

DECOUPLING VE YÜK ATMA SİSTEMLERİ UYGULAMA ÖRNEĞİ

Ergun SİVRİKAYA¹ , Erman ÖZDERLİ²

^{1,2} Tüpraş A.Ş. İzmir Rafinerisi Bakım Müdürlüğü Elektrik Bakım Başmühendisliği 35800
Aliağa-İzmir

ergun.sivrikaya@tupras.com.tr, erman.ozderli@tupras.com.tr

ÖZET

Bu makalede büyük ölçekli bir endüstriyel tesiste elektrik altyapısını güvenilir hale getirmek için örnek bir uygulama olarak tesis edilmiş Decoupling ve Yük Atma sistemlerinin yapıları, çalışma mantıkları anlatılmaya çalışılmıştır. İşletmeler ve proseslerin her geçen gün karmaşıklığı artmakta, bu durumda karar verme mekanizmalarında ileri teknoloji kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. [1] TEİAŞ ulusal şebekesini izleyerek oluşabilecek arızalara karşı tesisi enterkonnekte sistemden ayırıp kendi kaynakları ile beslediği ada moduna geçmesini sağlayan sistem Decoupling sistemi olarak adlandırılır. Tesisin kendi kaynakları ile beslediği ada moduna geçiş aşamasında üretim tüketim dengesinin sağlanabilmesi için önceden belirlenen sıraya göre belirli yüklerin atılmasını sağlayan sistemde Yük Atma sistemi olarak adlandırılır. Aynı zamanda bu makalede yaşanmış bir arızada bu sistemlerin birbirileri ile koordineli olarak nasıl çalıştığını içeren bir örnek uygulama yer almaktadır.

1. GİRİŞ

Tesisin ana enerji beslemesi birbirine eş ve her biri tam yükü taşıyabilecek çift transformatör, çift fider ve çift elektrik dağıtım merkezinden (EDM) oluşmaktadır. EDM de bulunan iki adet 34,5 kV bara TEİAŞ Dağıtım Merkezinde (TDM) bulunan iki ayrı 154 / 34,5 kV transformatör üzerinden beslenmektedir. EDM de bulunan baralar kuplaj kesicisi ile birbirine bağlı olarak çalışabilmektedir. Her bir bara ayrı Siemens Siprotec 7UM61 decoupling rölesi ile TEİAŞ tarafında oluşacak olası arıza sonrasında enterkonnekte sistemden ayrılarak ada moduna geçmesi sağlanmaktadır. Arıza sonrası elektrik sistemini ada moduna geçiren decoupling röleleri aynı zamanda yük atma sistemine sinyal göndererek yük atma işleminin gerçekleşmesini sağlarlar.

EDM de bulunan yük atma sistemi genel hatlarıyla 1 adet Siemens S7-400 PLC, buna bağlı 22 adet Siemens ET-200M remote I/O modül ve sisteme bağlı Siemens WinCC scada sisteminden oluşmaktadır. PLC de bulunan program

sayesinde yük atma sistemi sürekli olarak tesis elektrik sistemini takip etmekte ve her an yük atma işlemine hazır olabilmek için hesaplamalarını güncellemektedir. Yük atma işleminin başlaması için gerekli olan sinyal decoupling rölelerinden, EDM/TDM giriş kesicilerinden ve jeneratör kesicilerinden gelmektedir. Gerekli sinyal geldiği an programın yaptığı hesaplara göre PLC sistemine bağlı olan ET-200M remote I/O modülleri üzerinden sahada atılması gereken yüklerin devre dışı olmaları sağlanır. Yük Atma sistemi gerilim bilgisini 154kV transformatör girişinden ve akım bilgilerini EDM giriş kesicisi üzerinden almaktadır. İlk yük atma gerçekleştikten sonra ada modunda iken yük atma sistemi gerilim ve akım bilgilerini 34,5 kV kompanzasyon giriş kesicisi üzerinde bulunan Siemens Siprotec 7SJ63 koruma rölesinden almaktadır.

Decoupling ve Yük Atma sistemleri kendi aralarında haberleşebilmektedir. Sahadan gerekli verileri de bu sistemlerin dışında bulunan Enerji Otomasyon ve Scada sisteminden almaktadır.

2. DECOUPLING SİSTEMİ

Decoupling rölesi TEİAŞ ulusal şebekesinde oluşabilecek arızalara karşı tesisi enterkonnekte sistemden ayırıp kendi kaynakları ile beslediği ada moduna geçmesini sağlayan cihazdır. Decoupling rölesinin asıl amacı sistemde oluşabilecek kararsızlığı engellemek ve ulusal şebekede oluşan arıza durumlarında tesisin enterkonnekte sistemden ayırmak ve gereksiz ayrılmaları da minimize etmektir. Bu amaca ulaşabilmek için röle içerisinde çok sayıda hesaplamalar yapılmaktadır. Decoupling rölesinin en kötü durumlara göre dizayn edilmesi gerekmektedir.

Dizayn öncelikleri;

- Yüksek gerilim motorlar için gerilim bozulmalarının hızlıca düzeltilmesi
- Minimum yük atma
- Minimum sayıda paralelden ayrılma

Tesisin enterkonnekte sistemden ayrılma nedenleri;

- Şebekede Oluşan Kısa Devre Sonucu Oluşacak Gerilim Düşümünden Dolayı Decoupling
- Şebekede Oluşabilecek Frekans Düşüşünden Dolayı Decoupling
- EDM, TDM Kesicilerin Açmasından Dolayı Decoupling

Ulusal şebekede meydana gelen tek faz, iki faz ve üç faz kısa devrelerinin gerilim dengesine etki ağırlıkları birbirlerinden farklı olduğundan dolayı decoupling rölelerinde gerilim referans değeri olarak U_1 (pozitive phase sequence voltage) kullanılmaktadır. [5] Birçok durumda tek fazda meydana gelen kısa devreler ulusal şebekeden ayrılma nedeni değildir. Decoupling rölesinde U_1 gerilimini referans aldığımız için enterkonnekte sistemden gereksiz yere ayrılma sayıları düşürülmüş olur.

Reaktif güç akış yönünün belirlenmesi de arızanın iç arıza mı yoksa dış arıza mı

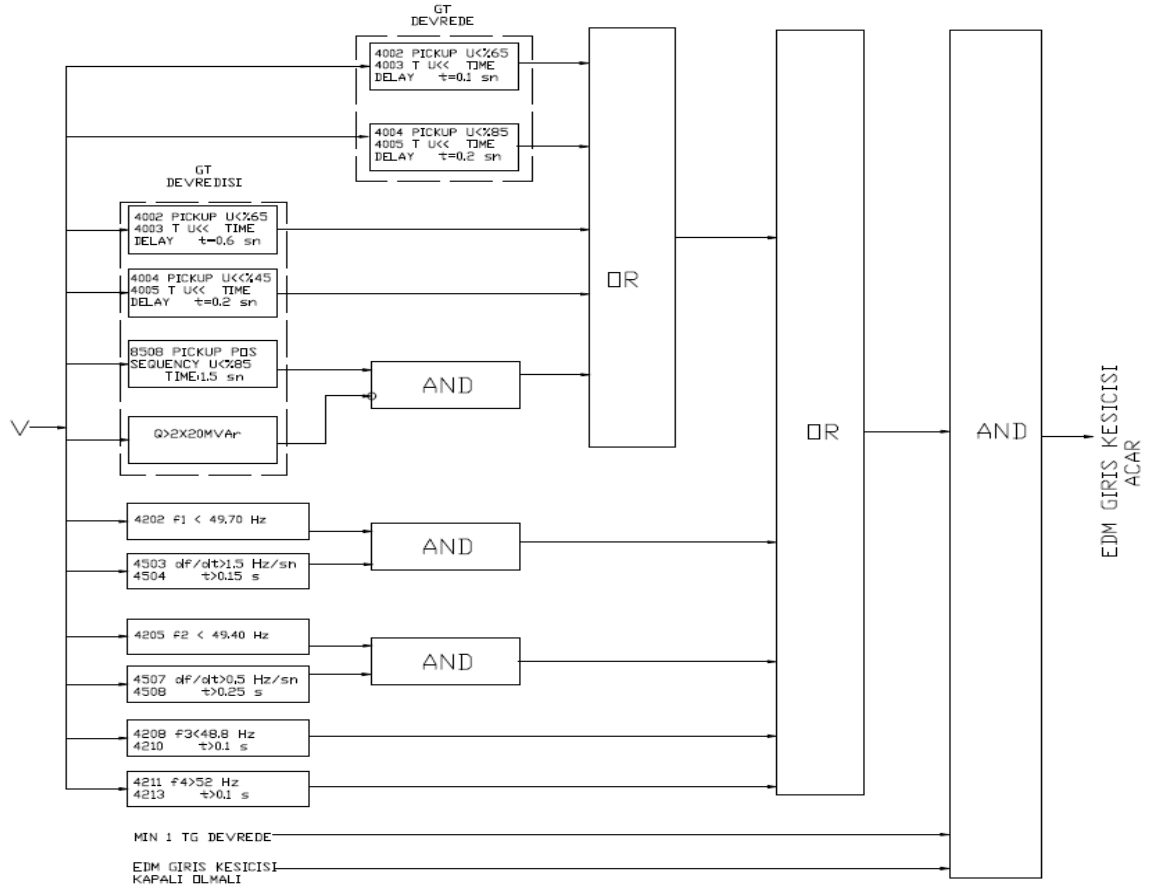
olduğunun ayırt edilebilmesi için gereklidir.

Tüm bu bilgiler göz önüne alınarak tesiste bulunan decoupling rölelerine U_1 gerilim bilgisi TEİAŞ tarafında bulunan 154 kV baradan ve reaktif akış bilgisi (U ve I) EDM de bulunan 34,5 kV baradan alınmaktadır.

Decoupling rölesinde set edilen gerilim, frekans, reaktif güç akış değerleri ve sürelerinin belirlenmesi, tesiste yer alan buhar ve gaz türbini jeneratörlerinin arıza durumundaki trip sürelerine ve tesiste bulunan yüklere ait koruma rölelerinin set değerlerine bağlıdır. Petrol endüstrisinde güvenilir enerji üretimi yalnızca stabil üretim için değil aynı zamanda işletme güvenilirliği içinde ciddi boyutta önemlidir. [2] Decoupling rölesinde enterkonnekte sistemden ayrılma sürelerinin yüksek ayarlanması paralelden gereksiz ayrılma sayılarını minimize edebilmektedir fakat tesiste bulunan elektrik üretim ünitelerinin ve yüklerin (özellikle kritik yüklerin) trip etme sayılarını arttırmaktadır. Bu nedenle decoupling rölesi dizaynı yapılırken tüm bu bilgiler ışığında hesaplamaların yapıp set değerlerinin optimum düzeyde belirlenmesi gerekmektedir.

Tüm bu hesaplamalardan sonra belirlenen set değerleri tesiste bulunan decoupling rölelerine hem CFC yazılımı ile hem de röle içerisinde hazır bulunan parametrelendirme programı ile yüklenmektedir.

Tesiste yer alan decoupling röle ayarları 3 farklı gerilim seviyesi ve 4 farklı frekans seviyesi belirlenerek hesaplanmıştır. Frekans seviyelerinden ikisinde zamana bağlı değişim hızları da göz önünde bulundurulmuş ve parametrelendirmeye eklenmiştir. Reaktif akış yönü bilgisi ise sadece tek bir gerilim seviyesine kullanılmıştır. Set edilen tüm parametrelerin süreleri de hesaplanarak röleye yüklenmiştir. Tesiste bulunan decoupling rölesinin algoritmasını gösteren lojik diyagram Şekil-1'de görülmektedir.



Şekil-1. Decoupling Rölesi Lojik Diagramı

Şekil-1'de de görüldüğü gibi tüm hata durumlarında tesisin enterkonnekte sistemden ayrılıp ada moduna geçmesi için EDM'de bulunan giriş kesicilerinin kapalı durumda olması ve minimum 1 adet elektrik üretim tesisinin devrede olması şartı da aranmaktadır.

Decoupling rölesinin arızayı tespit edip tesisi enterkonnekte sistemden ayırması için giriş kesicilerine trip sinyalini gönderdiği anda yük atma işleminin başlaması için de yük atma PLC input modülüne sinyal göndermektedir. Bu aşamadan itibaren yük atma sistemi devreye girmekte ve tesisin elektrik üretim tüketim dengesinin sağlanması için gerekli yüklerin atılmasını sağlamaktadır. Normal operasyon

koşullarında tüm jeneratörler ekonomik olmak adına ve güvenlik nedeni ile tam kapasite ile yüklenmemelidir. Toplam kapasitenin %6-10 mertebesinde üretim kapasitesinde rezerv kuvvet bırakılmalıdır. [3] Tüm bu işlemler kısa sürelerde gerçekleşmekte olup bu süreler yük atma kısmında ayrıntılı olarak belirtilmektedir.

3. YÜK ATMA SİSTEMİ

Yük atma sisteminin ana algoritması decoupling sisteminden, EDM/TDM 154kV/34,5kV ana fider operasyonlarından ve jeneratör kesicilerinin pozisyon değişikliklerinden başlatma alacak şekilde kurgulanmıştır. Hesaplamalarda

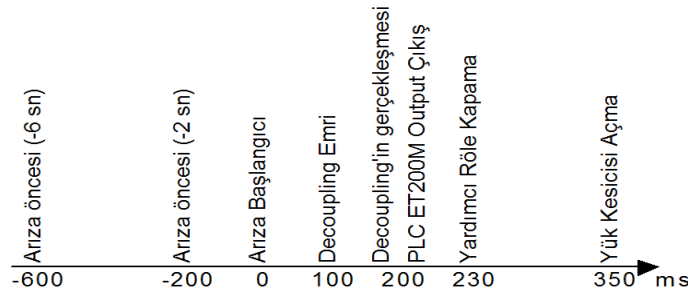
tüm ekipmanların aktif güç değerleri kullanılmakta ve bu değerler tesiste yer alan enerji otomasyon ve scada sistemi ile haberleşerek elde edilmektedir. Öncelikli olarak yük atma sistemine birçok kesiciden gelen pozisyon ve güç bilgileri ile anlık şebeke konfigürasyonu belirlenir. Sisteme bağlı ET-200M remote I/O modülleri üzerinden direk komut gönderilebilmekte ve durum bilgileri sorgulanabilmektedir. Sisteme Windows tabanlı Wincc programı ile erişilmektedir.

Stabilite hesapları sonucunda PLC tarafından yapılacak yük atma işleminin en kötü koşuldaki arıza halinde yaklaşık 250 ms içerisinde tamamlanması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. [6] Bu süre decoupling sinyalinin üretilmesi anından başlayıp yük kesicisinin açma işlemini tamamlamasına kadar olan

zaman dilimini içerir. Tüm sistemde direk kablolar ile trip komutları ekipmanların kesicilerine ulaştırılması ekstra zaman gecikmelerini önlemek için yapılmaktadır. [4] Şekil 2’de yük atma işlemine ait süreler verilmiştir.

Yük atma süresi şu kısımlardan oluşur:

- Decoupling sinyalinin PLC ye iletilmesi
- PLC’nin arızayı algılaması ve ET200M I/O modülündeki çıkışların aktif edilmesi (100 ms)
- Yük atma işleminde kullanılan yardımcı rölenin kontak kapama zamanı (30 ms)
- Sistemdeki en yavaş kesicinin açma zamanı (120 ms)



Şekil-2 Yük Atma Zamanı

PLC denetimli yük atma otomasyonunda Organizasyon Blok (OB1) PLC döngüsünün gerçekleştiği bloktur. [7] Tüm yazılım bu blok içerisinde yer alır. OB1 içerisinde yer almayan yazılımlar PLC tarafından değerlendirilmez. Yazılım için gerekli olan fonksiyonlar OB1 bloğu içerisinde çağırılırlar ve çağırıldıkları sıra ile işlenirler.

PLC Kontrollü yük atma işlemi sadece sistemin içinde bulunduğu duruma ait yük atma senaryolarını çalıştırır. Durum

tespiti TDM, EDM kesicilerinin pozisyonları dikkate alınarak yapılır. Bu kesicilere ait pozisyon bilgilerindeki bir belirsizlik hatalı hesaplamalara neden olabilir. Kesicilerde oluşacak arıza durumunda da PLC yük atma işlemini iptal eder. Gerekli alarmları üretir. Yazılıma ait tüm fonksiyonlar çalışmaya devam eder, ancak yük atma senaryoları tetiklenemez. Jeneratörlere ait kesicilerden herhangi birinden ara pozisyon arızası geldiği sürece ilgili jeneratöre ait yük atma senaryosu

deaktif edilir. Ara pozisyon arızası ortadan kalktığı anda jeneratöre ait yük atma senaryosu operatör onayı beklenmeden PLC tarafından tekrar aktif edilir.

Sistem daha öncede belirtildiği gibi decoupling rölesinden bağımsız olarak EDM ve TDM kesicilerin açması sonucu da şebekeden ayrılabilir. Bu esnada PLC kontrollü yük atma sistemi bu ayrılmayı frekans yük atması gibi değerlendirecektir.

İstasyon girişlerine ve yüklere ait rölelerden alınan aktif güç değerleri, enerji otomasyon ve scada PLC'lerinde yük atma PLC'sine iletilecek şekilde parametrelendirilmiştir. Enerji otomasyon ve scada PLC'lerinden herhangi birinde olabilecek olası bir haberleşme problemi yük atma sistemi için büyük bir problem oluşturmamaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi enerji otomasyon ve scada PLC'lerinden sadece yüklere ait güç bilgileri alınmaktadır. Bununla birlikte haberleşme hattı kopsa bile önceden okunmuş olan son güç değerleri PLC içerisindeki ilgili alanlarda saklı kalacak ve yük atma hesaplamalarında okunan bu son değer kullanılacaktır.

Sistemde oluşabilecek bir yük atma operasyonunda arızadan belli bir süre önce okunmuş olan güç değerinin kullanılması gerekir. Çünkü arıza anında güç değerlerinde arızanın niteliğine de bağlı olarak dalgalanmalar oluşur. Çeşitli arıza durumlarında oluşan güç dalgalanmaları ve bunlara ait süreler stabilite raporlarından daha geniş bir şekilde incelenebilir. [6] Dalgalanma sırasında ölçülen değerler ile yapılacak bir yük atma işlemi doğru verilere dayanmadığı için sağlıklı olur. Söz konusu olumsuz durumu engellemek için yük atma işleminde hesaplar arıza anından 2 sn önce

okunmuş olan güç değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Böylece kararsız durum yük atma hesaplamasına olumsuz bir etki yapmamış olacaktır.

Yük atma sisteminde yer alan yüklere ait aktif güç değerlerinin sıfırdan büyük olup olmadığı kontrol edilir. Güç değeri sıfırdan büyük ise ilgili yüke ait bit setlenir ve bu bit kesici hazır sinyalinde kullanılır. Şayet bit setli değil yani güç değeri sıfırdan büyük değil ise kesici yük atmaya dâhil edilmez.

Kesici yük atmaya dâhil sinyali oluşturulurken donanım olarak aşağıdaki bilgiler birleştirilerek PLC'ye "Kesici hazır" sinyali olarak iletilir.

- Kesici işletme konumunda
- Kesici devrede
- Kesici kumanda otomatı kapalı

"Kesici hazır" sinyali PLC yazılımında aşağıda açıklanan sinyaller ile birleştirilir ve kesicinin yük atma hesaplarına katılıp katılmayacağına dair karar verilir.

- Bara A-B kumanda gerilimi var
- Input/Output modülü OK
- Yük güç değeri sıfırdan büyük

Bu koşulların tümü gerçekleşmiş ise ilgili kesici yük atma hesaplamalarına dâhil edilir. Ancak diğer bir önemli nokta da kesicinin EDM de hangi bara ya bağlı olduğunun tespit edilmesidir.

Yük atma sisteminde 3 adet "Yük Atma öncelik listesi (Priority List)" vardır. Bu listeler 400 adet kesiciye göre tasarlanmıştır. Operatör bu listeleri sezonluk, üretim durumunu vb. koşulları göz önüne alarak doldurabilir. Listelerden sadece biri aktiftir. Şekil-3'de tesisin aktif yük atma listesine ait ekran görüntüsü yer almaktadır.

Yük atma PLC tarafından yapılan hesaplamalar sonucunda atılacak yükler

belirlenir. Belirlenen yükler yük atma WinCC ye iletilir. Böylece operatör atılacak yükleri yük atma işlemi

gerçekleşmeden önce görme imkânına sahip olur. Şekil-4’de atılacak yüklere ait ekran görüntüsü yer almaktadır.

YÜK ATMA ÖNCELİK SIRASI 1

PM 2205	1	8002 TRA	41	9000A TRA	81	2502YPM9	121	2503Y PM2	161	PM 201	201	900YPM1-6A	241	FCC TR2	281	9000B TR4	321	5390 YS PM	361
PM 2209	2	8001 TRA	42	TR 9000A2	82	2502YPM7	122	2588Y PM5	162	2050B 28 YDK	202	900 TR3	242	2050D 10 YDK	282	MP 9401B	322	5390 TRA	362
PM 2365	3	8003 TRA	43	TR 9000A4	83	2502YPM4	123	2588Y PM6	163	PMC 103	203	900 TR1	243	2050D TRB	283	MP 9501B	323	5390 TR2	363
PM 2367	4	PM 8101A	44	TR EH 9300	84	2502Y 28 YDK	124	2588Y PM7	164	PMC 101	204	CM1 2101Y	244	7000 TR3	284	MP 9801B	324	5390 TRB	364
PM 2305	5	PM 8102A	45	MC 9202B	85	2502Y 28 YDK	125	2588Y PM8	165	2050B 38 YDK	205	PMC 2502-11	245	7000 9 YDK	285	MC 9501B	325	9000C 23 YDK	365
PM 2308	6	PM 8106A	46	MC 9202C	86	2502Y TRB	126	2557 TR2	166	2502 PM12	206	2001 35 YDK	246	PM 7301A	286	MP 9813B	326	9000C 26 YDK	366
PM 2310	7	PM 8501A	47	MP 9201A	87	PM3	127	2588Y TRB	167	2050B TRB	207	2001 37 YDK	247	PM 7202B	287	9000B 22 YDK	327	YEDEK	367
PM 2306	8	MC 8501A	48	9000A 18 YDK	88	PM 5	128	PMC 102	168	CM 205	208	2001 TRA	248	PM 7105B	288	9000B 24 YDK	328	YEDEK	368
2056 TR2	9	PM 8104A	49	9000A 20 YDK	89	PM 7	129	PM 103	169	CM 203	209	2502E TR2	249	PM 7209B	289	9000B TRB	329	YEDEK	369
PM 2373	10	PM 8502A	50	9000A TRB	90	PM 9	130	PM 101	170	CM 201	210	2100 TR2	250	PM 7101S	290	SS1 3 YDK	330	YEDEK	370
2062 TR1	11	MCB 8701A	51	2510 MP3	91	PM 11	131	100 TR3	171	200 TR4	211	CM 2100 Y2	251	PM 7101A	291	SS3 TRA3	331	YEDEK	371
2061 Y1	12	PM 8001A	52	2510 MP4	92	PM 13	132	100 TR1	172	200 TR2	212	PM 2502E2	252	7000 TR1	292	SS1 TRA2	332	YEDEK	372
2056 TRA	13	8000 33 YDK	53	2510 MCF2	93	PM 15	133	PM 204	173	300 TR2	213	2001 14 YDK	253	PM 7209S	293	SS1 TRA1	333	YEDEK	373
PM 2204	14	PM 8601C	54	2510 MCF4	94	PM 17	134	CM 401	174	2050B 52 YDK	214	900 YTR6	254	7000 27 YDK	294	SS1 15 YDK	334	YEDEK	374
PM 2251	15	8000 TRA	55	2510 TRA	95	PM 19	135	CM 301	175	2050B 54 YDK	215	900 YTR8	255	7000 TRA	295	SS1 17 YDK	335	YEDEK	375
PM 2356	16	MC 8202C	56	2510 MP2	96	PM 21	136	PM 402	176	2050B 56 YDK	216	900 YPM3-6C	256	7000 TR2	296	PM 1404B	336	YEDEK	376
PM 2359	17	MC 8202B	57	2510 MP1	97	9000C TRA	137	PM 202	177	2050B 58 YDK	217	900 TR2	257	7000 10 YDK	297	PM 1305B	337	YEDEK	377
PM 2309	18	PM 8204B	58	2510 MCF5	98	9000C 4 YDK	138	PM 301	178	100 TRB	218	900 YTR4	258	PM 7101B	298	PM 1203	338	YEDEK	378
PM 2311	19	8002 TRB	59	2510 MCF3	99	PM 6	139	PM 124Y	179	100 TRB	219	900YPM4D	259	PM 7209A	299	PM 1110A	339	YEDEK	379
PM 2307	20	8001 TRB	60	2510 MCF1	100	PM 8	140	CM 204	180	2050B 04 YDK	220	2001 TRB	260	PM 7105A	300	PM 1101A	340	YEDEK	380
2056 TR1	21	8003 TRB	61	2510 TRB	101	PM 10	141	CM 202	181	80 AMBAR TR	221	2050C 3 YDK	261	PM 7301S	301	SS1 TRA	341	YEDEK	381
2080 TR1	22	PM 8101B	62	2502Y TR1	102	PM 12	142	200 TR3	182	EK OFIS TR	222	2050C 5 YDK	262	PM 7202A	302	SS1 TRB1	342	YEDEK	382
PM 2374	23	PM 8102B	63	ACM5	102	PM 14	143	200 TR1	183	750 TR2	223	PMC 2503	263	PM 7202S	303	SS1 TRB2	343	YEDEK	383
2062 TR2	24	PM 8106B	64	ACM3	104	PM 16	144	300 TR1	184	2054 TR	224	PMC 2501	264	PM 7105S	304	SS3 TRB3	344	YEDEK	384
PM 2260-Y2	25	PM 8501B	65	ACM1	105	PM 18	145	100 TR7	185	PM 1612A	225	3200 TR1	265	7000 TR4	305	LOJ TR-Y-E	345	YEDEK	385
2056 TRB	26	MC 8501B	66	2502 15 YDK	106	PM 20	146	100 TR5	186	SS1Y TR1	226	2500C TRA	266	7000 28 YDK	306	PM 1103A	346	YEDEK	386
2057 TR2	27	MP 8105A	67	2502 17 YDK	107	PM 22	147	PM 125	187	1900 TR1	227	2050C TRA	267	7000 30 YDK	307	CM 1201	347	YEDEK	387
PM 2361-4	28	MCB 8701B	68	2502YPM10	108	PM 24	148	750 TR1	188	SS1Y TRA	228	2050C 4 YDK	268	7000 TRB	308	PM 1403	348	YEDEK	388
PM 2361-1	29	PM 8601B	69	2502 YPM8	109	9000C TRB	149	2050 TR1	189	SS1Y 4 YDK	229	PMC 2504	269	9000B TR3	309	PM 1404A	349	YEDEK	389
PM 2364-5	30	9000 34 YDK	70	2502 YPM6	110	2588Y TR1	150	2050B TRA	190	PM 1612B	230	PMC 2502	270	9000B TR1	310	PM 1410A	350	YEDEK	390
2057 13 YDK	31	8000 TRB	71	2502 YPM3	111	2503Y TR1	151	2050B 6YDK	191	SS1Y TR2	231	3200 TR2	271	MP 9813A	311	SS1 26 YDK	351	YEDEK	391
2057 TRA	32	TR 9000A3	72	2502 27 YDK	112	2503Y PM1	152	ATELYE TR	192	1900 TR2	232	2500C TRB	272	MP 9801A	312	SS1 TRB	352	YEDEK	392
2057 TR1	33	TR EH 9303	73	3610 TR	113	2588Y PM4	153	PM 124	193	SS1Y TRB	233	2050C TRB	273	MP 9501A	313	PM 1608A	353	YEDEK	393
PM 2361-3	34	TR 9000A1	74	2502Y TRA	114	2588Y PM3	154	PM 102	194	2061 7 YDK	234	2050D 3 YDK	274	MC 9501A	314	PM 1608B	354	YEDEK	394
PM 2364-4	35	MC 9202A	75	2502Y TR2	115	2588Y PM2	154	100 TR4	195	2502E TR1	235	2050D 5 YDK	275	MP 9401A	315	PM 1608C	355	YEDEK	395
PM 2361-2	36	MP 9102A	76	ACM2	116	2588Y PM1	156	100 TR2	196	2602E PM3	236	FCC TR1	276	9000B 17 YDK	316	SS4 TR4-1	356	YEDEK	396
2057 14 YDK	37	MP 9101A	77	ACM4	117	2557 TR1	157	PM 203	197	2100 TR1	237	PM 4502A	277	9000B 19 YDK	317	SS4 TR4-2	357	YEDEK	397
2057 TRB	38	MC 9101A	78	ACM6	118	2588Y TRA	159	CM 302	198	900 YTR7	238	2050D TRA	278	9000B TRA	318	SS4 8 YEDEK	358	YEDEK	398
MC 8202A	39	9000A 17 YDK	79	2502 16 YDK	119	2588Y TR2	159	PM 302	199	900 YTR5	239	2050D 4 YDK	279	9000B TR2	319	SS4 1	359	YEDEK	399
PM 8204A	40	9000A 19 YDK	80	2502YPM11	120	2503Y TR2	160	PM 401	200	900YPM2-6B	240	PM 4502B	280	TR EH 9601	320	5390 TR1	360	YEDEK	400

BIRALA GÖNDER 1

ANASAYFA

Şekil-3 Yük Atma Öncelik Listesi

SEBEKE PARALEL - KUPLAJ KAPALI			
ATILACAK YÜKLER			
DUSUK FREKANS	%45	%65	%85
PM 2357	PM 2357	PM 2357	PM 2357
2056 TR2	2056 TR2	2056 TR2	2056 TR2
PM 2356	PM 2356	PM 2356	PM 2356
2056 TR1	2056 TR1	2056 TR1	2056 TR1
PM 2355 HAKAI	PM 2355 HAKAI	PM 2355 HAKAI	PM 2355 HAKAI
2052 TR2	2052 TR2	2052 TR2	2052 TR2
2057 TR2	2057 TR2	2057 TR2	2057 TR2
2057 TR1	2057 TR1	2057 TR1	2057 TR1
PM 2361-2	PM 2361-2	PM 2361-2	PM 2361-2
MC 8202A	MC 8202A	MC 8202A	MC 8202A
PM 8204A	PM 8204A	PM 8204A	PM 8204A
8002 TRA	8002 TRA	8002 TRA	8002 TRA
8001 TRA	8001 TRA	8001 TRA	8001 TRA
8003 TRA	8003 TRA	8003 TRA	8003 TRA
PM 8101A	PM 8101A	PM 8101A	PM 8101A
PM 8102A	PM 8102A	PM 8102A	PM 8102A
PM 8106A	PM 8106A	PM 8106A	PM 8106A
PM 8104A	PM 8104A	PM 8104A	PM 8104A
MC 8202B	MC 8202B	MC 8202B	MC 8202B
8002 TRB	8002 TRB	8002 TRB	8002 TRB
	8001 TRB	8001 TRB	
	8003 TRB	8003 TRB	
	MP 8105A	MP 8105A	
	TR 9000A3	TR 9000A3	
	TR EH 9303	TR EH 9303	
	TR 9000A1	TR 9000A1	
	TR 9000A2	TR 9000A2	
	TR 9000A4	TR 9000A4	
	TR EH 9300	TR EH 9300	
	MC 8202B	MC 8202B	
	2510 MP3	2510 MP3	
	2510 MCF2	2510 MCF2	
	2510 MP2	2510 MP2	
	2502Y TR1	2502Y TR1	
	2502 YPM8	2502 YPM8	
	2502 YPM8	2502 YPM8	
	3810 TR	3810 TR	

Şekil-4 Atılacak Yükler

TDM, EDM istasyonunda bulunan şebeke giriş kesicileri ile EDM Kuplaj kesicisine ait pozisyon bilgileri değerlendirilerek sistemin çalışma durumu tespit edilir. Sistemde altı değişik çalışma durumu ve her duruma ait farklı sayılarda senaryo vardır.

- Durum 1: Kuplaj kesicisi kapalı, Bara A ve/veya Bara B şebeke ile paralel (4 adet senaryosu vardır)
- Durum 2: Kuplaj kesicisi kapalı, Bara A ve Bara B ada modunda (8 adet senaryosu vardır)
- Durum 3: Kuplaj kesicisi açık, Bara A şebeke ile paralel Bara B şebeke ile paralel (8 adet senaryosu vardır)
- Durum 4: Kuplaj kesicisi açık, Bara A şebeke ile paralel Bara B

ada modunda (11 adet senaryosu vardır)

- Durum 5: Kuplaj kesicisi açık, Bara A ada modunda Bara B şebeke ile paralel (11 adet senaryosu vardır)
- Durum 6: Kuplaj kesicisi açık, Bara A ada modunda Bara B ada modunda (14 adet senaryosu vardır)

PLC'de aynı anda yukarıda verilen altı durumdan sadece biri aktif olacaktır. PLC tespit edilen duruma ait senaryoları belirleyecek ve sadece belirlediği senaryolara ait hesaplamaları yapacaktır. Bir durumdan diğerine geçildiğinde eski duruma ait hesaplamalar resetlenerek yeni duruma ait hesaplamalar yeni senaryolar dikkate alınarak yapılacaktır.

Her PLC döngüsünde belirlenmiş duruma ait senaryolardan sadece biri için hesaplama yapılmaktadır. Böylece PLC ye ait toplam döngü süresi kısaltılmaktadır. Bu sayede olası bir arıza durumu, tüm senaryoların aynı anda hesaplanmasına oranla çok daha kısa bir sürede tespit edilmekte ve yük atma işlemi daha kısa süreler içerisinde gerçekleştirilmektedir.

Hesaplamalar yapılırken PLC döngüsü içerisinde (OB1) yer alan bir döngü oluşturulur. [7] Bu döngü atılacak güç miktarı atılması gereken güç miktarından büyük oluncaya kadar yük atma sırasını ve kesici hazır bilgisini dikkate alarak yük veya yük guruplarını yük atma işlemine dâhil eder. Atılacak güç miktarı atılması gereken güç miktarından büyük olunca döngüden çıkılır ve PLC normal döngüsünde yer alan işlemleri takibe devam eder.

Şayet bir arıza oluşmuş ise yazılımda hesaplamaların bulunduğu kısım atlanır ve arızaya ait çıkışlar arıza öncesi yapılmış olan son hesaplamalar doğrultusunda aktive edilir.

Hangi yüklerin atılacağına hesaplama bloğu içerisinde aşağıdaki koşullar dikkate alınarak karar verilir:

- Atılması gereken güç miktarı
- Kesici yük atmaya dâhil bilgisi
- Yüklere ait aktif güç değerleri
- Yük veya yük gurubu atma sıralaması (WinCC'den girilen değer)

Senaryolardan herhangi birinin çalışması durumunda o senaryo için ayrılmış olan bir zamanlayıcı tetiklenir ve PLC yazılımının hesaplama kısmı atlanarak çıkışların aktive edileceği kısma ulaşılır. Bu bölümde, gerçekleştirilmiş olan senaryoya ait önceden hesaplanarak hazır hale

getirilmiş yük atma bilgileri aynı senaryoya ait zamanlayıcının da çalışması ile birlikte kesicileri devre dışı et komutlarına dönüştürülür ve yük atma işlemi gerçekleştirilir.

Yük atma işlemi, gerçekleştirilirken aynı anda başka bir senaryonunda çalıştırılması gerekebilir. Örneğin şebekeden ayrılma işlemi esnasında jeneratörlerden biride devre dışı olabilir. Bu durumda PLC yazılımı içerisinde öncelikle şebekeden ayrılma işlemine bir tepki verilerek uygun yük atma işlemi gerçekleştirilir. Takip eden döngüde jeneratör arızasına tepki verilir ve uygun yük atma işlemi gerçekleştirilir. Bu arızalar aynı anda olsalar bile PLC bundan etkilenmez ve doğru yük atma işlemi gerçekleştirir.

Çıkışların aktif edilmesi ile birlikte kesiciler devre dışı olacaklardır. Ancak yük atma işlemi esnasında kesici herhangi bir nedenden ötürü devre dışı olamayabilir. Bu durumda yük atma WinCC sistemine ilgili kesiciye ait "Yük atılamadı" ihbarı iletilerek operatör uyarılır.

Bir yük atma işlemi gerçekleşikten sonra PLC daha önceden yapılmış tüm hesaplama sonuçlarını resetler. Bu sayede sistem yük atma sonrası oluşacak olan yeni duruma hazır hale gelir. Yük atma işlemi tamamlanmış olan senaryoya ait güç değeri de sıfırlanır. Böylece bu değer kullanıldığı hesaplamalarda oluşabilecek herhangi bir hata engellenmiş olur.

Tüm bu bilgiler ışığında PLC denetimli yük atma sisteminin yetenekleri şu şekilde özetlenebilir;

- Yük atma sıralaması değiştirilebilir:

Operatör isteği doğrultusunda üç farklı yük atma sıralaması listesi oluşturabilmektedir. Bu listelerin üçünü

de PLC'ye yükleyebilmekte ve istediği listeyi WinCC ekranından bir buton ile aktif edebilmektedir.

- Devre dışı olmuş kesiciler dikkate alınmaz:

Bir yükün yük atma manevrasına dâhil olabilmesi için yük atma sırasının gelmiş olması yetmez, aynı zamanda bu yükün devrede olması da gerekir. Şayet sırası gelen yük devre dışı ise, bu yük dikkate alınmamakta ve bir sonraki yük, yük atma hesaplamasına dâhil edilmektedir.

- Hesaplamalar arıza oluşmadan önce yapılır:

Hesaplamalar arıza hali oluşmadan yapılmakta ve bu sayede en kısa sürede yük atma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca operatör hangi arıza durumunda hangi yüklerin atılacağını ve atılacak güç miktarını yük atma bilgisayarından izleyebilmektedir.

- Operatör yük gurupları oluşturabilmektedir:

Operatör aynı önem derecesinde gördüğü veya aynı prosese ait yüklerden guruplar oluşturabilmektedir. Guruplar oluşturulurken tesisteki farklı bölge ve büyüklükteki istenilen yükler bir araya getirilebilmektedir. Operatör yük guruplarını, guruba ait yüklere aynı yük atma sırasını vererek oluşturabilmektedir.

- Sisteme ait diagnostik kontrolü yapabilmektedir:

PLC sistemi alt istasyonlara ait kartları, DC kumanda gerilimini ve haberleşme hatlarını kontrol eder. Olası bir arıza durumunda WinCC ekranında arıza noktasını belirtilir. Ayrıca otomatik olarak arızalı istasyonu yük atma hesaplarından çıkartılır. Arıza giderildiğinde sistem eski haline döner.

- Ardışık yük atma:

Kısa süreler içerisinde arka arkaya meydana gelebilecek arıza hallerinde sistem doğru yük atma yapabilmektedir. Örneğin sistem şebekeden ayrıldığı anda jeneratörlerden herhangi biri arızalanabilir. Yük atma sistemi önce ayrılma ile ilgili yük atma işlemini ardından jeneratör arızası ile ilgili yük atma işlemini doğru olarak yerine getirebilmektedir.

- Atılamayan yükler tespit edilmektedir:

Yük atma emri gönderilen kesici herhangi bir nedende dolayı devre dışı olmaz ise bu kesici için yük atma WinCC'sinde alarm üretilir.

4. TESİSTE YAŞANAN ARIZA ÖRNEĞİ

23.07.2011 tarihinde TEİAŞ Çakmaktepe Aliğa-2 hattında gerçekleşen arıza sonrası sistemde gerilim düşümü meydana gelmiştir. 00:00:27:236'da Decoupling rölesi sistemdeki düşük gerilimi (set değeri: 27-2 %85Un, 200 msn) algılamış, 00:00:27:436'da röle trip komutu üretmiş ve 00:00:27:533'te TEİAŞ giriş kesicileri devre dışı olarak tesis ada moduna geçmiştir. TEİAŞ girişindeki normal değeri 34,5kV olan gerilimin 15,525 kV değerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. 00:00:27:498'de yük atma PLC'si tarafından yük atma komutu üretilmiştir. 17. Kademeye kadar 40 ekipman yük atma nedeniyle devre dışı olmuştur. Yük atma PLC'si tarafından atılması planlanan yüklerin toplam gücü 11,520 MW olup tamamı atılmıştır. Yük atma PLC'sinin hesapladığı değer ile gerçekleşen değer %100 uyuşarak başarı ile çalışmıştır. 00:25:18:089'ta TEİAŞ ile tekrar paralele girilmiştir.

Arızada decoupling ve yük atma sistemlerine ait olayların süreleri ile birlikte akışı şu şekilde gerçekleşmiştir;

- 00:00:27.236 Decoupling rölesi düşük gerilimi algılamış ve pick-up sinyali üretmiştir.
- 00:00:27.436 Decoupling rölesi düşük gerilim trip sinyali üretmiştir.
- 00:00:27.521 Yük atma trip sinyalleri üretilmiştir.
- 00:00:27.533 EDM TEİAŞ girişi kesicileri açmıştır.

- 00:00:27.554 Yük atma trip sonucu kesiciler açmış ve yük atma tamamlanmıştır.

Arıza sonrası decoupling ve yük atma sistemi 318 ms içerisinde tüm işlemleri tamamlamıştır.

Şekil-5'de yük atma sonrası rapor sayfasına ait ekran görüntüsü yer almaktadır.

The screenshot displays the 'Yük Atma Rapor Sayfası' (Load Shedding Report Page) with the following sections:

- KAYIT SAYISI:** 2
- KAYIT NO:** 2
- DURUM:** 1
- YÜK ATMA ZAMANI:** 23.07.11 00:00:27.498
- HESAPLAMININ YAPILDIĞI AN:** 23.07.11 00:00:25.366
- Yük Atma Güç Değerleri:**
 - TEİAS - A: 5460 kW
 - TEİAS - B: 5440 kW
 - TG1: 0 kW
 - TG2: 7000 kW
 - TG3: 7040 kW
 - TG4: 7050 kW
 - GT2: 0 kW
 - GT1: 20790 kW
- Yük Atma Güç Değerleri:**
 - GEREKEN: 10900 kW
 - ONGORÜLEN: 11520 kW
- Yük Atma Öncelik Değeri:**
 - ULASILAN: 17
 - LIMIT: 100
- Kayıt Sonu:** 23.07.11 00:00:27.498
- Kayıt Oluşturma:** Manuel Kayıt Oluştur
- PLC Aktüel Zamanı:** 15.09.11 14:43:22.546
- Mevcut Zaman:** 9/15/2011 2:45:33 PM

Yük Atma Kriteri:

- KK f< (Green)
- KK %85 U< (Green)
- KK %65 U< (Green)
- KK %45 U< (Red)
- KK ADA G1 ARIZA (Green)
- KK ADA G2 ARIZA (Green)
- KK ADA G3 ARIZA (Green)
- KK ADA G4 ARIZA (Green)
- KK ADA G5 ARIZA (Green)
- KK ADA G6 ARIZA (Green)
- KK ADA MODU f< (Green)
- ADA KPLJ TRIP BA ADA (Green)
- ADA KPLJ TRIP BB ADA (Green)
- KA f< BA (Green)
- KA %85 U< BA (Green)
- KA %65 U< BA (Green)
- KA %45 U< BA (Green)
- KA ADA G1 ARIZA BA (Green)
- KA ADA G2 ARIZA BA (Green)
- KA ADA G3 ARIZA BA (Green)
- KA ADA G4 ARIZA BA (Green)
- KA ADA G5 ARIZA BA (Green)
- KA ADA G6 ARIZA BA (Green)
- KA ADA MODU f< BA (Green)
- KA f< BB (Green)
- KA %85 U< BB (Green)
- KA %65 U< BB (Green)
- KA %45 U< BB (Green)
- KA ADA G1 ARIZA BB (Green)
- KA ADA G2 ARIZA BB (Green)
- KA ADA G3 ARIZA BB (Green)
- KA ADA G4 ARIZA BB (Green)
- KA ADA G5 ARIZA BB (Green)
- KA ADA G6 ARIZA BB (Green)
- KA ADA MODU f< BB (Green)

Decoupling:

- BARA A DEC %45 U< (Green)
- BARA A DEC %65 U< (Green)
- BARA A DEC %85 U< (Green)
- BARA A DEC f< (Green)
- BARA B DEC %45 U< (Green)
- BARA B DEC %65 U< (Green)
- BARA B DEC %85 U< (Green)
- BARA B DEC f< (Green)
- BARA A DIF (Red)
- BARA B DIF (Red)
- BARA A DUSUK FREKANS (Green)
- BARA B DUSUK FREKANS (Green)

Atılan / Atılmayan Yükler:

Yük	8000	9000A	9000C	2510	2056	2588Y	2050D	2050C	SS100	SS200	7000	9000B	SS1	2061	SS1Y	YEDEK
A	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
B	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2502Y				Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2057				Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5340				Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
5320				Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
SS4													Green	Green	Green	Green

Legende: PASIF (Green), ATILDI (Red), ATILAMADI (Yellow)

Şekil-5 Yük Atma Rapor Sayfası

5.SONUÇ

Bu makalede büyük ölçekli bir endüstriyel tesiste elektrik altyapının daha güvenilir ve TEİAŞ enterkonnekte sistemden daha az etkilenir hale getirebilmek için tesis edilen Decoupling ve Yük Atma sistemlerinin öncelikleri, tasarım parametreleri ve çalışma metodolojisi irdelenmiş, benzer çalışma yapmak isteyen tesislere örnek olabilmek, bilgi aktarabilmek amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] B. Delfino, F. Croce, P. A. Fazzini, S. Massucco, A. Morini, F. Silvestro and M. Sivieri, "Operation and management of the electric system for industrial plants," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 37, no. 3, pp. 701-708, May/Jun.2001.
- [2] Uchhrang K. Jethwa, Rajeev Kumar Bansal, Ninad Date, and Ranjeet Vaishnav, "Comprehensive Load-Shedding System," IEEE Trans. On Ind. Appl., vol. 46, no. 2, pp. 740-749, March/April 2010.
- [3] C. T. Hsu, C. S. Chen, and J. K. Chen, "The load-shedding scheme design for an integrated steelmaking cogeneration facility," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 33, no. 3, pp. 586-592, May/Jun. 1997.
- [4] K. Rajamani and U. K. Hambarde, "Islanding and load shedding schemes for captive power plants," IEEE Trans. Power Del., vol. 14, no. 3, pp. 805-809, Jul. 1998.
- [5] Siemens, Siprotec Multi-Functional Generator Protection Relay 7UM61V4.1 Manual
- [6] Parviz Zaherdoust, The Principles and Results of The Transient Stability Study
- [7] Siemens, Simatic S7 Supplement to Manual for S7-400, M7-400 Programmable Controllers