

KARADENİZ BÖLGESİ ENERJİ İLETİM SİSTEMİNİN YAZILIM TEMELLİ DÖNEMSEL ÇÖZÜMLENMESİ

Hüseyin Emre DARAMA
TEİAŞ – Samsun
emredarama@gmail.com

Güven ÖNBİLGİN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi-SAMSUN
gonbilgi@omu.edu.tr

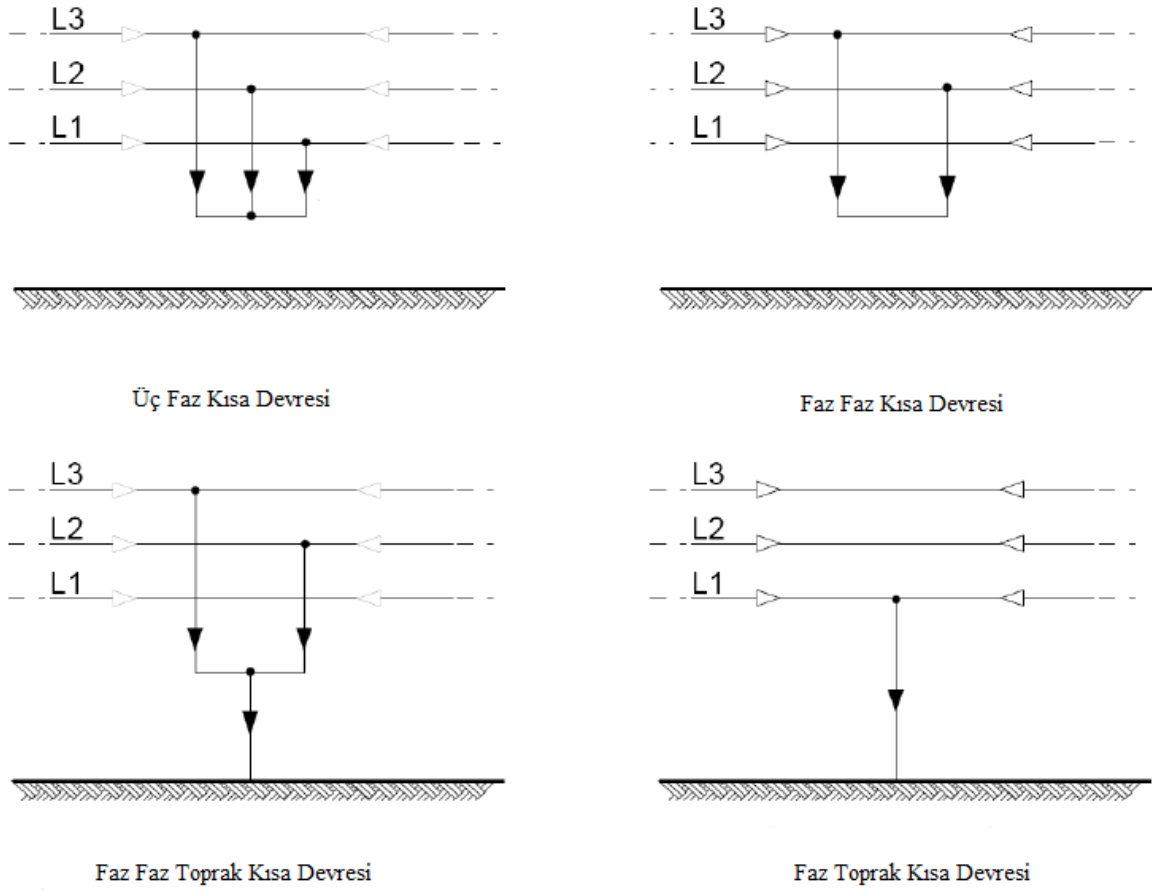
ÖZET

19. yüzyılın sonlarında bulunan elektrik enerjisi, öncelikli olarak aydınlatma amacıyla kullanılmış daha sonraları kullanım alanı genişledikçe bu enerjiye duyulan gereksinim artmıştır. Artan gereksinim yeni santrallerin kurulmasına neden olmuş enerji iletimi için de yeni hatlar ve trafo merkezleri yapılmıştır. Bu hat ve trafo merkezlerinin kurulumu gerçekleşmeden sisteme olacak etkisini anlamak ve en uygun şekilde sistem planlaması yapabilmek için de yazılım tabanlı çözümlene yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada TEİAŞ Enterkonekte sisteminin Karadeniz Bölgesindeki kısmı dönemsel senaryolarla PSS/E yazılımı ile çözümlenmiş eklenecek olan yeni trafo merkezleri ve hatların yük akışlarına, kısa devre akımlarına olan etkisi incelenmiştir. Her bir senaryo için kısıt çözümlenmesi yapılmış planlanan yeni oluşacak sistemin işletilebilirliği ve eksiklikleri bulunmuştur. Çalışmanın amacı yazılım desteğinin sağladığı getirileri ve mühendislik uygulamasını göstermektir.

GİRİŞ

Elektrik enerjisinin üreticiden tüketiciye ulaşmasının ana omurgasını iletim sistemi oluşturmaktadır. İletim sistemi, enerji üretim santrallerinin ve sistem tüketicilerinin genel ağ şebekesi üzerinden birbirine bağlandığı ve üretim-tüketim dengesi kurularak şebekenin kararlı bir şekilde işletildiği enterkonnekte bir yapıdır.[1] Bu yapı enerji sektöründeki gelişmelerle sürekli büyümektedir; ayrıca artan enerji gereksinimini karşılamak ve yeni oluşan üretim ve tüketim merkezlerinin sisteme katılmasını sağlamak için iletim hatları ve trafo merkezleri yapılmaktadır. İletim sisteminde planlanan ve gerçekleştirilen her yeni durum, önceki durumla karşılaştırılmalı ve çözümlenmelidir. Böylece enerji kalitesinin devamı için istenmeyen durumların önüne geçilmelidir. Sistem işletme için kullanılan Çözümlenmeler:

Kısa devre çözümlenmesi; İşletme sırasında istenmeyen durumların başında kısa devre akımları gelir. Kısa devre, elektrik güç sistemlerinde yıldırım düşmesi veya anahtarlamalar sonucu gerilimin aşırı yüklenmesi, yalıtımın kirlenme ya da yıpranma nedeniyle bozulması ve mekanik etkiler sebebiyle elektriksel yalıtımın delinmesi olayıdır [2].Kısa devre bozulması, elektrik güç sisteminde koruma elemanları tarafından önlenmesi gereken geçici rejim bozuklukları özelliğindedir. [3]. Kısa devre akımının oluşması gerilim düşümüne neden olarak büyük akımlar meydana getirir. Güç gereksinimi bütün dünyada arttığı için, iletim kapasitesi de artmaktadır [4] buna bağlı olarak kısa devre akımları büyümektedir.Sistemde Faz-Toprak, Faz-Faz, Faz-Faz-Toprak, 3Faz kısa devre arızaları(Şekil.1) olmaktadır.Bu arızaların akım değerleri IEC 60909 standartına göre hesaplanır.



Şekil.1. IEC 60909 standart hat kısa devreleri gösterimleri

Bozulma koşullarındaki güç sisteminin çözülmesi, bozulma sürecindeki gerilim ve akım değerlerinin belirlenmesinde önemlidir [5]. Bu veriler kullanılarak koruma aygıtları bozulma durumunun zararlı etkilerini en aza indirecek şekilde ayarlanır; ayrıca kısa devre akımları güç sistemindeki kesicilerin sınıf seçimini belirler.

Ülkemizde Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği'ne göre ; İletim sistemi şalt teçhizatı için kısa devre akımına dayanma kapasitesi 380 kV için 50 kA, 154 kV için 31,5 kA'dır. 33 kV gerilim seviyesinde de kısa devre akımları 16 kA ile sınırlanır. Orta gerilimden sadece üretim tesislerinin bağlı olduğu

380/33 kV merkezlerde 33 kV gerilim seviyesinde kısa devre akımı 25 kA ile sınırlanır. (03.01.2013 tarihli ve 28517 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Yönetmelikle değiştirilmiştir.)[6]

Yük akışı çözümlemesi; Güç sistem çözümlemesi farklı yerlerde üretilen ve tüketilen gücün miktarı gibi kesin değerleri bilinen büyüklükler verilerek diğer bilinmeyenlerin bulunmasını sağlar.

-Sistemdeki her bara ile ilgili olarak 4 büyüklük vardır :

- a) Etkin güç (P)
- b) Tepkin güç (Q)
- c) Gerilim genliği (V)
- d) Faz Açısı (ϕ)

Sistemde 4 çeşit bara vardır :

- a) Yük baraları : Yüklerin bağlı oldukları (çekildikleri) baralardır.

- b) Generatör baraları : Generatörlerin bağlı oldukları baralardır.
- c) Yalıtık baralar : Enerjisiz baralardır.
- d) Salınım barası : Çözüm elde edilmeden sistem kayıplarını tam olarak bilmek mümkün olmadığından böyle bir baranın seçilmesi zorunluluğu vardır.

Bu baralarla ilgili olarak bilinen ve çözüm sonucunda bulunan değerler şunlardır :

Yük barası : P ve Q bellidir, V ve θ çözümde bulunur.

Üretim barası : V ve P bellidir, Q ve θ çözümde bulunur.

Salınım barası : V ve θ bellidir, P ve Q çözümde bulunur.

Çözümlemede Newton tabanlı optimal güç akışı yöntemi en çok kullanılan yöntemdir. Newton Yöntemi, çözüme hızlı yakınsadığından oldukça iyi bir algoritmadır. Bu yöntemde sisteme ilk olarak verilen değerler önemlidir bu değerler sonuca daha hızlı yakınsamayı sağlarlar [7].

Enterkonekte sistemde baralar arasında yükü hatlar taşır; hat yapımında kullanılan iletkenlerin güç taşıma kapasiteleri (çizelge.1) vardır. İşletme sırasında istenmeyen durum ise hatların aşırı yüklenmesidir. Bu yüklenmelerin önceden tahmin edilebilmesi için hatların modellenip yük akışı çözümlemesinin yapılması gerekmektedir.

Kısıt çözümlemesi; İşleyen sistemde herhangi bir hat bozulmadan açarsa o anlık üretim ve tüketim değeri aynı kalacağından bozulan hattın taşınması gereken yük kalan hatlar arasında paylaşılır. Bu paylaşılan yük kalan hatların aşırı yüklenmesine neden olmuyorsa sistemde kısıt oluşmamış olur.

Kısıt çözümlemesinde enterkonekte sistemdeki her hat tek tek açılır ve diğer hatları aşırı yükleyip yüklenmediğine bakılır.

Bu çalışmada PSS/E yazılımı kullanılarak Yük Tevzi Bilgi Sistemi'nden alınan veriler ile sistemin mevcut halinin benzetimi yapılmıştır. Daha sonra Karadeniz Bölgesinde sisteme eklenmesi planlanan yeni santral, bara, ve hatların uygun parametreler kullanılarak tasarımı yapılmış sisteme eklenmiştir. Bölge yağışın ve üretimin çok olduğu bahar ayları ve üretimin normal olduğu aylar olarak 2 farklı işletme dönemine sahiptir. Çalışmada bu dönemlere ait farklı üretim durumları kullanılarak her bir durum için yük akışı, kısa devre ve kısıt çözümlemeleri yapılmıştır. Çözümlemeler sonucunda elde edilen veriler ile sistemler arası karşılaştırma yapılmış ve yeni sistemin oluşabilecek zayıflıkları ortaya konmuştur.

Çizelge.1. İletken tipine göre yük taşıma kapasiteleri

kV	İletken Tipi	MCM	MVA (Kış)	MVA (Yaz)	MVA (Bahar)
380	2B Rail	2x954	1360	832	995
380	2B Cardinal	2x954	1360	845	1005
380	3B Cardinal	3x954	2070	1268	1510
380	3B Pheasant	3x1272	2480	1524	1825
380	2000 mm ²	2000 mm ²	987	987	987
154	Hawk	477	180	110	132
154	Drake	795	250	153	182
154	Cardinal	954	280	171	204
154	2B Cardinal	2x954	560	342	408
154	Pheasant	1272	336	206	247
154	1000 mm ²	1000 mm ²	250	250	250
154	630 mm ²	630 mm ²	175	175	175

VERİLER VE YÖNTEM

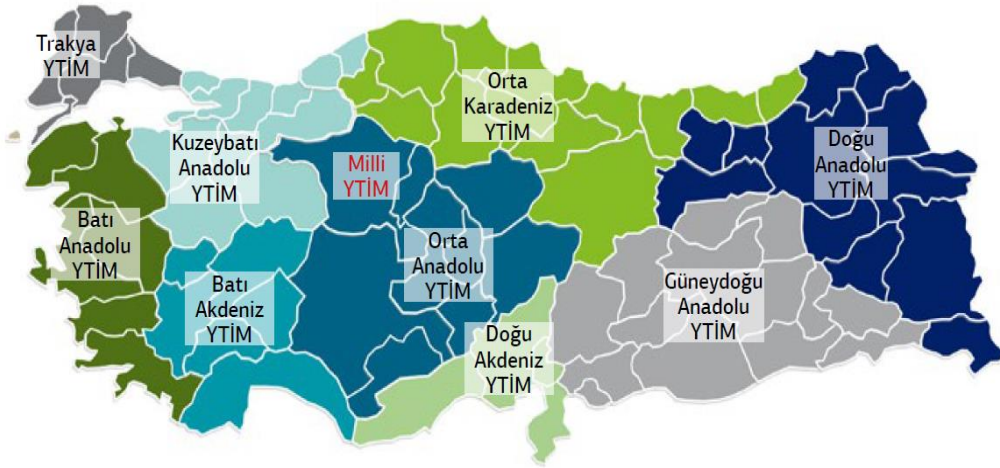
Ülkemizde iletim sistemi, üretim tesislerinden (80.343,3 Mw Kurulu Güç) itibaren gerilim seviyesi 400 kV'luk çok yüksek gerilim ve 154 kV yüksek gerilim hatlarından oluşur. Gürcistan ve Ermenistan ile olan bağlantı hatlarımız bu ülkelerdeki gerilim seviyesine uygun olarak 220 kV'tur.[8]

TEİAŞ iletim şebekesinde 66,285 km uzunluğunda enerji iletim hattı, 727 iletim trafo merkezi, 1750 adet büyük güç trafosu ve 163,181 MVA trafo gücü, komşu ülkelerle toplam 11 adet bağlantı hattı vardır.Sistemin işletmesi; Şekil.2 de gösterildiği gibi 1 Milli Yük Tevzi İşletme Müdürlüğü ile 9 Bölgesel Yük Tevzi

İşletme Müdürlükleri vasıtasıyla yapmaktadır.[8]

Çalışmada TEİAŞ enterkonekte sisteminin Karadeniz Bölgesindeki parçasına; planlanan tüm trafo merkezi ,santral ve hatlar eklenerek benzetim yapılmıştır. Benzetim üzerinden bölgede üretimin olağan olduğu zamanlar ile aşırı üretim olan zamanlar için farklı durumlarla çözümlenmeler ve kıyaslamalar yapılmıştır.

Sistem tasarımı için PSS/E programı kullanılmıştır. Varolan bara, hat ve gruplara ait veriler yük tevzi bilgi sisteminden alınmıştır. Gelecekte yapılacak hatlar ın benzetimi ileten parametrelerine uygun olarak yapılmıştır.



Şekil.2. TEİAŞ Yük Tevzi İşletme Bölgeleri

Çizelge.2. TEİAŞ Enerji İletimi Hat parametreleri

Line Type	mm2	MCM	Voltage (kV)	r1	x1	b1	r0	x0	b0
Hawk	281	477	154	0,000563	0,001808	0,000623	0,001757	0,005099	0,000486
Drake	468,4	795	154	0,000339	0,001616	0,000696	0,001210	0,005511	0,000362
Cardinal	547	954	154	0,000262	0,001607	0,000729	0,001341	0,004805	0,000539
2B, Cardinal	2 x 547	2x954	154	0,000133	0,001358	0,000854	0,001265	0,004341	0,000579
Pheasant	726	1272	154	0,000199	0,001569	0,000748	0,001280	0,004770	0,000539
Cable	630	-	154	0,000122	0,000548	0,011693	0,001391	0,000341	0,011530
Cable	1000	-	154	0,000075	0,000801	0,014596	0,001248	0,000291	0,014596
Cable	1600	-	154	0,000061	0,000620	0,020862	0,001181	0,000291	0,020862
Cable	2000	-	380	0,000011	0,000123	0,099802	0,000208	0,000059	0,099802
2B, Rail	2 x 517	2x954	380	0,000022	0,000220	0,005262	0,000218	0,000679	0,003520
2B, Cardinal	2 x 547	2x954	380	0,000022	0,000223	0,005199	0,000208	0,000713	0,003525
3B, Cardinal	3 x 547	3x954	380	0,000014	0,000184	0,006251	0,000210	0,000686	0,003820
3Ph, Pheasant	3 x 726	3X1272	380	0,000011	0,000182	0,006351	0,000208	0,000693	0,003933

Sisteme eklenen baralar :

400kv Köse TM
 400kv Yozgat TM
 400kv Bartın Osb
 400kv Kastamonu TM
 400kv Sinop TM
 400kv Yusufeli Hes (540MW)
 154kv Avluca Hes (50 MW)
 154kv Doğankent3 Hes (111 MW)
 154kv Köse Tm
 154kv Atasu (11 MW)
 154kv Atasu hv (40 MW)
 154kv Çankaya hes (95 MW)
 154kv Turna Hes (42 MW)
 154kv Serpin Hes (41 MW)
 154kv Akkus Tm
 154kv Kavşak Hes (55 MW)
 154kv Erbaa Hes (47 MW)
 154kv Havza Res (48 MW)
 154kv Oats (154 MW)
 154kv Boyalı (57 MW)
 154kv Kastamonu154
 154kv Hamsi Res (35 MW)
 154kv Alören Res (42 MW)
 154kv Akıncı Hes(99 MW)
 154kv Yenicehes (99 MW)

Sistemden çıkarılan Hatlar:

154 CAYCUMA2 - KARABUKOSB
 154 SORGUN - YOZGAT
 154 YOZGAT - ALACA
 154 CIDE - KURE
 154 KURE - KASTAMONUOSb
 154 MERZIFON - KAVAKOSB
 154 GİRESUN - TIREBOLU
 154 GİRESUN - ORDU
 154 ARSIN - AKOCAK
 154 ARSIN - ARAKLISANAL
 154 ERBAA - YAPRAK1-2HES
 154 NIKSARHES - GRESADİYESAN
 400BAGISTAS - İSPIRHAVZA
 400 BORCKA - İSPIRHAVZA

Sisteme eklenen hatlar :

400 (1272) 3PH	Km	154 (1272) PHEASENT	Km
400 Köse Kalkandere	110	Dogankent3 Aslancık	13
400 Köse İspir	126	Dogankent3 Büyükdüz	25
400 Köse Bağıştaş*2	110	Köse Büyükdüz	60
400 Köse Reşadiye	216	Köse Harsit	50
400 Yozgat Reşadiye	235	Köse Torul	80
400 Yozgat İcanadolu dg	133	Atasuhv Macka hv	12
400 Bartın osb Zate3 gis*2	50	Macka hv Akyazı	31
400 Bartın osb Kastamonu 400	100	Turnahes Ordu hes	4
400 Kastamonu Sinop400	120	Ordu Tirebolu	88
400 Sinop Altinkaya 400	90	Giresun Altınordu	56
400 Altinkaya Tirebolu	280	Akkus Kavşak hes	45
		Kavsak hes Fatsa	18
		Erbaa Yenidere hv	34
		Erbaa hes Erbaa	15
		Erbaa hes Yaprak hes	20
		Oats Çankırı	48
154 (795) DRAKE		Oats Kursunlu	26
Avluca Aslancık	17	Boyalı Arac	21
Dogankent3 Dogankent	5	Boyalı Eren hes	12
Şebinkarahisar Çamoluk	32	Safranbolu Çaycuma2	61
Votorantim Şarkışla	40	Çaycuma2 Yeni çates3	25
Cankaya Arsin	20	Hamsi res Sinop	22
Çankaya Akocak	15	Akıncı hes Niksar	15
Serpin hes Kovanlık hes	12	Akıncı hes Resadiye	15
Çorum2 Aloren	32	Sorgun Çerkes hes	40
Kastamonu osb dg Kastamonu osb	2	Topcam Darıca	14
		Topcam Gölköy	16
		Yenice Karabük osb	22
		Yenice Çaycuma2	40
		Y.yozgat Alaca	13
		Y.yozgat Yozgat*2	16
154 (477) HAWK		Y.yozgat Sorgun	16
Havza res Kavak osb	25	B.düz Yeni köse	50
Havza res Merzifon	30	Y kastamonu Cide	7
Kastamonu 154 Küre*2	15	Y.kastamonu Küre*2	7
Kastamonu 154 Cide	67	Y. Kastamonu Kastamonu osb	7
Kastamonu 154 Kastamonu osb	20		

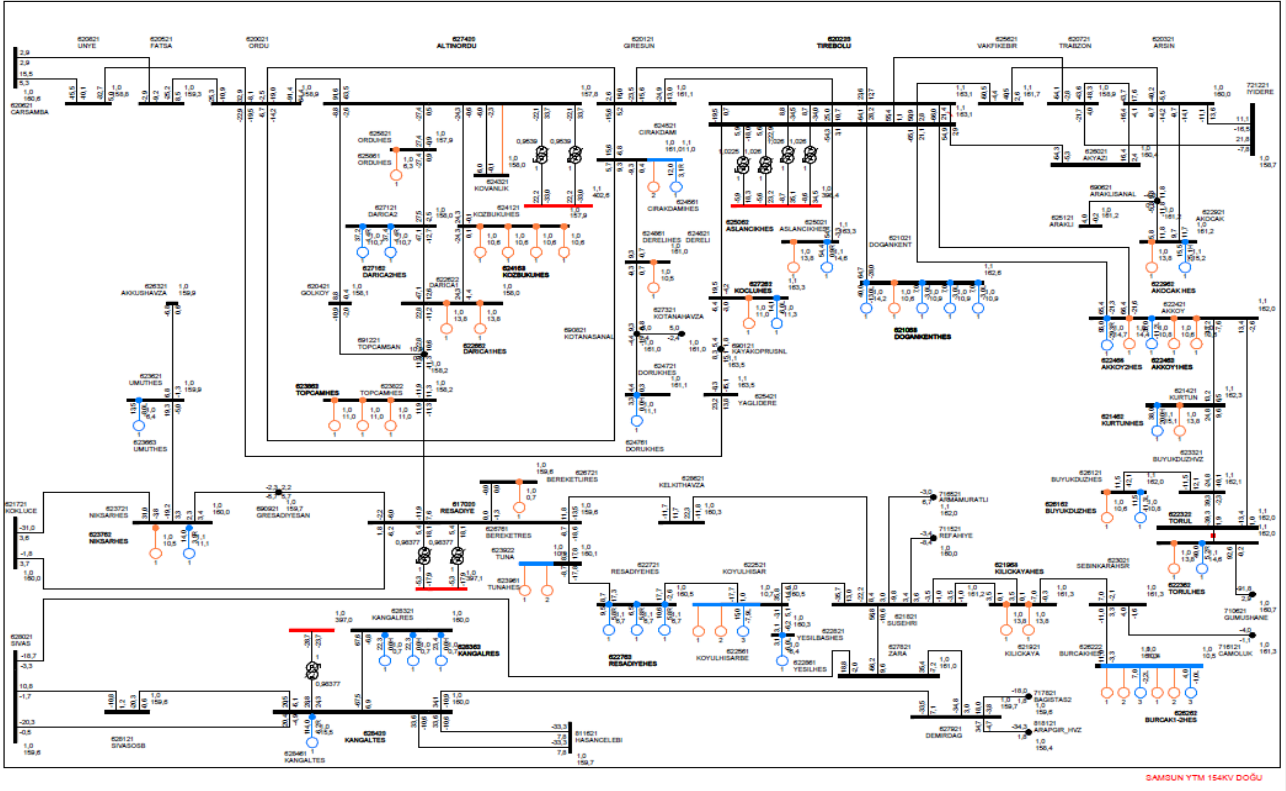


Şekil.3. PSS/E de tasarlanacak eski sistem ve yeni eklenecek sistemin haritada gösterimi

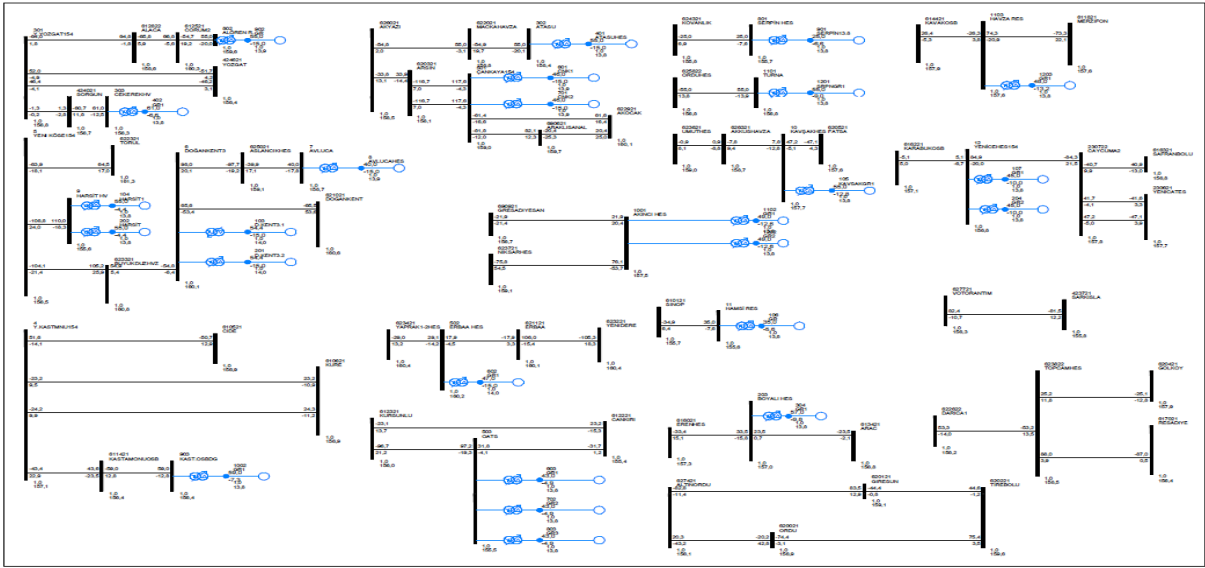
Şekil.3.deki sistemde kırmızı renk 400kV bara ve hatları, Siyah renk 154kV bara ve hatları göstermektedir. Hat uzunlukları ve malzeme bilgisi hat üstünde yazmaktadır. Baralar yuvarlak ile gösterilmektedir. Bara üretim barasıyla içerisinde kurulu gücü yazmaktadır. Düz çizgi sistemde var

olan elemanları kesik çizgi ise yapımı planlanan elemanları temsil etmektedir.

PSS/E ve Durumlar: 12.03.2018 tarihinde veriler YTBS sisteminden çekilerek iletim sistemi üzerine planlanan değişikliklerin benzetimi yapılmış aşağıdaki çıktılar elde edilmiştir.



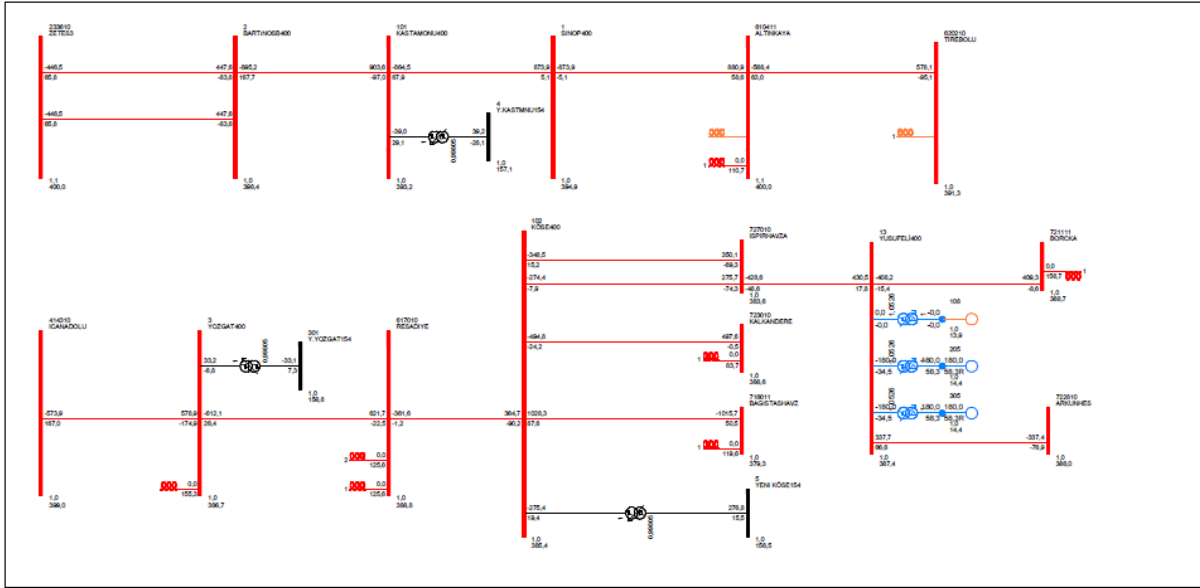
Şekil.6 154kV Baralar ve İletim Hatları (Doğu)



Şekil.7 Eklenen 154kV Baralar ve Bağlantı hatları

PSS/E de kırmızı renkler 400kV siyah renkler 154kV sistemleri gösterilmiştir. Bu sistemler şekilde görüldüğü gibi ototrafolar üzerinden birbirlerine bağlıdır. Üretim olan baralarda gruplar mavi renk ile

gösterilmiştir. Grup üretimdeyken mavi çalışmıyorken kahverengi görünür. Hatlardaki yük akışları ve gerilim değerleri üzerlerinde yazmaktadır



Şekil.8 Eklenen 400kV Baralar ve Bağlantı hatları

Durumlar :

Durum-0 var olan durumu

Sistemin var olan durumda yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir.

Durum-1 yeni trafo merkezleri, santral ve hatlar eklenmiş durum.

Yeni oluşan sistem için yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir. Hatlardaki yük akışı değişimi Durum-0 ile kıyaslanmıştır.

Durum-2 Sistemin var olan durumunda sistemin grupları tam yüklü (Bahar)

Sistemin var olan durumda tüm gruplar tam yüklüken yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir.

Durum-3 yeni trafo merkezleri, santral ve hatlar eklenmiş durumda var olan gruplar tam yüklü

Yeni oluşan sistem için eskiden var olan gruplar tam yüklüken yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları

hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir. Hatlardaki yük akışı değişimi Durum-2 ile kıyaslanmıştır.

Durum-4 yeni trafo merkezleri, santral ve hatlar eklenmiş durumda tüm gruplar dengeli yüklü (Bahar)

Yeni oluşan sistem için tüm gruplar dengeli yüklüken yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir.

Durum-5 yeni trafo merkezleri, santral ve hatlar eklenmiş tüm gruplar tam yüklü (Bahar)

Yeni oluşan sistem için tüm gruplar tam yüklüken yük akışı çözümlenmiştir. IEC 60909 standartlarına göre kısa devre akımları hesaplanmıştır. Kısıt çözümlenmiştir.

SONUÇLAR VE YORUM :

Durum-0 işleyen sistemdir. Araştırmaya temel oluşturması için kısa devre akımları hesaplanmış ve yük akışı çözümlenmiştir. Kısıt çözümlenmiştir. Kısıt çözümlenmiştir. Kısıt çözümlenmiştir. Kısıt çözümlenmiştir.

Durum-1 de işlemekte olan sisteme sadece yeni hat ve baralar eklenmiştir. Yük akışı çözümlemesi yapıldığında bölge üzerinden akan yükün arttığı görülmüştür. Yeni eklenen hatlara bağlı olarak hat yüklerinde azalma görülmüştür. Taşınan yük arttığından bara kısa devre akımları aynı şekilde artmıştır. Kısıt çözümlemesi sonucunda herhangi bir kısıt a rastlanmamıştır.

Durum-2, durum-0 daki grupların tam yüklenmesi ile elde edilmiştir. Bahar aylarında karların erimesiyle bölgedeki santral tam yük üretime geçmektedir. Bölge doğudaki üretim ile batıdaki tüketim arasında güç taşıyan köprü görevindedir. Yük akışı çözümlemesi yapılırca hatlarda taşınan yüklerin arttığı görülmüştür. Buna bağlı olarak da kısa devre akımları artmıştır. Kısıt çözümlemesinde ise 380kV Altınordu-Tirebolu hattı açarsa 154kV ORDU - GİRESUN - 1 ,154kV GİRESUN - TIREBOLU - 1 ,154kV ORDU - YAĞLIDERE - 1 hatlarının aşırı yüklenip kısıta girdiği görülmüştür. 154kV ERENHES - KARABUKOSB - 1 hattının açması ise 154kV SOGUTSEN - ISMETPASA - 1 ,154kV KURSUNLU - SOGUTSEN - 1 hatlarını kısıta sokmaktadır. 154kV Reşadiye Hv. ya doğudan yük taşıyan hatlardaki açmalar ise 154kV SUSEHRI - ZARA - 1 hattında kısıt yaratmaktadır. Bu durumda sistemin üretimin yoğun olduğu aylarda sorun yaşayabileceği görülmektedir.

Durum-3de, Durum-2 deki gruplar aynı şekilde yüklükken yeni sistemde yeni hat ve baralarının etkisiyle yük akışı çözümlemesi yapılmıştır. Eski hatlarda taşınan yüklerin azaldığı ancak bölge üzerinden taşınan toplam yükün arttığı buna bağlı olarak da kısa devre akımlarının durum-2 ye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Kısıt

çözümlemesi sonucunda durum-2 deki kısıtların yeni hatlar ve tm ler sayesinde giderildiği görülmüştür.

Durum-4te, durum-3 e ek olarak sisteme yeni eklenen gruplar da dengeli olarak çalıştırıp yük akışı çözümlemesi yapılmıştır. Taşınan yüklerin durum-3 e göre artış gösterdiği ve kısa devre akımlarının arttığı görülmüştür. Kısıt çözümlemesi sonucunda sistemde kısıt bulunamamış ve sistemin işletilebilir olduğu görülmüştür.

Durum-5'te ise bölgedeki tüm gruplar tam yüklenmiştir. Bu durumda yük akışı çözümlemesi sonucunda en yüksek yük akış değerleri elde edilmiştir. Buna bağlı olarak kısa devre akımları da en yüksek değerlerdedir ancak bu değerler yönetmelik sınır değerlerinin altında kalmıştır.Techizat değişimi ya da yeni yük akışı tasarımı gerekmemektedir. Kısıt çözümlemesi sonucunda ise gelecekte 154kV TIREBOLU - DOGANKENT - 1 hattının yük taşıma kapasitesinin yetersiz kalacağı görülmüştür. 154kV SUSEHRI - ZARA - 1 , 154kV TIREBOLU - ASLANCIKHES - 1 ve hatlarının sık kısıta girdiği, 154kV SUSEHRI - KILICKAYA 1-2 ve 154kV RESADIYE - TUNA - 1 hatlarının ise kısıta girebileceği görülmüştür.

Durum-5'teki sorunlara çözüm olarak 477mcm TIREBOLU - DOGANKENT - 1, 795mcm SUSEHRI - ZARA - 1 hatları kesitleri büyütülerek yenilenmeli ya da 2. bir hat ile desteklenmelidir. 1272mcm 154kV TIREBOLU - ASLANCIKHES hattı ise 2. bir hat ile desteklenmeli ya da konum olarak birbirlerine yakın olan Avluca Hes ile Koçlu Hes arasına iletim hattı kurularak 154kV TIREBOLU - ASLANCIKHES hattından taşınacak yükün azalması sağlanmalıdır. 154kV SUSEHRI -

KILICKAYA 1-2 hatlarının SUSEHRI TM'den 154kV KILICKAYA-S.KARAHİSAR TM eih ye saplama hat yapılarak kısıta girmesi engellenmiştir.1272mcm 154kV RESADIYE - TUNA - 1 hattı 2. bir hatla desteklenmeli ya da konum olarak birbirlerine yakın olan 154kV RESADIYE-154kV RESADIYE HES hattı yapılarak 154kV RESADIYE - TUNA - 1 hattından akan yükün azalması sağlanmalıdır. 154kV dan 400kv a geçişi sağlayan ALTINORDU ve TİREBOLU TM lerde baralara bağlı santrallerin artan üretimi karşılamak ve kesintisiz iletim sağlamak için bu merkezlerde trafo kapasiteleri arttırılmalıdır.

KAYNAKLAR:

- [1]. EPRI-Power System Dynamics Tutorial Final Report, July 2009, EPRI Project Manager Guorui Zhang.
- [2]. Glover, J. D., Sarma, M. S., Overbye, T. J. (2008). Power System Analysis and Design. Cengage Learning, Stamford.
- [3]. Saini, M., Mahd Zin, A. A., Mustafa M. W., Sultan, A. R. (2012). Fault analysis using PSCAD/EMTDC for 150 kV South Sulawesi Transmission System, *IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications*, Bondung, Indonesia, 23-26 Eylül.
- [4]. Li, H., Bose, A., Zhang Y. (2012). On-line short-circuit current analysis and preventive control to extend equipment life. *IET Generation, Transmission&Distribution*. Cilt 7, s. 69-75.
- [5]. Kaur, D., Bath, S. K., Sidhu, D.S. (2014). Short circuit fault analysis of electrical power system using MATLAB. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*. Cilt 9, s. 89-100.
- [6]. EPDK Elektrik Şebeke Yönetmeliği <http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-6730/elektrik--sebeke-yonetmeli>
- [7]. Das, A. (2011). Power System Analysis. *Short-Circuit Load Flow and Harmonics, Second Edition*.(3). New Jersey/USA: CRC Press, 32-36. 90
- [8]. 2017 TEİAŞ Faaliyet Raporu. <https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-06/2017%20TE%C4%B0A%C5%9E%20%20Faaliyet%20Raporu.pdf>