

ELEKTRİK İLETİMİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Oğuz Kürşat KABAKÇI

Enerji ve Tabii Kaynaklar Uzmanı

ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÇEVRE DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Sunum İçeriđi:

01

Elektrik iletim hatlarında nominal Pİ ve T modeli ile kayıp hesabı

02

Aynı nitelikte yük için Cardinal ve Phesant iletkenlerinin kayıplarının kıyaslaması

03

Farklı iletken türlerinin kayıplarının kıyaslanması

04

Transformatörlerin optimum verimde işletilmesi

05

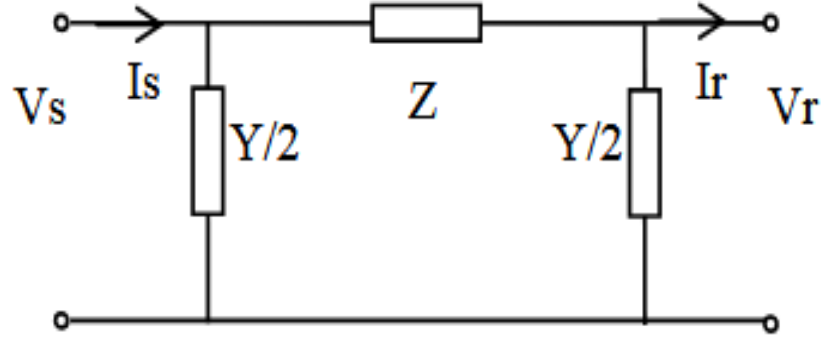
Farklı yüklenme durumlarında transformatör kayıpları

06

Transformatörler ve yardımcı ekipmanlarda enerji verimliliği

Elektrik iletim hatlarında nominal Pİ ve T modeli ile kayıp hesabı

Elektrik İletim hattı Pi eşdeğer modeli



V_s : hat başı gerilimi

I_s : ise hat başı akımı

Z : empedans

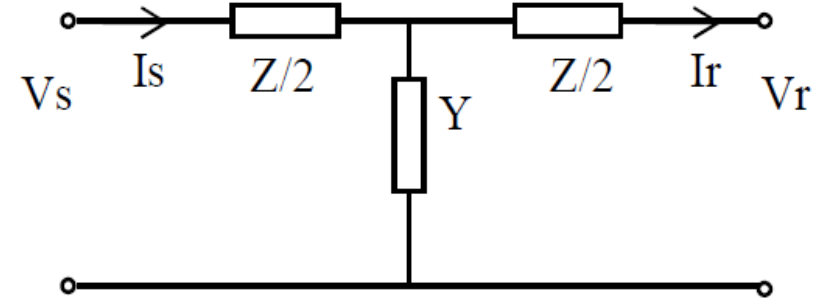
Y : şönt kapasite

$$V_s = (1+Z.Y/2).V_r + Z.I_r$$

$$I_s = Y.(1+Z.Y/4).V_r + (1+Z.Y/2).I_r$$

$$P_s = \sqrt{3}.V_s.I_s.\cos\phi$$

Elektrik İletim hattı T eşdeğer modeli



V_s : hat başı gerilimi

I_s : ise hat başı akımı

Z : empedans

Y : şönt kapasite

$$V_s = (1+Z.Y/2).V_r + Z.I_r.(1+Z.Y/4)$$

$$I_s = Y.V_r + (1+Z.Y/2).I_r$$

$$P_s = \sqrt{3}.V_s.I_s.\cos\phi$$

Aynı nitelikte yük için Cardinal ve Phesant iletkenlerinin kayıplarının kıyaslaması

Pi eşdeğer modeline göre kayıplar

Gerilim Seviyesi (kV)	Hat Sonu Gücü (MVA)	Hat Uzunluğu (km)	İletken Türü	cos ϕ	Yıllık Kayıp (kWh)	Kayıp Oranı (%)
154	50	80,4	954 MCM	0,97	4.362.480	1,028
154	50	80,4	1272 MCM	0,97	3.407.640	0,836
Yıllık Tasarruf (kWh)					954.840	
20 Yıllık Tasarruf (kWh)					19.096.800	



T eşdeğer modeline göre kayıplar

Gerilim Seviyesi (kV)	Hat Sonu Gücü (MVA)	Hat Uzunluğu (km)	İletken Türü	cos ϕ	Yıllık Kayıp (kWh)	Kayıp Oranı (%)
154	50	80,4	954 MCM	0,97	4.415.040	1,016
154	50	80,4	1272 MCM	0,97	3.581.964	0,795
Yıllık Tasarruf (kWh)					833.076	
20 Yıllık Tasarruf (kWh)					16.661.520	

Km başına ilave yatırım maliyeti¹ : 21.216 TL

Toplam ilave maliyet: 1.705.837 TL

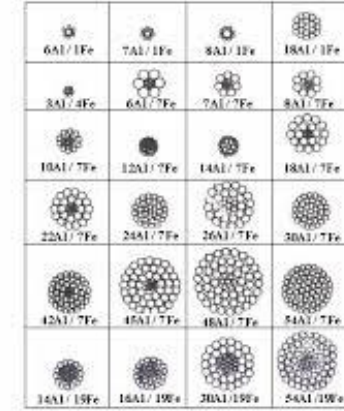
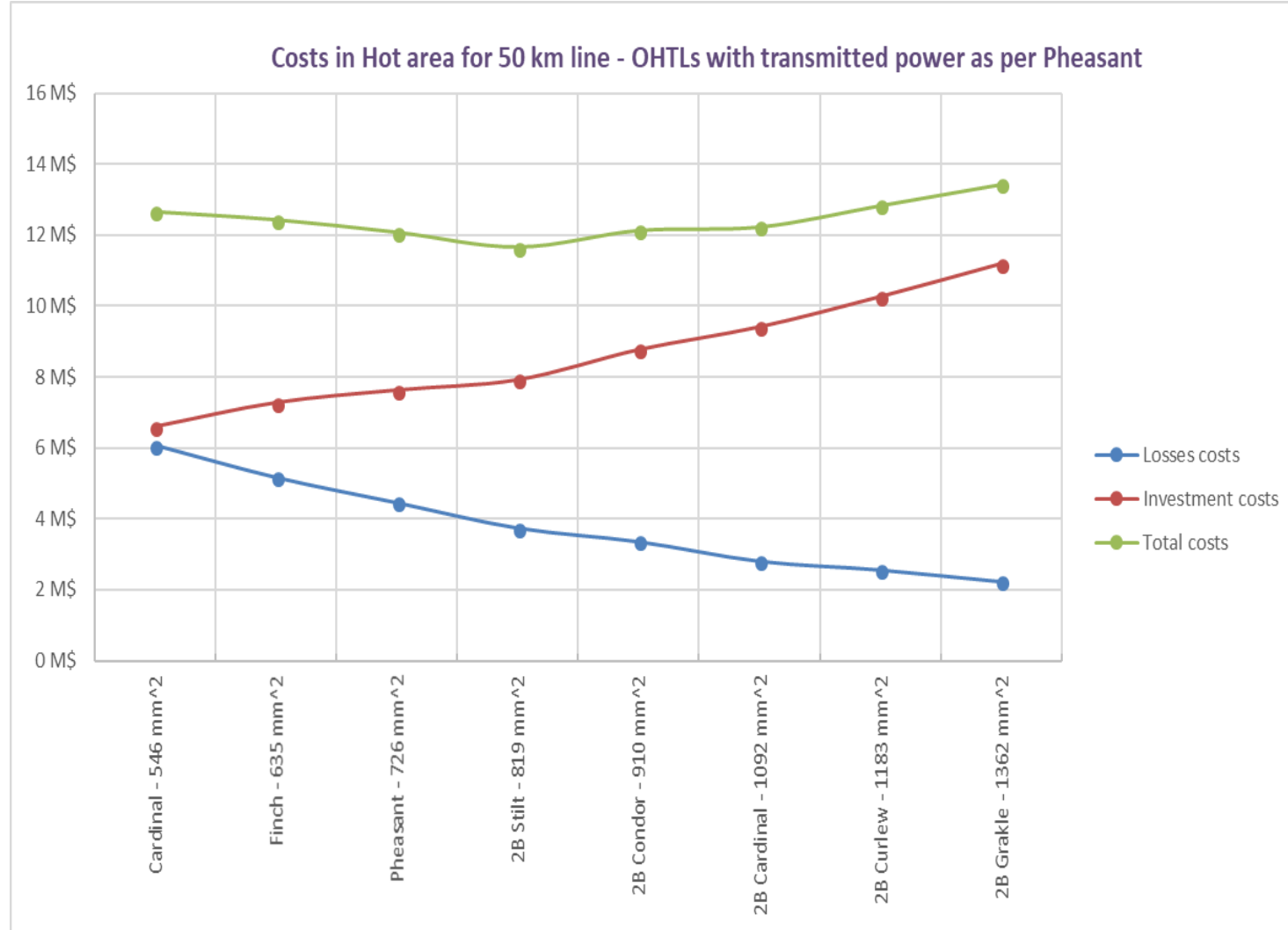
PTF fiyatı: 0,3 TL/kWh

Yıllık tasarrufun ekonomik karşılığı: 249.922 TL

Geri ödeme süresi: 6,8 yıl

(1) TEİAŞ- 154 kV EİH 2019 yılı kilometrik fiyatlar dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

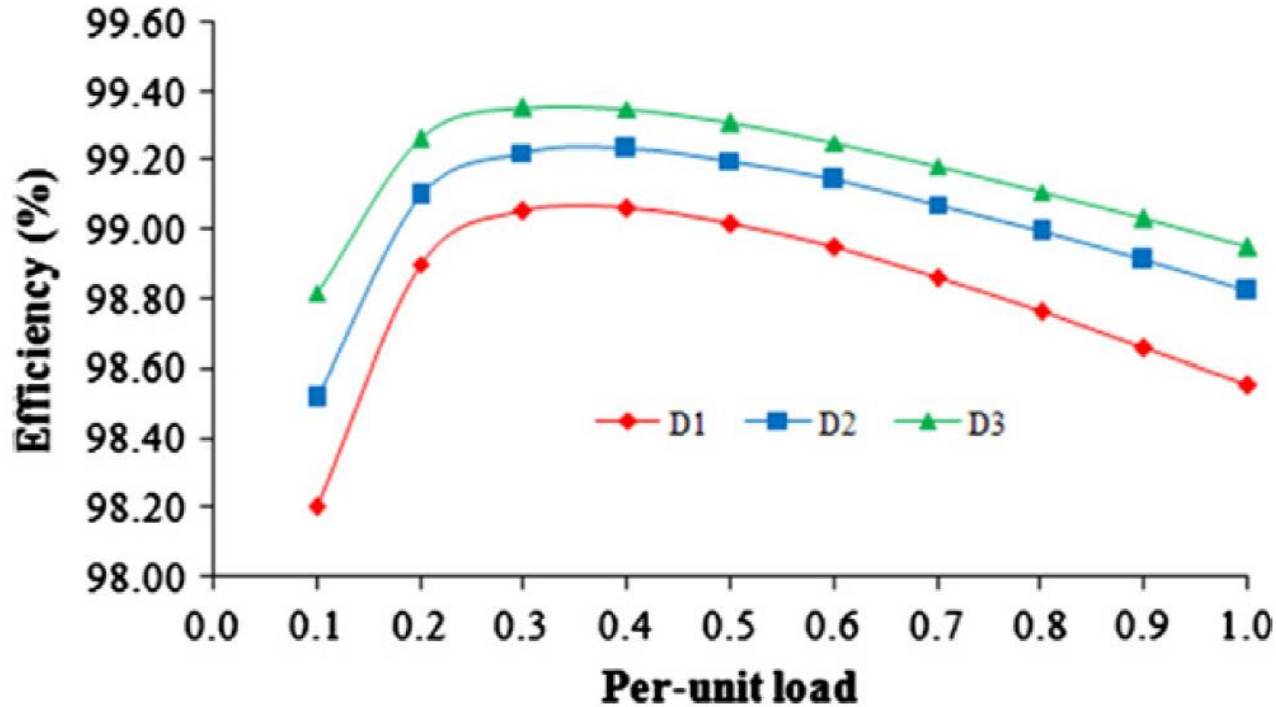
Kayıp ve yatırım maliyetleri dikkate alınarak optimum kesitin belirlenmesi



Type	Transmitted power	Conductor temperature	Line length 50 km			
			Joule losses	Corona losses	Total losses	%
			MVA	°C	MW	MW
Hawk	83	47	2	0.00	2.00	2.4%
Drake	115	48	2.3	0.00	2.30	2.0%
Cardinal	129	48	2.4	0.00	2.40	1.9%
2B Cardinal	258	48	4.7	0.00	4.70	1.8%
Pheasant	155	48	2.6	0.00	2.60	1.7%

Transformatörlerin optimum verimde işletilmesi

- Güç trafolarında en yüksek verim bakır ve demir kayıplarının eşitliğinde sağlanır.



% 50 ve % 100 Yükte Transformatör Verimleri ve Kayıpları					
Transformatör Türü	Güç (MVA)	Verim (%)		Kayıp (kW)	
		% 100 yük	% 50 yük	% 100 yük	% 50 yük
Jeneratör trafosu	1100	99,6	99,75	4400	1375
İndirici Trafo	400	99,6	99,75	1600	500
İndirici Trafo	40	99,4	99,6	240	80
Dağıtım Trafosu	1	98,6	99	14	5

Transformatörlerde Dengesiz Yüklenmenin Verime Etkisi	
Nötr Akımının Ortalama Faz Akımına Oranı	İlave Trafo Kayıpları (%)
0,5	6 - 8
1	15 - 20
1,5	35 - 50
2	70 - 90
3	150 - 200

Farklı Yüklenme Durumlarında Transformator Kayıpları

- 100 MVA gücünde verimli bir trafo için demir kaybı 46 kW, bakır kaybı 357 kW olmak üzere tam yük kaybı 403 kW civarındadır [1]. Aynı trafo için % 50 yük kaybı ise 135,25 kW olarak hesaplanmıştır.

YÜK (MVA)	Transformatör Gücü (MVA)	Transformatör Sayısı (Adet)	Yüklenme Durumu (%)	Yıllık Toplam Kayıp (kWh)
100	100	1	100	3.530.280
100	100	2	50	2.369.580
TASARRUF				1.160.700



- PTF 0,3 TL/kWh olarak kabul edilirse tasarrufun ekonomik karşılığı 348.210 TL olacaktır.
- Mevcut trafo merkezlerindeki trafoların daha verimsiz oldukları ve soğutma kayıpları da dikkate alındığında hesaplanan bu tasarruf miktarının daha da artacağı unutulmamalıdır..

Transformatörler ve yardımcı ekipmanlarda enerji verimliliği

Minimum Peak Efficiency Index requirements for liquid immersed large power transformers

Rated Power (MVA)	Tier 1 (1.7.2015)	Tier 2 (1.7.2021)
	Minimum Peak Efficiency Index (%)	
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
100	99,737	99,770
125	99,737	99,780
160	99,737	99,790
≥ 200	99,737	99,797

$$PEI = 1 - \frac{2(P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI}))}{S_r \sqrt{\frac{P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI})}{P_k}}} = 1 - \frac{2}{S_r} \sqrt{(P_0 + P_{c0} + P_{ck}(k_{PEI}))P_k} (\%)$$

Daha verimli transformatör kullanarak 2020'den sonra yılda tahmini 16 TWh enerji tasarrufu sağlanmalıdır. (AB)

Kontak geçiş dirençleri:

Akım(A)	Tip, İmal Yılı	Faz	Kontak Geçiş Direnci (Mikroohm)
1250	SF1 2009	A	156
		B	250
		C	260
1250	SF1 2007	A	60
		B	54
		C	190

500 amper yük altında yıllık toplam kayıp:

- 260 mikroohm için: 569 kWh
- 54 mikroohm için: 118 kWh
- Tasarruf:451 kWh



Teşekkür ederim.

Oğuz Kürşat KABAKÇI
okabakci@enerji.gov.tr