

# GÜNEŞ FIRTINALARININ ENERJİ SİSTEMLERİNE ETKİSİ

Çeviri: Doğan ANAKÖK

**G**üneşteki manyetik bozunmalar, toprakta yer manyetik alanınca endüklenen düşük frekanslı akımlara (YMA) yol açmaktadır. Periyodu 5-15 dakika arasında değişen bu akımlar yıldırı\* topraklı trafolar ve reaktörlerin nötründen iletim hatlarına girebilmekte, işletmede ve ekipmanlarda arızalara yol açabilmektedir.

13 Mart 1989'da çok ciddi bir yer manyetik bozunması ortaya çıktı: Bunun sonucu, çeşitli güç sistemlerinde arızalar oluştu. Quebec bölgesindeki kesinti sonucu müşterilere enerji verilemedi, Pennsylvania'nın Volkanik kayalar bulunan bölgesi yakınlarında kapasitör bankları devre dışı oldu.

Yine Pennsylvania bölgesinde 500/138KV, 350 MVA'lık bir ototrafo tankının boyası ciddi olarak yanarken, New Jersey'de bir generatör yükseltici trafosu arızalandı. ABD ve Kanada'da çok çeşitli diğer olaylarda kapasitörler devre dışı oldu, gerilim ve reaktif güç sınımları, ortaya çıktı, arıza kaydediciler çalıştı ve alarmlar verdi. Anılan ülkelerdeki elektrik kurumları o tarihten sonra da benzer oluşumlara tanık oldular.

## YMA'nın Nedenleri

YMA, güneş rüzgarlarındaki değişimin yer manyetik alanı ile etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Güneş rüzgarı sürekli mevcut olduğu halde, elektrik kurumlarındaki sorunlar, rüzgarın güçlü olduğu "güneş fırtınaları" dönemlerinde ortaya çıkmaktadır.

(\*) Power Technologies, Inc  
Power Technology issue No. 62, July 1990  
F.S. Prabhakara, G.Ö. Thomann

Güneş rüzgarının yer manyetik alanı ile etkileşimi, çok karmaşık bu süreç sonucu elektrojetlerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu konuda kapsamlı bir açıklama "Scientific American" dergisinin Mayıs 1989 sayısında çıkan bir makalede Akasofu tarafından yapılmıştır.

Elektrojetler, kutbun gün doğumu tarafında batı yönünde, gün batımı tarafında ise doğu yönünde akan toprak akımlarıdır. Elektrojetler yer yüzeyinde yer yüzeyi potansiyeli (YYP) adını alan bir elektrik alanı yaratırlar. YYP'nin genliği düşük iletkenli bölgelerde en yüksek olmak üzere, iletkenlikle ters orantılı olarak değişmektedir.

Çok büyük güneş fırtınalarında, güney yönünde çok daha uzak mesafelere kadar etkili olan elektrojetler, genellikle kutba daha yakın kuzey enlemlerinde varlığını duyurmaktadırlar.

Bu, işletme bölgeleri daha çok kuzey enlemlerinde olan elektrik kurumlarının daha fazla riske sahip olduğunu göstermektedir, özellikle düşük elektriksel iletkenliğe sahip, volkanik kayaların bulunduğu yerlerde YMA'nın olumsuz sonuçları daha yüksektir.

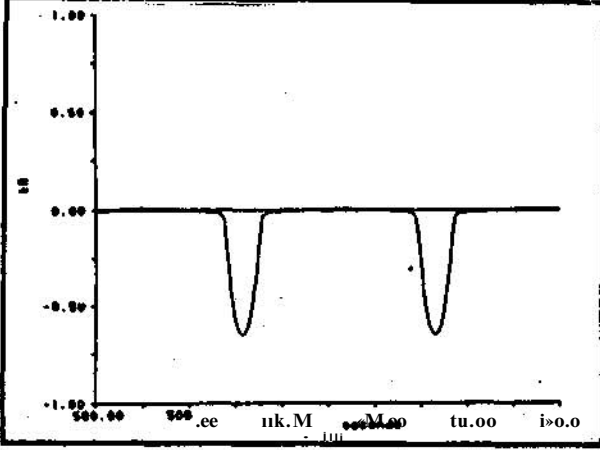


**YUKARIDAKİ FOTOĞRAF** Kuzey Kutbu'nun üzerindeki 'auroral oralı'nın görüntüsüdür. Sol taraftaki yarım ay biçimindeki aydınlık, dünyanın gündüzü yaşayan kısmını göstermektedir. (Kaynak: Scientific American, Mayıs 1989)

## Enerji Sistemlerinde YP'nın Bazı Etkileri

Yer yüzeyi potansiyelinin önemli ölçüde yüksek olduğu durumlarda, enerji iletim sistemlerinde bir bias oluşur. Bu bias iletim sistemlerinde akım akmasına yol açar. Akımların frekansının çok düşük olması nedeniyle, sistemin ancak doğru akım (DA) direnci bu akıma engel oluşturur.

Etkili topraklanmış ve iletim hatlarına doğrudan bağlanmış güç trafoları YMA'dan tehlikeli biçimde etkilenirler. Trafo sargılarına giren YMA, trafonun doyuma (saturasyon) ulaşmasına neden olur.



Şekil 1: Trafonun 500 KV tarafındaki ikaz akımı

Şekil 1 de 24 Kv'luk üçgen bağlı primer sargısı ve 500kv'luk yıldız topraklı sekonder sargısı olan 1250 MVA'lık bir generatör yükseltici trafosunun ikaz (uyarım) akımının benzeşim (simulasyon) sonuçları görülmüyor.

Benzeşim sırasında yüksek gerilim sargısından 89A'lık YMA akımı aktı. Trafonunun 500Kv tarafındaki normal ikaz akımı yaklaşık 7 A rms'tir. YMA'nın mevcut olduğu durumda ikaz akımı BOCA'n üzerinde tepe değerlerine ulaşmaktadır.

**"Nötrde direnç kullanılması, YMA akışının sisteme girişini önlemede görece kolay bir yöntemdir. Direnç kullanımı ile YMA girişi tümüyle önlenmemekte ancak uygun bir ölçüde (büyüklükte) seçilirse zararsız düzeylere indirilmektedir."**

Trafo 110 MVar lık bir reaktif gücü üzerine almaktadır. YMA'dan kaynaklanan doyma (saturasyon) trafonun hasarlanmasına, VAR alınması ise gerilim regülasyonu sorunlarına yol açar. Doğrusallıktan iyice uzaklaşan trafo ikaz sisteminde oluşan harmonik akımları ise yakındaki şönt kapasitör banklarına doğru akar.

Kapasitör banklarına akan harmonik akımları, banklara ait koruma rölelerinin çalışmasına ve bankların beklenmedik şekilde devre dışı kalmasına yol açar. Bu durum sistemde daha büyük gerilim (ayar) regülasyonu sorunlarına neden olacaktır. YMA'nın etkisi ile gelişen bu zincirleme olumsuzluklar, sonuçta daha büyük arızaların, ve tüm sistemin çökmesinin nedeni olabilecektir.

## YMA'nın Saptanması vs ölçülmesi

YMA'nın saptanmasına ilişkin çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Çeşitli kurumlarca şu anda kullanılan bu yöntemlere göre, trafo nötrlerinde DA akımı izlenmektedir. Diğer bir yöntem bir trafo merkezindeki VAR (Reaktif güç) dengesinin ölçülmesine dayanmaktadır.

Eğer net VAR tüketimi trafolar için normal olarak gerekli olandan çok daha fazla ise bu durum trafodan YMA «kışının bir göstergesi kabul edilmektedir. Bu yöntem nötrden akan toprak akımları yerine doymayı (saturasyon) temel aldığı için ototrafolar da kullanılabilir. Üçüncü yöntem ise trafoların işitsel izlenmesidir. (Audio monitoring). YMA tarafından doyuma ulaşan trafoların çok gürtülü çalışmaları bilinmektedir.

## YMA'nın Etkilerinin Örltnm»s

YMA'nın iletim sistemine girişini önleyen ya da etkilerini zayıflatan çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Yöntemlerden biri YMA'nın trafonun sistem topraklama bağlantısından girişini bloke etmektir, (önlemektir.) önleme (Blokaj) işlemi kapasitör yada direnç lürü bir nötr empedansı yardımı ile yapılabilir.

Kapasitör DA YMA akışını hemen hemen tümüyle önleyecektir. Ancak kapasitif reaktans sistemin sıfır bileşen empedansından çıkarıldığı için faz toprak arızalarında arıza akımını büyütecektir.

Ayrıca Faz Toprak arızalarında kapashörün terminallerinde oluşacak gerilim düşümü, yalıtım dayanma sınırının üzerinde bir büyüklükte olabileceği için kapasitörün korunması gerekecektir. Atlama aralığı (spark gap) gibi çok hızlı çalışan bir koruma sistemi bu amaçla kullanılabilir. Geleneksel parafudrların (Surge arresters) enerji emme yeteneğindeki sınırlamalar nedeniyle, çok sayıda kullanılmaları gereği pratik zorluk yaratacaktır.

Atlama aralığının, etrafındaki gerilim çok düşük olduğu için, aşırı enerji emme sorunu yoktur.

Nötrde direnç kullanılması, YMA akışının sisteme girişini önlemede görece kolay bir yöntemdir. Direnç kullanımı ile YMA girişi tümüyle önlenmemekte ancak uygun bir ölçü-

de (büyüklükte) seçilirse zararsız düzeylere indirilmektedir.

Direnç kullanımının arıza akımı üzerindeki etkisi de azdır. Sistem empedansı ile arasında 90° faz farkı bulunması nedeni ile sistem empedansını etkilememektedir.

Ancak konulacak direncinde faz toprak arızalarında korunması gerekecektir. Arıza süresi boyunca nötrden akan akımın oluşturacağı enerjinin emilmesi sorunu burada da mevcuttur. Bu yüzden direncinde kapashör örneğinde olduğu gibi bir atlama aralığı ile korunması en uygun çözümdür.

Direnç kullanımında atlama aralığı daha yüksek bir değere ayarlanmaktadır.

YMA akımları seri kapasitörlerle de bloke edilebilirler. İletim hattının güç transferi özelliğini artırmak üzere, önceden öngörülmüş bir seri kapasitör mevcutsa, bu durum YMA akışını da önleyecektir.

Tüm koruma Sistemi yukarıdaki yöntemlerin bir veya birkaçını aynı anda içerebilir. Bazı durumlarda yalnızca bir güç trafosunun korunması gerekecektir, o zaman uygun bir nötr empedansının kullanılması yeterli olacaktır.

Başka bir durumda enerji sistemine ait geniş bir bölgenin korunması söz konusu olduğunda, daha tümelşik bir yaklaşımın izlenmesi gerekecektir.

Bunu gerçekleştirmek için jeolojik bilgiler ışığında elde edilen bir toprak iletkenlik modeli, akımın büyüklüğü, yönü ve yoğunluğu konusundaki tahmini bilgilere dayanan bir elektrojet modellemesi ile komple bir etüd gerekecektir.

Daha sonra YYP dağılımını kestirmek için bir bilgisayar modeli kullanılabilir.

Yalnızca hat, trafo ve trafo merkezi topraklama dirençlerini kullanarak bir sistem empedans modeli geliştirilebilir. PSS/E veya benzeri yük akışı programı, sistem dirençleri ve yüzey gerilim dağılımı kullanılarak, "gerçek" DA yük akışı programı çalıştırılarak YMA akımının sistemde akışına ilişkin tahminde bulunulabilir.

Hesaplanan değer, güneş fırtınaları sırasında sistemde ölçülebilen gerçek değerlerle karşılaştırılarak, hesap ve ölçme değerleri arasında uygun bir korrelasyon elde edilecek şekilde model değişikliklerine gidilebilir.

Ardından, koruma aygıtları modellere yerleştirilerek YMA düzeylerinde yeterli bir azalma elde edilene kadar benzeşim (simulasyon) çalışmaları tekrarlanır.

## Murphy Yasaları

### GROSSTJN ÖZLÜSÖZÜ:

Gerçeklerin tümü aynı kefeye girmez. İyi ve Kötü gerçekler vardır. Bilim, iyi gerçeklerden yola çıkar.

### ULZTJN BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA TASALARI:

- 1- Verili bir program yürüyorsa, yürürlüğü kalmamıştır.
- 2- Verili bir program, her zaman daha çok paraya ve zamana patlar.
- 3- Program yararlıysa, değiştirilmesi gerekecektir.
- 4- Verili program, belleğin tümünü dolduracak ölçüde şişecektir.
- 5- Program yararlıysa, arşive geçecektir.
- 6- Programın değeri, çıktısının şişkinliğiyle düz orantılıdır.
- 7- Programın kanmışıklığı gitgide artarak programcının sınırlarını aşacaktır.
- 8- Programcılara İngilizce program yazma hakkını tanıyın, programcıların İngilizce yazmadıklarını görürsünüz.

### Charley in'Gözlemi:

Bilgisayar, Murphy icadıdır.

### Lantau'nun Programcı İkilimleri:

- 1- Dünyanın en iyi programcısı içimizden biri olsa gerek.
- 2- İnsanlaşan bir bilgisayar, zamanla bilgi saymaya daha az, insanca davranmaya daha çok zaman ayıracaktır.
- 3- Bir yazılım ekibi kendi ufkuyla sınırlıdır ve o yazılım sınırını aşmaz.
- 4 Sistem programlanan bir sistemin işlediğini belirtiyorlarsa, bir kere işlemiş ve bir gün birkaç kere daha işleyecek demektir.

### Proje Takviminin "Doksanda-Doksan" Kuralı:

Çabaların ilk yüzde doksanı, zamanın yüzde onunu, son yüzde onsa kalan yüzde doksanı götürür.

### Tasarlamacı'nın Kâbusu:

Tıkır tıkır işleyen her cennetlik sistem, girçliyi sağlayan ve çıktıyı kullananlar için cehennemdir.

### Horowitz Kuralı:

Bilgisayar, yirmi kişinin yirmi yılda yapacağı hataları iki saniyede yapar.

### GIBIn Bilgisayar Konusundaki İkircikleri:

- 1- Herhangi bir sistemin hata saptama ve düzeltme yetileri, hangi hatalarla başedemediğini gösterir.
- 2- Saptanamayan hatalar sayısızdır, saptanabilenlerse sayılıp dökülmüştü!.