

## DAĞITIM YÖNETİM SİSTEMLERİ DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEMS

*Aybüke Taşdirek, Gökhan İsbıtiren*

SCHNEIDER ELECTRIC  
gokhan.isbitiren@schneider-electric.com

### ÖZETÇE

Mevcut elektrik dağıtım şebekelerinin kontrolünün zorluğu, elektrik dağıtım şebekelerinde enerji verimliliği sağlanması, operasyonel maliyetlerinin düşürülmesi ve bu sayede çevreye katkıda bulunulması için enerji otomasyon sistemleri geliştirilmektedir. Bu sistemlerin diğer bir önemli getirisi de yasaların zorunlu kıldığı enerji kalitesi, sürdürülebilirlik, güvenilirlik ve sistem performansına katkıda bulunmalarıdır. Dağıtım şebekelerine entegre edilen ve birbiriyle haberleşen akıllı ekipmanlar ve bunlardan toplanan bilgilerin kompleks algoritmalarla işlenmesiyle şebekeler optimize edilebilir. Dağıtım Yönetim Sistemleri (DMS(Distributed Management Systems)) şebekeden toplanan bilgileri kompleks algoritmalar kullanarak operatöre kontrol, analiz optimizasyon ve planlama fonksiyonları sunmaktadır.

### ABSTRACT

Energy automation systems are developed due to the difficulty of existing electricity distribution networks, providing energy efficiency in electricity distribution networks, decreasing operational costs and thus contributing to the environment. Another important return of these systems is that they contribute to the energy quality, sustainability, reliability and system performance that is obliged by law. Grids can be optimised with smart equipments that are integrated in distribution networks and communicate with each other and processing the data collected out of these with complex algorithms. Distribution Management Systems offer control, analysis optimisation and planning functions to operators by using complex algorithms for data gathered from the network.

### 1.GİRİŞ

DMS, elektrik dağıtım şebekelerini matematiksel olarak modelleyen bir yazılımdır. Elektrik kesintileri, elektrik iletimi ve üretimi, gerilim/frekans değişimleri ve diğer birçok parametrenin meydana getirebileceği sorunları öngörüp çözümler üretebilir. DMS sahip olduğu birçok özellikle enerji verimliliğine katkıda bulunur:

*Dağıtım şebekesi DMS üzerinden gerçek zamanlı olarak izlenebilir, analiz, kontrol ve optimizasyon işlemleri yapılabilir.*

*Sistemin dinamik olarak görüntülenebilmesi, şebekenin geliştirilmesi, dizayn ve dağıtım planlamasına olanak sağlar.*

*Operasyon maliyetlerini azaltır.*

*Volt/VAR optimizasyonu ile sistem kayıplarını ve azami talebi azaltır.*

*Ticari ya da teknik hatalardan doğabilecek enerji kayıplarını en aza indirir.*

*Güç kalitesini artırır.*

*Dağıtım enerji kaynaklarının uyumunu sağlar.*

*Kendi kendini iyileştirebilme özelliği ile güvenilirliği artırır.*

*Anahtarlama operasyonları için ileri düzeyde emniyet ve güvenlik sağlar.*

*Hataları belirler ve izole eder ve hızlı bir şekilde tekrar güç sağlar; bu da kesintilerin etkisini azaltır.*

*Ekip yönetimini geliştirir ve teknik servisin rolünü azaltır.*

*Müşterilere enerji tüketimlerini daha iyi yönetebilecekleri bir ortam sağlar.*

*Kar / gelir oranını yükseltir.*

Gelişmiş DMS'ler kademe değiştiricilerini ve günlük enerji kaynaklarını kontrol edebilir ve enerji kaybını en aza indirmek, gerilim regülasyonunu artırmak ve mevcut varlıklardan faydalanmak için şebeke topolojisini gerçek zamanlı değiştirebilirler [1]. DMS, dağıtım sistemlerinin izlenmesi, kontrolü, analizi ve planlanması için gerçek zamanlı çözümler sunar.

**İzleme ve Kontrol:** Şebeke modellemesi, topoloji analizi, yük akışı, durum tahmini, performans endeksleri ve raporlama DMS'le birlikte gelen en önemli fonksiyonlardır. DMS ile Türkiye'de, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tedarik sürekliliği yönetmeliği ile talep edilen şebekedeki kesinti bilgileri, teknik kalite ölçümleri ve kalite raporları [15] oluşturulabilir.

Akıllı alarm işleme, anahtarlar yönetimi, hata yönetimi, yük altında anahtarlar, yük atma, geçici elemanlar, günlük üretim yönetimi, "olursa ne olur" analizi ile daha iyi kararlar verilmesini sağlar.

**Analiz:** Enerji kayıpları, güvenilirlik analizi, hata hesaplama, güvenlik değerlendirmesi, tarihsel fonksiyon gibi işlevsellikler sağlar.

**Optimizasyon:** Volt/VAR optimizasyonu, optimum şebeke konfigürasyonu, kısa vadeli yük tahmini, yük yönetimi ile şebeke performansını geliştirir.

**Planlama:** Orta ve uzun vadeli yük tahmini, kapasitör yerleştirme, şebeke güçlendirme gibi araçlar sunulur.

**Eğitim:** Simülatörler üzerinde gerçek sistem senaryolarıyla kullanıcılara ileri düzey bir eğitim sağlanır.

DMS kullanıcılarının tecrübe ettikleri operasyonel iyileşmelere, önemli, somut ve doğrudan sistemle kazandıkları maliyet tasarrufu raporlarına ve tecrübelerine dayanarak, enerji kaybında en az %5'lik bir azalma olduğu görülmüştür. DMS, mevcut sistemlerin nasıl değiştirilebileceğini göstererek, talep tepkisi (demand response) ile maksimum

enerji kullanımını kısırarak ve şebeke güvenilirliğini geliştirerek yatırımları azaltır.

DMS Talep Tepkisi ile koordineli olarak çalışır. [2]'de anlatıldığı gibi kapasite maliyetini ölçmek için öncelikle azami talepteki %5 düşüşle kaçınılan kapasite miktarı ölçülmüştür. Amerika'da 757,059

MW olan azami talepteki %5'lik düşüş

37,853 MW'a karşılık gelmektedir. Bu azami talebi karşılamak için gerekli olan maksimum kapasite %15 rezerv marjının yanı sıra %8 hat kaybına izin verilerek hesaplanmış ve 47,013 MW ya da kabaca

625 yanmalı türbin gerektirdiği sonucuna varılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu kapasitenin kaçınılan maliyetinin konservatif değerinin \$52/kW-yıl olduğu, yani, kaçınılan kapasite maliyetinin yılda 2.4 milyon dolar olduğu görülmüştür [2].

Progress Energy Carolinas'ta Dağıtım Sistemi Talep Tepkisi projesinin yöneticisi Robert M. (Bobby) Simpson, "Biz yoğun talep olduğunda yükü azaltmak için talep yönlü bir kaynak olarak kullanabileceğimiz bir ileri dağıtım şebekesine öncülük ediyoruz. Progress Energy bu projeyi enerji endüstrisini değiştirecek bir proje olarak görüyor. Bu durumda DMS teknolojisi bizim işimizin en önemli parçasını oluşturuyor" [20] diyerek kurdukları DMS sisteminin önemini vurgulamıştır.

[3]'te, Akıllı Şebekeler Çözümleri / Dağıtım Yönetim Sistemleri (DMS) uygulamalarının yararları araştırılmış ve incelenmiştir (enerji kayıplarında azalma, şebeke kesinti ve geliştirme maliyetlerinde azalma, güç kalitesinin iyileştirilmesi vb.). Akıllı Şebeke Çözümlerini uygulamalarının faydaları [3]:

1-)Eğer dağıtım şirketi kesintiler için ceza ödemiorsa yıllık temin edilen elektrik enerjisi (Annual Injected Electrical

Energy-AIEE) değerinin %2-%3'ü, eğer kurum kesintiler için ceza ödüyorsa yıllık temin edilen elektrik enerjisi (AIEE) değerinin %7,5'i kadar kar eder.

2-) 5 yıllık dönemde yatırımı geri ödemesiyle Akıllı Şebeke Çözümünün maliyet / fayda analizi yüksek karlılık sağlar.

Dağıtım şirketi müşteriye elektrik kesintisi ile ilgili ek bir ödeme yapıyorsa Akıllı şebeke çözümlerinin yatırımı geri ödemesi 3,7 yıla kadar düşebilir [22].

Kanada'daki dağıtım şirketi BC Hydro'nun akıllı şebekeler ile ilgili kritik bulunduğu noktalar ve DMS kullanmalarının sebepleri: Yenilenebilir enerjiyi de içeren günlük enerji kaynaklarının artan kullanımı, eskiyen dağıtım altyapısı, müşterinin artan güvenilirlik talebi, enerji tasarrufuna ilginin artması, ve şiddetli hava olaylarındaki artışır [4].

İtalya'daki dağıtım şirketi ENEL'in Milan'da yapılan DMS demo projesinde 2011 yılı itibarıyla, kesin değerlerle, yılda 75000 ton CO2 salınımı azaltılabileceği ve 144GWh enerji tasarrufu yapılabileceği hesaplanmıştır. Elektrik enerjisinin fiyatı 40€/MWh düşünülürse, yıllık 5,76 M€'luk tasarruf sağlanacağı hesaplanmıştır. Bütün bunların sonucunda ENEL DMS yatırımı yaparak 28 kontrol merkezinde 33 milyon müşteriye dağıtılan elektrik şebekesini yönetmeye başlamıştır [5].

SCADA ve OMS birleştiğinde gelişmiş bir DMS çözümü meydana getirirler. Bu, akıllı şebeke uygulamaları (EMS, OMS, GIS, AMI/MDM, İş Yönetimi) ile standart entegrasyon için açık bir mimari sağlar. DMS farklı boyuttaki kullanıcılar için uygun ve

aynı zamanda son derece ölçeklenebilir olmalıdır. DMS veritabanı herhangi bir üretici müdahalesi olmadan, kullanıcının veritabanını ihtiyaçlarına göre

şekillendirebileceği açık bir veritabanı olarak dizayn edilmiştir [4].

DMS yazılımı gerçek zamanlı veriyolu üzerinden sahadaki verileri standard protokollerle alabilmeli ve gerçek zamanlı olmayan veriyolu üzerinden de idari modüllerle Common Information Model (CIM) (Ortak Bilgi Modeli) arayüzü kullanarak entegre olabilmelidir.

Elektrikli sistemlerin sınıflar, objeler, nitelikler ve birbirleri arasındaki ilişkiler açısından standart bir şekilde temsil edilebilmesi için CIM farklı satıcılar tarafından geliştirilen Enerji Yönetim Sistem uygulamalarının entegrasyonunu, bütün farklı enerji yönetim sistemlerinin entegrasyonunu, ve/veya enerji yönetim sistemlerinin (EMS) diğer sistemlerle entegrasyonunu mümkün kılar [6].

## 2. DMS Analitik Fonksiyonlar

DMS Analitik Fonksiyon Sistemi DMS yazılımının beynini oluşturur. Karmaşık bir yazılım ve algoritmalarından oluşan fonksiyon sistemi, operasyonları optimize eder ve karar verilmesine yardımcı olur. Bu sistem dağıtım ağındaki bütün teknik işlemlerin yürütülmesini sağlar. Bu işlemler ağ izleme ve kontrol, analiz, planlama ve eğitim olarak gruplanabilir.

Sistemde kullanılan bütün analitik fonksiyonlar dağıtım ağlarına yönelik özel algoritmalar kullanılarak geliştirilmiştir. Sistem, Ağ Model'ine ve karşılıklı olarak uyumlu fonksiyonlara dayanır ve modüler kütüphaneler şeklinde organize edilmiştir. Bu modüler organizasyon, güncellemeler, yeni fonksiyon eklemesi ya da sistemin kullanıcının yeni ihtiyaçlarına göre şekillendirilmesi işlemlerini kolaylaştırır.

### 2.1 Şebeke İzleme ve Kontrolü

Şebeke Modeli - DMS uygulamaları, şebekedeki istasyonları, fiderleri, dağıtım ağını ve ekipmanları kapsayan proje

bölgeleri için ortak bir ağ modeline sahiptir. Bu model, DMS uygulamalarının altyapısını oluşturur, şebeke elemanlarının tanımlarını ve bu elemanlar arasındaki bağlantısalılığı içerir.

Topoloji Analizörü – Dağıtım şebekelerinin topolojisiyle ilgili gerçeğe yakın öngörüler şebekelerin yönetimi için önemlidir. Topoloji analizörü fonksiyonu dağıtım şebekesinin topoloji analizlerini ve sistemin bağlantısallığını grafiklerle sunan bir araçtır. Ana görevleri:

Şebeke içinde belirlenmiş elemanı bulmak (trafo, kesici vs).

Şebeke elemanlarının besleme yollarını bulmak ve işaretlemek.

Şebeke elemanlarının durumlarını belirlemek ve işaretlemek.

Seçilen bir şebeke elemanından başlayarak beslemeden uzaklaşacak şekilde diğer şebeke elemanlarını bulup işaretlemek.

Seçili fidere uygun komşu fiderleri bulmak (fidere alternatif beslemeler bulabilmek için).

Yerel ağ arama. Seçili şebeke elemanına ait fidere komşu olan birinci, ikinci vs. fiderleri bulmak.

Yük Akışı: Belirtilen şebeke ayarları, şebeke kaynağının gerilim büyüklüğü ve yükler için dağıtım şebekesinin durumunu (düşümlerdeki gerilim seviyeleri, trafolardaki ve fiderlerdeki akım değerleri, trafolardaki aktif ve reaktif güç kayıpları, vb.) hesaplar. Böylelikle kullanıcı için geliştirilmiş sistem farkındalığı sağlanır, varlıklar daha verimli kullanılabilir ve geliştirilmiş acil durum planlamaları yapılabilir.

Durum Tahmini: Şebekedeki yükler ve durum değişkenleri (trafo ve fider bölümlerinin akım fazörleri, bütün fider

bölümlerinde ve trafolardaki aktif ve reaktif güç kayıpları vb.) hakkında değerlendirme sunar. Geçmişe yönelik veriler: 1- bütün yük çeşitleri, bütün mevsimler ve 4 gün tipi (haftaiçi, Cumartesi, Pazar ve tatillerde) için günlük yük profilleri (akım büyüklükleri ve güç faktörleri veya aktif ve reaktif güçler) 2- bütün dağıtım trafoları için azami yük (azami yük ve/veya azami güç) ve/veya bütün dağıtım trafoları üzerinden yapılan aylık elektrik enerjisi transferi.

Elektrik dağıtımında durum tahminindeki problem, dağıtım şebekesinde gerçek zamanlı verilerin yedekliliğinin 1.0'dan (0.2 – 0.3 civarında [16]) küçük olmasıdır. Bu nedenle, "Durum Tahmini" birçok 'gerçek olmayan gerçek zamanlı ölçüm' tahmini yapmak ve yaratmak zorunda kalır; enerji tüketimiyle ilgili 'tarihsel' verilere ve 'tipik yük diyagramları' ve yerel 'yük piki' şeklinde ifade edilen göstergelere dayanan efektif bir durum tahmini algoritması [10] kullanır.

[7]'de, hesaplamalar gerçek ölçümlere ve istatistiklere dayalı farklı yük ve sezon içi sentetik yük eğrileri kullanılarak yapılmıştır. Bu yük eğrileri alçak gerilim müşteri kategorileri tanımlamak için kullanılmıştır. Sentetik yük eğrileri tanımlayarak, güvenilir bir ağ durum tahmini yapmak için gereken orta gerilim ölçüm sayısı azaltılabilir. Yapılan testlerde ortalama hata akım değerleri için yaklaşık %9 olarak bulunmuştur.

[3]'te, durum tahmini ile ilgili detaylar açıklanmış ve tahmin edilen değerler ölçülen değerden sapması farklı

test durumları için gözlenmiştir. Bulunan sapma yaklaşık %10-%20 seviyelerinde olup, bu seviye DMS'in hata yönetimi ve optimizasyon ile ilgili fonksiyonlarının iyi sonuçlar vermesi için kabul edilebilirdir.

Yük tahmininin performansının analiz şekli [8]'de açıklanmıştır. Bu analizde

tarihsel verilerin doğruluğunun önemi özellikle vurgulanmış ve sonuçlarda gözlenmiştir. Testler sonucu, yapılan tahminlerin ölçülen değerlerden sapması ortalama %14 olarak bulunmuştur. Aynı testler bir ay sonra, şebekeden veriler toplandıktan ve sisteme tarihsel veri olarak girildikten sonra yapılmış ve yeni sapmanın %5 olarak bulunmasıyla performans artışı gözlenmiştir [8], [9].

Performans Endeksleri: İhlallerin tespiti, alarm durumları, şebeke performans raporu (güç enjeksiyonu, kayıpları, tüketimi, gerilim durumu ve sapması, aşırı yüklemeler vb.) performans endekslerini oluşturur.

Performans endeksleri ve enerji kayıpları sayesinde tüm şebekedeki güç ve enerji kayıplarını değerlendirmek veya her güç fonksiyonunun etkisini ayrı ayrı analiz etmek mümkündür [5].

Arıza Belirleme: Arızanın hangi fider bölümünde ya da bölümlerinde olduğunu hızlı bir şekilde tahmin edip belirleyebilir. Sistemdeki arızalı bölge bulunurken arıza tespit ekipmanları kullanılır (arıza bulucu, arıza kaydedici, röle vb.). Bu fonksiyon sayesinde kesintiler sırasında gelişmiş bir ekip verimliliği sağlar ve SAIDI/CAIDI (sistem/müşteri ortalama kesinti süresi endeksi) azaltılır.

Arıza İzolasyonu: Fider üzerindeki arızalı bölümün konumu ve izolasyonu için teknisyenlere önerilerde bulunur. Bu fonksiyonun sonucu uzaktan ve manuel olarak kontrol edilebilen kesicilerin anahtarlama operasyonlarıdır.

Tekrar Enerjilendirme: Arıza tespiti ve izolasyonundan sonra enerjisiz kalan fider kısmının tekrar beslenmesi için en uygun anahtarlama işlemi planını sunar.

[10]'da belirtildiği gibi kesintinin ortalama süresinin azaltılmasının faydası gerçek zamanlı modda 'Hata Yönetimi'nin

kullanılmasıyla ortaya çıkar. Bu çalışmada, DMS kullanan ancak düşük otomasyon kullanan çeşitli kuruluşlarda yapılan testlerde kesinti süresindeki azalmanın 25 dakika; bunun da bu testlere göre toplam zamanda %50'lik azalma olduğu açıklanmıştır. Daha yüksek seviyede otomasyon kullanan şirketler için bu rakamlar yaklaşık 1-2 dakikalara kadar düşecektir. Yukarıda bahsedilen avantajların bir önemli sonucu da dağıtılmamış enerjinin azalmasıdır. Pratikte 25 dakika zaman tasarrufu, düşük seviye otomasyonlu şebekeler

için, [10]'daki hesaplamalara göre 1.25 milyon dolarlık bir paraya karşılık gelir.

Anahtarlama Yönetimi: Bir anahtarlama dizisi, dağıtım sisteminin operasyon durumu değiştirilirken kullanıcı tarafından yürütülecek (manuel ya da otomatik olarak) anahtarlamaların önceden tanımlanmış listesidir. Anahtarlama Yönetim fonksiyonu yapılacak operasyonların manuel ya da otomatik oluşturulması, görüntülenmesi, analizi, anahtarlama emirlerinin modifikasyonu, arşivlenmesi ve yazdırılması gibi fonksiyonları sağlar.

'Anahtarlama Yönetimi' uygulaması geçerli yapılandırmadan hedef yapılandırmaya geçilebilmesi için gereken en uygun anahtarlama operasyonunun belirlenmesi için kullanılır [10].

Yük Altında Anahtarlama analitik fonksiyonu yük altında ağı yeniden yapılandırma sürecinin simülasyonunu sağlar. Bu tip yeniden yapılandırmalar fider tedarik yolunun bir yönden diğerine (komşu fider ya da başka bir tedarik trafosu), iki fiderde de kesinti olmayacak şekilde, değiştirilmesini içerir.

'Yük Altında Anahtarlama' uygulaması belirli anahtarlama uygulamaları

geçişlerinin yük altında mümkün olup olmadığını test etmek için kullanılır [10].

Yük Atma analitik fonksiyonu acil durumlarda kesilebilir yükün azaltılması ve/veya dağıtım sistemlerindeki ağı parçalarının bağlantısının kesilmesi ve bu şartlar yok olduktan sonra yükün yeniden yapılandırılması içindir. Eğer yükü kesilebilir yük grubundaysa dağıtım ağındaki her radyal orta gerilim fiderinin yükü tek bir komutla azaltılabilir. Yükün azaltılmasından sonra fonksiyon ağıın işlem den etkilenen kısımlarını belirler ve istenilen zamanda geri yüklemeye modeli oluşturur. Bu uygulama Hindistan [17], Pakistan [18], ABD [19] ve diğer ülkelerde enerji kullanımının arttığı zamanlarda çokça uygulanmaktadır.

Geçici Elemanlar: Teknikerlerin veritabanında değişiklik yapmadan ve DMS'i yeniden başlatmadan ağı yapısına geçici değişiklik uygulamalarına olanak sağlar. Geçici değişiklikler ağı üzerinde sürekli bir hale gelebilir (hattın kesilmesi, yedek geçici besleme hattı, hatalı bölümün topraklanması, geçici jeneratörler vb.) veya problem çözüldükten sonra kaldırılabilir.

## 2.2 Şebeke Analizi

Enerji Kayıpları - Dağıtım şebekesindeki (bütün bölüm ve trafolardaki aktif ve reaktif kayıplar) enerji kayıpları belirtilen zaman periyodundaki şebeke (şebekenin tamamı ya da bir kısmı) ayarları için hesaplanır.

Güvenilirlik Analizi fonksiyonu uygulanan teknolojiyi düşünerek dağıtım şebekesinin güvenilirliğini hesaplar. Tam güvenilirlik analizi için şebekenin herhangi bir bölümü için güvenilirlik endeksleri (şebeke elemanının

hata oranı, hatanın oluşma sıklığı, hatanın süresi, kesinti sayısı, kesinti süresi) hesaplanır ve grafiklerle sunulur.

Hata Hesaplama fonksiyonu, seçilen hata türü için, bütün hata parametreleri için detaylı bir hesaplama yapar (gerilimler, hata akımı), ve hata durumunda (seçilen hata türünün simülasyonu, sürekli hatalar vb.) farklı şebeke analizleri sunar.

Güvenlik Değerlendirmesi belirlenen bölümlerdeki hataların ve yeniden enerji sağlamak için test olanaklarının analizi için uygulanır. Eğer enerji bütün tüketiciler için tekrar sağlanamazsa sonuç bütün kullanıcıların tekrar enerjilendirilemeyeceği kritik elektrik kesintilerinin listesi ve bu sorunun üstesinden gelmek için gereken şebeke takviyesi listesi şeklinde olur. Uygulama, diğer DMS uygulamalarını modül halinde birleştirir (Hata yönetimi, Büyük Alan Restorasyonu, Röle Koruma, Yük Akışı) [10].

Güvenlik değerlendirme belirlenen şebeke elemanlarındaki hataları, hatalı elemanlar izole edildikten sonra, ve enerjisiz tüketicilere enerji sağlanması olasılıklarını analiz eder [1].

Tarihsel Fonksiyon (Tarihsel sonucu ve karşılık gelen tarihsel veri tabanı) elektrik şebekesinin geçmiş hakkında bilgi verir. DMS içindeki her faaliyet zaman ve kullanıcı parametreleriyle kaydedilir. Tarihsel veritabanı DMS veritabanından alınan zaman ve kullanıcı verilerini tutar. DMS tarihsel sisteminin amacı tarihsel bir delta oluşturmaktır. Tarihsel delta şebekenin durumunu zaman içerisinde başlangıç noktasından bitiş noktasına getirmek için şebekeye uygulanması gereken eylemler kümesidir. Yani DMS tarihsel sistemi DMS sistemindeki veri değişiminin zaman çizelgesini sunar. Tarihsel veri tabanından belirli bir zamandaki şebeke durumu alınarak izlenebilir, çeşitli komutlar uygulanarak sonuçları gözlemlenebilir ya da başlangıç ve bitiş zamanları girilerek şebeke olayları tekrar oynatılabilir.

### 2.3 Şebeke Operasyon Planlaması ve Optimizasyonu

Gerilim Düzenleme (Kontrol) fonksiyonu, optimizasyon kriterlerini göz önünde bulundurarak (nominal değerlerden sapan voltajın sebep olduğu hasarların minimize edilmesi), gerilim profili kontrolü veya ağdaki bütün düğümlerin belirlenen gerilim sınırları (alt ve üst) içinde kalmasını sağlar. Gerilim kontrolü için kullanılan kaynaklar “yük altında” kademe değiştirici trafolar (under-load tap changing transformers), gerilim düzenleyiciler ve gerilimsiz kademe değiştiricili trafolardır (“off-voltage” tap changing transformers) [12]. Gerilim düzenleyicinin sağladıkları:

Besleme baralarının (Besleme trafolarının OG baraları – YG/OG veya OG1/OG2 trafoları) optimal gerilimleri için hesaplama ve kademe değiştiricilerin en uygun pozisyonları

Şebekeyi önceden belirlenmiş voltaj sınırları içine döndürmek için gereken minimum sayıda kontrol eylemi.

Voltajların nominal değerlerinden sapması sonucu oluşan hasarların minimize edilmesi.

VAR Düzenleme (Kontrol) iletim şebekesinden reaktif güç talebi ve reaktif güç akışından kaynaklanan kayıpları azaltır. Kapasitör grupları ve reaktörler, statik ve senkron jeneratörler göz önünde bulundurulur.

Volt/VAR Kontrolü (VVK) analitik fonksiyonu gerilim ve Var (reaktif güç) kontrollerini optimize eder. Şebekedeki en iyi voltaj profilini ve minimum reaktif güç akışını sağlar. Amaçları [11]:

Fider kapasitörlere güç vererek ya da güçlerini keserek şebekedeki kayıpları azaltmak

Normal operasyon koşullarında fiderde optimum gerilim profilinin muhafaza edilmesini sağlamak

Trafo kademe pozisyonlarını ve fider bölümlerinde gerilim regülatörlerini kontrol ederek fider geriliminin azaltılması yoluyla pik gerilimin azaltılmasını sağlamak [11].

Volt/VAR kontrolüyle DMS dağıtım şebekesindeki gerilim ve reaktif gücün akışı için merkezi bir kontrol sağlanır [11]. Gerçek zamanlı şebeke operasyonlarına bağlı olarak bu fonksiyon belirli hedeflere (minimum gerilim sapsması, minimum güç kaybı, minimum/maksimum enerji ihtiyacı vs.) göre gerilim regülasyon cihazları ve dağıtım şebekesindeki kapasitör bankalarının optimum ayarlarını hesaplar. [11]'deki test sonuçlarına göre eğer ‘minimum enerji kaybı’ düşünülecek olursa, orta gerilim şebeke enerji kaybında %8-%10 arası azalma gözlenmiştir. Bunun yanında, toplam güç kaybındaki azalma yaklaşık %2 ve yıllık sağlanan elektrik enerjisindeki (EEIA) azalma %0.1-%0.3 arasındadır [11].

Koordineli VVK'nın amacı sistem genelindeki kayıpların azaltılması, dağıtım şebekesinin ve kullanıcının gerilim değişimlerinin en aza indirilmesi, sürdürülebilirlik maliyetlerinin düşürülmesi, yatırımların azaltılması / ertelenmesi ve mevcut ekipmanların güç sağlama kapasitelerinin artırılmasıdır [12].

Son çalışmalarla eğer VVK teknikleri iyi bir şekilde uygulanırsa enerji maliyetlerinde ve bu sayede çevre kirliliğine yol açan maddelerin kullanımında büyük oranda azalma olabildiği görülmüştür. Bu çalışmalar göstermektedir ki minimum gerilim düşük seviyelerde tutulabilirse (126-114V arası kabul edilebilirdir) %1-2 enerji tasarrufu, talepte %2-%3,5'luk azalma ve %4-%10 reaktif güç azalması mümkündür [12].

2007 yılında Kanada'da BC Hydro'da kurulan bir sistem 7 GWh enerji kazancı ya da %1'lik enerji tasarrufu sağlamıştır [13]. Yine Kanada'da BC Hydro'daki bu

çalışma, Volt/Var Optimizasyonu uygulamasını mümkün kulan DMS'in hızlı enerji ve kapasite verimi sağlayabileceğini ve DMS'in bütün bir dağıtım şirketinin operasyonunu nasıl %40 oranında daha verimli kılabileceğini göstermektedir [13].

Optimum Şebeke Konfigürasyonu optimizasyon hedeflerini (minimum aktif enerji ve güç kayıpları, maksimum güvenilirlik, iyi yük dengesi ya da en iyi gerilim profilleri) göz önünde bulundurarak en uygun dağıtım ağı düzenlemesini belirler (normalde açık düğüm anahtarlarının yerleri). Operasyon performanslarının geliştirilmesi, zararların azaltılması, anahtarlama dizisinin mevcut durumdan optimum hale getirilmesi ile ilgili tablosal ve grafiksel raporlar sunar.

Optimal şebeke düzenlemesi şebeke enerji kaybını minimize etmek, optimum gerilim profilini sürdürülebilmek, trafolar, dağıtım fiderleri ve şebeke fazları arasında yüklenme koşullarını dengelemek için anahtarlama operasyonları öneren bir modüldür [14].

Bu fonksiyon enerji kaybının azaltılmasına yardımcı olur [11]. Eğer sonuçlar şebeke operasyonlarına uygulanırsa, orta gerilim bir şebekede güç kaybında %20 azalma sağlanabilir [5]. Orta gerilim şebekelerde güç kaybının ortalama %25 olduğu düşünülecek olursa, güç kayıptaki düşüş %5 olacaktır. Enerji açısından bakılacak olursa, sağlanan elektrik enerjisindeki azalma %0.3 – %0.4 olurken, enerji kaybı %3-4 oranında azaltılabilir [11].

Aşırı yükü azaltmayı kapsayacak şekilde yük transfer seçeneklerinin hesaplama ve analizleri yapılır. Bu sayede aşağıdaki kazanımlar sağlanır:

Düşük yük nedeniyle daha uzun ekipman ömrü

Varlıkların daha verimli kullanılması

Optimize edilmiş bir anahtarlama, enerji kaybını minimize edebilmek için operatörün şebeke bağlantılarını optimize etmesini sağlar. Bu fonksiyon, her işlemin katkısını belirterek, (toplam tasarrufun yüzdesi), orta gerilim fiderleri boyunca anahtarlar için açma/kapama işlemlerinin bir listesini göstermektedir. İtalya'da ENEL'de uygulanan DMS'te, ilk optimize etme işleminin kayıpların %4'ünü azaltmasından sonra, sabit kazancın bütün yıl boyunca korunabileceği ifade edilmiştir [5].

Kısa Süreli Yük Tahmini gelecek 1-7 günün yük tahmin diyagramlarını oluşturmak için kullanılır. Bütün şebekenin (genel yük tahmini) tahmini günlük yük eğrileri sağlanır veya sadece seçili alan, ve fiderlerin ölçümleri için kullanılır.

Yük Yönetimi fonksiyonu kısıtlamalar, müşterinin konfor, teknoloji ve ekonomi ile ilgili taleplerini dikkate alarak, maksimum yükü (pik yük), kapasiteyi aşmayacak şekilde dağıtarak dağıtım şebekesinin azami yükünün azaltılması için yük kontrol stratejisi sağlar

(hane, ticari sektör ve sanayi). Mevcut kontrol edilebilir kaynakların (su ısıtıcıları, klimalar, elektrikli ısıtıcılar, depo ısıtıcıları vs.) maksimum kullanımını sağlar. Uygulanan yük yönetim teknikleri: yük atma, kesinti, teknolojik süreçlerin ve depolamanın (yük azaltma veya kesintinin uygun olmadığı sektörlerde) yeniden planlanması.

#### 2.4 Şebeke Gelişim Planlaması

Uzun Vadeli Yük Tahmini analitik fonksiyonu yıllık verilere dayanarak (pik yükleri, enerji) gelecek birkaç yıl için yük (enerji) tahmini sağlar. Bu fonksiyon

kullanılarak uzun süreli şebeke geliştirme planları yapılabilir. Bunu, yükü etkileyecek faktörleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi tanımlayarak yapar.

Bu fonksiyon, tarihsel ve hava durumu verileri, müşteri sayısı, ekonomik ve demografik veriler ve tahminleri, enerji tedarigi ve fiyatı, bölgesel gelişme (coğrafi ve konum), tesis yatırımları ve satışları, rasgele bozukluk gibi geniş çapta parametreler içerir [21].

[21]'de yapılan testlerde ortalama hatanın % 8.3 olduğu belirtilmiştir.

Kapasitör Yerleştirme reaktif gücün kompanzasyonu için kapasitörün türü, boyutu, ve lokasyonunun belirlenmesi için kullanılır. Gerçek güç (enerji) kayıplarının en aza indirilmesi, iletim şebekesinden sağlanan reaktif gücün azaltılması, güç faktörü doğrulama ve gerilim profili geliştirilmesi için kullanılır.

Şebeke Güçlendirme mevcut dağıtım ağının iyileştirilmesinin planlanması için kullanılır. Bu uygulama trafo planlama, orta gerilim şebekelerinin (fiderlerin) planlanması, ikincil trafoların planlanması ve teknik ve güvenlik kriterlerinin kontrolü konularını kapsar.

Şebeke güçlendirme uygulaması 'Hata Yönetimi' uygulamasının son basamağını oluşturur. Belirli hatalardan sonra tüketicilere tekrar enerji sağlamak her zaman mümkün değildir. Bu yüzden yıl boyunca şebeke güçlendirmesi için gereken elemanların ve bu elemanların işlevlerinin listesi yapılır. Bu yolla yıl sonunda en yüksek karı verecek şebeke güçlendirmesini sağlayacak liste oluşur [10].

#### 2.5 Eğitim

Kullanıcı Eğitim Simülatörü Dağıtım şebekesini gerçekçi bir şekilde modeller, eğitim gören kişiyle interaktif bir şekilde

çalışır. Simülatör verileri hazırlar ve eğitim boyunca olayları simüle eder. Eğitim gören kişinin simülatörün modellediği olaylara (simülatör tarafından otomatik oluşturulur) verdiği yanıt test edilir, değerlendirilir ve geliştirilir.

## 3.SONUÇ

Bu çalışmada DMS uygulamaları ve yararlarından bahsedilmiştir. Yapılan uygulamalardan verilen örneklerde görüldüğü gibi, sistemin optimum kullanımı için DMS vazgeçilmez bir çözümdür. ENEL, BC Hydro, Dong Energy ve daha birçok dağıtım şirketinde DMS çözümleri enerjinin efektif kontrolünde kullanılmaktadır.

## 4.KAYNAKLAR

- [1] Pilo, F.; Pisano, G.; Soma, G. G., "Advanced DMS to manage active distribution networks," PowerTech, 2009 IEEE Bucharest, pp.1,8, June 28 2009-July 2 2009
- [2] Ahmad Faruqui, Ryan Hledik, Sam Newell, Hannes Pfeifenberger, The Power of 5 Percent, The Electricity Journal, Volume 20, Issue 8, October 2007, Pages 68-77
- [3] Katic, N.; Marijanovic, V.; Stefani, I., "Smart Grid Solutions in distribution networks Cost/Benefit analysis," Electricity Distribution (CICED), 2010 China International Conference on, vol., no., pp.1,6, 13-16 Sept. 2010
- [4] A. Mithani, D. Popovic, M. Huang, "Advanced Distribution Management Systems In BC Hydro's Distribution Network", CIRED, 21st International Conference on Electricity Distribution, Frankfurt, 2011 Paper 1185
- [5] G. D. Lembo, P. Petroni, C. Noce, "Reduction of Power Losses and CO2 Emissions: Accurate Network Data to Obtain Good Performance of DMS Systems", CIRED, 20th International Conference on Electricity Distribution, Prague, Paper 1185
- [6] D. S. Popovic, E. Varga, Z. Perlic, "Extension of the Common Information Model With a Catalog Topologies", IEEE Transactions on Power Systems, 2007, Vol. 22, No. 2
- [7] P. Vinter, "Dong Energy – Towards the Intelligent Utility Network", CIRED Seminar : SmartGrids for Distribution, Denmark, 2008, Paper 0037
- [8] Z. J. Simendic, V. C. Strezoski, G. S. Svenda, "In-Field Verification of the Real-Time Distribution State Estimation", 18th International Conference on Electricity Distribution, 2005
- [9] N. Katic, L. Fei, G. Svenda, Z. Yongji, "Distribution State Estimation Field Testing", 5th International Conference on Electricity Distribution, Shanghai, September 2012.
- [10] Popovic, D.S.; Strezoski, V.C.; Katic, N. A., "Power applications-a powerful tool for distribution networks management," Electricity Distribution, 2001. Part 1: Contributions. CIRED. 16th International Conference and Exhibition on (IEE Conf. Publ No. 482) , vol.3, no., pp.5 pp. vol.3,, 2001
- [11] N. Katic, "Benefits of Smart Grid Solutions in Open Electricity Market", Acta PolyTechnica Hungarica, vol.10, no:2, 2013.
- [12] E. T. Jauch, "Volt/VAR management – An essential Smart Function", Power Systems Conference and Exposition, 2009.
- [13] V. Dabic, C. Siew, J. Peralta, "BC Hydro's Experience on Voltage VAR Optimization in Distribution System", Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2010.
- [14] Jiyuan Fan; Borlase, S., "The evolution of distribution," Power and Energy Magazine, IEEE , vol.7, no.2, pp.63,68, March-April 2009
- [15] www.epdk.gov.tr, 02/08/2013
- [16] M.K.Celik, W.-H.E.Liu: A Practical Distribution State Calculation Algorithm; Proceedings of IEEE Winter Meeting '99, New York, NY, pp. 442-447
- [17][http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling\\_blackout#cite\\_note-9](http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_blackout#cite_note-9), 06/08/2013
- [18]<http://tribune.com.pk/story/153085/india-offers-pakistan-electricity-to-curb-load-shedding/>, 06/08/2013
- [19]<http://www.dallasnews.com/news/community-news/dallas/headlines/20110202-cold-cripples-50-power-plants-triggering-blackouts-for-thousands-across-dallas-fort-worth.ece>, 06/08/2013
- [20]<http://www.reuters.com/article/2009/05/12/idUS164216+12-May-2009+GNW20090512>, 11/08/2013
- [21] Daneshi, H.; Shahidehpour, M.; Choobbari, A.L., "Long-term load forecasting in electricity market," Electro/Information Technology, 2008. EIT 2008. IEEE International Conference on, vol., no., pp.395,400, 18-20 May 2008
- [22] N. Katic, M. Galic, L. Mijatovic, "Smart Grid Solutions Applied in Power Grid, Costs and Benefits", The 6th PSU- UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2013), Novi Sad, Serbia, May 15-17, 2013