

Dağıtım Şirketleri AR-GE Projesi Sonuç Raporu

A. Proje Kimlik Bilgileri:

ARGE Proje Kabul #	29.9.2015 58898295-110.05.02.01-47763
Başvuru Sahibi:	Toroslar Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi- İstanbul Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
Başvuru Sahibinin Adresi:	Toroslar- Cemal Paşa Mahallesi Cevat Yurdakul Caddesi No:2 Seyhan Adana Ziyapaşa V.D. / 8560305474- AYEDAŞ- Bağlarbaşı Mahallesi Refahevler Sok. No2/2 B-Blok Maltepe İstanbul
Proje Adı:	Şebeke Kısa Devre Akımlarının Etkilerinin Azaltılması ve Arıza Akımı Sınırlandırıcı Çözümlerinin Araştırılması, Pilot Uygulama Çalışmaları
Proje Bölgesi:	Adana Afetevleri İndirici Merkezi
Proje Süresi:	29 Ay(19+10 ay süre uzatımı)

B. Proje Sonuç Değerlendirme Özeti:

Kısa devre akım seviyeleri elektrik şebekesinin genişlemesi ve yenilenebilir enerji santrallerinin yaygınlaşmasıyla sınır değerlere yaklaşmaktadır. Projede yapılan şebeke simülasyonları sonucu 3-faz ya da faz-faz kısa devre akım seviyelerinin 16kA seviyesini geçmediği görülmüştür. İletim seviyesinde ya da dağıtım seviyesinde bağlanan hiçbir üretim santrali kısa devre akım seviyesini sınır değer üstüne taşıyamamıştır. En büyük tehlike TEİAŞ TM'lerin 36 kV seviyesinde doğrudan baraya bağlanan santrallerde görülmüştür. Ancak bu durumda da TM'nin mevcut kısa devre akımı 16 kA çok yakın olması gerekmektedir.

Dünyada 3-faz ya da faz-faz kısa devre akım limitleme uygulamaları incelendiğinde genelde iletim seviyesinde kaldığı ya da trafoların paralel işletildiği durumlarda sınır değerler aşılabildiği için kullanıldığı görülmüştür. Türkiye'de ise trafoların paralel çalıştırılması yasak olduğu için çok kısa süreliğine paralele giren bara kuplajlarında akım limitleyiciler ya da reaktörler kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca kısa devre akım limitleyiciler süperiletkenler ve güç elektroniği ekipmanları ile yapıldığı için maliyetleri oldukça yüksek bulunmuş ve uygulanabilir görülmemiştir.

Projede, dağıtım sisteminde en çok yaşanan faz-toprak arızalarına odaklanılmış ve bu arızaları limitleme yöntemleri incelenmiştir. 20 ohm'luk seri direnç yerine reaktör kullanma, seri direnç ve reaktörü seri ve paralel bağlama durumları, petersen bobini uygulamaları incelenmiştir.

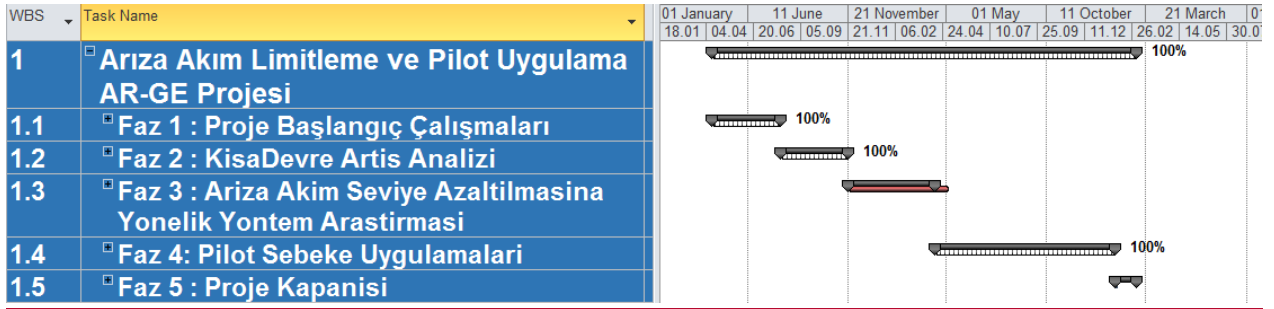
İsveç menşeli Swedish Neutral firmasının ürettiği Ground Fault Neutralizer(GFN) cihazı pilot bölge uygulaması için uygun görülmüş ve ADANA Afetevleri İndirici Merkezi'nde devreye alınıp etkileri gözlenmiştir. GFN petersen bobini uygulamasının inverter yardımıyla daha güvenilir ve akıllı şebeke uygulamasına dönüştürülmüş halidir. GFN ile birlikte toprak arızalarında yeni bir koruma mantığına geçilmiştir. GFN arıza anında arızalı fazdaki gerilimi ve arıza akımını 60 ms içinde 0'a indirir. Aynı anda arızalı olmayan fazlarda faz-toprak arası gerilimler faz-faz gerilimine yükselir ancak fazlar arası gerilimler sabit kalır. Bu sayede geçici arızalarda enerji kesintisi yaşanmaz ve operasyon müdahalesi gerekmez. Kalıcı toprak

arızalarında ise operasyon ekipleri müdahale edene kadar tedarik sürekliliği devam eder. Ayrıca arıza anlarında yaşanan gerilim çökmeleri ve kesintili arızaların etkileri ortadan kalkmış olur. Burada önemli olan gerilim yükselmeleri uzun sürebildiği için ekipmanların izolasyon seviyeleri bu gerilim seviyesine dayanıklı olmalıdır.

C. Proje Sonuç Değerlendirmesi:

C.1. Proje İş Planı ve Zaman Takvimi

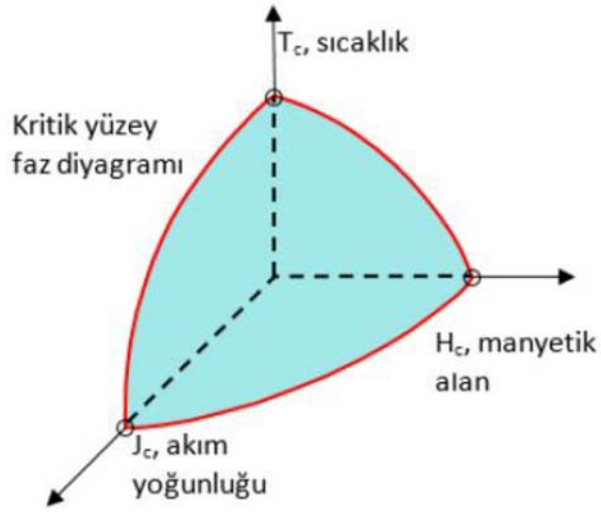
Tablo 1 Proje Planı



C.2. İş Paketleri

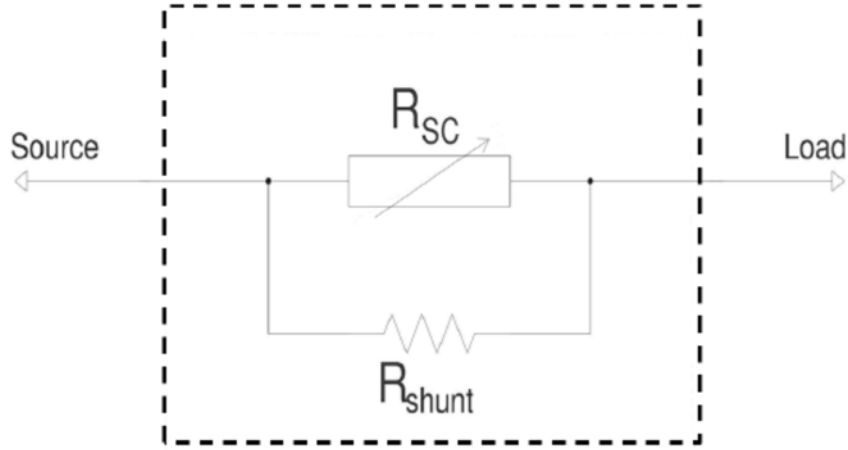
İş paketi 1- Proje başlangıç çalışmaları

Literatür araştırması ve yurt dışı örnek uygulama araştırmaları bu iş paketinin en önemli çalışmaları olmuştur. Arıza akımlarının hangi koşullar altında arttığı araştırılmıştır. Ayrıca yaygınlaşmakta olan dağıtık üretim santrallerinden güneş, rüzgâr ve hidroelektrik santralleri incelenmiş şebeke bağlantı yöntemleri raporlanmıştır. Arıza akımlarının yükselmesiyle birlikte kesici, trafo gibi dağıtım şebekesi elemanlarının ömürlerinin nasıl etkileneceği araştırılmıştır. Literatür taramasında Şekil 1’de görüldüğü gibi teorik olarak süper iletkenlerin hangi koşullar altında bu özelliği gösterdiği ve hangi koşullarda arıza akımına direnç oluşturup onu limitleyeceği araştırılmıştır.



Şekil 1 Süper iletkenlik bölgesi

Şekil 2’de görülen dirençli süper iletken arıza akım limitleyici ve diğer limitleyiciler incelenmiş çalışma mantıkları ortaya konmuştur.



Şekil 2 Dirençli süper iletken sınırlayıcılar

Bunun yanında trafo topraklama yöntemleri de incelenmiş ve toprak arızalarının nasıl sınırlandırılabileceği anlaşılmıştır.

Bu iş paketinde oluşturulan diğer rapor mevzuat inceleme raporudur. Bu rapor kapsamında kısa devre akım değerleri, topraklama yöntemleri, adım gerilimleri, vb. kanun, yönetmelik ve tebliğlerde incelenmiştir.

Son olarak bu iş paketinde sektör uygulamaları raporu oluşturulmuştur. Bu raporda Çin, ABD, Kore, İngiltere, Almanya gibi ülkelerde çeşitli teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilmiş arıza akımı limitleme projeleri incelenmiştir.



Şekil 3 Süper iletken arıza akımı limitleyici uygulaması

Ayrıca nötr topraklama reaktörü ve direnci uygulamaları da incelenmiştir.

İş Paketi 2- Kısa Devre Artış Analizi

Bu iş paketinin ilk raporunda piyasada bulunan çeşitli markaların ürettiği arıza akım limitleyiciler katalog bilgilerinden ve firmalardan temin edilen teknik dokümanlar yardımıyla incelenmiş ve Tablo 2'deki gibi karşılaştırılmıştır.

Tablo 2 Arıza akımı limitleyiciler ve teknik özelliklerin karşılaştırılması

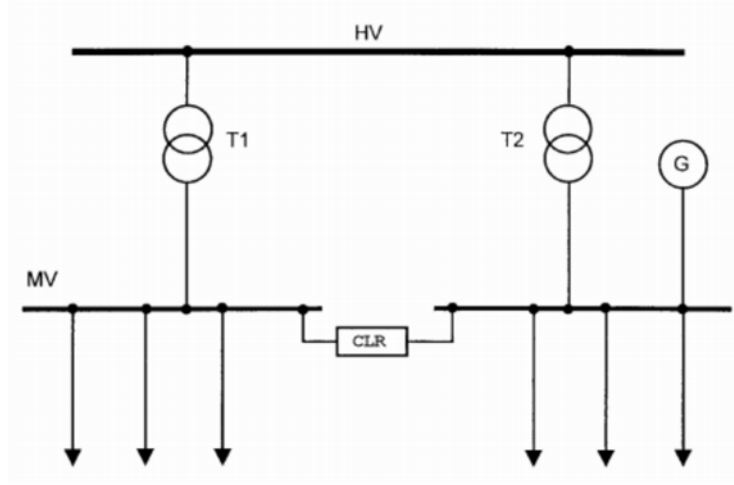
Firma	Teknoloji	Uygulama	Cevap Süresi	Toparlanma Süresi	Kayıplar	Gerilim Düşümü	Limitleme Oranı	Soğutma Sistemi
ABB	Anahtarlama	3 Faz	1 ms	Ekipman yenilenmesi	Minör watt	~ 0%	<%50	-
AMAT	Katı Hal	3 Faz	3 ms	Ani	Reaktöre Benzer	~ 0%	<%70	Hava
AMAT	Süper iletken	3 Faz	Ani	5-10 sn	Minör watt	~ 0%	<%70	Sıvı Nitrojen
GridOn	Ferromanyetik Nüve	3 Faz	1 ms	Ani	0,2%	~1%	<%50	Hava
Nexans	Süper iletken	3 Faz	1 ms	3-5 dakika	Reaktöre benzer	~0%	<%70	Sıvı Nitrojen
Swedish Neutral	Anahtarlama	Faz Toprak	60 ms	Ani	Minör Watt	-	Tasarıma Bağlı	Hava

Gerçekleştirilen şebeke simülasyonları ile şebeke genişlemesi ve yenilenebilir enerji entegrasyonunun yaygınlaşmasıyla arıza akım seviyelerindeki yükselmeler incelenmiştir. Çalışmalar AYEDAŞ şebekesi üzerinde yapılmış öncelikle trafo merkezlerinin bağlantı grupları, Uk değerleri, topraklama dirençleri gibi değerlerin değişimiyle oluşan arıza akımlarının nasıl değiştiği gözlenmiştir.

Ardından şebeke genişlemesinin kısa devre akım seviyelerine etkisini inceleyebilmek için 2015, 2020 ve 2025 için değerlendirmeler yapılmış ve kısa devre akım seviyesindeki artış incelenmiştir. İletim şebekesine ve dağıtım şebekesinde üretim santralleri bağlanıp kısa devre akımlarının artışları raporlanmıştır.

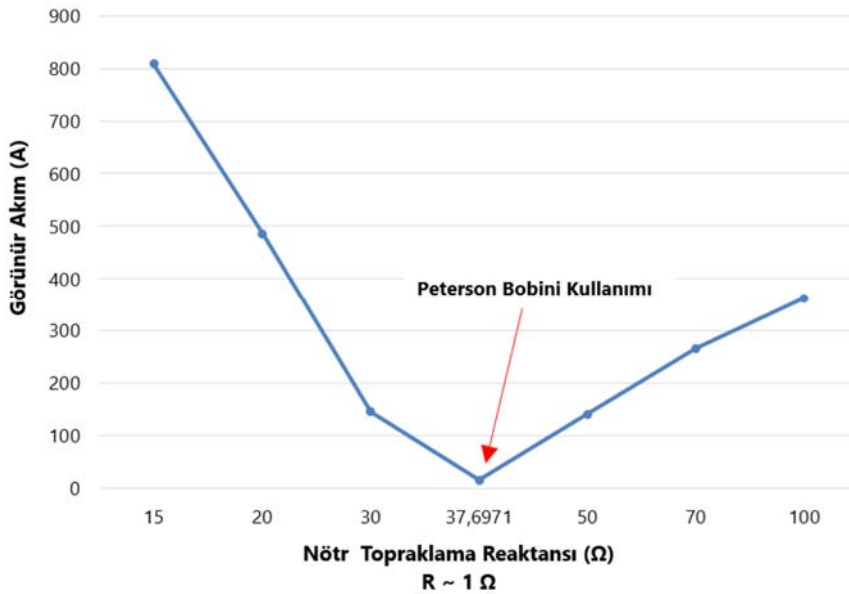
İş Paketi 3- Arıza Akım Seviye Azaltılmasına Yönelik Yöntem Araştırması

Arıza akım seviyelerinin azaltılmasına yönelik yöntemlerin olası uygulamaları bu iş paketinde şebeke simülasyonları yardımıyla analiz edilmiştir. Arıza akımı limitleyicilerin; trafo çıkışı, fiderler, kuplaj noktası gibi farklı noktalarda kullanıldığında arıza akımlarını hangi oranda azaltacağı incelenmiştir.



Şekil 4 paralel çalıştırılan trafolarda arıza akım limitleyici uygulaması

Ayrıca trafo topraklama yöntemleri ile ilgili simülasyonlar da gerçekleştirilmiştir. Trafoların reaktör ve direnç ile topraklandığında toprak arızası akımlarının nasıl değiştiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında reaktör ve direncin seri ve paralel bağlanma durumlarında nasıl bir etkisi olacağı simüle edilmiştir.



Şekil 5 Petersen bobini uygulamasında kullanılacak reaktans değeri

Bu iş paketinde gerçekleştirilen fizibilite çalışmasında Adana Afetevleri İndirici Merkezi'nde seri reaktör, süper iletken, katı hal sınırlayıcı, GFN uygulanması; kesici kapasitelerinin 16 kA'den 25 kA'e yükseltilmesi ve yüksek empedanslı trafoların kullanılması gibi senaryolar için yatırım maliyetlerinin geri dönüş süreleri incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucu faz-faz arıza akımlarını sınırlandırmanın ekipman ömürlerini çok fazla değiştirmede ancak enerji tedarikinin sağlanmasıyla elde edilecek gelirlerin daha yüksek olduğu görülmüştür.

İş Paketi 4-Pilot Şebeke Uygulaması

Pilot bölgesi uygulaması için GFN kullanılması kararlaştırıldıktan sonra pilot bölge belirlendi. Toroslar EDAŞ ADANA'da bulunan Afetevleri İM pilot bölge olarak seçilmiştir. Bu seçim yapılırken İndirici Merkezlerde yaşanan toprak arızası sayıları ve aynı merkezde yer alan bara ve trafo sayıları dikkate alınmıştır.



Şekil 6 GFN genel görünüm

Ardından Afetevleri İM'ye ait trafo ve şebeke verileri GFN üretici firmasıyla paylaşılmış ve ürün tasarımına başlanmıştır. GFN ve petersen bobinleri şebeke gerilimi, frekansı ve en önemlisi kablo ve iletken uzunlukları dikkate alınarak tasarlanır. GFN toprak arızalarında oluşan kapasitif akımları sönmülediği için özellikle kablolar ne kadar uzunsa o kadar çok kapasitif akım oluşur ve GFN tasarımı da buna göre değişir.

Ayrıca pilot bölgede GFN uygulamasından önceki durumu rapor haline getirilmiştir. Rölelerden osilografik kayıtlar alınarak direkt topraklı Afetevleri İM'de oluşan toprak arızalarında arıza akımları, arıza esnasında oluşan gerilim çökmeleri ve gerilim yükselmeleri, toprak arızalarının faz-faz arızalara oranı gibi durumlar incelenmiştir. Fider yüklenmeleri çıkarılmış ve mevcut koruma sistemi ayarları raporlanmıştır. Literatürde daha önce gerçekleştirilen Malezya, Brezilya, Avustralya gibi GFN uygulamaları incelenmiş uygulama öncesi alınan önlemler ve yaşanan problemler ortaya konmuştur.

Ayrıca firmadan elde edilen dokümanlar yardımıyla GFN'in kullandığı koruma yöntemleri ve yüksek empedanslı arızaları ve arızalı fideri belirleme yöntemleri özetlenmiştir.

Ardından GFN üreticisi Swedish Neutral 'a proje paydaşları ile birlikte seyahat düzenlenmiş ve GFN teknolojisi ve koruma yöntemi tartışılmıştır.



Şekil 7 İsveç-GFN üreticileriyle teknik fikir alışverişi

Ardından Almanya’da GFN uygulaması yerinde gözlemlenmiş ve uygulayıcı firma ile görüşülmüştür.



Şekil 8 Almanya GFN uygulaması



Şekil 9 ADANA GFN uygulamalı eğitim

Devreye alma sırasında hem sahada GFN’i kullanacak personele hem de koruma mühendislerine teorik ve uygulamalı eğitimler verilmiştir.



Şekil 10 ADANA GFN teorik eğitim

Devreye alma sonrası gerçekleşen arızalar arıza kayıtlarından incelenmiştir. Arıza kayıtları alınan 8 arızanın 7’si geçici ve 1’i kalıcı arıza olup 7 arızada enerji kesintisi yaşanmamıştır. 1 kalıcı arızada da enerji kesintisi yapmadan arıza noktası tespit edilebilmiş bu süre boyunca müşteriler herhangi bir elektrik kesintisi yaşamamışlardır.

Tablo 3 GFN Arıza kayıtları

Afetevleri İM 15,8 kV Fiderlerde Gerçekleşen Faz-Toprak Arızaları					
Fider adı	Geçekleşme Tarihi	Gerçekleşme zamanı	Meydana gelen arıza akımı	GFN'in arızayı sönmüleme süresi	Enerji Kesinti Süresi
Fider 3	16.06.2018	15:32	6 A	130 ms	0 s
Fider 3	17.06.2018	15:41	7,2 A	48 ms	0 s
Fider3	20.06.2018	09:04	8 A	117 ms	0 s
Fider6	20.06.2018	11:43	7 A	120 ms	0 s
Fider3	21.06.2018	07:54	8 A	180 ms	0 s
Fider6	23.06.2018	16:10	7 A	180 ms	0 s
Fider6	25.06.2018	08:41	6 A	77 ms	0 s
Fider6	28.06.2018	05:31	6 A	128 ms	0 s

Tabloda görülebileceği gibi GFN kullanıldığında arıza akımının en yüksek seviyesi 7-8 A seviyesinde kalmaktadır. Max. 180 ms içinde arıza akımı tamamen 0'a inmektedir. Bu, arıza noktasında da herhangi bir gerilim oluşmadığı anlamına gelmektedir. Ayrıca GFN hangi fiderde arıza meydana geldiğini tespit edebildiği için kalıcı bir arıza oluştuğunda hem SCADA üzerinden hem de GFN kontrol bilgisayarı üzerinden ilgili fideri görüp o fider üzerinde çalışmalar yapılır.

Ayrıca istenildiğinde eskisi gibi direkt topraklı yöntemle geçilebilmesi için trafo nötr noktası ve toprak arasına bir hücre yerleştirilmiştir. Bu sayede istenildiği zaman GFN iptal edilip bu hücre üzerinden topraklama yapılabilir.

İş Paketi 5-Proje Kapanışı

Bu iş paketinde EPDK kapanış raporu hazırlanmış ve projede yapılan araştırma ve simülasyon çalışmalarının derlendiği kapanış sunumu gerçekleştirilmiştir.

D. Projeden Elde Edilen Katma Değer:

Projeden elde edilen en önemli katkı GFN kullanılarak arızalardan kaynaklı kesintilerin büyük bir bölümünün ortadan kaldırılabileceğinin böylece de tedarik sürekliliğinin gelişmesiyle müşteri memnuniyetinin artırılabilceğinin görülmesidir. Bir trafo topraklama yöntemi olarak GFN "Elektrik Şebeke Yönetmeliği" nde yer almalı ve elektrik dağıtım şirketlerinin yatırım bütçelerine dâhil edilebilmelidir.

E. Projede Yaşanılan Sorunlara Karşılaşılan Riskler ve Bunlardan Elde Edilen Deneyimler:

Proje sürecinde yaşanan zorlukların başında kısa devre akım limitleme yöntemlerinin dünyada henüz arge aşamasında bir teknoloji olması ve temin sürelerinin çok yüksek olması gelmektedir.

GFN teknolojisinin Türkiye'de ilk defa uygulanması ve mevcut şebeke koruma mantığını tamamen değiştirmesi nedeni ile anlaşılması ve operasyonel olarak uygulanması zaman almıştır. Sistemi daha iyi anlayabilmek için Almanya ve İsveç'te uygulama örnekleri ziyaret edildi ve ürünü tasarlayan ve uygulayan kişilerle fikir alışverişinde bulunuldu.

Yine GFN uygulandıktan sonra karşılaşılabilecek risklerden en önemlisi ekipmanların izolasyon seviyelerinin gerilim yükselmelerine karşı dayanıksız olması ve zayıf noktalarda çok sayıda arıza oluşmasıydı. Bunun için pilot bölgedeki ekipmanların izolasyon seviyeleri incelendi ve parafudrlar değiştirildi.

F. Proje Kazanımlarının Diğer Dağıtım Şirketleri ile Paylaşılmasına Yönelik Öneriler:

Dağıtım şirketlerinin yaşadığı arızaların %80'den fazlası faz-toprak arızası ve bunun da büyük bir çoğunluğu geçici arızalardan oluşmaktadır. Özellikle havai hatlarda ağaçlar, kuşlar vb sebeplerle geçici arızalar gelebilmekte, bu basit arızalar nedeniyle müşteriler uzun sürebilen kesintiler yaşamaktadır. Operasyon müdahale edene kadar kesinti devam etmektedir. Faz-faz arızaları ise sayı olarak az sayıda ve arıza akım seviyeleri 13-14 kA'ler seviyesinde kalmaktadır. Türkiye'de trafolar paralel çalıştırılmadığı için yakın zamanda 16 kA seviyesinin aşılması öngörülmemektedir.

Projenin araştırma ve simülasyonlar kısmında ortaya çıkan en önemli sonuçlar daha çok TEİAŞ'ın kısa devre akım limitleme yöntemlerini uygulayabileceğiydi. Birçok ülkenin aksine Türkiye'de 154 kV iletim hatları ve TM'ler TEİAŞ'ın sorumluluğunda ancak TM'lerde gerçekleştirilen uygulamalar dağıtım şirketlerine ait arızaları etkiliyor. Dağıtım şirketlerinde halen kullanılan ancak zamanla tamamen devreden çıkacak olan indirici merkezleri de düşünerek kısa devre akım limitleme ve trafo topraklama yöntemleri TEİAŞ TM'lerde uygulanabilecek yöntemler olabilmektedir.

GFN uygulamasında da görüldüğü gibi dağıtım şirketlerinin yaşadığı birçok sorunu çözebilen uygulamayı kendi başına hayata geçirme ihtimali görünmemektedir. Ancak kullanılmaya devam edilecek indirici merkezlerde GFN uygulaması gerçekleştirmek operasyonun müdahalesini gerektirecek arıza sayısını çok azaltacağı için dağıtım şirketleri açısından çok faydalı olacaktır. SAIDI ve SAIFI parametrelerde önemli gelişmeler yaşanırken enerji güvenilirliği üst seviyelere çıkacaktır. Kesintilerin sayısının ve sürelerinin azalması müşteri memnuniyetini de artıracaktır.

GFN'in özellikle Avustralya'da kullanılma sebeplerinden birisi de havai hatların kopmasıyla oluşabilecek yangınların önüne geçmesidir. 60 ms. gibi çok kısa bir sürede arıza akımını 0'ladığı için kurak mevsimlerde kırsal bölgelerde meydana gelebilecek yangınların da önüne geçilmiş olacaktır.