

T.C.
ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU



**Baskent
Ayedaş
Toroslar**

Proje Adı:
**KRİTİK YÜKLER İÇİN MERKEZİ KESİNTİSİZ GÜÇ
KAYNAĞI VE BATARYA
İZLEME SİSTEMİ**

Proje Dönemi:
Temmuz 2015

Ar-Ge Komisyon Karar No:
29/09/2015 – Sayı: 07/15/04

Proje Sahibi Şirket:
Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.

Nisan 2016
ANKARA

İÇİNDEKİLER

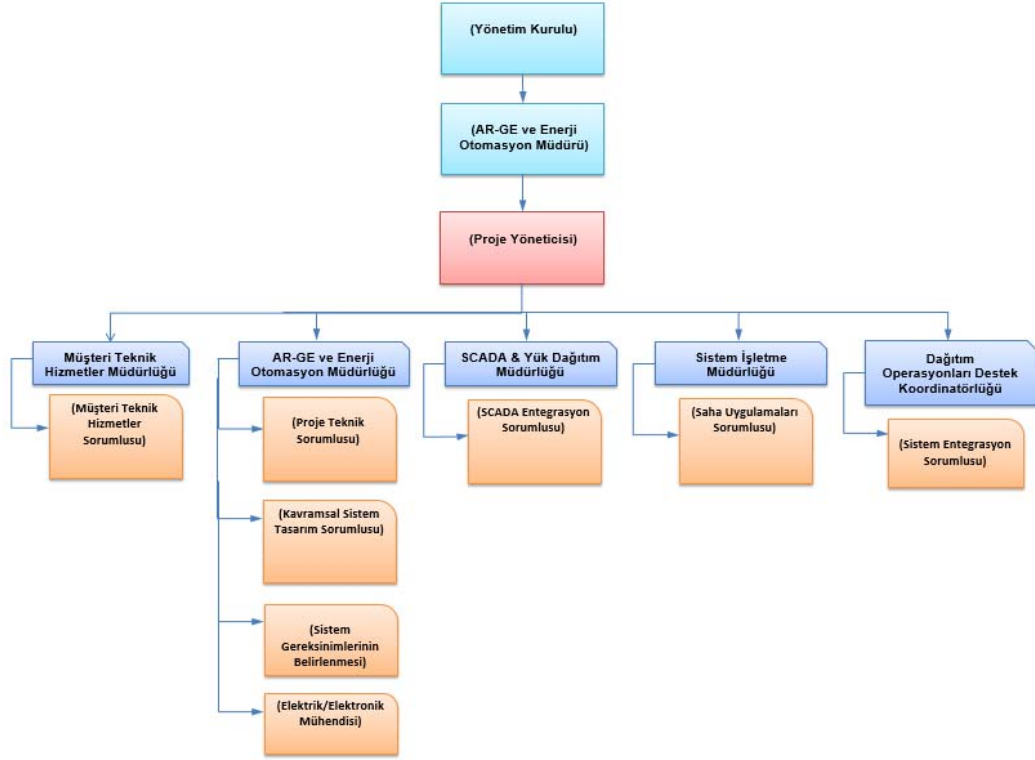
1. Proje Künyesi	3
1.1. Proje Kimlik Bilgileri	3
1.2. Organizasyon Şeması	4
2. Önsöz	5
3. Proje Özeti	6
4. Tablo ve Şekiller Listesi	7
5. Giriş ve Teorik Çerçeve	8
6. Projenin Amacı, Kapsam ve Önemi	9
6.1. Projenin Amacı	9
6.2. Projenin Kapsamı	9
6.3. Projenin Önemi	9
7. Literatür Taraması	10
8. Projeye İlişkin Tasarım, Metot ve Prosedürler	13
9. Kısıtlama ve Sınırlamalar	14
10. Proje Süreci	14
10.1. Proje Paydaşları	14
10.2. Proje Takvimi	15
10.3. İş Paketleri	16
10.3.1. İş Paketi 1	16
10.3.2. İş Paketi 2	16
10.3.3. İş Paketi 3	17
10.3.4. İş Paketi 4	17
10.3.5. İş Paketi 5	17
10.3.6. İş Paketi 6	18
11. Sonuç ve Yorumlar	19

1. Proje Künyesi

1.1. Proje Kimlik Bilgileri

Proje Sahibi:	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.
Proje Sahibinin Adresi:	Kızılırmak Mahallesi Ufuk Üniversitesi Caddesi No:1 Başkent Kule Çukurambar Çankaya / ANKARA
Proje Adı:	KRİTİK YÜKLER İÇİN MERKEZİ KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI VE BATARYA İZLEME SİSTEMİ
Proje Bölgesi (Uygulama Yapılan Lokasyon):	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.
Proje Süresi:	15 ay
Ar-Ge Dönemi:	Temmuz 2015
Ar-Ge Komisyon Kabul No Ve Tarihi:	29/09/2015 – Sayı: 07/15/04

1.2. Organizasyon Şeması



Şekil 1. Başkent Elektrik Dağıtım Proje Organizasyon Şeması

2. Önsöz

Başkent Elektrik, dünyadaki gelişmeleri yakından takip eden, sektör eğilimlerine yönelik ve operasyon ihtiyaçlarına cevap veren projeler üretebilecek uzman AR-GE kadrosu ile eşzamanlı olarak birçok projeyi yürütebilecek altyapıya sahiptir. Enerjisa çatısı altındaki sahip olduğu dağıtım bölgeleri ile büyük bir coğrafyada doğal laboratuvar alanı bulunmaktadır. Başkent EDAŞ operasyondan gelen ihtiyaçlar ve akıllı şebekeler konusunda yapılan çalışmalar doğrultusunda sanayi - üniversite işbirliğinin projelere önemli katkı sağlayacağını düşünmektedir. Hazırlıkları sürdürülmekte olan çeşitli Ar-Ge projelerinde de Türkiye'nin önde gelen üniversiteleri ile yakın ilişkiler sürdürülmektedir. Bu kapsamda, Sabancı Üniversitesi, TOBB ETÜ, ODTÜ, BİLKENT, İTÜ ve diğer üniversiteler ile Üniversite Sanayii işbirliği projeleri geliştirilmektedir.

Başkent Elektrik, dağıtım şirketleri arasında mevcut dağıtım şebekesini hızlı bir şekilde yenileyen ve mevcut teknolojileri bu alanda verimli şekilde kullanmayı hedefleyen bir firma olarak öne çıkmaktadır. Bu alanda sahip olduğu teknolojik düzeyi sürekli arttırarak güvenilir ve kontrol edilebilir bir şebekeye sahip olmayı hedeflemektedir.

Kritik Yükler İçin Merkezi Kesintisiz Güç Kaynağı ve Batarya İzleme Sistemi ortaklı bir şekilde yürütülmüş bir proje olup, Başkent EDAŞ ve Endoks ortaklığının mevcut yetenekleri etkin şekilde kullanarak, her iki şirketin vizyonuna paralellik gösterecek sonuçlara ulaşılmıştır. Başkent Elektrik proje kapsamında ihtiyaçlara yönelik tasarlanıp geliştirilen sistem ile dağıtım şebekesinde yer alan kritik yüklerin depolama sistemlerini merkezi bir şekilde izleyerek oluşabilecek olumsuzlukları proaktif olarak bertaraf etmek mümkün kılınmıştır. Başkent Elektrik için güvenilir bir dağıtım şebekesi olabilme hedefi, bu proje ile kritik yüklerde sağlanmış ve bu hedefin gerçekleştirilmesine öncülük etmiştir.

3. Proje Özeti

Dağıtım şebekesine bağlı birçok kritik yük yer almakta ve bunlar olası kesintilere karşı kesintisiz güç kaynakları kullanarak korunmaktadır. Kritik yük noktalarında kesintisiz enerjinin sağlanması için gerekli alt yapının kurulması ve izlenmesi ile enerji kesintisi sebebiyle yaşanabilecek sorunların önlenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu güç kaynaklarında yaşanabilecek olası arıza durumlarında önemli riskler oluşmaktadır. Büyük ölçekli kesintisiz güç kaynaklarında lokal ve özet izleme sistemleri bulunmakla birlikte, bunlar yalnızca sınırlı parametreleri izlediğinden dolayı güç kaynağının durumuna ilişkin detaylı bilgi alınamamakta; bu da farklı bir izleme sistemi gerekliliği doğurmaktadır. Küçük ölçekli güç kaynaklarında ise izleme sistemi bulunmamakta ve piyasada mevcut izleme sistemleri ile bu ihtiyacın karşılanması ekonomik açıdan mümkün olmamaktadır.

Bu projede, hem küçük hem de büyük ölçekli kesintisiz güç kaynaklarına uygun modüler bir izleme sistemi tasarlanmış, sistemin dağıtım şirketinin de izleme ve yönetim sistemleri ile entegrasyonunun gerçekleştirilmiş ve bu sayede olabilecek her türlü istenmeyen durumu ortadan kaldıracı adımlar atılmıştır. Entegre bir yönetim anlayışına sahip sistem, kritik yüklerin bulunduğu her türlü alanda pazar imkanı bulabilmektedir ve dağıtım şirketleri ile entegrasyonu sayesinde etkin bir yönetim yapısına sahip olacaktır. Söz konusu ürün, dünyadaki benzer ürünlerden farklılaşarak özgün bir ürün olarak pazarda yer alacaktır.

4. Tablo ve Şekiller Listesi

Şekil 1. Başkent Elektrik Dağıtım Proje Organizasyon Şeması.....	4
Şekil 2. İş Akış Çizelgesi.....	16
Tablo 1. Projeye katkı sağlayacak literatür araştırması sonuçları.....	12

5. Giriş ve Teorik Çerçeve

Kesintisiz güç kaynağı ve batarya izleme konusunda akademik literatürde de uzun yıllardır önemli çalışmalar bulunmakla birlikte, özellikle son yıllarda haberleşme teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile yeni çalışmalar hızlı bir şekilde artmaktadır. Lokal ya da merkezi izleme sistemleri geçmişte daha çok batarya ömürlerinin izlenmesi amaçlı kullanılır iken son yıllarda genel durum izlemesi, önleyici bakımlarının planlanması ve alınacak kararlara destek olması gibi amaçlarla da kullanılabilmektedir.

IEEE 1188-2005 standardı (IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications) akım, gerilim, sıcaklık, ohm değerleri gibi incelemelerin periyodik olarak yapılmasını ve verilerin kaydedilmesini önermektedir. Mevcut uygulamalarda aylık periyodik bakımlar ile güç kaynakları güvenilir bir şekilde işletilmektedir. Ticari uzaktan izleme uygulamalarında ise, günde bir ya da birkaç kez alınan ölçümler ile kontrol sağlanmakta, gözle kontrol ve temizlik periyodu yılda bire indirilmektedir.

Bir diğer çalışılan alan ise dalgacık (ripple) akımların batarya ömrüne olan etkisinin incelenmesidir. Aynı zamanda güç kaynağı kapasitörlerinde zamanla oluşan bozulmalar sonucunda patlamalar yaşanabilmekte ve sonucunda güç kaybı oluşmaktadır. UPS sistemleri, doğrultma ve çevirme süreçlerinin doğasından kaynaklı bataryalar üzerinde dalgacık etkisi yaratmaktadır. Ancak bunun beklenenden fazla olması sistemde bir arızanın olduğunu göstermektedir. Bunun belirlenmesi için literatüre IEEE 1188 standardında belirtilen yük testleri gerçekleştirilmekte ve bu test verileri merkezi bir sistem ile toplanarak kaydedilmektedir.

Dolayısıyla mevcut akademik ya da ticari literatürde sistem merkezi büyük çaplı izlemeler ile sınırlandırılmış ve bulut tipi bir veri merkezi ile yönetim sadece birkaç firma tarafından uygulanmıştır. Bu proje bulut tipi bir yapıyı ölçekten bağımsız olarak daha yaygın alanda kullanması ve dağıtım şirketlerinin de sistemlerine entegre etmesi literatüre önemli bir katkı sağlar niteliktedir.

6. Projenin Amacı, Kapsam ve Önemi

6.1. Projenin Amacı

Proje kapsamında geliştirilecek ürün ve sistemler, büyük ölçekli uygulamaların yanı sıra küçük ölçekli kritik yüklerin dağıtım şebekesi izleme ve kontrol sistemlerine entegrasyonunun sağlanması esas alınmıştır. Bu sayede; mobil medikal cihazlar, askeri tesisler, hastaneler gibi enerji sürekliliğinin kritik olduğu noktalarda bulunan akü/batarya gruplarının uç noktadan izlenebilmesi mümkün olacaktır. Sistemin elektrik dağıtım operasyonları ile entegre edilmesi sayesinde, kritik yüklerde gerçekleştirilecek planlı kesintiler öncesinde sistemin durumu ve riskli noktaları önceden belirleyerek kullanıcılara uyarılar gönderilebilecek ya da önleyici bakımlar ile yaşanabilecek olumsuzlukları en aza indireceği varsayılmıştır.

6.2. Projenin Kapsamı

Projede, küçük ve büyük ölçekli kesintisiz güç kaynaklarına uygun modüler bir izleme sistemi tasarlanması, bu izleme sisteminin dağıtım şirketinin SCADA ve veri tabanlarına entegrasyonu ile kritik yüklerin dağıtım şebekesi tarafından anlık izlenmesi sağlanacaktır. Bu amaçları sağlayacak sistem geliştirilmesi için, proje kapsamında aşağıda belirtilen alt sistemlerin oluşturulması ve nihai bir ürüne dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu geliştirmeler projenin ana amacına hizmet eden alt amaçları olarak düşünülmektedir. Bu kapsamda;

- Modüler, uzaktan erişilebilen UPS ve batarya izleme cihazı ve ilgili cihaz parçaları tasarlanması ve üretilmesi
- Dağıtım Şirketi SCADA entegrasyonunun yapılması; UPS şarj durumu, kesinti konumu ve süresi vb. bilgilerin dağıtım şirketinin merkezi bulut veri tabanına aktarılması
- Kullanıcıların geçmiş ve gerçek zamanlı verilere uzaktan erişiminin sağlanması
- Dağıtım şebekesindeki kritik yüklere güvenilir ve kesintisiz olarak hizmet sunulması hedeflenmektedir.

6.3. Projenin Önemi

Proje kapsamında geliştirilecek ürün ve sistemler, büyük ölçekli uygulamaların yanı sıra küçük ölçekli kritik yüklerin dağıtım şebekesi izleme ve kontrol sistemlerine entegrasyonunu sağlayacaktır. Bu sayede; mobil medikal cihazlar, askeri tesisler, hastaneler gibi enerji sürekliliğinin kritik olduğu noktalarda bulunan akü/batarya gruplarının uç noktadan izlenebilmesi mümkün olacaktır. Sistemin elektrik dağıtım operasyonları ile entegre edilmesi sayesinde, kritik yüklerde gerçekleştirilecek planlı kesintiler öncesinde sistemin durumu ve

riskli noktaları önceden belirlenerek kullanıcılara uyarılar gönderilebilecek ya da önleyici bakımlar ile yaşanabilecek olumsuzluklar en aza indirilecektir.

Başkent Elektrik, sistemin kendi dağıtım bölgesinde yaygınlaşması ile kesinti durumlarında tüketim noktasında yaşanabilecek sorunları kazanılan uzaktan izleme ve kontrol yeteneğiyle en aza indirecek, kritik nitelikteki tüketim noktalarına daha etkin müdahale ve merkezi SCADA sistemine entegrasyonu ile sistemin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır. Ekonomik getiriler yanında sistemin etkin bir şekilde çalışması ile özellikle hastaneler, mobil medikal cihazlar gibi kritik tüketim noktalarında yaşanacak olumsuzluklar ortadan kaldırılacaktır. Aynı zamanda, kesintisiz güç kaynaklarında gerçekleştirilecek önleyici bakımlar ile daha büyük sorunlar ve maddi kayıplar oluşmadan önlemler alınabilecektir. Bu şekilde ulusal bir ekonomik getiri de sağlanacaktır.

7. Literatür Taraması

Literatürdeki çalışmalarda batarya izleme ve yönetim sistemlerinin önemi vurgulanmaktadır. Enerjinin izlenmesi ve yönetimi konularının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Batarya izleme - yönetim sistemleri enerji izleme - yönetim alanlarındaki başlıca alanlardan birisidir ve bu sistemlerin kullanımı önümüzdeki dönemlerde hızla artacaktır. Batarya izleme ve yönetim sistemleri, bataryanın gerilim, akım ve sıcaklık bilgilerinin yanı sıra çeşitli hesaplama algoritmalarıyla, bataryanın şarj durumunu, sağlık durumunu, ömür hesabını ve hatalarının tespit edebilmektedir. Özellikle bataryanın şarj durumu, sağlık durumu ve ömür hesabı gibi bilgileri kullanılarak gerçekleştirilen önleyici bakım çalışmalarıyla batarya sistemi enerjisinin güvenilirliği ve sürdürülebilirliği arttırılabilmektedir.

Proje kapsamında sunulan sistemde, ön piyasa araştırması çalışmaları ve ön literatür çalışmaları kapsamında, temel olarak batarya ölçüm sistemi, ups-batarya veri toplama ve iletme sistemi, uzaktan izleme ve kontrol sistemi alt sistemlerinden oluşmasına karar verilmiştir. Bu alt sistemlerin sağlıklı bir şekilde beraber işleyebilmesi için de iyi tasarlanmış bir ağ yapısı sistemi, veritabanı ve veri işleme sistemlerine ihtiyacı bulunmaktadır. Batarya ölçüm sisteminde, literatürdeki çalışmalara dayanılarak bataryaların temel olarak gerilim, akım ve sıcaklığı gibi temel parametrelerin ölçülmesi ve iletilmesi gerekmektedir.

Projeye ilişkin literatür taraması detaylı bir biçimde aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Yayın Adı	Tarihi	Yazar(lar)	Projeye Girdi Oluşturacak Özet Bilgi
Increasing UPS Battery Life main failure modes, charging and monitoring solutions	01.01.1997	Jean-Paul Cun et al.	Çalışma batarya izleme ve yönetim sistemlerinin genel özellikleri ve gereksinimleri ile ilgili temel bilgileri barındırmaktadır. Proje ekibi bu çalışma ile batarya izleme ve yönetim sistemlerinin temel kavramları hakkında bilgi edinecektir.
Survey and Evaluation of Battery Monitoring Methods and Results from User's Viewpoint	01.01.1995	P. Waltar et al.	Çalışma batarya izleme ve yönetim sistemlerinin genel özellikleri ve gereksinimleri ile ilgili temel bilgileri barındırmaktadır. Proje ekibi bu çalışma ile batarya izleme ve yönetim sistemlerinin temel kavramları hakkında bilgi edinecektir.
Knowledge Based VRLA Battery Monitoring and Health Assessment	01.01.2000	Adnan H Anbuky et al.	Çalışma batarya izleme ve yönetim sistemlerinin genel özellikleri ve gereksinimleri ile ilgili temel bilgileri barındırmaktadır. Proje ekibi bu çalışma ile batarya izleme ve yönetim sistemlerinin temel kavramları hakkında bilgi edinecektir.
Battery Management Systems (BMS) for Increasing Battery Life Time	01.01.2000	Jürgen Garche et al.	Çalışma batarya izleme ve yönetim sistemlerinin genel özellikleri ve gereksinimleri ile ilgili temel bilgileri barındırmaktadır. Proje ekibi bu çalışma ile batarya izleme ve yönetim sistemlerinin temel kavramları hakkında bilgi edinecektir.
Designing a New Generalized Battery Management System	01.01.2003	John Chatzakis et al.	Çalışmada yeni bir batarya yönetim sistemi sunulmuştur. Bu sistem temel olarak akıllı batarya modülleri, ana sistem modülünden oluşmaktadır. Akıllı batarya modülü, batarya gruplarının bilgileri alıp ana modüle göndermektedir ve ana modülden alınan bilgilere göre batarya gruplarını kontrol etmektedir. Ana modül ise batarya grupları ile uzak izleme ve kontrol sistemi arasında çift yönlü iletişimi sağlamaktadır. Çalışmada ayrıca akıllı batarya modülünün detaylı devre blok diyagramları sunulmuştur.
A Distributed Industrial Battery Management Network	01.01.2004	Darren Lim et al.	Bu çalışma dağıtık mimariye sahip batarya izleme ve yönetim sistemleri için detaylı bir ağ yapısı sunmuştur. Çalışmada alt batarya modülleri, ana batarya modülü ve uzak izleme ve yönetim sistemi arasında gerçekleştirilecek veri transferi hakkında detaylar sunulmuştur. Çalışmada alt batarya modülü ile ana batarya modülü arasında CAN haberleşmesi, ana modül ile uzak izleme ve kontrol sistemi arasında TCP/IP haberleşmesi kullanılmıştır.
A new online state-of-charge estimation and monitoring system for sealed lead-acid batteries in Tele	01.01.2005	Koray Kutluay et al.	Bu çalışma telekomünikasyon sistemlerindeki yedek güç ünitesi olarak bulunan batarya sisteminde kullanılmak üzere batarya izleme ve online batarya şarj durumu tahmini yapan bir sistem sunmuştur. Çalışmada online şarj tahmini yapabilen batarya grupları üzerine bağlanıp uzak sistem ile haberleşebilen bir modül gerçekleştirilmiştir. Bu modülün detaylı blok diyagramları ve program akış diyagramı çalışmada sunulmuştur.
IEEE Std 1188-2005 - IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Re	01.01.2005	IEEE	Bu standartta, VRLA batarya sistemlerinin bakımı, testi ve değiştirilmesi hakkında tavsiyeler ve bilgiler sunulmaktadır. Bu standartta, batarya şarj durumu, batarya sağlık durumu ve batarya ömrü konularında bataryanın hangi parametrelerine ihtiyaç duyulduğu ve bu parametrelerin detayları hakkında detaylı bilgiler sunulmaktadır. Bu standarttaki bilgilerden yararlanılarak batarya izleme ve kontrol sisteminde batarya hangi parametrelerinin izlenmesi konusunda yararlanılacaktır.
Battery Management System Based on Battery Nonlinear Dynamics Modeling	01.01.2008	Antoni Szumanowski et al.	Bu çalışma, batarya izleme ve yönetim sistemleri için yeni bir batarya şarj durumu tespit yöntemi sunmuştur. Bu yöntem batarya elektromotor kuvvetini ve batarya iç direncini kullanmaktadır. Bu çalışmada sunulan batarya şarj durumu tespiti yönteminden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
Algorithms for Advanced Battery Management Systems: Modeling, Estimation, And Control Challenges For	01.01.2010	Nalin a. Chaturvedi et al.	Bu çalışma lityum iyon bataryaların izleme ve kontrol sistemleri için geliştirilen modelleme, tahmin ve kontrol algoritmaları hakkında detaylı bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmada sunulan batarya şarj ve sağlık durumu tespiti yöntemlerinden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
Measurement method for online battery early faults precaution in uninterrupted power supply system	01.01.2010	J.-C. Hwang et al.	Bu çalışmada online izleme sistemleri için batarya sağlık durumu hesabı ile ilgili ölçüm yöntemi sunulmuştur. Batarya sağlık ve ömür hesapları, batarya sisteminde hata oluşmadan müdahale etme ve önleyici bakım yapma şansı sunmaktadır. Bu sebeple, batarya ömrü ve sağlık hesapları batarya izleme ve kontrol sistemlerinde son yıllarda önem kazanmaktadır. Bu çalışmada sunulan batarya sağlık durumu tespiti yönteminden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.

Online State-of-Health Assessment for Battery Management Systems	01.01.2011	Mihai Victor Micea et al.	Bu çalışmada Nikel Metal Hidrid bataryalar için geliştirilen batarya sağlık durumu tespit yöntemi sunulmuştur. Çalışmada ayrıca batarya hücrelerinden verileri alındığı ve batarya sağlık hesaplamalarının yapıldığı sistem ile ilgili detaylar sunulmuştur. Bu çalışmada sunulan batarya sağlık durumu tespiti yönteminden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
IEEE Std 1491-2012 - IEEE Guide for Selection and Use of Battery Monitoring Equipment in Stationary	01.01.2012	IEEE	Bu standart, batarya izleme sistemlerinde ihtiyaç duyulan özellikler, bu özelliklerin sağlanabilmesi için gerekli ölçüm ve hesaplamalar ile kullanılacak ekipmanların seçimi ve kullanımı hakkında detaylı bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmada sunulan batarya izleme sistemi ile ilgili detaylı bilgilerden projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılacaktır.
Battery Management System: An Overview of Its Application in the Smart Grid and Electric Vehicles	01.01.2013	Habiballah Rahimi-Eich et al.	Bu çalışma akıllı şebekelerde ve elektrikli araçlarda kullanılacak batarya yönetim sistemlerinin genel yapısı ve bu sistemlerde kullanılan ölçüm ve hesaplama yöntemleri hakkında genel bilgileri ve literatürdeki çalışmaları sunmuştur. Bu çalışmada sunulan batarya yönetim sistemleri hakkındaki genel bilgilerden ve ilgili hesaplama yöntemlerinden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
Integrated System Identification and State-of-Charge Estimation of Battery Systems	01.01.2013	Lezhang Liu et al.	Bu çalışmada batarya yönetim sistemlerinde kullanılmak üzere yeni bir batarya şarj durumu tespit yöntemi sunulmuştur. Bu çalışmada sunulan batarya şarj durumu tespiti yöntemlerinden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
Survey of Data Cleansing and Monitoring for Large-Scale Battery Backup Installations	01.01.2013	Liz Aranguren Pachano et al.	Bu çalışmada, batarya izleme ve yönetim sistemlerinin geniş bir ağ yapısına sahip olabildiklerini ve bu ağ yapısında önemli ölçüde veri yoğunluğu olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmada batarya izleme ve yönetim sistemlerinde elde edilen verilerin ölçüm hataları ile iletişimde ve veri kaydında oluşan veri kayıplarının hesaplama yöntemlerine olan etkilerinden bahsedilmiştir. Çalışmada bu problemlerin çözümü için literatürde sunulan veri temizleme yöntemleri hakkında inceleme yapılmıştır.
Battery Energy Storage System (BESS) and Battery Management System (BMS) for Grid-Scale Applications	01.01.2014	Matthew T. Lawder et al.	Bu çalışmada batarya enerji depolama sistemleri ve batarya yönetim sistemleri hakkında detaylı bir literatür taraması sunulmuştur. Bu çalışmada sunulan bilgilerden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
Online Condition Monitoring of Battery Systems With a Nonlinear Estimator	01.01.2014	Günyaz Ablaş	Bu çalışmada kesintisiz güç kaynaklarındaki batarya sistemleri için yeni bir batarya hata tespit yöntemi sunulmuştur. Bu çalışmada sunulan batarya hata tespit yöntemi ile ilgili bilgilerden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
An Online Battery Impedance Measurement Method Using DC-DC Power Converter Control	01.01.2014	Wangxin Huang et al.	Batarya izleme ve kontrol sistemlerinde, batarya empedans ölçümü özellikle batarya sağlık durumu ve ömür hesaplarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışma batarya sağlık ve ömür hesabında kullanılmak üzere yeni bir batarya empedans ölçüm yöntemi sunmaktadır. Bu çalışmada sunulan batarya empedans ölçüm yönteminden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.
An SOC-Based Battery Management System for Microgrids	01.01.2014	Zhixin Miao et al.	Bu çalışmada batarya yönetim sistemlerinde, mikro şebeke sistemlerinde kullanılmak üzere yeni bir batarya şarj durumu tespit yöntemi sunulmuştur. Bu çalışmada sunulan batarya şarj durumu tespiti yöntemlerinden, projede gerçekleştirilecek batarya izleme sistemi için yararlanılabilir.

Tablo 1 Projeye katkı sağlayacak literatür araştırması sonuçları

8. Projeye İlişkin Tasarım, Metot ve Prosedürler

Proje kapsamında gerçekleştirilecek olan çalışmalarda kullanılacak yöntemler, prototip üretim Ar-Ge projelerinde kullanılan yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak yöntem İster Belirleme-Tasarım-Prototip gerçekleştirme ve Entegrasyon-Test aşamalarından oluşmaktadır. Proje kapsamında kullanılmış olan yöneteme ilişkin detaylar ve iş akışı aşağıda detaylıca paylaşılmıştır.

- 8.1. Literatür Taraması ve Gereksinim Belirleme:** Projede ilk olarak detaylı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş, mevcut ürün ve sistemlerin güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiştir. Bunun yanında detaylı bir patent ve tasarım araştırması yapılarak geliştirilecek tasarımın özgün olması sağlanmıştır. Bu aşama sonunda geliştirilecek olan sistemin gereksinimleri belirlenmiş ve tasarım aşaması için girdi oluşturulmuştur.
- 8.2. Tasarım:** Gereksinimleri belirlenmiş olan sistemin ön ve detaylı tasarımları oluşturularak sistem gerçekleştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu aşamada, gereksinimleri karşılayan alternatif tasarımlar proje ekibi tarafından değerlendirilerek en uygun tasarımın oluşturulması sağlanmıştır. Geliştirilecek donanımlar için veri toplama ve haberleşme ihtiyaçlarının belirlenmesinde, basit alt sistem prototipleri kullanılarak tasarımın nihai hali alması sağlanmıştır. Yazılım tarafında ise oluşturulacak yarı fonksiyonel tasarımlar proje paydaşları ile paylaşılarak son tasarım elde edilmiştir.
- 8.3. Prototip Üretim:** Projede son tasarıma karar verildikten sonra prototiplerin gerçekleştirilmesi aşamasına geçilmiş ve donanım ve yazılım prototipleri oluşturulmuştur. Geliştirilecek prototip alt sistemler kendi içlerinde test edilerek tasarıma uygunlukları ve gereksinimleri karşılama durumları gözden geçirilmiştir. Tasarım değişiklikleri yapılmış ve bunların sonucunda alt sistem testleri ile bu evre tamamlanmıştır.
- 8.4. Entegrasyon-Test:** Projenin son aşamasında geliştirilmiş olan alt sistemlerin entegre edilmiş ve sistem testi ile tasarım ve gereksinimlerin doğrulanması çalışmaları yapılmıştır. Bunun yanında tüm sistem için fonksiyonellik, performans ve güvenlik testleri gerçekleştirilmiş ve üretilen donanımların ilgili standartlara uygunluğu akredite bir laboratuvarda gerçekleştirilecek testlerle doğrulanmıştır.

9. Kısıtlama ve Sınırlamalar

Proje kapsamında yer alan firmalar sahip oldukları bilgi ve birikim düzeyi ile önerilen proje alanında da bir Ar-Ge projesini yönetebilecek kabiliyete sahiptirler. UPS izleme alanında da mevcut bilgi düzeyi yeterli olmakla birlikte batarya izleme alanına literatürün detaylı bir şekilde taranıp iyi bir tasarım ile izleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu alanda sahip olunan deneyim diğer alanlara göre daha sınırlı olmasına rağmen, bu alanın uzun zamandır çalışılıyor olması ve literatürde bu konu ile ilgili yeterince kaynak bulunması mevcut riskleri en aza indirmektedir. Batarya izleme alanında bir belirsizlik bulunmamasına rağmen ilk kez bu kapsamda bir çalışma yürütülecek olması birtakım zorlukları da beraberinde getirecektir. Ancak firmaların geçmiş Ar-Ge deneyimleri ile teknik zorlukları proje başlangıcından itibaren en aza indirgenmiştir.

10. Proje Süreci

10.1. Proje Paydaşları

10.2. Proje Takvimi

Projeye yönelik iş akış çizelgesi **Şekil 2**'deki gibidir.

İş Paketleri ▼
▲ Hastalara Kesintisiz Enerji Servisi Projesi
▷ İ.P.1-Literatür Taraması ve Sistem Gereksinimlerinin Belirlenmesi
▷ İ.P.2- Sistem ve Alt Sistem Tasarımı
▷ İ.P.3- Prototip Üretim
▷ İ.P.4- Merkezi Veritabanının Oluşturulması
▷ İ.P.5- Kullanıcı Arayüzlerinin Geliştirilmesi
▷ İ.P.6- Sistem Entegrasyonu ve Testler

Şekil 2 İş Akış Çizelgesi

10.3. İş Paketleri

10.3.1. İş Paketi 1

Bu iş paketi kapsamında proje önerisi aşamasında gerçekleştirilmiş olan literatür taraması, benzer ürün araştırması, patent taraması ve gereksinimlerin belirlenmesi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Özellikle literatür taraması aşamasında farklı tasarımlar ve izleme yöntemleri üzerine yoğunlaşarak sistemin sahip olması gereken gereksinimler belirlenmiş ve bunların dokümantasyonu sağlanmıştır. Bu iş paketi kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler aşağıda verilmiştir.

- Literatürde UPS izleme sistemlerine ilişkin yöntemlerin araştırılması tamamlanmıştır.
- Literatürde batarya izleme sistemlerine ilişkin yöntemlerin araştırılması tamamlanmıştır.
- Benzer teknolojilere ait teknik ve ticari avantaj/dezavantajların belirlenmesi tamamlanmıştır.
- Mevcut patentlerin araştırılması tamamlanmıştır.
- Proje kapsamında geliştirilecek ürüne ait gereksinimlerin belirlenmesi tamamlanmıştır.

10.3.2. İş Paketi 2

Bu iş paketi kapsamında, belirlenen sistem gereksinimleri doğrultusunda öncelikle genel sistemin ön tasarımının gerçekleştirilmiş ve sistem alt modülleri arasındaki ilişkilerin belirlenerek, nihai tasarıma girdi sağlanmıştır. Bu ilişkiler belirlendikten sonra, alt sistem tasarımına geçilmiş ve sistem tasarımına son hali verilmiştir.

Bu iş paketi kapsamında aşağıda belirtilen faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

- Proje gereksinimleri dokümanına göre tüm sistem modüllerinin ve entegrasyon gereksinimlerinin belirlenmesi tamamlanmıştır.
- Sistem ön tasarım çalışmalarının yapılması tamamlanmıştır.
- Alt sistemler arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi tamamlanmıştır.
- Alt sistem ön tasarımlarının gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Sistem ve alt sistem ön tasarımlarının gözden geçirilmesi tamamlanmıştır.
- Sistem ve alt sistemler için nihai tasarımların oluşturulması tamamlanmıştır.

10.3.3. İş Paketi 3

Bu iş paketi kapsamında, tasarımı belirlenen alt sistemler için prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. Burada temel olarak üç alt sistem bulunması ve bunlara ilişkin üretimler tamamlanmıştır. Bu iş paketi kapsamında aşağıda belirtilen faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

- İzleme sisteminde ölçümlerin alınması ve bunun geliştirilecek haberleşme modülü aracılığıyla merkeze gönderilmesini sağlayacak ürünlerin prototiplerin üretilmesi gerçekleştirilmiştir.
- Alınan ölçümlerin merkeze iletilmesi için gerekli olan haberleşme modülünün üretilmesi gerçekleştirilmiştir.
- Kullanıcıların toplanan verilere ve alarmlara ulaşabilmesi için arayüz tasarımı tamamlanmıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak fonksiyonel olmayan arayüz görselleri oluşturulmuş ve tasarım sonlandırıldıktan sonra fonksiyonellik eklenmiştir.

10.3.4. İş Paketi 4

Bu iş paketi kapsamında, uzak sistemlerden alınacak olan veriler merkezi bir veri tabanına kaydedilmiştir. Bu amaçla, bir veri tabanı sunucusu temin edilip kurulumu gerçekleştirilmiş, sunucu üzerinde gerekli veri tabanı ve diğer yazılımlar kurulmuş, veri tabanı yapısı oluşturulmuş ve verilerin veri tabanına kaydı sağlanmıştır. Bu iş paketi kapsamında aşağıda belirtilen faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

- Veri tabanı sunucusunun temini ve gerekli kurulumların gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Sunucu üzerinde veri tabanının kurulumu tamamlanmıştır.
- Veri tabanı yapısının oluşturulması tamamlanmıştır.
- Sunucular üzerinde çalışacak periyodik kodların oluşturulması tamamlanmıştır.
- Örnek verilerin veri tabanına toplanarak optimizasyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Veri tabanı testlerinin gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.

10.3.5. İş Paketi 5

İş paketi kapsamında gerçekleştirilmiş olan faaliyetler aşağıda verilmiştir.

- Kullanıcı arayüz ekranları fonksiyonel mockup'ların güncellenmesi tamamlanmıştır.
- Tasarıma uygun gerçekleştirme faaliyetleri tamamlanmıştır.

- Her bir versiyon sonucunda arayüz testlerinin gerçekleştirilmesi ve gerekli güncellemelerin yapılması tamamlanmıştır.

10.3.6. İş Paketi 6

Alt sistemlerin tasarımı, gerçekleştirilmesi ve testleri tamamlandıktan sonra sistem entegrasyonu faaliyetleri başladı. Entegre sistem öncelikli olarak laboratuvar ortamında test edildi, sonrasında ise saha kurulumları gerçekleştirilerek saha testlerine geçildi. Bu iş paketi kapsamında aşağıda belirtilen faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

- Testleri tamamlanmış alt sistemlerin entegre edilerek nihai ürünün elde edilmesi tamamlanmıştır.
- Entegre ürünün laboratuvar testlerinin gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Entegre sistemin saha kurulumlarının gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Saha kurulumu tamamlanan sistemin fonksiyonel testlerinin gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- Sistem performans ve güvenlik testlerinin gerçekleştirilmesi tamamlanmıştır.
- SCADA sistemine entegrasyon için ön çalışmanın yapılması ve Entegrasyon Tasarım Dokümanının hazırlanması tamamlanmıştır.

11. Sonuç ve Yorumlar

Projenin sağlayacağı beklenen ulusal kazanımlar aşağıda özetlenmektedir.

- Proje kapsamında batarya ve kesintisiz güç kaynakları alanında bilgi ve birikim önemli oranda arttırılmıştır. Bu alanda ülkemizde şu ana kadar yalnızca lokal izleme uygulamaları geliştirilmiştir. Uluslararası piyasada kabul görmüş bir ürün bulunmamaktadır. Bu proje ile uluslararası alanda rekabetçi bir ürün tasarlanacak ve ulusal teknolojik gelişime katkı sunulmuştur. Aynı zamanda dağıtım şirketleri ile entegrasyonun sağlanması akıllı şebeke işletmesine şu günden katkı sağlamış olacak ve enerji depolamalı sistemlerin izlenmesi açısından bir teknolojik gelişim sağlanacaktır.
- Başkent Elektrik olarak ise mevcut dağıtım şebekesinde merkezi izleme sistemlerinin verimliliğinin arttırılması ve yeni alanlara yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu projede elde edilecek deneyim özellikle gelecekte oluşturulacak akıllı şebekeler açısından bir girdi sağlamış ve yeni Ar-Ge projelerinin başlatılmasına yol açacaktır.
- Proje kapsamında geliştirilecek olan sistem ve sistem parçalarında özgün tasarımlar sonucunda, bu parçalara patent ya da faydalı model alınması için çalışmalar başlatılmıştır.
- SCADA sistemi üzerinden kritik yüklerin izlenmesiyle enerji otomasyon sektörüne katkı sağlayacaktır. Bu konuya yönelik çalışmalar da proje sonucunda başlamış durumdadır.
- Projenin en önemli faydası ise sağlık alanına etkisi olacaktır. Mevcut durumda ülkemizde mobil medikal cihazlar ve evde tedavi yöntemleri hızlı bir şekilde artmakta ve bu cihazlar kesintisiz güç kaynakları üzerinden beslenmektedir. Kritik öneme sahip olan bu cihazlara bağlı olan kesintisiz güç kaynaklarında sorun olduğunda ve bölgede bir kesinti yaşandığında can kaybına varan olumsuz durumlarda yaşanmaktadır. Bu proje ile, tüm mobil cihazların dağıtım şebekesi tarafından uzaktan izlenmesi ve bölgede kesinti olması durumunda acil müdahaleye imkan verecek bir altyapının kurulması ile sağlık alanındaki önemli bir problem ortadan kaldırılacaktır. Bu sayede evde tedavi hizmetlerinin kalitesi ve sürekliliği de geliştirilmiş olacaktır. Benzer şekilde hastanelerin de sisteme bağlanması ile mevcut yapı buralara da genişletilebilecek ve sağlık alanında daha güvenilir bir altyapı kurulmuş olacaktır. Geliştirilen prototip tüm bu gelişmelere yakın gelecekte önyak olacak bir çalışmanın ürünüdür.

