

KORONA KAYIPLARININ MODELLENMESİ

Sesil Doğan GÜNEŞ

Özet - Enerji üretim merkezlerinin tüketim merkezlerine uzak yerlerde kurulmasından dolayı kilometrelerce uzunlukta yüksek gerilim iletim hatlarının tasarımı yapılırken kayıp verileri dikkate alınmak zorundadır. Kayıpları oluşturan değiştirilebilir ve planlanabilir faktör iletkenin çapı ve iletkenler arası mesafe ise de müdahale edilemeyen faktörler vardır. Bu faktörler iletkenin çalışacağı ortamdaki atmosferik koşullar ve kirlenme sebebiyle iletkende oluşan tabakalardır.

Yapılan çalışmada, yüksek gerilim enerji iletim hatlarında meydana gelen korona kayıplarının modellenmesi için gerekli devre parametreleri incelenmiş, Peek ve Peterson formülleri kullanılarak örnek bir iletim hattına ait kayıplar hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler - İletim Hattı, Korona Kayıpları, İletken Kirlenmesi

Abstract – When the high voltage transmission lines of thousand kilometers long are designed the loss data must be taken into consideration due to being that the power generation plants are installed in the places far away from the consumption areas.

The changeable and planning factor causing losses is the diameter of the conductor and the distance between the conductors, but in spite, there are factors which can not be intervened on. These are the atmospheric conditions of the environment where the conductor will work, and the layers of contamination on the conductor arising from contamination in the air.

In this study, the cycle parameters required for modelling of the Korona Losses arising on the high voltage power transmission lines are addressed and using Peek and Peterson formulas, losses for an example transmission line have been calculated.

Keywords - Transmission Line, Corona Losses, Conductor contamination

S.Doğan Güneş; Kocaeli Üniversitesi, Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı, Kocaeli

I.GİRİŞ

Enerji iletim hatlarını planlanması ve işletiminde kayıplar, hat tasarımı ve parametrelerini etkileyen önemli bir faktördür.

Yüksek gerilim değerlerinde iletken etrafındaki gaz ortamının (bu gaz ortamı genellikle havadır), iyonize olmasıyla başlayan korona olayı hatlarda kayıplara neden olur. Gaz ortamının yanı sıra havadaki nem, toz, sıcaklık ve basınç korona kayıpların başlaması için olumsuz faktörlerdir. Çapı küçük olan iletkendeki nem ve toz kirinden dolayı oluşan korona kaybı, aynı oranda kirlenmiş büyük çaplı iletkenlere göre daha düşüktür. Korona iletken yüzeyindeki pürüzlülüklerde kendini daha fazla kendini belli eder.

İletim hatlarındaki korona güç kaybına neden olmasının yanında, hat yakınında radyo ve tv parazitlerine neden olur. Duyulabilir rahatsız edici sesler oluşturur.

Hatlarda kullanılan iletkenin yarıçapının yükseltilmesi ile etkin iletken yüzeyini artırır, iletkenler arası mesafenin büyük tutulmasıyla korona olasılığı zayıflar. Ancak bu yöntem hat tasarımında direk ölçülerini etkiler ve maliyeti artırır.

II. ENERJİ İLETİM HATLARINDA KAYIPLAR

Kayıplar elektriksel ve mekaniksel tüm sistemlerin ayrılmaz birer parçasıdır. Ancak istenilen; enerjinin korunumu ve ekonomik şartlarda maksimum verimdir. Santraller tüketiciye vereceği faydalı gücün yanında, iletim esnasında oluşan kayıpları da karşılayabilmek için şebekeye daha fazla enerji vermelidir. Şebekeye daha fazla enerji verilebilmesi için fazladan yakıt tüketilir. Bundan dolayı faydalı aktif enerji başına düşen maliyet artar, kayıplar şebekeyi yükler, gerilimin kalitesi düşer ve hattın enerji taşıma kapasitesi küçülür.

Kayıplara sebep olan etkenlerin iyi bilinmesi; bu noktada önlemler alınabilmesi için önemlidir. Kayıpların şekillerinin ve devre modellerindeki yerlerinin tayini, sistem planlamasında önemli rol oynar.

Kayıpları, yüke bağımlı ve yükten bağımsız olarak iki kısımda inceleyebiliriz. Yüke bağımlı kayıplarda, sisteme

bağlı olan yüklerin çalışma anında çektikleri akımın o andaki değerine bağlı olarak meydana gelir. Akım değerinin karesi ile orantılı olarak değişen bu kayıplar; hatları, dağıtım trafolarını, ölçü cihazlarını ve ölçü bobinlerini de yükler ve hepsinin üzerinde sahip oldukları direnç özelliğinden dolayı $i^2.r$ şeklinde ısı kaybı açığa çıkarır.

Elektriksel yükleri 3 bölüme ayırabiliriz. Sabit empedans yükleri (ısıtma, aydınlatma, vs.), sabit akım yükleri (metal kaplama, elektroliz gibi tekniklere dayalı metalürji ve elektro kimya konuları, vs.), sabit güç yükleri (asenكرون motorlar).

Yükten bağımsız kayıplarda ise, (boşta çalışma kayıpları olarak da bilinir) sistemin yüklü veya yüksüz olduğu iki durumda da meydana gelir. Trafolardaki demir kayıpları, izolator kaçakları, hatların dielektrik kayıpları, sayaç ve ölçü aletlerinin bobin kayıpları yükten bağımsız kayıplara örnek verilebilirler.

III. KORONA NEDİR?

Küçük yarıçaplı elektrotlarda görülen, tam olmayan, fakat kendi kendini besleyen boşalmalara korona boşalması denir. [1]

Yavaş yavaş gerilimi artırdıkça elektrotlar arasındaki alan yükselir ve gerilimin belli bir değerinde çarpma yoluyla iyonizasyon başlayarak elektrotları kuşatan ince bir zar halinde tam olmayan bir deşarj meydana gelir. İletim hattının etrafında gözle görünür bir ışık tabakası oluşur.

Yüklü bir iletken, uygulanan elektrik alan yardımıyla bulunduğu ortamdaki gazı iyonlaştırarak kısmi bir deşarj oluşturur.

Yüksek gerilim enerji hatlarında sıkça görülen ve iletkenin etrafında ışıklı bir zar olarak ortaya çıkan korona boşalmaları yüksek gerilim hatlarında neden olduğu güç kayıpları yanı sıra elektro kimyasal olaylarla meydana getirdiği kimyasal bileşenler ile yalnız elektriksel zararlara değil malzemelerde mekanik arızalara ve canlılar üzerinde biyolojik etkilere neden olmaktadır[2].

İletim hattında korona boşalmasının başlaması için iletkenin etrafını çevreleyen havanın delinme dayanımının aşılmış olması gerekir. 760 mmHg basınç ve 25°C'ta kuru hava, 29,8 kV/cm maksimum değer, 21,1kV/cm efektif değerinde delinmektedir[3]. Korona boşalması kendi kendini besleyemeyen, geçici halde olduğu gibi; sürekli hal niteliği kazanıp kendi kendini besleyen bir halde de olabilir.

Atmosferde serbest halde gezinen elektronlar iletkenin içinden geçen alternatif akımın pozitif yarı dalgasında

iletkene yaklaşırken, negatif yarı dalgasında iletkenin uzaklaşır. İletkenin etrafında iyonize olan havadaki elektronlar çarpışma yoluyla değerlerini 2 katına çıkararak hadise devam eder ve sonuçta çığ olayı meydana gelir. İletken yüzeyinde maksimum değere ulaşan elektrostatik alan şiddeti, iletkenin ekseninden uzaklaştıkça azalır; ancak iletkenin üzerindeki gerilim arttığı takdirde kritik alan şiddeti değerine ulaşır.

Korona iletkenin etrafında oluşturduğu ışıklı zar ile görünebilir hale gelir bu ışıklı zar serbest elektronlu pozitif azot iyonlarının birleşmesi sebebiyle oluşur. Korona, mavi renkli püskül ve kanallar şeklinde de oluşabilir. Kanal tipi boşalma dallı boşalma olarak da bilinir ve iletken yüzeylerinden radyal olarak yansıtılır. Püsküllü boşalma olarak bilinen boşalma şeklinde ise, iletken gerilim seviyesine bağlı olarak herhangi bir yerde 1 inch uzunluklu bölümden birkaç inch uzunlukta olabilen yoğunlaşmış bir gövdeye sahiptir. Gövde kendi dış ucunda birçok kez dallanır ve daha düşük gerilimlerde birkaç inch ten; çok yüksek gerilimlerde 1 foot ya da daha fazla bir uzunluğa sahip olan mor renkli ağaca benzer hale şeklinde belirginleşir.[5]

İletim hatlarında oluşan korona hattın yakınında uğultu, ışık yada rahatsız edici sesler oluştuğundan yanı sıra, radyo ve TV parazitlerine de sebep olurlar. İletim hatlarında artan gerilim seviyesiyle birlikte rahatsız edici sesler ve parazitler daha da artarak devam eder. Korona kaybından dolayı oluşan gürültü, ses; boşalma sırasında pozitif iyonların hareketi tarafından üretilir. Hareket halinde olan elektronlar elektrik akımlarını oluşturur ve bu nedenle hem manyetik hem de elektrostatik alanlar verici antenleri yakınında yüksek frekanslı gerilim darbelerine, dolayısıyla parazitlere neden olurlar. Bunun yanında korona olayı esnasında ozon (O₃) gazı oluşur.

IV. PEEK FORMÜLÜ

Korona kayıplarının alternatif gerilimde hesaplanması için Peek'in ampirik formülünden yararlanabiliriz. U_f (faz-nötr gerilimi)'nin; U_{f0} (çarpma yoluyla başlayan iyonizasyon gerilimi)'dan büyük olması durumunda başlayan korona kayıpları, U_f ve U_{f0} gerilimlerinin farkının karesiyle orantılı büyür. E_0 'ın etkin değeri, pürüzlülük faktörüyle düşünüldüğünde,

$$E_{0ef}=21,1.m \quad (\text{kV/cm}) \quad (4.1)$$

dir ve alan basıncı ve sıcaklık faktörüyle düşünülünce, E_0 ve U_{f0} arası bağıntı;

$$(E_0)_{etik}=21,1.m.\delta \quad (\text{kV/cm}) \quad (4.2)$$

$$U_{f0}=21,1.m.r.\delta.\ln\left(\frac{a}{r}\right) \quad (\text{kV}) \quad (4.3)$$

$$P_{fk} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{a}} \cdot (U_f - U_{f0})^2 \cdot 10^{-5} \text{ (kW/km,faz)} \quad (4.4)$$

P_{fk} tek veya üç fazlı sistemde faz ve km başına korona kaybını (kW/km,faz), δ bağıl hava yoğunluğunu, f şebeke frekansını, r İletken çapını (cm), a İletkenler arası açıklığı (cm), U_f Tek veya üç fazlı sistemde faz-nötr gerilimini (kV), U_{f0} çarpma suret ile iyonizasyonun başladığı faz-nötr gerilimini (kV), m iletkenin pürüzlülük faktörünü ifade eder[1] [4].

V. PETERSON FORMÜLÜ

Bu formül daha çok deney sonuçlarının grafik analitik değerlendirilmesi şeklinde olup, kısmen fiziksel düşüncelere dayanılarak çıkarıldığından teorik formül değildir.

Peterson'a göre faz yada iletken başına açık havadaki korona kaybı kW/km olarak;

$$P_{fk} = \frac{2,1 \cdot 10^{-5} \cdot f \cdot U_f^2 \cdot F}{\left(\ln \frac{a}{r}\right)^2} \text{ (kW/km,faz)} \quad (5.1)$$

formülünden hesaplanır. Burada F , U_f/U_{f0} yada U/U_0 'a bağlı bir faktördür[1][4].

$$U_{f0} = 21,1 \cdot m \cdot r \cdot \delta^{2/3} \cdot \ln \left(\frac{a}{r}\right) \text{ (kV)} \quad (5.2)$$

Tablo 1. U_f/U_{f0} oranına bağlı F kayıp faktörleri

U_f/U_{f0}	F	U_f/U_{f0}	F	U_f/U_{f0}	F	U_f/U_{f0}	F
1,00	0,037	1,26	0,120	1,52	1,10	1,78	4,72
1,02	0,039	1,28	0,136	1,54	1,33	1,80	4,95
1,04	0,042	1,30	0,154	1,56	1,59	1,82	5,17
1,06	0,045	1,32	0,176	1,58	1,88	1,84	5,39
1,08	0,048	1,34	0,200	1,60	2,20	1,86	5,60
1,10	0,052	1,36	0,228	1,62	2,52	1,88	5,81
1,12	0,057	1,38	0,260	1,64	2,83	1,90	6,01
1,14	0,063	1,40	0,300	1,66	3,13	1,92	6,21
1,16	0,069	1,42	0,380	1,68	3,42	1,94	6,41
1,18	0,075	1,44	0,480	1,70	3,70	1,96	6,61
1,20	0,082	1,46	0,600	1,72	3,97	1,98	6,81
1,22	0,092	1,48	0,740	1,74	4,23	2,00	7,00
1,24	0,105	1,50	0,900	1,76	4,48		

VI. DEMET İLETKEN KULLANIMININ KORONAYA ETKİSİ

İletim hattı boyunca iletkenlerin yüzeylerinde oluşan gerilim alan şiddetini azaltmak amacıyla faz başına iki yada daha fazla iletken kullanımı yoluna gidilir. Böylece koronanın başlayacağı gerilim yükseltılarak

güç kaybı düşürülür; hattın endüktansı, oluşacak radyo ve tv parazitleri, hat boyunca oluşan ve gerilimin kalitesini bozan frekans titreşiminin genliği azaltılır. Ancak demet iletkenlerin kullanımı ile kullanılacak iletkenin metrajı artacağından daha fazla izolator kullanımı gerekir, rüzgar yükü ve buz yükü artar. Her faz için yüksek kesitli tek bir iletken kullanılırken, aynı toplam kesitli iki yada daha çok iletken ayrı ayrı izolator zincirlerinden asılır.

$$D_e = (D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31})^{1/3} \quad (6.1)$$

olarak yazıldığında ;

D_e faz iletkenleri arasındaki eşdeğer mesafeyi (m) ifade eder.

Demet iletkenlerin kapasite hesaplamalarında kullanılan geometrik ortalama yarıçapları için kullanılacak formüller;

$$D_{sc}^b = (r \cdot d)^{1/2} \quad (6.2)$$

$$D_{sc}^b = (r \cdot d^2)^{1/3} \quad (6.3)$$

$$D_{sc}^b = 1,09 \cdot (r \cdot d^3)^{1/4} \quad (6.4)$$

olup, formüllerde;

D_{sc}^b demet iletkenin değiştirilmiş geometrik ortalama yarıçapını (m), r kısmi iletkenlerin dış yarıçapını(cm), d iki kısmi iletken arasındaki mesafeyi (cm) ifade eder.

$$C = \frac{l}{18 \cdot 10^9 \cdot \ln \frac{D_e}{D_{sc}^b}} \text{ (F/m)} \quad (6.5)$$

C hattın kapasitesini (F/m) ifade eder[3].

VII. HESAPLAMALAR

1) Faz başına eşdeğer çapı 3,038cm olan ACSR iletken kullanılarak planlanan 380kV faz arası gerilime sahip simetrik yerleştirilmiş hatta faz iletkenleri arasındaki eşdeğer açıklık 8m, iletkenlerin pürüzlülük faktörü 0,87'dir. 50 km uzunluğundaki hat boyunca ortalama hava basıncı 740mmHg, ortam sıcaklığı 15°C ve frekans 50 Hz olduğu durumda toplam korona kaybının hesaplanması.

1-A) Peek Formülü Kullanarak;

Peek'in korona kayıp formülünde (4.4),

$$P_{fk} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{a}} \cdot (U_f - U_{f0})^2 \cdot 10^{-5}$$

δ ve U_{f0} ifadelerini bularak yerlerine yazalım,

$$\delta = \frac{0,392 \cdot p}{273 + t}$$

$$\delta = \frac{0,392 \cdot 740}{273 + 15} = 1,007$$

(4.3)formülünü 3 fazlı sistem için yorumlarsak,

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot m \cdot r \cdot \delta \cdot \ln \left(\frac{a}{r}\right)$$

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 0,87 \cdot 1,519 \cdot 1,007 \cdot \ln\left(\frac{800}{1,519}\right)$$

$$U_{f0} = 304,45 \text{ kV}$$

$$P_{fk} = \frac{241}{1,007} \cdot (50 + 25) \cdot \sqrt{\frac{1,519}{800}} \cdot (380 - 304,77)^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{fk} = 42,26 \text{ kW/km}$$

Kilometre başına düşen korona kaybıdır.

Tüm hat boyunca oluşan korona kaybı,
50km . 43,6 kW/km = 2113 kW olur.

1-B) Peterson Formülü Kullanarak;

Peterson'ın korona kayıp formülünde(5.1),

$$P_{fk} = \frac{2,1 \cdot 10^{-5} \cdot f \cdot U_r^2 \cdot F}{\left(\ln \frac{a}{r}\right)^2}$$

F ve U_{f0} ifadelerini bularak yerlerine yazalım,

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot m \cdot r \cdot \delta^{2/3} \cdot \ln\left(\frac{a}{r}\right)$$

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 0,87 \cdot 1,519 \cdot (1,007)^{2/3} \cdot \ln\left(\frac{800}{1,519}\right)$$

$$U_{f0} = 303,5 \text{ kV}$$

U_f/U_{f0} = 380/303,5 = 1,25 bu orana karşılık gelen F faktörü Tablo 1'den F=0,112 olarak bulunur.

$$P_{fk} = \frac{2,1 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 380^2 \cdot 0,112}{\left(\ln \frac{800}{1,519}\right)^2} = 2,3 \text{ kW/km}$$

Kilometre başına düşen korona kaybıdır.

Tüm hat boyunca oluşan korona kaybı,
50km . 2,3 kW/km = 115 kW olur.

2) Faz iletkenleri arasındaki eşdeğer açıklığı küçültüp 6m alarak 1-A ve 1-B hesaplamalarını yeniden yaparsak;

2-A) Peek Formülü Kullanarak;

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 0,87 \cdot 1,519 \cdot 1,007 \cdot \ln\left(\frac{600}{1,519}\right) =$$

$$290,34 \text{ kV}$$

$$P_{fk} = \frac{241}{1,007} \cdot (50 + 25) \cdot \sqrt{\frac{1,519}{600}} \cdot (380 - 290,34)^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{fk} = 72,6 \text{ kW/km}$$

Kilometre başına düşen korona kaybıdır.

Tüm hat boyunca oluşan korona kaybı,
50km . 72,6 kW/km = 3630 kW olur.

2-B) Peterson Formülü Kullanarak;

$$U_{f0} = \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 0,87 \cdot 1,519 \cdot (1,007)^{2/3} \cdot \ln\left(\frac{600}{1,519}\right)$$

$$U_{f0} = 289,48 \text{ kV}$$

U_f/U_{f0} = 380/289,48 = 1,31 bu orana karşılık gelen F faktörü Tablo 1'den F=0,165 olarak bulunur.

$$P_{fk} = \frac{2,1 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 380^2 \cdot 0,165}{\left(\ln \frac{600}{1,519}\right)^2} = 0,7 \text{ kW/km}$$

Kilometre başına düşen korona kaybıdır.

Tüm hat boyunca oluşan korona kaybı,
50km . 0,7 kW/km = 35 kW olur.

3-) İkili demet 3 fazlı bir enerji taşıma hattında fazlar arası gerilim 380kV, fazlar arası açıklık 40cm, fazlar arası yatay mesafe 6m'dir. Hat uzunluğu 100km ve kullanılan iletken Drake'dir. Hattın faz-nötr kapasitesinin hesaplanması.

3-A) (6.1) formülünden faz iletkenleri arasındaki eşdeğer mesafe

$$D_e = (D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31})^{1/3}$$

$$D_e = (6 \cdot 6 \cdot 12)^{1/3} = 7,55 \text{ m}$$

Drake iletkenin çapı 1,108 inch'dir.

$$1,108 \text{ inch} \cdot 25,4 \text{ mm} = 0,02814 \text{ m}$$

$$\text{yarıçap} = 0,014 \text{ m}$$

(6.2) formülünden demet iletkenin değiştirilmiş geometrik ortalama yarıçapını

$$D_{sc}^b = (r \cdot d)^{1/2}$$

$$D_{sc}^b = (0,014 \cdot 0,4)^{1/2} = 0,074 \text{ m}$$

Hattın faz-nötr kapasitesi (6.5) den

$$C = \frac{1}{18 \cdot 10^9 \cdot \ln \frac{D_e}{D_{sc}^b}} = \frac{1}{18 \cdot 10^9 \cdot \ln \frac{7,55}{0,074}} = 1,202 \cdot 10^{-11} \text{ (F/m) 'dir}$$

3-B) Hattı üçlü demet olarak düşünürsek;

$$D_e = 7,55 \text{ m}$$

Drake iletkenin çapı 1,108 inch'dir.

$$1,108 \text{ inch} \cdot 25,4 \text{ mm} = 0,02814 \text{ m}$$

$$\text{yarıçap} = 0,014 \text{ m}$$

(6.3) formülünden demet iletkenin değiştirilmiş geometrik ortalama yarıçapını

$$D_{sc}^b = (r \cdot d^2)^{1/3}$$

$$D_{sc}^b = (0,014 \cdot 0,4^2)^{1/3} = 0,13 \text{ m}$$

Hattın faz-nötr kapasitesi (6.5)' den

$$C = \frac{1}{18.10^9 \cdot \ln \frac{D_e}{D_{sc}^b}} = \frac{1}{18.10^9 \cdot \ln \frac{7,55}{0,13}} = 1,36.10^{-11} \text{ (F/m)}$$

dir.

3-C) Hattı üçlü demet ve iletken cinsini daha büyük geometrik ortalama yarıçaplı Falcon olarak hesaplırsak;

$$D_e = 7,55 \text{ m}$$

Falcon iletkenin çapı 1,545inch'dir.

$$1,545 \text{ inch} \cdot 25,4 \text{ mm} = 0,0392 \text{ m}$$

$$\text{yarıçap} = 0,019 \text{ m}$$

(6.3) formülünden demet iletkenin değiştirilmiş geometrik ortalama yarıçapını

$$D_{sc}^b = (r \cdot d^2)^{1/3}$$

$$D_{sc}^b = (0,019 \cdot 0,4^2)^{1/3} = 0,14 \text{ m}$$

Hattın faz-nötr kapasitesi (6.5) den

$$C = \frac{1}{18.10^9 \cdot \ln \frac{D_e}{D_{sc}^b}} = \frac{1}{18.10^9 \cdot \ln \frac{7,55}{0,14}}$$

$$C = 1,49.10^{-11} \text{ (F/m) dir.}$$

1-A ile 2-A ve 1B ile 2B sonuçlarını yorumlamak gerekirse; Peek ve Peterson formüllerine göre yapılan hesaplamalarda, faz iletkenleri arası eşdeğer açıklık küçüldüğünde korona kaybı yükselmektedir.

3-A ile 3-B hesaplamalarında Drake iletkenli hat için ikili demet ve üçlü demet düzenine göre hesaplamalar yapılarak, demet düzenindeki iletken sayısının artırılması ile hattın taşıma kapasitesinin de arttığı görülmüştür.

3-A'da Drake iletken için, 3-B'de Falcon iletken için yapılan hesaplamalarda, aynı demet sayısı ve aynı fazlar arası mesafede etkin iletken çapı daha büyük olan (Falcon) iletkenin hattın taşıma kapasitesini artırdığı görülmüştür.

VIII. SONUÇ

Korona oluşumunda etkili faktörler basınç, nem, yağmur, kar, toz ve sıcaklıktır. Uzun iletim hatlarında bu faktörler çalışma bölgelerinin özelliklerine göre farklılık göstererek hat boyunca düzgün olmayan korona kaybının oluşumuna sebep olurlar. Tüm hat boyunca kirlenme, basınç ve atmosferik şartlar aynı olmadığından söz konusu hat için tek bir ifade ile korona kaybını tanımlamak ve hesaplamak gerçek kayıpları yansıtmayacaktır.

Korona kayıplarının belirlenmesi için Peek ve Peterson'un formülleri kullanılarak yapılan

hesaplamalarda faz iletkenleri arasındaki eşdeğer açıklığın büyük tutulması ile kayıpların azaldığı görülmüştür. Peterson formülüne göre yapılan hesaplamalarda δ değerinin seçiminde ortam sıcaklığından ziyade hattın kendi sıcaklığının alınmasının önemi ve $\delta^{2/3}$ ifadesinin laboratuvar sonuçlarına dayanması sebebiyle Peterson formülünün korona kayıplarının bulunmasında iyi bir yaklaşım vermediği görülmüştür. Peek formülü ile yapılan hesaplamalar gerçek kayıp değerlerine daha yakın değerler verebilmektedir.

Aynı düzende ve aralıklarda yerleştirilmiş bir iletim hattında faz başına demetteki iletken sayısının artırılması ve büyük yarıçaplı iletken kullanarak etkin çapm artırılması, hattın faz- nötr kapasitesini artırır.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZKAYA, M., Yüksek Gerilim Tekniği Statik Elektrik Alanı ve Boşalma Olayları, Cilt 1, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi, Birsen Yayınevi, s 273-281, İstanbul, 1996.
- [2] TAPLAMACIOĞLU, M.C., SAYILIR, Ö., DİNÇER, M.S., Koaksiyel ve Paraksiyel Geometrilere Korona Başlangıç Analizi, Elektrik-Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi, Gaziantep, s 740, 6-12 Eylül 1999.
- [3] EĞİLMEZBAŞ, H., Çok Yüksek Gerilimli Enerji İletim Hatlarının Planlanmasında ve Optimal İşletilmesinde Etkili Korona Kayıpları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s 38-40, İstanbul, 1992.
- [4] SIROTISKI, L.I., Çev: Muzaffer Özkaya, Yüksek Gerilim Tekniği Gazlarda Deşarj Olayları, Cilt 1, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, s 197-243, İstanbul, 1964.