

GÜÇ KALİTESİ MİLLİ PROJESİ

Yener AKKAYA

Ali GÖK

ÖZET:

Türkiye Elektrik Sistemi'nin TEİAŞ bölümü çok büyük bir sistem olup, bu sistem üzerinde verilecek olan kararların ve bu sisteme etki eden diğer sistemlerin (üretim, dağıtım ve tüketim) olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik yürürlükteki mevzuat çerçevesindeki yaptırımların uygulanabilmesi, aynı zamanda da TEİAŞ sisteminden kaynaklanan problemleri gidermeye yönelik karşı önlemlerin hayata geçirilebilmesi ve geleceğe yönelik projeksiyon ve planlamaların yapılabilmesi için TEİAŞ'ın sorumlu olduğu iletim sistemindeki Güç Kalitesi Bileşenleri ve Problemleri ile Aktif - Reaktif Güç Akışı hakkında gerçek zamanlı sağlıklı ve gerçekçi verilere ihtiyaç olduğu açıktır. TÜBİTAK desteğinde TEİAŞ, TÜBİTAK-BİLTEN (UZAY), ODTÜ, HÜ, DEÜ ve YTÜ kurumları güç ve işbirliği yaparak Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nde Güç Kalitesi'ne etki eden bileşenleri ve güç akışını Türkiye genelinde izlemek, problemlerini tespit etmek, değerlendirmek ve karşı önlemleri hayata geçirmeyi hedeflemişlerdir. TEİAŞ sahasında gerçekleştirilmekte olan ARGE Projesi sayesinde güç kalitesine etki eden değişkenler ve güç akışları gerçek zamanlı izlenebilmekte ve kapsamlı çalışmalar yapma imkanı olmaktadır. Projenin Adı; "Türkiye Elektrik Sistemi'nde Güç Kalitesine Etki Eden Değişkenleri ve Güç Akışını İzleme, Problemlerin Tespiti, Değerlendirilmesi ve Karşı Önlemlerin Hayata Geçirilmesi Projesi" olup kısaca "Güç Kalitesi Milli Projesi" olarak adlandırılmıştır.

AMAÇ:

Türkiye Elektrik iletim Sistemi'nde Güç Kalitesi bileşenlerini kesintisiz bir biçimde izlemeyi mümkün kılacak ilke, yaklaşım, donanım ve yazılım gereksinimlerini belirleyip buna uygun geliştirme çalışmaları yapmak, Türkiye'nin orta ve uzun dönemde gereksinim duyacağı elektrik enerjisi alanında güç kalitesi konusunda uzmanlaşmış mühendis ve araştırmacı potansiyelinin artmasına önemli ölçüde

katkıda bulunmaktadır. Böylece Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nde güç ve enerji akışları daha detaylı izlenebilecek, orta ve uzun dönemde Türkiye Elektrik Sistemi'nde güç kalitesi yükseltilerek ilgili evrensel standartları sağlar hale gelinecektir. Ayrıca, TEİAŞ'ın Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği ve Elektrik İletim Sistemi Arz güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği hükümlerini aşamalı bir biçimde uygulayabilir hale gelmesi sağlanacaktır.

PROJENİN KAPSAMI:

Güç kalitesi değişkenlerinin durumunun, dünyada mevcut standartların ışığında, kalıcı ve sürekli olarak izlenmesi için TEİAŞ Genel Müdürlüğü'nde Milli Güç Kalitesi İzleme Merkezi kurulmuştur. Bu merkez sayesinde aktif ve reaktif güç akışları ile harmonik akım, gerilim ve fliker değerlerinin kesintisiz ölçümlerle kaydedilip, değerlendirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen işlenmiş verilerin değerlendirilmesi sonucu problemleri noktalar tespit edilebilmektedir. Bu problemlerin kaynağının/kaynaklarının ve nedenlerinin tespiti amacıyla, kuramsal ve deneysel ek çalışmalar yapılacaktır.

En fazla olumsuz etki yaratan problemleri gidermeye yönelik esaslar ve çözüm önerileri geliştirilmesi amacıyla 2 adet uygulama prototipinin tasarlanıp gerçekleştirilecektir: Bunlardan bir tanesi ± 50 MVar gücünde 154 kV bara gerilim regülasyonu yapacak olan STATCOM, diğeri ise 34,5 kV gerilim seviyesinden baraya bağlanarak harmonik eliminasyonu yapacak olan Orta Gerilim Aktif güç filtresidir.

Söz konusu büyüklüklerin TEİAŞ tarafından uzun dönemli izlenmesini ve değerlendirilmesini olanaklı kılacak altyapı ve insan gücüne ilişkin öneriler ve programlar geliştirilmektedir. Ayrıca, 34,5 kV ,154 kV ve 380 kV gerilim seviyesinde geçici rejim ölçümleri yapabilecek ölçüm alt yapısı oluşturulmuştur. Bu ölçüm altyapısı ile aynı zamanda Ölçüm Sisteminin Kalibrasyonunu yapma imkanı da elde edilmiş olacaktır.

GETİRİLER

Ekonomik Getiriler:

Projeyle, İletim ve dağıtım sitemindeki kayıpların %10-20 oranında azalmasına zemin hazırlayarak, Türkiye Elektrik Sistemi'nde yıllık 100 milyon dolardan fazla tasarruf sağlanarak mevcut tesislerle daha fazla elektriksel güç iletilip dağıtılabilmesi

sonucunda elektrik enerjisine dayalı yatırımlarda ötelemelerin ve kaynakların daha acil ve/veya verimli alanlara kaydırılması temin edilecektir.

Teknik Getiriler:

İletim Sistemindeki güç kalitesinden kaynaklanan kayıplar asgari düzeye indirilebilecek, alınacak önlemlerin hayata geçirilmesi ile şebeke kirliliğinin önemli ölçüde engellenecektir.

Akademik Getiriler:

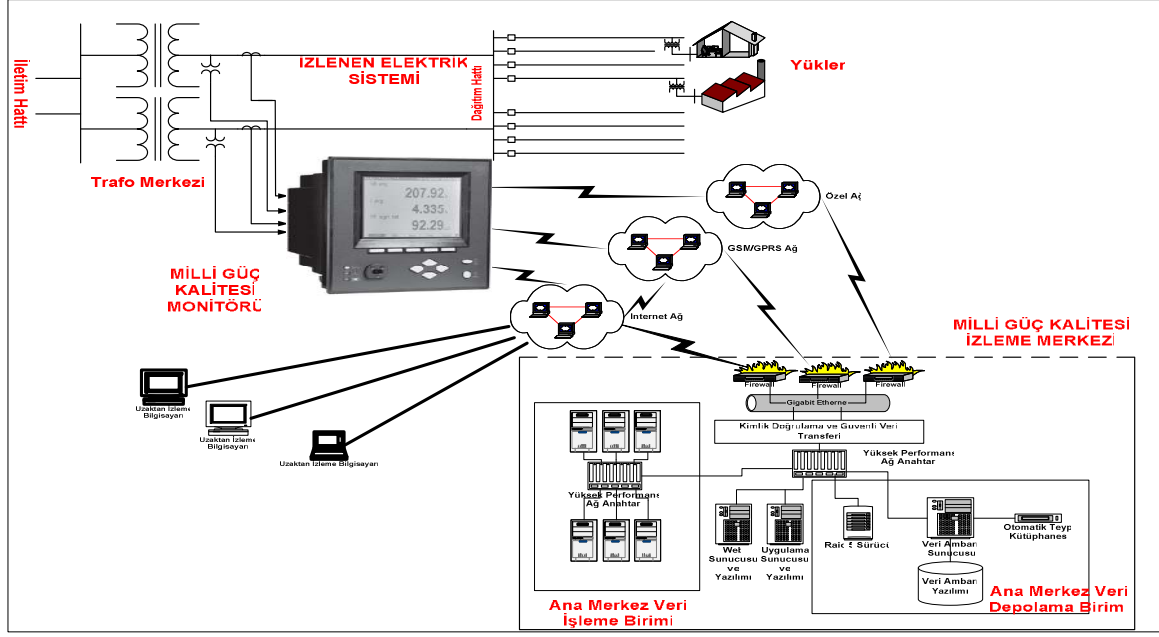
Ulusal ve uluslar arası dergilerde çalışmalarla ilgili olarak makaleler, konferans bildirileri yayınlanmakta, yüksek lisans ve doktora tezleri yapılmaktadır. Projeye, güç kalitesi konusunda uzmanlaşmış bir ekip oluşturulmuş olacaktır.

ALT PROJELER

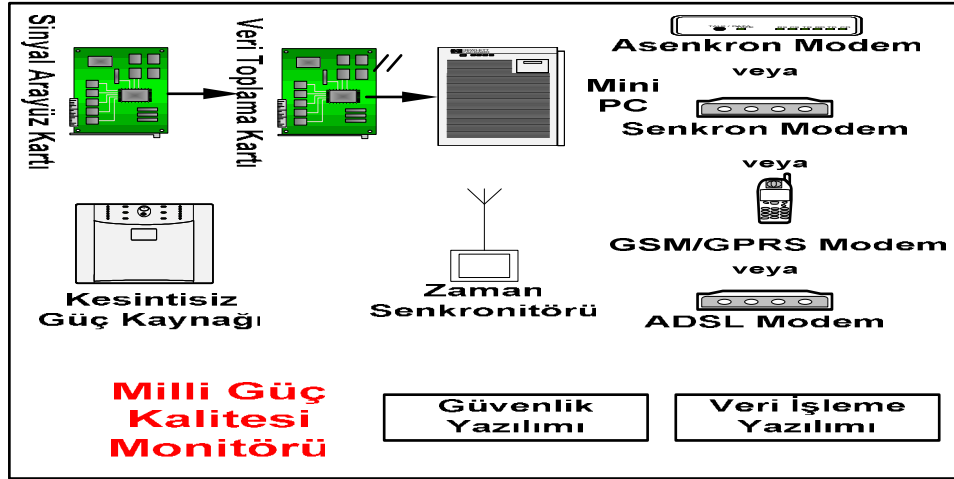
Türkiye Elektrik İletim Sistemi Güç Kalitesi İzleme Projesi:

Bu alt proje kapsamında Türkiye İletim Sistemi'nde seçilen en kritik noktalara Milli Güç Kalitesi Monitörleri bağlanarak, bu noktalardaki Güç Kalitesi Bileşenlerindeki (Frekans, Kaynak Gerilimin Büyüklüğü, Kırpışma, Kaynak Gerilimindeki Çukur ve Tepeler, Gerilim Kesilmeleri, Geçici Rejim Gerilim Bileşenleri, Kaynak Gerilimindeki Dengesizlikler, Gerilim Harmonikleri, Gerilim Ara Harmonikleri, Kaynak Gerilimdeki Ana Sinyal Gerilimi, Hızlı Gerilim Değişiklikleri, Ölçümdeki Alt ve Üst Değişim Parametreleri) değişimler ve Aktif ve Reaktif Güç Akışları gerçek zamanda ölçülüp analiz edilmektedir. Milli Güç Kalitesi Monitörü'nde kullanılan yazılım ve donanım sahada elde edilen deneyimin ışığında ve gelecekte değişebilecek ihtiyaçlar doğrultusunda tamamen yerli kaynaklarla iyileştirilebilecek, geliştirilebilecek ve güncellenebilecek şekilde tasarlanmıştır.

Türkiye İletim Sisteminde 4000 civarında ölçüm noktası bulunduğu ve proje çerçevesinde 150 adet Milli Güç Kalitesi Monitörü ile 300 civarında fiderde ölçüm yapılabileceği göz önüne alınarak, ölçüm noktaları Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nin davranışını en iyi ifade edecek şekilde seçilmiştir. Ölçüm noktası sayısı TEİAŞ tarafından tüm İletim Sistemi'ni kapsayacak şekilde orta ve uzun dönemde arttırılacaktır. Milli Güç Kalitesi Monitörleri tarafından her bir ölçüm noktası için ayrı ayrı işlenip Milli Güç Kalitesi İzleme Merkezine gönderilen ve burada toplanan veriler istatistiksel, geleceğe yönelik planlama ve arıza analizlerinin bilimsel olarak yapılabilmesine yönelik amaçlar için geliştirilen istemci yazılımı ile raporlanıp, oluşturulan Veri Tabanları'nda saklanmaktadır.



Şekil 1. Milli Güç Kalitesi İzleme Sisteminin Mimari Yapısı



Şekil 2. Milli Güç Kalitesi Monitörü Donanım Yapısı

Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nin herhangi bir noktasında enerji kalitesinde bozulma olması durumunda, Milli Güç Kalitesi Monitörünün bağlı olduğu diğer fiderlere ilişkin olay verileri Milli Güç Kalitesi Merkezi'nden sorgulanarak, bu olayla ilişkili diğer olaylar tespit edilip, söz konusu olayın Türkiye Elektrik İletim Sistemi'ne olan etkileri sayısal verilere dayalı olarak elde edilebilmektedir. TEİAŞ yatırım programlarını hazırlarken toplanan bu verileri kullanacak ve ayrıca yatırım yapmayı planlayan müteşebbislere, talepleri doğrultusunda muhtemel bağlantı noktalarının Güç Kalitesi hakkında rapor hazırlayıp verebilecektir.

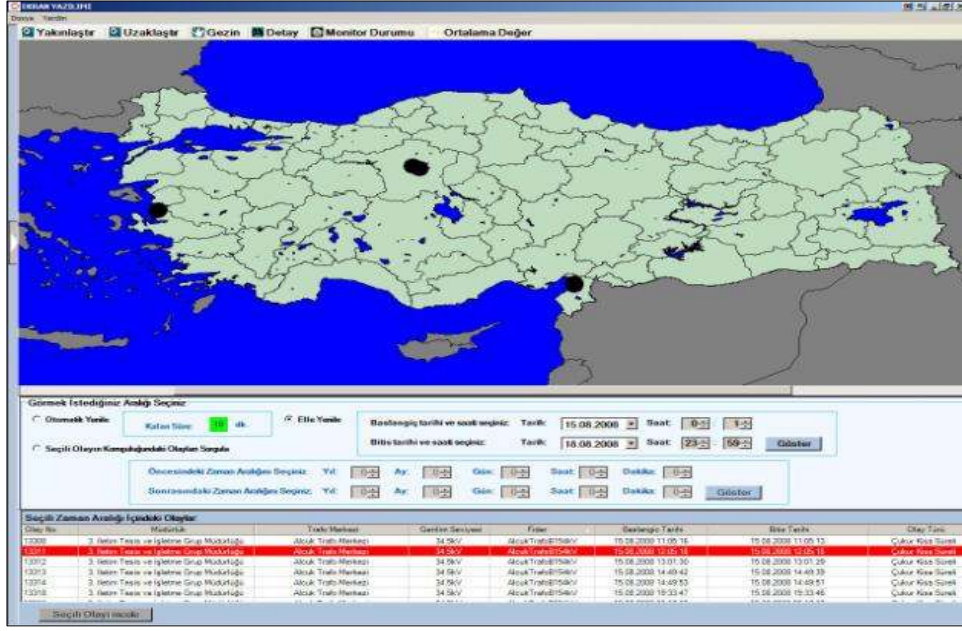


Resim 1. Güç Kalitesi Monitörlerinin Saha Montajı

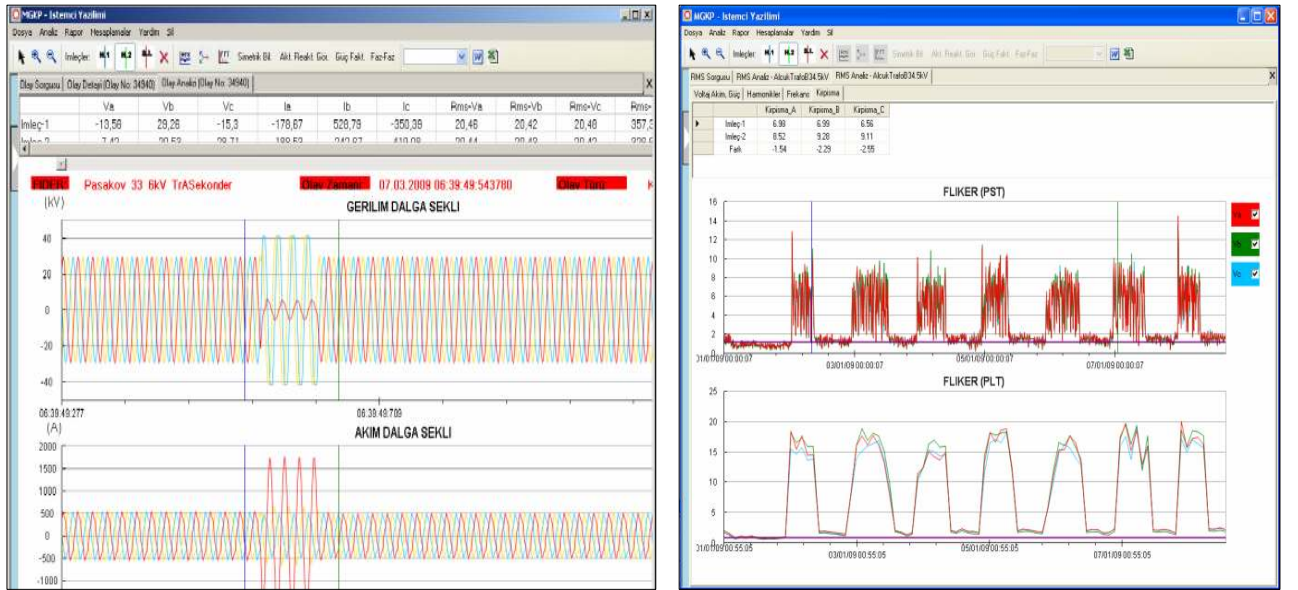
Milli Güç Kalitesi İzleme Merkezinde, Milli Güç Kalitesi Monitörleri tarafından her bir ölçüm noktası için ayrı ayrı işlenip gönderilen veriler istatistiksel amaçla tekrar işlenip oluşturulan Veri Tabanları'nda saklanmaktadır. Türkiye Elektrik Sistemi'nin herhangi bir noktasında bir olay olması durumunda, tüm Trafo Merkezlerine ilişkin veriler tekrar işlenerek, bu olayın Türkiye Elektrik Sistemi'ne ve buradaki merkezlere olan etkileri sayısal verilere dayalı olarak elde edilebilmektedir. Yetkilendirilen TEİAŞ personeli veya yetkilendirilen araştırmacı ve akademisyenler Veri Kütüphanesi'nde mevcut olan işlenmiş veya ham verilere mevcut bilgisayar ağı veya internet üzerinden ulaşabilmektedir. Milli Güç Kalitesi İzleme Merkezinde oluşturulan yazılım sayesinde, TEİAŞ halen yürürlükteki yönetmelik ve antlaşmaları uygulama yeteneğine kavuşmuş olacak ve hızlı Raporlama imkanı ile ölçüm sonuçlarını ilgili birimlere Rapor olarak sunabilecektir.



Resim 2. Güç Kalitesi İzleme Merkezi



Resim 3. Meydana gelen güç kalitesi olaylarının harita üzerinde gösterimi ile bu olayların zaman komşuluğundaki diğer olayların gösterimi.



Resim 4. İstenilen fiderler için detaylı olay analizi sorgusu.

Ayrıca, Güç Kalitesi alanında çalışan araştırmacı ve akademisyenler Milli Güç Kalitesi Merkezi Veri Kütüphanesi'nde mevcut olan işlenmiş veya ham verilere, dereceli yetkilendirme kapsamında internet üzerinden, geliştirilen istemci yazılımıyla ulaşabileceklerdir.

Mobil Güç Kalitesi Ölçümleri:

Mobil Güç Kalitesi Ölçümleri, dört adet test aracı kullanılarak TEİAŞ'a bağlı çok yüksek veya yüksek gerilimli şalt sahalarında yapılmaktadır. Her bir test aracında dört asıl, bir yedek Veri Toplama Sistemi ve sahada ihtiyaç duyulacak diğer ekipman ve aksesuarlar mevcuttur. Mobil Güç Kalitesi Ölçümlerinin temel amacı Türkiye Elektrik İletim Sistemi'nin Güç Kalitesi ve Güç Akışları açısından bir fotoğrafını çekerek, eğer var ise problemleri, problemlili bölge ve noktaları belirlemektir. Bu yöntemle belirlenen kritik noktalar bu proje kapsamında geliştirilen Milli Güç Kalitesi Monitörleri'nin öncelikli ve kalıcı olarak tesis edildiği noktalar olmuştur. Her bir noktada yapılan ölçümler IEC 61000-4-30 standartlarına göre en az yedi gün kesintisiz sürmekte, böylece hafta içi/hafta sonu, gündüz/gece ve puant zamanlarına ilişkin veri toplanabilmektedir. Söz konusu ölçüm sistemi, aktif ve reaktif güç akışları, gerilim ve akım büyüklükleri, harmonikler, kırpışma gibi elektriksel güç kalitesi büyüklüklerinin zamana karşı değişmelerini elde etmekte kullanılmaktadır. Yedi günlük ölçüm periyodu boyunca herhangi bir olay olması durumunda, bu olay ayrıntılı bir biçimde kaydedilmektedir.



Resim 5. Mobil Ölçüm Sistemi

Geçici Rejim Ölçüm Altyapısı Projesi:

Bu proje paketi kapsamında 400 kV ÇYG, 154 kV YG ve 36 kV OG seviyelerinde geçici Rejim Olayları'nı kaydedebilecek bir ölçüm altyapısı oluşturulmuş olup yaklaşık olarak 10 değişik noktada Geçici Rejim Olayları kaydedilecektir. Geçici rejim olayları 400 kV iletim sisteminde kullanılan seri kapasitör bankalarının ve şönt reaktörlerin anahtarlanması, 154 kV iletim sisteminde mevcut transformatörlerin OG taraflarında mevcut şönt kondansatör bankalarının anahtarlanması, ÇYG ve YG sistemlerinden beslenen transformatörlerin devreye alınıp çıkartılması, yüklerin devreye girip çıkması, bara transferleri, kuplaj kesicilerinin kapatılıp açılması, 3-faz, fazlar arası, faz-toprak gibi arızaların olması, sistemin çeşitli noktalarına ve yakınlarına yıldırım düşmesi gibi olaylardan sonra meydana gelmekte olup, bu süreçte ortaya çıkan akım ve gerilim değişimlerinin frekans band genişlikleri 1 MHz'e kadar çıkabilmektedir. Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri'nde kullanılan alışlagelmiş akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin band genişlikleri en çok 2-3 kHz değerine ulaşabilmektedir. Geçici Rejim Olayları'nın ölçüme dayalı tespiti, daha geniş band genişlikli ölçüm yeteneği olan yeni nesil Optik Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörleri ve RC Tipi Gerilim Ölçü Transformatörleri kullanılarak yapılacaktır. Bu yeni nesil ölçüm altyapısının band genişliği 20 kHz 'dir. Ayrıca, oluşturulan bu ölçüm altyapısı Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği'nin ilgili hükümlerinin doğru olarak TEİAŞ tarafından uygulanabilmesi için mevcut alışlagelmiş akım ve gerilim transformatörlerinin harmoniklere karşı olan tepkilerinin kalibre edilmesi amacıyla da kullanılacaktır.

Tablo 1. Optik Akım – Gerilim Transformatörlerinin Karşılaştırılması

Konvansiyonel Ölçü Trafoları	Optik Ölçü Trafoları
Frekansa bağımlı çıkış	20 kHz'e kadar yüksek doğrulukta ölçüm
Yüksek akımlarda doyum problemi	Doyum problemi olmaması
Geniş yer kaplama	Çok düşük ağırlık
Yağ izolasyonu	Yüksek basınçlı nitrojen yalıtım
Ferrorezonans olasılığı	Ferrorezonans olmaması
Harmonik ölçümlerinde yetersizlik	IEC 0.2S ve IEC 60044 ölçüm doğruluk doğruluk kıstaslarına uygunluk
	Aynı cihazda hem ölçüm hem koruma
	Dijital iletişim imkanı

Geçici rejim ölçüm altyapısı ile Seri ve Şönt Kondansatör Bankaları ve Şönt Reaktörlerin Anahtarlanmalarının ve Kesicilerin açılıp kapanması ölçülmesi düşünülmektedir. Böylece bu alt proje ile arıza esnasında oluşan geçici rejim olayları kaydedilebilecek ve yüksek doğrulukta harmonik bileşenlerin ölçümü (IEC 60044-8) yapılabilecektir. Ayrıca konvansiyonel ölçü akım-gerilim trafoları ile elde edilen ölçümler için kalibrasyon yapma imkanı doğacaktır.



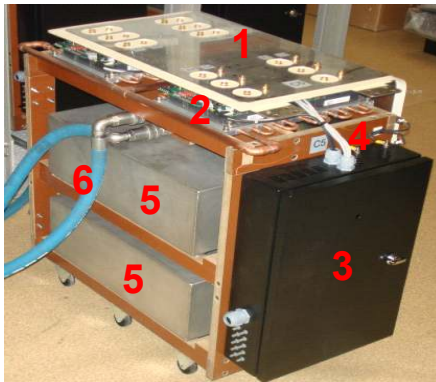
Resim 6. Geçici Rejim Ölçüm Sistemi Taşıma ve Römorklar



Resim 7. Geçici Rejim Ölçümleri Mobil Platformlar

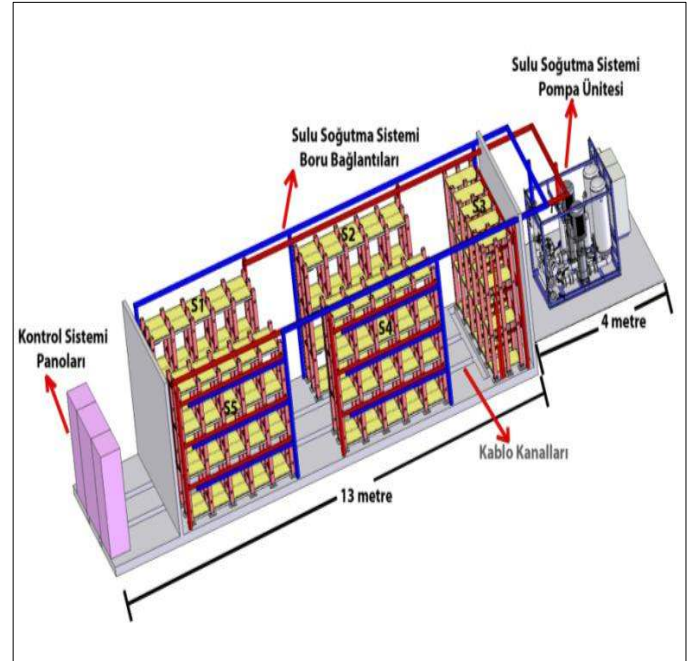
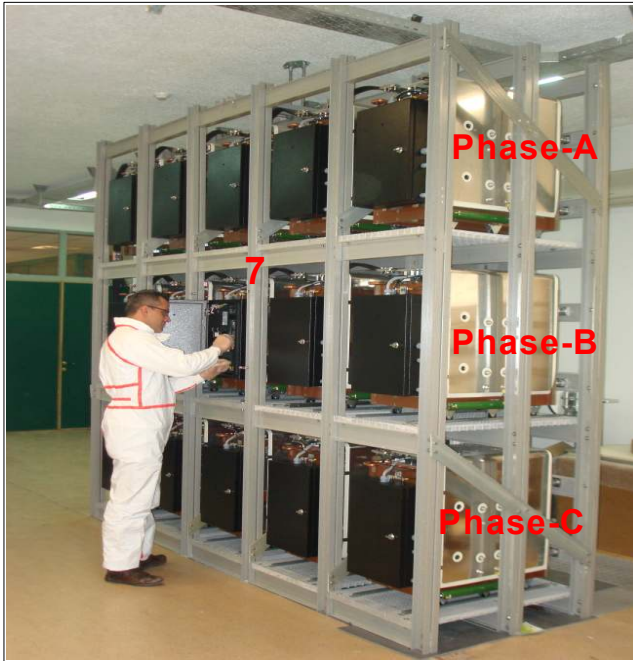
STATCOM Prototipi Projesi:

Bu alt proje kapsamında ± 50 MVar kurulu gücü olan ve 154 kV baraya kuplaj transformatörü (Coupling Transformer) üzerinden bağlanabilecek bir STATCOM Sistemi için araştırma ve teknoloji geliştirme çalışması yürütülerek bir prototip geliştirilmektedir. Bu amaçla Resim-8’de gösterilen ± 700 kVar H-Köprü ünitelerinden oluşan standart bir 10 MVar’lık birim geliştirilerek 5 adedinin paralel bağlanmasıyla ± 50 MVar kurulu güce ulaşılabilecektir. STATCOM prototipi Türkiye İletim Sistemi’ndeki mevcut 154 kV baraların elektriksel özellikleri dikkate alınarak tasarlanacağından, genelleştirilmiş 10 MVar’lık standart birimlerden oluşan modüler bir sistem olacaktır.



- 1- Lamine L-Bara
- 2- HV IGBT ve Sürücü Kartları
- 3- Ön Kontrol ve Bağlantı Panosu
- 4- Bezli Fiber Taşıyıcı İskelet
- 5- Paralel Bağlı Kondansatörler
- 6- Sulu Soğutma Bağlantıları

Resim 8. ± 700 kVar H-Köprü Ünitesi



Resim 9. Statkom Dorsesi

Ayrıca bir noktada ihtiyacın ortadan kalkması durumunda o noktadan kolaylıkla sökülüp, ihtiyaç duyulan başka bir noktaya kolaylıkla taşınabilir, bağlanabilir bir sistem olarak üretilmektedir. Sistem çok seviyeli (Multi-level), gerilim kaynaklı, evirgeç (VSI) tabanlı özgün bir sistemdir. Üretilen STATCOM gerilim dalgalanmalarından dolayı güç akışı problemi bulunan bir TEİAŞ barasına bağlanacak ve öncelikli olarak gerilim düzenleme işlevi görecektir. Ayrıca, kontrol sisteminde yapılacak düzenleme ile geçici rejim ve dinamik kararlılık sınır değerlerinin artırılmasına katkı sağlayabilecektir.

STATKOM literatürde iyi bilinen ve bir döner makina olan Senkron Kondansör'in güç yarı iletkenlerine dayalı statik bir eşdeğeridir. Bu nedenle, hem endüktif, hem de kapasitif bölgede reaktif güç üretebilen bir sistemdir.

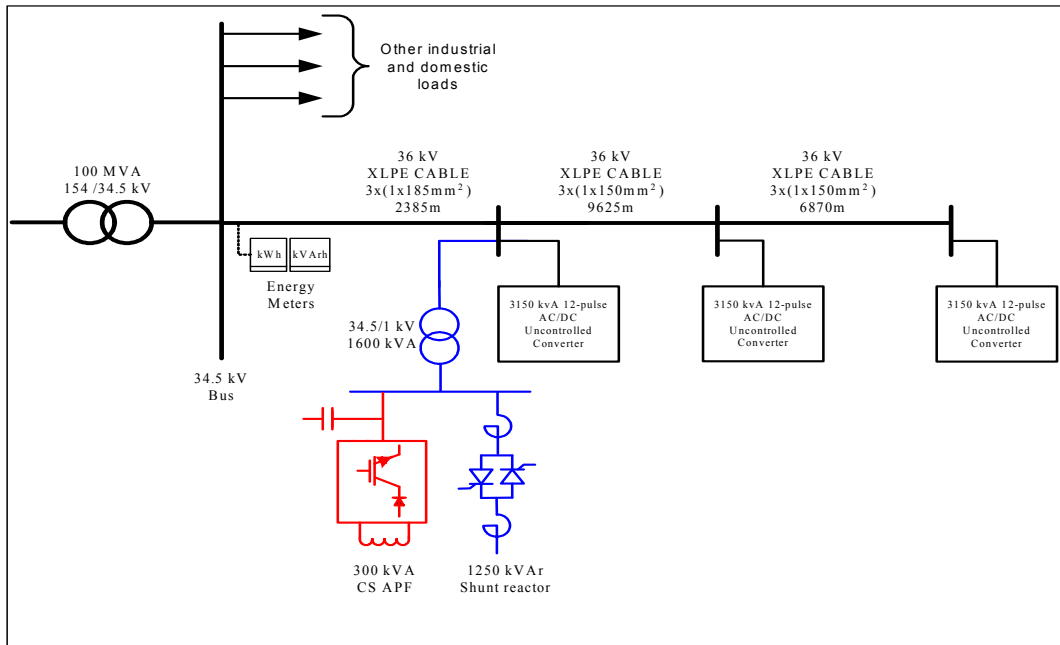
STATKOM'un iletim sistemine bağlanmasıyla reaktif güç akışının kontrol edilmesi, bağlandığı noktadaki gerilimin düzenlenmesi ve geçici rejim olaylarının sönümlendirilmesi sağlanacaktır. STATKOM'un bağlanmış olduğu noktadaki ihtiyacın ortadan kalkması durumunda başka bir problemli noktaya aktarılabilmesi için taşınabilir yapıda geliştirilmektedir. Tasarım Türkiye Elektrik Sistemi'nin ihtiyaçları dikkate alınarak geliştirileceği için, genelleştirilmiş bir sistem ortaya çıkacak ve gelecekte TEİAŞ'ın ihtiyaçları kadar üretilbilecektir.

OG Aktif Güç Filtresi:

10 Kasım 2004 tarihli "Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği"nin yürürlüğe girmesiyle birlikte Reaktif Enerji Ceza Sınırları değiştirilerek 2008 yılı başından itibaren elektriksel yüklerin ve elektrik dağıtım sistemlerinin neredeyse 1.0 ortalama güç faktöründe çalıştırılmaları zorunluluk haline gelmektedir. Bu yeni ceza sınırları, 2009 yılına doğru Türkiye Dağıtım Sistemi'nde giderek daha çok kondansatör bankasının tesis edilmesi sonucunu doğuracaktır. Dağıtım Sistemi, İletim Sistemi ile beraber düşünüldüğünde, modern endüstriyel yükler tarafından enjekte edilecek olan akım harmonikleri tüm sistemde paralel rezonans olayı oluşması tehlikesine yol açabilecektir. En azından, bazı harmonikler ciddi boyutlarda büyümeye uğrayabilecektir.

Bu alt proje kapsamında 5 MVA kurulu gücü olan ve 36 kV baraya kuplaj transformatörü üzerinden bağlanabilecek bir OG Aktif Güç Filtresi Sistemi için araştırma ve teknoloji geliştirme çalışması yürütülerek bir prototip geliştirilmektedir. Bu amaçla, standart 1 MVA'lık birimler geliştirilerek, 5 adedinin paralel bağlanmasıyla

5 MVA kurulu güce ulaşılacak ve tespit edilen en problemli noktaya bağlanacaktır. OG Aktif Güç Filtresi prototipi de geliştirilmiş 1 MVA'lık standart birimlerden olduğundan modüler ve bir noktada ihtiyacın ortadan kalkması neticesinde o noktadan kolaylıkla sökülüp, ihtiyaç duyulan başka bir noktaya kolaylıkla bağlanabileceği için taşınabilir bir sistem olacaktır. Çok hızlı tepki gösterebilen bu OG Aktif Güç Filtresi, Dağıtım Sisteminden kaynaklanan düşük frekanslı harmonik akım bileşenlerinden paralel rezonans olayına neden olabilecek bileşeni (3., 5. veya 7. harmonik akım bileşeni) söndürülerek, bu harmoniğin İletim Sistemi elemanları üzerindeki tahrip edici etkilerini giderecektir.



Şekil 3. Bursaray Akım Kaynaklı OG Aktif Güç Filtresi

Tablo 2. O.G Aktif Filtre BURSARAY Sonuçları

	Önce (%)	Sonra (%)
11.	16.70	3.67
13.	13.30	3.99

(11. ve 13. Akım Harmonikleri için sınır değer % 5.5)

