

## YERALTI ENERJİ İLETİM SİSTEMLERİNDE KALİTE KONTROL

Alper Rıza ÖZDEMİR, Gökçe ÖZYER

**Özet** - Bu makalede yeraltı kablolarında kalite standartlarının uygulanma nedenleri ele alınmıştır. Yeraltı enerji iletim hatlarında oluşan enerji kayıpları ve global rekabetin artışı kablo üreticilerini ürün kalitesinde olduğu kadar üretim kalitesinde de önlemler almaya yöneltmiştir. Tedaş Türkiye’de bu standartları belirlemekte ve üreticilerin global düzeyde üretim yapmasını sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler** - Yeraltı enerji sistemlerinde kalite kontrol

**Abstract** - The reasons for the implementation of quality standards on underground transmission cables are presented in this paper. Energy losses through underground transmission systems along with the increase of global competition has forced manufacturers to take precautions to ensure production quality as well as product quality. Tedaş sets these standards in Turkey, bringing up the quality of national producers to global measures.

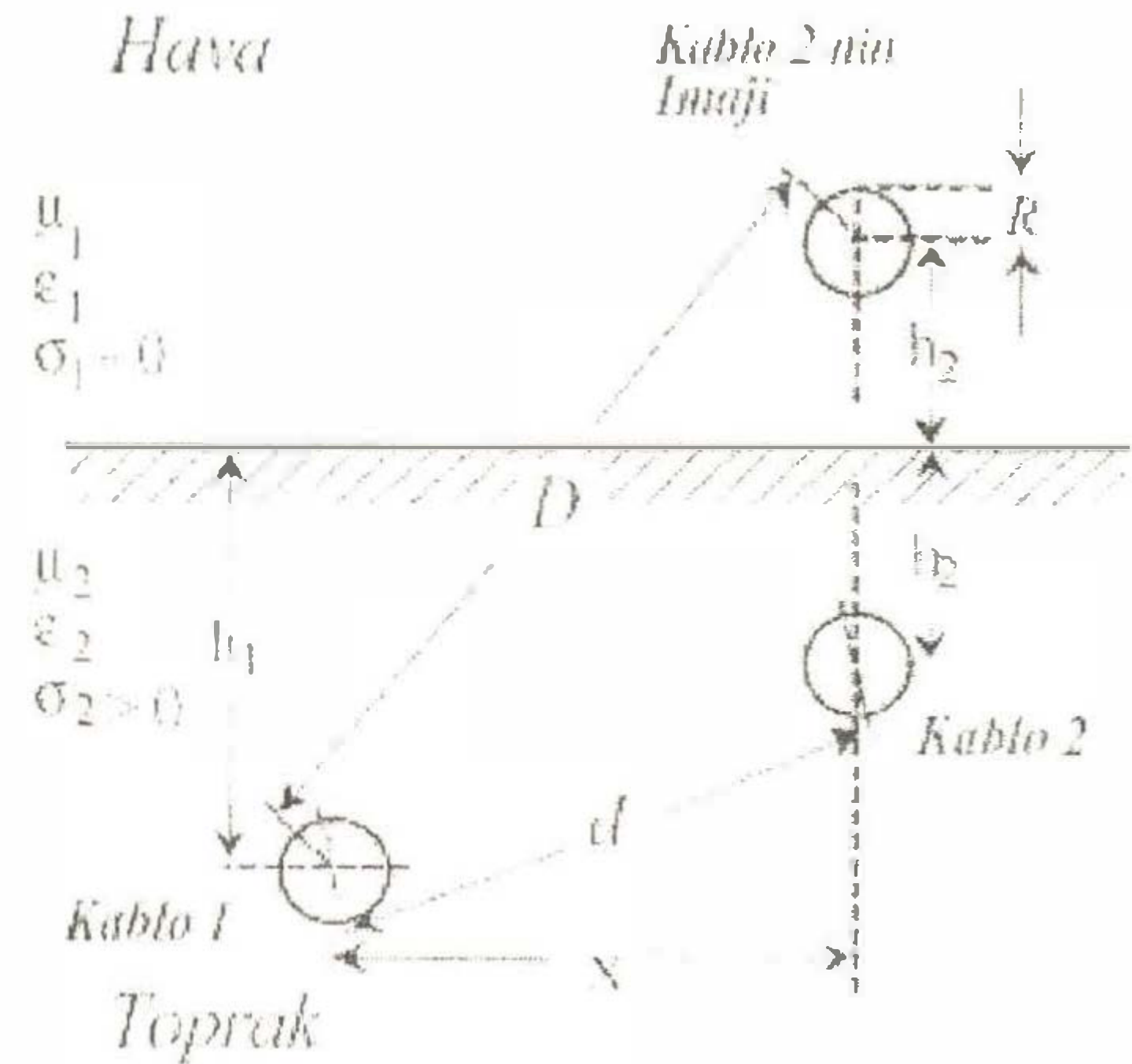
**Key words** - Quality control in underground cable system

### I. GİRİŞ

Enerji iletimindeki kayıpların minimum seviyeye indirilmesi, kablo üreticilerinin en önemli endişe kaynağıdır. Havai hatlarda iletim ortamının nisbeten homojen oluşu, bu tür sistemlerin elektromanyetik analizini olası kılmaktadır. Ancak yeraltı kablolarının analizi, hattın gömülü olduğu ortamın elektromanyetik geçirgenliği ve döşeme geometrisinin çeşitliliği faktörlerine bağlı olduğundan, matematiksel bir kesinlik seviyesine ulaşamamıştır.

### II. YERALTI KABLULARINDA KAYIPLAR

Şekil-1’de yeraltı kabloları arasındaki elektromanyetik etkileşimi göstermek amacıyla oluşturulmuş iki kablolu basit bir sistem gösterilmiştir.



Şekil 1. Kablo iletim sistemi

Yeraltı kablolarında toprak empedansının hesaplanabilmesi için Pollaczek entegralinin çözülmesi gerekir [1].

$$Z_{11} = \frac{j\omega\mu_0}{2\pi} \left[ K_0\left(\frac{d}{p}\right) - K_0\left(\frac{D}{p}\right) + j \right] \quad (1)$$

$$J = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\exp\left[-2h\sqrt{\beta^2 + \frac{1}{(p)^2}}\right]}{|\beta| + \sqrt{\beta^2 + \frac{1}{(p)^2}}} \exp(j\beta x) d\beta \quad (2)$$

- $\omega$  : açısal frekans
- $\mu_0$  : ortamın manyetik geçirgenliği
- $\sigma$  : toprak iletkenliği
- $K_0(\ )$  : düzenlenmiş Bessel fonksiyonu
- $d$  : kablolar arası mesafe
- $D$  : kablolardan biri ile diğerinin izdüşümü arasındaki mesafe
- $p$  : yüzey etki tabakasının karmaşık derinliği  $p = \frac{1}{\sqrt{j\omega\mu_0\sigma}}$
- $h$  : kablo derinliği  
 $h = (h_1 + h_2)/2$
- $x$  : kablolar arasındaki yatay mesafe

2 ifadesinin daha anlaşılır bir biçimde ifade edilebilmesi için, aşağıdaki değişken dönüşümleri uygulanmıştır.

$$\beta = \sqrt{\alpha u} \quad (3)$$

ve

$$\sqrt{\alpha} = \frac{1}{|p|} = \sqrt{\omega\mu_0\sigma} \quad (4)$$

Bu dönüşümler ve bir takım matematiksel sadeleştirmeler uygulandıktan sonra 2 ifadesi aşağıdaki hali alır.

$$J = 2 \int_0^{+\infty} \frac{\exp\left[-2h\sqrt{\alpha}\sqrt{u^2 + j}\right]}{u + \sqrt{u^2 + j}} \cos(\sqrt{\alpha}xu) du \quad (5)$$

Pollaczek entegrali dalgalı ve düzensiz bir yapıdadır. Bu nedenle serilerin ya da genel algoritmaların kullanımlarını içeren çözümler, iraksaklık sorunları oluşturmaktadır.

Kayıpların matematiksel olarak hesaplanamaması sonucunda kablo üreticileri kabloları değişik ortam şartlarından en az etkilenecek şekilde üretmek zorunda kalmışlardır. Artan rekabet ortamında ticari işletmelerin kalite kavramı ile tanışmaları sonucunda yeraltı enerji iletim hatlarında kullanılan kabloların

ortam şartlarından etkilenmesini minimumda tutacak global standartlar oluşturulmuştur.

### III. KALİTE KAVRAMI

Kalite mevcut beklentilerin üzerinde, müşterinin beklemediği, talep etmediği ve hakkında önceden fikir sahibi olmadığı özelliklerin geliştirilmesiyle sağlanır.

Ülkemizde 1970'lerde kalite kavramı ele alınmaya başlandı. Bu dönemde kalite, kalite kontrol olarak uygulanmıştır. Kalite kontrollerde, yanlış üretilen ürünler hurdaya ayrılırken, bu ürünlerin maliyeti göz ardı edilmekteydi. Pazardaki büyümenin, sürekli artan üretici sayısındaki artışa göre düşük kalması ve bundan dolayı üreticilerin pazar paylarının düşmesi sonucunda, gerçek tasarrufun ürün kalitesi ile değil üretim kalitesi ile elde edilebileceği anlaşıldı. Kalite kontrolün bu yetersizliğinden ötürü 1980'li yıllarda kalite güvence fikri ortaya atıldı ve kalite kontrol bu yeni idealin bir alt ögesi olarak yerini aldı. 1990'larda ise yenilikçi olmanın yani bilginin önem kazandığı bir devir başladı.

Alternatiflerin çoğalması, tüketiciyi daha kaliteli ürünü daha ucuza alma şansını sağladı. Bu durum, üreticileri daha düşük maliyet çabası ile yurt içi pazara ürün sunarken, diğer taraftan yetersiz kalan pazar paylarını kompanse etmek amacı ile ihracata yönlendirdi. Ancak, dünyanın bilgi iletişim araçlarını daha yoğun kullanması, dünya pazarında da rekabeti artırdı ve yeni pazarlarda ürünleri kabul ettirebilmek ve gerektiğinde bu kaliteyi müşteri taleplerine göre geliştirebilmek zorunluluğu doğdu.

### IV. KABLOLARDA KALİTE KONTROL

Artan üretici sayısı ve gelişen teknoloji neticesinde üretilen ürünlerden beklenen verim artışı, garanti kavramının daha fazla önem kazanmasından dolayı Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) Teknik Şartnamelerinde garantiye ilişkin aşağıdaki ifadeler yer aldı. "Satıcı, teslim edilen iletkenleri teslim tarihinden başlayarak 24 (yirmidört) ay süre ile malzeme ve işçilik hatalarına karşı garanti edecektir. İletkenlerin garanti süresi içinde kusurlu bulunması veya tasarım, malzeme ve imalat hataları nedeni ile hasarlanması durumunda satıcı kusurlu malzemeyi demontaj, nakliye, montaj ve benzeri tüm giderler kendisine ait olmak üzere alıcının onaylayacağı biçimde değiştirecektir. Bu şekilde değiştirilen malzeme de aynen yukarıdaki garanti koşullarına uyacaktır.[2]

Yukarıda ifade edilen garanti şartlarını sağlayamayan bir işletmenin çok büyük bir mali risk aldığı son derece açık olduğundan kablo üreticileri tüm proses aşamalarında sıkı bir kalite kontrol uygulaması yapmak zorunda kaldılar. Ülkemizdeki en büyük iletken alıcısı

olan Tedaş ürünlerin bu şartlara uygunluğunu, üretici işletmede kontrol deneylerini bizzat yaparak kabul etmektedir.

Tedaş şartnamelerinde sadece TS/ISO 9000 Kalite Sistem Belgesi ve/veya Türk Standartlarına uygunluk belgesi olan firmalardan alım yapacağını açıkça belirtmiştir. TS/ISO 9000 kalite sistemi belgesine sahip olabilmek için hammadde girişinden ürünün çıkışına kadar olan tüm safhalarda ürün izlenebilirliğinin sağlanması ve belirlenen standartlara uygun şekilde üretim yapılması zorunludur.

## V. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tedaş, üretilen ürünlerin kalitesini arttırmak için kablo imalatçılarını sürekli güncellediği şartnamelerle yönlendirmeye devam etmelidir. Bunun neticesi olarak, kablo üretiminde kalite seviyesinin her geçen gün artış göstereceği ve ülkemizdeki kablo üreticilerinin dünya standartlarına uygun üretim yaptıkları görülecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] Calculating Earth Impedances for Underground Transmission Cables, Instituto Tecnológico de Morelia, Mexico
- [2] TEDAŞ Malzeme Yönetimi Daire Başkanlığı Örgütlü Tam Alüminyum İletkenler ve Çelik Özlü Örgütlü Alüminyum İletkenler Teknik Şartnamesi, Mart, 1996