

2000'LERDE ENERJİ SİSTEMLERİ KADEMELİ DENETİM STRATEJİLERİ (*)

Yazan : Fred C. Schweppe
Massachusetts Institute of Technology
Çeviren : Osman Sevaioğlu
ODTÜ

(*) IEEE SPECTRUM, Temmuz 1978.

2000'lere doğru enerji kullanımının giderek artması sonucu, endüstriyel, ticari ve diğer türde tüketiciler enerji sistemlerinin işletme ve ekonomisi üzerinde önemli ağırlığa sahip unsurlar haline gelecektir. Yeni enerji üretim, depolama, iletim ve dağıtım yöntemlerinin gelişmesiyle, sistem işletim ilkelerinde birçok temel değişimler ortaya çıkacaktır.

Denetim yöntemleri hızla değişen teknolojik ve toplumsal gereksinimlere göre uyarlanacaktır. Yatırım ve yakıt maliyetleri hızla artmaya devam edecek ve sistemin ekonomik işletim koşulu giderek daha fazla önem kazanacaktır. Oluşacak diğer değişimler şunlardır :

- Yeni türlerde enerji üretimi, depolama, iletim ve dağıtım sistemleri kurulacaktır. Çevre ve yerleşim kısıtlamaları, tüketici istemleri, sistemin daha güvenilir ve kesintisiz işletilmesini gerektirecektir. Bu nedenlerle, uygulanacak denetim yöntemlerinin giderek karmaşıklaşan işletme sorunlarını, daha sıkışık ve zor çalışma kısıtlamaları altında çözmeleri gerekecektir.

- Gelecekteki sistemlerde tüketicilerin enerji üretimindeki payları artacaktır. Büyük güçte güneş enerjisi santrallerinin devreye girmesiyle, sistemin denetim işlevleri üzerine yeni kısıtlamalar konacaktır.

- Enerjiye olan her türlü ilgi giderek artacaktır. Enerji alım-satım merkezlerinin çalışmaya başlamasıyla, sistem denetim ilkelerinde önemli değişiklikler olacaktır.

— Tüketim genelde hava şartlarına bağlıdır. Güneş enerjisi santralden ve rüzgaz türbinlerinin devreye girmesiyle hava şartlarına olan bağımlılık artacaktır. Çevre ve hava kirlenmesi sorunları daha fazla önem kazanacaktır. Dolayısıyla, çevre ve hava koşullarını izleyen, değerlendiren karmaşık denetim yöntemleri geliştirilecektir. Bu yeni yöntemlerle hava ve çevre koşullarından doğan, fırtınalar, yıldırım düşmeleri gibi, dış etkenlerin istatistiksel öngörülmesi yapılacaktır.

— Santraller, yükler gibi çeşitli sistem birimlerinin elektriksel karakteristikleri üzerinde geniş araştırmalar yapılacak ve bunların, belirli koşullar altında geçerli, ayrıntılı matematiksel modelleri geliştirilecektir. Denetim sistemleri işletim kararlarını bu modellere dayanarak vereceklerdir.

- Bilgi işlem ve bilgi iletişimi, çağımızda fiyatları giderek ucuzlayan birkaç hizmetten birisidir. Bilgi iletişim ağları, mini ve mikrobilgisayar teknolojisi, elektrik enerji sistemlerinin artan ihtiyaçlarına paralel olarak gelişmektedir. Uygulanacak denetim sistemleri, bu teknoloji gelişmelerden geniş ölçüde faydalanacaktır.

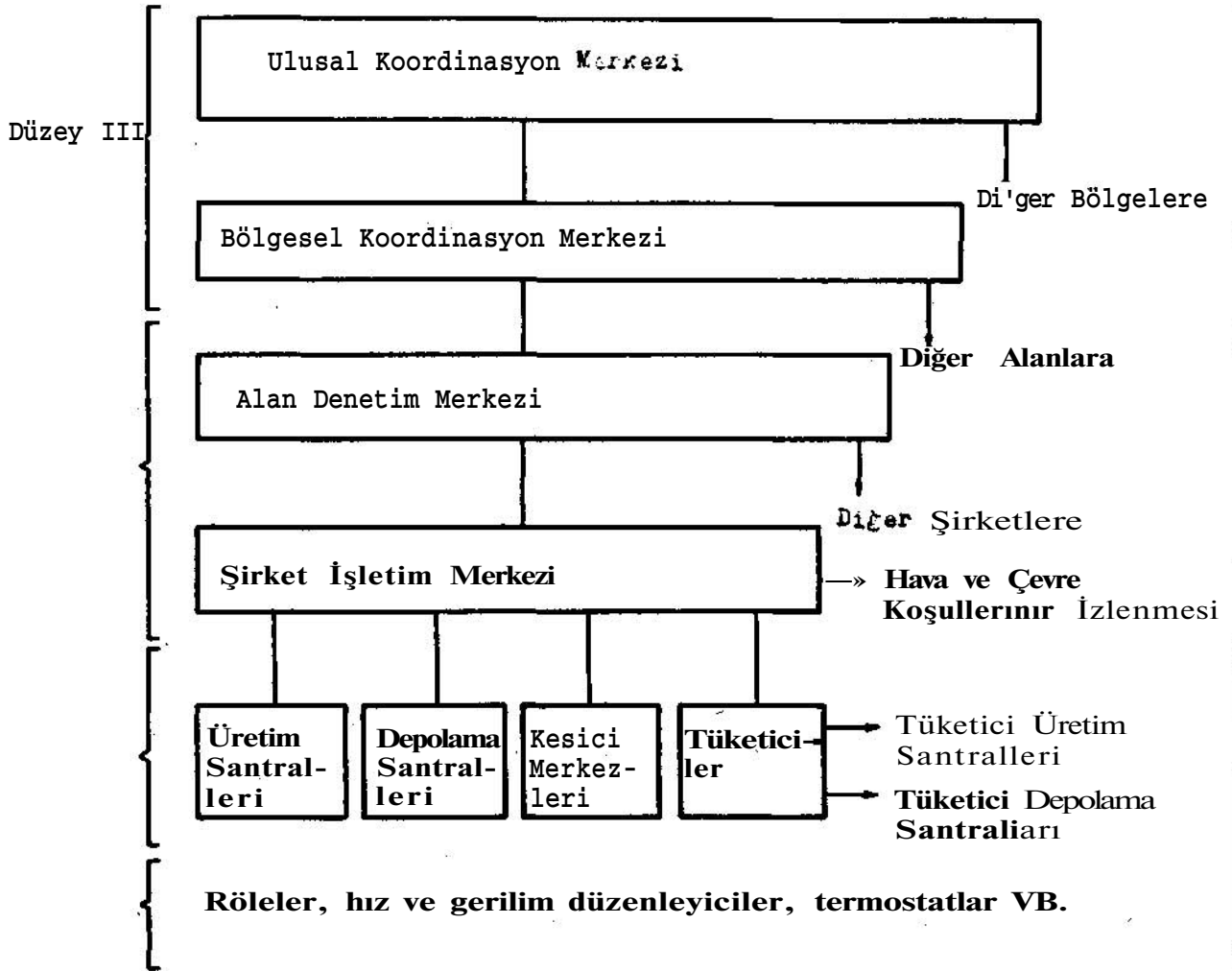
2000'lerdeki enerji sistemleri üzerindeki tüm bu öngörüler, günümüzdeki enerji sistemlerini etkileyen çeşitli unsurların gelecekte de artarak devam edeceği fikrine dayanmaktadır. Gelişmelere bakarak gelecekte çok sayıda ve çeşitte bilgisayarlar, algılayıcılara, bilgi iletişim ağlarına dayalı, karmaşık denetim yöntemlerinin uygulanacağı kolaylıkta söylenebilir. Gereksinimler artmaktadır, teknolojik gelişmeler bu gereksinimlere uygulanabilecek düzeye ulaşmaktadır, uygulamaların maliyeti ise deneyimler sonucu ortaya çıkacaktır.

Daha şimdiden elektrik enerji sistemleri, insanların kurabildiği en büyük fiziksel sistemler olmuştur. Bu boyutlardaki sistemleri denetleyebilmenin tek yolu, denetim mekanizmasını çeşitli işlevsel düzeylere ayırmaktır. Bu düzeyler Şekil 1 'de gösterilmiştir. Bunlardan ilki olan 0 düzeyinde, enerji sistemi, doğrudan yerel denetim elemanı (arıyla denetlenmektedir. Bu düzeydeki denetim elemanları; röleler, hız ve gerilim düzenleyicileri, kazan ateşleyicileri, termostatlar gibi aletlerden oluşmaktadır.

Daha yukarı denetim düzeylerinde (I, II ve III) denetimler bilgi-işlem ve karar verme yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Şekil 2'de bu üst düzey denetim yapısının işlevleri gösterilmiştir.

Düzye 0'daki algılayıcılar, çeşitli sistem birimlerinden alınan sinyalleri, denetim parametrelerine göre ayarlanmış yerel denetim elemanlarına gönderirler. Düzey III, işletim üzerinde hiçbir karar vermez. Düzey II işletim hedef ve amaçlarını saptar. Düzey I bu amaçları gerçekleştirebilmek için gerekli denetim parametre değerlerini bulur. Düzey 0 ise bu parametrelere göre ayarlanan yerel denetim aletlerinden sinyaller üretir, gönderir ya da alır.

Düzeyler arası bilgi akışı şöyledir : Düzey I, düzey 0'dan ölçüm bilgilerini alarak kurduğu sistem modelini düzey II'ye gönderir. Düzey I aynı Düzey II, düzey III'le benzer şekilde model alışverişi yapar.



Şekil 1 - Bir enerji sisteminde çeşitli denetim düzeyleri. Düzey III bölgelerarası koordinasyonu, bilgi ve model iletişimini sağlar. Düzey II, düzey I tarafından kullanılan denetim parametrelerini (kazanlar, zaman sabitleri, ayar değerleri vs.), işletim hedef ve amaçlarını, saptar. Bu değerlere göre ayarlanmış yerel denetim b.r.m'leri, düzey 0 da sistem işletiminde gerekli denetim sinyallerini üretirler.

DENETİM DONANIM VE YAZILIMLARI

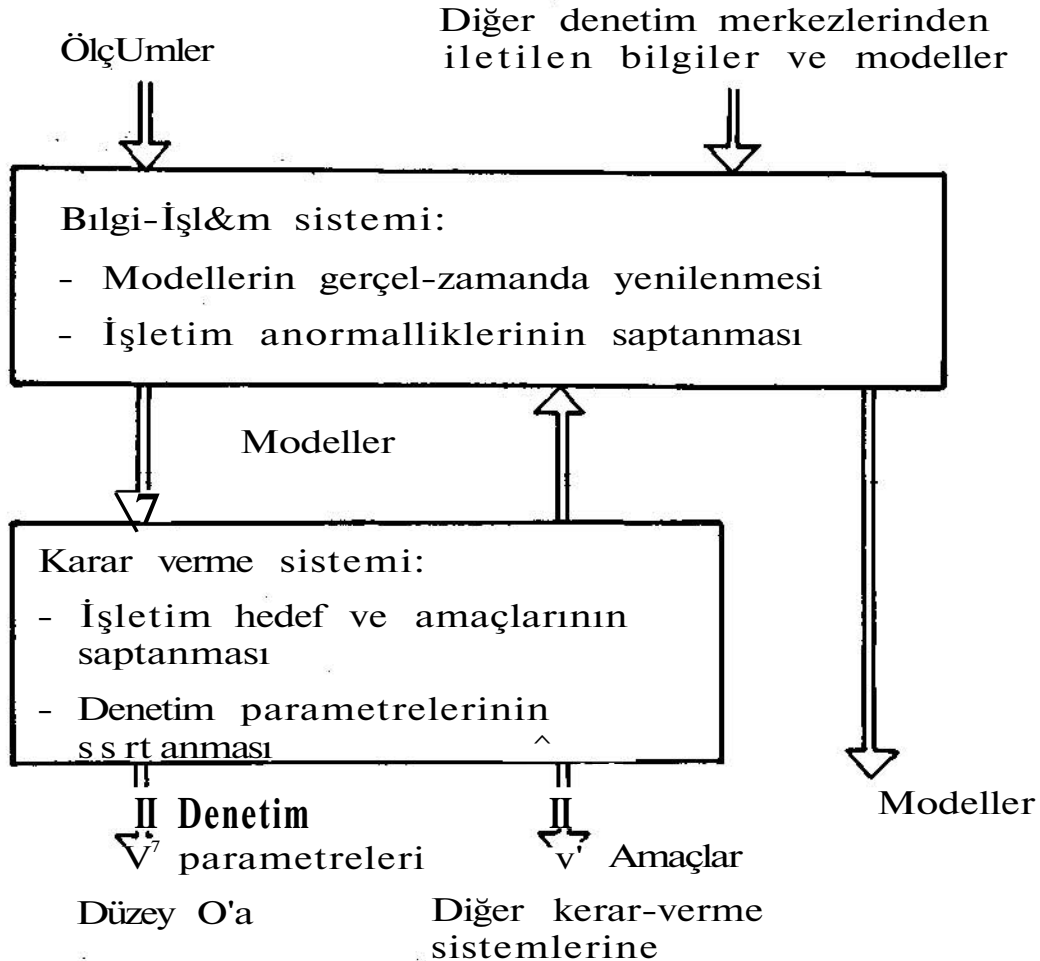
Düzye O'da kullanılan denetim ve mantık işlemlerinin hemen tümü mikrobilgisayarlarla gerçekleştirilmektedir. Birçok durumlarda, algılayıcılar tarafından üretilen sayısal sinyaller denetim aletlerine giriş olarak verilmektedir. Bu düzeyde kullanılan denetim aygıtlarının sayısal oluşu, gerektiğinde daha karmaşık mantık yapısına sahip yerel denetim birimlerinin kullanılabilmesine olanak sağlayacaktır. Bir santraldaki mikrobilgisayar ve programlar paketi, denetleme prensipleri oldukça farklı olmasına rağmen, hem gerilim düzenleyicilerini, hem de kazan-ateşleme sistemlerini denetleyebilecektir.

Düzye I'deki işletim işlevleri, bilgisayarlar ve bunlar aracılığıyla sistemi denetleyen sistem operatörleri, tarafından yürütülecektir. Termik, nükleer santrallar, kesici merkezleri gibi çeşitli birimler için standartlaştırılmış denetim merkezleri kurulacaktır. Bu merkezlerde, minibilgisayarlar ve ekranlı gösterim aletleri kullanılacaktır. Küçük işletmeler ve hatta tüketiciler, bu standartlaştırılmış mikrobilgisayar sistemleri arasından gereksinimlerine uygun

donanım ve yazılımları seçip uygulayacaklardır. 2000'lere doğru bir ailenin ulaştığı sosyal düzey, oturduğu ev kadar evde kullandığı bilgisayarın büyüklüğü ile ölçülecektir. Bazı büyük endüstriyel enerji tüketicilerinin denetim merkezleri, üretici şirketlerdeki merkezlerin büyüklüğüne ve karmaşıklığına ulaşacaktır.

Düzye II ve III'teki denetim yöntemleri de bilgisayarlar ve sistem operatörlerine dayalı olacaktır. Ekranlı göstericilerin yanısıra, bilgisayarla çalıştırılan büyük boyutlu duvar-gösterim panoları kullanılacaktır. Düzye M'nin bazı uygulamaları için paralel işlemci bilgisayarların kullanılması gerekecektir. Düzye II ve III'teki denetim merkezleri için çeşitli amaçlara göre standartlaştırılmış donanım ve yazılım paketleri ortaya çıkacaktır.

Denetim merkezleri arasındaki yoğun bilgi alışverişi, yapılan uygulamaya, yürütülen işleve ve coğrafi özelliklere bağlı olarak, çeşitli türlerde sayısal bilgi iletişim kanalları ile gerçekleştirilecektir. Bazı üretim santrallarında ve kesici merkezlerinde optik fiber iletişim kabloları kullanılacaktır. Enerji iletim hatları aynı zamanda bilgi iletişiminin



Şekil 2 - Üst düzey denetim yapısı. Bu düzeyde iki farklı işlev yürütülür: Bilgi İşlem sistemi eldeki tüm bilgileri (ölçümleri ve diğer merkezlerden iletilen modelleri) kullanarak karar verme sistemi için sonuçlar üretir. Daha sonra bu sonuçlara göre denetim kararları, işletim amaçları ve denetim parametreleri saptanır.

de de rol alacaktır. Diğer iletişim bağları, radyo, mikro-dalga, özel telefon hatları ve hatta uydu kanalları ile sağlanacaktır. Bilgisayarlar arasında kurulan iletişim ağının karmaşıklığı ve iletilen bilgi hacminin çok geniş olması, karmaşık bir bilgi akışı denetim ve mantık sisteminin kurulmasını gerektirecektir.

Satıcı firmalar, enerji üreten ve tüketen kuruluşlara çok çeşitli donanım ve yazılım paketleri pazarlayacaklardır. Geliştirilen çeşitli yazılım ve donanım elemanları arasındaki bağlantı sorunlarını azaltabilmek için, kullanılan malzemeler, bilgi formadan ve teknik terimler standartlaştırılacaktır.

MODELLER

Elektrik enerji sistemlerinin denetiminde iki tür model kullanılmaktadır. Bunların ilki olan matematiksel modeller, sistemin çeşitli değişkenleri ile işletme komutları arasındaki ilgiyi tanımlamaktadır. Matematiksel modeller genel olarak, sistemin cebirsel ve diferansiyel denklemleri, işletim maliyeti eğrileri, stokastik süreçler, bilgi tabloları ve kullanılan eniyileme yöntemlerinden oluşmaktadır. Bu tür modeller günümüzde, geniş ölçüde denetleyicilerin tasarımında kullanılmaktadır. Kullanılan ikinci bir tür model de, sistem tasarımcıları ve işletme operatörlerinin, sistemin çeşitli işletim koşulları altında nasıl çalışacağı hakkındaki (matematik formüllere dayanmayan) deneysel bilgileridir.

Günümüzde, gerçel-zamanda sistem işletmeciliği tamamen bu modellere dayanmaktadır ve her iki modelin de bazı yetersiz yönleri vardır. Matematiksel modellerin; sistemin çeşitli işletim koşulları altında özelliklerini tam olarak yansıtamamak, deneysel modellerin ise insan faktörüne olan bağımlılık, yavaşlık ve hatalı kararlar verme riski gibi çeşitli aksaklıkları vardır. Gelecekte, sistem modellemesi üzerinde yapılacak çalışmalar yeni denklemler geliştirilecek, her iki modelin de zayıflıkları ve eksiklikleri kapatılacaktır. Bilgi-işlem sistemlerinin temel amacı, aslında bu modelleri sürekli olarak geliştirmeye çalışmaktır.

Komşu sistemlerin ve ara bağlantıların basit eşdeğer modelleri geliştirilecektir. Sistemin belli noktaları arasındaki dış bağlantılarını gösteren bu dış eşdeğer modellerin kullanılmaya başlanmasıyla, merkezi denetim yerine çok merkezli denetim uygulamaları yaygınlaşacaktır.

DENETİM İŞLEMLERİ

Sisteme uygulanan denetim komutları iki ana unsura bağlı olacaktır : Sistemin çalışma durumu (normal, uyarım, acil, çözülme, kesinti) ve kullanılan sistem modelinin geçerliliği (geçerli, geçersiz ve ölçümlerin duyarlılıkları). Bilgi-işlem sistemleri, verdikleri kararları modelin geçerliliğine veya duyarlılığına ve değişen işletim durumlarına göre otomatik olarak yenileyebileceklerdir. Sistemin çalışmasındaki ve modeldeki değişimleri sezen ve tanıyan bilgi işlem yordamları kullanılmaya devam edecektir.

Üretimde çeşitli türde kaynaklar kullanılacak, fakat termik ve nükleer kaynakların toplam içindeki yüzdeleri artacaktır. Kullanılan termik yakıt türlerinde, soğutma ve hava kirlenmesi vs. gibi konularda önemli yöntem değişiklikleri olacaktır. Hidrolik kaynaklar kullanılmaya devam edecek, rüzgar ve güneş enerjisine dayalı üretim santralleri yaygınlaşacaktır. Santrallerde uygulanan denetim yöntemleri, santralın ve bağlı olduğu sistemin özelliklerine göre değişecektir.

Bilgi-işlem sistemlerinin geçerli denetim kararları verebilmesi için, işletme ekonomisi, dinamik sistem yapısı ve elemanların çalışma özellikleri hakkındaki bilgilerin zaman içinde sürekli yenilenmesi gerekmektedir. Değişen çalışma koşulları altında alınan dinamik kararların doğru olabilmesi için, kullanılan dış eşdeğer modeller, düzey 0 ve düzey I'den elde edilen ölçüm değerleriyle birlikte düzey II'ye iletilecektir.

Karar verme sistemlerinin birçok işlevleri vardır. Normal çalışma koşulları altında, santrallerin devreye alınması, çıkarılması, çıkış denetimleri ve yakıt giderlerinin en iyilenmesi bilgi sayarlarla gerçekleştirilecektir. Düzey O'daki yerel denetim birimlerinin parametre ayarları, değişen işletim koşullarına göre ve sürekli olarak insan-bilgisayar işbirliği ile yapılacaktır. Bu şekilde, acil çalışma durumu altında santralın kendi içindeki ve ana sistemle olan denetimi bir uyum içinde yürütülebilecektir. Genel olarak karar verme sistemleri kendilerine düzey II'den iletilen işletim hedef ve amaçlarını gerçekleştirmeye çalışacaklar, fakat bunların belirlenmediği durumlarda, kendi tanımladıkları işletim amaç ve hedeflerini yerine getireceklerdir.

Elektrik şirketleri çeşitli türlerde enerji depolama santralleri kullanacaklardır. Bunlardan başlıcaları, su depolama santralleri, basınçlı gaz, ısı pompalama-depolama, manyetik olanlar ve bataryalar olacaktır. Bu santrallerin denetimi, diğer üretim santrallerinde olduğu gibi santrale ve özelliklerine göre değişen yöntemlerle yapılacaktır. Enerji depolama santrallerinde kullanılan denetim yöntemleri, genellikle diğer santrallerdekine göre daha basit olacaktır.

Bir kesici merkezindeki denetim sisteminin işlevleri gerilim düzeyine göre değişmekle beraber, genel olarak, açma-kapama, gerilim denetimi ve yük atma işlemlerini kapsamaktadır. Bilgi-işlem ve karar verme sistemleri işledikleri bilgileri ve sonuçlarını düzey II'ye iletmelerinin yanı sıra, düzey O'da ve kesici merkezlerinde oluşan işletim anormalliklerini de saptayacaktır. Kısa dönem tüketim tahmini ve işletme stratejileri, zaman içinde sürekli yenilenerek hem düzey II'ye hem de kesici merkezinin kendi denetim sistemine iletilecektir. Bu stratejilerle birlikte düzey II'den verilen kararlar, kesici merkezi denetim sistemi tarafından uygulanacaktır. Kesici merkezi denetim sistemleri, aynı zamanda servis dışı olan hat ve yükleri saptayarak düzey II'ye bildirecek, işletme bakım teknisyenlerinin kısa bir zaman içinde arızayı ve nedenlerini bulmalarını sağlayabilecektir.

Bir kesici merkezinde verilen kararlar, genel olarak düzey O'daki rölelerin, enerji sisteminin çalışma koşullarıyla uyum içinde olmasını sağlamaya yönelik olacaktır. Bu roller, enerji sistemini korumak ve dinamik olarak denetlemek amacıyla, hatların, bazen de şönt direnç ve reaktansların açma-kapama işlemlerini düzenleyecektir. Bu düzeydeki birimlere gelen denetim komutlarının çoğu iletim merkezleri aracılığıyla düzey N'den gönderilecektir. Bu merkezler aynı zamanda sistemin güç çıkışı dengesini de denetleyecektir.

Düzye I'deki uzaktan kumandalı bir denetim sistemi, aynı anda birden fazla kesici merkezini, hatta enerji depolama merkezini denetleyebilecektir. Böyle denetim merkezleri aynı bina içine toplanarak, bir düzey II denetim merkezi bile oluşturulabilecektir.

TÜKETİCİLER

önümüzdeki 20 yıl içinde elektrik şirketleri ile tüketiciler arasındaki ilişki, giderek yoğunlaşacaktır. Bu ilişki, hem enerji tüketimi, hem de üretimi şeklinde, iki yönlü olarak gelişecektir. Tüketici özelliklerinin çok geniş bir şekilde çeşitlenmesi sonucu tüm isteklerin ve denetim işlevlerinin yerine getirilmesi mümkün olmayacaktır. Bunun yerine bazı tüketiciler, kendi özelliklerine uygun küçük denetim sistemleri kuracaklardır. Buna bir örnek olarak bir ailenin tüketim özellikleri incelenebilir. Bu ailenin bir güneş enerjisi üreticisine, ev içi klima tesisatı için de bir enerji depolayıcı ısı pompasına, ayrıca çeşitli elektrikli mutfak ve temizleme aletlerine sahip olduğu varsayalım. Aile, elindeki üretim ve tüketim aletlerinin çalışmasını denetleyebilmek için, bir mikrobilgisayarlı denetim sistemi satın almıştır. Aile ayrıca elektrik şirketiyle enerji alımı ve sistemi konusunda bir de kontrat imzalamıştır.

Kullanılan aletlerin denetimi, aile bireyleri ve mikrobilgisayar tarafından ortaklaşa gerçekleştirilecektir. Mikrobilgi-işlem sistemi ailenin enerji tüketimi ve enerji depolama gibi özelliklerini gösteren matematiksel modeller kullanılacaktır. Mikrobilgisayardaki karar verme sistemi, bu modellere göre aile için en ekonomik enerji kullanım stratejisini saptayacak ve gerektiğinde enerji depolayacak, gerektiğinde bazı temel ev aletlerini çalıştıracak, gerektiğinde de ana enerji sisteminden enerji satın alacak veya ona satacaktır.

Bu kararlar, ailenin kendi enerji tüketim özelliklerine, yani modeline, o andaki (spot) enerji fiyatlarına ve hava koşullarına bağlı olacaktır. Normal işletim koşulları altında, televizyon gibi bazı aletleri devreye sokma kararları, aile bireyleri tarafından verilecektir.

Şirketin düzey II'deki denetim sistemleri, ailenin üretimi ve tüketimi arasında bir dengesizlik olduğunda, enerji kullanımını çeşitli yönlerden denetleyebilecektir. Spot enerji fiyatlarında değişimler olması durumunda, bazı basit yük denetim ve ayarlamaları yapılacaktır. Enerji sisteminde ani ve önemli işletme sorunları ortaya çıktığında ise düzey II, ailenin mikrobilgisayarına derhal yük atmasını, veya düşük frekansta çalışmaya devam etmesini sağlayacak denetim komutlarını gönderebilecektir. Uy-

gulanacak işletme ilkelerinin ayrıntıları, şirket ile aile arasında yapılacak kontrat ile saptanacaktır.

ŞİRKET-ALAN DENETİM MERKEZLERİ

Alan denetim ve şirket işletim merkezleri, ülkenin çeşitli kısımlarında farklı işlevlere sahip olacaklardır. Burada bu iki tür merkez, "şirket-alan denetim merkezi" olarak tanımlanacaktır. Birçok şirketler iletim ve/veya dağıtım için ayrı işletim merkezleri kuracaklardır. Böyle merkezler de şirket-alan denetim merkezlerinin parçaları olarak düşünülebilir. Bu durumda, alan işletme ve denetim işlevleri sadece bir bölgeyle sınıtlı olmayacaktır.

Bu düzeydeki bilgi-işlem sistemlerinde, Tabii Tde sıralanan matematiksel modellerin hemen tümü uygulanacaktır. Düzey II'de kullanılan santral dinamiği, koruma ve tüketim modelleri, düzey I'de kullanılan ayrıntılı modellerin basitleştirilmiş eşdeğerleri olacaktır. Sistem ekonomisi, sistem dinamiği, iletim, dağıtım gibi diğer modeller ise sadece düzey II'de kullanılacaktır. Bu modellerin çözümlenmesiyle elde edilen sonuçlar, düzey I tarafından komşu sistemlerin dış eşdeğer modellerinin bulunmasında kullanılacaktır. Düzey II, komşu sistemlerin bu dış eşdeğer modellerini kullanacaktır.

TABLO 1. MATEMATİKSEL MODELLER

- Enerji üretim ve depolama santraldan Maliyet, verimlilik, kayıp modelleri, Elektriksel, manyetik ve dinamik modeller, ısı, kimyasal, mekanik-dinamik modeller,
- Koruma modelleri Mekanik zorlanma modelleri (şaft vs. için) Isı dayanma modelleri (hava koşullarına bağımlı) Aşırı gerilim modelleri
- Tüketici Enerji kullanım eğrileri (hava koşullarına bağımlı) Enerji depolama modelleri
- Sistem ekonomisi Maliyet modelleri Çalışma kısıt modelleri Gölge fiyatlar, artımsal değişim modelleri İklim bağımlı üretim modelleri
- Üretim, dağıtım modelleri
- Sistem dinamik yapısı modelleri Geçici rejim kararlılık modelleri Dinamik kararlılık modelleri Uzun dönemli dinamik modeller
- Hava ve meteorolojik modeller
- Çevresel dış etkilerin modelleri (hava koşullarına bağımlı)
- Yük modelleri Tüketim modelleri (hava koşullarına bağımlı) Gerilim, frekans değişimine karşı çalışma modelleri
- Sistem güvenlik indisi modelleri (hava koşullarına bağımlı)

Birçok şirket-alan denetim merkezi, çevre ve hava koşullarını izleyerek modeller oluşturan ve çözümlen yan birimler oluşturacaktır. Bu birimlerden elde edilen öngörüler, güneş enerjisi üretimi, tüketim tahmini, çevresel etkiler ve sistem güvenliliği gibi diğer modellerin çözümlemesinde kullanılacaktır. Çeşitli tür uygulamalar için çeşitli meteorolojik değişkenler ve parametreler tanımlanacaktır. Yapılan hava öngörülerini, kendi enerji kullanım stratejilerini saptamak isteyen tüketicilere de iletilecektir.

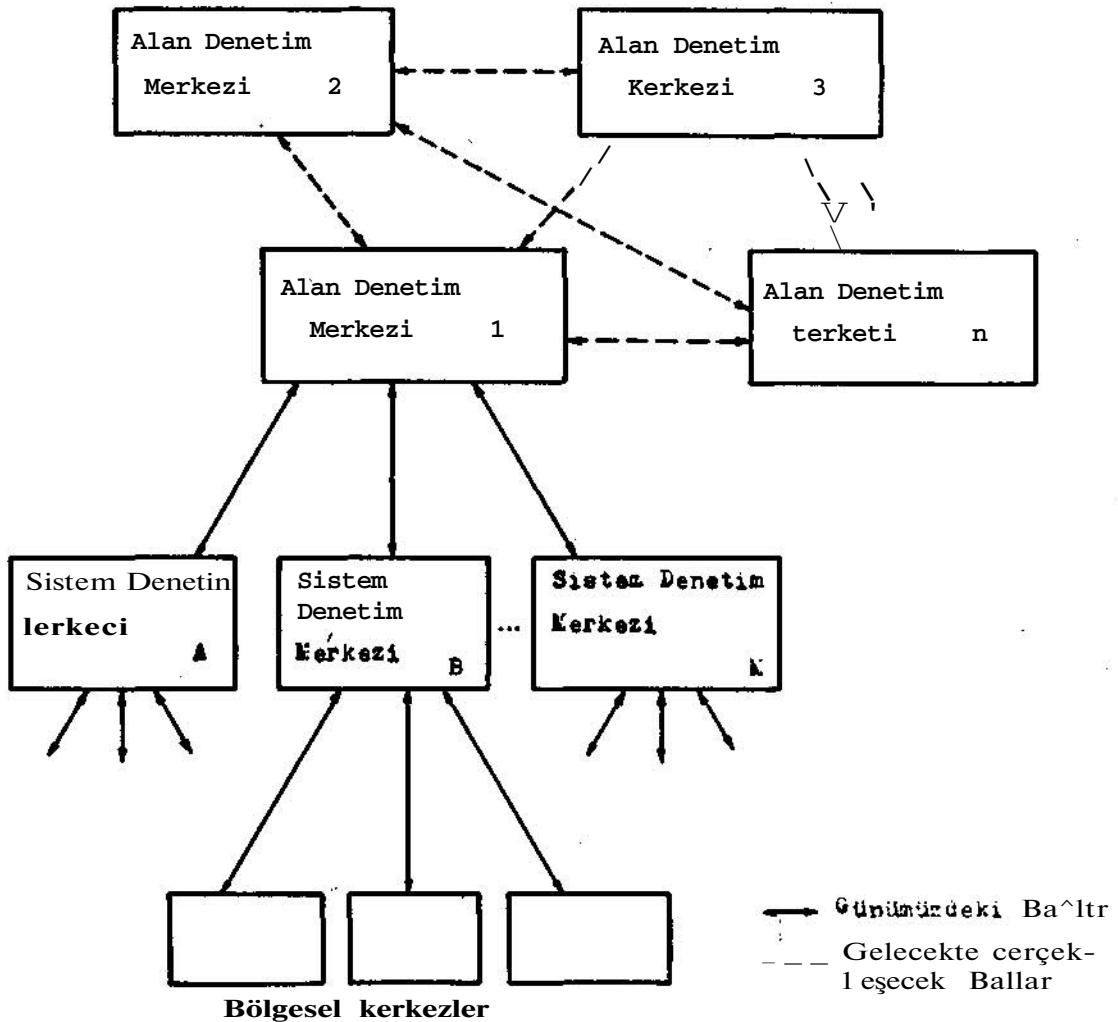
Şekil 1'den görüleceği gibi, çevre ve hava koşullarının izlenmesiyle elde edilen bilgiler düzey II'ye iletilmektedir. Gerçekte, ülkenin bazı kısımları için bu izleme ve çevresel dış etkilerin modellenmesi düzey I'de yapılacaktır.

Düzyey II'deki karar verme sistemleri enerji alışverişlerini ekonomik olarak düzenleme işlemlerini yürütecektir. Bu sistemler, verilen çalışma kısıtları altında işletme maliyetini en aza indirecek işletme amaç ve hedeflerin saptayacaktır. Kullanılacak ekonomik sistem işletim işlevlerinin birçoğu, günümüzde kullanılanlara benzeyecektir. Bunun-

la beraber, çalışma kısıtları, maliyet modelleri vs. günümüzdekilerden çok daha karmaşık olacaktır. Bu modellerde tüketimin ve üretimin hava koşullarına göre değişimi, çevresel dış etkiler ve güvenlik kısıtlamaları da gözönüne alacaktır. Güvenlik kısıtlamalarına, uygun matematik modeller kullanılarak sistemin ekonomik yapısı da eklenecektir.

Bunlardan başka, günümüz enerji sistemlerinde olmayan yeni bir enerji tüketim prensibi ortaya çıkacaktır : Tüketimde spot enerji fiyatlarının dikkate alınması. Sistemdeki çeşitli belirsizliklerin hesaplara katılabilmesi için stokastik eniyileme modelleri uygulanacaktır.

Düzyey II'de verilen denetim kararları, sistemin o anda içinde bulunduğu çalışma şartlarına göre değişmektedir. Sistemde hızlı bir geçici olay, örneğin bir kısa devre olayı meydana gelmesi durumunda, düzey II'nin görevi, düzey I'deki karar verme mekanizmalarına yardım etmektir. Böyle bir durumda düzey II, düzey I'i uyararak sistemde salınımlar vs. gibi geçici olaylar başlamadan he-



Şekil 3 - Bir enerji sisteminde kademeli denetim merkezleri.

men önce düzey O'daki otomatik denetleyicilere gerekli komutları iletacaktır. Uzun süreli dinamik ve geçici olayların meydana geldiği anlarda ise bu denetim kararları olay süresi boyunca verilecek ve uygulanacaktır. Düzey II'de yük atma gibi bu tür kararların alınabilmesi için alt denetim düzeylerinin bu koordinasyona uygun olarak tasarlanması gerekecektir.

Atılan yüklerin sistemin düzeltim durumunda tekrar serise alınması görevi, bugünkünden daha yaygın bir şekilde, düzey II tarafından yürütülecektir. İşletme, dağıtım ve bakım personeli düzeltim çalışmaları esnasında, hava ve çevre koşulları hatların açma adedi ve açma özellikleri hakkında ayrıntılı bilgilere ve modellere sahip olacaktır.

Düzey II'deki alan denetim merkezi bilgisayarı düzey I'deki çeşitli bilgisayarlarla doğrudan bilgi alışverişi yapabilecektir. Düzey II'de yapılacak bilgi işlem ve bilgi iletişiminin hacmi, bugünküne göre çok daha büyük olacaktır. Daha önce de bahsedildiği gibi, bu düzeydeki sistem operatörleri, çok fazla sayı ve çeşitte sistem modelinin işlenmesinden ve çözümlenmesinden sorumlu olacaklardır. Sistem normal çalışma durumunda iken, bilgisayarlar bu modelleri çözümlenerek otomatik olarak karar verecek ve uygulayacaklardır. Bu arada operatörler de, risk-işletme ekonomisi dengesine göre alacakları kararlarla bilgisayarları yönlendireceklerdir, öte yandan sistemin ciddi bir işletme problemiyle karşı karşıya kalması durumunda operatörler alacakları birtakım kritik kararları, önceden hazırlanmış seçenekler listesinden seçecekler, kararların yol açacağı sonuçları bilgisayar yardımıyla bulacaklardır. Bu sonuçlara bakılarak, alınacak kararların geçerliliği ortaya çıkarılacaktır.

KOORDINASYON MERKEZLERİ

Bölgesel koordinasyon merkezleri, hiçbir işletme ve denetim kararı vermeyeceklerdir. Bu merkezlerin ana işlevi düzey II'deki merkezler arasında bilgi iletişimini sağlamak olacaktır. Bir bölgesel koordinasyon merkezi, bilgileri gerçek-zamanda düzenleyen ve ileten bir büro gibi çalışacaktır. Bu merkezler, düzey II merkezlerinden o andaki ve yakın gelecekteki işletme maliyetlerine ait modelleri toplayarak, tekrar bu merkezlere iletceklerdir. Bu modelleri değerlendiren enerji satın almak veya satmak gerekip gerekmediğine karar vereceklerdir. Bunlardan başka, bölgesel koordinasyon merkezleri bir bölgeden diğerine, hattâ ikinci bir bölge yoluyla üçüncü bir bölgeye enerji iletiminin ekonomik yönlerini masraf ve kayıpları inceleyeceklerdir.

Dinamik sistem denetim ve güvenlik çözümleri için, bölgesel koordinasyon merkezleri düzey II'den sadece özel bir sistemin değil, tüm sistemin matematik modellerini toplayacaktır. Bölgesel koordinasyon merkezleri, düzey II'de yapılan güvenlik test ve kontrollerine ek olarak, her bölgenin güvenliğinin izlenmesinden de sorumlu olacaktır.

Bölgesel koordinasyon merkezlerindeki bilgisayarlar dü-

zey II'deki çeşitli bilgisayarlarla doğrudan bilgi alışverişi yapabileceklerdir.

Sistem işletim ve yönetim sorumluluğu, bilgisayarların da üstünde sistem operatörlerine ait olacaktır.

Ulusal Koordinasyon Merkezi, tüm bölgesel koordinasyon merkezleri arasındaki üst düzey bağlantılarını sağlayacaktır. Ulusal Koordinasyon Merkezi ile bölgesel koordinasyon merkezleri arasındaki ilişkiler, ilke olarak bölgesel koordinasyon merkezleri ile düzey II'deki merkezler arasındaki ilişkilere benzeyecektir. Bütün bu ilişkiler, sadece bilgi alışverişi işlevleriyle ile kısıtlı olacaktır. Ulusal Koordinasyon Merkezi, işlevlerini genellikle komite toplantıları ve telefon görüşmeleri yoluyla yürütebilecektir.

2000'LERDE KESİNTİLER DEVAM EDECEK Mİ ?

Günümüzde karmaşık gelişmiş sistem denetim yöntemlerinin kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen, enerji kesintileri tam olarak önlenememiştir. 2000'lerde bu yöntemlerin daha da gelişeceği kabul edilerek "Enerji kesintileri o zaman da devam edecek mi ?" sorusu sorulabilir. Verilecek yanıt, bir bakıma "kesinti" teriminden ne anlaşıldığına bağlıdır. Kesinti, teknik olarak iletim veya dağıtım sistemlerinden tüketimi karşılayabilecek ölçüde enerji verilememesi anlamında kullanılır. Toplumsal bakımdan ise aynı terim, tüketicinin enerji gereksiniminin karşılanamaması sonucu, belirli yaşamsal işlevlerini yerine getirememesi, dolayısıyla ciddi sosyal krizlerin doğması anlamına gelir.

Teknik anlamı açısından enerji kesintileri devam edecektir. Basit ve ekonomik yollarla % 100güvenirliliğe sahip bir enerji sistemi kurmak mümkün değildir. Sonuç olarak, bazı bölgelerin sistemden kopmasına, enerjisiz kalmalarına yol açacak türden bir takım arızalar yer almaya devam edecektir.

Toplumsal anlamı bakımından 2000'lerde enerji kesintileri ortadan kalkacaktır. Tüketiciler, teknik olarak enerji kesintilerinin her zaman olabileceğini kabul ederek, yaşamsal işlevlerini belli bir süre için karşılayabilecek güçte yedek enerji kaynakları ve depoları kuracaklardır. Tümyle veya kısmen bir enerji kesintisi olması durumunda, bu yedek kaynaklar devreye girerek toplumsal bir krizin oluşmasını önleyecektir. Teknolojik gelişmeler, toplumsal anlamdaki enerji kesintilerini 2000'lere kadar ortadan kaldıracak hızdadır.

BAZI ÇELİŞKİLİ GÖRÜŞLER

Gelecekteki enerji sistemlerinin denetimi konusunda herkes tarafından kabul edilen ortak bir ilke mevcut değildir. Denetim işlevlerinin yürütülmesinde insan ve bilgisayar unsurlarının birbirlerine göre ağırlıkları tartışma konusudur. İnsan operatörlerin hemen tüm işlevlerinin bilgisayar tarafından gerçekleştirilebileceğini savunanlar, şu görüşleri öne sürmektedirler :

- İnsan operatörler sistemin işletim karmaşıklığı nedeniyle çabuk ve etkili karar veremezler.

- İnsanlar bazen hatalı kararlar verirler,
- Bilgisayar donanımları hızla gelişmekte ve giderek ucuzlamaktadır.

Denetimde insan operatörlerin ağırlığının artması gerektiğini savunanlar ise şu tezlere dayanmaktadırlar:

- Bilgisayarlar da insanlar tarafından tasarımılandıkları imal edildikleri ve programlandıkları için hata yapabilirler,
- İnsanların görüş açıları ve sağduyuları daha geniş ve kuvvetlidir,
- Sistem operatörleri benzetişim yöntemleriyle yeterli düzeyde eğitilebilirler,
- Bilgisayarlar tarafından üretilen çok miktardaki sonuçların insanların anlayabileceği miktar ve boyutlara indirgenmesi ve yorumlanması gerekir.

Bu makalenin yazarına göre, ikinci yaklaşım giderek yaygınlaşacak ve insan operatörlerin denetim sistemleri üzerindeki ağırlığı artacaktır. Bu arada, operatörleri yetiştirmek için benzetişim yöntemlerine dayalı eğitim teknikleri geniş ölçüde kullanılacaktır.

Bir enerji sisteminin kademeli olarak denetim konusunda bir fikir birliği oluşmuştur. Tamamen merkezileştirilmiş, yani sistemi sadece düzey III'ten denetleme veya tamamen yerel, yani sadece düzey 0 ve düzey I'den denetleme ilkeleri geçerli değildir. Bununla beraber, denetim sisteminin ne ölçüde merkezileştirileceği konusu tartışmalıdır. Merkezi denetimin daha fazla ağırlıklı olması gerektiğini öne sürenler, şu tezleri savunmaktadırlar :

- Sistem üzerinde daha geniş bir koordinasyon sağlanacağı için daha ekonomik bir işletme elde edilecektir,
- Sistem bir noktadan denetlendiği için daha gelişmiş bir dinamik sistem denetimi ve güvenli bir işletme sağlanacaktır,
- Uzak mesafelerden bilgi iletişim ve hızlı bilgi-işlem teknolojisi gelişmiştir, uygulanabilir.

Buna karşılık daha az merkezi, fakat çok bölgeli olan denetim sistemlerini savunanlar ise, şu görüşleri öne sürmektedirler :

- Merkezi denetimle elde edilebilecek işletme ekonomisi ve sistem dinamik çalışmasındaki düzenlemeler, yapılacak masraflara ve zorluklara karşılık gelmeyecektir,
- Merkezi denetim sisteminde oluşacak bir arıza, tüm enerji sisteminin çalışmasını aksatabilir, durdurabilir,
- Merkezi denetim sistemi yerel gereksinimleri ve sorunları ihmal edecektir,
- Mevcut elektrik şirketlerinden herbiri değerinden farklı denetim sistemlerine, işletim ilkelerine, özelliklere sahiptir; dolayısıyla, böyle enerji sistemlerini birleştirmek ve tek merkezden denetlemek zor, hatta olanaksızdır.

Yazara göre, çok bölgeli denetim sistemleri uygulaması giderek daha fazla yaygınlaşacaktır.

Denetim sistemleri üzerinde üçüncü bir fikir ayrılığı da,

kullanılacak bilgisayarların türleri ve boyutları konusundadır. Bu konuda iki önemli tartışma konusu şunlardır :

- Sayısal veya analog-sayısal (hibrid)
- Çok sayıda küçük bilgisayar veya az sayıda büyük bilgisayar kullanımı.

Hibrid bilgisayarlarla enerji sistemleri dinamik problemleri daha verimli ve hızlı olarak çözülebilmektedir. Bununla birlikte, sayısal bilgisayarlar kullanım amaçları bakımından daha esnektir.

Birçok küçük bilgisayar kullanımı, işlem yükünün her bilgisayara dağılmasını, paralel işlem yapabilmeyi ve daha fazla işletim güvenilirliği sağlayacaktır. Buna karşılık, büyük bilgisayarların programlanması daha kolaydır, kullanımları daha esnektir ve diğer bilgisayarlarla bilgi alışverişi yapmak için zaman kaybetmezler. Yazarın fikrine göre, çok sayıda fakat küçük bilgisayar kullanımı gelecekte daha fazla benimsenecektir.

ENERJİ SATIŞ MERKEZLERİ

Bir şirketin enerji üretimi hizmetleri ile, tüketicinin enerjiyi kullanım şekli ve denetim sistemleri çok yakından ilişkilidir. Bu ilişkiler, 2000'lerde enerji satış merkezlerinin kurulmasıyla daha geniş boyutlar kazanacaktır.

Günümüzde bir tüketici ile şirket arasındaki ilişki, bir köle ile efendisi arasındaki feodal ilişkiye benzemektedir. Enerjiyi kullanan tüketici efendi, bu enerjiyi sağlayan şirket ise köle olarak tanımlanabilir. Köle, efendisinin kullanacağı enerjiyi her an ve istediği miktarda sunmak zorundadır. Denetim sistemleri de, efendinin bu isteğini köle tarafından karşılanabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Herhangi bir nedenle normal çalışma sınırları dışına sürüklenen bu köle, yani üretici, devre dışı olacak ve efendisinin servisini karşılayamayacaktır. Günümüzde, efendi bu köleye o kadar bağımlı bir hale gelmiştir ki hiçbir yaşamsal işlevini kölesi olmadan yürütememektedir.

2000'lere doğru tüketici, şirket ve denetim sistemleri arasındaki bu ilişkiler önemli değişimlere uğrayacaktır. Enerji satış merkezlerinin ortaya çıkmasıyla, üretici ve tüketiciler arasında iki taraflı, enerji alışveriş ilişkileri kurulacaktır.

Şirketler, üretim ve depolama kaynakları aracılığıyla tüketiciye enerji pazarlayacaktır. Tüketiciler gereksinim duydukları enerjinin büyük bir kısmını bu şirketlerden alacaklardır. Fakat bazı tüketiciler, aynı zamanda enerji üretecekler ve bu enerjinin o andaki gereksinimlerinden fazla olması durumunda, şirkete geri satacaklardır. Bütün bu enerji alışverişleri, enerji satış merkezleri kanalıyla yürütülecektir. Bu merkezlerde enerji dağıtımı, iletim ve dağıtım sistemleri ile, enerji faturalandırılması ise denetim sistemleri ile gerçekleştirilecektir. Her şirket üretim ve depolama birimlerinin yanısıra, enerji tariflendirmeye birimleri kuracaktır.

Enerji satış merkezlerindeki işletme ekonomisi, uzun dönemli kontratlar ve ani enerji istemleri olmak üzere iki

farklı ilkeye göre yürütülecektir. Uzun dönemli kontratlarda, tüketicinin gelecek bir veya iki yıl içinde enerji kullanım miktarı, puant yükü, kullanımının mevsimlere, aylara ve günlere dağılımı gibi faktörler gözönüne alınacaktır. Önceden bildirilmeyen, ani enerji istemlerinde ise, hava ve çevre koşullarına, açma olaylarına bağlı olarak o andaki spot tarifelendirme yöntemi hem enerji satımı, hem de alımı için geçerli olacaktır.

Öte yandan, pazarlanan enerjinin bir kısmı "kesilebilir" türde olacaktır. Bu tür bir enerji servisinde, şirket tüketiciye enerjinin sürekliliğini garanti etmeyecek, fakat buna karşılık daha düşük bir fiyatlandırma tarifesi uygulayacaktır.

Yukardaki özelliklerde bir enerji satış merkezinin işletilebilmesi için oldukça karmaşık denetim ve bilgi iletişim sistemleri gerekecektir. Mevcut sistemlere göre elde edilecek en önemli değişiklik, yüklerin "yumuşak" olarak denetlenebilmesidir. Mevcut sistemlerde denetimlerin çoğu, "katı denetim" olarak adlandırılan yük atma, hat ve besleyicileri açma gibi komutlardan oluşmaktadır. "Yumuşak" denetimde ise, bu denetim işlevleri tüketicileri servis dışı etmeden, katlandırımlarda değişiklikler gibi daha esnek yöntemlerle yürütülecektir.

TEKNİK TERİM KARŞILIKLARI

Kademeli : Hierarchical

Gerçek zaman : Real—Time

İzlemek : Monitoring

Tahmin : Forecasting

Ağ : Network

İletişim : Communication

Öngörü : Prediction

Algılayıcı : Sensor

Yerel : Local

Alan : Pool

Süreç : Process

Eniyileme : Optimizasyon

Sezmek : Detection

Tanımak : Identification

Yordam : Algorithm

Artımsal: Incremental

Güvenlik : Security

Benzetişim : Simulation

Güvenilirlik : Reliability

Geçici : Transient

İç-kestirim : Interpolation

Dış-kestirim : Extrapolation

Üstsel : Exponential

Durgun durum : Steady state

Süzme : Filtering

Duyarlılık : Sensitivity