslar EDAŞ

Proje Yürütücüsü:

Başkent EDAŞ

Toroslar EDAŞ

Aralık 2016

ANKARA

Proje Künyesi

Proje Sahibi:	Başkent EDAŞ & Toroslar EDAŞ
Proje Sahibinin Adresi:	Kızılırmak Mah. Ufuk Üniversitesi Cad. No:1 Çukurambar Çankaya /ANKARA
Proje Adı:	Yazlık bölgelerinde trafoların boşa kayıplarını minimize etmek için AG ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi
Proje Bölgesi (Uygulama yapılan lokasyon):	Adana / Karataş- TR14-15
Proje Süresi:	9 ay (+3 ay)
Ar-Ge Dönemi:	Temmuz 2015
Ar-Ge Komisyon Kabul no ve Tarihi:	28.05.2014 tarihli ve 5036 Sayılı Kurul Kararı

Önsöz

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunca (EPDK) Elektrik ve Doğalgaz Dağıtım Sektöründe araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemek amacı ile dağıtım faaliyetleri kapsamında verilen, Ar-Ge bütçelerinin kullanılabilmesine ilişkin 28.05.2014 tarih ve 5036 sayılı Kurul Kararı ile belirlenen usule göre, Temmuz 2015 başvuru döneminde Başkent ve Toroslar Elektrik Dağıtım A.Ş. tarafından yapılan “Yazlık bölgelerinde trafoların boşa kayıplarını minimize etmek için AG ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi” başvurusu EPDK Ar-Ge Komisyonunca kabul edilmiştir.

Projenin amacı; Akdeniz’de kıyısı olan işletmelerde yazlıkların yoğun olduğu bölgelerde, yaz sezonunda puant yüklere göre kapasiteleri seçilen dağıtım trafolarının, sezon harici dönemlerdeki boşa teknik kayıplarının minimize edilmesine yönelik AG ekspres fider uygulamasının tüm boyutları (teknik, idari ve işletmesel açılardan) ile araştırılması, teknik-

Genele Açık

ekonomik fizibilite analizlerinin gerçekleştirilmesi ve pilot uygulama yapılmasıdır. Enerji verimliliğini artırma odaklı bir yöntemin detaylı ve bilimsel yöntemlere dayalı bir şekilde araştırılmasına odaklanan bu projenin, yönetmelikte belirtilen; dağıtım sistemi altyapısının uluslararası kalite standartları düzeyine ulaştırılması, sistemin işletimine yönelik teknoloji geliştirilmesi, bilgi üretilmesi, yenilik yapılması, verimliliğin ve hizmet kalitesinin artırılması, kayıpların ve maliyetlerinin düşürülmesi amaçları ile örtüştüğü değerlendirilmektedir.

ARGE projesi kapsamında Toroslar EDAŞ dağıtım sisteminde yazlık bölgelerde yer alan pilot trafolarla gerçekleştirilen ölçümler ve teknik-ekonomik analizlerde ve ardından yapılan pilot uygulama oldukça önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan öne çıkanlar:

- Trafo yüklenmeleri Eylül 15 tarihinden itibaren ciddi oranda azalmaktadır. Ölçüm yapılan trafolarla Eylül 15'ten itibaren trafo yüklenmeler %5 seviyelerinde değişmektedir.
- Haziran ayına gelindiğinde tüketimler havaların ısınmasıyla klima kullanımlarının artması, tatil sezonunun başlamasıyla yazlıkların kullanılmaya başlaması gibi etkenler sebebiyle ani olarak artmaya başlamaktadır.
- Trafo kayıpları incelendiğinde %40 seviyesinin altındaki yüklenmelerde boşa kayıplar yükte kayıplara göre daha fazladır.
- Sezonla tüketim farklarının çok olduğu birbirine yakın trafolarla, bir trafonun devre dışı bırakılarak trafo AG barasının AG ekspres fider aracılığı ile diğer trafo tarafından beslenmesi boşa kayıpları minimize etmektedir.
- Uygulama maliyetleri düşünüldüğünde, kablo kanalı, AYKOME bedelleri, eski TMS'lerin yenilenmesi gibi ek masraflardan kurtulmak amacıyla yeni inşa edilecek trafo binalarının AGEF kapsamında değerlendirilmesi daha avantajlıdır.
- Bu sonuçlar ışığında, Toroslar EDAŞ yazlıkların yoğun olduğu bölgelerdeki yatırım planlamalarında AGEF besleme alternatifinin mutlaka değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu değerlendirmelerde göz önüne alınması gereken tüm teknik ve ekonomik hususlar için bu proje oldukça önemli bir referans teşkil edecektir.

Proje Özeti

Bu rapor Başkent EDAŞ, Toroslar EDAŞ ve EPRA ile yapılan “Yazlık bölgelerinde trafoların boşa kayıplarını minimize etmek için AG ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi”ne dair yapılan araştırmaları, çalışmaları ve sonuçları içermektedir. Bu ARGE projesinde, Akdeniz’de kıyısı olan işletmelerde yazlıkların yoğun olduğu bölgelerde, yaz sezonunda puant yüklere göre kapasiteleri seçilen dağıtım trafolarının, sezon harici dönemlerdeki boşa teknik kayıplarının minimize edilmesine yönelik AG ekspres fider uygulamasının teknik, idari ve işletmesel açılardan değerlendirilmesini amaçlanmıştır. Konuya ilişkin literatür araştırmaları, Toroslar EDAŞ’a ait bölgelerden uygun pilot trafoların tespiti, bu trafolardan ölçümler alınması, modellemeler ve analizler ile AGEF (AG Ekspres Fider Uygulaması) koşullarının teknik, ekonomik ve işletme açısından değerlendirilmesi ve pilot uygulama yapılması proje kapsamı dahilindedir. İşletmeden ve keşiflerden temin edilen bilgiler ile DiğSILENT PowerFactory şebeke analiz yazılımıyla modellemeler gerçekleştirilmiş, AGEF besleme koşulları ve mevcut besleme koşullarında teknik ve ekonomik analizler yapılmıştır. Sezonlar yük farklarının çok olduğu bölgelerdeki birbirine yakın trafolarda, sezon dışı dönemlerde (yaklaşık 9 ay) bir trafonun devre dışı bırakılarak AG ekspres fider aracılığıyla diğer trafo üzerinden beslenmesinin toplam boşa kayıpları minimize ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama açısından kurulum maliyeti ise trafolar arasındaki yolun uzaklığı ve niteliği, trafo binalarındaki ekipmanların yeni olup olmaması gibi durumlara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trafo, trafo kayıpları, boşa kayıp, verimlilik, sezonlar yük.

İçindekiler

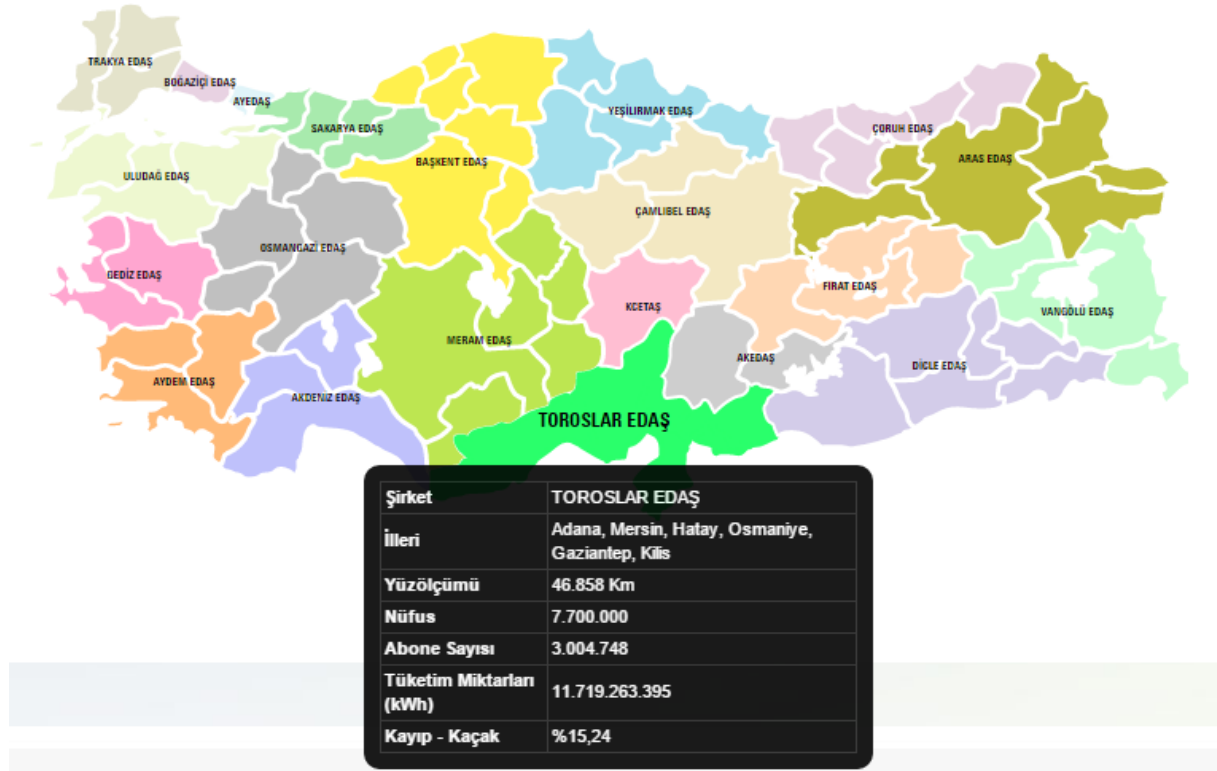
Proje Künyesi	2
Önsöz.....	2
Proje Özeti.....	4
Giriş ve Teorik Çerçeve	6
2. Projenin Amacı, Kapsamı ve Önemi	8
3. Projeye İlişkin Sorular ve/veya Hipotezler	9
4. Kısıtlamalar ve Sınırlamalar	10
5. Proje Süreci Hakkında Detaylı Bilgiler	11
6. Sonuç ve Yorumlar	12

Giriş ve Teorik Çerçeve

Bu final raporunda, EPRA Elk. Ener. İnş. Tic. Ltd. Şti. (EPRA) ile Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Toroslar Elektrik Dağıtım A.Ş. arasında devam eden, “ AGEF - Yazlık bölgelerde trafoların boşa kayıplarını minimize etmek için AG ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi” kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar ve sonuçları açıklanmıştır. Temmuz 2015 dönemi ARGE proje desteği kapsamında EPDK tarafından desteklenen bu ARGE projesi 21.12.2015 tarihinde başlamıştır ve süresi dokuz aydır. 06.09.2016 tarihinde 3 aylık bir uzatım talebi yapılmış, Ekim 2016 ve 02/16/16 sayılı Ar-Ge Komisyonu kararı ile proje 31.12.2016 tarihine kadar uzatılmıştır.

Toroslar EDAŞ; Adana, Osmaniye, Gaziantep, Mersin, Kilis ve Hatay illerini kapsamakta ve 7,7 milyon kişinin elektrik dağıtımına erişimini sağlamaktadır. Bölge genelinde 60 adet TEİAŞ TM’den enerji alan Toroslar EDAŞ’ın kurulu gücü 5947,6 MVA’dır. Toroslar EDAŞ dağıtım sorumluluk bölgesi aşağıda Şekil 1’de harita üzerinde gösterilmiştir.

Enerji Dağıtım Şirketleri Haritası



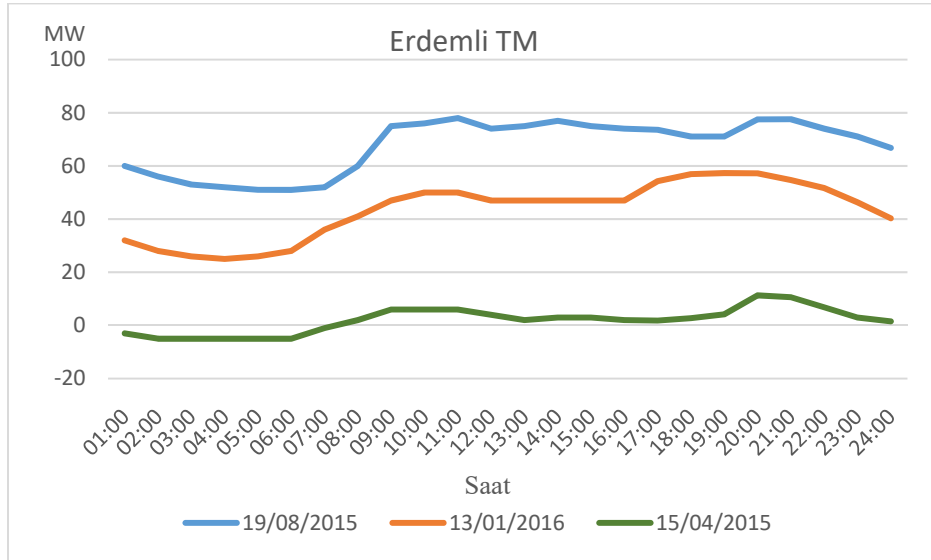
Şekil 1. Toroslar EDAŞ dağıtım bölgesi

Elektrik tüketimi, tüketici profiline göre yıllık, aylık, haftalık ve günlük değişimlere (pattern) sahiptir. Mesai saatleri, resmi tatiller, sıcaklık, güneşlilik gibi etkenlere bağlı olarak bu yük profilleri açığa çıkar. Meskenlerde bu tüketim dalgalanmaları sanayi ve ticari abonelere göre daha fazladır.

Sezonsal olarak tüketimin değişkenliği farklı sebeplere bağlı olabilir;

- o Tarımsal sulama amaçlı elektrik tüketimi sulama ihtiyacına bağlı olarak mevsimsel değişkenlik gösterir ve yaz aylarında önemli miktarda artar.
- o Yaz aylarında soğutma ihtiyacı nedeniyle kullanılan klimalar yaz dönemi elektrik tüketimini ciddi miktarda artırmaktadır.
- o Yazlıkların havaların ısınması ve tatil sezonu ile beraber yazlıkların kullanımı da tüketimi artıran bir sebeptir.

Toroslar EDAŞ'a ait Mersin İşletmesi sınırlarındaki Erdemli TM'nin tipik bir kış, yaz ve bahar günlerinde günlük trafo yüklenme eğrisi Şekil 2'de verilmiştir. Bölgedeki sezonluk tüketim miktarlarında önemli ölçüdeki fark göze çarpmaktadır.



Şekil 2. Erdemli TM (2015 Yük Profili)

Toroslar EDAŞ'ın kapsama alanı incelendiğinde, sezonsal tüketim farklarının yaşanabileceği yerleri içermektedir. Yüksek sıcaklık ve nem dolayısıyla yoğun bir klima kullanımı mevcuttur. Deniz kenarı olması sebebiyle yazlık ve tatil yerleri sezonsal olarak kullanılmaktadır.

Genele Açık

Türkiye'nin en güneyinde yer almasından dolayı, yaz dönemi sıcaklıkların artışıyla klima kullanımlarının çok yüksek seviyelere çıkması, tatil döneminin başlamasıyla yazlıkların kullanımı gibi sebeplerden ötürü sezona bağlı tüketimde artışlar yaşanmaktadır.

Tüketimdeki bu dalgalanmalara bağlı olarak, dağıtım trafoları seçilirken yükün maksimum olduğu yaz tüketimi planlanarak trafo kapasitesine karar verilmektedir. Doğal olarak, sezon sonu tüketimlerin düşmesiyle beraber trafo doluluk oranları oldukça düşmektedir.

Trafo kayıpları; boşa kayıplar ve yükte kayıplar olarak iki ana başlıkta toplanmaktadır. Boşa kayıpların tüketimden bağımsız olmasına rağmen, yükte kayıplar (bakır kayıpları) akımın karesiyle orantılı olarak arttığından, %40 doluluk seviyelerinin altında boşa kayıplar baskın olmaktadır.

Literatür tarama ve araştırma iş paketi kapsamında ilk önce sezonluk tüketim farkları incelenmiştir. Bu doğrultuda trafo kayıpları ve trafo verimlilikleri detaylı olarak incelenmiş, örneklerle zenginleştirilmiştir. Trafoların paralel çalışma durumlarıyla da ilgili bir araştırmaya da literatür taraması kapsamında yer verilmiştir. Literatür taraması ve araştırması süresince Türkiye ve Dünya genelinde benzeri bir uygulama rastlanmamıştır.

Literatür tarama ve araştırma sonucu elde edilen bilgileri de göz önüne alarak, işletmenin önerileri ve yapılan keşiflerle birlikte bir pilot bölge havuzu oluşturulmuştur. Bu pilot bölge aday havuzu içerisinde, teknik-ekonomik analizlerin gerçekleştirileceği öncelikli pilot şebekelerin tespitine yönelik bir önceliklendirme metodolojisi geliştirilmiştir. Metodolojiye uygun bir biçimde, beş adet öncelikli pilot trafo çifti belirlenmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilecek olan teknik-ekonomik analizler için pilot trafo yüklenme profillerine ihtiyaç vardır. Bu amaçla pilot şebekelerde ölçüm alınacak noktalar belirlenmiş, Toroslar EDAŞ tarafından ölçüm cihazları monte edilerek ölçümler alınmıştır.

2. Projenin Amacı, Kapsamı ve Önemi

Projenin amacı; Akdeniz'de kıyısı olan işletmelerde yazlıkların yoğun olduğu bölgelerde, yaz sezonunda puant yüklere göre kapasiteleri seçilen dağıtım trafolarının, sezon harici dönemlerdeki boşa teknik kayıplarının minimize edilmesine yönelik AG ekspres fider uygulamasının tüm boyutları (teknik, idari ve işletmesel açılardan) ile araştırılması, teknik-ekonomik fizibilite analizlerinin gerçekleştirilmesi ve pilot uygulama yapılmasıdır. Enerji

Genele Açık

verimliliğini artırma odaklı bir yöntemin detaylı ve bilimsel yöntemlere dayalı bir şekilde araştırılmasına odaklanan bu projenin, yönetmelikte belirtilen; dağıtım sistemi altyapısının uluslararası kalite standartları düzeyine ulaştırılması, sistemin işletimine yönelik teknoloji geliştirilmesi, bilgi üretilmesi, yenilik yapılması, verimliliğin ve hizmet kalitesinin artırılması, kayıpların ve maliyetlerinin düşürülmesi amaçları ile örtüştüğü değerlendirilmektedir

Proje kapsamında aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilmiştir;

- Toroslar EDAŞ'a ait işletmelerde AG ekspres fider uygulaması için en uygun trafoların (pilot trafolar) tespit edilmesi,
- Bu pilot trafoların boşa teknik kayıplarının sahadan alınan ölçümler kullanılarak yıllık olarak şebeke analizleri ile analiz edilmesi,
- AG ekspres fider uygulamalarına yönelik uluslararası deneyimler araştırılması,
- Şebeke analiz yazılımları ile AG ekspres uygulamalarının teknik yönden analizleri yapılması,
- Teknik analizler sonucu pilot trafolar için öngörülen AG ekspres fider uygulaması projelendirilmesi ve altyapı ihtiyaçları belirlenerek yatırım maliyetleri hesaplanması,
- Yatırım, işletme ve bakım maliyetleri göz önüne alınarak teknik-ekonomik analizler gerçekleştirilmesi,
- Elde edilen sonuçlar için hassasiyet analizlerinin gerçekleştirilmesi (trafo yüklenme eğrileri, trafo kapasitesi, AG ekspres fider uzunluğu, tipi, kesiti, gibi),
- Uygulama potansiyeli olan öncelikli lokasyonlara ait kriterler belirlenmesi.

Bu kriterlere en uygun bir adet bir adet (AG ekspres fider kablo) pilot uygulaması Adana Karataş işletmesinde TR14-TR15 trafolarında gerçekleştirilmiştir.

3. Projeye İlişkin Sorular ve/veya Hipotezler

Bu ARGE projesinde aşağıda belirtilen soruların cevapları aranmıştır:

- Sezonluk yük farklarının çok olduğu bölgelerde bir trafonun devre dışı bırakılarak AG ekspres fider aracılığı ile diğer trafo üzerinden beslenmesi teknik-ekonomik açıdan avantajlı mıdır?

- AG ekspres fiderin kullanılmasının daha avantajlı olduğu bölgelerin ve trafo çiftlerinin özellikleri nelerdir?
- Bu karakteristik özellikler metrikler ile tanımlanabilir mi?
- Uygulama açısından en avantajlı olan trafo ve bölge özellikleri nelerdir?

4. Kısıtlamalar ve Sınırlamalar

Projede elde edilen sonuçlar ışığında, mevcut besleme koşulları yerine, uygulama yapılan trafonun devre dışı bırakılarak AG ekspres fider ile diğer trafodan besleme yapılmasının teknik-ekonomik olarak daha avantajlı olduğu sezonsal tüketim farklarının yoğun olduğu yazlık bölgelerin ve bahse konu trafoların karakteristik özellikleri göz önüne alındığında, AGEF alternatif uygulamasına yönelik kısıtlar ve sınırlamalarda aşağıda belirtilen hususlar ön plana çıkmaktadır.

- Trafoların sezonsal tüketim farklarının fazla olması gerekmektedir. Örneğin yaz dönemi boyunca yüklükten, kış ve bahar dönemlerinde düşük kapasitelerde çalışan trafolar bu uygulama için tüketim açısından uygundur. Yükleme profilinin bilinmesi bir avantaj sağlamaktadır. Hali hazırda yüklenme profili olmaması durumunda, belli dönemlerde ölçüm alınarak yüklenmelerin uygulama açısından uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Seçilecek trafo çiftleri arasındaki mesafenin kısa olmasının; hem gerilim düşümü, kabloda yaşanan kayıplar gibi teknik, hem de kablo maliyeti gibi ekonomik açıdan avantajları vardır. İki trafo arası mesafenin 200 metre ve altı olması önceliklidir. Trafolar arasına yer altı kablosu döşeneceği için, trafolar arasındaki yolun, kamulaştırma ihtiyacının olmaması önemlidir.
- Seçilecek trafoları kapasitesinin en az 400 KVA olması gerekmektedir. Kapasitesi yüksek trafolar kayıptan kazanç açısından daha faydalı olacaktır.

Mevcut alçak gerilim termik manyetik şalterin yeni olması; güvenirlilik ve yardımcı kontak açtırma bobini gibi aksesuarların eklenebilmesi açısından kolaylık sağlayacaktır. Eski bir TMŞ olması durumunda yeni bir TMŞ ile değiştirilmesi gerekmektedir.

Trafoların aynı fider üzerinde, gerilim seviyelerinin eşdeğer ve bağlantı tiplerinin aynı olması önemlidir.

Bina tipi trafoların yanı sıra, kriterleri sağlayan direk tipi trafolar da olası uygulama için incelenmelidir.

AGEF pilot uygulaması Karataş'ta bulunan TR14 - TR15 trafo çiftinde yapılmıştır. . Maliyetler ve ve montaj süreci incelendiğinde, AGEF uygulamasının mevcut trafolardan ziyade, yeni inşa edilecek olan trafo merkezlerinde uygulanmasının çok daha avantajlı bir noktada yer alacağı değerlendirilmiştir. Yeni bir trafo binası inşasında uygulanmasının avantajları şu şekildedir;

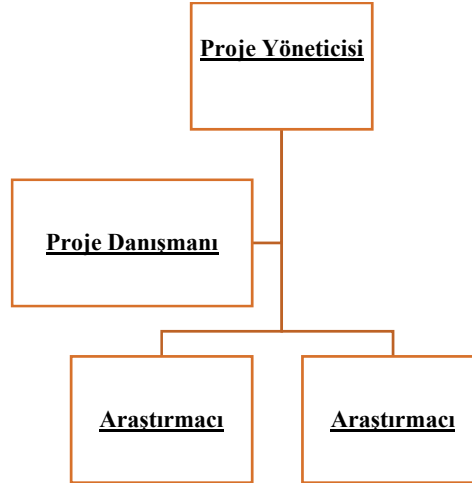
- o Trafolar arası kazı çalışmaları, Aykome ücretleri mevcut inşaat çalışmalarıyla beraber yürütüleceğinden çok daha hızlı ve daha az maliyetli olacaktır.
- o İşçilik, montaj gibi kalemler mevcut çalışmalar ile birlikte yapılacağı için maliyette azalma ve uygulama açısından kolaylık sağlayacaktır.
- o Trafo çıkış AG TMS'leri yeni olacağından, AGEF çalışması için yenileme masrafı oluşturmayacaktır. Uygun yardımcı kontak ve açtırma bobini alınacaktır.

Bu veriler doğrultusunda AG ekspres fider uygulamasının, yeni inşa edilecek trafo binaları için yapılması maliyet açısından daha avantajlı konumdadır. Bu durum, uygulama için trafolar incelenirken ve yeni yatırımlar planlanırken dikkate alınmalıdır.

5. Proje Süreci Hakkında Detaylı Bilgiler

Temmuz 2015 dönemi ARGE proje desteği kapsamında EPDK tarafından desteklenen bu ARGE projesin 21.12.2015 tarihinde başlamıştır ve süresi dokuz aydır. Ölçüm profillerinin tamamlanması ve uygulama için uygun zamanın beklenmesi açısından 06.09.2016 tarihinde 3 aylık bir uzatım talebi yapılarak, proje 31.12.2016 tarihine kadar uzatılmıştır.

Şekil 3. Başkent & Toroslar EDAŞ proje ekibi.



Şekil 3. EPRA proje ekibi

Proje iş planında yer alan iş paketleri ve çıktıları aşağıda açıklanmıştır(Tablo 1).

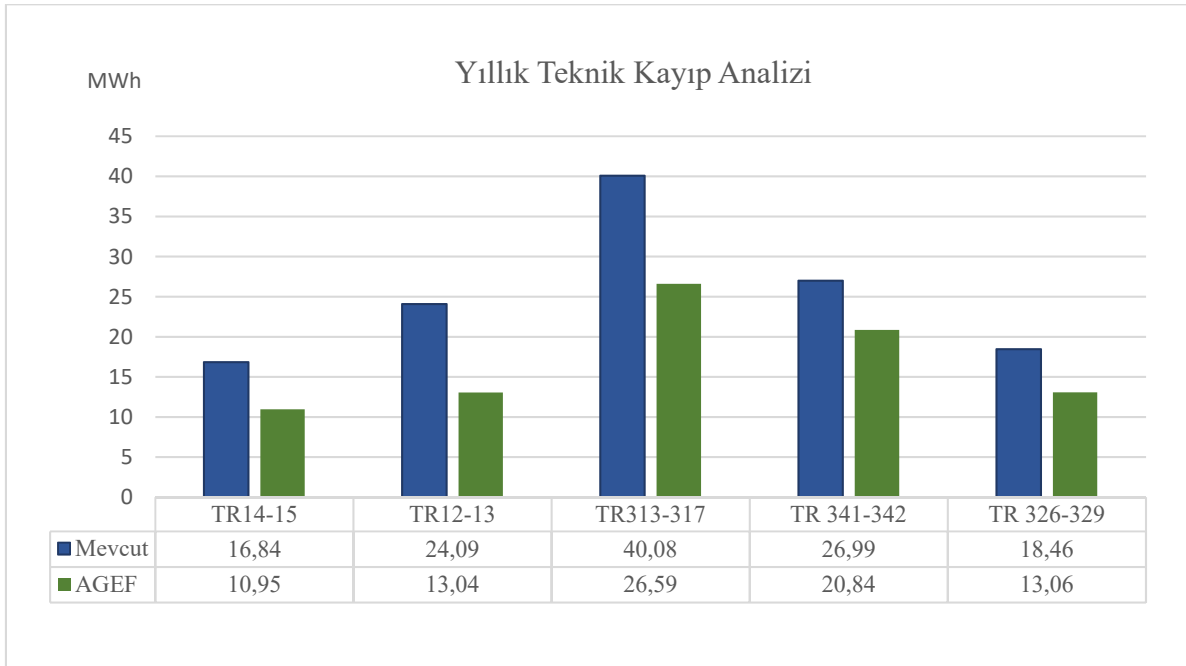
Tablo 1. Proje planı

6. Sonuç ve Yorumlar

Yazlık bölgelerinde trafoların boşa kayıplarını minimize etmek için AG ekspres fider uygulama teknik ekonomik analiz projesi - AGEF – kapsamında sezonluk tüketim farklarının yoğun olduğu Toroslar EDAŞ’a ait bölgeler değerlendirilmiştir. Sezonluk tüketim farkları üzerine yapılan literatür araştırmalarında bu projenin kapsamına benzer bir uygulama ile karşılaşılmamıştır. Trafo kayıpları (boşa kayıplar, yükte kayıplar), verimlilik yüzdeleri, optimum verimliliği sağlayan yüklenmeler vs. konusunda literatür taraması yapılmış ve bu proje doğrultusunda kullanılabilecek kaynaklar taranmıştır. Belirlenen pilot trafo seçim kriterleri işletmeler ile paylaşılmış ve bir pilot trafo havuzu oluşturulmuştur. Yapılan keşifler ve değerlendirilmeler doğrultusunda Adana ve Mersin bölgesinden 5 trafo çifti seçilerek, ölçüm cihazları montajı yapılmıştır. 15’er dakikalık çözünürlükte alınan ölçümler kullanılarak Nisan – Aralık arası alınan profiller yapılan varsayımlar ve mühendislik yaklaşımları ile yıllık tüketim profillerine çevrilmiştir. Bu yıllık tüketim profilleri DIgSILENT PowerFactory şebeke yazılım programında yapılan modellemelerde kullanılarak teknik-ekonomik analizler yapılmıştır. Yıllık kayıplar, gerilim düşümleri incelenerek AGEF besleme düzeneğinin avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Uygulama için seçilen trafo çifti için malzeme seçimi yapılmış ve tedarik edilmiştir. Bu süreç boyunca İş Sağlığı ve Güvenliği birimiyle toplantılar yürütülerek uygulama ve montaj ile ilgili gerekli düzenlemeler yapılmış ve önlemler alınmıştır.

Genele Açık

Seçilen 5 trafo çiftinde yapılan teknik analizler sonucu kayıplardaki değişimi gösteren grafik Şekil 'te verilmiştir.



Şekil 5. Pilot trafolar için teknik kayıp analizi sonuçları

Yukarıda bahsi geçen trafolardan Adana Karataş bölgesindeki TR14-15 trafo çiftinde örnek uygulama yapılmıştır. Teknik analizler incelendiğinde AGEF besleme durumunda kayıplar 16,84 MWh'ten, 10,95 MWh'e düşmüştür. Bu yaklaşık 6 MWh bir kazanç sağlamaktadır. Kayıptan sağlanan kazanç bazı trafo çiftlerinde daha fazla da olsa kablo ve kazı maliyetleri açısından TR14-15 trafo çifti arasındaki mesafenin 90 metre olması büyük bir avantajdır. Kablo maliyeti toplam maliyet içinde büyük bir yer kapladığından yakın mesafe seçimi yatırımların geri dönüşü hesaplanırken kritik bir noktada yer almaktadır. Bu durumlar göz önüne alındığında maliyet açısından TR14-15 trafo çifti ön plana çıkmaktadır. TR 14-15'e ait teknik analizler sonucunda AG ekspres fider üzerinden diğer AG baranın beslenmesinden ötürü oluşan gerilim düşümü çok minimal seviyelerdedir. Kablo kesiti seçimi gerilim düşümü ve kabloda yaşanacak kayıplar açısından önemlidir.