

T.C.
ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU



Smart Energy Aware Systems(SEAS)

Proje Dönemi:
Temmuz 2014

Ar-Ge Komisyon Karar No:

26/9/2014

58898295-110.99-

Proje Sahibi Şirket:
Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.

Ocak 2017

ANKARA

PROJE KÜNYESİ

Proje Sahibi:	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.
Proje Sahibinin Adresi:	Kızılırmak Mah. Ufuk Üniversitesi Cad. No:1 Çukurambar/ ANKARA
Proje Adı:	Smart Energy Aware Systems(SEAS)
Proje Bölgesi (Uygulama yapılan lokasyon):	Ankara
Proje Süresi:	35 Ay
Ar-Ge Dönemi:	Temmuz - 2014
Ar-Ge Komisyon Kabul no ve Tarihi:	58898295-110.99- ve 07/14/2014

ÖNSÖZ

Dünya genelinde sürekli olarak artan enerji tüketimi çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik kavramlarına ilişkin problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin aşılmasında temel yaklaşım tüketicilerin enerji değer zincirine aktif olarak katılımının sağlanmasıdır. Bu doğrultuda tüketicilerin piyasadan aldıkları fiyat sinyaline, hava koşullarına ve enerji kaynaklarının uygunluğuna göre tüketim taleplerini azaltma ve kaydırma, elektrik enerjisi depolama ve elektrik üretme yöntemlerini kullanarak enerji tedarik maliyetlerini azaltma yönünde yönlendirilmeleri gerekmektedir. Bunun temel koşulu olan enerji, otomasyon sistemleri ve pazar oyuncuları arasındaki bilgi akışının etkin, güvenilir ve güvenli şekilde gerçekleşmesini sağlayacak Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) servislerinin geliştirilmesi SEAS projesinin temel amacıdır.

Enerji tüketiminin kontrol edilmesi, izlenmesi ve tahmin edilmesini sağlayacak araçların geliştirilmesi ile verimsiz ve sürdürülemez enerji tüketiminin önüne geçmeyi hedefleyen SEAS projesinin diğer bir amacı da piyasa oyuncularının mikrogrid ortamı ve aktif müşterilerle bir araya getirilmesini sağlayacak yeni iş modellerinin ve çözümlerinin araştırılması olacaktır. SEAS projesi çıktılarının binalarda önemli ölçüde enerji verimliliğini arttırması, yenilenebilir enerji mikrogridlerinin kullanımını yaygınlaştırması, enerji tüketiminin çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik koşullarını karşılamasında katkı sağlayacaktır.

PROJE ÖZETİ

Sürekli olarak artan dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli ölçüde fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların rezervlerinin hızla tükenmesi bu yakıtlardan elde edilen enerjinin maliyetini arttırmaktadır. Bu yakıtların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği ve emisyonlar dolayısıyla oluşan sera etkisi bu yakıtların kullanımını toplumlar tarafından daha az kabul edilebilir duruma getirmiştir. Bunun sonucu olarak devletler yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde daha fazla faydalanma ve enerji verimliliğini artırma esasına dayalı yeni enerji politikaları geliştirmişler bu da daha gelişmiş kontrol sistemlerine sahip akıllı şebekelere (smart grid) olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Akıllı şebekeler yenilenebilir enerji kaynakları ile gerçekleştirilen elektrik üretimindeki belirsizlikler nedeniyle oluşabilecek problemleri engellemeye yönelik çözümler sunmaktadır. Akıllı şebekeler ICT teknolojilerini kullanarak üretici ve tüketicilerin davranış şekilleri hakkındaki bilgileri toplayarak elektriğin üretim ve dağıtımını verimli, güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir şekilde gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Akıllı şebekelerde talep yönetiminin amacı yük izlemeden yük şekillendirmeye dönüşmüştür. Akıllı şebekelere geçiş ile büyük güçte elektrik santrallerinden, uzun iletim hatlarından ve belirli bir elektrik talebini karşılamak üzere tasarlanmış dağıtım sistemlerinden oluşan geleneksel model yerine daha etkin olarak talep yönetimini sağlayan, üretim ve depolama kabiliyetleri olan dağıtım sistemine sahip bir yapıya geçilmesi hedeflenmektedir. Üretimin, talebin kaynağına daha yakın bir yerde gerçekleştiği ICT teknolojilerinin elektrik sisteminin izlenmesi ve kontrolünde etkin bir şekilde kullanıldığı akıllı şebekelerden oluşan yeni bir modele geçiş süreci ABD, Avrupa ve gelişmekte olan ülkelerde devam etmektedir. Akıllı şebekelere geçiş sürecinde en önemli unsur, üretim şirketleri, iletim sistem operatörü, dağıtım şirketleri, elektrik satış şirketleri ve tüketicilerden oluşan geleneksel elektrik değer zinciri içerisinde tüketicilerin rolünün artırılması olacaktır. Akıllı şebekelerin sistemin enerji verimliliğini sağlamadaki en önemli araçlarından biri dağıtım seviyesinde uygulanan Talep Tepkisi (DR) programıdır. Akıllı bir şebekede tüketiciler piyasadan aldıkları fiyat sinyaline göre talep azaltma ve kaydırma, elektrik enerjisi depolama ve elektrik üretme yöntemlerini kullanarak elektrik tedarik maliyetlerini azaltma yönünde hareket ederler. Yeni Zellanda Christchurch'ta gerçekleştirdikleri araştırmanın sonucunda DR programının uygulanmasının gün içinde sabah saatlerindeki yük tepe noktasında %9, akşam saatlerindeki

yük tepe noktasında ise %11,7'ye varan düşüş sağlayabileceğini göstermiştir. DR programlarının uygulanabilmesi için tüketim merkezlerindeki enerji, ICT ve otomasyon sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini sağlayan altyapı sistemlerine ve bilgi değişimini sağlayacak bilgi modeline ihtiyaç bulunmaktadır.

Türkiye'de elektrik piyasasında gerçekleştirilen reform ile birlikte akıllı şebekelerin kullanıldığı yeni bir modele geçiş süreci başlamıştır. Reformun amacı piyasayı alıcı, satıcı ve koordinatörlerden oluşan yatay olarak bağımsız bir yapıya dönüştürerek elektriğin tüketicilere rekabetçi, şeffaf ve güvenilir bir ortamda ulaştırılması olmuştur. Elektrik piyasasındaki reform üretim ve dağıtım ile ilgili kamu elektrik şirketlerinin özelleştirilme çalışmalarıyla devam etmiştir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu dağıtım ve perakende satış faaliyetlerinin dağıtım şirketleri tarafından 01.01.2013 tarihinden itibaren ayrı tüzel kişilikler altında yürütülmesine karar verilmiştir. Bunun sonucu olarak abonelerin satış şirketlerini seçebilmesinin ve satış şirketlerinin tüketiciye yönelik değişken tarife uygulayabilmesinin önü açılmıştır. Bu da otomatik olarak akıllı sayaçların konutlarda kullanımının yaygınlaşmasına yol açacaktır. Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak kurulacak elektrik üretim tesislerinden üretilen elektriğin ihtiyaç fazlasının YEK Kanununda belirtilen tarifieden satın alınmasına imkân sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Elektrik Şebekeleri, Enerji Verimliliği, Akıllı Binalar, Mikroşebekeler, Yenilenebilir Enerji Kaynakları & Dağıtık Üretim, Elektrikli araçlar, Elektrik Talep Tepkisi(Demand Response), Modelleme ve Simülasyon, Karar Destek Sistemi

İçindekiler Tablosu

PROJE KÜNYESİ	1
PROJE ORGANİZASYON ŞEMASI	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ	2
PROJE ÖZETİ	3
GİRİŞ VE TEORİK ÇERÇEVE	6
PROJE AMACI VE KAPSAMI	9
Projenin Amacı	9
Projenin Kapsamı	9
Projenin Önemi	11
PROJEYE İLİŞKİN SORULAR VE/VEYA HİPOTEZLER	12
LİTERATÜR TARAMASI	13
PROJEYE İLİŞKİN TASARIM – METOTLAR VE PROSEDÜRLER	15
KISITLAMA VE SINIRLAMALAR	20
PROJE SÜRECİ	21
Bölgenin Mevsimsel Tüketim Ve Üretim Profillerinin Belirlenmesi	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Mikro Şebeke Kaynak Planlaması İçin Akış Şeması Tabanlı Yönetim Sistemi Geliştirilmesi	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Mikro Şebeke Kaynak Planlaması İçin Matematiksel Modelleme Tabanlı Yönetim Sistemi Geliştirilmesi	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tek Zamanlı Fiyatlandırma Senaryosu için Modellerin Performansı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tek Zamanlı Fiyatlandırma – G	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tek Zamanlı Fiyatlandırma – R	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Doğrusal Programlama ve Akış Yönetimi Performans Karşılaştırması	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Gün Öncesi Fiyatlandırma Senaryosu için Modellerin Performansı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
SONUÇ ve YORUMLAR	30

GİRİŞ VE TEORİK ÇERÇEVE

SEAS projesinin temel yaklaşımı enerji tüketimine ilişkin bilginin ve tüketim merkezlerindeki dinamik koşullar ile enerji ve otomasyon sistemleri arasındaki bağımlılıkların semantik anlaşılabilirliğini arttırmaktır. Bu yaklaşım ile akıllı enerji duyarlı sistemlerin davranış şekillerini, enerji tüketimlerini ve enerji kaynaklarını yarı otomatik ya da otomatik olarak değiştirebilmesi hedeflenmektedir. SEAS projesinin ana amacı yeni bir bilgi modeli ve bulut teknolojilerine dayalı bilgi değişim platformu ve ICT tabanlı sayısal servislerin araştırılması, geliştirilmesi ve gösterilmesidir. SEAS bilgi modeli ve bilgi değişim platformu kullanılarak geliştirilecek olan ICT tabanlı çözümler ile akıllı enerji duyarlı sistemlerin bina ve mikrogridlerde geçerlemesi sağlanacaktır.

Enerji duyarlı sistemlerin en iyi örneklerine kısıtlı sayıda standardın ve bina enerji verimliliğinin analizi için araçların bulunduğu inşaat sektöründe rastlanmaktadır. Sürdürülebilir binalar için değerlendirme yöntemlerini içeren BREEAM, HK-BEAM ve LEED bunların başını çekmektedir. Bina yapısı ve bileşenlerinin üzerine odaklanan bu araçlar, binanın kullanımı ve diğer dinamik etkenlere ilişkin bilgiyi dikkate almamaktadır. Mimarlar ve inşaat mühendisleri tarafından veri değişim formatı olarak kullanılan bina bilgi modelleri arasında IFC (Industry Foundation Classes) ve Green Building XML en popüler olanlarıdır. İnşaat safhasında değişik paydaşlar arasında bilgi paylaşımını sağlamak için geliştirilen bu modeller, bina kullanımdayken enerji verimliliğinin kontrolü için oldukça karmaşık bir yapıya sahiptirler.

Enerji verimliliğini sağlamak için semantik teknolojilerden faydalanan farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. ThinkHome gibi sistemler enerji verimliliği ve kullanıcı konfor optimizasyonu üzerine odaklanırken, bina yapısı ve kullanıcı aktivite bilgisini semantik olarak modelleyerek kullanıcıyı pozitif enerji tasarrufu yapmaya yönlendiren yaklaşımlar da mevcuttur. Hâli hazırda kullanılan modeller OWL tabanlı ontoloji formlarına çevrilmektedir. SEAS kapsamında geliştirilecek olan enerji duyarlı sistemlere ilişkin modellerin sadece son kullanıcıyı

yönlendirme, gerçek zamanlı izleme, kontrol hizmetleri sunmakla kalmayıp kullanıcı aktivitesi, lokal enerji kaynakları, enerji maliyetleri ve hava koşulları gibi parametrelere ilişkin değişiklik tahminleriyle sistem davranışlarının ön etkin adaptasyonunu sağlaması beklenmektedir.

Ontolojiler içeriğe ilişkin semantik modellemenin en yaygın olarak kullanılan araçlarıdır. Context Broker Architecture (CoBrA), SOCAM (Serviceoriented Context-Aware Middleware), CoDaMoS, U-Learn3 ve Context Managing Framework içerik modellemesinde kullanılan başlıca ontolojilerdir. Bu teknolojilerin hiçbiri enerji tüketimi ve verimliliğine yönelik içerik bilgisini temsil etmemektedir.

SEAS projesi aşağıdaki teknik yenilikleri içerecektir:

1.Davranış şekillerini, enerji tüketimlerini ve enerji kaynaklarını yarı otomatik ya da otomatik olarak adapte edebilen akıllı enerji duyarlı sistemlerin geliştirilebilmesi için tüketim merkezlerindeki enerji ve otomasyon sistemlerinin birlikte çalışabilirliği sağlanacaktır. Bunun sonucu olarak geliştirilen sistemler enerji verimliliğini artıracak, enerjinin üretimi ve tüketiminde esneklik sağlayacaktır.

2.SEAS Bilgi Modeli: Enerji, otomasyon sistemleri ve ICT tabanlı sayısal servisleri arasındaki enerji bilgisini temsil eden model araştırılacak ve geliştirilecektir.

3.SEAS Bilgi Değişim Platformu: Enerji, otomasyon ve ICT tabanlı sayısal servisler arasındaki enerji bilgi değişimi platformu geliştirilecektir.

4.SEAS Bilgi Modeli ve SEAS Bilgi Değişim Platformu kullanılarak akıllı enerji duyarlı sistemlerin bina ve mikrogridlerde geçerlemesi yapılacaktır.

Bu amaçla aşağıda belirtilen akıllı enerji duyarlı sistemler ve servisler geliştirilecektir:

-Alternatif enerji kaynakları, aktiviteler ve hava durumu vb. parametrelerin önceden tahmin edilerek HVAC sistemlerinin akıllı kontrolü

-Konut, bina ve mikrogridlerde cihaz seviyesinde enerji tüketiminin izlenmesini sağlayan ve kullanıcılara enerji verimliliğini arttırma ve enerji maliyetlerini optimize etme yönünde öneriler sunan servisler

-Enerji üretim ve dağıtım şirketlerine yönelik planlan kullanım, hava durumu tahmini ve saha bilgilerini esas alarak saha spesifik enerji tüketimi tahmini sağlayan servisler.

-Enerji üretimi ve tüketim dengesini planlanan kullanım, hava durumu tahmini ve mikrogrid bilgilerini esas alarak yönetmeyi sağlayan enerji bilgi işleme servisleri

-Tüketim merkezlerindeki kullanıcı kontrollü enerji talebi esnekliğini sağlayan servisler

-Arızalı cihazlara ya da binalardaki ısı kayıplarına bağlı olarak normal kullanım profilinin dışında enerji tüketiminin tespit edilmesini sağlayan servisler

-Enerji piyasası oyuncularının perakende enerji piyasasındaki akıllı enerji duyarlı sistemlere ilişkin bilgilere ulaşmaları ve yönetmelerine yönelik servisler

Enerji tüketiminde verimliliği arttırma hedefi beraberinde cihaz ve sistemlerin daha yüksek derecede izlenmesi, kontrolü ve adaptasyonu için ihtiyaç duyulan yenilikçi ürünleri ortaya çıkaracaktır. Tipik servis sağlayıcı tüketici modeli her iki taraf içinde enerji duyarlılığını arttıracak şekilde değişecektir. Tüketicilerin enerji servis sağlayıcılarına önceden gönderecekleri tüketim sinyalleri her iki taraf içinde finansal fayda sağlayacaktır.

SEAS sayısal servisleri klasik servis sağlayıcı tüketici modelini geliştirecek ve yeni iş modelleri kazandıracaktır.

SEAS projesi sonuçlarının mevcut değer zinciri üzerinde aşağıdaki yeniliklere yol açması beklenmektedir:

-Dikey pazarların tüketici ve üreticinin faydasına olacak şekilde geliştirilmesi

-Geleneksel üretim yöntemleri dışında enerji üreten üreticiler ile son kullanıcılar arasında yatay pazarların oluşturulması

PROJE AMACI VE KAPSAMI

Projenin Amacı

SEAS projesinde;

- Enerji arz-talep dengesinin semantik(anlambilim) modellemeler kullanılarak analiz edilmesiyle sistem ve kullanıcı davranışlarını yönlendirmek
- Tüketim merkezlerindeki enerji, ICT ve otomasyon sistemlerinin birlikte çalışırılığının sağlanması
- Enerji piyasa oyuncularının müşteri ve mikro-şebeke katılımlarını sağlayacak yeni iş modelleri ve çözümlerin araştırılması
- Tüketim davranışlarının enerji maliyetleri, enerji kaynaklarının kullanılabilirliği, meteorolojik, iklim ve mevsimsel faktörlere bağlı olarak proaktif adaptasyonuna olanak sağlayan servislerin araştırılması ve geliştirilmesi

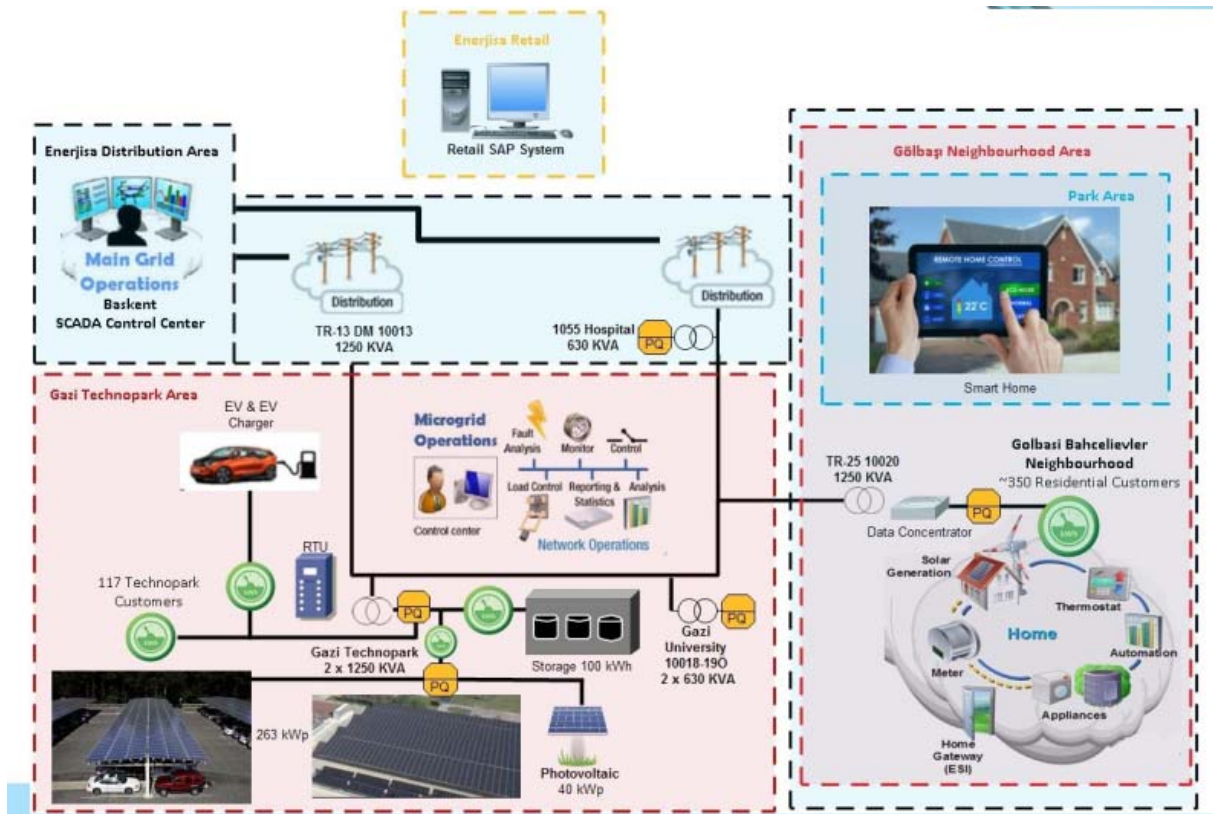
Projenin demonstrasyon iş paketindeki kullanım ve demonstrasyon senaryoları görev liderliği Başkent Elektrik tarafından üstlenilerek, projenin tüm çıktısı olacak prototip ve demonstrasyon merkezinin Türkiye’de gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

Projenin Kapsamı

Proje kapsamında farklı Ar-Ge projelerden temin edilen ekipmanlar, Gazi teknopark alanında konumlandırılmıştır ve proje kapsamında Türkiye konsorsiyum lideri Innova firması ile

sahadaki ekipmanlar bir IoT platformu üzerinde toplanmıştır. SEAS projesi kapsamında sahaya kurulan ekipmanlar aşağıda belirttiğimiz gibidir.

1. 40 Kwp Güneş Paneli Kurulumu (DAGSİS projesi kapsamında kurulmuştur.)
2. Elektrikli Araçlarda Şarj Ünitesi Kurulumu (DAGSİS projesi kapsamında kurulmuştur.)
3. Güç Kalitesi Ölçüm Araçlarının Kurulumu (DAGSİS projesi kapsamında 4 adet, SEAS projesi kapsamında 1 adet kurulmuştur.)
4. Akıllı Sayaç Altyapısı (POC kapsamında 50 adet RF haberleşmeli akıllı sayaç kurulumu yapılmıştır.)
5. SCADA/RTU Kurulumu (SCADA Yatırım projesi kapsamında SCADA sistemi kurulumu yapılmıştır.)





Projenin Önemi

Dünyada ihtiyaç duyulan enerji büyük ölçüde yenilenemeyen enerji kaynaklarıyla karşılanmakta, yenilenemeyen enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Araştırmalar akıllı şebekeler ve bilgi teknolojileri aracılığıyla genel verimliliğin önemli ölçüde artırılabilirdiğini göstermiştir. Başta Avrupa olmak üzere dünya genelinde enerji verimliliğinin yanında yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmakta, değer zincirinde değişiklikler olmakta, yeni iş modelleri ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ve tüm dünyada oluşmakta olan bu yeni pazara ve teknolojilere yönelik Ar-Ge çalışmalarında bulunmak bunun sonucunda da piyasada söz sahibi olabilmek firmaların başlıca amacıdır.

SEAS projesinin temel yaklaşımı olan, enerji tüketimine ilişkin bilginin ve tüketim merkezlerindeki dinamik koşullar ile enerji ve otomasyon sistemleri arasındaki bağımlılıkların semantik anlaşılabilirliğini artırma, aynı zamanda en önemli yenilikçi yönüdür. Bu yaklaşım ile akıllı enerji duyarlı sistemlerin davranış şekillerini, enerji tüketimlerini ve enerji kaynaklarını yarı otomatik ya da otomatik olarak değiştirebilmesi sağlanacaktır. Bunun yapılabilmesi için; yeni bir bilgi modelinin oluşturulması, bulut teknolojilerine dayalı bilgi değişim platformunun ve ICT tabanlı sayısal servislerin geliştirilmesi SEAS projesinin teknik anlamdaki yenilikçi yönleridir.

PROJEYE İLİŞKİN SORULAR VE/VEYA HİPOTEZLER

SEAS projesinin ile yeni bir bilgi modeli ve bulut teknolojilerine dayalı bilgi değişim platformu ve ICT tabanlı sayısal servislerin araştırılması, geliştirilmesi ve gösterilmesi amaçlanmaktadır. SEAS bilgi modeli ve bilgi değişim platformu kullanılarak geliştirilecek olan ICT tabanlı servisler ile akıllı enerji duyarlı sistemlerin bina ve mikrogridler için ihtiyaç duyulan çözümlerin oluşturulabilmesini sağlayacaktır. SEAS projesi sonunda oluşturulacak olan bilgi modeli ve bilgi değişim platformu üzerinde yeni geliştirmelere açık bir yapıda olacaktır. Yeni servisler bu platform üzerinde geliştirmeye devam edilebilecektir.

Akıllı şebekelere geçiş sürecinde üretim şirketleri, iletim sistem operatörü, dağıtım şirketleri, elektrik satış şirketleri ve tüketicilerden oluşan geleneksel elektrik değer zinciri içerisinde önemli değişikliklerin olması beklenmektedir. Bu değişikliklerle birlikte gündeme gelecek olan yeni iş modellerinin katma değerli yeni servislere olan ihtiyacı da beraberinde getireceği öngörülmektedir. Her ne kadar SEAS projesi ile bu servislerin bir bölümü geliştirilecek olsa da yeni iş modelleriyle birlikte yeni servislerin de geliştirilme ihtiyacı kaçınılmaz olacaktır. SEAS projesi ile oluşturulacak açık bilgi modeli ve bilgi değişim platformu bu servisler için geliştirme ortamı sunacaktır. Gerek akıllı şebekeye geçiş sürecine girmiş olan Türkiye'de, gerekse uluslararası ortamda SEAS projesi birçok yeni Ar-Ge projesinin başlatılması için zemin oluşturacaktır.

LİTERATÜR TARAMASI

Tüketim merkezi yenilenebilir enerji kaynaklarını (YEK) kullanarak elektrik üretebilmektedir. Elektrik tüketimi, elektrikli cihazlar ve otomobiller kaynaklı gerçekleşmektedir. YEK'lere teşvik uygulamasıyla ihtiyaç fazlası elektrik piyasaya satılabilmekte veya depolama birimi ile saklanabilmektedir. EYS değişken fiyat tarifesine göre elektrik tüketim maliyetini tüketicilerin konfor seviyesini azaltmadan en aza indirmeyi hedefleyecektir. Planlamanın çıktıları elektrikli cihazların çalışma çizelgeleri, elektrikli otomobillerin şarj edilme zamanları, elektrik enerjisi depolama zaman çizelgesi ve YEK santrali üretim planıdır. YEK'ten elde edilecek elektrik enerjisinin miktarı belirsizlikler (havadaki nem, bulut durumu vb.) içermektedir. Bu çalışmalara ilişkin proje kapsamında sağlanacak özgün katkılar şunlardır:

Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar genel olarak elektrik üretiminde santrallere ait ünitelerinin yük talebine bağlı olarak çalışma durumunu belirleyen ve teknik literatürde "Unit Commitment" olarak adlandırılan problem tipinin akıllı evlere "Load Commitment" problemi olarak uygulanması üzerine odaklanmıştır (Rastegar[2012]). Wang [2012], Du [2011] tarafından elektrikli cihazların optimum yük planlamasını tespit etmek üzere elektrik fiyatlarındaki ve tüketim taleplerindeki belirsizliklerin ve tüketicilerin konfor seviyesinin modellendiği Traversal-and-Pruning algoritması önerilmiştir. Gudi [2010] rüzgar ve güneş enerjisi ile elektrik üretimi yapabilen akıllı bir ev için elektrikli ev aletlerinin kullanım önceliklerini esas alarak elektrik tüketim maliyetini en aza indirecek şekilde ev aletlerinin kullanımını planlayan bir EYS geliştirmiştir. "Binary Particle Swarm Optimization" algoritması esas alınarak geliştirilen sistemin kullanılması durumunda %19'a kadar elektrik tüketim maliyetinde azalma sağlayabileceği tespit edilmiştir. Literatüre ilişkin araştırmalarımız proje kapsamında geliştirilmesi hedeflenen çok amaçlı stokastik planlama sisteminin benzeri bir uygulama olmadığını göstermektedir.

EYS'lerinin yaygınlaşmasının önündeki temel etken elektrikli ev aletlerinin tüketimlerinin doğru şekilde elde edilememesidir. Veri gönderme özelliğine sahip elektrik prizlerinin duvara monte edilmesi veya mevcut standart prize ek bir priz bağlanması maliyet ve uygulanmasının pratik olmaması nedeniyle yaygınlaştırmayı zorlaştıran yöntemlerdir. Proje kapsamında elektrikli ev aletlerine ait tüketim verileri sayaç arabirimi ile elektrik hattından alınan akım ve voltaj sinyallerinin işlenebilir sinyallere çevrildikten sonra cihaz karakteristik sinyalleri kullanılarak tanınmasını sağlayacak donanım ve yazılım geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Sayaç

arabirimi LNL firması tarafından geliştirilecektir. Söz konusu çözüm maliyet ve kullanım kolaylığı değerlendirildiğinde ticarileşmesi açısından yüksek potansiyele sahiptir. Literatürde bu alanda yayınlanan yakın zamanlı çalışmalar bulunmaktadır. Lai [2012] orijinal güç verisini okuyup basit veri işlemeden geçirdikten sonra kişisel bir bilgisayara ileten düşük maliyetli bir model önermiştir. Elektrikli ev aletlerinin toplam güçten ayırt edilmesinde SVM/GMM sınıflandırma modellerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın sonuçları önerilen modelin elektrikli ev aletlerini yüksek oranda başarı elde ettiğini göstermektedir. Başka bir çalışmada Lai [2012-Mobile Netw Appl] akıllı bir elektrikli ev aleti yönetim sisteminin bir parçası olarak akım kümeleme algoritması geliştirilmiştir.

PROJEYE İLİŞKİN TASARIM – METOTLAR VE PROSEDÜRLER

Proje kapsamında faydalanılacak çalışma alanları aşağıda listelenmiştir:

- Bilgi Sistemleri ve İletişim Teknolojileri
- Anlamsal (Semantik) Teknolojiler ve Ontolojiler
- Otomasyon ve Kontrol Teknolojileri
- Telemetry
- Ağ protokolleri ve elektronik teknolojiler
- Ağ güvenliği ve güvenli haberleşme
- Mobil Teknolojiler
- Matematiksel Modelleme
- Optimizasyon Teknikleri
- Modelleme ve Simülasyon Teknikleri
- Öngörüleme (Forecasting)
- İstatistiksel Sınıflandırma

Firmaların proje kapsamında yukarıda belirtilen teknolojik uzmanlık konularında gerçekleştireceği çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

INNOVA:

- Matematiksel Modelleme

Proje kapsamında INNOVA geliştireceği enerji yönetim sistemi çerçevesinde aşağıda listelenen optimizasyon problemlerinin matematiksel modellerini oluşturacak ve bu modellerin çözümlenmesine yönelik yöntem belirlenmesi, algoritma geliştirilmesi ve kodlanması faaliyetlerini gerçekleştirecektir. Enerji yönetim sistemi kapsamında ele alınacak problemler şunlardır:

- Tüketim Merkezi Yük Planlama Problemi

Bu problem çerçevesinde tüketim merkezlerinde (konut, bina, site, mikrogrid) elektrik ihtiyacının en az maliyetle karşılanması hedeflenmektedir.

Model tüketim merkezinde yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretilme durumunu değerlendirecektir. Tüketim merkezinde elektrikli cihazların yanında elektrik depolama cihazları ve elektrikli otomobil gibi hem tüketim hem de depolama yeteneğine sahip olan cihazlar olabileceği varsayılacaktır.

Tüketim merkezleri, üretilen elektrik enerjisinin fazlası dağıtım şirketine satılabilmekte ve bir depolama ünitesi ile planlanan zamanlarda enerji fazlasını daha sonradan kullanmak üzere depolayabilmektedir. Geliştirilecek olan model günlük olarak her bir elektrikli ev aleti ve otomobil için toplanan tüketim taleplerini en az maliyetle karşılayacak şekilde planlamayı amaçlamaktadır. Model tüketim taleplerinin planlanmasının yanı sıra elektrik enerjisinin depolanmasına ait zaman çizelgesi oluşturabilecektir. Optimum tüketim, üretim ve depolama zaman çizelgesinin oluşturulmasında maliyetin yanında konforunda maksimum seviyede tutulması hedeflenecektir. Tüketim taleplerinde ve üretimdeki belirsizlikler de sistem tarafından değerlendirilecektir. Bu istekler geliştirilecek olan çok amaçlı stokastik optimizasyon modeli ile karşılanacaktır.

- Optimum Üretim ve Depolama Kapasitesi Belirleme Problemi

Bu problem yukarıda tanımlanan Tüketim Merkezi Yük Planlama probleminde tanımlanan sistem kabullerini esas alarak optimum üretim gücü (rüzgar türbin gücü, güneş panel büyüklüğü vb.) ve depolama büyüklüğü tespit edilecektir. Geliştirilecek olan model tüketim merkezlerine ait geçmiş tüketim verilerini esas alan tüketim taleplerini kullanacaktır.

- Optimizasyon Teknikleri

Matematiksel modelleme bölümünde tanımlanan Tüketim Merkezi Yük Planlama ve Optimum Üretim ve Depolama Kapasitesi Belirleme problemlerinin çözümünde kullanılacak olan optimizasyon teknikleri matematiksel modellerin tanımlanmasından sonra gerçekleştirilecek çalışma sonucunda belirlenecektir. Bu konuda gerçekleştirdiğimiz ön çalışmalar stokastik dinamik programlama tekniğinin bu problemlerin çözümünde uygulanabileceği yönündedir. Stokastik dinamik programlama yöntemi altında ele alınacak problemlerin çözümünde ise hibrit yaklaşımlar kullanılabileceği öngörülmektedir.

- İstatistiksel Sınıflandırma

Proje kapsamında LNL firması ile birlikte geliştirilecek olan elektrikli cihazların tüketim miktarlarının anlık olarak akım ve voltaj sinyalleri kullanılarak ayırt edilmesinde SVM / GMM

(Support Vector Machine / Gaussian Mixture Model) sınıflandırma modellerinin kullanılacağı öngörülmektedir.

- Öngörüleme (Forecasting)

Tüketim Merkezi Yük Planlama modelinin ihtiyaç duyduğu konut ve mikrogridlerde bulunan elektrikli cihazlara ait talep bilgisi bu bilginin doğrudan sağlanamadığı durumlarda bu cihazlara ait geçmiş tüketim verilerine dayanan tahminlerle elde edilmesi için öngörüleme teknikleri kullanılacaktır.

Öngörüleme tekniği olarak yapay sinir ağları, ARMA, ARIMA modellerinin birinin kullanılması düşünülmektedir. Hangi tekniğin kullanılacağına tasarım aşamasında karar verilecektir.

- Anlamsal (Semantik) Teknolojiler ve Ontolojiler

Projede kapsamında INNOVA semantik teknolojileri geliştireceği enerji yönetim sisteminin binalar ve mikrogridler için tasarlanması ve uygulanmasındaki karmaşıklıkların çözümlenmesinde kullanacaktır. SEAS ontolojilerinin ve SEAS bilgi modelinin oluşturulmasına enerji yönetim sistemi çerçevesinde katkı verecek olan INNOVA, semantik veri tanımlamada ontolojiler, semantik web dilleri, dönüşüm araçları ve ontoloji arama motorları teknolojilerinden faydalanılacaktır. Semantik web dili olarak SEAS ontolojilerinin geliştirilmesinde kullanılması öngörülen RDF/OWL dillerinden bir tanesi seçilecektir.

- Mobil Teknolojiler

Enerji Yönetim Sistemi'nin fonksiyonlarından bir tanesi de konut ve mikrogridlerdeki tüketim miktarlarının gerçek zamanlı olarak mobil cihazlar üzerinden son kullanıcıya gösterilmesi olacaktır. Android ve iOS işletim sistemleri üzerinde HTML5 kullanılarak geliştirilecek olan mobil uygulamalar ile kullanıcılara mevcut ve alternatif tarifelere göre güncel fatura bilgileri sunulacaktır.

BAŞKENT ELEKTRİK:

Proje kapsamında; enerji teknolojilerinin dağıtım şebekesine entegrasyonu konusunda, sağlıklı elektrik dağıtım operasyonunun sürdürülebilmesi için bu enerji birimleriyle dağıtım şebekesinin veri entegrasyonuna yönelik şablonlar önerilecek ve enerji yönetim algoritmaları üzerine çalışılacaktır.

Bu konuda önemli etkisi olabilecek elektrik talep tepkisi ve enerji kaynak planlaması konularında planlama ve yönetim araçlarının geliştirilmesi için gerçek durumla bağdaşan örnek vakalar ve veri temini semantik ontolojiye katkı sağlayacak şekilde gerçekleştirilecektir. Ayrıca, veri toplama ve iletişim teknolojileri, otomasyon ve kontrol teknolojileri, matematiksel modelleme, optimizasyon ve simülasyon çalışmaları yapılarak; akıllı enerji sistemlerinde üretilen elektriğin gün öncesi ve gün içi elektrik piyasalarında verimli ve etkin kullanımı amacıyla enerji kaynak planlama ve elektrik üretim/tüketim öngörüleme yaklaşımları değerlendirilecektir.

DEFNE:

Anlamsal (Semantik) Teknolojiler ve Ontolojiler Enerji tüketim ortamlarının anlamsal modellemesi Telemetri ve Mobil Teknolojiler Mobil cihazlar için telemetriye dayalı yazılımlar geliştirilmesi

LNL:

SEAS projesi ağırlıklı olarak bilişim, elektrik ve elektronik teknolojileri ağırlıklı bir projedir. Türkiye konsorsiyumunda yer alan LNL ağırlıklı olarak sırasıyla yazılım, gömülü sistemler, haberleşme ve radyo frekans teknolojileri ve elektronik teknolojileri kullanılacaktır. Yer alınan iş paketlerinde ağırlıklı olarak sunucu tarafı yazılımlar, veri madenciliği, servis odaklı mimari teknolojileri kullanılacaktır.

Akıllı ev ve Akıllı bina/kampüs uygulamaları için JAVA OSGI tabanlı yönetim yazılımları ve servisleri geliştirecek, konfor seviyelerinin ve alışkanlıkların belirlenmesi için veri madenciliği destekli kolektif yapı zeka algoritmaları geliştirecektir. LNL proje kapsamında gömülü haberleşme, ölçüm, sinyal ve veri işleme sistemleri geliştirecektir. Bu bağlamda gömülü donanım, işletim sistemi ve yazılım geliştirmeye yönelik olarak faaliyet gösterecektir. Düşük maliyetli ve kompakt çözümler geliştirilmesi için PCB anten tasarımı, RF devre tasarımı, sensör bilgilerinin işlenmesi için sinyal ön işleme gibi teknolojiler kullanılacaktır. Ayrıca tüm cihazlar için mekanik tasarım, çevresel testler, elektromanyetik uyumluluk testleri gibi testlerin yapılması ve tasarımların buna uygun olarak yapılması gerekecektir.

SimBT:

Anlamsal (Semantik) Teknolojiler ve Ontolojiler: SimBT, ontoloji tabanlı yaklaşımlar kullanarak enerji yönetimi simülasyon sistemi (EYSİS) kavramsal modelini geliştirecektir. Daha sonra anılan simülasyon kavramsal modeli ışığında EYSİS geliştirilecektir.

Simülasyon:

SimBT, akıllı enerji duyarlı sistemler ve servisler ile ilgili konsept gösterimi/doğrulaması ve sistem analizi amaçlı bir simülasyon sistemi geliştirecektir. Simülasyon sisteminin etmen tabanlı yaklaşım ile her unsurun davranışları ayrı ayrı modellenerek geliştirilmesi planlanmaktadır Nihai tasarım yaklaşımına kavramsal modelleme çalışmaları sonucunda karar verilebileceği düşünülmektedir.

Matematiksel Modelleme:

SimBT EYSİS kapsamında; arazi, astronomi, atmosfer, enerji üretim ve tüketim sistemleri ve bileşenleri ile ilgili matematiksel benzetim modellerini geliştirecektir.

Optimizasyon Teknikleri:

Projede simülasyon tabanlı optimizasyon teknikleri kullanılarak akıllı enerji duyarlı sistemlerin ve servislerin optimizasyonu konusunda araştırma yapılması hedeflenmektedir. Ancak proje içeriğinin yeterince netleşmemiş olması ve optimizasyon çalışmalarının riskli görülmesi dolayısıyla, bu proje kapsamında her hangi bir kodlama yapılması planlanmamaktadır.

Öngörüleme (Forecasting):

Projede akıllı enerji duyarlı sistemlerin ve servislerin ihtiyaç duyduğu tüketim ve meteorolojik tahmin modellerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Meteorolojik tahmin modelinin tasarımı ve geliştirimi için on-line veri hatlarından elde edilen meteorolojik ölçümler ve ışık/atmosfer hesaplamaları kullanılacak ve rüzgar/güneş enerjisi ile çalışan sistemlere hava tahminlerine ilişkin servisler sunulacaktır.

KISITLAMA VE SINIRLAMALAR

Projenin tamamlanması için gereken önkoşullardan biri SEAS ontolojisinin ortaya konup semantik modellemesinin yapılması ve Information Exchange platformunun geliştirilmesidir. Ayrıca projenin uygulama sahasında geliştirilecek yazılımlarla uygulamasının yapılması projenin yaygınlaştırılmasını arttıracaktır.

Projenin başarılı bir şekilde yürütülmesi için uluslararası proje takvimine uygun ilerlemesi ve projenin takibi için Tübitak Hakem değerlendirmeleri için periyodik dönem raporları hazırlanacaktır.

Proje demonstrasyon alanının zenginleştirilebilmesi için proje kapsamında uluslararası konsorsiyumda geliştirilen ürünler Türkiye demonstrasyon alana katkı sağlaması için gönderilmesi beklenirken, uluslararası konsorsiyumdan demonstrasyon alanında herhangi bir katkı verilmemiştir.

PROJE SÜRECİ

Projenin uluslararası proje paydaşlarının proje kapsamında gerçekleştirdiği çalışmalar yakından takip edilmiştir ve karşılıklı olarak bilgi paylaşımı ve bilgi transferi yapılmıştır. Özellikle uluslararası firmaların enerji sektörüne yönelik çalışmaları, IPP (Porto Politeknik Üniversitesi)'ye ait GECAD firmasının Mikroşebeke kampüs demo alanı ziyaret edilmiştir ve gerçekleştirilen çalışmalar yerinde görülmüştür ve karşılıklı bilgi alışverişi yapılmıştır.

Ayrıca projede geliştirilecek olan mikroşebeke demonstrasyon merkezinin Başkent Elektrik AR-GE çalışmalarının bir arada sergileneceği bir akıllı şebeke alanı olması beklenmektedir. Böylece akıllı şebekeye giden yolda SEAS projesi sonrasında geliştirilecek AR-GE çalışmalarının bu alan etrafında şekillenecek ve sonrasındaki akıllı şebeke projelerine yön vermesi hedeflenmektedir. Başkent Elektrik, mikro şebekeler konusunda kazanacağı know-how ve geliştireceği teknik çözümler ile elektrik dağıtım firmaları arasında yaşanan inovasyon liderliğini pekiştirecek ve grubun rekabet gücünü arttıracaktır.

SEAS projesinin şirket içinde yaygınlaştırılması için, Enerjisa Başkent Elektrik Perakende Satış A.Ş. yetkilileri ile demo alanı ziyaret edildi, mikroşebeke yapısının nasıl çalıştığı ve proje içeriğinin enerji değer zincirindeki konumu aktarılarak şirket içerisindeki farkındalık artırılmıştır.

Yrd. Doç. Dr. Nilgün Fescioğlu Ünver hocamızdan “Task 4.1 Energy Resource Scheduling in microgrids” iş paketinde danışmanlık hizmeti alınmıştır ve hocamızın bu konudaki çalışmalarından istifade edilmiştir.

İş Paketi No/Adı	1- WP1- (İş Paketi Kodu:94383) Use Cases and business models - Kullanım Durumları ve iş modelleri		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.02.2014- 30.06.2016	Süresi (Ay)	29 ay
*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 01.02.2014-30.06.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 29 ay olarak belirlenmiştir. Bu iş paketi projenin ilk iş paketi olup, proje çalışmaları projenin kabulünün ardından 01.02.2014 tarihi itibarıyla başlamış, şu an iş modelleri ve Akıllı enerji duyarlı sistemlerde bilgi ve iletişim teknolojileri ve otomasyon gereksinimlerinin hazırlanmasına devam edilmektedir.			

Bu iş paketinde, Akıllı Enerji Duyarlı Sistem (AEDS) ve servislerin bina ve mikro şebekelerde enerji verimliliği ve sürdürülebilirliğini arttırmasını ve değer zincirindeki ortaklar arasında kazan-kazan durumunu oluşturmasını sağlayacak kullanım durum senaryoları tanımlanacak, ICT ve otomasyon sistemlerinin gereksinim ve mimari spesifikasyonları belirlenecektir. İş paketi aşağıdaki görevlerden oluşmaktadır:

Scenarios and use case definitions - Senaryolar ve kullanım durumu tanımları

AEDS'lere ilişkin senaryo ve kullanım durumları tüm ortakların katkılarıyla tanımlanacaktır.

Market and business models - Pazar ve iş modelleri

Tanımlanan SEAS senaryoları ekseninde pazar ve potansiyel iş modelleri ve elektrik tüketim verisinin kullanılmasının yasal koşulları analiz edecektir.

Requirements for ICT and automation in smart energy aware systems - Akıllı enerji duyarlı sistemlerde bilgi ve iletişim teknolojileri ve otomasyon

Bu görevde kullanım durumları analiz edilerek AEDS'leri destekleyecek olan ICT ve otomasyon sistemlerine ilişkin gereksinimler belirlenecektir.

Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş, bu iş paketi kapsamında akıllı enerji duyarlı binalar ve mikro-şebekeler için geliştirilecek olan Enerji Yönetim Sistemi (EYS) kullanım senaryolarının belirlenmesine katkı vermektedir. Bu kapsamda, enerji üretim, tüketim, tavsiye, karşılaştırma ve maliyetlerinin bütünleştirilip gösterildiği bir gösterge panosu hazırlanması için katkı verilmiş olup; yurt içi ve yurt dışı proje paydaşları bilgilendirilmiştir. Bu gösterge panosu ile mikro-şebekeler için talep tepkisi programlanabilecek ve mikro-şebeke kaynak yönetimi gerçekleştirilebilecektir.

Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş yazmış olduğu use-case'lerin IMT'nin hazırladığı SEAS Architecture model mimarisine uygun olmasını sağlamak için bu dönem içerisinde use-case'lerini güncellemiş, ayrıca iş modelleri üzerine çalışmalarına devam etmiştir.

İş modelleri üzerine konsorsiyum içerisinde yazılan use-caselerin güncellemeleri takip edilmiştir. İş paketi kapsamında uluslararası konsorsiyum toplantılarına katılım ve katkı sağlanmıştır.

Türkiye konsorsiyumu çerçevesinde katkı veren tüm paydaşlar, değişen SEAS – META Services kurgusuna uyum sağlayabilmek için Use-Case senaryolarını güncellemiştir. Romanya'dan Siveco firmasının ülkesel fon kaynaklarındaki yetersizlik gerekçesiyle projenin uluslararası konsorsiyumundan çıkmış olması sebebiyle, daha önce kullanılması hedeflenen Siveco firmasına ait Sofia2 yazılım platformunun kullanım olanağı kalmamıştır. Bu sebeple aynı amaca yönelik farklı bir yazılım platformu geliştirilmesi süreci başlatıldı ve süreç Finlandiya konsorsiyumu tarafından ilettilmiştir.

Türkiye konsorsiyum partnerleri, uluslararası konsorsiyum nezdinde gerçekleşen bu değişikliklere uyum sağlamıştır ve Gazi Teknopark'taki mikroşebeke demosuna katkı verecek şekilde güncellemeler gerçekleştirilmiştir.

Türkiye konsorsiyumuna ait tüm use-case ler meta servise bir IOT platformu çerçevesinde bilgi akışı sağlayacak şekilde kurgulanmıştır. Aşağıdaki diyagram yeni use-case senaryolarının birbiriyle etkileşimini göstermektedir.

İş Paketi No/Adı	2- WP2 - (İş Paketi Kodu: 94386) Knowledge and digital services engineering – Bilgi ve sayısal servis mühendisliği		
Başlama-Bitiş Tarihi	30.04.2014-31.12.2016	Süresi (Ay)	32 ay
*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 30.04.2014- 31.12.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 32 ay olarak belirlenmiştir. Bu iş paketi çalışmaları konsorsiyumdaki iş zaman takvimi değişikliğinden dolayı 30.04.2014 tarihi itibarıyla başlamıştır. Bu iş paketinde SEAS bilgi modeli, SEAS bilgi değişim platformu ve elektrik piyasası katılımcılarının değer zincirine dahil olmalarını sağlayacak SEAS bilgi servisleri geliştirmiştir. • SEAS information analysis - SEAS Bilgi analizi SEAS senaryo ve kullanım durumlarının analiz edilmesinin hedefleyen bu görevde enerji tüketimine ilişkin bilgilerin işlenmesi için gerekli özellikler tespit edilmiştir. • SEAS knowledge model - SEAS Bilgi modeli SEAS bilgi analizi sonuçlarına dayanarak SEAS bilgi modeli tasarlanmıştır ve geliştirilmiştir. Akıllı enerji duyarlı sistem ve servislerin geliştirilmesinde kullanılacak olan SEAS ontolojileri tasarlanmıştır ve geliştirilmiştir. • SEAS information exchange platform - SEAS Bilgi değişim platformu SEAS ontolojilerini kullanan ve bulut üzerinden hizmet verebilen enerji bilgi değişim platformu tasarlanmıştır ve geliştirilmiştir. Geliştirilecek olan platform ICT ve otomasyon sistemleri ile akıllı enerji duyarlı sistemleri ile ilişkili paydaşlar arasındaki enerji bilgi değişimini destekleyecektir. • SEAS knowledge based services - SEAS Bilgi tabanlı servisler SEAS bilgi modeli ve SEAS bilgi değişim platformunu kullanarak enerji değer zincirindeki piyasa katılımcıları arasında bilgi akışının sağlanmasını hedefleyen bulut tabanlı açık kaynak enerji yönetim servisleri geliştirilmiştir.			

İş Paketi No/Adı	3- WP7 - (İş Paketi Kodu: 94418) Dissemination, Exploitation and Project Management - Yaygınlaştırma, Kıymetlendirme ve Proje Yönetimi		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.02.2014-01.01.2017	Süresi (Ay)	35 ay

*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 01.02.2014-01.01.2017 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 35 ay olarak belirlenmiştir.

Bu iş paketi çalışmaları 01.02.2014 tarihi itibarıyla başlamıştır. Bu iş paketi çerçevesinde proje yönetim aktiviteleri, toplantı hazırlıkları, planlama, izleme, raporlama ve kontrat yönetimi gibi tüm SEAS projesini ilgilendiren faaliyetlerin yanında yaygınlaştırma, kıymetlendirme ve standartlaştırma faaliyetleri de gerçekleştirilmiştir. Proje yönetimi Proje Koordinasyon Komitesi, Proje Yönetim Ekibi ve İş Paketi Takımları aracılığıyla sağlanmıştır.

- **Project management - Proje Yönetimi**
- **Dissemination, exploitation and standardization- Yaygınlaştırma, Kıymetlendirme ve Standardizasyon**

Bu iş paketi kapsamında Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş., Enerji Yönetim Sistemi çerçevesinde geliştirilecek matematiksel modellere örnek girdi çıktılarını sağlayacak ve elde edeceği sonuçları bilimsel makale, konferans ve ITEA faaliyetleri yoluyla yaygınlaştırılmıştır.

SEAS projesi çeyrek dönem toplantıları 2014 2. dönemde 1 kez yapıldığı için bu dönemin başında ortasında ve sonunda olmak üzere 3 kez yapılmıştır. 2015 Ocak ayında Brüksel’de yapılan toplantı, genel itibarıyla use-case’lere ait 2014 2.döneminde geliştirilen iş modellerinin sunumlarının yapıldığı bir toplantı gerçekleşmiştir. 2015 Mart ayında Berlin’de yapılan dönemsel çeyrek toplantısında hem yapılan Sandbox çalışmaları ve Sofia2 platformu tanıtılmış hem de ITEA ARTEMIS co-summit’e katılım sağlanarak projenin diğer ITEA ve ARTEMIS projelerinin paydaşlarına tanıtımı sağlanmıştır. 2016 Haziran’da Paris’te yapılan son dönemsel toplantıda ontoloji çalışmaları için sağlanan wiki ortamı ve projenin paydaşlarının iş paketi bazında ilerlemeleri paylaşılmıştır.

Başkent EDAŞ, proje demonstrasyon faaliyetleri kapsamında mikroşebeke bölgesi olarak belirlenen Gölbaşı Bahçelievler Mahallesi’nde ve Gazi Teknopark içerisindeki müşterilere bir anket çalışması yaparak projede aktif olarak yer alacak kullanıcılar belirlenmiştir. Bu ankette elektrik abonelerine proje hakkında bilgilendirme amaçlı bir broşür hazırlanıp dağıtılması sağlanmıştır.

Diğer bir ITEA projesi olan FUSE-IT projesinin demonstrasyon bölgesi Gazi Teknopark olduğu için, FUSE-IT projesinin Antalya’da yapılan dönemsel toplantısına katılım sağlanmıştır. SEAS projesi ve FUSE-IT projesi arasında paydaşları arasında bilgi paylaşımı yapılmıştır.

SEAS projesinin şirket içinde yaygınlaştırılması için, Enerjisa Başkent Elektrik Perakende Satış A.Ş. yetkilileri ile demo alanı ziyaret edilmiştir, mikroşebeke yapısının nasıl çalıştığı ve proje içeriğinin enerji değer zincirindeki konumu aktarılmıştır.

Projede İş Paketi 4 danışmanlık hizmetleri kapsamında TOBB ETÜ Endüstri Mühendisliği bölümünden Yrd. Doç. Dr. Nilgün Fescioğlu Ünver ile enerji akış optimizasyonu konusunda gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları, çalışmayı yürüten lisans öğrencileri tarafından çeşitli yarışmalarda (TOBB ETÜ bitirme projeleri yarışması, INFORMS, YAEM) sunulmuştur ve proje kapsamına ilişkin tanıtım faaliyetleri yapılmıştır.

SEAS konsorsiyumu SEAS projesinin yaygınlaştırılmasına yönelik hem enerji tasarrufu ve enerji verimliliğini hem de projeyi tüm partner ülkelerde paylaşabileceği bir video hazırlanmıştır.

2016 2. Döneminde bu iş paketi kapsamında Uluslararası konsorsiyum tarafından talep edilen bilgiler paylaşılmıştır, yaygınlaştırma ve proje yönetimi faaliyetlerine katkı verilmiştir.

TOBB üniversitesi öğrencileri ve TOBB üniversitesi öğretim görevlisi Yrd. Doç. Dr. Nilgün Fescioğlu Ünver ile birlikte katılım sağlanan TÜBİTAK 2241 Sanayiye Yönelik Lisans Bitirme Tezleri Yarışmasında Süreç Kategorisi'nde Türkiye Birinciliği derecesi alınmıştır. Bu sayede TOBB üniversitesi akademik camiası içerisinde SEAS projemizin bilinirliği artırıldı ve projemiz ile ilgili çalışmalar TOBB üniversitesi akademisyenleri ile paylaşılmıştır.

Ayrıca, TOBB üniversitesi öğrencileri ve TOBB üniversitesi öğretim görevlisi Yrd. Doç. Dr. Nilgün Fescioğlu Ünver ile birlikte hazırlanan "Akıllı mikro şebekelerde kaynak yönetimi optimizasyonu – Gazi Teknopark örneği" başlıklı makale Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi dergisi'nde yayınlanmıştır.

Ödüle hak kazanan proje yarışma dokümanları ve dergide yayınlanan makalemiz eklede paylaşılmıştır.

İş Paketi No/Adı	4- WP3 - (İş Paketi Kodu:94395) Smart Energy Aware Building - Akıllı Enerji Duyarlı Binalar		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.09.2014-31.12.2016	Süresi (Ay)	28 ay
Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 1.9.2014-31.12.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 28 ay olarak belirlenmiştir.			
Bu iş paketinde, 2. İş paketinde geliştirilen teknolojilerin gerçek ortamlarda uygulanması ile AEDS'lerin oluşturulması hedeflenmiştir.			
Akıllı binalar için kurulacak akıllı sayaç altyapıları, ev içi akıllı prizler için projenin Finlandiya ortağı olan ASEMA ve EKE firmaları ile görüş alışverişleri yapıldı, ürünleri incelenmiş ve Türkiye'de yapacakları saha çalışması için planlamalar yapılmıştır. Başkent EDAŞ, proje demonstrasyon faaliyetleri kapsamında mikroşebeke bölgesi olarak belirlenen Gölbaşı Bahçelievler Mahallesi'nde ve Gazi Teknopark içerisindeki müşterilere bir anket çalışması yapmıştır ve projede aktif olarak yer alacak kullanıcıları belirlenmiştir. Tüketim farkındalıklarını ölçmek, evlerini akıllı ev olarak kullanabilecek hedef kitleyi analiz etmek amaçlı anket soruları ve hizmet alımı için teknik şartnamesi hazırlanmış ve anket firmasından hizmet alımı yapılmıştır.			
Anket sonucunda bölgenin akıllı binalar uygulamaları için sosyal uygunluk analizi yapılmıştır.			
Finlandiya proje paydaşlarından EKE, EMPOWER, FORECA firmaları Türkiye'deki demonstrasyon alanında saha ziyareti gerçekleştirdi. Türkiye demonstrasyon alanı çalışmaları hakkında Finlandiya proje paydaşlarına bilgiler verilmiş ve toplantılar gerçekleştirilmiştir. Gölbaşı Bahçelievler mahallesinde daha önce yapılan anket sonuçlarına göre EKE firmalarıyla birlikte saha çalışmaları ve işbirlikleri değerlendirilmiştir. EMPOWER firmasıyla SEAS Gölbaşı mikroşebeke enerji yönetimi konusunda bilgi alış-verişi ve işbirlikleri değerlendirilmiştir. SEAS platformunda			

hava tahminleme çalışmaları için sahada kurulmuş olan 263 kWp güneş santrallerinin konumu ve koordinat bilgisi alındı ve FORECA firması ile paylaşılmıştır.

2016 2. Dönemi içerisinde SEAS Sensör ve Haberleşme çözümleri ve Binalarda Enerji kaynak planlaması ve yönetim stratejileri ara çıktıları konsorsiyum tarafından talep edilen bilgiler paylaşılmıştır. SEAS platformunda hava tahminleme çalışmaları için sahada kurduğumuz 40 kWp güneş santrallerinin konumu ve koordinat bilgisi FORECA firması ile paylaşılmıştır.

İş Paketi No/Adı	5- WP4 - (İş Paketi Kodu: 94399) Smart Energy Aware Microgrids – Akıllı Enerji Duyarlı Mikrogridler		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.08.2014-31.12.2016	Süresi (Ay)	29 ay
*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 1.8.2014-31.12.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 28 ay olarak belirlenmiştir. Bu iş paketinde SEAS kavramlarının izole edilmiş ve ana şebekeden bağımsız çalışabilen mikro şebekelere uygulanması gerçekleştirilecektir. İş paketi ile mikro şebekelerin barındırdığı yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) verimli olarak kullanılmasını sağlayacak model, yöntem ve araçların geliştirilmesi hedeflemektedir. Bu iş paketinde Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş., YEK'lerin, mikro-kojenerasyon ünitelerinin ve elektrikli araçların yarattığı yükün mikro-şebekelere ve puant tüketimine olan etkisinin araştırılmasına katkıda bulunulmuştur. mikro şebekeler arası, mikroşebeke/dağıtım şebekesi bağlantılarının enerji kaynak planlama çalışmalarına destek verilmiştir. Başkent Elektrik ayrıca, bir mikro şebeke tarafından üretilen enerjinin diğer mikro şebekeler tarafından satın alınarak tüketilmesi için mikro şebekeler arası bir ara yüz oluşturulmasına katkıda bulunulmuştur. Proje demo alanı olarak analiz edilen mikro şebekenin planlama aşamalarında HOMER yazılımı ile çalışılmıştır, DigSilent modellemelerine devam edildi. Elektrikli araçların şebeke entegrasyonu için çalışmalara devam edilmiştir. Elektrikli araçların şebeke entegrasyonu ve mikro şebeke altyapısında kullanımının etkileri konusunda araştırma ve analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Trafo merkezleri, hatlar, kablolar ve yükler girildi. Sonrasında yapılan analizlerle kablo yüklenmesi, trafo yüklenmeleri, hat kayıpları ve gerilim düşümleri gözlemlenmiştir. Gazi Teknopark trafosunda AG bara'ya bağlanacak olan demonstrasyon ekipmanlarının bağlantısı değerlendirilmiştir. 263 kWp'lik mevcut güneş santrali sistemine 40 kWp güneş santrali kurulması durumunda ekipmanların alçak gerilim bağlantısı aşağıda paylaşılan şemada belirtildiği gibi yapılması planlanmıştır. Ayrıca kaynak planlaması çalışmalarında kullanılmak üzere Gazi Teknopark ofislerindeki enerji tüketimi incelenmiştir.			

“Protection and Outage Awareness in Microgrid” ve “Power Quality Management System” Başkent Elektrik kullanım senaryoları için (Microgrid context awareness) Microgridlerde ortam duyarlılığı gereksinimleri çalışması uluslararası konsorsiyum ile gerçekleştirilmiştir.

2016 1. Dönemi içerisinde geliştirilen modellerin farklı fiyatlandırma stratejileri altındaki performansının incelenmesine 2016 2. Döneminde devam edilmiştir. 2016 2. Döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarının ve depolama ünitesinin kapasitesindeki değişikliklerin mikro şebeke üzerindeki etkileri incelenmiştir. Son olarak elektrikli araç sayısı ve bağlanma saatlerindeki değişikliklerin mikro şebeke maliyetlerine etkileri araştırılmıştır.

İş Paketi No/Adı	6- WP5 - (İş Paketi Kodu: 94403): Infrastructure and simulation - Altyapı ve simülasyon		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.09.2014-31.12.2016	Süresi (Ay)	28 ay
*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 1.9.2014-31.12.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 28 ay olarak belirlenmiştir. Bu iş paketinde tasarlanacak ve geliştirilecek simülasyon sistemleri ile zaman kısıtları, ihtiyaç duyulan altyapının maliyeti, problemin ölçeği gibi faktörlere bağlı olarak gerçek ortamda test edilemeyecek teknik çözümlerin, optimizasyon algoritmalarının test edilmesi ve geçerlemesinin yapılması sağlanmıştır. Simülasyon sistemi, geliştirilen sistemlerinin ölçeklenebilirlik ve tekrarlı birlik durumlarının ve potansiyel güvenlik ve güvenilirlik problemlerinin analiz edilmesini sağlamıştır. Bu iş paketinde, 6. İş paketinde yer alacak fiziksel testler öncesi, 2, 3 ve 4. İş paketlerinde tanımlanan servis ve uygulamaların etkileri, davranışları, ölçeklendirilmeleri ve altyapı simülasyonları hedeflenmiştir. Bu kapsamda, Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş., simülasyon spesifikasyonlarının ve esas alacakları kilit performans göstergelerinin (KPI) belirlenmesinde katkı verilmiştir. Simülasyon mimarisinin tanımlanması ve demonstrasyon alanındaki bazı verilerin simüle edilmesi için iş paketi lideri ARMINES firmasına destek verilmiştir. ARMINES firması tarafından geliştirilen simülasyon modelleri incelenmiştir ve geri bildirimlerde bulunulmuştur. Başkent Elektrik tarafından oluşturulmuş olan 5 adet kullanım senaryosuna ait simülasyon spesifikasyonları ve esas alınacak kilit performans göstergeleri (KPI) belirlenmesi çalışmalarında ARMINES firmasına katkı verilmiştir. Türkiye koşullarında şuan için 15'er dakikalık periyotlarla dinamik elektrik fiyatlandırması bulunmadığı için kullanım senaryolarında bu durumda simüle edilmesine karar verilmiştir. 2016 2. Dönemi içerisinde Türkiye konsorsiyumundan SimBT ve Innova firmalarıyla birlikte sahada kurulamayan ekipmanların (Enerji depolama ünitesi) simülasyonun yapılması için toplantılar düzenlendi ve opendss modelleme çalışmaları yapılmıştır.			

Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş. tarafından, simülasyon spesifikasyonlarının ve esas alacakları kilit performans göstergelerinin (KPI) belirlenmesinde uluslararası konsorsiyuma katkı verilmiştir. Uluslararası konsorsiyum tarafından hazırlanan simülasyon özellikleri ve dizaynı dokümanına katkı verilmiştir.

İş Paketi No/Adı	7- WP6 - (İş Paketi Kodu: 94408) Implementation, Integration and Demonstrations – Uygulama, Entegrasyon ve Gösterim		
Başlama-Bitiş Tarihi	01.04.2014-30.06.2016	Süresi (Ay)	27 ay
*Uluslararası başvuru dokümanındaki değişiklik uyarınca yeni tarihler 1.4.2014-30.06.2016 olarak değişmiştir. İş paketi süresi de 27 ay olarak belirlenmiştir. 2014/1. Döneminde iş paketinin başlamamış olarak gözüktüğü için efor girilememiştir. Bu dönemde sarf edilen eforlar için bir 2. dönemde açık kapatılmış ve demonstrasyon merkezi için fazla efor sarf edilmiştir. Bu iş paketinde akıllı enerji duyarlı sistemlere ilişkin geliştirilen uygulama ve çözümler derlenecek, gösterimi gerçekleştirilecektir. Binalar ve mikro şebekeler için deneme kurumları yapılarak farklı alt sistemlerin ve bu sistemlere ait altyapı ve bileşenlerin entegrasyonu sağlanacaktır. Gösterim faaliyetlerine ilişkin analiz ve incelemeler sonuçların doğrulanmasında kullanılacaktır. SEAS projesinin demonstrasyon bölgesinde, lisanssız elektrik üretim tesisi olan Gazi Teknopark ile Gizlilik ve ARGE projeleri için kullanım anlaşması yapılmıştır. Bölgede bulunun ve mikroşebekelerin en önemli temel taşlarından biri olan dağıtık üretim tesisine sahip Gazi Teknopark ile 263 kWp güneş lisanssız üretim tesisinin başta SEAS projesi olmak üzere Başkent EDAŞ ARGE projelerinde kullanılması ve mikroşebeke demonstrasyon merkezine dahil edilmesi için Gazi Teknopark ile anlaşmaya varılmıştır. Başkent EDAŞ olarak Gazi Teknopark'ın mevcut kurulu gücüne ek olarak yaklaşık 40 kWp güneş enerjisi yer sistemi kurulması için ek protokol yapılmıştır. ITRON, Empower, EKE, ASEMA gibi konsorsiyum firmaları ile ortak çalışmalara devam edilmiştir. D6.1.1 Initial Demonstration Scenairos dokümanı uluslararası proje yönetimi tarafından belirlenen yeni şablona göre uyarlandı, dokümandaki yeni alanlar Başkent Elektrik tarafından düzenlenmiştir. İlgili doküman çıktısı uluslararası platformda kullanılan doküman yönetim sistemine aktarılmıştır. T6.2 SEAS Başkent pilot DataFlow dokümanı revize edilmiştir. Bu dönemde demonstrasyon alanındaki ekipman kurulumlarına ait zaman planları yapılmıştır. Demonstrasyon alanındaki kullanım senaryolarını gerçekleştirmek için gerekli ekipman tedarik ve sözleşme süreçleri gerçekleştirilmiştir. Yürüttüğümüz başka bir proje kapsamında temin edilen elektrikli şarj istasyonu kurulumu Gölbaşı mikroşebeke alanına kurulmuştur ve devreye alınmıştır.			

Proje kapsamında temin edilen güç kalite ölçüm cihazı gazı teknopark trafosuna kurulum ve devreye alması gerçekleştirilmiştir. Gazı teknopark trafosuna ait güç kalite değerleri şuanda uzaktan izlenmektedir.

Uluslararası konsorsiyum partneri ve 6. İş paketi lideri ltron firması tarafından SEAS projesi kapsamında ltron marka akıllı sayaçların Türkiye demonstrasyon alanında kullanılması için temin edilemeyeceği Belirtilmiştir. ltron firmasının bu kararı sonrasında üretim ve tüketim noktalarındaki ölçümlerin yapılabilmesi amacıyla diğer projelerimizden akıllı sayaçların nasıl mikroşebeke demonstrasyon alanına temin edeceğimiz ile ilgili çalışmalara ve firma arayışlarına devam edilmiştir.

Gazı Teknopark trafosundaki mikroşebeke adalanma modunun sağlanabilmesi için gerekli olan SCADA altyapısı ve kurulum çalışmaları için Siemens firması ile görüşmeler yapılmıştır. Altyapının hazırlanması, RTU kurulumu ve devreye almaları için plan yapılmıştır.

- İş paketi çıktısı olarak D6.1.1 Initial Demonstration Scenairos dokümanı uluslararası proje yönetimi tarafından belirlenen yeni şablona göre uyarlanmıştır, dokümandaki yeni alanlar yazılmıştır.

EPDK Ar-Ge fonu tarafından desteklenen DAGSİS projesi kapsamında onaylanan bütçe doğrultusunda, demo alanında 40 kWp'lik güneş panellerinin temin ve kurulum aşamaları tamamlanmıştır.

Akıllı sayaç “proof of concept” çalışması kapsamında Silverspring Network haberleşme modülü üreticisi ile yapılan ikili anlaşma sonucunda 30 adet RF haberleşmeli sayacın Gazı Teknopark demo alanına kurulumuna beşlenmiştir. RF haberleşmesi 875 MHZ'dir. Sayaçlar ile beraber bir veri toplayıcı kurulumu da yapılmıştır. Kurulum, Gazı Teknopark binaları ve ortak kullanım noktalarına kurulmuştur.

2016 2. Dönemi içerisinde Gazı teknopark Türkiye demo alanında 40 Kwp'lik güneş enerji santrali kurulumu ve devreye alma çalışmaları yapılmıştır. Innovanın IoT platformuna invertörlerin bağlı olduğu portalden veri aktarma çalışması yapılmıştır. IoT platformundan verilerin alınması için SMA firması ile iletişime geçilip veri paylaşım sorunları çözülmüştür. Daha önceden kurulmuş olan 263 Kwp'lik güneş santralinden LNL firması ile portalden veri alınabilmesi için ortak saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Silver Spring tarafın POC amaçlı tahsis edilmiş olan akıllı sayaçların verileri, IoT platformuna aktarılabilmesi için saha çalışmaları yapılmıştır. Endoks firmasından temin edilen Güç Kalitesi Ölçüm cihazlarının bağlı olduğu inavitas portalinden IoT platformuna veri aktarım çalışmaları yapılmıştır.

SEAS demo senaryoları dokümanı uluslararası konsorsiyum talebi doğrultusunda güncellenmiştir.

Ayrıca konsorsiyum tarafından paylaşılan web sitesi linki üzerinden Gazı teknopark Türkiye demo alanındaki prototip değerlendirmeleri ve saha denemeleri anket çalışmasında talep edilen bilgilere cevap verilmiştir. Uluslararası konsorsiyum ara çıktı dokümanı G6.3 Prototip değerlendirmeleri ve saha denemeleri dokümanına anket cevapları ile katkı verilmiştir.

SONUÇ ve YORUMLAR

EPDK ve Tübitak Ar-Ge fonu desteğiyle gerçekleştirilen ‘Smart Energy Aware Systems (SEAS)’ projesi, mikroşebeke konseptinin elektrik dağıtım sektöründeki uygulanan ilk örnek demonstrasyon projesi olması niteliğini taşımaktadır. Ayrıca projedeki tüm tasarım aşamalarının alanında uzman yerli paydaşlarla gerçekleştirilmesi sayesinde yerli üretim vizyonunu destekleyici nitelik taşımaktadır.

Projenin tasarım, üretim ve test aşamalarında uluslararası ve yerel paydaşların sürekli olarak teknik paylaşımlarda bulunması ve geliştirme süreçlerinde yoğun şekilde saha çalışmalarında bulunmaları sayesinde, tüm paydaşlar bilgi birikimlerini birbirlerine aktarma fırsatı bulmuş, bu durum ortaya çıkan tasarımın geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır. Proje sayesinde Ar-Ge personellerimizin bilgi ve yetkinlik seviyesi arttırılmıştır.

Ayrıca projede geliştirilen olan mikroşebeke demonstrasyon merkezinin Başkent Elektrik AR-GE çalışmalarının bir arada sergileneceği bir akıllı şebeke alanı durumundadır. Böylece akıllı şebekeye giden yolda SEAS projesi sonrasında geliştirilecek AR-GE çalışmalarının bu alan etrafında şekillenecek ve sonrasındaki akıllı şebeke projelerine yön vermesi hedeflenmektedir. Başkent Elektrik, mikro şebekeler konusunda kazanacağı know-how ve geliştireceği teknik çözümler ile elektrik dağıtım firmaları arasında yaşanan inovasyon liderliğini pekiştirecek ve grubun rekabet gücünü arttıracaktır.

SEAS projesinin şirket içinde yaygınlaştırılması için, Enerjisa Başkent Elektrik Perakende Satış A.Ş. yetkilileri ile demo alanı ziyaret edildi, mikroşebeke yapısının nasıl çalıştığı ve proje içeriğinin enerji değer zincirindeki konumu aktararak şirket içerisindeki farkındalık arttırılmıştır.

Tübitak ve EPDK’nın bu yöndeki Ar-Ge faaliyetlerini destekleyen ve yönlendiren yaklaşım sayesinde ülkemizde bu yöndeki çalışmaların devamının gelmesi ve özellikle dağıtım sektöründe sürdürülebilir inovasyon vizyonunun ortaya konabilmesi mümkün hale gelmektedir.