

## AKILLI ŞEBEKELER VE ÜRETİM İLE ENTEGRE SİSTEM İŞLETİMİ SMART GRIDS AND INTEGRATED SYSTEM OPERATION WITH PRODUCTION

Dr.-Ing. Mustafa Dönmez

BTC Business Technology Consulting AG  
Energy Research & Strategy  
Berlin - Germany  
mustafa.doenmez@btc-ag.com

### ÖZETÇE

*Konvansiyonel kaynakların yanında rüzgar, güneş gibi çevre dostu, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ayrıca enerji sektöründeki liberalleşme yapısal bir değişimi de beraberinde getirmektedir. Bunun sonucu olarak akıllı şebekelere dayanan enerji tedariki ve yönetiminde gittikçe artan miktarda gerçekleşen dağıtık üretim; enerji arz güvenliği ve kalitesinin sağlanması için yeni gereksinimleri ortaya çıkarmaktadır. Enerji firmalarının bu yeni rekabetçi ortamda varlıklarını sürdürebilmeleri ancak amaca yönelik iş süreçleri, saha ekipmanları, BT (Bilgi Teknolojileri) sistemleri ve kullanıcı yönetimi ile sağlanabilir. Almanya'da akıllı şebekeler ve yenilenir enerji kaynaklarına geçişte karşılaşılabilecek teknik engeller, sorunlar ve çözümler konusunda uzun yıllardır geniş kapsamlı uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada akıllı şebekelerin teknik ve ticari açıdan verimli çalışması için kaçınılmaz olan şebeke ve üretim sistemlerinin entegre işletimi konusu Almanya örneğinde yapısal ve teknik açılardan ele alınmıştır.*

### ABSTRACT

*Besides conventional resources; using eco-friendly, alternative and renewable energy sources like wind, solar, also liberalization in the energy sector have brought a structural change. Therewith new requirements have come out for increasingly actual distributed production in energy supply and management based on smart grid energy, and to provide energy supply safety and quality. Energy companies can survive in this new competitive environment just with purpose-driven business processes, field equipment, IT (Information Technology) systems and user management. A wide range of applications have made for many years in Germany about technical barriers, problems and solutions that may be encountered during to pass smart grid and renewable energy sources. In this study, network and production system which is inevitable for technical and commercial aspects of the smart grid to work efficiently, is discussed with structural and technical aspects in the case of Germany.*

*Anahtar kelimeler: Akıllı Şebekeler, Enerji Sistemleri Yönetimi, Şebeke ve Santral Entegrasyonu*

### 1. GİRİŞ

Türkiye'de akıllı şebekeler ve onlarla entegre olarak ele alınması gereken üretim sistemleri enerji sektörünün güncel ve önemli konularındandır. Şebekelerin yapısında ve işletiminde önemli değişiklik ihtiyaçları doğuran başlıca sebepler olarak elektriğin dağıtım, üretim ve ticaretindeki özelleştirmeler, liberalleşme, ayrıştırma (unbundling) ve enerji üretimindeki büyük açığın kapatılması için yapılan yeni yatırımlar ile hem konvansiyonel hem de yenilenir enerji kaynaklarının eklenmesi düşünülebilir.

Yakın zamana kadar enerji ve kontrol akışında "yukarıdan-aşağıya" (top down) prensibi geçerliydi. Günümüzde yeni ve merkezi olmayan (dağıtık-decentral) üretim türleri ile bilgi ve iletişim konularında artık tersinde de "aşağıdan yukarıya" gerçekleşmektedir. Bu da konuyu akıllı şebekeler ile entegre üretim sistemleri bağlamında yeniden ele almayı gerektirir.

Akıllı şebekeler tek başına soyutlanmış olarak düşünülemez. Özellikle liberal piyasalarda şebekelerin önündeki üretim santralleri ve şebekenin beslediği tüketiciler ile birlikte ele alınması gerekir. Yani şebekelerin direkt ilgilendiği dağıtım piyasası üretim ve tüketim piyasaları ile sürekli etkileşim halindedir. Enerji firmaları sistemlerinin yönetimini yeni yapılandırmada birçok değişik ve yeni şartlar ile karşı karşıya kalırlar (enerji üreticilerinin değişen yapısı, yasal yükümlülükler, enerji şirketinin heterojen sistem yapısı, birçok farklı bilgi sistemleri ve yeni süreçler gibi). Enerji firmalarının teknik ve ticari açıdan hedefe yönelik çalışmaları gereklidir. Bunun için piyasa koşullarına uyum sağlamak amacıyla entegre çalışmaya hizmet eden gerekli BT (Bilgi Teknolojileri) sistemlerini de kapsayan teknik düzenlemeleri yapmaları kaçınılmazdır. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

Bu çalışmada akıllı şebekelerin üretim sistemleri ile entegre olarak işletilmesinde sıklıkla karşılaşılan iki konu ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Günümüzde gittikçe artan miktarda özellikle rüzgar ve güneşe dayalı yenilenir enerji kaynaklarının şebekeye bağlanmaktadır. İlk bölümde enerji sisteminin kararlılığı için şebeke işletmecilerinin teknik kurallarına uygun olarak bağlantı konusu incelenmiştir. İkinci bölümde ise her türden enerji santralinin akıllı şebekelerle entegre olarak teknik ve ticari açıdan optimal işletimi konusu işlenmiştir

## 2. YENİLENİR ENERJİ KAYNAKLARINDA ŞEBEKE BAĞLANTI NOKTASINDA KONTROL

Almanya'da yenilenir enerji kaynakları uzun yıllardır hem politik hem de ekonomik açıdan destekleniyor. Japonya'daki Fukushima atom santralindeki faciadan sonra Almanya'da atom enerjisinden elektrik üretiminden çıkma kararı alındı ve doğacak enerji açığını gidermek için yenilenir enerji kaynakları yatırımlarına destek artırıldı. Bu çerçevede özellikle rüzgâr ve güneşe dayalı yenilenir enerji kaynakları yatırımında teknik gereksinimler yasal olarak ilgili kanunlar ve yönetmeliklerle tanımlanmıştır.

- Yenilenir Enerji Kaynakları Kanunu (EEG §6/§11 - 2009 (Novelle 2012)) - Enerji üretimi miktarı (tedarik-supply) yönetimi: Aktif Güç Kontrolü
- Rüzgar Santralleri ile Sistem Hizmetleri Yönetmeliği 01.04.2011: Reaktif Güç Kontrolü
- Transmission Codes (2007'den itibaren) veya Orta Gerilim Yönetmeliği - Örn. Frekans kararlılığı, zamansal sistem davranışı

### 2.1. Şebeke Frekansı ve Gerilimin İzlenmesi

Denizdeki kurulu rüzgâr parkları yukarıda bahsedilen yasal çerçevede tanımlanan teknik kurallara göre yüksek gerilim ile şebekeye bağlanmaktadır. Bu çalışmada Almanya'daki TenneT projesinde bağlantı kuralları hakkında bilgi verilecektir.

Şebeke frekansı ve geriliminde tanımlanmış bölgeler dışına çıkıldığında kontrol birimlerinin yardımı ile aktif güç ayar değeri sıfırlanır ve üretim tesisi devre dışına çıkarılarak şebeke beslenmez. Çalışma bölgesi gerilim için 140 kV - 170 kV ve frekans için 47,5 Hz - 51,5 Hz arasındır. Bu bölge dışına çıkılırsa ilgili üretim birimleri kontrollü olarak devre dışına çıkarılır. Bu değerler normale döndüğünde ise tekrar devreye alınır.

### 2.2. Bağlantı Noktasında Aktif ve Reaktif Güç Kontrolü

Elektrik Şebekeleri kararlı çalışmasında Aktif Güç üretimi tüketimle uyumlu olmalıdır (ihtiyaçtan daha az veya daha çok olmadan) ayrıca Reaktif Güç tüm şebekede dengeli olmalıdır.

Önceki yıllarda rüzgâr ve güneş parklarının sayısının ve tesirlerinin az olmasından dolayı ve konvansiyonel santrallerin salınımları dengeleyebilmesi sebebiyle şebekeye bağlantı noktasında kontrol ihtiyacı yoktu.

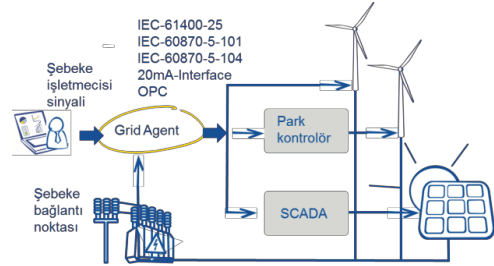
Bu alanda giderek artan yatırımlar yapıldı. Birçok merkezi olmayan (dağıtık) yenilenebilir enerji üretimi ve farklı gerilim seviyelerinde enerji üretimi nedeniyle artık Aktif ve Reaktif Güç Kontrolü ihtiyacı vardır. Ayrıca enerji üretim firmaları şebekedeki enerji salınımlarında hızlı reaksiyon vermek zorundadırlar.

Kurulan her rüzgâr ve güneş parkı enerji sistemine bağlantı noktasında şebekeyi işleten firmanın aktif ve reaktif güç ile ilgili şartlarını karşılamak zorundadır. Reaktif güç hesabı

aşağıdaki formül ile gösterilebilir:

$$Q = P \cdot \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} \quad (1)$$

Grid Agent metodu ve ürünü ile değişik firmalardan veya farklı türbin/santral modellerinden oluşan karma yenilenir enerji parkları için akıllı ve üreticiden bağımsız bir çözüm getirilmiştir. Aşağıdaki şekilde bu çözümün nasıl gerçekleştirildiği görülmektedir.

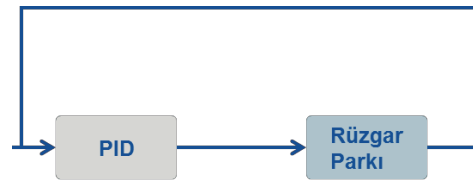


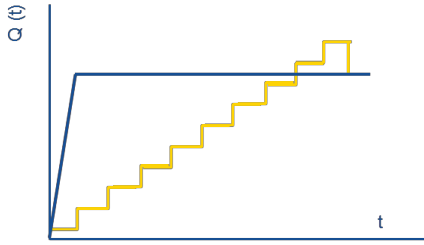
Şekil 1: Yenilenir enerji santrallerinin şebekeye bağlantı noktasında kontrolü

Mevcut bir bağlantı noktasına yeni bir rüzgâr parkı veya türbini ya da güneş santrali eklenmesi durumunda, parkta bulunan türbinlerin şebeke bağlantısı noktasında sağlanması gereken değerlerine etkisi olabilir. Şebeke bağlantı kurallarına uygunluk için sistem genelinde aktif ve reaktif güç denetimini sağlayan bir rüzgâr parkı kontrolüne ihtiyaç vardır.

Özellikle farklı üreticilerin rüzgâr santrallerini içeren heterojen sistemlerin şebeke bağlantı noktasında (ŞBN) aktif ve reaktif enerji gücünü ayarlayan bir üretim kontrol sistemi gereklidir.

Kontrol sistemlerinde değişik yöntemler izlemek mümkündür. En sık kullanılan yöntemlerden olan PID kontrolde ayar değeri istenilen ideal değerlere ulaşıncaya kadar sadadan okunur ve adım adım değiştirilir. Bu yöntemin dezavantajı yavaş olması, kontrol zamanında gecikmeler olması ve salınım riski olmasıdır.

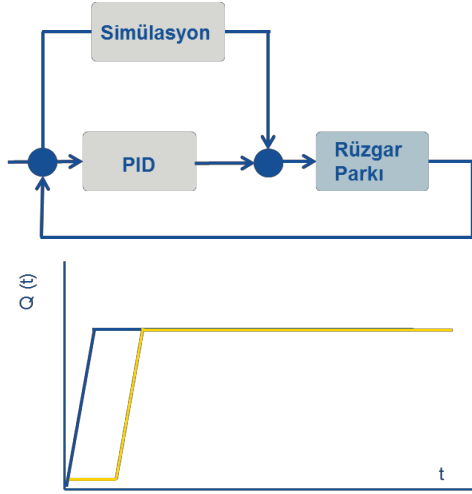




Şekil 2: PID kontrol ile yenilenebilir enerji santrallerinde reaktif güç kontrolü

Şekilde mavi renk şebeke işletmecisinin ayar değerini sarı renk PID kontrolör ayar değerini gösterir

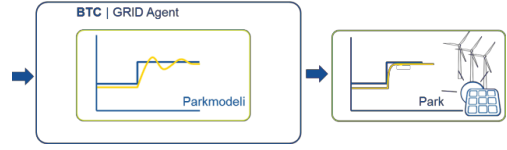
Bun karşın Grid Agent kontrol metodunda her bir Rüzgar santrali için hassas kontrol değerinin önden yük akışı simülasyonu yapılarak belirlenmesi ile optimal bir netice elde edilir. Bu yöntemin avantajları az salımlı kontrol, kontrolde saniyelik reaksiyon zamanı ve PID kontrolöründen daha az kontrol çevrimine ihtiyaç duymasındır.



Şekil 3: Grid Agent yük akışı simülasyonu ile yenilenebilir enerji santrallerinde reaktif güç kontrolü

Şekilde mavi renk şebeke işletmecisinin ayar değerini sarı renk Grid Agent yük akışı kontrolör ayar değerini gösterir

Çıkış ayar değerlerinin yük akış modelinde doğrudan hesaplanmasında ölçüm değerleri direkt olarak kontrolöre girilmediği için sinyal iletimindeki reaksiyon zamanları daha az kritik olur. Az salımlı bir simülasyon algoritması kullanılarak santrallerin ayar değerleri elde edilir. Daha sonra bu ayar değerleri santrallere gönderilir ve şebeke bağlantı noktasından ölçüm değerleri ile karşılaştırılır. [1], [3], [5], [8]



Şekil 4: Grid Agent model prensibi

### 3. AKILLI ŞEBEKELERLE ENTEGRE OLARAK ENERJİ SANTRALLERİNİN TEKNİK VE TİCARİ AÇIDAN OPTİMAL İŞLETİMİ

Türkiye enerji sektöründe doğal gaz ve elektrik dağıtım alanlarında başlayan özelleştirme ve liberalleşme son zamanlarda enerji üretim piyasasında da yaşanmaktadır. Var olan kamuya ait santraller özelleştirildiği gibi birçok küçük ve büyük santraller özel sektör tarafından yapılmakta ve işletmeye alınmaktadır. Ayrıca liberalleşen piyasada ayrıştırma (unbundling) nedeni ile şebeke ve santral işletmecileri ile enerji ticareti yapan firmalar ayrılmaktadır. Böyle dinamik piyasa koşullarında uzun vadeli arz güvenliği, üretim optimizasyonu, sistem güvenliği ve güvenilirliği daha da önem kazanmaktadır.

Enerji üretiminde temel piyasa yapısı ikili anlaşmalar, gün öncesi piyasası, gün içi piyasası, dengeleme güç piyasası ve yan hizmetler olarak ele alınabilir. Bu çerçevede santral yatırımları ve bakım planları, yakıt anlaşmaları ve tedariki, gün öncesi dengeleme ve optimizasyon, rezerv planlama, arz ve talep dengesi gibi konuların değişik zaman dilimlerinde dikkate alınması gerekir.

Sürekli dönüşüm içinde bulunan piyasa bu yeniden yapılanma sürecinde ihtiyaçları karşılayacak teknik çözümlere gereksinim duyar. Özellikle enerji borsasının devreye girmesiyle akıllı şebekeler kavramı daha da öne çıkacaktır.

Elektrik, doğal gaz ve su tedarik sistemleri ülkeler için hayati önem taşır. Elektrik enerjisi uygun maliyetli teknolojiler geliştirilemediği için henüz depolanamadığından yapılan elektrik üretiminin anlık olarak elektrik tüketimi ile örtüşmesi gerekir.

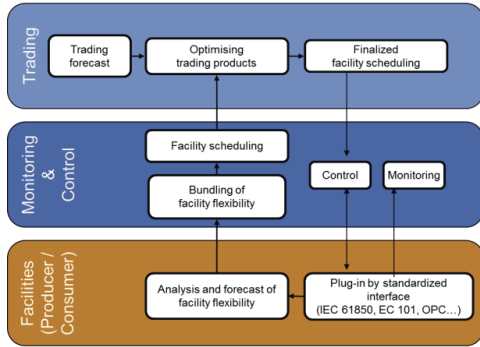
Bir enerji üreticisi firmanın portföyünde genelde değişik türde santraller vardır (kömür, doğal gaz, hidrolik, rüzgâr vs.). Türlerine göre bu santrallerin üretim maliyetlerini etkileyen değişik faktörler söz konusudur (üretim birimlerinin teknik yapılarındaki farklılıklar, vergiler, satın alma stratejileri ve maliyetleri, santrallerin teknik kısıtlamaları, arıza ve bakım nedeni ile kullanılabilirlikleri gibi).

Ayrıca bu santraller ülke içinde coğrafi açıdan birbirlerinden çok uzak bölgelerde dağıtım olarak bulunurlar. Bu da izleme ve kontrol açısından önemlidir.



Şekil 5: Coğrafi olarak geniş bir alana yayılmış üretim tesislerinin merkezden veya uzaktaki operatörler tarafından izlenmesi ve kumandası

Özelleştirmeler ve enerji piyasasının liberalleşmesi ile beraber enerji alanında özel sektör firmalarının da devletin yanında üretici olarak çıkmasıyla, teknik ve ticari açıdan optimal ve sürdürülebilir santral işletimi çok önemli bir konu olmuştur. Enerji üretimi piyasa yapısı aşağıdaki gösterildiği gibi üç katmanlı olarak düşünülebilir.



Şekil 6: Enerji üretimi piyasa yapısı

Bu yapıya göre en alt katmanda değişik türde santrallerin bulunduğu üretim tesisleri vardır.

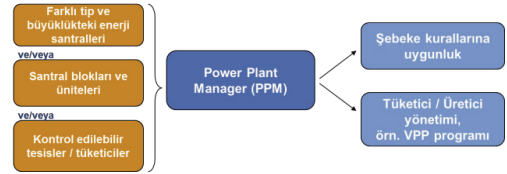
En üstteki katmanda ise tahmin, optimizasyon ve üretim planlama gibi sistemler bulunur. Bu sistemler üretim tesislerinin teknik ve ticari açıdan hedefe uygun işletilmesini amaçlar. Bunun için tüketim tahminlerinin yanında buna bağlı olarak santraller arasında optimal üretim dağılımının planlandığı ticari ağırlıklı sistemler de burada yer alır.

Konunun detaylı olması nedeniyle bu çalışmada bu iki katman detaylı olarak ele alınmamıştır.

Böyle bir yapıda üst katta teknik ve ticari şartlar çerçevesinde belirlenen üretim planlarının en alt kattaki santrallere dağıtılması, izlenmesi ve yapılan sözleşmeler çerçevesinde ticari zararlara yol açmadan bunların gerçekleştirilmesini sağlayan orta katmanda bulunan teknik yönetim sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu amaçla geliştirilen PPM (Power Plant Management) uygulaması üretim firmalarının bu ihtiyaçlarına

çözüm getirmektedir.

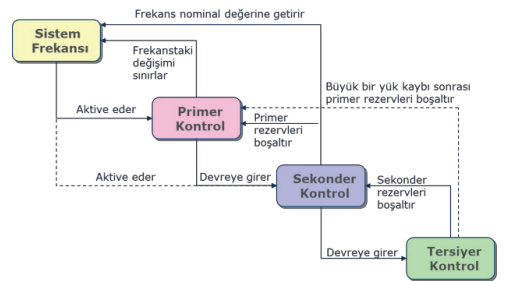
Enerji piyasasında genel amaç farklı tip ve büyüklükteki enerji santralleri, santral blokları ve üniteler yanında kontrol edilebilir tesisler/tüketiciler yardımı ile şebeke kurallarına uygun olarak çoklu üretici ve tüketicinin tek yerden izlenmesi yönetimidir.



Şekil 7: Çoklu üretici ve tüketicinin tek yerden yönetimi

PPM uygulaması ile enerji santrallerine ticari ve teknik kriterler çerçevesinde takip etmeleri gereken üretim programlarını direkt ve hızlı bir şekilde uzaktan kontrol (Telemetri) protokolleri ile gönderilir. Ayrıca gerektiğinde güç üretimlerinin kontrol sinyali ile ilgili santrallere dağıtılması için de kullanılabilir.

Türkiye elektrik sisteminde özel anlaşmaya tabi olan yan hizmetlerden biri de aşağıdaki şekilde şematik olarak gösterilen Yük-Frekans kontrolüdür.



Şekil 8: Yük-Frekans Kontrolü

Primer, sekonder ve tersiyer frekans kontrolü yan hizmetler yönetmeliğinde tanımlıdır. Primer frekans kontrolünde amaç üretim tüketim dengesinin anlık sağlanmasıdır. Belirli standartlar dahilinde ünitelerin frekans sapmasına oransal, otomatik ve sürekli tepkisi ile gerçekleştirilir. Sekonder frekans kontrolünde frekans sapmasının ortadan kaldırılması ve bölgeler arası yük akışlarının planlanan değerlerde tutulması amaçlanır. Tersiyer frekans kontrolünde ise sekonder frekans kontrolü için genel rezerv sürekliliğinin sağlanması ve sekonder rezervin yetersiz olduğu durumlarda gerçek zamanlı dengeleme hedeflenir.

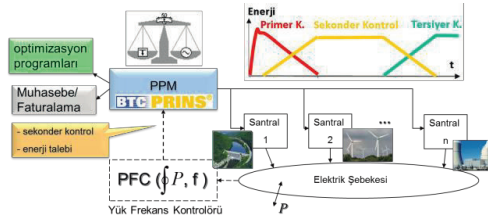
Aşağıdaki şekilde frekansdaki sapmanın Yük-Frekans Kontrolünde primer ve sekonder kontrol yardımı ile düzeltilmesi gösterilmiştir.



Şekil 9: Primer ve sekonder güç ile frekans kontrolü

Turuncu renk frekansı, sarı primer kontrolü, yeşil sekonder kontrolü (santrallerin toplam cevapları) gösterir. Mavi TSO (iletim şebekesi işletmecisi) sinylidir (Power Freq. Control)

Bu tür merkezi izleme ve kontrolde gücün dağıtılması rezerv kapasite yükümlülüğü ile orantılı olarak, bu kapsamda planlanmış olan tüm üretim tesislerine veya devreye alma sırasına göre (Merit Order List) gerçekleştirilebilir.



Şekil 10: Primer, sekonder, tersiyer kontrol, yük frekans kontrolü ile entegre çalışma

PPM gibi yönetim sistemlerinin bir başka kullanım alanı da günlük üretim ve ekonomik çalışma çizelgelerini (set değerler,, load profiles) ve diğer kontrol sinyallerini yönetmek ve üretim tesislerine dağıtmaktır.

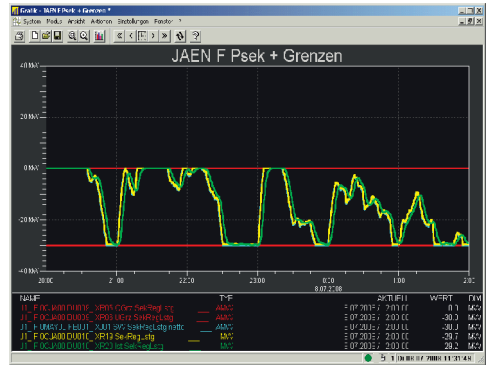
Aşağıdaki şekilde yük profiline bağlı olarak bir santralin üretim kontrolü görülmektedir. Yeşil çizgi santrale gönderilen kontrol sinyallerini, sarı ise gerçekleşen üretim bilgilerini gösterir.



Şekil 11: Santral üretim kontrolü - Load profile

Bir başka konu da sözleşmelere göre üretim planlarının uygulanmasıdır. Yapılan sözleşmelerdeki zaman ve üretim limitlerine uygun üretimin yapılmasını sağlamanın yanı sıra gerektiğinde faturalamada veya hukuki anlaşmazlıklarda kullanılmak üzere üretimlerin izlenilmesi de önemlidir.

Aşağıdaki şekilde sekonder kontrol ile ilgili bir örnek verilmiştir. Enerji firmasının sözleşmeler gereği tanımlanan üretim sınırları kırmızı çizgilerle tanımlanmıştır Sarı renk kontrol sinyallerini, yeşil renk saniyelik, mavi renk dakikalık üretim değerlerini gösterir. [1], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

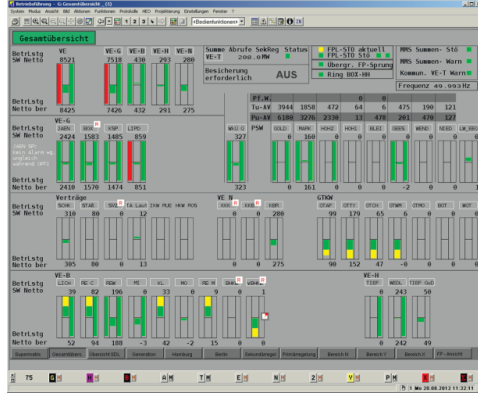


Şekil 12: Sözleşmelere göre üretim planlarının uygulanması

PPM (Power Plan Management) ile santrallerin uzaktan izlenmesi ve kontrolü genelden detaya doğru 3 değişik seviyede yapılabilir.

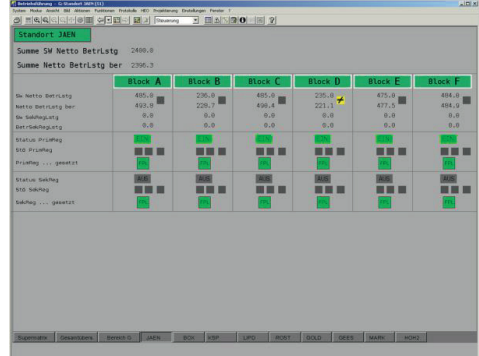
En üst katmanda enerji firmasındaki tüm santraller üretim türünden bağımsız olarak izlenir. Aşağıdaki şekilde coğrafi olarak değişik yerlerde bulunan hidroelektrik, gaz, kömür, atom, sanal santraller (VPP-virtual power plants) ve üretim durumları gösterilmiştir. Ekranlar enerji üretim firmalarının teknik ve ticari hedeflerine göre istendiği gibi şekillendirilebilir. Ayrıca aşağıdaki şekilde ilgili santralin

primer kontrolden sapması, olması gereken üretimden sapması ve sekonder kontrolden sapması da gösterilmiştir. Yeşil renk üretim planından sapma olmadığını, kırmızı ise sapma olduğunu gösterir.



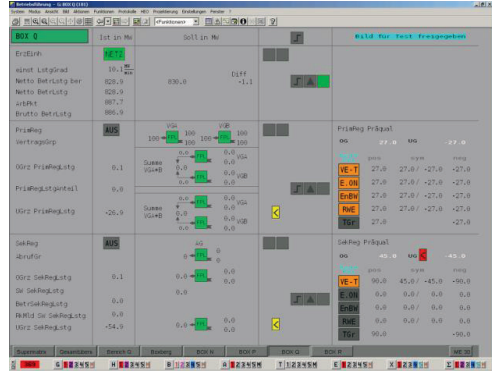
Şekil 13: Seviye 1 - Tüm santrallerin üretimlerine genel bakış

2. seviyede bir santrale ait birden fazla üretim birimi ile ilgili parametreler izlenip kontrol edilebilir. Aşağıdaki şekilde her biri 5 MW olan 6 jeneratör bulunan bir santralin üretimine genel bakış gösterilmiştir.



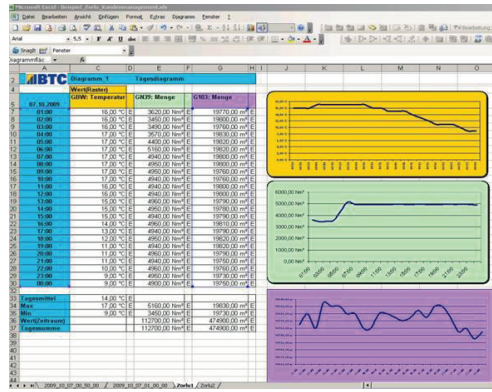
Şekil 14: Seviye 2 - Bir santral üretimine genel bakış

Üçüncü seviyede bir jeneratörün üretimine ait tüm detay veriler izlenip kontrol edilebilir. Aşağıdaki şekilde üretim planları, primer ve sekonder kontrol ile alakalı veriler görülmektedir.



Şekil 15: Seviye 3 - Jeneratör bilgilerine genel bakış

Bütün bu yapılan işlemler raporlama mekanizmaları ile ilgili çalışan veya yöneticilere otomatize edilmiş olarak ulaştırılır.



Şekil 16: Santral yönetimi verilerinin raporlaması

#### 4. Sonuç

Yenilenir enerji kaynakları enerji sektöründe her geçen gün daha çok kullanılmaktadır. Özellikle aynı şebeke bağlantı noktasını kullanan, farklı üreticilerin rüzgar santrallerini içeren heterojen rüzgar parklarında normlara uygun hassas bir aktif ve reaktif güç üretimi kontrolü önem kazanmaktadır. Bu çalışmada saniyelik hızlarda, istikrarlı ve düşük salınımlı kontrol için tam uygun bir yük akışı modeline dayanan santral üreticisinden bağımsız bir kontrol yöntemi tanıtılmıştır. (Grid Agent) Ön simülasyon sayesinde daha az kontrol döngüsü gerektiren bir kontrol süreci uygulanmıştır. Geliştirilen çözüm kompakt kurulum sayesinde zaman ve ekipmandan tasarruf olanağının yanı sıra rüzgâr veya güneş enerjisi parkında ileride olacak değişikliklere kolayca uyarlama imkânı da sunmaktadır.

Akıllı şebekeler kapsamında; santrallerin ve şebekenin optimal işletilmesini planlayan sistemler ve enerji üretim tesisleri arasında teknik yönetim katmanı olarak çalışan çözümlere de ihtiyaç vardır. Merkezi bir santral yönetimi olan PPM (Power Plant Management), uygun telemetri protokolleri (IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, ICCP-TASE 2...) ile coğrafi olarak dağınık ve her türden santral tipi için teknik ve ticari amaçlara uygun optimal enerji üretiminin mümkün olduğu gösterilmiştir. PPM ayrıca normal işletim ve primer, sekonder, tersiyer kontrol ile gerçekleşen dengeleme güç üretimlerinin faturalanması için verilerin ilgili programlara sunulmasını da sağlayan ve ayrıca giderek çeşitlenen görevlerde kullanılan bir online izleme ve kontrol sistemidir.

#### 5. KAYNAKÇA

- [1] Ali Keyhani, Mohammad N. Marwali, Min Dai, Integration of Green and Renewable Energy in Electric Power Systemsö Integration of Green and Renewable Energy in Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 2010
- [2] Dönmez, Mustafa, "Gaz Şebekelerinde Tahmin, Optimizasyon ve Simülasyona Dayalı Akıllı Sistem Yönetimi", Ingas Symposium, 2009.
- [3] Dönmez, Mustafa, "Enerji SCADA sistemleri ", S.T. Elektrik Enerji, Sayfa 28-30, 2010.
- [4] Dönmez, Mustafa, "Enerji ve Altyapı Kontrol Sistemleri ", S.T. Elektrik Enerji, Sayfa 50-53, 2012.
- [5] Dönmez, Mustafa, "Akıllı Şebekeler ve Entegrasyon ", EMO Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu, Sayfa 75-83, 2013
- [6] Hans-Jürgen Appelrath, Petra Beenken, Ludger Bischofs Mathias Uslar., IT-Architekturentwicklung im Smart Grid, Springer Gabler Verlag, Berlin-Heidelberg, 2012.
- [7] Uslar, M., IT in der Energiewirtschaft, GTO-Verlag, Berlin, 2008
- [8] Köhler-Schule, Christiana., Informations- und Kommunikationstechnologie in der energiewirtschaft, KS-Energie-Verlag, Berlin, 2010.