

Dağıtım Şirketleri AR-GE Projesi Sonuç Raporu

ARGE Projesi sonuç raporu proje sahibi tarafından projenin tamamlanmasından sonraki 75 gün içinde tüm proje süreçlerine ait faaliyet ve sonuçları içerecek şekilde hazırlanır. Kurum sonuç raporunda sunulan bilgilere ait ilave açıklama, belge ya da bilgiler talep edebilir. Sonuç raporu projenin genel değerlendirmesine esas dokümandır.

A. Proje Kimlik Bilgileri:

ARGE Proje Kabul #	05/10/2016 – 42435421-120.05.05 E48251
Başvuru Sahibi:	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.
Başvuru Sahibinin Adresi:	KIZILIRMAK MAH. UFUK ÜNİVERSİTESİ CADDESİ NO:1 KAT:20 BAŞKENT KULE ÇUKURAMBAR/ANKARA
Proje Adı:	Örüntü Tanıma ile Proaktif Şebeke Tasarımı
Proje Bölgesi:	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.
Proje Süresi:	24 Ay

B. Proje Sonuç Değerlendirme Özeti:

Bu projede durumsal farkındalık ve karar verme desteği için kullanılabilecek yeni bir güç kalitesi endeksi oluşturulmuştur. Önerilen endeks sadece iyi bilinen güvenilirlik endeksleri gibi kesintileri değil, aynı zamanda gerilim çukuru ve tepesi durumlarında da bir değerlendirmeye olanak sağlar.

Tanımlanan endeks, PSS-Sincal simülasyon ortamı kullanılarak gerçekçi bir dağıtım sistemi modeli ile oluşturulan farklı vaka çalışmaları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Tam sistem modeli ve gerekli istatistiksel bilgiler mevcutsa endeksin doğru kullanımı sağlanabilir. Endeks kısa vadede kullanılsa bile, bahsedilen bilginin dağıtım operatörleri için faydalı olduğu belirtilmelidir. Ele alınan sistemin davranışı hakkında uygun bir model tespit etmek için, sistemin tam elektrik modeli ve uygun ölçümler gereklidir. Proaktif bakım kararları vermek, durum farkındalığını sağlamak ve karar vermede doğru desteği almak için sistem operatörü müşterilere ait detayları bilmelidir. Bu nedenle, gelişmiş gerçek zamanlı operasyon için bu verilerin toplanması şiddetle tavsiye edilir.

Önerilen ERI, güç kalitesi ölçümü ya da değerlendirmesi için geliştirilmemiştir. Daha ziyade, endeks, bir güç kalitesi sorunundan etkilenen müşteriler arasında bir sıralama sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sıralama, operatöre olayın her bir müşteri için ne kadar ciddi olduğunu gösterecektir, böylece sıralamaya göre gerekli sistem iyileştirmeleri ve / veya bakım işlemleri yapılabilir.

Ayrıca proje kapsamında, güç sınıfı 2.75 MW olan rüzgâr türbinin BARES rüzgâr santralinden alınan rüzgâr ölçümlerine göre iki farklı hız için performansı test edilmiştir. Ortalama hızın 7.2 m/s olan rüzgar santralinin rüzgar hızının 10 ve 6 m/s olduğu hızları yüksek hız ve düşük hız senaryoları için seçilmiştir. Ayrıca, şebekenin %10 ve %20 ani yük devreye alınması durumları yüksek ve düşük hız durumları için incelenmiştir. Frekans distorsiyonu öncesi yük 40 MW olduğu için %10 ve %20 yük devreye alınması durumlarında bağlantısı yapılan yükler 4 ve 8 MW aktif güce sahiptir.

Sonuçlar incelendiğinde, yapay atalet uygulaması ile şebekenin frekansının değişim hızı (rate of change of frequency) frekans distorsiyonları için geliştirilmiştir. Buna göre, frekans distorsiyonlarında frekansın değişim hızı %2.7 oranına kadar düşürülmüştür.

C. Proje Sonuç Değerlendirmesi:

C.1. Proje İş Planı ve Zaman Takvimi

Gerçekleşme bazlı nihai iş planı aşağıda belirtildiği gibidir. İzleme raporuna göre sapmaların gerekçeleri aşağıda belirtilmiştir.

İş Paketi No	İş Paketi Adı	Planlanan Başlama – Bitiş Tarihi	Gerçekleş en Başlama – Bitiş Tarihi	Planlanan Süre (Ay)	Gerçekleşen Süre (Ay)	Sapma (Ay)	Gerekçesi
1	Proje Yönetimi	01.03.2016 – 01.03.2018	01.03.2016 – 01.03.2018	24	24	0	-
2	Örüntü Tanıma Yöntemleri ile Önleyici Bakım Faaliyetleri	01.06.2016 – 01.08.2017	01.06.2016 – 01.03.2018	14	14	7	Saha ekipmanlarının temininde Gümrük sürecindeki gecikmeler sebebiyle saha kuruluşları aksamıştır. Saha çalışmaları hızlandırılarak ilgili iş paketi zamanında tamamlanmıştır.
3	Örüntü Tanıma Yöntemleri ile Güç Tüketimi/Üretimi Çalışmaları	01.06.2016 – 01.08.2017	01.06.2016 – 01.08.2017	14	14	0	-
4	Mikro-şebekeler	01.07.2016 – 01.10.2017	01.07.2016 – 01.10.2017	15	15	0	-
5	Gerilim Kontrolü ile Güç Kontrolü	01.08.2016 – 01.12.2017	01.08.2016 – 01.12.2017	16	16	0	-
6	Şebeke Üretim/Tüketim Kaldırma Kapasitesi	01.10.2016 – 01.03.2018	01.10.2016 – 01.03.2018	17	17	0	-
7	Şebeke Atalet Desteği	01.10.2016 – 01.03.2018	01.10.2016 – 01.03.2018	17	17	0	-
8	Yaygınlaştırma	01.11.2016 – 01.03.2018	01.11.2016 – 01.03.2018	16	16	0	-

C.2. İş Paketleri

Gerçekleşme bazlı iş paketler bilgileri sunulacaktır. İzleme raporuna göre sapmalar varsa açıklamaları yapılacaktır.

İş Paketi No/Adı	1/Proje Yönetimi		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.03.2016 – 01.03.2018	Süresi (Ay)	24
19 Ekim’ de Ankara’ da projeyi ve özellikle Enerjisa’ nın yürüttüğü 8. İş paketini anlatan bir seminer düzenlenmiş, seminere EPDK, TEİAŞ, ELDER, Dağıtım şirketleri ve üniversitelerden katılım sağlanmıştır. Seminerde ayrıca projeye örüntü tanıma teknolojisi konusunda destek veren Peter Axelberg tarafından makine öğrenmesi ve yapay zeka konularında da sunum yapılmıştır.			

İş paketleri kapsamında genel proje yönetimi yöntemlerinin izlenmesi yanı sıra proje ekibi, üniversite vb. kuruluşlar ile toplantılar gerçekleştirilmiştir.

7-8 Kasım 2017 tarihlerinde İsveç'in Västerås şehrinde proje ilerleme toplantılarının dördüncüsü gerçekleştirilmiş ve Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. den Özden ERÇİN (Proje Yöneticisi olarak) toplantılara katılım sağlamıştır. Toplantıda iş paketlerinde gerçekleşen çalışmalar ve iş paketlerinde elde edilen sonuçlar konsorsiyum paydaşları ile birlikte değerlendirilmiştir. Uluslararası konsorsiyum proje paydaşları arasında iş paketlerinde gerçekleştirilen teknik çalışmalarla ilgili bilgi alışverişi yapılmıştır.

20-23 Şubat 2018 tarihlerinde İsveç'in Göteborg şehrinde proje kapanış toplantısı gerçekleştirilmiş ve Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. den Özden ERÇİN (Proje Yöneticisi olarak) toplantılara katılım sağlamıştır. Toplantıda iş paketlerinde gerçekleşen çalışmalar ve iş paketlerinde elde edilen sonuçlar konsorsiyum paydaşları ile birlikte değerlendirilmiştir. ERA-NET kapanış raporunun hazırlanması için görev dağılımı yapılmıştır. Ortak hazırlanacak ERA-NET kapanış raporundaki alanlara toplantıda katkı verilmiştir. İş paketi 2 ve İş paketi 7 kapsamında yapılan akademik çalışmalar Borås Üniversitesi Profesörü Peter Axelberg ile birlikte değerlendirilmiştir ve çalışmalar ile ilgili detaylar paylaşılmıştır. Uluslararası konsorsiyum proje paydaşları arasında iş paketlerinde gerçekleştirilen teknik çalışmalarla ilgili bilgi alışverişi yapılmıştır.

İş Paketi No/Adı	2 / Örüntü Tanıma Yöntemleri ile Önleyici Bakım Faaliyetleri		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.06.2016 – 01.08.2017	Süresi (Ay)	14
Proaktif Şebeke Tasarımı iş paketi spesifikasyonları belirlenmiştir. Buna göre iş paketi 2 adet ana alana odaklanacaktır: ☐ Pro-Aktif Trend Analizi - tarihsel güç kalitesi verisi kullanarak ☐ Pro-Aktif Hata Analizi - tarihsel olay (dalga formu) verisi kullanarak İş paketi kapsamında İsveç' in Malarenergi şirketi ve Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. sahalarında uygulamalar yapılacaktır. Dağıtım şirketi sahasına kurulması planlanan güç kalitesi ölçüm cihazların satın alma süreci başlatılmıştır. Yeni toplanacak data haricinde İsveç' in Falbygden Energi ve Malarenergi şirketlerinde mevcutta kurulu güç kalitesi ölçüm cihazlarının tarihsel verisi de kullanılmaktadır. Buna göre Falbygden Energi şirketinde 50, Malarenergi şirketinde ise 20' den fazla sayıda güç kalitesi ölçüm cihazından veri toplanmaya başlanmıştır. Metrum firması diğer iş paketlerinin de verilerinin saklanacağı merkezi veritabanını kurup veri alışverişi sağlanır hale getirmiştir. Metrum ve danışman hoca Peter Axelberg ile literatür çalışmaları ve simülasyon ve testler için oluşturulacak araçlar hakkında toplantılar yapılmıştır. Trend analizi yönteminin müşterilere en çok yararı sağlayabilmesi için farklı kullanım senaryoları tanımlanmıştır.			

Örüntü tanıma teknolojisini trend analizi yöntemi için kullanabilmek amacıyla toplanan bazı ölçüm verileri kullanarak ilk testler yapılmaya başlanmıştır. Test ve simülasyonların yapımında Python dili kullanılmaktadır.

Metrum firması tarafından düzenlenen workshop'larda iş paketi dâhilinde üzerinde çalışılacak parametrelerin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Buna göre 2 ana parametre olarak gerilim değişimleri ve harmonikler belirlenmiştir. Ayrıca takvim ve hava durumu (sıcaklık) bilgisi de kapsam dâhiline alınmıştır. Metrum firması tarafından trend analizi modülü kapsamında oluşturulacak yazılım için workshop'lar ve diğer çalışmalar yapılmıştır.

İş paketi kapsamında Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. sahasında belirlenen noktalara kurulmak üzere 3 adet sabit, 4 adet de taşınabilir olmak üzere toplam 7 adet güç kalitesi ölçüm cihazı ve cihazlardan alınan verilerin toplandığı sunucu ile haberleşmesini sağlayacak 7 adet GSM modem satın alınmıştır.

Cihazların kurulacağı noktaların tam olarak tespit edilebilmesi için Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. şebeke operasyonu bölümü ile çalışılarak dağıtım şebekesinde hali hazırda kurulu mobil güç kalitesi cihazlarından alınan veriler incelenerek problemli ya da izlenmesi gerekli görülen yerler tespit edilmiştir. Cihaz kurulumları bir sonraki dönem için planlanmıştır.

Başkent Elektrik Dağıtım Röle koordinasyon mühendisleri ile toplantılar gerçekleştirilmiştir ve daha önce güç kalitesi problemleri yaşanan yerlerle ilgili detay analizler yapılmıştır. Detaylı güç analizleri sonucunda en çok gerilim çökmesi, harmonik bozulmalar görülen ve frekans problemi olan noktalar belirlenmiştir. Belirlenen noktalardaki cihazların kurulumlarından önce akım gerilim trafolarının olup olmadığına, GSM çekim kalitesine ve montaj için yeterli alan olup olmadığına bakılarak ön saha keşfi gerçekleştirilmiştir. Keşifler doğrultusunda ihtiyaç duyulan tüm ek malzemeler tespit edilmiştir.

Metrum firmasının uzaktan desteği ile 7 modem ve güç kalitesi cihazlarının sahaya kurulmadan önceki ön konfigürasyonları yapılmıştır.

ODTÜ ile akademik danışmanlık desteği kapsamında toplantılar gerçekleştirilmiştir ve proje kapsamında ihtiyaç duyulan akademik destek detayları görüşülmüştür.

Metrum firmasının uzaktan desteği ile 7 adet modem ve güç kalitesi cihazları güç kalitesi problemli yerlere Başkent EDAŞ saha personelleri ile birlikte sahaya kurulmuştur ve haberleşme konfigürasyonları yapılmıştır.

Kurulumlar tamamlandıktan sonra GSM haberleşmesindeki sorunların çözümü ve anten çekim kalitesinin iyileştirilmesi için tüm sahalar tekrar ziyaret edilerek haberleşme sorunları giderilmiştir. Bazı modem konfigürasyonlarında İsveç'te bulunan sunuculara veri gönderilemediği için tekrar modem konfigürasyonları incelenmiştir ve hatalı modem konfigürasyonları tekrar düzeltilmiştir ve sisteme sahadan sağlıklı bir şekilde veri akışı gerçekleştirilmiştir.





Başkent EDAŞ sahasından alınan güç kalitesi verileri Metrum sunucularına aktarılmıştır. Metrum firması yazılım geliştirme ekibi ile koordineli olarak toplantılar düzenlenmiştir, sahadaki cihazların konumları ve şebeke bağlantıları ve güç kalitesini bozucu olan etkiler değerlendirilmiştir. Metrum firması tarafından sahadaki veriler kullanılarak yapay zeka tabanlı örüntü tanıma web uygulaması geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Aşağıda belirtilen sistem mimarisi oluşturulmuştur.



Bu iş paketi kapsamında sahadan elde edilen teknik verilerin analiz edilmesi ve anlamlandırılması çalışmalarında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yardımcı Doçent Doktor Murat Gül'den akademik danışmanlık hizmeti alınmıştır. İş paketi 2 kapsamında Literatür taraması çalışmaları yapılmıştır.

İş paketi 2 kapsamında gerçekleştirilen akademik çalışmalar İsveç kapanış toplantısında proje paydaşlarına aktarılmıştır. Ayrıca Metrum firması tarafından proje kapsamında yapay zeka algoritması kullanarak sistem çıktılarını eğiten web tabanlı bir uygulama geliştirmiştir. Geliştirilen yazılım günlük güç kalitesi verileri üzerinde tahminleme yaparak, gerçek sistem verileri ile arasındaki farkları değerlendirerek sistemi sürekli olarak eğitmektedir.

Bu projede durumsal farkındalık ve karar verme desteği için kullanılabilecek yeni bir güç kalitesi endeksi sunulmuştur. Önerilen endeks sadece iyi bilinen güvenilirlik endeksleri gibi kesintileri değil, aynı zamanda gerilim çukuru ve tepesi durumlarında da bir değerlendirmeye olanak sağladığı görülmüştür.

Tanımlanan endeks, PSS-Sincal simülasyon ortamı kullanılarak gerçekçi bir dağıtım sistemi modeli ile oluşturulan farklı vaka çalışmaları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Tam sistem modeli ve gerekli istatistiksel bilgiler mevcutsa endeksin doğru kullanımı sağlanabilmektedir. Endeks kısa vadede kullanılsa bile, bahsedilen bilginin dağıtım operatörleri için faydalı olduğu belirlenmiştir. Ele alınan sistemin davranışı hakkında uygun bir model tespit etmek için, sistemin tam elektrik modeli ve uygun ölçümler gerekmektedir. Proaktif bakım kararları vermek, durum farkındalığını sağlamak ve karar vermede doğru desteği almak için sistem operatörü müşterilere ait detayları bilmesi

gerekmektedir. Bu nedenle, gelişmiş gerçek zamanlı operasyon için bu verilerin toplanması şiddetle tavsiye edilmektedir.

Önerilen ERI, güç kalitesi ölçümü ya da değerlendirmesi için geliştirilmemiştir. Daha ziyade, endeks, bir güç kalitesi sorunundan etkilenen müşteriler arasında bir sıralama sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sıralama, operatöre olayın her bir müşteri için ne kadar ciddi olduğunu gösterecektir, böylece sıralamaya göre gerekli sistem iyileştirmeleri ve / veya bakım işlemleri yapılabilecektir.

İş Paketi No/Adı	3 / Örüntü Tanıma Yöntemleri ile Güç Tüketimi/Üretimi Çalışmaları		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.06.2016 - 01.08.2017	Süresi (Ay)	14
İş Paketi 3 (güç tüketimi çalışmaları) kapsamında Embriq firması tarafından toplanacak veriler belirlenmiş, müşterilerden veri almayı sağlayacak sayaç kurulumları tamamlanmıştır. Toplam 16.000 sayaçtan, incelenecek sayaç sayısı verimlilik adına sınırlandırılmıştır. Dağıtım merkezleri bazında bazı analizler gerçekleştirilmiştir. Güç tüketimini tahmin etme amaçlı 3 farklı algoritma test edilmiş, kesintiler hakkında bilgi toplanmıştır. İş Paketi kapsamında Embriq firması örüntü tanıma ile ilgili çalışmaları takip edilmiştir ve Skype üzerinden telekonferans görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Başkent EDAŞ, işlettiği AG ve OG şebekeler deneyimlerini buradaki aksiyonların geliştirilmesi için aktarımda bulunmuştur. Embriq tarafından yapılacak olan çalışmalarda kullanılmak üzere şebeke verisi paylaşılmıştır. Elektrik dağıtım şebekesine bağlı olan müşterilerin örüntü tanıma teknolojisi kullanarak, elektrik kullanım örüntüleri çıkarılmıştır ve müşteri profilleri oluşturulmuştur. Örüntü tanıma algoritmaları sayesinde kümelenme tüketimi için uygulanmıştır. Bu verileri kullanarak, tüketim yerlerinin potansiyel esnekliğini ve talep edilen enerjinin tespit edilmesine yakınsamak için nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu veriler ayrıca şebeke planlaması ve şebeke yatırımlarını optimize etmek için bize değerli bilgiler sunmaktadır. Algoritmalar, güç şebekesinin farklı bölümlerindeki yükleri tahminlerini elde etmek için de kullanılmıştır.			

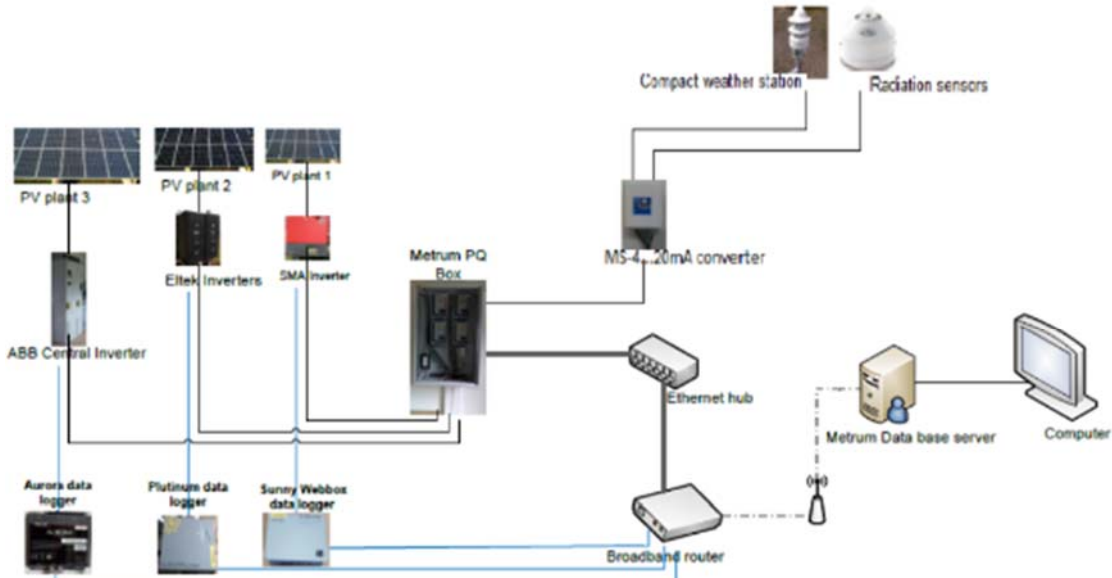
İş Paketi No/Adı	4 / Mikro-şebekeler		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.07.2016 - 01.10.2017	Süresi (Ay)	15

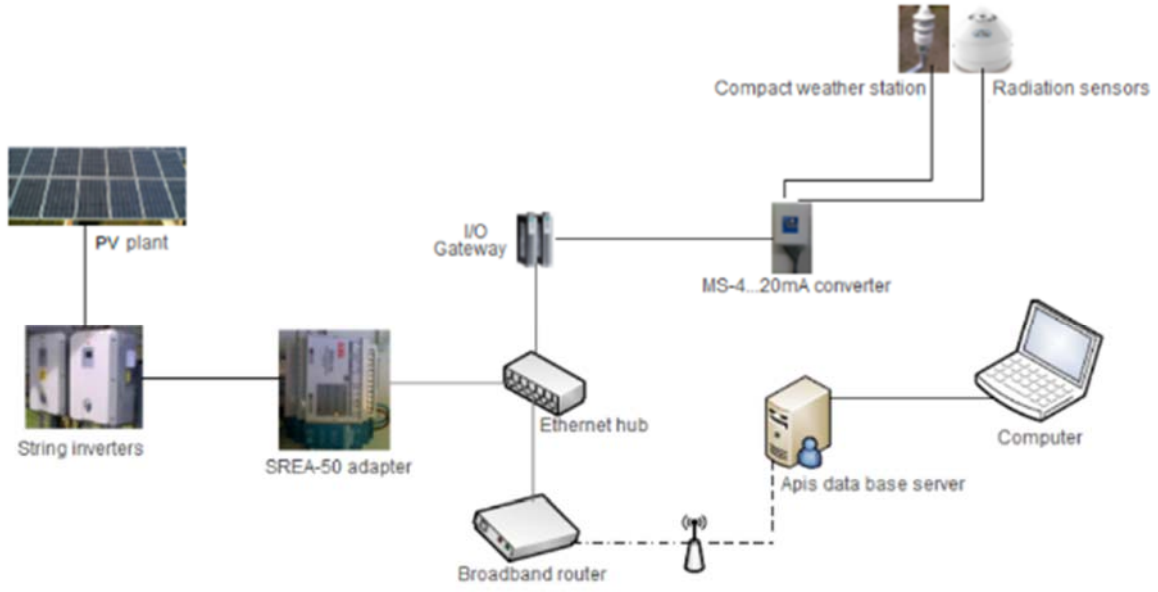
İş Paketi 4 (Mikrogridler) kapsamında Eltek firması tarafından Glava Enerji merkezinde pilotu yapılacak olan ölçeklenebilir bir mikrogrid konsepti için güç sistemi yapıtaşları oluşturulmuş ve teste hazır hale getirilmiştir. İş paketi kapsamında yürütülen bir yüksek lisans tezinde güneş santrallerinin optimize edilmiş şekilde operasyonu çalışılmaktadır. Eltek şirketi Glava’ da düzenlenen bir çalıştayda örüntü tanıma teknolojisinin mikrogridler için nasıl kullanılacağı ve iş paketi kapsamında alınacak ve analiz edilecek verinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. Metrum ölçüm cihazlarının Glava Enerji Merkezi’ndeki kurulumları tamamlanmıştır.

İş Paketi kapsamında Glava firmasının bu iş paketindeki örüntü tanıma ile ilgili çalışmaları takip edilmiştir ve Skype üzerinden telekonferans görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

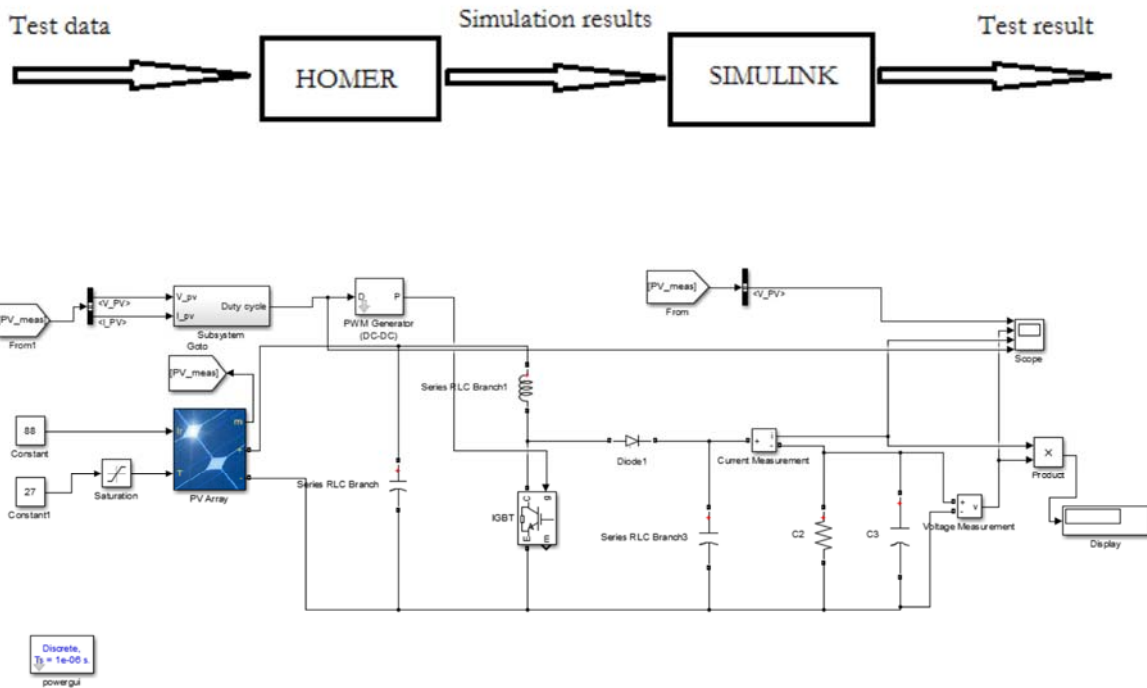
Başkent EDAŞ, önceki AB projeleri kapsamında oluşturmuş olduğu mikro-şebekenin geçmiş dönem verilerini Glava ile paylaşmıştır ve iş paketine farklı senaryolar sağlayarak katkı vermiştir. Ayrıca bu iş paketinde analiz çalışmalarına destek vereceği kısımlar gerçekleştirilen toplantılarla belirlenmiştir.

Glava aşağıdaki detaylı olarak belirtildiği şekilde iki farklı mikroşebeke test alanı oluşturmuştur. Başkent EDAŞ, önceki AB projeleri kapsamında oluşturmuş olduğu mikro-şebekenin geçmiş dönemdeki tecrübelerini Glava ile paylaşmıştır ve iş paketine farklı senaryolar sağlayarak analizlerin yapılması aşamasında destek vermiştir.





Glava tarafından test verileri homer ve simulink yardımıyla anlamlandırılmıştır ve aşağıda belirtildiği gibi DC mikroşebekeler için analizler yapılmıştır.



Ayrıca aynı iş paketinde ELTEK firması tarafından yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte enerji depolama sistemlerinin mikroşebekeler de kullanılabilirliği üzerine testler gerçekleştirilmiştir.

İş Paketi No/Adı	5 / Gerilim Kontrolü ile Güç Kontrolü		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.08.2016 - 01.12.2017	Süresi (Ay)	16
İş Paketi kapsamında Metrum cihazlarının Malarenerji sahasına kurulumları gerçekleştirilmiştir. Peter Axelberg ve STRI' dan uzmanların katılımıyla bir çalıştay gerçekleştirilmiştir. Kurulu güç kalitesi ölçüm cihazlarının konfigürasyonu yapılmış; hangi verinin ne özellikte toplanacağı belirlenmiştir. İş Paketi kapsamında Malarenerji firmasının bu iş paketindeki örüntü tanıma ile ilgili çalışmaları takip edilmiştir ve Skype üzerinden telekonferans görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Başkent EDAŞ, sahadan elde edilen veri setinin analiz edilmesi çalışmalarında katkı verilmiştir. Bu iş paketinde ölçüm ve analizleri birleştirerek koruma gerilimi azaltılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Voltaj seviyesini düşürerek şebekedeki güç kullanımı azaltma olasılıkları üzerine çalışmalar yapılmıştır. CVR (Conservation Voltage Reduction) ile puant yükü azaltma (peak shaving) sağladığı ve kapasiteyi arttırdığı gözlemlenmiştir.			

İş Paketi No/Adı	6 / Şebeke Üretim/Tüketim Kaldırma Kapasitesi		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.10.2016 - 01.03.2018	Süresi (Ay)	17
İş Paketi kapsamında Malarenerji sahasında kurulu cihazlardan alınacak verinin de yardımıyla yenilenebilir enerji entegrasyonunu artırma çalışmalarında kullanılacak olan modelleme hazırlıkları yapılmıştır. Modelleme çalışmalarına paralel olarak yayınlanacak 2 makale için çalışmalar yürütülmüştür. Bunlar: 1- Şebekenin yenilenebilir enerji üretim kapasite kabiliyetini ölçmek için performans göstergeleri 2- Barındırma kapasitesi hesaplarının doğruluğunu artırmak için ölçüm kullanımı. İş Paketi kapsamında Malarenerji firmasının ve STRI uzmanlarının bu iş paketindeki örüntü tanıma ile ilgili çalışmaları takip edilmiştir ve Skype üzerinden telekonferans görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.			

Başkent EDAŞ, işletim bölgesindeki farklı seviye ve türdeki şebeke altyapılarını tecrübe etmiş bir operatör olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının penetrasyon oranlarının belirlenmesi, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi çalışmalarında uluslararası konsorsiyuma katkı vermiştir.

İsveç'te yürütülen çalışmalar sonucunda Güç kalitesi ölçümlerinin yapılması Hosting kapasitesinin tahmin edilmesinde önemli bir yeri olduğu tespit edilmiştir. Hosting kapasitesinin hesaplanmasındaki fayda-maliyet analizi yapılmıştır.

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde Dağıtım şirketlerinin planlama ve işletmeleri için Barındırma Kapasitesi yaklaşımlarını uygulamalarının dağıtım şirketlerine fayda sağlayacağı tespit edilmiştir. Örüntü tanımının yük tahminleme uygulamalarında kullanılabileceği tespit edilmiştir.

İş Paketi No/Adı	7 / Şebeke Atalet Desteği		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.10.2016 - 01.03.2018	Süresi (Ay)	17
2016 1. döneminde BARES Rüzgar Santrali sahasına kurulacak olan güç kalitesi ölçüm cihazlarının satın alma süreci başlatılmıştır. 2016 2. Döneminde Şebeke Atalet Desteği iş paketinin detaylı spesifikasyon dosyası oluşturulmuş, iş paketinin amaçları ve kapsamı detaylı şekilde ortaya konmuştur. İş paketi kapsamında iletim operatörünün atalet tahmini ölçülen frekans bilgisinin analizi ile yapacağımız kendi tahminimizle karşılaştırılacak, örüntü tanıma teknolojisinin de yardımıyla frekanstaki değişim oranı analiz edilerek rüzgâr santralinin sentetik atalet desteğine katkıda bulunması amacıyla kontrol edilmesine imkân sağlayacak trigger sinyalleri oluşturulacaktır. Ayrıca şebekedeki yük değişimlerinin sistem ataleti üzerindeki etkisi de analiz edilecektir. Böyle bir çalışma için de iletim operatöründen alınacak bilgiler önem taşımaktadır. İş paketi kapsamında BARES rüzgâr enerji santrali sahasına kurulmak üzere 1 adet sabit, 2 adet de taşınabilir olmak üzere toplam 3 adet güç kalitesi ölçüm cihazı ve cihazlardan alınan datanın toplandığı sonucu ile haberleşmesini sağlayacak 3 adet GSM modem satın alınmıştır. Güç kalitesi ölçüm cihazları Proje lideri Metrum firmasının üretimi cihazlar olup iş paketleri kapsamında oluşturulacak algoritmaların proje boyunca değiştirilerek denenmesine imkân sağlayacak niteliktedir. Datanın toplandığı sonucu da Metrum firmasının İsveç' teki sunucularında bulunmaktadır ve her iş paketi sahibinin kendi datasına ulaşip uzaktan izleme, kontrol ve analiz yapmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. BARES Rüzgâr Santrali' nde her biri 2.75 MW kapasiteli 52 rüzgâr türbini bulunmaktadır. Türbinlerin çıkışları 690 Volt olup; 2 şer ayrı trafo ile önce 33 kV' a daha sonra da 154 kV' a yükseltilip şebekeye bağlanmaktadır. BARES Rüzgâr Santrali ekibi ve Metrum firması yetkilileri ile yapılan toplantılar sonucunda 3 adet güç kalitesi ölçüm cihazından 1' inin bir rüzgâr türbini çıkışına (690 V), 1' inin 33kV tarafına, 3.' Sünün ise 154 kV tarafına bağlanmasına karar verilmiştir.			

İş paketi kapsamında yapılacak araştırmalar için akademik destek almak amacıyla çeşitli üniversitelerle toplantılar yapılmış, atalet desteğinin şebeke bağlı yenilenebilir enerji oranını nasıl artırabileceğine dair tartışmalar yapılmıştır.

19 Ekim 2016 tarihinde Ankara’ da projeyi ve iş paketini anlatan bir çalıştay düzenlenmiştir.

Bu iş paketi kapsamında öncelikle kurulumları yapılacak olan yerlerde saha keşif çalışmaları yapılmıştır. Proje kapsamında temin edilen 3 Metrum Güç Kalitesi ve Modemlerinin konfigürasyonları yapılarak saha kurulumları gerçekleştirilmiştir. Sahada alınan verilerin toplanabilmesi için metrum tarafındaki yazılım kurulumları yapılmıştır ve sahadaki her bir cihaz metrum yazılımı ile haberleştirilmiştir. Sahada GSM modemlerine harici anten takıldığı halde bir tane cihazın haberleşmesinde kopmalar yaşandığı gözlemlenmiştir. Sorunun çözümü ile ilgili alternatif durumlar değerlendirilmiştir ve anten uzatma kablusuyla farklı bir noktaya konumlandırılmıştır.

ODTÜ ile akademik danışmanlık desteği kapsamında toplantılar gerçekleştirilmiştir ve proje kapsamında ihtiyaç duyulan akademik destek detayları görüşülmüştür.

Bu iş paketi kapsamında BARES Rüzgâr santrali sahasından elde edilen teknik verilerin analiz edilmesi ve algoritmaların geliştirilmesi çalışmalarında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yardımcı Doçent Doktor Ozan Keysan’dan akademik danışmanlık hizmeti alınmıştır. İş paketi 7 kapsamında Literatür taraması çalışmaları yapılmıştır.

Sahadaki veri haberleşmesindeki kopmalar sebebiyle veri bütünlüğü sağlanamadığı için BARES rüzgâr santralinde 2 günlük bir saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Sahadaki 3 adet güç kalitesine ait anten kabloları uzatılarak iyi GSM çekim kalitesi alınması sağlanmıştır. Metrum firması ile iletişime geçilerek verilerin kesintisiz olarak sunuculara iletilip iletilmediği teyit edilmiştir.



İş paketi 7 kapsamında gerçekleştirilen akademik çalışmalar isveç kapanış toplantısında proje paydaşlarına aktarılmıştır.

Yapay atalet uygulamasının şebekenin frekans stabilitesi açısından performansını arttırdığı tüm senaryolar için gözlenmiştir. Ancak, frekansa olan katkının yüksek hız senaryoları için daha etkili olduğu kesindir. Sonuçlar incelendiğinde, yapay atalet uygulaması ile şebekenin frekansının değişim hızı (rate of change of frequency) frekans distorsiyonları için geliştirilmiştir. Buna göre, frekans distorsiyonlarında frekansın değişim hızı %2.7 oranına kadar düşürülmüştür.

İş Paketi No/Adı	8 / Yaygınlaştırma		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.11.2016 - 01.03.2018	Süresi (Ay)	16

Bu iş paketi kapsamında Glava Enerji Merkezi tarafından projenin tanıtılması amaçlı proje logosu oluşturulmuş, proje broşürü hazırlanmış, projenin internet sitesi (<http://www.europeanpatternrecognition.eu/>) kurulmuştur. 2. İlerleme toplantısının planlanması ve gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Proje haber bülteninin dağıtımı sağlanmış ve proje hakkında çeşitli dergilerde bilgi verilmesi gerçekleştirilmiştir.

İş Paketi 8 (Yaygınlaştırma) kapsamında projenin internet sitesi (<http://www.europeanpatternrecognition.eu/>) üzerinden proje kapsamında gerçekleşen çalışmalar yayınlanmıştır. 3. İlerleme toplantısının planlanması ve gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Proje haber bülteninin dağıtımı sağlanmış ve proje hakkında çeşitli dergilerde bilgi verilmesi gerçekleştirilmiştir.

EPDK ve ELDER'in katılımıyla Örüntü tanıma projemizdeki çalışmalar Türkiye'de faaliyet gösteren diğer elektrik dağıtım şirketleri ile paylaşılmış ve projemiz hakkında bilgi paylaşımında bulunulmuştur.

İş Paketi 8 (Yaygınlaştırma) kapsamında projenin internet sitesi (<http://www.europeanpatternrecognition.eu/>) üzerinden proje kapsamında gerçekleşen çalışmalar yayınlanmıştır. Proje haber bülteninin dağıtımı sağlanmış ve proje hakkında çeşitli dergilerde bilgi verilmiştir. Proje tanıtım faaliyetleri kapsamında proje afişi hazırlanmıştır.



EPDK ve ELDER'in katılımıyla Örüntü tanıma projemizdeki çalışmalar Türkiye'de faaliyet gösteren diğer elektrik dağıtım şirketleri ile paylaşılmış ve projemiz hakkında bilgi paylaşımında bulunulmuştur. Ayrıca bu iş paketi kapsamında uluslararası konsorsiyum ile birlikte proje tanıtım videosu çekilmiştir ve ilgili tanıtım videosuna <https://www.youtube.com/watch?v=52WUWsKuXA> adresinden ulaşabilirsiniz.



2018 1. Dönem kapsamında bu iş paketi dahilinde uluslararası konsorsiyum bilgi veri tabanı oluşturulmuştur. Güç kalitesi ve diğer örnek enerji verileri oluşturulan bilgi veri tabanında yer almaktadır. Proje kapsamındaki çalışmaları içeren bir makale başvurusu yapılacaktır ve makale çalışması için Akademik danışmanımız ODTÜ'den Murat Göl hocamızla birlikte makale hazırlığı çalışmaları yapılmıştır.

D. Projeden Elde Edilen Katma Değer:

Dağıtım şebekesinde, arızaların belirsizliği, zayıf şebeke altyapısı ve güç elektroniği teknolojisinin hızlı artışından dolayı güç kalitesi problemleri kaçınılmazdır. Bu nedenlerin etkilerini en aza indirmek için, düzenleyici otoriteler (Örn. EPDK), gerilim ve akım açısından güç kalitesinin değerlendirilmesi için düzenlemeler yayınlamaktadır. Şebeke operatörleri, bu düzenleyici otorite tarafından belirlenen kurallara ve kısıtlamalara uymakla yükümlüdür. Düzenleyici otoriteler ve sistem operatörleri, güç kalitesi sorunlarının etkisini en aza indirmek için dağıtım sistemlerini denetlemektedir. Bununla birlikte, sistemin bir değerlendirme olmaksızın izlenmesi, sorunun kaynağını ya da sonuçların müşteriye açıklanamamasını neden olmaktadır.

Güç kalitesi; harmonik bozulmalarını, gerilim çukurlarını, gerilim dalgalanmalarını, geçici rejimi, aşırı gerilimi, düşük gerilimi, kesintileri, hizmet kaybını, gerilim dengesizliğini, salınımları, kırışmayı ve ara harmonikleri dikkate alır. Bununla birlikte, bu proje gerilim büyüklüğü problemlerine, yani gerilim çukuru ve tepesine (düşük gerilim ve aşırı gerilim) ve kesintiye odaklanmaktadır.

Hizmet bağlamında güvenilirlik terimi, genellikle, uzun bir süre boyunca tamamen enerjisiz olan kullanıcı ve zaman miktarını ifade eder (sürekli kesinti). Her ne kadar elektrik kesintisi, bir sistem operatörünün karşılaşılabileceği en kötü durum olsa da, son zamanlarda veri merkezleri, elektronik sistemler, vb. gibi artan hassas yüklerin sayısı, dağıtım sistemi operatörlerinin gerilim olaylarını da göz önüne almaları zorunluluğunu beraberinde getirmiştir.

Bu projede, etkilenen müşteriler arasında gerilim büyüklüğü probleminin sosyoekonomik etkilerine dayanarak bir sıralama sağlamak üzere tasarlanan yeni bir endeks oluşturulmuştur. Önerilen yöntemin bir güç kalitesi problemini ölçmek için tasarlanmadığını, daha ziyade sistem operatörü için sorunun ne kadar etkili olduğu konusunda bir anlayış sağlamak için tasarlanmıştır. Önerilen endeksin yardımıyla, bir operatörün kalite sorunlarının etkilerini azaltmak için iyileştirme gerektiren sistem parçalarını belirleyebilmesi amaçlanmıştır.

E. Projede Yaşanılan Sorunlara Karşılaşılan Riskler ve Bunlardan Elde Edilen Deneyimler:

Proje kapsamında kullanılacak olan yurt dışından temin edilen güç kalite cihazlarının gümrük işlemlerinin uzun sürmesi sebebiyle saha kurulumları gecikmiştir. Bundan sonraki projelerde yurt dışından temin edilen cihazların gümrük süreçlerindeki gecikmeler göz önünde bulundurularak zaman planlamasının daha geniş yapılması hususunda deneyim elde edilmiştir.

Projenin başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamak amacıyla en çok güç kalitesi sorunu bulunan noktalara cihaz kurulumları gerçekleştirilmiştir. Güç kalitesi sorunları sebebiyle cihazların bir kısmı yanarak kullanılamaz hale gelmiştir ve bazı noktalarda ölçümler alınamamıştır. Saha kurulumlarını planlarken en çok problemli yerler haricinde, daha az problemli yerlere de cihazların konumlandırılmasının proje kapanışına kadar geçen sürede cihazların bir kısmı arızalansa da kalan cihazlarla ölçümlerin yapılmasına olanak sağlamıştır.

F. Proje Kazanımlarının Diğer Dağıtım Şirketleri ile Paylaşılmasına Yönelik Öneriler:

Bu projede durumsal farkındalık ve karar verme desteği için kullanılabilecek yeni bir güç kalitesi endeksi oluşturulmuştur. Önerilen endeks sadece iyi bilinen güvenilirlik endeksleri gibi kesintileri değil, aynı zamanda gerilim çukuru ve tepesi durumlarında da bir değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Tanımlanan endeks, PSS-Sincal simülasyon ortamı kullanılarak gerçekçi bir dağıtım sistemi modeli ile oluşturulan farklı vaka çalışmaları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Tam sistem modeli ve gerekli istatistiksel bilgiler mevcutsa endeksin doğru kullanımı sağlanabilir. Endeks kısa vadede kullanılsa bile, bahsedilen bilginin dağıtım operatörleri için faydalı olduğu belirtilmelidir. Ele alınan sistemin davranışı hakkında uygun bir model tespit etmek için, sistemin tam elektrik modeli ve uygun ölçümler gereklidir. Proaktif bakım kararları vermek, durum farkındalığını sağlamak ve karar vermede doğru desteği almak için sistem operatörü müşterilere ait detayları bilmelidir. Bu nedenle, gelişmiş gerçek zamanlı operasyon için bu verilerin toplanması önemle tavsiye ediyoruz.

Önerilen ERI, güç kalitesi ölçümü ya da değerlendirmesi için geliştirilmemiştir. Daha ziyade, endeks, bir güç kalitesi sorunundan etkilenen müşteriler arasında bir sıralama sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sıralama, operatöre olayın her bir müşteri için ne kadar ciddi olduğunu gösterecektir, böylece sıralamaya göre gerekli sistem iyileştirmeleri ve / veya bakım işlemleri yapılabilecektir.