

KABLO TAVALARINDA KABLAJ

Nevzat ŞAHİN

Elektrik Y. Müh

ELTEM-TEK Mühendislik Müşavirlik Şirketi

Necatibey Cad. No:28 06430 SIHHIYE ANKARA

sptd2@euas.gov.tr consulting@eltemtek.com

Anahtar sözcükler:Kablo yolu, kablo tavası, kablo segregasyonu, kelepçe, klips, kablo sınıfları,EMC

ÖZET

Bu bildiride endüstriyel tesislerde yaygın olarak kullanılan kablo tavalarında; kablaaj kuralları, kablolarının tavaya tespiti, kablo tavasında doluluk oranı, kablo segregasyonu(kablolar çekilirken enerji, kontrol, enstrümantasyon kablolarının mesafelendirilerek ayrılması) konuları anlatılmaktadır.

1. GİRİŞ

Endüstriyel tesislerin binaları içinde ve kablo kanallarında yaygın olarak kablo tavaları kullanılmaktadır. Genellikle bu tesislerde kablaaj küçük taşeron firmalar tarafından yürütülmekte ve konu bilinmediği veya kolayına geldiği için montaj sırasında uluslararası kabul görmüş standartlara ve mühendislik pratiklerine uygun olarak kabloların tavaya tespiti, montajı ve kablo segregasyonu(enerji, kontrol, enstrümantasyon kablolarının mesafelendirilerek ayrılması) yapılmamaktadır. Usulüne uygun yapılmayan kablo reglajı; kablolar arası mesafelerin yok olması ve ayrıca üzerlerinde toz birikmesi sonucu akım taşıma kapasitelerinin düşerek ısınmalarına, iyi tespit edilmeyen kabloların tavadan taşması ve sarkmasına, bir kısa devre veya deprem sırasında kabloların savrulmasına, kablo segregasyonunun iyi yapılmaması ise enstrümantasyon kablolarının enerji kablolarından ham kapmasına ve sinyallerin etkilenmesine neden olmaktadır.

Bu bildiride uluslararası kabul görmüş standartlar, ve mühendislik pratikleri ile ülkemizdeki elektrik santralleri montajında edindiğimiz tecrübeler dikkate alınarak kablo tavalarında kablaaj konusunda uyulması gerekli kurallar anlatılacaktır.

2.KABLOLARIN TAVAYA TESPİTİ

Kabloların tavaya tespiti ile ilgili uluslar arası bir standart olmamakla beraber ABD’de (Cable Tray Institute-Kablo Tavaları Enstitüsü)[1], Avrupa Mühendislik şirketlerinin geliştirdiği kabul görmüş mühendislik pratikleri bulunmaktadır.

Avrupa mühendislik şirketlerince kabul görmüş pratiğe göre kablo reglajında uyulacak kurallar:

- Yatay kablo tavalarında kablolar her 3 metrede bir olmak üzere kilitlemeli naylon kablo klipsleri(kablo bağı) ile tespit edilmelidir

- Düşey kablo tavalarında kablolar 1.2 m aralıkla kablo kelepçesi ile kablo tavasına(tava basamaklarına) tespit edilmelidir.
- Her bir kablo tava yolu bölümünün başında ve sonunda , kablo yolu dönüş ve kod değiştirmelerinde, kablo tavasından münferit kablo ayrılma noktalarında, pano girişlerinde kablolar kelepçe ile kablo tavasına veya pano girişlerindeki özel C profillere bağlanması öngörülmektedir.



Naylon Kablo Klipsi(Bağı)



Anti manyetik Çelik Kablo Klipsi (Bağı)Uygulaması

ABD Cable Tray Institute Tavsiyeleri;

ABD Elektrik Kodu NEC’de kablo tavalarına kablo bağlanması ile ilgili bir standart olmamakla birlikte ABD Cable Tray Institute bu konuda aşağıdaki kurallara uyma tavsiyesinde bulunmaktadır:

- Düşey veya eğimli kablo tavalarında: çapları 1 inçten küçük kablolar her 3 fitte, çapı 1 inçten büyük kablolar ise her 6 fitte tavaya bağlanması,
- Yatay kablo tavalarında ise kablolar arası mesafe tutulması gereken hallerde(demet yapma, havalandırma aralığı bırakma, kablo segregasyonu gibi) her 10 fitte bir kablo tavasına bağlantı yapılmalıdır.
- Büyük kesitli kablolar ve kablo demetleri her 10 fitte bir kablo tavasına bağlanmalıdır.
- MI (Mineral izole) ısıya ve alev dayanıklı kablolar için çelik kablo tavaları kullanılmalı ve paslanmaz çelik kablo bağları ile her 3 fitte bir kablo tavasına bağlanmalıdır.

ABD Cable tray Institute kablo bağları seçiminde nem, ultraviyole(güneş) ışınların varlığı, yüksek veya aşırı düşük ortam sıcaklığı, kimyasalların varlığı, aleve dayanıklılık gibi işletme koşullarına uygun kablo klips tipi seçilmesini ve kablo klipsi boyu ve gerilme direncinin(standart veya ağır koşullara uygun tip) yine işe ve işletme koşullarına uygun seçilmesi gereğine işaret edilmektedir. Ağır işletme koşulları olan bölgelerde naylon kablo bağlarından kaçınılarak anti manyetik paslanmaz çelik kablo bağları tavsiye edilmektedir.

Yazarın kabloların tavaya tespiti ile ilgili deneyimi:

- Düşey kablo tavalarında her 1.2 metrede ve düşey kablo yolu başı ve sonunda, kablo yolu dönüş ve kod değiştirmede kabloların kablo kelepçeleri ile bu yapılamamış ise ağır koşullara dayanıklı anti manyetik paslanmaz çelik kablo klipsleri(tercihen kenarları plastik şerit kaplı olanlar) ile bağlanmasını,
- Yatay kablo tavalarında ise işletme koşulları uygun olması halinde naylon, kendinden kilitlemeli kablo klipslerinin her 3 metrede bir kullanılması yolundadır.

3-KABLO SEGREGASYONU(Enerji ve enstrümantasyon kablolarının mesafelendirilerek ayrılması)

Sinyal taşıyan enstrümantasyon kablolarının enerji kablolarından ham kaparak sinyalin bozulması önlemek için sinyal kablolarının ekranlı olması yanında enerji kabloları/radyo parazitli sinyal taşıyan kablolar ile belli fiziki mesafede korunarak çekilmesi gerekmektedir.

Bu ayırma kablo segregasyonu denilmekte ve kablo segregasyonu ile ilgili kurallar aşağıdaki standartlarda yer almaktadır;

- IEC 61000-5-2:1997 “Electromagnetic Compatibility (EMC)-Part 5 Installation and Mitigation Guide Lines Section 2: Earthing Cabling
- VDE 0228, Part1
- IEC364-4-444:1996 “Electrical Installations of Buildings-Part 4: Protection and Safety-Chapter 44: Protection against Overvoltages-section 444:Protection against electromagnetic interference (EMI) in installations of buildings.
- EN 50174-2:1998 “Information Technology-Cabling Installation Part 2:Installation Planning and Practice Inside Buildings”

Bu standartlarda enstrüman kabloları ekranlı olsa dahi güç kablolarından ayrılması ve mesafelendirilmesi, kablo yollarında ve pano girişlerde de bu mesafelere riayet edilmesi gerektiği şarta bağlanmaktadır.

Kablolar IEC 61000-5-2:1997'e[2] göre aşağıdaki sınıflara ayrılmakta ve IEC'de segregasyon ile ilgili belli kurallar getirilmektedir:

Alçak gerilim kabloları(<1kV AC rms):

Alçak gerilim kabloları kendi aralarında 4 sınıfa ayrılmakta ve her bir kablo tipi kablo yollarında ayrı yerde gruplandırılarak ve aralarında mesafe olacak şekilde çekilmelidir. Bu kablolar ancak kendi sınıfları ile demet halinde çekilebilir. Değişik sınıftan kablolar idealde birbirini kesmemeli veya kestiği noktalarda dik açı ile kesmeli ve aralarına metal ekran konulmalıdır.

Sınıf 1:Hassas sinyalleri taşıyan kablolar bu sınıfa dahil olup bunlar milivolt çıkışlı transdüser kabloları gibi düşük seviye analog sinyal kabloları, radyo alıcı anteni kabloları 1A sınıfına dahil kablolarıdır. Ethernet kablosu gibi yüksek hızdaki iletişim kabloları 1B sınıfı kablolarıdır. 1A ve 1B sınıfı kabloları demet halinde karışık çekilmemekle birlikte ayrı kablo demetleri halinde yan yana çekilebilir. Bütün sınıf 1 tipi kablolar ekranlı olmalı ve ekran 360⁰ (konnektörler dahil) kablonun tüm boyunca devam ettirilmelidir.

Sınıf 2: Bu sınıf daha az hassas sinyal taşıyan kablolarıdır. Bu sınıf kablolar ile taşınacak sinyaller: 4-20mA, 0-10V normal analog sinyaller, 1MHz'in altında sinyaller, düşük hızdaki dijital iletişim(RS422, RS485), digital on/off giriş ve çıkış sinyalleri(limit şalterleri, enkoder, kontrol sinyalleri gibi)

Sınıf 3: Bu sınıf düşük radyo paraziti ve ham yaratan sinyalleri taşıyan kablolarıdır. Bu sınıfa <1kV AG dağıtım kabloları, DC dağıtım kabloları (48 V Telekom dağıtım gibi) gibi kablolar dahil olup radyo paraziti yaratmayan cihazları beslemeleri gerekmektedir.

Bu sınıfa; direnç tipi veya endüktif(bobinli röleler, kontaktörler,solenoidler, aktüatörler, valfler gibi radyo parazitlerinin yük tarafında bastırıldığı yükler) yükleri, direkt yol verilen motorları, arksız beslemeli DC motorlarını, girişte filtrelenmiş invertörleri besleyen kablolar girmektedir.

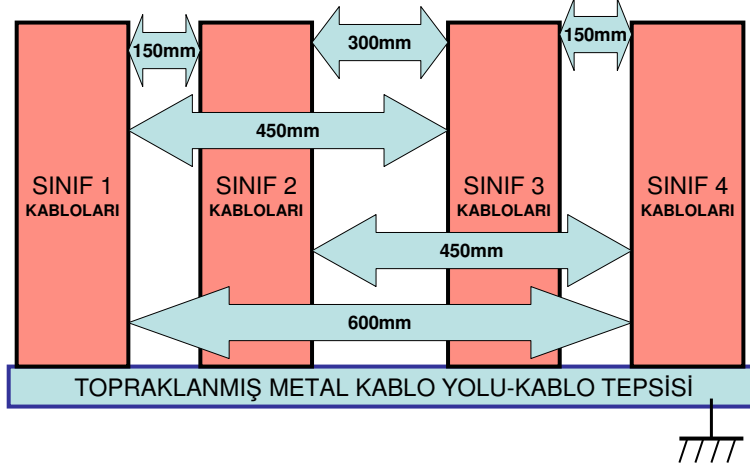
Sınıf 4: Radyo paraziti ve ham üreten sinyal ve beslemeleri taşıyan kablolar bu sınıfa girmektedir. Motor hız kontrol ünitelerini, güç konvertörleri ve DC bağlantılarını, elektrik kaynak makinelerini, DC motorlarını, slipring motorları, RF iletişim anteni gibi radyo paraziti ve ham üreten cihaz ve yükleri besleyen kablolar bu sınıfa girmektedir. Bu kablolar muf ve konnektörleri dahil 360⁰ ekranlı olmalıdırlar.

Sınıf 5-6: OG ve YG kabloları bu sınıfa dahil kablolarıdır. Hava izoleli YG baraları ve iletkenleri ekranlanamayacağı için bunlar civarındaki kabloların ekranlanması ve bu iletkenlere olan mesafelerin artırılması gerekmektedir. YG ve OG kabloları zırhları ekran olarak kullanılabilir. Fakat bütün

kablonun ve kablo boyunca kullanılacak kablo başlık ve muflarının da 360° ekran sürekliliğini sağlayacak bağlantı ile devam ettirilmesi gerekir. Burada not edilmesi gerekli husus, kablo metal zırhı özel olarak

dizayn edilmediği sürece yüksek frekanslı radyo parazitlerini önlemede yetersiz olduğudur.

SINIFLARINA GÖRE KABLO YOLLARINDA SEGREGASYON
Kablo yolu boyu>30m ise aşağıdaki mesafeler (kablo yolu boyu/30m) katsayısı ile çarpılmalıdır



Yukarıdaki şekilde kablo tavalı kablo yolunun boyunun 30 metreyi aşmaması halinde aynı tava üzerinde çekilen değişik sınıf kablolar yerleşimi ve aralarında bırakılacak mesafeler şematik olarak gösterilmektedir[2,3]. IEC 6100-5-2'ye göre aynı kablo tavasında şekildeki yerleşime uygun çekilen sınıf 2 ve sınıf 3 kabloları arasında 300mm mesafe, sınıf 1 ve sınıf 2 arasında 150mm, sınıf 3 ve sınıf 4 arasında gene 150mm mesafe bırakılması gerekmektedir. Kablo yolunun 30 metreyi aşması halinde orantılı olarak bu mesafeler artırılmalıdır. Bu şekilde OG ve YG kablolarının yer aldığı sınıf 5 ve 6 tipi kablolar gösterilmemekle birlikte sınıf 5 kabloları sınıf 4 kabloların sağına ve 150mm mesafede konulmalı sınıf 6 tipi kablolarda bu mesafeye 150mm daha ilave edilmelidir. Hassas sinyal taşıyan sınıf 1 kabloları OG ve YG kablolarından en az 1metre uzağa ve tercihen kapaklı kablo tavalarına yerleştirilmelisi gerekir.

Aşağıdaki şekilde ise bir kablo yolunda birden fazla kablo tava katı olması halinde kablo sınıflarının yerleşimi, birbirlerine olan mesafeleri ve kablo tava katları arasındaki bırakılması gerekli mesafe prensipleri yukarıdaki şekilde

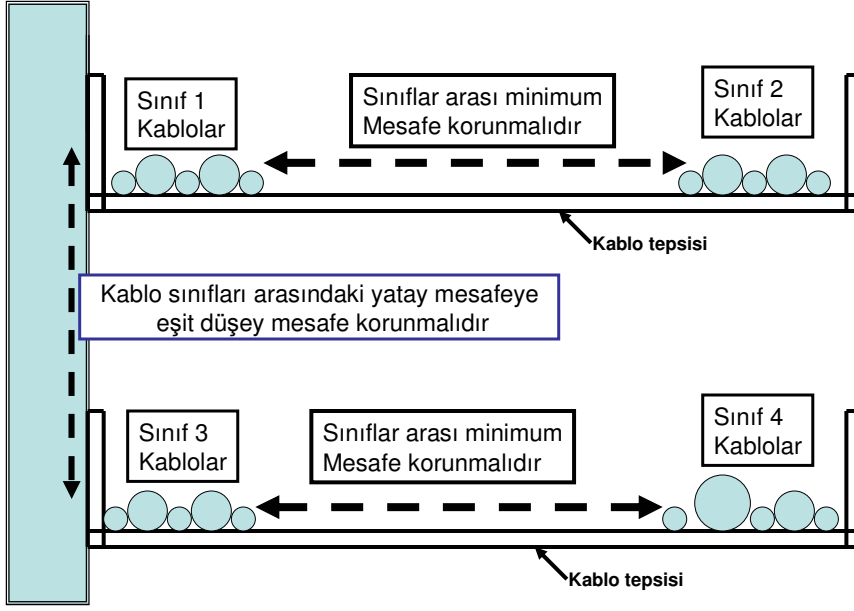
gösterilen uzaklıklar dikkate alınarak gösterilmiştir.

4-KABLO TAVASINDA DOLULUK ORANI

Kablo tava doluluk oranı ile ilgili kurallar ANSI/IEEE Std 422-1986'de[4] yer almakta olup bir kablo tavasında çekilebilecek maksimum kablo miktarının tespitinde; tava ve tespit edildiği desteğin kaldırma kapasitesi ve kabloların üst üste yığılması sonucu havalandırılmalarının engellenmesi nedeni ile akım taşıma kapasitelerinde azalma dikkate alınır.

Söz konusu standart kablo akım taşıma kapasitelerinin düşmemesi ve ısınmalarını engellemek ve fiziki montaj uygunluğu için kablo tavalarında yapılacak kabljada;

- Kablaj kablo tava kenar yüksekliğini hiçbir şekilde aşmamalıdır
- Kablo tavasında güç kabloları yer alıyorsa tava doluluk oranı(kabloların kesit alanları toplamı/tava kesit alanı) %30-40
- Enstrüman kabloları olması halinde ise doluluk %40-50 olmalıdır.



Kablo Tepsilerinde kablo tipleri arasında mesafelendirme ve yerleşim

5-SONUÇ

Ülkemizde kablajla ilgili standartlar ve kuralların olmayışı montaj yüklenicileri tarafından kablo yollarında kablo montaj ve segragasyon kurallarına uyulmaması ve ciddiye alınmaması sonucunu doğurmaktadır. Yukarıda idealize edilen kurallar endüstriyel tesislerin kablaj şartnamelerinde yer almalı ve işi şansa bırakmamak için en azından;

- OG ve YG kabloları , enstrümantasyon kabloları ve radyo frekansı üreten yükleri besleyen kabloların mutlaka ekranlı olması,
- Enerji ve enstrümantasyon kablolarının farklı kablo tavalarında ve mümkünse hassas enstrümantasyon kablolarını taşıyan tavanın üstü kapalı ve perfore tip olması,
- Enstrümantasyon ile enerji ve radyo paraziti üreten kabloların ayrılmasının fiziken mümkün olmadığı yerlerde metal ayırma plakaları kullanılmalı ve bu durumlarda enstrümantasyon kabloları hem damar hem de dış ekranı olan cinslerden seçilmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR:

- [1] CTI Technical Bulletin No.5
- [2]IEC 61000-5-2:1997 “Electromagnetic Compatibility (EMC)-Part 5 Installation and Mitigation Guide Lines Section 2: Earthing Cabling
- [3]IEC364-4-444:1996 “Electrical Installations of Buildings-Part 4: Protection and Safety-Chapter 44: Protection against Overvoltages-section 444:Protection against electromagnetic interference (EMI) in installations of buildings.
- [4]ANSI/IEEE 422-1986