



EVK'2015

VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

**04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ**



Gerilim Kontrolü ve Optimum Kapasitör Yerleşimi ile Dağıtım Şebekesi Kayıplarının Azaltılması

Özgür YÜCEL
GENETEK Ltd. Şti



05.06.2015



1. Çalışma Hakkında Genel Bilgi

2. Dağıtım Şebekesi

3.Volt Kontrol Çalışması

4. Var Kontrol Çalışması

5. Sonuç

1.Çalışma Hakkında Genel Bilgiler



EVK'2015 VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



- Tüm analizler PSS SINCAL güç sistemleri analiz programı ile gerçekleştirilmiştir.
- İncelenen dağıtım sistemi, Türkiye'de ki bir dağıtım bölgesi olup, tüm veriler master plan projesi kapsamında dağıtım şirketinden temin edilmiştir.
- Volt kontrol analizleri, Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği'ndeki aşağıdaki sınırlamalar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir:

“OG seviyesi için; ölçüm periyodu boyunca TS EN 61000-4-30'da tanımlanan ölçüm periyodu boyunca (kesintisiz bir hafta) ölçülen gerilim etkin değerlerinin 10'ar dakikalık ortalamalarının en az % 99'u beyan etkin gerilim değerinin + % 10'nu aşmamalı, yine bu ortalamaların en az %99'u beyan etkin gerilim değerinin - % 10'nun altına düşmemelidir.”

1.Çalışma Hakkında Genel Bilgiler

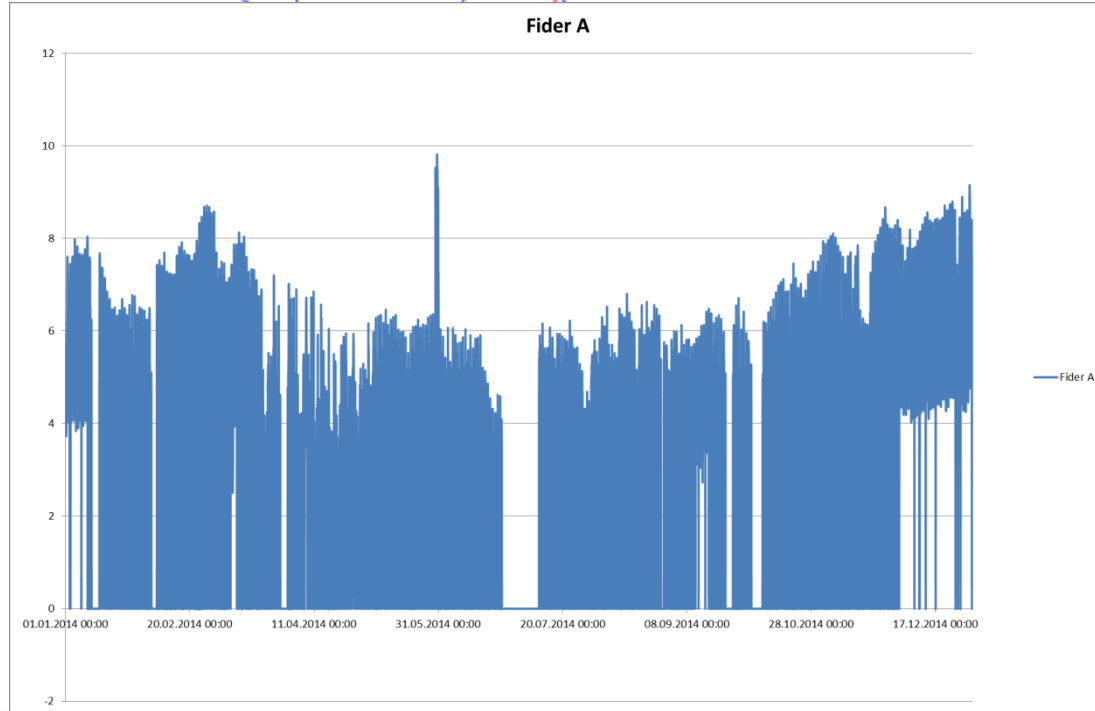


EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



- Her bir yükün bir yıllık periyottaki puant güç bilgisi modele işlenmiştir.
- Her bir yüke ait bireysel puant değerlerinin girilmesinin ardından, yükleri besleyen fiderin bir yıllık periyottaki puant değeri tespit edilmiştir.
- Fider ölçümündeki puant değer ile bireysel yüklerin puant ölçümü oranlanarak, dağıtım şebekesinin mevcut durumu oluşturulmuştur.



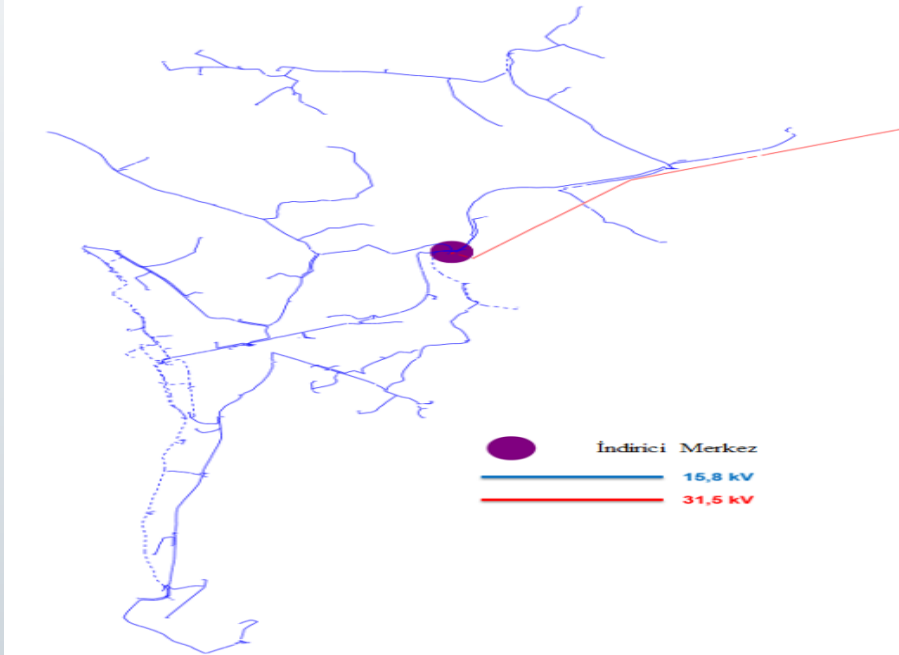
2.Dağıtım Şebekesi



EVK'2015

VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



- Ele alınan dağıtım bölgesi, genel olarak ticarethane ve mesken yüklerini barındırmaktadır.
- Trafo mülkiyetleri, ağırlıklı olarak özel sektöre aittir.
- Toplam dağıtım trafosu kurulu gücü 36,1 MVA dır.

Primer Gerilim[kV]	Sekonder Gerilim [kV]	Trafo Gücü [kVA]	Trafo Sayısı
31.5	15.8	31500	1
15.8	0.4	1000	5
15.8	0.4	630	17
15.8	0.4	400	27
15.8	0.4	250	21
15.8	0.4	160	19
15.8	0.4	100	10
15.8	0.4	50	5
15.8	0.4	25	1
15.8	0.4	25	1
		Toplam	106

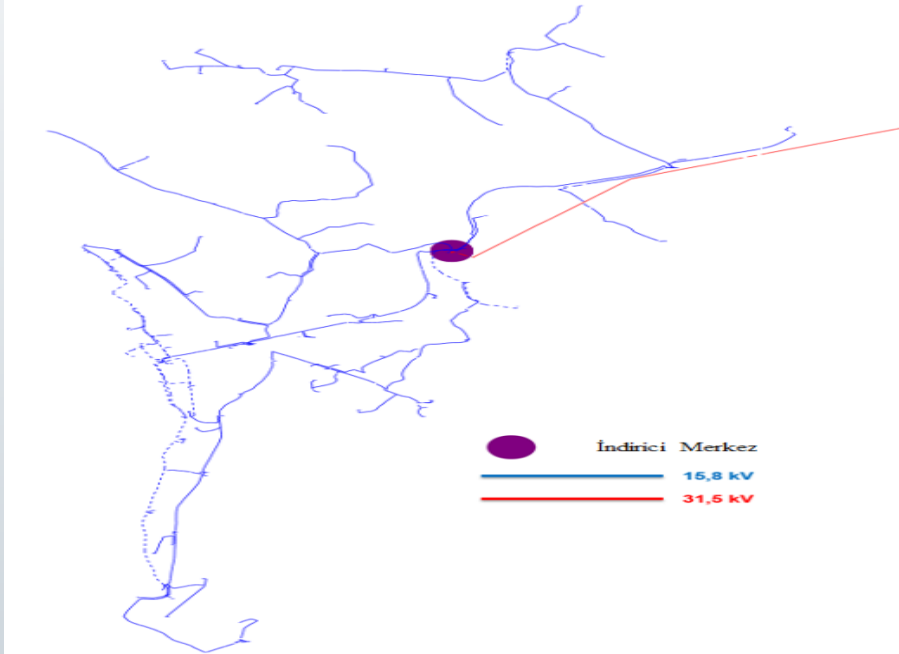
2.Dağıtım Şebekesi



EVK'2015

VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



- Dağıtım şebekesinde 41,621 km havai hat; 12,064 km kablo bulunmaktadır.
- Kablolarda malzeme olarak bakır tercih edilmiştir.

Gerilim Seviyesi [kV]	İletken Tipi	Tip	Hat Kesiti [mm ²]	Hat Uzunluğu [km]
15.8	Havai Hat	SW	31.14	23.344
15.8	Kablo	50/Cu	50	0.446
15.8	Havai Hat	1/0	62.44	0.577
15.8	Kablo	70/Cu	70	0.78
15.8	Kablo	95/Cu	95	8.229
15.8	Havai Hat	3/0	99.3	7.703
15.8	Kablo	150/Cu	150	1.284
15.8	Havai Hat	266 MCM	156.86	8.512
15.8	Kablo	240/Cu	240	0.748
15.8	Havai Hat	477 MCM	280.84	2.062
			Toplam	53.685

3.Güç Transformatörü ile Senaryo 1 'e Göre Volt Kontrolü



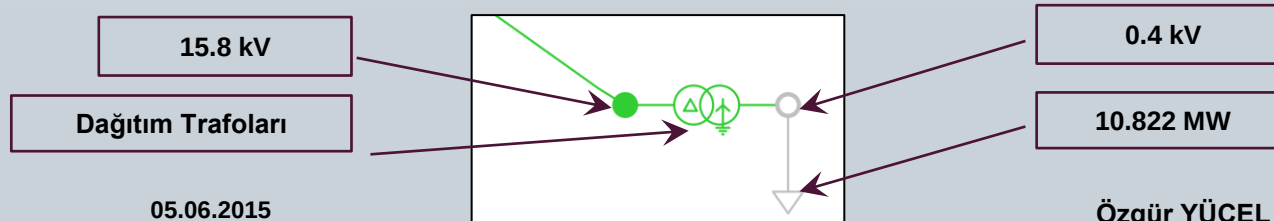
EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



Bu senaryoda dağıtım transformatörleri kurulu güçlerinin %30'u oranında yüklenmişlerdir. Bu koşullarda dağıtım transformatörlerinden(DT) çekilen toplam güç 10,822 MW dır. Bu değer sadece dağıtım transformatörünün sekonderinden çekilen güçtür ve dağıtım seviyesindeki kayıplar dahil değildir. Bu yüklenme değeri için ele alınan dağıtım şebekesinin, gerilim değerinin sınırlar dışına çıkmaması için güç transformatörünün (GT) sekonder barasındaki minimum gerilim değeri 0,94 pu; maksimum gerilim değeri 1,1 pu olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler için 0,1 pu aralıklarla analizler yapılmıştır.

GT Sekonder Bara Gerilimi[v/vn]	İletken Kayıpları [kW]	DT Kayıpları [kW]	GT Kaybı [kW]	Toplam Kayıp [kW]	Kayıp Oranı [%]
94%	167	144	37	348	3,115
95%	163	144	37	344	3,081
96%	160	144	36	340	3,046
97%	156	144	36	336	3,011
98%	153	144	36	333	2,985
99%	150	144	36	330	2,959
100%	147	144	36	327	2,933
101%	144	144	36	324	2,907
102%	141	144	35	320	2,872
103%	138	144	35	317	2,846
104%	135	144	35	314	2,820
105%	133	144	35	312	2,802
106%	130	144	35	309	2,776
107%	127	143	35	305	2,741
108%	125	143	35	303	2,724
109%	123	143	35	301	2,706
110%	120	143	35	298	2,680



3.Güç Transformatörü ile Senaryo 2 'ye Göre Volt Kontrolü



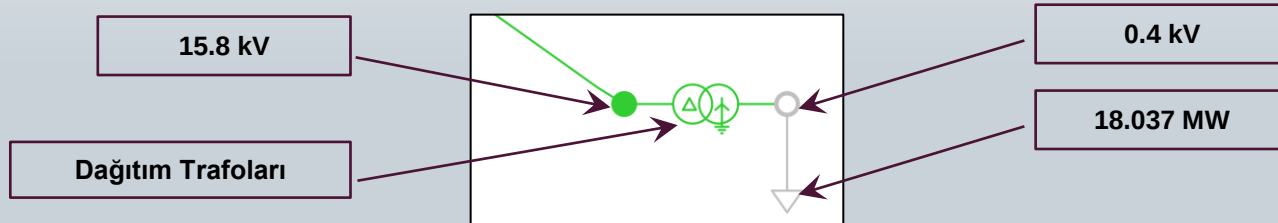
EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



Ele alınan senaryoda dağıtım transformatörleri kurulu güçlerinin %50'si oranında yüklenmişlerdir. Bu durumda, dağıtım transformatörlerinden(DT) çekilen toplam güç 18,037 MW dır. İlgili değer sadece dağıtım transformatörünün sekonderinden çekilen güçtür ve dağıtım seviyesindeki kayıpları içermemektedir. Bu koşullarda, gerilim değerinin istenilen sınırlarda olabilmesi için güç transformatörünün (GT) sekonder barasındaki minimum gerilim değeri 0,96 pu; maksimum gerilim değeri 1,1 pu olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler için 0,1 pu aralıklarla analizler yapılmıştır.

GT Sekonder Bara Gerilimi[v/vn]	İletken Kayıpları [kW]	DT Kayıpları [kW]	GT Kaybı [kW]	Toplam Kayıp [kW]	Kayıp Oranı [%]
96%	465	266	81	812	4,308
97%	454	249	80	783	4,160
98%	444	248	78	770	4,094
99%	434	246	77	757	4,028
100%	424	245	76	745	3,967
101%	415	244	75	734	3,910
102%	406	242	74	722	3,849
103%	397	241	73	711	3,792
104%	389	240	72	701	3,741
105%	381	240	71	692	3,695
106%	373	239	70	682	3,643
107%	365	238	69,5	672,5	3,594
108%	358	238	69	665	3,556
109%	351	238	68	657	3,514
110%	344	237	67	648	3,468



3.Güç Transformatörü ile Senaryo 3 'e Göre Volt Kontrolü



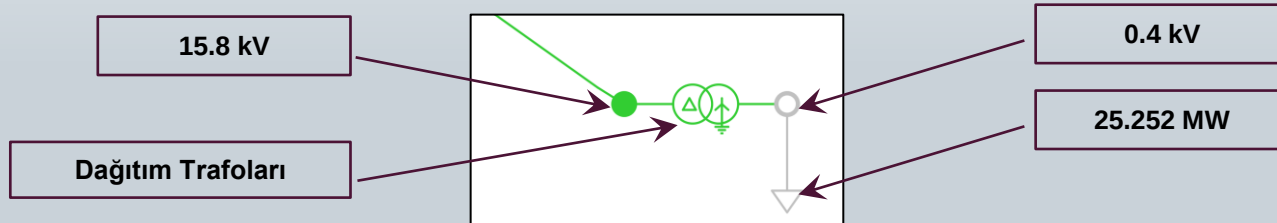
EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



Dağıtım transformatörleri kurulu güçlerinin %70'i oranında yüklenmişlerdir. Dağıtım transformatörlerinden(DT) çekilen toplam güç 25,252 MW dır. Bu değer sadece dağıtım transformatörünün sekonderinden çekilen güçtür ve dağıtım seviyesindeki kayıplar dahil değildir. Bu yüklenme değerinde, gerilim seviyesinin istenilen sınırlarda olabilmesi için güç transformatörünün(GT) sekonder barasındaki minimum gerilim değeri 0,98 pu; maksimum gerilim değeri 1,1 pu olmalıdır. Bu sınırlar dahilinde 0,1 pu aralıklarla analizler gerçekleştirilmiştir.

GT Sekonder Bara Gerilimi[v/vn]	İletken Kayıpları [kW]	DT Kayıpları [kW]	GT Kaybı [kW]	Toplam Kayıp [kW]	Kayıp Oranı [%]
98%	921	413	149	1483	5,547
99%	898	407	146	1451	5,434
100%	877	402	143	1422	5,331
101%	856	397	140	1393	5,228
102%	836	392	137	1365	5,128
103%	817	387	135	1339	5,036
104%	799	383	133	1315	4,950
105%	781	379	130	1290	4,860
106%	764	375	128	1267	4,778
107%	747	371	126	1244	4,695
108%	731	368	124	1223	4,619
109%	716	364	122	1202	4,544
110%	701	361	120	1182	4,472



4.Var Kontrol Çalışması



EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



Bazı dağıtım şirketleri, reaktif güç kontrolünü sağlamak için büyük güçlü kapasitörleri tek bir büyük istasyona tesis etme eğilimindedir. Dağıtım merkezleri, indirici merkezler bu büyük istasyonlara örnektirler. Bu eğilimin bazı sebepleri şunlardır:

- Büyük istasyonlarda kapasitör tesis edilmesi için genellikle boş alan bulunmaktadır. Büyük istasyonların altında bulunan noktalarda kapasitör tesis edilebilmesi için yeni alanların satın alınması gerekebilir.
- Büyük istasyonlarda genellikle SCADA sistemi bulunmaktadır. Uzaktan kontrolü sağlayacak bu sistem, kapasitör yerleşimi için de bir tercih sebebidir.
- Büyük istasyonlar genel olarak merkez bölgelere yakın oldukları için bakım maliyetleri daha azdır.
- Yükte kademe değiştiricili güç transformatörünün olmadığı durumlarda indirici merkezin sekonder gerilimini büyük güçlü kapasitörler ile kontrol etmektedirler.

Bu yaklaşımın şebeke kayıpları ve gerilim profili üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için kapasitörler şebeke içerisinde optimum olarak dağıtılmalıdır.

4.Var Kontrol Çalışması



EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ

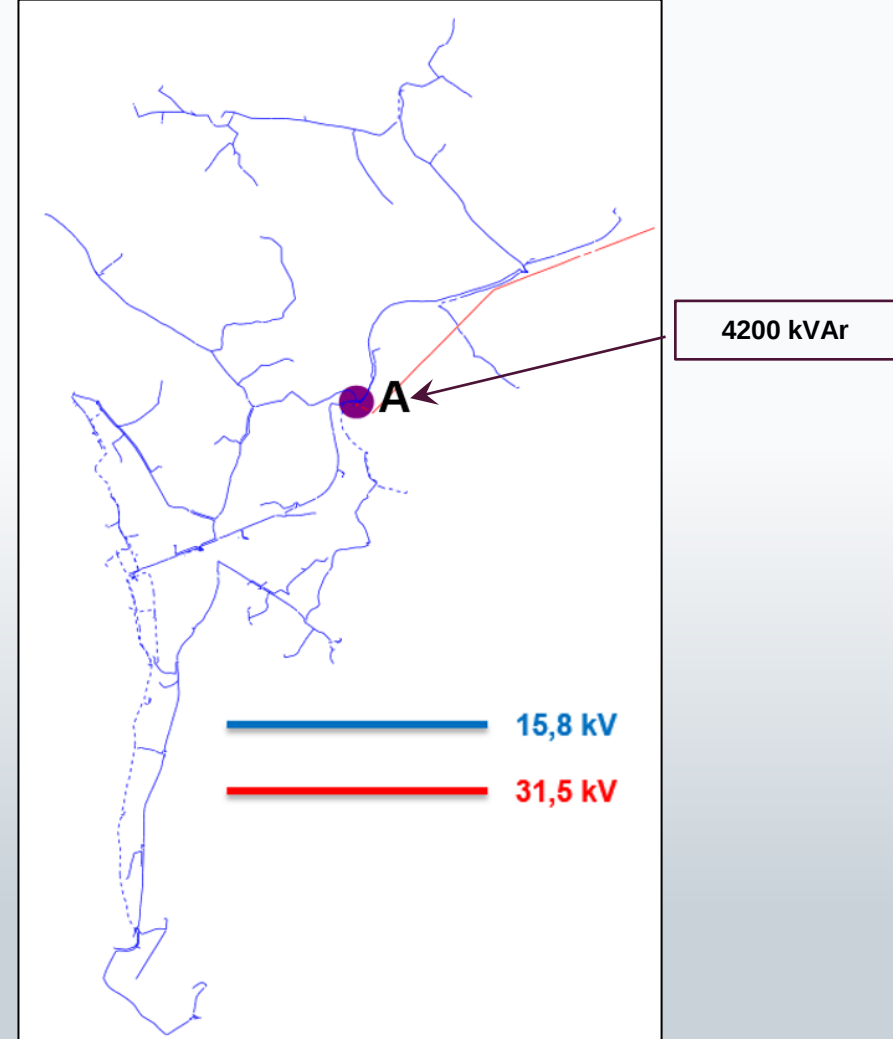


İncelenen dağıtım şebekesinde indirici merkezin (İM) 15,8 kV barasında devrede olan 4200 kVAr gücünde kapasitör grubu bulunmaktadır.

Analiz esnasında dağıtım transformatörleri %70 oranında yüklenmiş ve indirici merkezin sekonder gerilimi 1 pu olarak sabitlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda, analizlerin ardından oluşturulan kapasitör gruplarına dair bilgiler bulunmaktadır.

Kapasitör Adı	Gerilim Seviyesi [kV]	Q [kVAr]
B	15.8	300
C	15.8	900
D	15.8	900
E	15.8	300
F	15.8	900
G	15.8	900
Toplam		4200

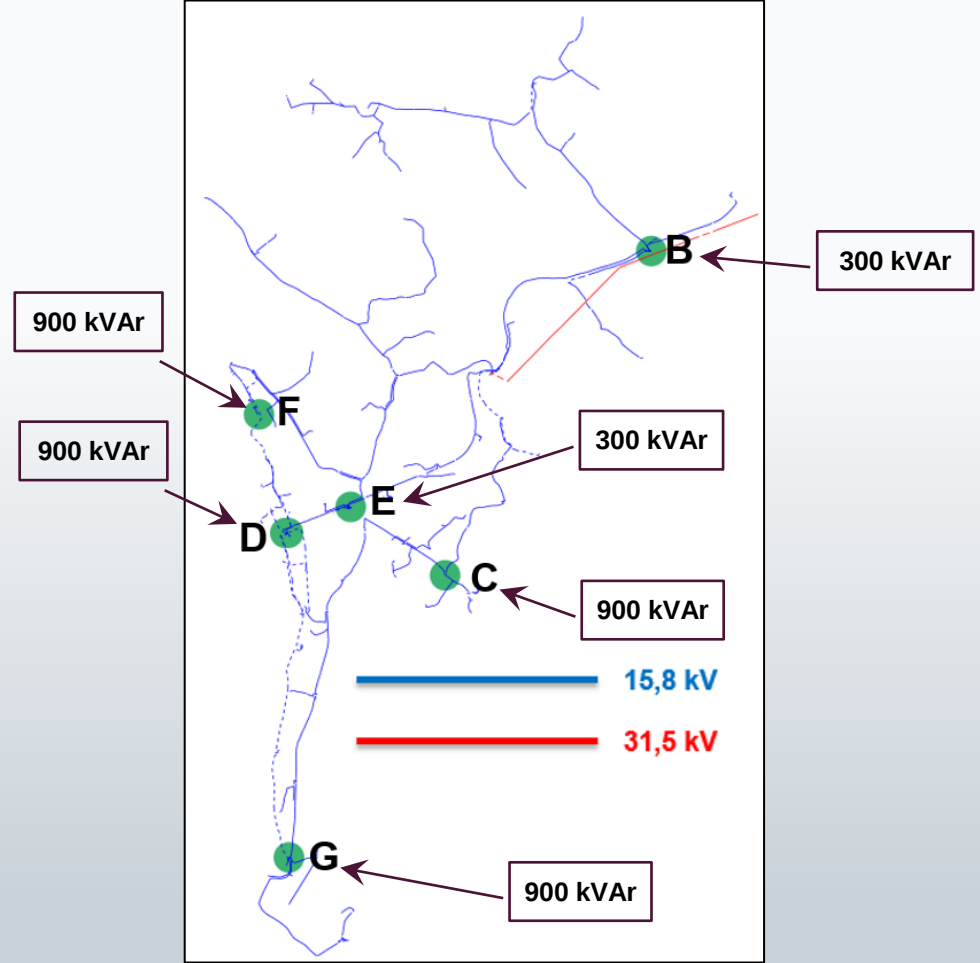
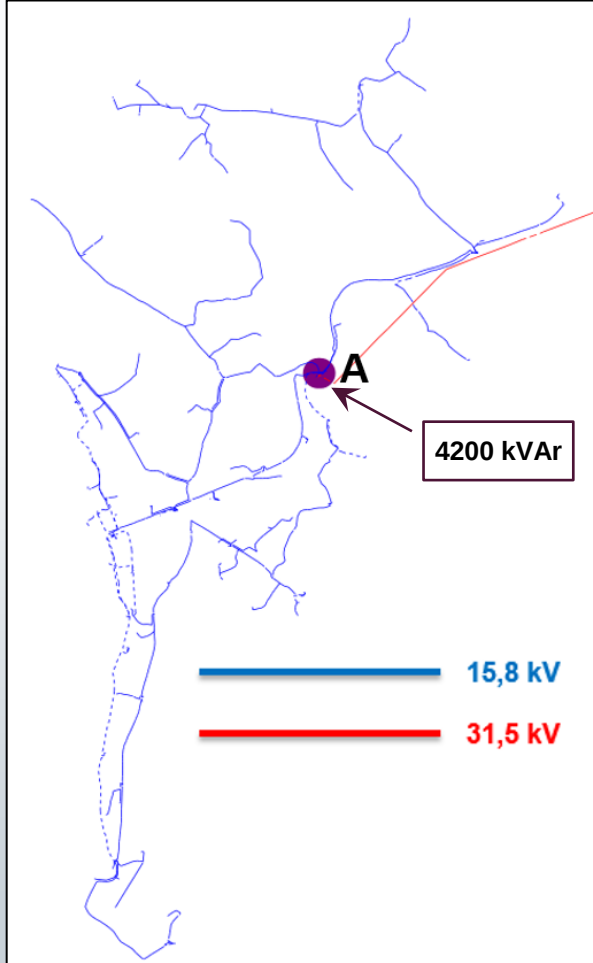


4.Var Kontrol Çalışması



EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



4.Var Kontrol Çalışması



EVK'2015
VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ
SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

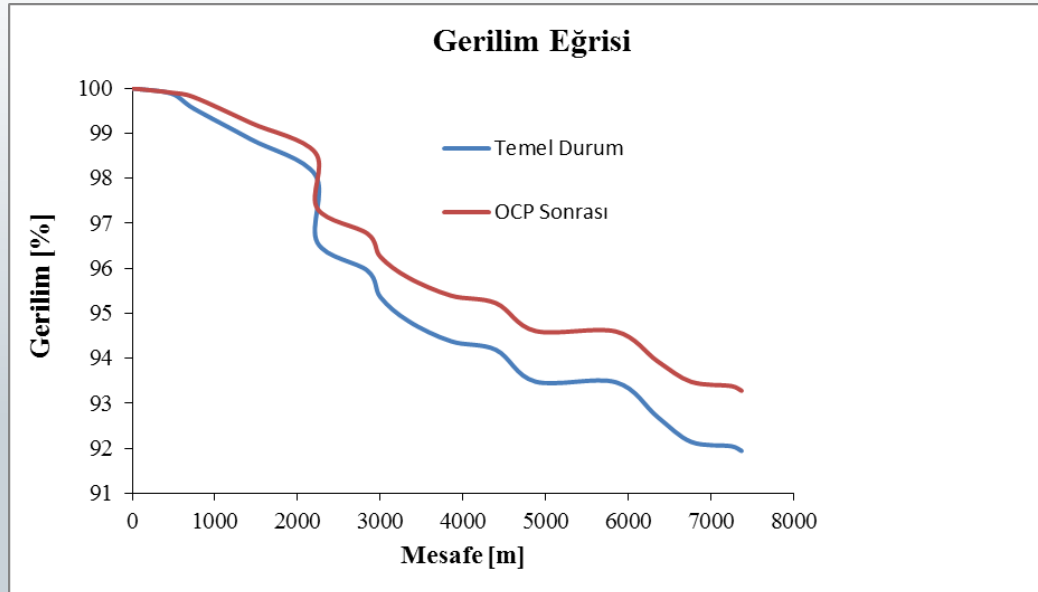
04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



Aşağıdaki tablo, mevcut durum ve OCP sonrası durum için toplam kayıpları göstermektedir.

OCP Durumu	İM Sekonder Gerilimi [v/vn]	Toplam Kayıp [kW]	Kayıp Oranı [%]
Yok	100%	1422	5.331
Var	100%	1270	4.788
	Toplam Kayıp Farkı	152	

Dağıtım şirketlerinin gerilim profilini tüm yük koşullarında istenilen sınırlar dahilinde tutması gerekmektedir. OCP sonrasında kayıpların azalmasına ek olarak gerilim profilinde de önemli iyileşmeler meydana gelmiştir. Dağıtım şebekesinde İM ye en uzak noktadaki tüketici üzerindeki gerilim profili incelenmiştir. İlgili yük ile İM arasında 7,366 km mesafe bulunmaktadır.





EVK'2015

VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ



- Reaktif güç kontrolünün tek amacı güç faktörünü istenilen sınırlarda tutmak olmamalıdır. Kapasitör yerleşiminin kayıplar ve gerilim profili üzerindeki etkisi de dikkate alınmalıdır.
- İM lerdeki güç transformatörlerinin yükte kademe değiştiricili olarak tercih edilmesi gerekmektedir.
- Dağıtım seviyesindeki teknik kayıpların %12-13 civarında olduğu bazı çalışmalarda belirtilmiştir. Yapılan analizlerde OG seviyesindeki kayıpların %4-5 civarında olduğu görülmektedir. Bu durum AG tarafındaki teknik kayıpların oldukça fazla olduğunu gösterir niteliktedir. AG için detaylı analizler yapılması gerekmektedir.



EVK'2015 VI. ENERJİ VERİMLİLİĞİ, KALİTESİ SEMPOZYUMU ve SERGİSİ

**04-05-06
HAZİRAN
SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ
KONGRE VE KÜLTÜR
MERKEZİ**



Photo courtesy of First Wind | www.firstwind.com
Photographer: Douglas Barnes Photography
Copyright 2010. All Rights Reserved.