

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABLOLARIN SINIFLANDIRILMASI, AB STANDARTLARINDAKİ  
ELEKTRİKSEL ve MEKANİKSEL TESTLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elk. Müh. Berna YAVUZ**

**Anabilim Dalı: Elektrik Mühendisliği**

**Danışman : Prof. Dr. Feriha ERFAN KUYUMCU**

**Temmuz 2004**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KABLOLARIN SINIFLANDIRILMASI, AB STANDARDLARINDAKİ  
ELEKTRİKSEL ve MEKANİKSEL TESTLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

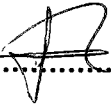
**Elektrik Müh. Berna YAVUZ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Mayıs 2004**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Temmuz 2004**

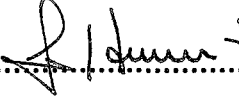
Tez Danışmanı

Prof. Dr. Feriha Erfan KUYUMCU

(.....  
  
.....)

Üye

Prof. Dr. Semra ÖZTÜRK

(.....  
  
.....)

Üye

Doç. Dr. Koray TUNÇALP

(.....  
  
.....)

**Temmuz 2004**

# KABLOLARIN SINIFLANDIRILMASI ve AB STANDARTLARINDAKİ ELEKTRİKSEL ve MEKANİKSEL TESTLERİ

Berna YAVUZ

**Anahtar Kelimeler:** Kablo testleri, halojensiz kablo, kablo standartları, HAR, IEC

**Özet:** Bu çalışmada, elektrik kablolarının standartları, kablolarına uygulanan testler belirtilmiş ve yeni nesil kablolar tanıtılmıştır. Günümüzde giderek artan enerji ihtiyacı sürecinde, enerjinin sadece üretilmesi değil, iletilip dağıtılması da son derece önemli bir konudur. Enerjinin taşınması amacıyla kullanılan kabloların, çevre koşullarına, yangınlara, burulma ve çekme kuvvetlerine dayanıp, bulunduğu ortamdaki diğer sistemlere zarar vermemeleri gerekir. Bunun için kablolarına ilgili standartlara göre elektriksel ve mekaniksel testlerin yanında kimyasal testler de uygulanır.

Bu tezin yapılmasındaki amaç, enerjinin, ihtiyaç duyulan yerlere taşınması sırasında kullanılan kabloların, elektriksel ve mekaniksel testlerini, standartlarını sunmak ve kablolar konusunda kullanıcıların bilgi seviyelerini arttırarak daha uygun seçimler yapabilmelerini sağlamaktır.

# **CLASSIFICATION of CABLES and ELECTRICAL and MECHANICAL TESTS in IEC STANDARDS**

**Berna YAVUZ**

**Keywords :** Cable tests, halogen-free cables, cable standarts, HAR, IEC

**Abstract:** In this study, electrical cables standards, cable tests are determined and new cable types are introduced. In today's world the requirement of energy is continously increasing and not only the generation but also a secure transmission and distribution of energy is important. This cable system which carries energy have to withstand environmental conditions, fires, torsion and tensile stresses and they have to no bad impact to equipment which are in their environment. For these reasons, according to relevant standards, chemical tests must be applied near mechanical and electrical tests.

The aim of this thesis is to serve electrical and mechanical tests and standards of cables that are used to supply energy, to increase the knowledge level of users making themselves good and suitable choices.

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

1880 yılında Edison tarafından başlatılan enerji taşıma işlemi, günümüzde giderek artan enerji talebine bağlı olarak hızla gelişmektedir.

Kablo elektrik enerjisini ileten, iki elektrik cihazını birbirine elektriksel olarak bağlayan, yalıtılmış bir veya birden fazla damardan meydana gelen bir araçtır.

Bu çalışma, güç kablolarının elektriksel ve mekaniksel özelliklerini, sınır şartlarını ayrıca 1983 yılından bu yana kullanılan, yangın güvenliği açısından düşük tehlike karakteristiğine sahip olan, düşük seviyede duman çıkaran, halojensiz (HFFR) kabloları içermektedir.

Tezde kabloların elektriksel ve mekaniksel testleri ayrıntılı olarak anlatılmış olup, bazı karşılaştırmalar yapılarak hangi kablo tipinin hangi ortamlarda kullanılmasının uygun olabileceğine değinilmiştir. Ayrıca güç kablolarındaki magnetik alan etkilerini indirgeyecek düzenlemelerden ve zırlama tekniklerinden de bahsedilmiştir. Enerji taşınmasında kullanılan kablolar konusunda yapılan bu çalışmanın kullanıcılara ve bu konu üzerinde çalışan kişilere katkısı olmasını dilerim.

Tezin hazırlanmasında Electrical Power System Research, IEEE makaleleri, TSE, EN, HAR standartları, güç dağıtımı ve kablo testleri ile ilgili kitaplardan faydalanılmıştır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren Prof. Dr. Feriha ERFAN KUYUMCU'ya (KOU) teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
BÖLÜM 1. KABLOLAR.....	1
1.1. Kablo Tarihi .....	1
1.2. Kablo Standartları .....	1
1.3. Kabloların Sınıflandırılması .....	3
1.3.1. Kullanılış amacına göre sınıflandırma .....	3
1.3.2. İşletme koşullarına göre sınıflandırma.....	3
1.3.3. Tesis şekline göre sınıflandırma.....	4
1.3.4. Yalıtkan malzemesine göre sınıflandırma .....	5
1.4. Kabloların Gösterilişi.....	6
1.5. Güç Kabloları.....	13
1.6. AG Güç Kablolarının Kullanım Yerleri.....	17
1.6.1. Sabit tesis kabloları.....	18
1.6.2. Bükülgen kablolar veya kordonlar için kurallar .....	19
1.7. Kabloların Sınır Şartları.....	20
1.7.1. Gerilim .....	20
1.7.2. Akım taşıma kapasitesi.....	20
1.7.3. Isıl etkiler .....	23
1.7.4. Mekanik dayanım .....	24
1.7.5. Uyumluluk .....	27
1.7.6. Elektro-mekanik dayanım .....	27

1.7.7. Başlangıçta ve periyodik olarak yapılan doğrulamalar .....	27
1.7.8. Ambalajlama, depolama ve yükleme/taşıma .....	28
1.8. Güç Kablolarının Magnetik Alanını Düzenleme Tekniği .....	28
1.8.1. Güç kablolarının magnetik alan düzenlemeleri için zırhlama prensipleri ..	29

## BÖLÜM 2. ÜRETİM SIRASINDA ve ÜRETİMİ TAMAMLANMIŞ AG GÜÇ KABLolarINA UYGULANAN DENEYLER..... 35

2.1. Üretim Sırasında PVC Kablolara Uygulanan Deneyler .....	35
2.1.1. Yalıtım üzerindeki kusurların yokluğunun kontrolü .....	35
2.2. Üretimi Tamamlanmış PVC Kablolara Uygulanan Elektriksel Deneyler .....	37
2.2.1. İletkenlerin direncinin ölçülmesi.....	37
2.2.2. Komple kabloya uygulanan gerilim deneyi .....	38
2.2.3. Damarlara uygulanan gerilim deneyi.....	39
2.2.4. Yalıtım direncinin ölçülmesi .....	39
2.2.5. Yalıtımın doğru akıma karşı uzun süre dayanıklılığı .....	41
2.3. Üretimi Tamamlanmış PVC Kablolara Uygulanan Elektriksel Olmayan Deneyler .....	41
2.3.1. Yapılış ve boyut karakteristikleriyle ilgili deneyler .....	41
2.3.2. Çekme deneyi .....	57
2.3.3. Yalıtım ve kılıfın kütle kaybı deneyi .....	63
2.3.4. Yüksek sıcaklıkta basınç deneyi .....	66
2.3.5. Yalıtımlar ve kılıfların çatlamaya karşı dayanıklılık deneyleri (Isı şoku deneyi).....	70
2.3.6. Yalıtım ve kılıfların düşük sıcaklıkta bükme deneyi.....	72
2.3.7. Yalıtım ve kılıflar için düşük sıcaklıkta uzama deneyi .....	74
2.3.8. Yalıtım ve kılıflar için düşük sıcaklıkta darbe deneyi.....	77
2.3.9. Yalıtılmış tek iletken veya kablo için düşey alev yayılmasına karşı dayanıklılık deneyi.....	80

## BÖLÜM 3. HALOJENSİZ ALEV GECİKTİRİCİ KABLolar..... 86

3.1. Halojensiz Alev Geciktirici Kablolara Uygulanan Deneyler .....	90
3.1.1. Belirli şartlar altında yanan kabloların duman yoğunluğunun ölçülmesi ...	90
3.1.2. Düşey olarak monte edilmiş kablolar veya demetlenmiş tellerde düşey alev	

yayımlı deneyi .....	96
3.1.3. Kablolardan alınan malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan gazlara uygulanan deneyler.....	106
3.1.3.1. pH ve iletkenliğin ölçülmesi .....	106
3.1.3.2. Asidik halojen gaz miktarının ölçülmesi.....	113
SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	114
KAYNAKLAR .....	115
EK-A .....	118
ÖZGEÇMİŞ .....	143





## SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR

- CB : Certification Body
- CENELEC : Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (Committee European of Standardization of Electrotechnique).
- HFFR : Halojensiz, alev geciktirici kablolar (Halogen Free Flame Retardant).
- HD : Uyumlaştırılmış Standart (Harmonized Standard): Yetkili Ulusal Standardizasyon Kuruluşu tarafından hazırlanan, Avrupa Topluluğu standardını uyumlaştıran ulusal standarttır.
- IEC : Uluslararası Elektroteknik Komisyonu  
(International Electrotechnical Committee)
- TS : Türk Standardı
- TSE : Türk Standardları Enstitüsü

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kablo yalıtkanlarının sınıflandırılması .....	5
Şekil 1.2 Bükme İç Yarı Çapının Tanımı .....	26
Şekil 1.3. Değişik Konfigürasyonlarda Kablolardaki Magnetik Alan Karşılaştırması. 32	
Şekil 1.4. Zırhlanmış Bir Nesnedeki Magnetik Alan Çizgileri .....	33
Şekil 1.5. Zırhlanmış Bir Nesnenin Gösterimi .....	33
Şekil 2.1. Yalıtım veya Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (İç Bölüm Çember Biçimi) .....	53
Şekil 2.2. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Daire Dilimi Biçimli İletken).....	53
Şekil 2.3. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Örgülü İletken) .....	53
Şekil 2.4. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Örgülü iletken) .....	54
Şekil 2.5. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Dış Profil) .....	54
Şekil 2.6. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (İkili Yassı Kılıfsız Kordon) .....	54
Şekil 2.7. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Çember Biçimli İç Profil) 55	
Şekil 2.8. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Çember Biçimli Olmayan İç Profil) .....	55
Şekil 2.9. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Dış Yüzey) .....	55
Şekil 2.10. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (İkili Yassı Kılıflı Kordon) .....	56
Şekil 2.11. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Tek Damarlı Yassı Kablo).....	56
Şekil 2.12. Profil Projektör Cihazı.....	56
Şekil 2.13. Halter Tipi Deney Parçası .....	58
Şekil 2.14. Küçük Halter Tipi Deney Parçası .....	58
Şekil 2.15. Çekme Deney Cihazı.....	62
Şekil 2.16. Baskı Sistemi .....	69
Şekil 2.17. Baskının Ölçülmesi .....	69
Şekil 2.18. Küçük Deney Parçalarında Baskının Ölçülmesi .....	70
Şekil 2.19. Düşük Sıcaklıkta Bükme Deney Cihazı .....	73
Şekil 2.20. Düşük Sıcaklıkta Darbe Deney Cihazı .....	78
Şekil 2.21 Ön Karışım Bek.....	81
Şekil 2.22. Bek ve Besleme Devresinin Şeması .....	82
Şekil 2.23. Doğrulama İşlemi İçin Deney Düzenlemesi.....	83
Şekil 2.24 . Deney Düzenliği İçerisinde Numunenin düzenlenmesi .....	84

Şekil 2.25. Deney Numunesine Alevin Uygulanması .....	85
Şekil 3.1. Kablo Demetleri İçin Bağlama Metodu.....	91
Şekil 3.2. Deney Parçalarının Metal Tepsi İçine Yerleştirilmesi ve Desteklenmesi ....	92
Şekil 3.3. Deney Odasının Üstten Görünüşü .....	93
Şekil 3.4. Fotometrik Sistem .....	94
Şekil 3.5. Deneyden Bir Görünüş.....	95
Şekil 3.6. Işık Geçirgenliği Ölçüm Grafiğinin Bir Örneği .....	96
Şekil 3.7. Deney Hücresi .....	97
Şekil 3.8. Deneyde Kullanılan Tüp Biçimli Çelik Merdivenler .....	98
Şekil 3.9. Standard Merdivende Kullanılan Tek Bek .....	100
Şekil 3.10. Geniş merdivenle Kullanılan Kombinasyondaki İki Bek .....	100
Şekil 3.11. Bekin Yerleştirilmesi ve Merdiven Üzerinde Deney Numunesinin Düzeni .....	101
Şekil 3.12. Standard Merdivenin Ön Kenarına Monte Edilmiş Aralarında Mesafe Bırakılmış Kablolar .....	103
Şekil 3.13. Geniş Merdivenin Ön Kenarına Monte Edilmiş Aralarında Mesafe Bırakılmış Kablolar .....	104
Şekil 3.14. Yanma Sırasında Kablo ve Beklerin Görünümü .....	105
Şekil 3.15. Kömürleşmiş Bölümün Ölçülmesi.....	106
Şekil 3.16. Yakma Kayıkçığının ve Numunenin Tüp İçerisine Yerleştirilmesi .....	108
Şekil 3.17. Bir gaz yıkama şişesi örnek.....	108
Şekil 3.18. Suni Hava Kullanılarak Oluşturulan Deney Teçhizatı .....	110

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Kablonun standardlarla ilişkisi.....	7
Tablo 1.2. Beyan Gerilimi .....	7
Tablo 1.3. Yalıtkan ve Metalik Olmayan Kılıf Malzemeleri.....	8
Tablo 1.4. Metalik Örtüler .....	8
Tablo 1.5. Bir Kablonun Özel Yapısal Bileşenleri .....	8
Tablo 1.6. Kablonun Özel Yapılışı.....	9
Tablo 1.7. İletken Malzeme .....	9
Tablo 1.8. İletken Biçimi .....	9
Tablo 1.9. İletkenlerin Anma Kesiti (Kesitleri) ve Damar Sayısı (Sayıları).....	10
Tablo 1.10. VDE Standardlarına Göre Sabit Tesisat Kablolarının ve Bükülgen Kabloların Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları .....	11
Tablo 1.10. (Devam) VDE Standardlarına Göre Sabit Tesisat Kablolarının ve Bükülgen Kabloların Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları .....	12
Tablo 1.11. VDE Standardlarına Göre Güç Kablolarının Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları.....	12
Tablo 1.12. VDE Standardlarına Göre Kağıt Yalıtkanlı Ve Metal Kılıflı Güç Kablolarının Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları .....	13
Tablo 1.13. Erişilebilir Konumlardaki Kablolar İçin Destek Aralıkları.....	18
Tablo 1.14. PVC Yalıtımlı Kordonlar İçin Akım Değerleri .....	21
Tablo 1.15. Kauçuk Yalıtımlı Kordonlar İçin Akım Değerleri .....	21
Tablo 1.16. Sabit Tesisat Kabloları İçin 20°C ± 10°C Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı .....	25
Tablo 1.17. PVC Yalıtımlı Bükülgen Kablolar İçin 20°C ± 10°C Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı .....	25
Tablo 1.18. Kauçuk Yalıtımlı Bükülgen Kablolar İçin 20°C ± 10°C Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı .....	25
Tablo 2.1. Yalıtımdaki Kusurların Yokluğunun Kontrolü İçin Uygulanacak Deney Gerilimleri .....	37

Tablo 2.2. Komple Kabloya Uygulanacak Deney Gerilimi Değerleri .....	39
Tablo 2.3. Damarlara Uygulanacak Deney Gerilimi Değerleri.....	39
Tablo 2.4. Devre Koruyucu İletkeni Olan Bükülgen Kablo veya Kordonlar .....	42
Tablo 2.5. Devre Koruyucu İletkeni Olmayan Bükülgen Kablo veya Kordonlar .....	42
Tablo 2.6. Sınıf 1; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Som İletkenler.....	44
Tablo 2.7. Sınıf 2; Tek damarlı veya Çok damarlı Kablolar İçin Örgülü İletkenler....	45
Tablo 2.8. Sınıf 5; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Bükülgen Bakır İletkenler.....	47
Tablo 2.9. Sınıf 6; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Bükülgen Bakır İletkenler.....	48
Tablo 2.10. Mandrel Çapları ve Sarım Sayıları .....	71
Tablo 2.11. Mandrel Çapları ve Sarım Sayıları .....	71
Tablo 2.12. Mandrel Dönme Sayıları.....	74
Tablo 2.13. Deneyde Kullanılacak Çekiç Kütlesi.....	79
Tablo 2.14. Deney Alevinin Uygulama Süresi .....	84
Tablo 3.1. Halojensiz, XLPE ve PVC Malzemelerin Gaz Emisyonlarının Karşılaştırılması .....	87
Tablo 3.2. HFFR ve PVC Kabloların Özelliklerinin Karşılaştırılması .....	87
Tablo 3.3. Halojensiz Kablolar ile PVC Kabloların Düşey Alev Yayılımı Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	88
Tablo 3.4. Deney Parçalarının Sayısı .....	91
Tablo A.1. Sabit Tesis İçin Tek Damarlı PVC Kabloların Amaçlanan Kullanımı.....	118
Tablo A.1. (Devam) Sabit Tesis İçin Tek Damarlı PVC Kabloların Amaçlanan Kullanımı.....	119
Tablo A.2. Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı .....	120
Tablo A.2. (Devam) Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı ...	121
Tablo A.2. (Devam) Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı ...	122
Tablo A.3. Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	123
Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	124

Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	125
Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	126
Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	127
Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	128
Tablo A.4. Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı .....	129
Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	130
Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	131
Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	132
Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	133
Tablo A.4 (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	134
Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı.....	135
Tablo A.5. Sabit ve İç Bağlantılar İçin PVC Kabloların Sınır Şartları .....	136
Tablo A.6. Sabit Tesisat ve İç Bağlantılar İçin Kauçuk Kabloların Sınır Şartları .....	137
Tablo A.7. PVC Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları .....	138
Tablo A.7. (Devam) PVC Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları.....	139
Tablo A.8. Kauçuk Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları .....	140
Tablo A.8. (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları .....	141
Tablo A.8. (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları.....	142

## **BÖLÜM 1. KABLolar**

### **1.1. Kablo Tarihi**

1880 yılının yazında Thomas Edison New York'ta ilk enkandesen ışıklandırma sistemini kurmayı planladı. Kablo sistemini gaz boruları gibi gömdü. Edison, ağacın iyi bir kablo yalıtkanı olabileceğini ve düşük geriliminden dolayı kaçak akımın bir problem yaratmayacağını düşündü. Sığ çukurlar kazıldı, ağaç kalıplar bunların içerisine yerleştirildi ve kablolar da ağaçların içerisine yerleştirildi. Edison tam bir test yapabilmek için yağmurlu bir günü bekledi. 20 Temmuz'da yağmur yağdı ve sisteme elektrik verildiğinde elektrik akımı yalnız kablolardan gitmeyip her yöne dağıldı. Ağaçlar elektrik ile yüklendi ve lambalar bir an yanıp söndü.

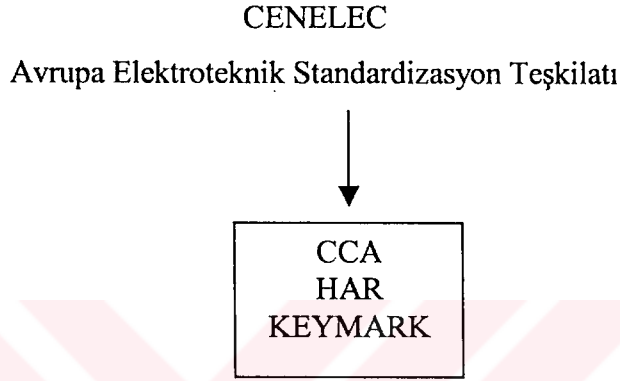
Başka bir çalışmada ise kablolar, ağaçların içine akıtılan kömür katranı ile yalıtılmaya çalışıldı. Bu deneme de başarısızlıkla sonuçlandı. Daha sonra Wilson S. Howell yalıtım ile ilgili araştırmalar yaptı ve bunları bir rapor şeklinde sundu.

Kablo yalıtımı için çok değişik bileşenler ve kombinasyonlar denendi. Bunlardan birinde yapılan bileşim, asfalt, keten tohumu yağı, çok küçük miktarda parafin ve balmumunu içeriyordu. Bu karışım kaynatıldı ve kablolar karışımdan geçirilerek etrafına üç kat muslin (çok ince saf pamuk) sarıldı. 1 Kasım 1880 yılında, yeniden yalıtılan dağıtım sistemi başarılı oldu. Kasım ayının sonunda Edison'un evi dahil 400 eve lamba bağlandı ve ilk dağıtım sistemi böylece kurulmuş oldu [1].

### **1.2. Kablo Standartları**

Kablo elektrik enerjisini ileten, iki elektrik cihazını birbirine elektriksel olarak bağlayan, yalıtılmış bir veya birden fazla damardan meydana gelen bir araçtır.

Kablolar ve kablo üreticileri, CENELEC' in oluşturduğu HAR grubu tarafından belgelendirilmektedir. HAR markası, alçak gerilim kablo üreticilerinin yüksek seviyede güvenlik, yüksek performans ve dolayısıyla yüksek kaliteyi sağladığının, üçüncü bir şahıs tarafından sunulan teknik garantisi olarak tanımlanmaktadır. Kablo testleri, HAR grubu tarafından kabul edilmiş uyumlaştırılmış standartlara (HD) göre yapılmaktadır. HAR grubunun Avrupa birliği ve uluslararası belgelendirme sistemindeki yeri aşağıdaki gibidir.



HD standartları ile birlikte IEC standartları da kablolarda kullanılmaktadır. IECEE (IEC System for Conformity Testing to Standard for Safety of Electrical Equipment-), IEC'nin belgelendirme organıdır. CB grubu, bu sistem altında faaliyet gösteren ve elektrikli aletlerin güvenliği ile ilgili IEC standartlarına uygun olarak gerçekleştirilen deney sonuçlarının karşılıklı tanınması amacıyla oluşturulan bir gruptur.





### **1.3. Kabloların Sınıflandırılması**

#### **1.3.1. Kullanılış amacına göre sınıflandırma**

Kablolar kullanılış amacına göre üç sınıfa ayrılır:

- Enerji kabloları
- Sinyal ve kumanda kabloları.
- Telefon kabloları.

#### **1.3.2. İşletme koşullarına göre sınıflandırma**

Kablolar kullanıldıkları işletme koşullarına göre beş sınıfta toplanırlar.

##### **A. Çok hafif hizmet ;**

Evlerde, ofislerde, küçük ve hafif cihazlarda, muhtemel dış etkiler gibi mekanik hasar ve gerilme riskinin ihmal edildiği yerlerde kullanılan kablolardır. Bu tür kabloların kullanıldığı cihazlar; elektrikli traş makinaları, saatler, v.b. olabilir.

##### **B. Hafif hizmet;**

Evlerde, ofislerde ve dükkanlarda, elde kullanılan, hafif ve taşınabilen cihazlarda, mekanik hasar ve gerilme riskinin düşük olduğu yerlerde kullanılan kablolardır. Bu tür kabloların kullanıldığı cihazlar; ev tipi saç kurutucuları, radyo cihazları, masa lambaları ve küçük masa üstü ofis makinaları olabilir.

##### **C. Olağan hizmet;**

Evlerde, ticari ve küçük ölçekli endüstriyel binalarda, küçük veya orta boyutlu cihazlarda, mekanik hasar ve gerilme riskinin düşük olduğu yerlerde kullanılan kablolardır. Bu tür kabloların kullanıldığı cihazlar; tost makinaları, küçük pişirme makinaları, çamaşır makinaları, dikiş makinaları ve buzdolapları olabilir.

#### D. Ağır hizmet;

Orta büyüklükteki endüstriyel ve zirai atölyelerde, binalardan oluşan sitelerde, geçici kullanımlardaki cihazların normal kullanımında, muhtemel mekanik hasar ve gerilme riskinin orta şiddette olduğu yerlerde kullanılan kablolardır. Bu tür kabloların kullanıldığı cihazlar; muayene lambaları, ısıtma levhaları, büyük kaynatma tesisleri, orta boyutta taşınabilen motorlar, site inşaatlarındaki yada zirai çalışmalardaki makinalar, asansörler olabilir.

#### E. Ağır hizmet (Yalnızca çok damarlı kablolar);

Torna ve planya gibi imalat cihazlarının ve mekanik yükleme cihazlarının iç bağlantılarında kullanılan kablolardır. Bu kablolar, kararlı iletken sıcaklığının 60°C' yi aşmadığı durumlarda, -25°C ile +50°C arasındaki ortam sıcaklıklarında, bina içinde veya bina dışında kullanılabilir. Bu tür kablolar; normal olarak kablo uzunluğu 10 m'den büyük olmayan bir imalat makinasının kontrol konsolunun iç bağlantısında veya bir vinç veya yük asansörü gibi bir makinanın kontrol ünitesinin bağlantısında olabilir.

### 1.3.3. Tesis şekline göre sınıflandırma

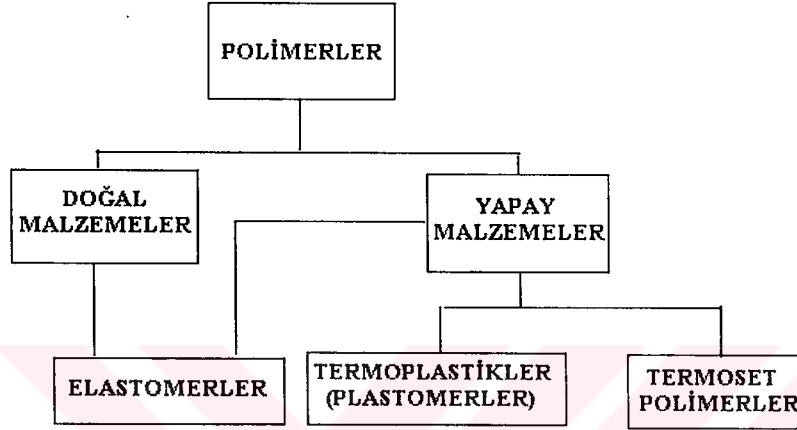
Kablolar kullanıldıkları tesisin sabit veya hareketli oluşuna göre iki sınıfa ayrılırlar :

A. Sabit Tesis Kabloları : Bunlar, sabit olarak yerleştirilmiş bulunan elektrik cihazları için yapılan tesislerde kullanılan kablolardır.

B. Hareketli Tesis Kabloları : Bunlar taşınabilir elektrik cihazları ve bunların hareketli kısımları için kullanılan kablolardır [2].

### 1.3.4. Yalıtkan malzemesine göre sınıflandırma

Kablo yalıtkanları, iletkeni mekanik ve hafif kimyasal etkilerden koruyan, bir işlevi de gerilime dayanma olan yalıtıcı malzemelerdir. Yalıtkan malzemeler, fiziksel özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.



Şekil 1.1. Kablo yalıtkanlarının sınıflandırılması

A. Elastomerler: Elastomerler, genellikle bükülgen kablolarda kullanılmaktadır. Bunlar, özellikli bileşiklerin, örneğin, aşınmaya, yağa, hava koşullarına, ısıya ve aleve dayanıklı bileşiklerin yapımında kullanılır ve bileşiklere daha iyi elektrik ve mekanik dayanıklılık sağlarlar.

Termoplastik elastomerler (TPE), genelde çevre etkilerine uygun düşen üstünlükleri nedeniyle kılıf malzemesi olarak tercih edilmektedir.

Yarı iletken kauçuk bileşikleri, genellikle maden ocağı kablolarında kontrol ve uyarı amacıyla iç yarı iletken katmanlarda kullanılır. Sitren butadien kauçuk (SBR), izin verilen işletme sıcaklığı 60 °C olan alçak gerilim sabit tesisat kabloları ile bükülgen kablolar için kullanılan yalıtandır.

Butil kauçuk (IIR), su emmesi ve gaz permeabilitesi çok düşük olmasına rağmen çok fazla tercih edilmeyen bir yalıtandır. Etilen-propilen kauçuk (EPR), iyi dielektrik

özellikleri nedeniyle 100 kV' a kadar yalıtımlar ve 80°C ile 90°C arasındaki işletme sıcaklıklarında tercih edilmektedir.

Silikon kauçuk (SİR), çok iyi yalıtkanlık özelliği ve -50°C ile +180°C arasındaki sıcaklıklarda pratik olarak değişmeyen bükülgenlik gösterdiğinden, izin verilen işletme sıcaklığı 180°C olan, alçak gerilim sabit tesisat kablolarında ve bükülgen kablolarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Etilen vinil asetat (EVA) bileşikleri, ozona, oksijene, hava koşullarına karşı dayanım ve renk kararlılığı gösterir. EVA bileşikleri, ısıya dayanıklı dış kılıfsız kablolarda, bükülgen kablolarda ve ısıtıcı kordonlarında ancak alçak gerilimde kullanılmaktadır.

B. Termoplastikler (Plastomerler): Termoplastikler, elastomerlerin ve termoset polimerlerin aksine belirli sıcaklık aralığında tekrarlanabilir olarak soğumayla sertleşen, ısınmayla yumuşayan, yumuşadığında kalıplama ve püskürtme ile biçimlendirilen plastik özelliğe sahiptir. Standard bir termoplastik olan PVC, sabit tesisat kabloları ve bükülgen kablolarda kullanılmaktadır. Bundan başka çok iyi dielektrik özelliğe sahip polietilen (PE) veya çapraz bağlı polietilen (XLPE) kablolarda kullanılmaktadır. Polietilen ve çapraz bağlı polietilen; ancak gerilimi 3,5/6 kV'dan büyük olan kablolarda kullanıldığında, iyonizasyon boşalmalarından çabuk etkilendiğinden, yalıtkan kılıf altında ve üstünde yarı iletken katman bulunması zorunludur.

C. Termoset polimerler (Duromerler): Termoplastiklerden ve elastomerlerden çok daha iyi eskime dayanımına ve boyutsal kararlılığa sahip yalıtandır. Termoset polimerlerin yalıtkan malzeme olarak kullanımı, epoksi ve poliüretan reçinelerin kablo başlıklarında ve ekliklerinde dolgu olarak kullanılması zorunlu olduğu için, yaygın değildir [3].

#### **1.4. Kabloların Gösterilişi**

Kablo simgelerinin ilk sembolü kablonun standartlarla ilişkisini belirtir. Bu tanımlama Tablo 1.1' de verilmiştir.

Tablo 1.1. Kablonun standartlarla ilişkisi

Sembol	Kablonun standartlarla ilişkisi
H	Harmonize edilmiş standartlara kablonun uygunluğu
A	Harmonize edilmiş standartların ilgili eklerinde verilen kablonun kabul edilmiş tipi

Kablo gösterilişinin ikinci ve üçüncü sembolleri kablonun beyan gerilimini tanımlamaktadır. Beyan gerilimleri Tablo 1.2’ de verilmiştir.

Tablo 1.2. Beyan Gerilimi

Sembol	Değer $U_0/U$
01	$100 / 100 \text{ V} < U_0/U < 300 / 300 \text{ V}$
03	300 / 300 V
05	300 / 500 V
07	450 / 750 V

Kablo gösterilişinin dördüncü sembolü kablo yalıtım malzemesinin malzeme özelliğini verir. Kablo yalıtım malzemesinin sembolünün hemen ardından kılıf malzemesinin sembolü de yazılmalıdır. Bu tanımlamalar Tablo 1.3’ de verilmiştir. Eğer kablonun metalik örtüsü varsa Tablo 1.4’ deki semboller kullanılmalıdır.

Tablo 1.3. Yalıtkan ve Metalik Olmayan Kılıf Malzemeleri

Sembol	Malzeme
B	Sürekli çalışma sıcaklığı 90°C için etilen - propilen kauçuk
G	Etilen - vinil - asetat
J	Cam elyaf örgü
M	Mineral
N	Polikloropren (veya eşdeğer malzeme)
N2	Kaynak kablolarının örtüsü için özel polikloropren bileşiği
N4	Klorosulfanatlı polietilen veya kloronatlı polietilen
N8	Suya dayanıklı özel polikloropren bileşik
Q	Poliüretan
Q4	Poliamid
R	Sürekli çalışma sıcaklığı 60°C için normal etilen propilen kauçuk, veya eşdeğer sentetik elastomer
S	Silikon kauçuk
T	Bir araya getirilmiş damarlarda emprenye edilmiş veya edilmemiş tekstil örgü
T6	Çok damarlı kabloların her bir damarında emprenye edilmiş veya edilmemiş tekstil örgü
V	Normal PVC
V2	90°C'lik sürekli çalışma sıcaklığı için PVC bileşiği
V3	Düşük sıcaklıkta tesis edilen kablolar için PVC bileşiği
V4	Çapraz bağlı PVC
V5	Yağa dayanıklı özel PVC bileşiği
Z	Yandıığında düşük duman emisyonuna sahip olan kablolarla kullanılmak için uygun olan ve düşük seviyeli korozyif gaz emisyonuna sahip poliolefin esaslı çapraz bağlı bileşik.
Z1	Yandıığında düşük duman emisyonuna sahip olan kablolarla kullanılmak için uygun olan ve düşük seviyeli korozyif gaz emisyonuna sahip poliolefin esaslı termoplastik bileşik

Tablo 1.4. Metalik Örtüler

Sembol	Eşmerkezli iletkenler ve ekranlar
C	Eş merkezli bakır iletken
C4	Bir araya getirilen damarlar üzerinde örgü olarak bakır ekran

Tablo 1.5. Bir Kablonun Özel Yapısal Bileşenleri

Sembol	Yapısal Bileşenler
D3	Yuvarlak bir kablonun merkezine yerleştirilen veya yassı kablonun içinde dağıtılmış bir veya daha fazla bileşenden meydana gelen gergi taşıyıcı eleman
D5	Merkezi damar (sadece asansör kabloları için gergi taşıyıcısı olmayan)

Eğer kabloda gergi taşıyıcı eleman, merkezi damar varsa Tablo 1.5' deki semboller kullanılır. Bu semboller, Tablo 1.3 ve 1.4' den seçilen sembolleri takip etmelidir.

Tablo 1.6'da verilen sembollerin kullanılması gerekli olduğunda, Tablo 1.2 ve Tablo 1.3'den seçilen sembolleri takip etmelidir.

Tablo 1.6. Kablonun Özel Yapılışı

Sembol	Özel Yapılış
Sembol yok	Dairesel yapıışlı kablo
H	Ayrılabilir yassı yapıışlı kablo ve damarlar, kılıflı veya kılıfsız
H2	Ayrılamayan yassı yapıışlı kablo ve kordonlar
H6	Üç veya daha fazla damarı olan yassı kablo
H7	Ekstrüzyonla uygulanmış çift tabakalı yalıtıma sahip kablo
H8	Uzatılabilir uç

İletken malzemeyi tanımlayan semboller Tablo 1.7' de verilmiştir. İletken malzeme için sembol kullanmak gerekli olduğunda bu semboller, bir "-" (tire)' den sonra Tablo 1.3' den Tablo 1.6' ya kadar olan tablolardan seçilen sembolleri takip etmelidir.

Tablo 1.7. İletken Malzeme

Sembol	İletken Malzemesi
Sembol yok	Bakır
-A	Alüminyum

İletken biçimini gösteren semboller Tablo 1.8'de verilmiştir. Bu semboller bir "-" (tire)' den sonra (alüminyum iletkenlerin olması durumunda –A sembolü mevcuttur) Tablo 1.3' den Tablo 1.7' ye kadar olan tablolardan seçilen sembolleri takip etmelidir.

Tablo 1.8. İletken Biçimi

Sembol	İletken biçimi
-D	Ark kaynak kablolarında kullanılan bükülgen iletken
-E	Ark kaynak kablolarında kullanılan yüksek derece bükülgen iletken
-F	Bir bükülgen kablo veya kordonun bükülgen iletkeni
-H	Bir bükülgen kablo veya kordonun yüksek dereceli bükülgen iletkeni
-K	Sabit tesisatlar için olan bir kablonun bükülgen iletkeni
-R	Rijit, yuvarlak iletken, örgülü
-U	Rijit, yuvarlak iletken, som

Kablo simgelerinin son kısmı iletkenlerin anma kesiti ve damar sayısını göstermektedir. Bu semboller Tablo 1.9' da tanımlanmıştır [4].

Tablo 1.9. İletkenlerin Anma Kesiti (Kesitleri) ve Damar Sayısı (Sayıları)

Sembol	İletkenlerin Sayısı ve Boyutları
(Sayı)	Damarların sayısı, n
X	Çarpı, yeşil/sarı damarın olmadığı durumda
G	Çarpı, yeşil/sarı damarın olduğu durumda
(sayı)*	mm <sup>2</sup> olarak iletkenin anma kesit alanı, s
Y	Kesit alanının belirtilmediği durumda gelin teli biçimli bir iletken için

Genel Örnekler;

$n \times s$ veya $nGs$	mm <sup>2</sup> olarak s iletken kesit alanlı n adet damar
$n1 \times s1 + n2 \times s2$	mm <sup>2</sup> olarak s1 iletken kesit alanlı n1 adet damar ve mm <sup>2</sup> olarak s2 iletken kesit alanlı n2 adet damar
$n \times s1/s2$	mm <sup>2</sup> olarak s1 iletken kesit alanlı n adet ve mm <sup>2</sup> olarak s2 iletken kesit alanlı eş merkezli
$n1 \times s1 + n2 \times s2/s3$	mm <sup>2</sup> olarak s1 iletken kesit alanlı n1 adet damar + mm <sup>2</sup> olarak s2 iletken kesit alanlı n2 adet damar ve mm <sup>2</sup> olarak s3 kesit alanlı eş merkezli iletken

Özel Örnekler;

4 G 50	Damarlardan birisi yeşil/sarı olmak üzere, damarı 50 mm <sup>2</sup> lik iletken kesit alanına sahip olan 4 damarlı bir kablo
4 x 50	Yeşil/sarı damarı olmayan, bütün damarları 50 mm <sup>2</sup> lik iletken kesit alanına sahip olan 4 damarlı bir kablo
3 x 50 + 1 G 25	Yeşil/sarı damarının iletken kesit alanı 25 mm <sup>2</sup> olan, diğer üç damarının her biri 50 mm <sup>2</sup> lik iletken kesit alanına sahip olan 4 damarlı bir kablo
3 x 70/35	Üç damarının her biri 70 mm <sup>2</sup> lik iletken kesit alanına sahip ve eş merkezli iletkeni 35 mm <sup>2</sup> lik kesit alanı olan bir kablo
2 x Y	Gelin teli biçimli iletkenleri olan 2 damarlı bir kordon

Günümüzde kablolar VDE standardlarında geçen sembolleri ile de tanımlanmaktadır. VDE standardlarına göre, sabit tesisat kablolarının ve güç kablolarının simgelerini belirleyen harflerin anlamları Tablo 1.10, 1.11 ve 1.12' de gösterilmiştir [3].



Tablo 1.10. VDE Standardlarına Göre Sabit Tesisat Kablolarının ve Bükülgen Kabloların Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları

Harf Simge	Anlam	Örnek
N	Standardlara uygun (Norm) kablo Kablo simgesinin önüne yazılır.	
Y	Termoplastik (PVC) yalıtkan Lastik yalıtkan için harf simge kullanılmaz	NYA
L,M,S	Hafif (Leicht), orta (Mitte), ağır (Stark) işletme koşullarına dayanıklı kablo Yalıtkanı belirten harf simge, N harfinden ve işletme koşulunu belirten L,M,S harflerinden birinden sonra yazılır.	NLYZ
LH MH SH SSH	Hafif, orta, ağır ve çok ağır işletme koşullarına dayanıklı, damarları dış kılıfın içinde oynayabilen (dış kılıfı hortum biçiminde), el aygıtlarında kullanılan kablo	NLH, NYLHYrd, NMH, NYMHY, NSH, NSSH
A	Damar NYA:Yalıtık iletken	NYA, NSA
M	Manto Kılıf NYM:Dış kılıflı kablo	NYM
S	Özel dış kılıf S harfi yalıtkanı belirten harfin önüne yazılır.	NSYA, NSYAF
S	İplik Örgü	NSA
IF	Sıva altına döşenen ara şeritli kablo	NYIF
L	Işık borusu kablosu	NYL, NYLRZY
F	Lamba duyu kablosu	NYFA, NYFAZ
F	Asansör kablosu	NFLG
R	Boru kılıf	NYRUZY NYRUAY
A	Alüminyum kılıf	NYRUAY
U:	Ortak alüminyum kılıf	
B	Kurşun kılıf	NYBUY
U:	Ortak kurşun kılıf	
Z	Çinko kılıf	NYLRZY, NYRUZY
U:	Ortak çinko kılıf	
C	Bakır siper	NYLC
T	Taşıyıcı ip,tel v.b.	YSLT
SL	Kumanda kablosu	NYSLYCY
SL	Kaynak kablosu	NSLFÖU
Si	Yüksek Isıya dayanıklı kablo	SiA, SiAF
Z,D	İki damarlı, Üç damarlı yassı kablo	NYZ, NYD
Rd	Yuvarlak kablo	NYLHYrd
FL,fl	Yassı kablo	NYFLY, NYLHYfl

Tablo 1.10. (Devam) VDE Standardlarına Göre Sabit Tesisat Kablolarının ve Bükülgen Kabloların Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları

F	İnce çok telli kablo	NYAF,
FF	Çok ince çok telli kablo	NSYAF, SiAF NSLFFÖÜ
Ö	Yağa dayanıklı	NSHÖÜ
U	Aleve dayanıklı=Tutuşmaz	NSHU
W	Dış hava koşullarına dayanıklı	NSYAW
-J	Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı var.	NYM-J
-O	Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı yok.	NYM-O

Tablo 1.11. VDE Standardlarına Göre Güç Kablolarının Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları

Harf Simge	Anlam	Örnek
N	Standardlara uygun (Norm) kablo Kablo simgesinin önüne yazılır.	
A	Alüminyum İletken	NAYY
-	Bakır iletken için harf simge kullanılmaz.	NYY
Y	Termoplastik (PVC) yalıtkan	NYY
2Y	Polietilen (PE) yalıtkan	N2YHSY
2X	Çapraz bağlı polietilen (XLPE)yalıtkan	N2XSY
C	Sarmal Bakır Sargı (Konsantrik İletken)	NYCY
CE	Ortak sarmal bakır sargı	NYCEY
CW	Bireysel sarmal bakır sargı	NYCWY
	Dalgalı biçimde boyuna bakır sargı	
	Bakır Siper	
S	Bir damarlı ve ortak siperli çok damarlı kablolar	NYSY
SE	Çok damarlı kablolarda bireysel siper	NYSEY
R	Zırh	
F	Yuvarlak çelik tel zırh	NKRA
G*	Yassı çelik tel zırh	NYFY
	Çelik tutucu sargı (R ve F için)	NYFGY
	0,6/1 kV, sarmal bakır sargı bulunmayan kablolarda	
-J	Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı var.	NYJ
-O	Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı yok.	NYO
*Eski simge Gb'dir. Örneğin, NYFGbY		

Tablo 1.12. VDE Standardlarına Göre Kağıt Yalıtkanlı Ve Metal Kılıflı Güç Kablolarının Simgelerini Belirleyen Harflerin Anlamları

Harf Simge	Anlam	Örnek
N	Standardlara uygun (Norm) kablo Kablo simgesinin önüne yazılır.	
A	Alüminyum İletken	NAKBA
-	Bakır iletken için harf simge kullanılmaz.	NKBA
Y	Termoplastik (PVC) yalıtkan	NKBY
E	İç-katlı kılıf(Plastik)	NKLEY
H	Ortak metal kılıflı çok damarlı kablolarda (H-Kablo) bireysel metalize siper	NHKFA
K	Kurşun Kılıf Bir damarlı ve ortak kılıflı çok damarlı kablolar	NYKY
EK	Üç damarlı kablolarda korozyona karşı korunmuş bireysel kurşun kılıf	NEKBA
KL	Alüminyum kılıf	NKLEY
B	Zırh	
R	Çelik şerit zırh	NKBA
F	Yuvarlak çelik tel zırh	NKRA
G	Yassı çelik tel zırh	NYFA
	Çelik tutucu sargı (R ve F için)	
A	Lifli maddeden koruyucu kılıf	NKBA
-J	0,6/1 kV kablolarda Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı var.	NKBA-J
-O	Yeşil-sarı iki renkli koruma damarı yok.	NKBA-O

### 1.5. Güç Kabloları

Güç kabloları, maden ocakları gibi mekanik ve kimyasal etkilerin fazla olduğu, ağır işletme koşullarına dayanıklı, yeraltına, beton kanala ve duvara sabit olarak döşenen kablolardır. Bu kablolara yeraltı kablosu da denilmektedir.

Bu kablolar; bina içinde, açıkta, yeraltında ve sualtında kullanılabilir. Plastik, kauçuk, kağıt yada gazın yalıtım malzemesi olarak kullanıldığı birçok kabloda iletken malzemesi olarak bakır ve alüminyum kullanılır. Bakır, pahalı ve ağır olduğundan özellikle havai hatlarda yerini daha ucuz ve hafif olan alüminyum iletkene bırakmıştır. Alüminyum iletkenlerin dezavantajı alüminyum oksit oluşumu, düşük iletkenliği, soğuk akış karakteristiği ve galvanik etkinin yarattığı düşük performanstır [5].

Ülkemizde üretilen güç kabloları aşağıdaki gibidir;

- Anma gerilimine göre AG kabloları (gerilimleri 0,6/1 kV olan kablolar) ve OG kabloları
- İletken malzemesine göre, bakır ve alüminyum kablolar
- Yalıtkan malzemesine göre, termoplastik yalıtkanlı (PVC) kablolar ve çapraz bağlı polietilen (XLPE) kablolar
- Damar iletkeninin kesit biçimine göre, daire kesitli kablolar, daire dilimi biçimli (sektör) kablolar
- Damar iletkeninin tel sayısına göre, tek telli ve çok telli kablolar
- Damar sayısına göre, tek damarlı ve çok damarlı kablolar

Güç kabloları aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

A. Beyan gerilimleri 0,6/1 kV olan AG güç kabloları: Bu kablolar aşağıdaki belli başlı özellikleri taşır.

- Damar iletkeni daire veya daire dilimi biçimli olabilir. Faz iletkeninin en küçük kesiti; daire kesitliler için 1,5 mm<sup>2</sup>, daire dilimi biçimli kesitliler için 25 mm<sup>2</sup> olur.
- Damar sayısı dört ve dörtten daha çok olabilir. Bu damarlarla birlikte kesiti 1,5 mm<sup>2</sup> olan kumanda damarı da bulunabilir.
- Kablonun hasara uğrama olasılığı olduğunda, yassı veya yuvarlak tipteki çelik zırhla kullanılır.
- Dış kılıf rengi siyahtır. Çünkü siyah daha yüksek bir koruma derecesi verir.
- Bu kablolar, aydınlatma ve kumanda tablosu içindeki veya üstündeki sabit korunmuş tesisatta, cihazların iç kısmında ve aydınlatma tesisatlarında (işaretleşme veya kontrol devrelerinde) yüzeyde monte edilerek yada boru içine yerleştirilerek kullanılır.

B. Beyan gerilimleri 3,5/6 kV olan güç kabloları: Bu kablolar aşağıdaki belli başlı özellikleri taşır.

- Damar iletkeni daire veya daire dilimi biçimli olabilir. Faz iletkeninin en küçük kesiti; daire kesitliler için 25 mm<sup>2</sup>, daire dilimi biçimli kesitliler için 35 mm<sup>2</sup> olur.
- Termoset yalıtkanlı bir veya daha çok damarlı olanlar da, iletkenin veya yalıtkan kılıfın üzerinde birer yarı iletken siper bulunur.
- Kabloda bakır siper bulunur. Ortak siperli kablolarda bakır siper yerine, galvaniz çelik telden yapılmış zırh bulunabilir.
- Dış kılıf rengi kırmızıdır.
- Bu kablolar, iç ve dış döşemelerde, kablo raflarında, beton kanallarda, yeraltında, kablonun döşenmesi ve işletilmesi sırasında ağır mekanik zorlamalarla karşılaşılacak yerlerde, transformatör ve bağlama merkezlerinde, endüstride kullanılır.

C. Beyan gerilimleri 5,8/10 kV olan güç kabloları: Bu kablolar aşağıdaki belli başlı özellikleri taşır.

- Damar iletkeni daire kesitlidir. Daire dilimi biçimli yapılmaz. En küçük kesiti, 25 mm<sup>2</sup> dir.
- İletkenin ve yalıtkan kılıfın üzerinde birer yarı iletken siper bulunur.
- Kabloda bakır siper bulunur. Ortak siperli kablolarda bakır siper yerine, galvaniz çelik telden yapılmış zırh bulunabilir.
- Kablonun hasara uğrama olasılığı varsa çelik zırh bulunur.
- Dış kılıf rengi kırmızıdır.
- Bu kablolar, iç ve dış döşemelerde, büküm yarıçapı küçük olduğundan özellikle transformatör ve bağlama merkezlerinde, kablo raflarında, beton kanallarda, yeraltında, kablonun döşenmesi ve işletilmesi sırasında ağır mekanik zorlamalarla karşılaşılacak yerlerde kullanılır.

D. Beyan gerilimleri 8.7/15 kV olan güç kabloları: Bu kablolar aşağıdaki belli başlı özellikleri taşır.

- Damar iletkeni daire kesitlidir. Daire dilimi biçimli yapılmaz. En küçük kesiti, 25 mm<sup>2</sup>' dir.
- İletkenin ve yalıtkan kılıfın üzerinde birer yarı iletken siper bulunur.
- Kabloda bakır siper bulunur. Bakır siper, yalıtkan kılıfı saran yarı iletken siper üzerindeki yarı iletken katman üzerindedir. Çok damarlı kablolarda bakır siper üzerinde ayrıca zırh varsa, ikisinin arasında iç kılıf bulunur.
- Kablonun hasara uğrama olasılığı varsa, genellikle dış kılıfın altında çelik zırh bulunur.
- Dış kılıf rengi kırmızıdır.
- Bu kablolar, iç ve dış döşemelerde, büküm yarıçapı küçük olduğundan özellikle transformatör ve bağlama merkezlerinde, kablo raflarında, beton kanallarda, yeraltında, kablonun döşenmesi ve işletilmesi sırasında ağır mekanik zorlamalarla karşılaşılacak yerlerde kullanılır.

E. Beyan gerilimleri 20.3/35 kV olan güç kabloları: Bu kablolar aşağıdaki belli başlı özellikleri taşır.

- Damar iletkeni daire kesitlidir. Daire dilimi biçimli yapılmaz. En küçük kesiti, 25 mm<sup>2</sup>' dir.
- İletkenin ve yalıtkan kılıfın üzerinde birer yarı iletken siper bulunur.
- Kabloda bakır siper bulunur. Bakır siper, yalıtkan kılıfı saran yarı iletken siper üzerindeki yarı iletken katman üzerindedir. Çok damarlı kablolarda bakır siper üzerinde ayrıca zırh varsa, ikisinin arasında iç kılıf bulunur.
- Kablonun hasara uğrama olasılığı varsa, genellikle dış kılıfın altında çelik zırh bulunur. Zırh varsa, zırhın altında iç kılıf yerine veya iç kılıfla birlikte zırha yastıklık yapan ayraç kılıf bulunur. İç kılıfın üzerine ayraç kılıf özelliklerini taşıyan malzemelerden kılıf sarılarak güçlendirilmesiyle de ayraç kılıf oluşturulabilir. İç kılıfın, çekilmiş kılıf ise ve ayraç kılıf özelliklerini taşıyorsa ayrıca sargı kılıfla güçlendirilmesi gerekmez.
- Dış kılıf rengi kırmızıdır.

- Bu kablolar, iç ve dış döşemelerde, büküm yarıçapı küçük olduğundan özellikle transformatör ve bağlama merkezlerinde, kablo raflarında, beton kanallarda, yeraltında, kablonun döşenmesi ve işletilmesi sırasında ağır mekanik zorlamalarla karşılaşılan yerlerde kullanılır.

## 1.6. AG Güç Kablolarının Kullanım Yerleri

Bir kablonun güvenliği, kablo amaçlandığı şekilde kullanılırken mala veya cana gelebilecek beklenmedik bir tehlikenin olmaması demektir. Kabloların amaçlanan kullanımı, “Ek-A” bölümünde Tablo A.1, Tablo A.2, Tablo A.3 ve Tablo A.4 'de verilmiştir. Bütün iletkenler ve kablolar, cihazlarda, tesisatlarda veya kullanıldıkları bölümlerde önceden tahmin edilen bütün şartlarda oluşması muhtemel gerilim ve akımlar için uygun olacak şekilde seçilmelidir. Kablolar mümkün olduğunca, oluşabilecek herhangi bir tehlikeyi önleyecek şekilde yapılmalı, tesis edilmeli, korunmalı ve kullanılmalıdır.

Kabloların güvenli bir şekilde çalışması için beklenen normal ortamlardaki sınır şartları, “Ek-A” bölümünde Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8'de verilmiştir.

Kablolar, çalışma şartları ve cihaz sınıfına uygun olacak şekilde seçilmelidir. Çalışma şartları aşağıda verilmiştir:

- Gerilim
- Aşırı akım
- Koruma tedbirleri
- Kabloların gruplanması
- Tesisat metodu
- Erişilebilirlik

Kablolar, oluşabilecek herhangi bir dış etkiye dayanabilecek şekilde seçilmelidir. Dış etkiler;

- Ortam sıcaklığı,
- Yağmur, buhar veya su birikintisinin olması,
- Korozyon, kimyasal veya kirletici maddelerin olması,
- Mekanik zorlamalar (metal içinde keskin kenarlar veya kaba delikler gibi),
- Fauna (kemirgen hayvanlar gibi),
- Flora (küf gibi),
- Radyasyon (Güneş ışığı gibi).

Siyah, daha yüksek bir koruma derecesi verir. Bu bakımdan kablonun renginin önemli olduğuna dikkat edilmelidir.

### 1.6.1. Sabit tesis kabloları

Sabit tesisattaki kablolar normalde katı veya örgülü iletkenlere sahiptir. Bunlar, sırasıyla Sınıf 1 ve Sınıf 2 olarak tanımlanır ve gösterilişinin son eki "-U" ve "-R" olur. Özel ortamlarda, kolay tesisat için iletken, Sınıf 5 olabilir. Bu durumda gösteriliş son eki "-K" olur.

Kablolar, sıcak yüzeylerde kullanılmak üzere amaçlanmamışsa, bu tür yüzeylere yakın veya temas edecek şekilde tesis edilmemelidir.

Kablolar, direkt olarak toprağa gömülmemelidir. Tesis edilirken yeterli şekilde desteklenmelidir. Tavsiye edilen en büyük destek boşluğu Tablo 1.13 'de verilmiştir. Gerçek boşluğa karar verirken mekanik gerilmenin sınır değeri aşılmayacak şekilde, destekler arasındaki kablo ağırlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Kablo, desteği için kullanılan herhangi bir mekanik engel ile hasara uğramamalıdır.

Tablo 1.13. Erişilebilir Konumlardaki Kablolar İçin Destek Aralıkları

Kablonun Dış Çapı (D) mm	Tutturucuların Maksimum Aralığı	
	Yatay mm	Düşey mm
D<9	250	400
9<D	300	400
15<D<20	350	450
20 < D < 40	400	550



### 1.6.2. Bükülgen kablolar veya kordonlar için kurallar

Bükülgen kabloların ve kordonların iletkenleri, normalde çok sayıda küçük tellerin birlikte demet haline getirilmesi veya bükülmesinden meydana gelir. Bunlar sırasıyla Sınıf 5 ve Sınıf 6 olarak tanımlanır ve sırasıyla "-F" veya "-H" ile gösterilir (Ark kaynak kabloları, özel yapıda bükülgen ve ekstra bükülgen iletkenlere sahiptir ve sırasıyla "-D" ve "-E" ile gösterilir).

Bükülgen kablolar veya kordonlar, taşınabilen bütün cihazlardaki bağlantılar için kullanılmalıdır. Bu tür kablolar, kısa devre koruma cihazının doğru olarak çalışmasını önleyecek kadar uzun olmamalıdır. Mekanik hasar riskini azaltmak için mümkün olduğunca minimum uzunlukta olmalıdır.

Bükülgen kablolar veya kordonlar, sabit teçhizata son bağlantı olarak kullanılması hariç, mekanik korumayı oluşturan bir mahfaza içinde bulunmadıkça sabit tesisatta kullanılmamalıdır. Sabit tesisatta kullanılmaları durumunda en az "olağan hizmet" tipinde olmalıdır.

Bükülgen kablolar veya kordonlar aşırı gerilmeye, ezilmeye, aşınmaya, burulmaya ve özellikle cihazın girişinde ve sabit tesisat bağlantı noktasında, dolaşmaya maruz kalmamalıdır. Bükülgen kablolar veya kordonlar, halıların veya diğer zemin örtülerinin altına yerleştirilmemelidir. Burada:

- a) Aşırı sıcaklık artışına yol açan ısı yalıtım etkilerinin riski,
- b) Mobilya veya cihazlara dayalı olmasından veya bunların üzerinden geçen hareketlilikten dolayı hasar oluşma ihtimali vardır.

Bükülgen kablolar veya kordonlar, sıcak yüzeylerin bulunduğu ortamlar için amaçlanmadıkça bu yüzeylere yakın olmaları veya temas etmeleri önlenmelidir. PVC bükülgen kablolar veya kordonlar, bina dışında kalıcı kullanım için uygun değildir.

## 1.7. Kabloların Sınır Şartları

Kabloların sınır şartları olarak verilen bütün faktörlerin etkisi, ayrı ayrı değil bir bütün olarak düşünülmelidir.

### 1.7.1. Gerilim

Bir kablonun beyan gerilimi, elektriksel deneyleri belirlemede kullanılan ve kablonun tasarımı olduğu referans gerilimdir. Beyan gerilimi, volt cinsinden  $U_0/U$  şeklinde iki değer kombinasyonu olarak ifade edilir.  $U_0$ , "toprak" ile (kablonun metal örtüsü veya çevreleyen ortam) yalıtılmış herhangi bir iletken arasındaki etkin değerdir.  $U$ , tek damarlı kablolardan oluşan bir sistemin veya çok damarlı bir kablonun herhangi iki faz iletkeni arasındaki etkin değerdir.

Bir alternatif akım sisteminde bir kablonun beyan gerilimi, en az sistem için amaçlanan anma gerilimine eşit olmalıdır. Bu şart,  $U_0$  ve  $U$  değerinin her ikisine uygulanır. Bir doğru akım sisteminde sistemin anma gerilimi, kablonun beyan geriliminin 1.5 katından daha yüksek olmamalıdır. Bir sistemin çalışma gerilimi, bu sistemin anma gerilimini sürekli olarak %10 aşabilir.

### 1.7.2. Akım taşıma kapasitesi

Her bir iletkenin kesit alanı ve iletkenin akım taşıma kapasitesi, normal olarak iletken boyunca geçen maksimum kararlı akımdan daha az olmayacak şekilde olmalıdır. Akım taşıma kapasitesinin ilgili olduğu sınır sıcaklık, kablo yalıtımında veya kılıfında aşılmamalıdır. PVC ve kauçuk yalıtımlı kordonlar için akım taşıma kapasiteleri, sırasıyla Tablo 1.14 ve Tablo 1.15' de verilmiştir. Frekansı 50 Hz olan alternatif akımla kabloların sürekli olarak yüklendiği (%100 yük faktörü) durumlardaki özel belirli şartlarda, Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8 'nin sütun 8'inde verilen sıcaklık sınır değerleri aşılmamalıdır.

Tablo 1.14. PVC Yalıtımlı Kordonlar İçin Akım Değerleri

İletken Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	Akım Değeri (A)	
	PVC Yalıtımlı Tipler	
	Tek Faz	Üç Faz
0,5	3	3
0,75	6	6
1	10	10
1,5	16	16
2,5	25	20
4	32	25

Tablo 1.15. Kauçuk Yalıtımlı Kordonlar İçin Akım Değerleri

İletken Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	Akım Değeri (A)	
	Kauçuk Yalıtımlı Tipler	
	Tek Faz	Uç Faz
0,5	3	3
0,75	6	6
1	10	10
1,5	16	16
2,5	25	20
4	32	25
6	40	-
10	63	-

Çoğunlukla Tablo 1.14 ve Tablo 1.15' deki değerler kullanılır. Sadece aşağıdaki özel durumlarda akım değerleri değişebilir.

- Yüksek ortam sıcaklığında, örnek olarak 30°C' nin üzerinde
- Büyük uzunlukların kullanıldığı durumlarda
- Ventilasyonun sınırlandırıldığı durumlarda
- Kordonların diğer amaçlar için kullanıldığı durumlarda. Örnek olarak teçhizatın iç bağlantısında.

Bir kablunun akım kapasitesinin belirlenmesinde kablunun tesisat metodu göz önünde bulundurulmalıdır. Akım taşıma kapasiteleri için düzeltme faktörleri, aşağıda verilen özel şartlar için mümkün olabilir:

- Ortam sıcaklığı
- Damar sayısı
- Kablo gruplaması
- Aşırı akım koruma tipi
- Isıl yalıtım mevcudiyeti
- Makara/Tambur şeklindeki kablolar
- Besleme frekansı (50 Hz'den farklıysa)
- Harmoniklerin etkisi

Ayrıca yer altına döşenen kablolar da akım taşıma kapasitesi, aşağıdaki düzeltme faktörleri ile hesaplanır.

- Toprak sıcaklığı
- Toprak ısı direnci
- Döşenme derinliği
- Döşenme şekli
- Kablo gruplaması
- Damar sayısı

Kablolar, “Ek-A” bölümündeki Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8' de verilenlerin üzerindeki sıcaklıklarda çalıştırılırsa, kablolarda kalıcı bozukluğa yol açan önemli hasarlar olabilir veya kabloların özellikleri önemli bir şekilde bozulabilir.

Herhangi bir iletkenin kesit alanının seçimi, tek başına akım taşıma kapasitesine dayandırılmamalı, ısı etkileri, aşırı yük ve kısa devre akımı, gerilim düşümü, mekanik dayanıma karşı koruma için aşağıdaki özelliklerin etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır.

- Çıplak iletkenler, baralar veya cihaz bağlantı uçları için sıcaklık sınırlandırmaları,
- Kısa devre sıcaklık sınırı,
- Örnek olarak üç fazlı bir devrede önemli derecede harmonik akımın mevcudiyetinden kaynaklanan nötr iletkenin taşıdığı akım,

- Elektromagnetik etkiler,
- Isı yayılımının etkileri,
- Devre koruyucu iletken boyutunun belirlenmesindeki şartlar,
- Güneş veya kızıl ötesi radyasyon.

### 1.7.3. Isıl etkiler

Muhtelif kablo tiplerinin sıcaklık sınırlandırmaları, “Ek-A” bölümünde Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8’ de verilmiştir. Verilen değerler, iletkenlerdeki akımın ısıl etkisiyle ve/veya ortam şartlarının değişmesi ile aşılmamalıdır.

Serbest havadaki kablolar doğal hava dönüşümünü engellemeyecek şekilde tesis edilmelidir. Binalarda kablolar örtüldüğünde veya gömüldüğünde veya ısı yayılımı akım taşıma kapasitesinin azalmasına sebep olan bir düzenle engellendiğinde ısıl yalıtıma dikkat edilmelidir.

Cihazlarda, armatürlerde ve bunların bağlantı uçlarında kullanılacak kablo tiplerini seçerken, cihazların çalışması sırasında meydana gelen sıcaklık artışları göz önüne alınmalıdır. Kısa periyotlarda olsa bile PVC yalıtımlı kabloların “Ek-A” bölümünde verilen Tablo A.5 ve Tablo A.7’ nin 8. sütununda verilenlerden daha büyük sıcaklıklara maruz kalması, yalıtımın yumuşamasına neden olabilir. Bu etki, özellikle mekanik gerilme etkisinin olduğu durumda göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo A.17, Tablo A.18, Tablo A.19 ve Tablo A.20’ nin 11. sütununda verilen minimum sıcaklık sınırları, minimum ortam sıcaklıklarıdır. Kablolar için kullanılan bütün yalıtım ve kılıf malzemelerinin sıcaklığı, bu malzemelerin kırılabilir olduğu normal ortam sıcaklığının altındaki bir noktaya düştüğünde, bu yalıtım ve kılıf malzemeleri gittikçe sertleşir. Kablo yalıtım ve kılıf malzemeleri seçilirken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Kablonun yüzey sıcaklığının 50°C’ yi aşma ihtimalinin olduğu ve Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8’ in 10. sütununda verilen sıcaklık sınırındaki kablo, kişilerle veya hayvanlarla temas etmeyecek şekilde yerleştirilmeli veya muhafaza

edilmelidir. Bunun üzerindeki kablo yüzey sıcaklıkları, açıktaki cilt ile temas etmesi durumunda, istenmeyen reaksiyonlara sebep olabilir. Kabloların seçiminde ve kullanımında, bu ihtimaller göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrıca kablolar, amaçlanan ısı yayılımı engellenmeyecek ve bitişik malzemelerde bir yangın oluşturmayacak şekilde seçilmeli, yerleştirilmeli ve tesis edilmelidir. Başka bir yerde yangının başlaması durumunda kablolar uzunlukları boyunca ateşi yayarak bir yangın kaynağı olarak görev yapabilir. Bu tür ortamlarda yanan kabloların yalıtım ve kılıf malzemeleri, duman, zehir ve korozif buhar riskini doğurabilir. Kablolar seçilirken ve tesis edilirken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu faktörlerin bir tehlike yaratma ihtimalinin olduğu ve özellikle kamu binaları, ofisler, oteller, hastaneler v.b. binaların tahliyesinde güvenliği sağlamanın gerekli olduğu durumlarda, belirlenmiş duman emisyonu ve korozif gazları düşük olan kablolar tesis edilmelidir. Yangın esnasında kablolardan çıkan duman ve gazların, binaların boşaltılmasını engellemeyeceği şekilde kablolar tesis edilmeli ve ayrılmalıdır.

#### **1.7.4. Mekanik dayanım**

Kabloların hasar verecek mekanik riskler belirlenirken, kabloların normal tesis işlemi sırasında maruz kalabilecekleri mekanik gerilmeler göz önünde bulundurulmalıdır.

Çekme kuvveti; Bir kabloya uygulanan toplam çekme kuvveti maksimum 100 N olmalıdır. Tesis işlemi esnasında çekme kuvveti, bükülgen olmayan kablolar için 50 N/mm<sup>2</sup> dir. Statik çekme gerilmesi altındaki bükülgen kablolar, sabit devrelerde işletmedeki bükülgen ve bükülgen olmayan kablolar için bu kuvvet 15 N/mm<sup>2</sup> dir. Bu değerleri aşan bir gerilmenin bulunduğu ortamlarda ayrı bir gergi taşıyıcı elemanı veya düzeni kullanılmalıdır. Bu tür elemanın veya düzenin kabloya bağlantısı kablonun hasar görmeyeceği şekilde olmalıdır.

Hareket etmelerinin veya düzenlerinin bozulma ihtimalinin olmadığı, erişilemez olan ve ara bir destek olmaksızın düşey olarak tesis edilen kablolar, izin verilen bükümün iç yarı çapı Tablo 1.16, Tablo 1.17, Tablo 1.18' e uygun olacak şekilde kablo

güzergahının üst kısmında desteklenmelidir. Bu tür güzergahların desteklenmemiş düşey uzunluğu 5 m' yi aşmamalıdır. Tablo 1.13' de erişilebilir konumlardaki kablolar için destek aralıkları verilmiştir.

Tablo 1.16. Sabit Tesisat Kabloları İçin  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı

(D, yuvarlak kabloların dış çapı veya yassı kablonun küçük boyutudur)

	Kablo Çapı, D, (mm)			
	D<8	8<D<12	12 < D<20	D>20
Normal Kullanma	4D	5D	6D	6D
Bağlantı Uçlarında Bükülmüş	2D	3D	4D	4D

Tablo 1.17. PVC Yalıtımlı Bükülgen Kablolar İçin  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı

(D, yuvarlak kabloların dış çapı veya yassı kablonun küçük boyutudur)

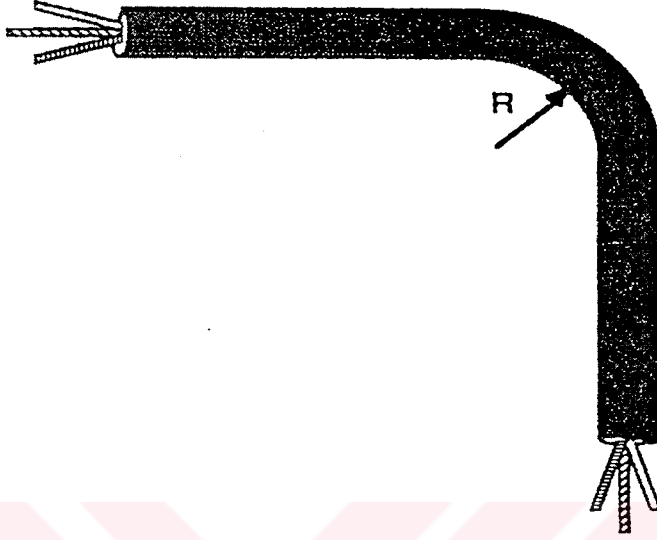
	Kablo Çapı, D, (mm)			
	D<8	8<D<12	12 < D <20	D>20
Sabit Tesis	3D	3D	4D	4D
Serbest Hareket	5D	5D	6D	6D
Taşınabilen Cihazlara ve Mobil Tesisinin Giriş Düzenleri	5D	5D	6D	6D
Mekanik Yük Altında	9D	9D	9D	10D
Gezer Köprülü Vinçteki Gibi Saçaklı	10D	10D	11 D	12 D
Tekrarlanan Sarma	7D	7D	8D	8D
Makaralarla Yön Değiştirme	10D	10D	10D	10 D

Tablo 1.18. Kauçuk Yalıtımlı Bükülgen Kablolar İçin  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  Kablo Sıcaklığında Müsaade Edilebilen Minimum Bükme İç Yarı Çapı

(D, yuvarlak kabloların dış çapı veya yassı kablonun küçük boyutudur)

	Kablo Çapı, D, (mm)			
	D<8	8< D<12	12<D<20	D>20
Sabit Tesis	3D	3D	4D	4D
Serbest Hareket	4D	4D	5D	6D
Taşınabilen Cihazlara ve Mobil Teçhizatın Giriş Düzenlerinde	4D	4D	5D	6D
Mekanik Yük Altında	6D	6D	6D	8D
Gezer Köprülü Vinçteki Gibi Saçaklı	6D	6D	6D	8D
Tekrarlanan Sarma	6D	6D	6D	8D
Makaralarla Yön Değiştirme	6D	8D	8D	8D

Bükme; Bir kabloda oluşan bükülmenin iç yarıçapı, kabloya hasar verecek bir sonucu ortaya çıkarmayacak şekilde olmalıdır. Bükme iç yarı çapının tanımı Şekil 1.2' de verildiği gibidir.



R = Bükme İç Yarı Çapı

Şekil 1.2 Bükme İç Yarı Çapının Tanımı

Farklı kablo tipleri için bükme iç yarıçapları, Tablo 1.16, Tablo 1.17 ve Tablo 1.18' de verilmiştir. Belirtilen bükme yarıçapları,  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  ortam sıcaklığı içindir.

Bükülgen kablo ve kordonlarda özellikle bağlantı uçlarında ve hareketli cihazların giriş yerlerinde, kablonun Tablo 1.17' de belirtilenden daha küçük bir bükme iç yarı çapı ile bükülmesini engelleyecek bir cihazın (kablo rakoru gibi) kullanımı gerekli olabilir. Herhangi bir iç ve/veya dış tutturma noktasının çok yakınında, kablonun dikkate değer bir şekilde bükülmesini önlemek gereklidir. Kullanılan kordon koruyucusu, içindeki kablo damarlarının hareketini engellememelidir.

Sıkıştırma; Kablo, bir hasar meydana gelecek şekilde sıkıştırılmamalıdır.

Burma; Bükülgen kablolar, boylamasına eksenleri boyunca burulmayacak şekilde tesis edilmelidir.



### 1.7.5. Uyumluluk

Kabloların tesisinde ve seçiminde aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Bitişik mekanik veya elektrik devreleri arasında girişim ihtimali,
- Kabloların verdiği ısı etkisi veya kabloların tesisinde kullanılan örnek olarak, yapım malzemeleri, dekoratif malzemeler, destekler gibi malzemelerle bitişik olan kablo malzemelerin fiziksel ve kimyasal etkisi.
- Kabloların yapımında kullanılan malzemelerin birbirleri ile etkileşimi (Örneğin, tel aksesuarları, cihazlar ve ısı yalıtım için kullanılan bazı malzemelerin PVC kablolarının plastik parçacıkları ile etkileşimi)

### 1.7.6. Elektro-mekanik dayanım

Kablolarda ve kablo desteklerinde, kısa devre akımlarını da kapsayacak şekilde, kabloların işletmede taşımak zorunda kalabilecekleri akımın neden olduğu bozucu elektro-mekanik kuvvetlerin etkisinden kaynaklanan hasar ihtimali dikkate alınmalıdır.

### 1.7.7. Başlangıçta ve periyodik olarak yapılan doğrulamalar

Tüm kablolar üretim sırasında rutin olarak ve üretim sonunda belirli aralıklarla muayene ve deneylere tabi tutulmalıdır. Bununla birlikte kablolar, güzergahları boyunca muayene edilmeli, gerekirse çalışma esnasında periyodik olarak ve tesis işleminden sonra ölçmelerle kontrol edilmelidir.

Sabit tesisat için veya sabit veya taşınabilen cihazlar için olan kablolar, kullanım süresince periyodik olarak muayene edilmeli ve her defasında kablonun iç (aşırı gerilim, aşırı akım) veya dış gerilmelerle hasara uğrayıp uğramadığı gözlenmelidir. Kablonun dış görünüşünde bir hasar varsa bu tamir edilmeli ya da değiştirilmelidir.

Elde kullanılan taşınabilir cihazlardaki kablolar, periyodik olarak muayene edilmelidir. Kabloda, herhangi bir eskime veya hasar belirtisi varsa kablo değiştirilmelidir.

### **1.7.8. Ambalajlama, depolama ve yükleme/taşıma**

Kablolar, normal olarak kullanıcıya, tamburlarda, makaralarda, kangal şeklinde veya kesme uzunluklarında, birbirlerine dolaşmayan ambalajlanmış üniteler şeklinde teslim edilir. Bunlar normal olarak kablonun tipini ve ölçülerini belirtmek için etiketlenmelidir.

Bina dışı kullanım için amaçlanmamış kablolar, kuru yerlerde bina içinde saklanmalıdır. Bazı kablo tipleri, özellikle nemden kaynaklanan hasara karşı hassastır. Bina dışında depolanan bütün kabloların uçları, nemin nüfuz etmesini önleyecek şekilde, sızdırmaz olmalıdır.

Depolama esnasında, “Ek-A” bölümündeki Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8' in 12. sütununda verilen tavsiye edilen sıcaklıklar, göz önünde bulundurulmalıdır. Kablo sıcaklığı Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8' in 11. sütununda verilen tavsiye edilen sıcaklığın altına düşerse, özellikle titreşim, darbe, şok, bükülme ve burulma gibi herhangi bir mekanik gerilmeyi minimize etmek için tedbirler alınmalıdır. Tablo A.5, Tablo A.6, Tablo A.7 ve Tablo A.8' in 12. sütununda verilen maksimum sıcaklık da göz önünde bulundurulmalıdır [6].

### **1.8. Güç Kablolarının Magnetik Alanını Düzenleme Tekniği**

Elektromagnetik alanların insan sağlığına etkileri üzerine giderek büyüyen bir toplum bilinci oluşmaktadır. Birçok araştırmacı, kanser ve lösemi gibi sağlık problemlerinin, düşük frekanslı elektrik ve magnetik alanlara uzun süreli maruz kalma ile ilgili olabileceğini ortaya koymuşlardır. Artık, yüksek magnetik alanların belirlenmesi ve seviyelerinin kontrol edilmesi, güç sistemi mühendislerinin bir görevi olmuştur. Yeraltı kabloları, magnetik alanın ana kaynaklarından biri olarak belirlenmiştir. Bu kablolarla ilgili tipik magnetik alan değerleri birkaç mG'den birkaçyüz mG'ye kadar değişmektedir. Bu seviyeler, genelde insan sağlığı için belirlenen seviyelerin üzerindedir. Yeraltı kablolarının magnetik alanının biyolojik etkisi araştırma altındadır. Kablolar için magnetik alan düzenleme teknikleri oldukça yeni bir saha olup, henüz şebeke mühendisleri ve araştırmacılar açısından yeterli ilgiye sahip değildir. Alan

seviyesini düşürmek için kullanılan magnetik alan düzenleme teknikleri, en sık çoklu iletkenli yeraltı kablolarına uygulanmaktadır. Değişik kablo konfigürasyonları için optimum faz yerleştirmeleri yapılmaktadır. Derinlik değişiminin etkileri de ayrıca belirlenmektedir. Magnetik alan düzenlemeleri için belirlenen yerleşimler genelde ek bir maliyet oluşturmamaktadır.

### **1.8.1. Güç kablolarının magnetik alan düzenlemeleri için zırlama prensipleri**

Yeraltı kablolarının oluşturduğu magnetik alanı etkileyen sayısız faktor vardır. Bu faktörler aşağıdaki alanlarda gruplanabilir.

- Akım büyüklüğü ve faz dengesi, topraklama gibi sistem parametreleri,
- Gömme derinliği, kurulum biçimi ve birden çok devre olduğunda kablo fazlarının bağıl yerleşimi gibi kablo yerleştirme parametreleri,
- İlk zırlı, kılıf direnci ve malzeme tipi gibi kablo üretim parametreleri,
- Kablonun yanındaki başka yeraltı iletkenlerinden veya kablo kılıfından, zırhından ya da toprak iletkeninden akan diğer akımlar.

Magnetik alan düzenlemesinin anlamı, güç sisteminin etkinliğini ve güvenilirliğini tehlikeye düşürmeden, insan sağlığını göz önünde tutarak magnetik alan etkisini azaltmaktır. Güç sistemindeki magnetik alan kaynakları belirlendiğinden, işletmeciler bu kaynakların magnetik alan düzenlemeleri ile ilgilenmektedir. Magnetik alan indirgeme tekniklerinin pek çoğunun en önemli dez avantajı, kablolar arasındaki doğal ısınma sonucu akım taşıma kapasitelerinin azalması ve kayıplardaki artışlardır.

Magnetik alan indirgeme konusundaki değişik yaklaşımların sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

#### **A. Magnetik alan kaynağı ile etki noktası arasındaki mesafenin arttırılması**

Bu metot, oldukça basit olup boşluk veya yer ihtiyacı gibi hiç bir fiziksel engele sahip değildir. Bu metodun anlamı çeşitli kurallar belirleyerek insanların yüksek magnetik alan sahalarına girişlerini engellemektir.

## B. Kaynak geometrisinin ve akımın kullanılması

Bu yaklaşım, bir çok işletme tarafından kabul edilmektedir. Bu teknik, kaynak geometrisini düzenlemek , devre akımlarını ya da cihazların magnetik malzemelerinin karakteristiklerini değiştirmektir. Bu tekniklerden bazıları,

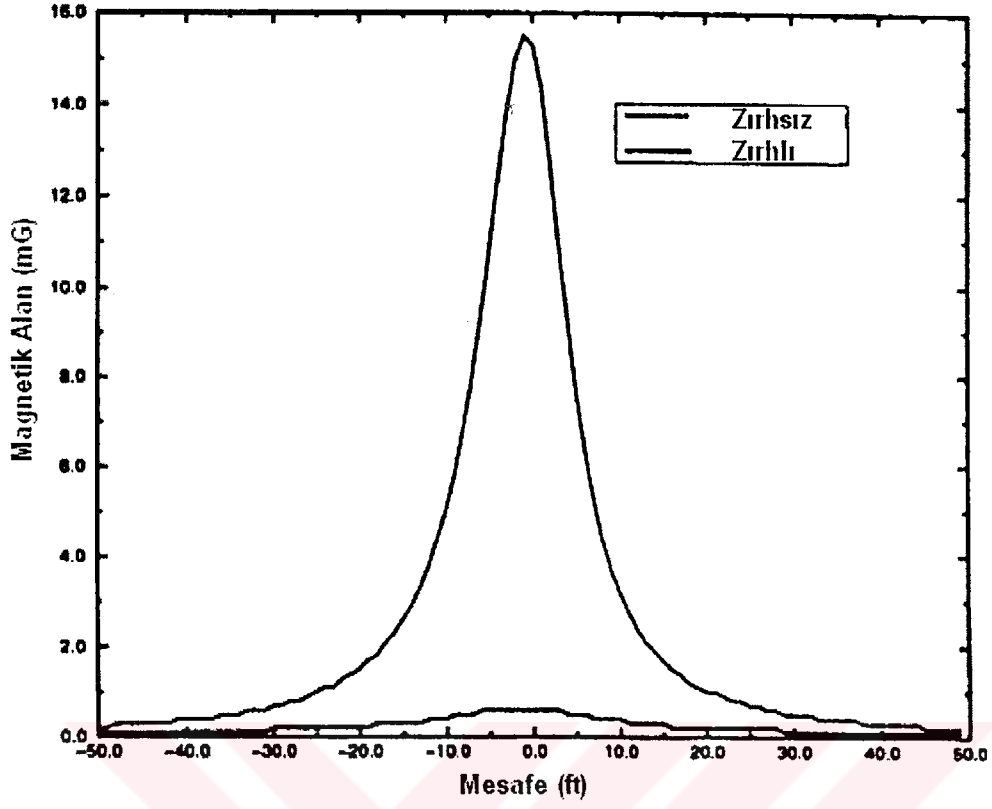
i) İki devreli kablolarda (her kabloda iki faz) magnetik alanda doğal bir azalma vardır. Kablolar, ikili devrelerde sıfır bileşen akımlarının oluşturacağı etkiyi engellemek için simetrik olarak yerleştirilirler. Düşey boru yerleşimi bu metotta en etkin yerleşimdir.

ii) Kapalı üçgen düzenlemesi, göreceli olarak düşük magnetik alan etkisi oluşturur ancak, doğal ısınmayı artırarak kablonun akım taşıma kapasitesini düşürür. Değişik konfigürasyonlar için kablolardaki magnetik alan karşılaştırması Şekil 1.3'de verilmiştir.

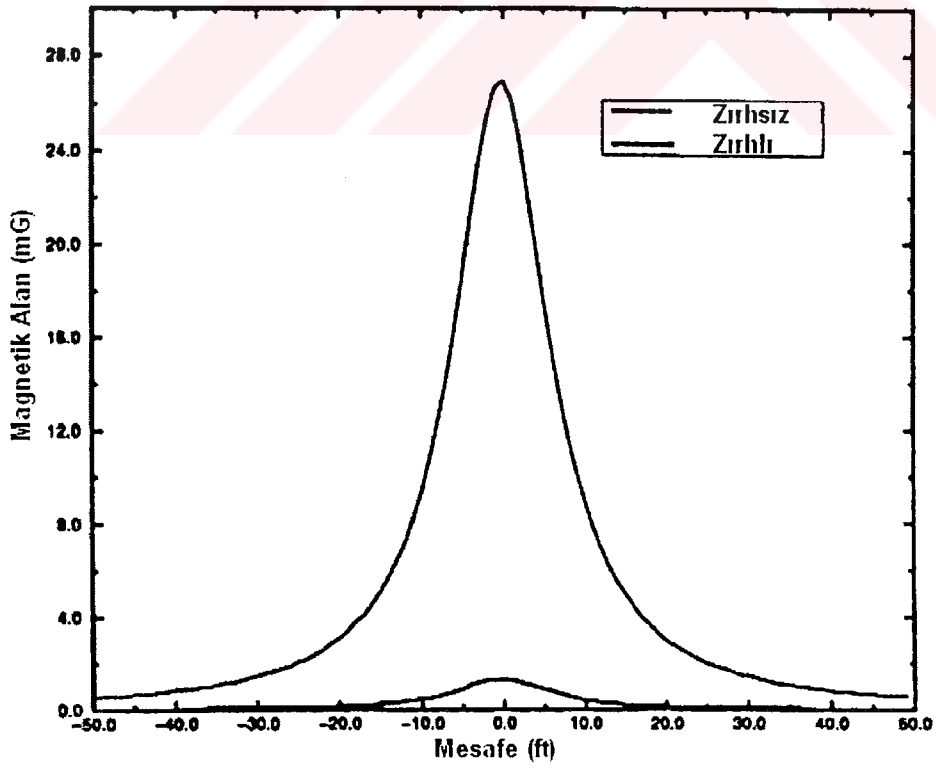
iii) Çok noktadan topraklama ve düşük direçli zırh/kılıfın kullanımınıdır. Bu seçenek, verilen iletken için akım taşıma kapasitesinin önemli ölçüde düşümüne yol açar. Bu yöntem, yalnız yukardaki iki seçenek magnetik alanı kabul edilebilir seviyeye çekemediği zaman kullanılır. Magnetik alanı düşürmek için çok noktadan topraklama kullanıldığında, kısa devre akımları için ihtiyaç duyulan zırh/kılıf direncinden daha düşük bir direnç seçilmesi gerekmektedir.

iv) Topraklama iletkeni en uygun şekilde yerleştirilmelidir. Böylece, topraklamayı devam ettirici iletkenlerin kullanılması endüklenen akımı düşürecektir. Topraklama iletkeninin optimum yerleşimi magnetik alanı indirgeme bakımından diğer seçeneklerle karşılaştırıldığında oldukça zayıftır, dolayısıyla önemli magnetik alan indirgemeleri için bu seçenektan kaçınılmalıdır.

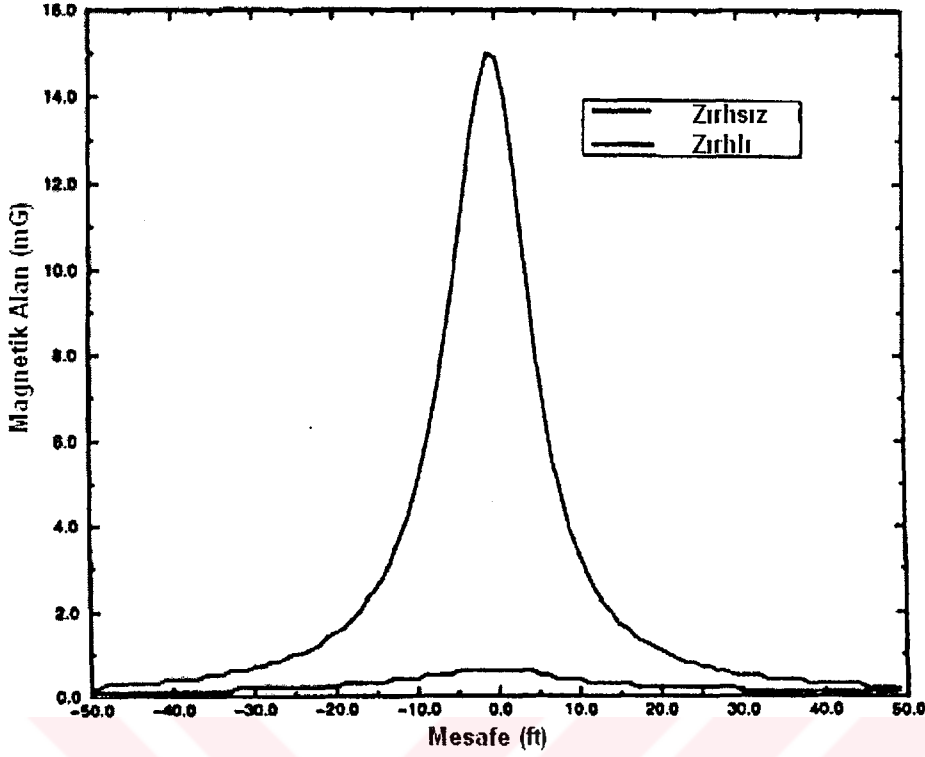
v) Gömme derinliğinin artırılması kablolar üzerindeki magnetik alanı doğrudan düşürecektir. Bu seçenek, sadece magnetik alanın maksimum büyüüğünü düşürmede etkilidir. Bununla beraber gömme derinliğinin artırılması kapasitede azalmaya ve kurulum maliyetinin artmasına neden olur.



(a) birleşik düzen



(b) uçgen düzen



(c) yan yana düzen

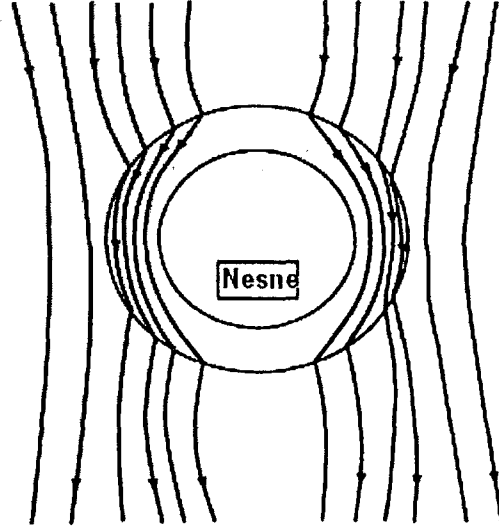
Şekil 1.3. Değişik Konfigürasyonlarda Kablolardaki Magnetik Alan Karşılaştırması

### C. İletken malzeme ile zırlama

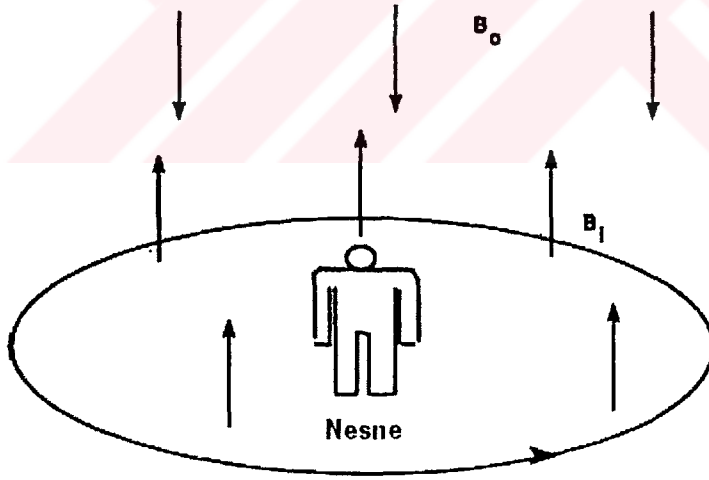
İletken malzemeler ile magnetik alan zırlaması, endüstride çok fazla uygulaması olan bir yöntemdir ve oldukça çok ilgi çekmektedir. Zırlama metotları içinde endüklenen akımın kullanılması, yüksek sızdırma yeteneğine sahip ve/veya yüksek iletkenlikteki malzemelerin kullanımı ile magnetik akı yapısının düzenlenmesi, orjinal alanı zayıflatıcı ikinci bir alanın uygulanmasıdır.

Zırhdaki boşluklar, zırh içindeki akıyı ciddi bir biçimde etkiler. Pratikte zırhın çapı, kalınlığı gibi parametreler zırhın etkinliğini değiştirir. En iyi etkinlik için zırhın sürekliliği önemlidir. Zırlama, iki kategoriye ayrılabilir: nesnenin zırhlanması, kaynağın zırhlanması. Nesnenin zırhlanmasına bir örnek, yüksek sızdırmaya sahip bir malzemenin nesnenin etrafına sarılmasıdır. Bu Şekil 1.4' de gösterilmiştir. Burada magnetik akımın havanın yüksek relüktansından ziyade düşük relüktans yolunu takip etmesi gösterilmiştir. Şekil 1.5' de  $B_1$  ,  $B_0$  alanının ters yönünde bir alan yaratacak akım değerini oluşturur. Ancak dikkat edilmesi gereken bir husus zırha bağlı olarak

daha yüksek magnetik alanların oluştuğu yerlerin bulunduğudur. Zırh, bu alanların kritik noktalara etki etmeyeceği şekilde dizayn edilmelidir.



şekil 1.4. Zırhlanmış Bir Nesnedeki Magnetik Alan çizgileri



şekil 1.5. Zırhlanmış Bir Nesnenin Gösterimi

#### D. Akım Taşıyan Kablolardaki Zırhlama

Bir magnetik alan, kendisini var eden akıma ters bir akım akacak şekilde düzenlenen kablolar ile zayıflatılabilir. Zırhlama etkinliği akımın büyüklüğü ve fazının bir fonksiyonudur. Kablolardaki akımlar iki şekilde düzenlenebilir. Akım, harici bir

magnetik alan yardımıyla endüklenir (pasif zırlama) ya da harici cihazlar tarafından uygulanabilir (aktif zırlama).

Tek fazlı kablolar değişik düzenlemelere ve farklı sayıda devrelere sahip olabilirler. Her fazda iki kablo bulunan bir devrede, kablo çapı 1.89 inch ise, 0.03 inch'lik zırlama plakasıyla magnetik alan kuvvetinin 47.04 mG' den 0.97 mG' ya düştüğü belirlenmiştir. Zırlama faktörü ne kadar düşükse zırhın etkinliği o kadar yüksektir. Daha kalın bir zırh tabakası genelde kaynağa yakın alanı daha ince tabakalara göre daha fazla yansıtır. Her devre sayısı için, magnetik alanın düzenlenmesinde farklı bir yerleşim olacaktır. Örneğin, küçük kablo çapları için, faz başına 5 kablo varsa üçgen düzen, düz ve bitişik düzenden daha iyi sonuçlar vermektedir [7,8].

Üç fazlı kablolar için genelde düz ve üçgen olmak üzere iki yapı bulunmaktadır. Seçilen düzenleme en düşük alan için her zaman faz yerleşimi ile belirlenemez. İki devreli sistemler için zırlama olmaksızın ve zırlama yapıldığında magnetik alan zayıflaması %8-92 arasında değişmektedir. Faz başına üç kablo olduğunda maksimum indirgeme %95 bulunmuştur. İndirgeme genelde ince tabakalı zırh kullanıldığında daha fazladır. Ancak, üçgensel düzenlemenin bazı durumları daha az alan oluşturabilir. Bu da iletken yerleşiminin farklı düzenlemelerle yapılabilmesinin sonucudur. Faz başına 5 ve 6 kablolu sistemlerde elde edilen indirgeme seviyesi oldukça yüksektir. Bu da magnetik alan indirgemesi için pasif zırlamanın çok başarılı bir teknik olduğunu gösterir. Ancak bu teknik ek maliyetler oluşturur. [7].



## **BÖLÜM 2. ÜRETİM SIRASINDA ve ÜRETİMİ TAMAMLANMIŞ AG GÜÇ KABLolarINA UYGULANAN DENEYLER**

### **2.1. Üretim Sırasında PVC Kablolara Uygulanan Deneyler**

#### **2.1.1. Yalıtım üzerindeki kusurların yokluğunun kontrolü**

Bu deney, kablo yalıtımındaki herhangi bir yırtık, delik yada hasarı ortaya çıkarmak amacıyla yapılır. Kablo üretiminin son aşamasında rutin bir deney olarak yapılır. Bu deney tek damarlı kablolar için kıvılcım deneyi (Spark Test) yada çok damarlı kablolar için gerilim deneyi olmalıdır. Kılıfsız iki damarlı kablolar hem kıvılcım deneyinden hem de gerilim deneyinden geçirilmelidir.

##### **A. Kıvılcım deneyi (spark test):**

A1. Deney özellikleri; Kablo, yalıtımında bir hasar olmadan Tablo 2.1' de verilen deney gerilimine dayanmalıdır. Kıvılcım deney cihazı, kablo için belirtilen yalıtım kalınlığının yarısına eşit veya daha büyük bir çapa sahip olan yalıtımdaki herhangi bir deliği meydana çıkarmalıdır. Kıvılcım deneyini yapan cihazın toparlanma süresi 1 sn. den büyük olmamalıdır.

A2. Deney gerilimi; Kıvılcım deney cihazı tarafından uygulanan gerilim alternatif akım, doğru akım veya yüksek frekanslı olabilir.

A3. Deneyin yapılışı; Deney iki şekilde yapılabilir ;

1. Damar yalıtkanı yapıldıktan hemen sonra
2. Damar üretimi bittikten sonra başka bir makaraya aktarılırken

Damarın bakır iletkenine ( - ) uç, yalıtımlı kısmına ( + ) uç gelecek şekilde cihazın bağlantısı yapılır. ( + ) uç iletken boncuklar ile sağlanabilir. Cihazın toprak bağlantısı yapılmalıdır. Bu bağlantının testi yapılan damarın bakır iletkeni ile elektriksel olarak bağlantılı olması gereklidir.

Spark test cihazının gerilimi, damar yalıtımının et kalınlığının yarısına eşit yada daha küçük çapta bilerek açılmış bir deliği cihazın hata olarak görebileceği değere ayarlanır. Gerilim ayarı yapılan cihazın yalıtımdaki hataları göstermesi ve bu hataların sayısını kaydetmesi gerekir. Hatalar toplamı önceden belirlenmiş kritik bir değere ulaştığı zaman proses durdurularak hatanın meydana geliş nedeni araştırılmalıdır. Hatalı kısımlar kesilerek ayrılmalıdır.

#### B. Gerilim deneyi:

B1. Deney özellikleri; Kuru ortamdaki ve ortam sıcaklığındaki kablo, yalıtımında bir hasar oluşmadan uygulanacak deney gerilimine dayanmalıdır.

Gerilim, her bir damar üzerindeki yalıtım, bütün bitişik damarlar ve ekrana (varsa) karşı deneyden geçecek şekilde iletken ile diğer iletken grupları arasına uygulanmalıdır. Gerilim kademeli olarak artırılmalı ve bundan sonra 5 dakika süreyle tam değerinde tutulmalıdır.

B2. Deney gerilimi; Gerilim,  $\pm$  %7 tolerans ile tepe değerinin etken değere oranı  $\sqrt{2}$  olan yaklaşık sinüs biçimli 49-61 Hz frekanslı alternatif gerilim kaynağından yada bir doğru gerilim kaynağından elde edilmelidir. Uygulanan gerilimin genliği Tablo 2.1' de belirtildiği gibi olmalıdır [9].

Tablo 2.1. Yalıtımdaki Kusurların Yokluğunun Kontrolü İçin Uygulanacak Deney Gerilimleri

Kablunun U <sub>0</sub> /U Beyan Gerilimi (V)	Deney Gerilimi (V)	
	Alternatif Gerilim (Etken değer)	Doğru Gerilim (En az)
300/300	2000	5000
300/500	2000	5000
450/750	2500	5000

## 2.2. Üretimi Tamamlanmış PVC Kablolara Uygulanan Elektriksel Deneyler

### 2.2.1. İletkenlerin direncinin ölçülmesi

Bu deney, iletken malzemenin elektriksel direncinin ölçülmesi amacıyla yapılır. İletken malzemenin direnci, malzemenin kalitesini belirler.

İletken direnci gereken duyarlılıkta ölçmeyi sağlamak üzere, direnç 1  $\Omega$ ' dan küçükse Thomson köprüsü, 1  $\Omega$ ' dan büyükse Wheatstone köprüsü ile ölçülür. İletkenlerin elektrik direncini kontrol etmek için her bir iletkenin direnci en az 1 m uzunluğundaki kablo numunesinden ölçülmeli ve bu işlemde her bir numunenin uzunluğu da ölçülmelidir.

Ölçülen ve  $\Omega/\text{km}$ ' ye dönüştürülen direnç değerleri, kullanılan iletkenin sınıfına göre Tablo 2.6, Tablo 2.7, Tablo 2.8 ve Tablo 2.9'da verilen en büyük değeri aşmamalıdır. Gerektiğinde, 1 km uzunluğa ve 20 °C sıcaklığa göre düzeltme aşağıdaki formülden elde edilmelidir [9].

Çıplak veya metal kaplı bakır iletkenler için ;

$$R_{20} = R_t \frac{254,5}{234,5+t} \times \frac{1000}{L} \quad (2.1)$$

Alüminyum veya alüminyum alaşımlı iletkenler için;

$$R_{20} = R_t \frac{248}{228 + t} \times \frac{1000}{L} \quad (2.2)$$

Burada,

t : Ölçme anında numunenin sıcaklığı, °C

R<sub>20</sub> : 20 °C' deki direnç, Ω/km

R<sub>t</sub> : L metre uzunluğundaki kablonun t °C' deki direnci, Ω

L : Metre olarak kablo numunesinin uzunluğu (Bu uzunluk komple bir numunenin uzunluğu olup, ayrı ayrı damarların veya tellerin uzunluğu değildir)

### 2.2.2. Komple kabloya uygulanan gerilim deneyi

Bu deney, kablo kılıfındaki ve yalıtımındaki herhangi bir yırtık, delik yada hatayı ortaya çıkarmak amacıyla yapılır.

Eğer kablonun metalik tabakası bulunmuyorsa deney, üretildiği uzunluktaki kablo üzerinde yapılır. Kablo numunesi 20±5 °C' deki su havuzunun içerisinde en az 1 saat süreyle bekletildikten sonra gerilim uygulanır. Gerilim sırasıyla her bir iletkenle birbirine bağlanmış diğer bütün iletkenler ve su havuzu içine daldırılmış bakır elektrot arasına uygulanır. Gerilim kaynağının yüksek gerilim ucu (topraklanmamış uç) teste tabi tutulacak damar iletkenine bağlanır.

Eğer kablonun metalik tabakası bulunuyorsa deney, 20 m uzunluktaki kablo numunesi üzerinde yapılır. Gerilim sırasıyla her bir iletkenle birbirine bağlanmış diğer bütün iletkenler ve metalik tabaka arasına uygulanır. Kablonun metalik gergi taşıyıcı elemanı varsa, bu eleman suya veya uygunsa metalik tabakaya bağlanmalıdır.

Uygulanacak deney gerilimi (alternatif gerilim) Tablo 2.2' de verilmiştir. Gerilimin her bir damara uygulanma süresi en az 15 dakika olmalıdır. Deney sonucunda yalıtımlarda

ve kılıf da herhangi bir delinme ve atlama olmamalıdır.

Tablo 2.2. Komple Kabloya Uygulanacak Deney Gerilimi Değerleri

Kablonun Uo/U Beyan Gerilimi (V)	Alternatif Deney Gerilimi (V)
300/300	2000
300/500	2000
450/750	2500

### 2.2.3. Damarlara uygulanan gerilim deneyi

Bu deney, kablo yalıtımındaki herhangi bir yırtık, delik yada hatayı ortaya çıkarmak amacıyla yapılır.

Bu deney, gelin teli biçimli iletkenli yassı kordonlar haricindeki tüm kılıflı kablolar ve yassı kılıfsız kablolarına uygulanır.

Deney, 5 m uzunluktaki kablo üzerinde yapılır. Kılıf ve herhangi bir örtü veya dolgu damarlara zarar vermeden çıkarılır. Damarlar  $20\pm 5$  °C’ deki su havuzunun içerisinde en az 1 saat süreyle bekletildikten sonra gerilim uygulanır. Gerilim birbirine bağlanmış tüm iletkenlerle su havuzu içine daldırılmış bakır elektrot arasına uygulanır.

Uygulanacak deney gerilimi (alternatif gerilim) Tablo 2.3’ de verilmiştir. Gerilimin uygulama süresi en az 5 dakika olmalıdır. Deney sonucunda yalıtımda herhangi bir delinme ve atlama olmamalıdır.

Tablo 2.3. Damarlara Uygulanacak Deney Gerilimi Değerleri

Kablonun Beyan Gerilimi Uo/U (V)	Alternatif Deney Gerilimi (V)	
	Yalıtım kalınlığı $\leq 0,6$ mm	Yalıtım kalınlığı $> 0,6$ mm
300/300	1500	2000
300/500	1500	2000
450/750	-	2500

### 2.2.4. Yalıtım direncinin ölçülmesi

Bu deney kablo yalıtımının direncini ölçmek amacıyla bütün kablolarına uygulanır. Ayrıca, tesis edilmiş ve kullanılmakta olan kablolarına da uygulanır. Bu testten elde

edilen veriler aşağıdaki durumlar için bilgi sağlar.

- Tesisin iyileştirilmesi için herhangi bir bakıma ya da değişime ihtiyaç duyulup duyulmadığı,
- Dizayn edildiği fonksiyonu yeterince yerine getirip getirmediği,
- Sistemin işletme ömrü boyunca bazı etkilerden dolayı oluşan bozulma grafiği.

İyi bir yalıtım zaman içinde artan bir direnç gösterir. Eğer yalıtım, çok fazla yabancı maddeye sahipse soğurma etkisi, yüksek kaçak akımlar tarafından engellenir, bu da direncin düşük okunmasına neden olur.

Yalıtılmış elektriksel iletken, nominal gerilimine göre yalıtıma sahip, bakır veya alüminyum iletkenidir. Bir iletken çevresindeki yalıtımın amacı su taşıyan bir borununkine benzer. Pompadan suya verilen basınç boru boyunca akışı sağlar. Eğer boruda bir zayıflık (ezilme, çizik...) olursa suyun bir kısmı dışarı çıkar. Bu durumda su kaybının yanında basında kaybedilir. Elektrikte "gerilim" pompadaki basınç gibi elektriğin bakır iletken boyunca akmasını sağlar. Su borusunda olduğu gibi akışta belli bir dirençle karşılaşır. Yüksek dirence sahip iyi bir yalıtımda yalıtım içinde çok az bir miktarda akış olur. Dolayısıyla akım iletken boyunca en düşük dirençli yolu izler. Elektriksel cihazlarda meydana gelen problemlerden en fazla olanı yalıtım sistemindeki hatalardan kaynaklanır. Yalıtım, soğuk, aşırı sıcak, mekaniksel darbe, nem, koroziyon buhar, kir gibi bir çok etkenden zarar görebilir. İnce delikler ve kırılmalar oluştukça kaçak akım için düşük dirençli bir yol oluşmaya başlar.

Bu nedenlerden dolayı kablo yalıtımının direnci ne kadar büyük olursa kablo ömrü o kadar uzun olur. Yalıtım direncinin llmesi, damarlara uygulanan gerilim deneyi için yada komple kabloya uygulanan gerilim deneyi için hazırlanan 5 m uzunluğundaki damar numuneleri üzerinde yapılmalıdır. 5 m uzunluğundaki numune, her bir ucundan yaklaşık 0.25' er metre suyun üzerinde kalacak şekilde ilgili standardında belirtilen sıcaklığa kadar ısıtılmış suyun içerisine daldırılır. En az 2 saat süre ile suyun içinde bekletilir. Daha sonra 80-500 V arasındaki bir doğru gerilim sırasıyla her bir iletkenle su havuzu içine daldırılmış bakır elektrot arasına uygulanır. Yalıtım direnci, gerilimin uygulanmasından 1 dakika sonra llr ve bu değer km' ye dönüştürülür. Elde edilen

değerler, kablonun ilgili standardında belirtilen minimum yalıtım direnci değerinden küçük olmamalıdır.

### **2.2.5. Yalıtımın doğru akıma karşı uzun süre dayanıklılığı**

Bu deney bütün kablo ve kordonlara uygulanır ve kablo yalıtımının doğru akıma karşı uzun süreli dayanıklılığını test etmek amacıyla yapılır.

Deney, 5m uzunluğundaki numuneler üzerindeki tüm örtü, kılıf ve dolgu çıkarıldıktan sonra yapılır. Numuneler  $60\pm 5$  °C' ye getirilmiş yaklaşık 10 g/litrelik sulandırılmış sodyum klorür çözeltisi içerisine daldırılır. Numunenin her bir ucundan yaklaşık 0,25m' lik kısım çözeltinin üzerinde tutulur. 220 V' luk doğru gerilim, doğru gerilim cihazının negatif kutbuna bağlı olan numunenin iletkeni (iletkenleri) ile pozitif kutbuna bağlı olan çözelti içerisine daldırılmış bakır elektrot arasına uygulanır. 240 saatlik deney süresi sonunda yalıtımın dış kısmında hasar görülmemelidir [9].

## **2.3. Üretimi Tamamlanmış PVC Kablolara Uygulanan Elektriksel Olmayan Deneyler**

### **2.3.1. Yapılış ve boyut karakteristikleriyle ilgili deneyler**

#### **A) Yapılış şartlarının uygunluğunun kontrolü**

A1. İşaretleme: Kablolar, imalatçının isminin yada ticari markasının yada kanunen korunmuşsa tanıtım numarasının ve kablonun kendi standardında geçen tip gösterilişinin aşağıdaki üç metottan biri ile sürekli olarak işaretlenmesi ile tanıtılmalıdır.

- a) Kablo kılıfının altına yerleştirilen şeritle,
- b) En az bir damarın varsa açık mavi renkli damarın yalıtımının üzerine yazıyla basılarak, oyma ile yada kabartma ile,
- c) Varsa, kılıf üzerine yazıyla basılarak, oyma ile yada kabartma ile işaretlenmelidir.

İşaretin bitim yeri ile bir sonraki aynı işaretin başlangıcı arasındaki mesafe; işaretleme

kablonun dış kılıfı üzerindeyse 550 mm' yi, kablonun yalıtımı yada şeridi üzerindeyse 275 mm' yi geçmiyorsa tanıtm işaretleri sürekli olarak kabul edilir.

Yazı ile basılmış işaretler dayanıklı olmalıdır. Bunun kontrolü damar renklerinin ve işaretlerin çıkartılmasına çalışılarak su emdirilmiş bir pamuk veya bez parçası ile 10 defa hafifçe ovularak yapılmalıdır [10].

Bütün işaretler okunabilir olmalıdır.

A2. Damarın tanıtılması; Damarlar, renkli yalıtımın kullanılmasıyla yada renklendirilmiş bir yüzeyle tanıtılmalıdır. Renkler açıkça tanınabilir ve dayanıklı olmalıdır. Yeşil ve sarı renklerin kombinasyonu ile tanıtılan damar hariç çok damarlı kablonun her bir damarı sadece bir renge sahip olmalıdır. Çok damarlı kablolarda sarı ve yeşil renkleri tek renk olarak ayrı ayrı kullanılmamalıdır. Renk şemaları aşağıdaki gibi olmalıdır.

a) Bükülgen kablolar: 2, 3, 4 ve 5 damarlı kabloların olması durumunda renklerin dönüşüm sırasıyla birlikte damar sayısına göre damar renkleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 2.4. Devre Koruyucu İletkeni Olan Bükülgen Kablo veya Kordonlar

Damar Sayısı	Damar Renkleri				
3	Yeşil/Sarı	Mavi	Kahverengi		
4	Yeşil/Sarı	-	Kahverengi	Siyah	Gri
4 <sup>1)</sup>	Yeşil/Sarı	Mavi	Kahverengi	Siyah	
5	Yeşil/Sarı	Mavi	Kahverengi	Siyah	Gri
1) Sadece belirli uygulamalar için					

Tablo 2.5. Devre Koruyucu İletkeni Olmayan Bükülgen Kablo veya Kordonlar

Damar Sayısı	Damar Renkleri				
2	Mavi	Kahverengi			
3	-	Kahverengi	Siyah	Gri	
3 <sup>1)</sup>	Mavi	Kahverengi	Siyah	-	
4	Mavi	Kahverengi	Siyah	Gri	
5	Mavi	Kahverengi	Siyah	Gri	Siyah
1) Sadece belirli uygulamalar için					



Beşten fazla damarı bulunan bükülgen kablolar, damarın bütün uzunluğu boyunca düzenli aralıklarla tekrarlanan yazıyla işaretlenerek tanıtılabilir. Bu durumda her işaret; bir damarı tanıtan, 1 ile başlayan Arap rakamlarıyla bir referans numarayı, bu sayının altını çizen ve sayıların okuma yönünü gösteren kesikli bir çizgiyi içerir [11].

b) Tek damarlı kılıfsız kablolar: Damar renkleri aşağıdakilerden seçilmelidir.

Kablo tipi HO5V için siyah, mavi, kahverengi, gri, portakal rengi, pembe, kırmızı, turkuaz, menekşe, beyaz, yeşil ve sarı gibi tek renkler kullanılır. Bu tek renklerin çift renklerine müsaade edilir.

Kablo tipi HO7V için siyah, mavi, kahverengi, gri, portakal rengi, pembe, kırmızı, turkuaz, menekşe ve beyaz gibi tek renkler kullanılır. Sarı ve yeşilin kombinasyonu hariç olmak üzere çift renkler kullanılmamalıdır.

Yeşil/Sarı renkli damarda, bu renklerden biri damar yüzeyinin en az % 30' unu ve en fazla % 70' ini, diğer renk yüzeyin geri kalanını kaplamalıdır [10].

A3. İletkenler; İletkenler 1, 2, 5 ve 6 sınıfı olmak üzere dört sınıfa ayrılırlar.

a) Som iletkenler (Sınıf 1)

Dairesel veya biçimlendirilmiş bir tek telden oluşan iletkenlerdir. Som iletkenler aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

- İletkenler; çıplak veya metal kaplı tavllanmış bakırdan, çıplak alüminyumdan veya alüminyum alaşımından yapılmalıdır.
- Som bakır iletkenlerin kesiti daire biçimli olmalıdır.
- Kesit alanı 16 mm<sup>2</sup> ve daha küçük olan som alüminyum iletkenlerin kesiti daire biçimli olmalıdır.
- Kesit alanı 25 mm<sup>2</sup> ve daha büyük olan som alüminyum iletkenlerin kesiti, tek damarlı kablolar da daire biçimli çok damarlı kablolar da ise daire dilimi biçimli (sektör) olmalıdır.

- Her bir som iletkenin 20 °C’ deki direnci, Tablo 2.6 ‘de verilen en büyük değeri aşmamalıdır.

Tablo 2.6. Sınıf 1; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Som İletkenler

1	2	3	4
Anma Kesit Alanı mm <sup>2</sup>	İletkenin 20 °C’ deki En Büyük Direnci		
	Daire Kesitli Bakır İletken		Daire Kesitli veya Daire Dilimli Biçimi Kesitli Alüminyum İletkenler Ω/km
	Çıplak Ω/km	Metal Kaplı Ω/km	
0,5	36,0	36,7	-
0,75	24,5	24,8	-
1	18,1	18,2	-
1,5	12,1	12,2	18,1
2,5	7,41	7,56	12,1
4	4,61	4,70	7,41
6	3,08	3,11	4,61
10	1,83	1,84	3,08
16	1,15	1,16	1,91
25	0,727	-	1,20
35	0,524	-	0,868
50	0,387	-	0,641
70	0,268	-	0,443
95	0,193	-	0,320
120	0,153	-	0,253
150	0,124	-	0,206
185	-	-	0,164
240	-	-	0,125
300	-	-	0,100

b) Örgülü daire kesitli sıkıştırılmamış iletkenler (Sınıf 2)

Örgülü iletken, tümü veya bir bölümü sarmal sarılmış olan, birden çok telden oluşan iletkenlerdir. Bu iletkenler aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

- İletkenler; çıplak veya metal kaplı tavllanmış bakırdan, çıplak alüminyumdan veya alüminyum alaşımından yapılmalıdır.
- Örgülü alüminyum iletkenlerin kesit alanı normal olarak 10 mm<sup>2</sup>’ den az olmamalıdır.
- Her bir iletkendeki tel sayısı Tablo 2.7’ de verilen ilgili en küçük sayıdan az olmamalıdır.

- Her bir iletkenin 20 °C’ deki direnci, Tablo 2.7’ de verilen en büyük değeri aşmamalıdır.

Tablo 2.7. Sınıf 2; Tek damarlı veya Çok damarlı Kablolar İçin Örgülü İletkenler

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Anma Kesit Alanı mm <sup>2</sup>	İletkendeki En Az Tel Sayısı						İletkenin 20 °C’ deki En Büyük Direnci			
	Daire Kesitli Sıkıştırılmamış İletken		Daire Kesitli Sıkıştırılmış İletken		Daire Dilimli Biçimli İletken		Bakır İletken		Alüminyum İletken	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Çıplak Teller Ω/km	Metal Kaplı Teller Ω/km	Ω/km	
0,5	7	-	-	-	-	-	36,0	36,7	-	
0,75	7	-	-	-	-	-	24,5	24,8	-	
1	7	-	-	-	-	-	18,1	18,2	-	
1,5	7	-	6	-	-	-	12,1	12,2	-	
2,5	7	-	6	-	-	-	7,41	7,56	-	
4	7	7	6	-	-	-	4,61	4,70	7,41	
6	7	7	6	-	-	-	3,08	3,11	4,61	
10	7	7	6	-	-	-	1,83	1,84	3,08	
16	7	7	6	6	-	-	1,15	1,16	1,91	
25	7	7	6	6	6	6	0,727	0,734	1,20	
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,529	0,868	
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,391	0,641	
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,270	0,443	
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,195	0,320	
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,154	0,253	
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,126	0,206	
185	37	37	30	30	30	30	0,0991	0,100	0,1654	
240	61	61	34	30	34	30	0,0754	0,0762	0,125	
300	61	61	34	30	34	30	0,0601	0,0607	0,100	
400	61	61	53	53	53	53	0,0470	0,0475	0,0778	
500	61	61	53	53	53	53	0,0366	0,0369	0,0605	
630	91	91	53	53	53	53	0,0283	0,0286	0,0469	
800	91	91	53	53	-	-	0,0221	0,0224	0,0367	
1000	91	91	53	53	-	-	0,0176	0,0177	0,0291	
1200	-	-	-	-	-	-	0,0151	0,0151	0,0247	
1400	-	-	-	-	-	-	0,0129	0,0129	0,0212	
1600	-	-	-	-	-	-	0,0113	0,0113	0,0186	
1800	-	-	-	-	-	-	0,0101	0,0101	0,0165	
2000	-	-	-	-	-	-	0,0090	0,0090	0,0149	

c) Daire kesitli sıkıştırılmış örgülü iletkenler ve daire dilimli biçimli örgülü iletkenler (Sınıf 2)

Sıkıştırılmış iletken, çok telli iletkenlerde iletkenin çapını küçültmek için teller arasındaki boşlukların azaltılarak tellerin bir araya getirildiği iletkenlerdir. Bu iletkenler aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

- İletkenler; çıplak veya metal kaplı tavllanmış bakırdan, çıplak alüminyumdan veya alüminyum alaşımından yapılmalıdır.
- Daire kesitli sıkıştırılmış örgülü alüminyum iletkenlerin kesit alanı  $16 \text{ mm}^2$ ' den küçük olmamalıdır. Daire dilimli biçimli örgülü bakır veya alüminyum iletkenlerin kesit alanı  $25 \text{ mm}^2$ ' den küçük olmamalıdır.
- Aynı iletken içindeki iki telin çaplarının birbirine oranı 2' yi geçmemelidir.
- Her bir iletkenin tel sayısı, Tablo 2.7' de verilen ilgili en küçük sayıdan az olmamalıdır. Her bir iletkenin  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ' deki direnci, Tablo 2.7 'de verilen en büyük değeri aşmamalıdır.

d) Bükülgen iletkenler (Sınıf 5 ve Sınıf 6)

Bükülgen iletkenler aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır.

- İletkenler çıplak veya metal kaplı tavllanmış bakırdan yapılmalıdır.
- Her bir iletkendeki tellerin anma çapları aynı olmalıdır.
- Her bir iletkendeki tellerin çapı Tablo 2.8 ve Tablo 2.9' da verilen en büyük değeri aşmamalıdır.
- Her bir iletkenin  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ' deki direnci, Tablo 2.8 ve Tablo 2.9' da verilen en büyük değeri aşmamalıdır [12].

Tablo 2.8. Sınıf 5; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Bükülgen Bakır İletkenler

1	2	3	4
Anma Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	İletkendeki Tellerin En Büyük Çapı(mm)	İletkenin 20°C'deki En Büyük Direnci	
		Çıplak (Ω/km)	Metal Kaplı (Ω/km)
0,5	0,21	39,0	40,7
0,75	0,21	26,0	26,7
1	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654
400	0,51	0,0486	0,0495
500	0,61	0,0384	0,0391
630	0,61	0,0287	0,0292

Tablo 2.9. Sınıf 6; Tek Damarlı ve Çok Damarlı Kablolar İçin Bükülgen Bakır İletkenler

1	2	3	4
Anma Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	İletkendeki Tellerin En Büyük Çapı(mm)	İletkenin 20°C'deki En Büyük Direnci	
		Çıplak Teller (Ω/km)	Metal Kaplı Teller (Ω/km)
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	0,16	4,95	5,09
6	0,21	3,30	3,39
10	0,21	1,91	1,95
16	0,21	1,21	1,24
25	0,21	0,780	0,795
35	0,21	0,554	0,565
50	0,31	0,386	0,393
70	0,31	0,272	0,277
95	0,31	0,206	0,210
120	0,31	0,161	0,164
150	0,41	0,129	0,132
185	0,41	0,106	0,108
240	0,41	0,0801	0,0817
300	0,41	0,0641	0,0654

A4. Yalıtım; Yalıtım, ilgili standartlarında kablonun her bir tipi için belirtilen tipin bileşiği olmalıdır. Örneğin, TI1, TI2, TI4 ve TI5 yalıtım bileşikleri, en büyük iletken sıcaklığı 70°C olan PVC kablolar, TI3 yalıtım bileşiği, en büyük sürekli iletken sıcaklığı 90°C olan PVC kablolar için kullanılır. Tüm bu yalıtım bileşiklerinin kısa devre şartlarındaki en büyük iletken sıcaklıkları 160°C' dir.

Yalıtım iletkeni sıkıca kavrayacak biçimde uygulanmalı ancak yalıtımın kendisine, iletkene veya varsa kalay kaplamaya hasar vermeden iletken üzerindeki yalıtımı çıkarmak mümkün olmalıdır (gelin teli biçimli kordonlar hariç).

A5. Dolgu; Dolgu, çok damarlı kablolarda damarlar arasındaki boşlukları doldurmak ve damar demetine istenen çevre biçimini vermek amacıyla kullanılır. Dolgular, ilgili standardında farklı belirtilmedikçe,

- Vulkanize edilmemiş kauçuk (bu durumda dolgu bileşeni ile yalıtım ve/veya kılıf arasında herhangi bir zararlı etkileşim olmamalıdır) veya plastik esaslı bir bileşik,
- Tabii veya sentetik tekstil,
- Kağıt,

malzemeden yada bunların herhangi bir kombinasyonundan meydana gelmelidir.

Dolgular pratik olarak daire şeklinde bir topluluk oluşturan damarlar arasındaki boşlukları doldurmalı ve damarlara yapışmamalıdır. Damarların meydana getirdiği topluluk ve dolgular bir film veya şerit ile bir arada tutulabilirler. Çok damarlı kablo veya kordonlarda merkezi dolgu kullanılabilir.

A6. Ekstrüde edilmiş iç örtü; Ekstrüde edilmiş iç örtü, vulkanize edilmemiş kauçuk veya plastik esaslı bir bileşikten yapılmış olmalıdır. İç örtü, vulkanize edilmemiş kauçuktan yapıldığında, iç örtünün bileşenleri ile yalıtım ve/veya kılıf arasında zararlı bir etkileşim olmamalıdır.

Ekstrüde edilmiş iç örtü, damarları kuşatmalıdır. Bu örtü pratik olarak daire şeklinde bir topluluk oluşturan damarlar arasındaki boşluklara nüfuz edebilir. Ekstrüde edilmiş iç örtü damarlara yapışmamalıdır.

A7. Kılıf; Kılıf, ilgili standartlarında kablonun her bir tipi için belirtilen tipin bileşiği olmalıdır. Örneğin,

- Sabit tesislerdeki kablolar için TM1 tipi,
- Bükülgen kablolar için TM2 tipi,
- Isıya dayanıklı, beyan edilen iletken sıcaklığı 90°C' yi aşmayan bükülgen kablolar için TM3 tipi,
- Düşük sıcaklıklarda çalışan bükülgen kablolar için TM4 tipi,
- Yağa dayanıklı bükülgen kablolar için TM5 tipi olmalıdır.

Kılıf, homojen bir tabaka olarak, tek damarlı kablolarda damar üzerine diğer kablolarda damar topluluğu veya dolgu veya varsa iç örtü üzerine ekstrüde edilmelidir. İlgili standartlarda belirtilen bazı durumlarda kılıf, damarlar arasındaki boşluklara bir dolgu oluşturacak biçimde nüfuz edebilir. Kılıfın renkli olması durumunda, renk kılıfın her tarafında veya yüzeyinde belirgin olmalıdır. Yüzey renklendirmesi uygulandığı durumda, yüzey rengi mutlaka alt tabaka malzemesinin rengi ile aynı olmalı ve alt tabaka malzemesinden ayrılabilir olmamalı, dayanıklı olmalıdır [10].

## B. Kalınlıkların ve boyutların ölçülmesi

B1. Yalıtım kalınlığının ölçülmesi; Ölçüm cihazı olarak bir ölçme mikroskobu veya en az 10 kat büyütülebilen bir profil projektörü kullanılmalıdır. Profil projektör cihazına bir örnek Şekil 2.12' de verilmiştir.

Deney parçaları hazırlanırken, yalıtımın zarar görmemesine dikkat edilerek içindeki ve dışındaki bütün malzemeler çıkartılmalıdır. Her bir deney parçası kablonun boyuna eksenine dik olarak keskin bir aletle kesilen ince bir dilimden meydana gelmelidir. Deney parçası, kesme yüzeyi optik eksene dik olacak biçimde ölçüm cihazına konulmalıdır. Ölçümler deney parçasının şekline göre aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

- Deney parçasının iç profili çember biçimli ise, Şekil 2.1' de gösterildiği gibi radyal olarak altı adet ölçme yapılmalıdır.
- Daire dilimi biçimli damarlar için Şekil 2.2' de gösterildiği gibi altı ölçme yapılmalıdır.
- Yalıtım bir örgülü iletkenin çıkartılmış ise, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4' de gösterildiği gibi yarıçap yönünde altı ölçme yapılmalıdır.
- Dış profil düzgün değilse ölçmeler Şekil 2.5' de gösterildiği gibi yapılmalıdır.
- Kılıfı olmayan yassı kordonlar Şekil 2.6'ya göre ölçülmelidir.

Yalıtım içinde ve/veya dışında ayrılamayan ekranlama tabakaları varsa bunlar ölçüm dışı tutulmalıdır. Opak bir yalıtımın içinde ve/veya dışında ayrılamayan ekranlama tabakaları varsa bir ölçme mikroskobu kullanılmalıdır.



Bütün durumlarda ilk ölçme, yalıtımın en ince olduğu yerde yapılmalıdır. Yalıtımda oyma ile işaretleme yapılmışsa, bu işaretleme olduğu kısım ortalama kalınlık hesabı için yapılan ölçümlerde alınmalıdır. Ancak her durumda, oyma işaretleme olduğu yerdeki kalınlık, ilgili kablo standardında belirtilen en küçük değerden az olmamalıdır. Belirtilen yalıtım kalınlığı 0,5 mm veya daha büyük ise, okumalar, iki ondalığa kadar milimetre cinsinden, 0,5 mm' den küçük ise üçüncü ondalığa kadar milimetre cinsinden olmalıdır.

Yalıtımdan alınan üç adet deney parçasından elde edilen 18 değer ortalama iki ondalık basamaklı olarak hesaplanmalı ve yuvarlatılmalıdır. Bu değer yalıtım kalınlığının ortalama değeridir. Yalıtım kalınlığının ortalama değeri, ilgili standardındaki tabloda belirtilen değerden az olmamalıdır. Bununla birlikte kablonun herhangi bir yerindeki minimum kalınlık; tabloda belirtilen değer – (0,1 mm+ tabloda belirtilen değerin %10'u) kadar olabilir.

B2. Kılıf kalınlığının ölçülmesi; Ölçüm cihazı olarak bir ölçme mikroskobu veya en az 10 kat büyütülebilen bir profil projektörü kullanılmalıdır.

Deney parçaları hazırlanırken, kılıfın zarar görmemesine dikkat edilerek içindeki ve dışındaki bütün malzemeler çıkartılmalıdır. Her bir deney parçası kablonun boyuna eksenine dik düzlemde keskin bir aletle kesilen ince bir dilimden meydana gelmelidir. Deney parçası, kesme yüzeyi optik eksene dik olacak biçimde ölçüm cihazına konulmalıdır. Ölçümler deney parçasının şekline göre aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

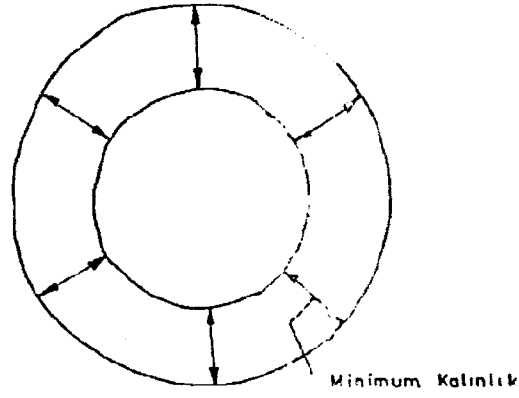
- Deney parçasının iç profili çember biçimli ise, Şekil 2.1' de gösterildiği gibi yarıçap yönünde altı adet ölçme yapılmalıdır.
- Pratik olarak çember biçimli iç yüzey düzgün değilse, kılıfın en ince olduğu yerlerde Şekil 2.7' de gösterildiği gibi yarıçap yönünde altı adet ölçme yapılmalıdır.
- İç profilde, damarlardan ileri gelen derin girintiler görülüyorsa, ölçmeler Şekil 2.8'de gösterildiği gibi her bir girintinin dibinde yapılmalıdır. Girintilerin sayısı altıdan fazla ise paragraf (b) uygulanır.
- Dayanıklı bir bant veya kuşaklı kılıf mevcudiyetinden dolayı dış yüzey üzerinde düzgün olmayan dalgalanmaların etkisini elimine etmek için, ölçmeler Şekil 2.9'da

gösterildiği gibi yapılmalıdır.

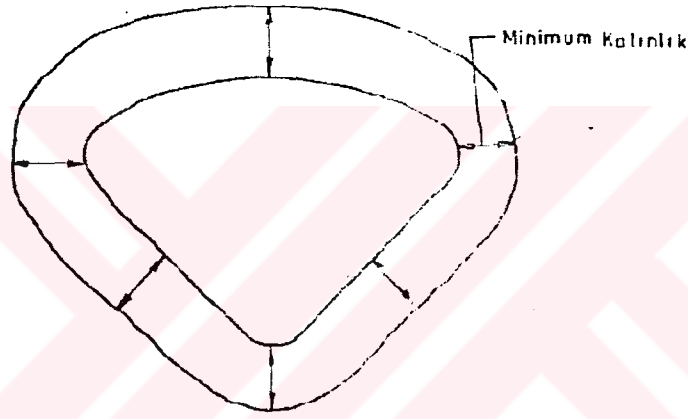
- Kılıflı yassı kordonlar durumunda, ölçmeler kesit alanının küçük ve büyük eksenlerine yaklaşık olarak paralel doğrultularda yapılmalı, bununla birlikte her bir damarda bir adet ölçme Şekil 2.10'da gösterildiği gibi en ince yerde yapılmalıdır.
- Altı ve daha az tek damardan meydana gelen yassı kılıflı kablolarda ölçmeler Şekil 2.11'de gösterildiği gibi, kesitin büyük eksenini boyunca yuvarlatılmış her iki kenarda, birinci ve sonuncu damarların en ince yerinde her iki yassı yanında (karşı taraftaki kılıf kalınlığı ile) yapılmalıdır.

Bütün durumlarda bir adet ölçme, kılıfın en ince olduğu yerde yapılmalıdır. Kılıfta bir oyma işaretleme varsa, bu, ortalama kalınlığın hesabı için yapılan ölçmelere katılmamalıdır. Oyma işaretleme bulunan her durumda, oyulmuş bölgedeki kalınlık ilgili kablo standardında belirtilen en düşük değerden az olmamalıdır.

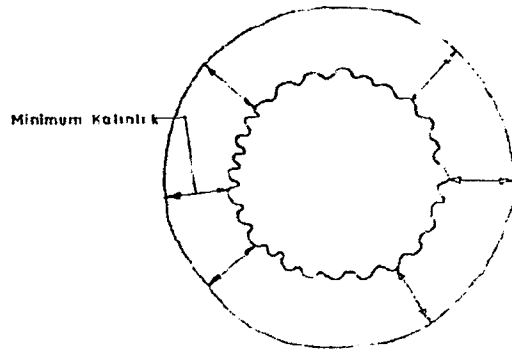
Okumalar, ikinci ondalığa kadar milimetre cinsinden olmalıdır. Kılıftan alınan üç adet deney parçasından elde edilen 18 değerlerin ortalaması hesaplanmalı ve yuvarlatılmalıdır. Kılıf kalınlığının ortalama değeri, ilgili standardındaki tabloda belirtilen değerden az olmamalıdır. Bununla birlikte kablonun herhangi bir yerindeki minimum kalınlık; tabloda belirtilen değer – (0,1 mm+ tabloda belirtilen değer %10'u) kadar olabilir.



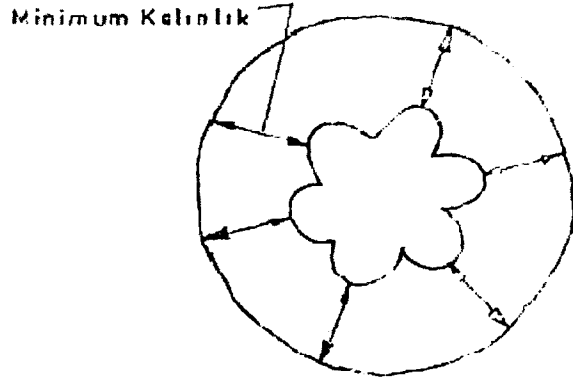
Şekil 2.1. Yalıtım veya Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (İç Bölüm Çember Biçimi)



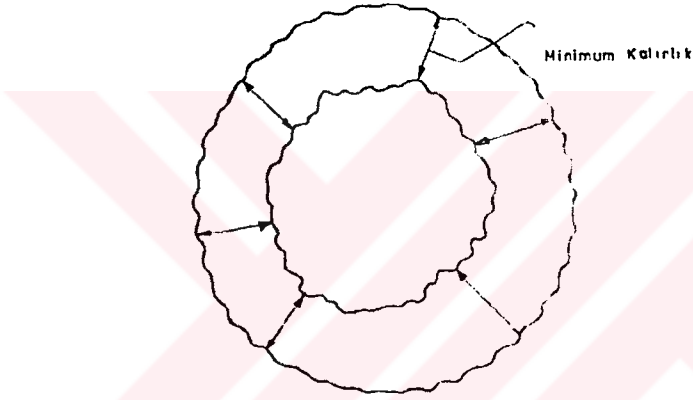
Şekil 2.2. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Daire Dilimi Biçimli İletken)



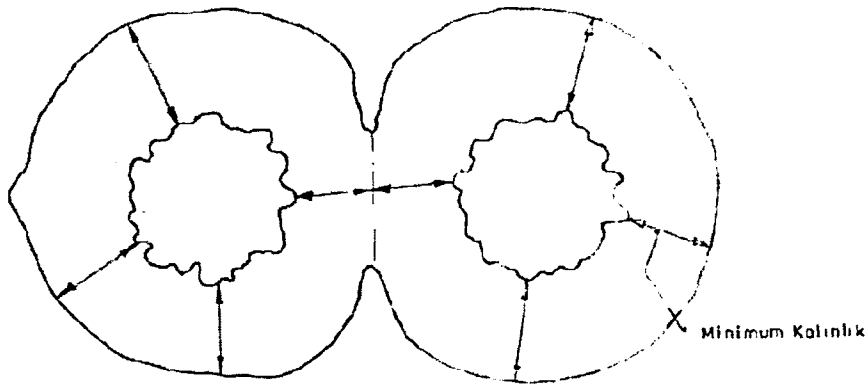
Şekil 2.3. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Örgülü İletken)



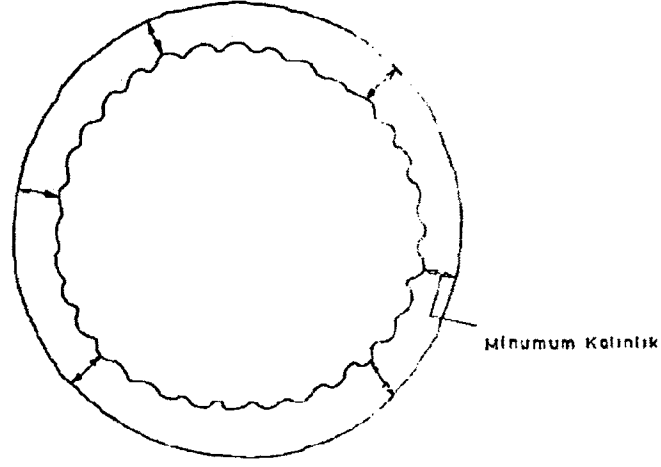
Şekil 2.4. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Örgülü iletken)



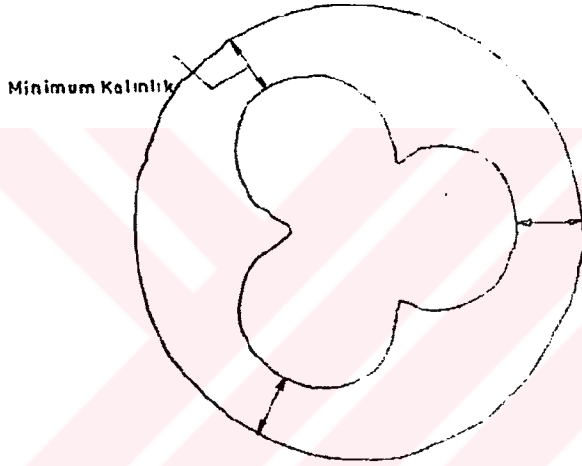
Şekil 2.5. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Dış Profil)



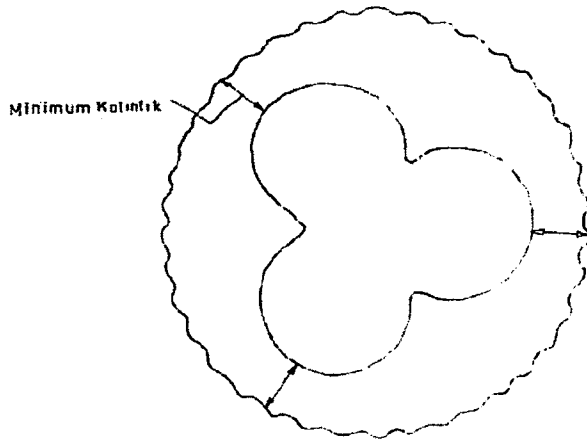
Şekil 2.6. Yalıtım Kalınlığının Ölçülmesi (İkili Yassı Kılıfsız Kordon)



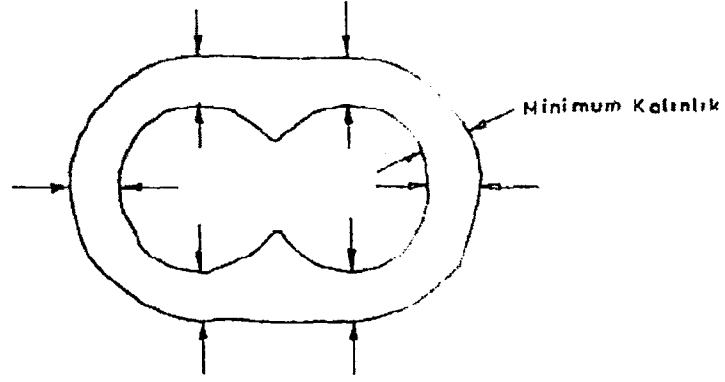
Şekil 2.7. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Çember Biçimli İç Profil)



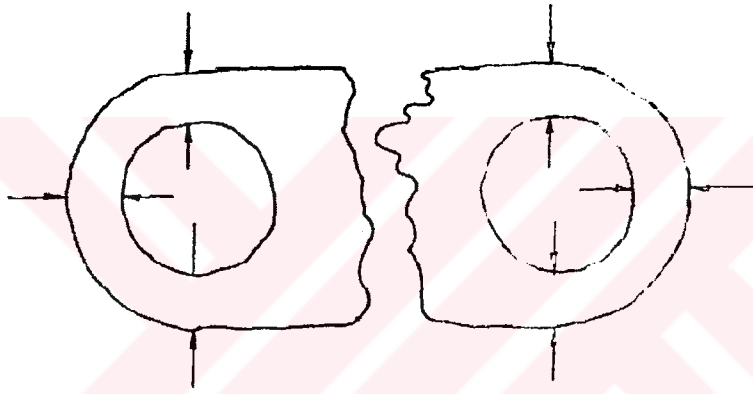
Şekil 2.8. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Çember Biçimli Olmayan İç Profil)



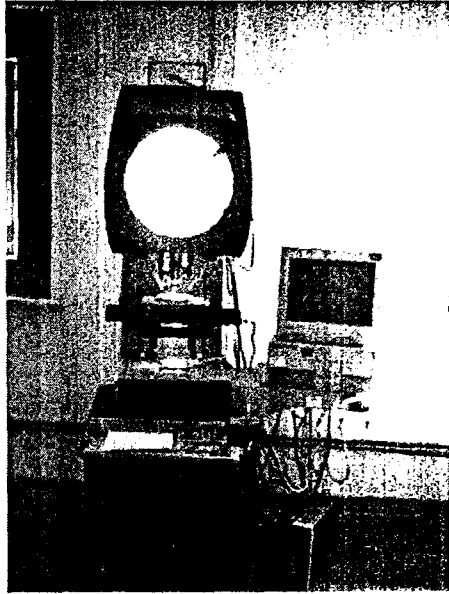
Şekil 2.9. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Düzgün Olmayan Dış Yüzey)



Şekil 2.10. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (İkili Yassı Kılıflı Kordon)



Şekil 2.11. Kılıf Kalınlığının Ölçülmesi (Tek Damarlı Yassı Kablo)



Şekil 2.12. Profil Projektör Cihazı

B3. Dıştan dışa boyutların ölçülmesi; Dıştan dışa boyutları 25 mm' yi aşmayan kablolar ve kordonlarda ölçmeler; bir mikrometre, bir profil projektörü veya benzeri cihazlarda birbirine dik iki doğrultuda yapılmalıdır. Rutin deneyler sırasında yapılan ölçmelerde, basıncın sınırlanmasına dikkat edilerek kadranlı mikrometre veya sürgülü kumpas kullanılabilir.

Dıştan dışa boyutlar 25 mm' yi aşıyorsa, kordon veya kablonun çevresi bir ölçme şeridi kullanılarak ölçülmeli ve çapı hesaplanmalıdır. Alternatif olarak, doğrudan çapın okunduğu ölçme şeridi de kullanılabilir.

Yassı kordon veya kablolarında ölçmeler; bir mikrometre, bir profil projektörü veya benzeri cihazlarda kesitin en büyük ve en küçük eksenleri boyunca yapılmalıdır.

İlgili kablo standardında başkaca belirtilmedikçe, okumalar, 25 mm ve daha küçük boyutlar için iki ondalığa kadar mm cinsinden ve 25 mm' yi aşan boyutlar için bir ondalığa kadar milimetre cinsinden yapılmalıdır. Elde edilen değerlerin ortalaması dış boyutların ortalaması olarak alınmalıdır.

### **2.3.2. Çekme deneyi**

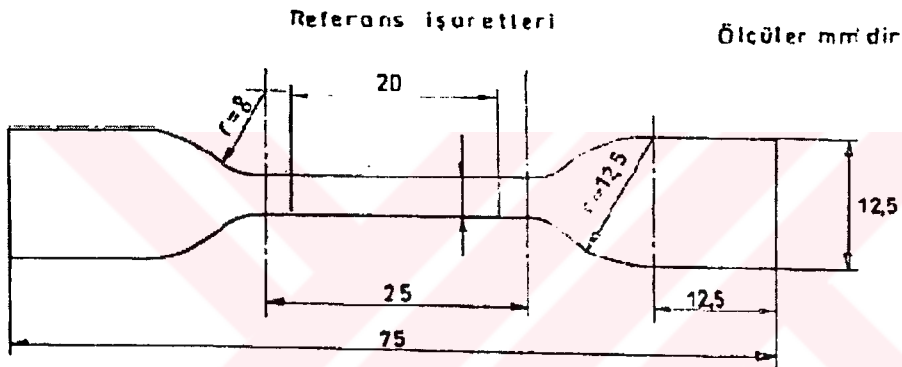
Çekme deneyi, imalat şartlarında (herhangi bir yaşlandırma yapılmadan) ve gerektiğinde ilgili kablo standardında belirtilen bir veya birkaç yaşlandırma işleminden sonra kablo yalıtım ve kılıf malzemesinin çekme dayanımının ve kopma uzamasının tespiti için uygulanır.

#### **A. Deney parçalarının şartlandırılması ve hazırlanması**

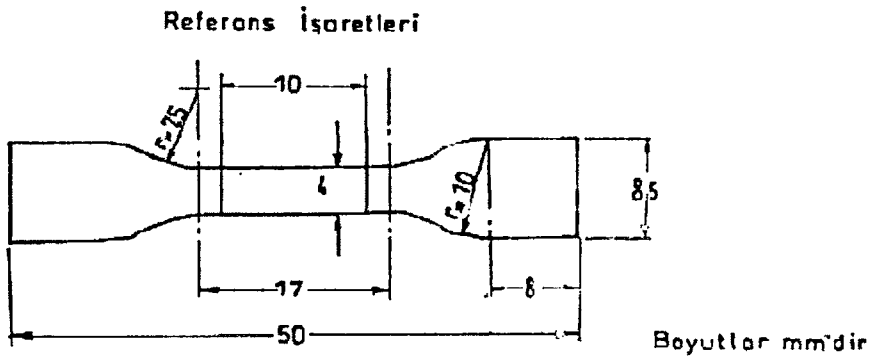
A1. Halter tipi deney parçaları ; Çekme deneyinde olabildiğince halter tipi deney parçaları kullanılmalıdır. Bunlar kablonun eksenini doğrultusunda kesilerek içindeki tüm kablo bileşenlerinden ayrılmış kılıf numunelerinden ve iletkenlerden ayrılan yalıtım numunelerinden hazırlanmalıdır. Her bir numune, 15 cm uzunlukta şeritler halinde kesilmelidir. Şeritler, aşırı ısınmadan kaçınılmasına dikkat edilerek kesilmeli veya taşlanmalıdır. Polietilen (PE) ve polipropen (PP) yalıtım ve kılıf için taşlama yapılmaz, yalnızca kesme uygulanır. Taşlama veya kesmeden sonra, şeritlerin kalınlığı 0.8 mm'

den az ve 2.0 mm' den fazla olmamalıdır. Orijinal numuneden 0.8 mm' lik kalınlık elde edilemezse, 0.6 mm' lik minimum kalınlığa müsaade edilir. Sonuçların güvenilirliğini artırmak için taşlama aleti çok keskin olmalı ve deney parçasının kenarlarında çapaklar bulunmamalıdır.

Numunenin çapı, Şekil 2.13' ye uygun halter tipi deney parçalarının kesilmesi için çok küçük ise, daha küçük boyutlu Şekil 2.14' e uygun deney parçaları kesilmelidir. Çekme deneyinden önce, büyük halter tipi parçaların ortasındaki 20 mm' lik kısım veya küçüklerde 10 mm' lik kısım, işaretlenmelidir.



Şekil 2.13. Halter Tipi Deney Parçası



Şekil 2.14. Küçük Halter Tipi Deney Parçası

A2. Tüp biçimli deney parçaları; Tüp biçimli deney parçaları, sadece kablo yalıtım/kılıfının halter tipi deney parçaları hazırlanması mümkün olmayacak boyutlu olması durumunda kullanılmalıdır.



Numuneler yaklaşık 100 mm uzunlukta kesilmeli ve yalıtıma/kılıfa zarar verilmemesine dikkat edilerek iletken ve bulunan tüm dış örtüler çıkartılmalıdır. Orta kısımdaki 20 mm' lik bölüm, çekme deneyinden önce işaretlenmelidir.

Çekme deneyinden önce bütün deney parçaları, direkt güneş ışığından korunarak  $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta, termoplastik yalıtım malzemeleri  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta en az 3 saat süre ile bekletilir.

B. Kesit alanının tayini:

B1. Halter tipi deney parçasının kesit alanının tayini; Her bir deney parçasının kesit alanı, aşağıdaki gibi belirlenen ortak genişlik ile her bir parçanın ölçülen minimum kalınlığının çarpımıdır.

Ortak genişlik, rasgele seçilen üç deney parçasından en küçük genişliğe sahip parçanın genişliğidir. Genişliğin düzgünlüğü hakkında şüphe duyulduğunda, üç deney parçasının alt ve üst kısmında ölçüm yapılmalıdır. Ortak genişlik, üç deney parçasında belirlenen altı değerden en küçüğü olmalıdır.

Her deney parçasının kalınlığı, germe yapılacak alanda yapılan üç kalınlık ölçümünün en küçüğüdür. Ölçmeler, optik bir cihazla veya temas basıncı  $0.07 \text{ N/mm}^2$ 'yi aşmayan bir kadranlı kumpasla yapılmalıdır. Ölçü aletleri,  $0.01 \text{ mm}$ ' den daha fazla olmayan bir hata ile kalınlıkları ve  $0.04 \text{ mm}$ ' den daha fazla olmayan bir hata ile genişlikleri ölçme kapasitesine sahip olmalıdırlar. Teknik olarak mümkünse optik bir ölçü aleti kullanmak en sağlıklı sonucu verecektir. Alternatif olarak maksimum temas basıncı  $0.02 \text{ N/mm}^2$  olan bir kadranlı kumpas kullanılabilir.

B2. Tüp biçimli deney parçasının kesit alanının tayini; Deney parçalarının hazırlanmasında kullanılan numuneden, aşağıdaki metotlardan biri ile deney parçalarının kesit alanının belirlenmesi amacıyla bir parça alınmalıdır. Şüphe duyulduğunda yoğunluk, kütle ve uzunluktan kesit alanının tayini metotlarından biri kullanılmalıdır. Yaşlandırılacak deney parçalarında kesit alanı, yaşlandırma işleminden önce, iletken varken belirlenmelidir.

a) Boyutlardan kesit alanı 2.3'deki denklem kullanılarak belirlenir.

$$A = \pi (D - \delta) \delta \quad (2.3)$$

Burada;

A: Kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

$\delta$ : İki ondalığa yuvarlatılan mm cinsinden yalıtım kalınlığının ortalama değeri,

D: İki ondalığa yuvarlatılan mm cinsinden deney parçasının dış çapının ortalama değeridir.

b) Yoğunluk, kütle ve uzunluktan kesit alanı, 2.4' deki denklem kullanılarak belirlenir.

$$A = \frac{1000 \times m}{d \times l} \quad (2.4)$$

Burada;

m: Deney parçasının üç ondalığa kadar ölçülen gram cinsinden kütlesi,

l: Bir ondalığa kadar ölçülen mm olarak uzunluk,

d: Aynı yalıtımın ilave bir numunesinde üçüncü ondalığa kadar ölçülen yoğunluktur (g/cm<sup>3</sup>).

c) Etil alkole daldırılarak belirlenen hacim ve uzunluktan kesit alanı 2.5' deki denklem kullanılarak belirlenir.

$$A = \frac{V}{l} \quad (2.5)$$

Burada;

V: İki ondalığa kadar ölçülen mm<sup>3</sup> olarak hacim,

l: Bir ondalığa kadar ölçülen mm olarak uzunluktur.

### C. Hava dolaşımı etüvdeki yaşlandırma (eskitme) işlemi

Hazırlanmış beş adet deney parçası, etüvün ortasına her bir parça diğerlerinden en az 20 mm uzaklıkta olacak biçimde konulmalıdır. Parçalar her iki ucundan tutturulmalı ve yalıtım bağlama telinden başka nesne ile temas etmemelidir. Deney parçaları etüv hacminin %2' sinden fazlasını kaplamamalıdır. İlgili kablo standardında belirtilen sıcaklık ve sürede etüvde tutulmalıdır.

Yaşlandırma periyodunun tamamlanmasından hemen sonra deney parçaları etüvden çıkartılmalı, doğrudan güneş ışığından korunarak en az 16 saat süreyle ortam sıcaklığında bırakılmalıdır.

### D. Deney işlemi

Bu deney, imalat şartlarında ve gerektiğinde bir yada birkaç yaşlandırma işleminden sonra (yaşlandırma işlemi; hava dolaşımı etüvde, basınçlı hava tüpünde ve oksijen tüpünde yapılabilir) kablo kılıf ve yalıtım malzemesinin çekme dayanımının ve kopma uzamasının tayini için kullanılır.

Çekme dayanımı; deney parçasının kopma noktasına kadar uzatıldığında kaydedilen maksimum çekme gerilmesidir. Birimi  $N/mm^2$ ' dir.

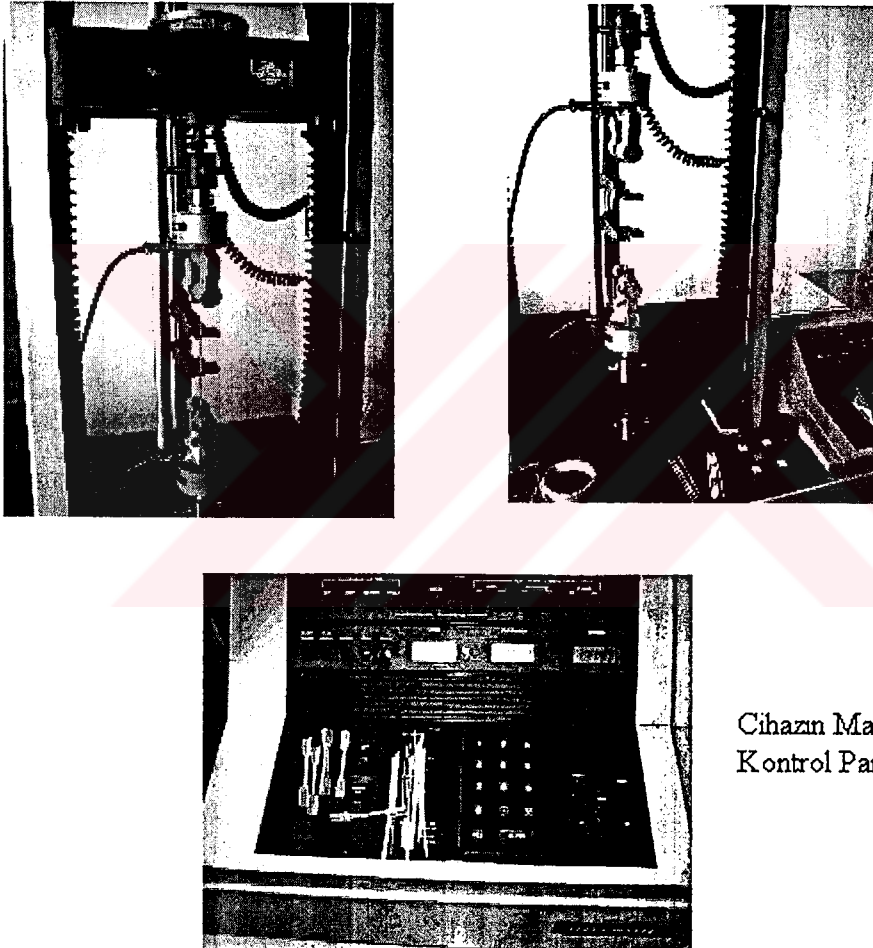
Kopma uzaması; kopma noktasında deney parçasının uzunluğundaki artışın, gerilmemiş durumdaki uzunluğunun yüzdesi olarak ifade edilmesidir.

Deney,  $23^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$  bir sıcaklıkta yapılmalıdır. Çekme deney makinasının çeneleri kendiliğinden sıkışan tipten veya başka tipten olabilir. Deney makinasının çeneleri arasındaki toplam uzunluk yaklaşık olarak;

- Şekil 2.14'de verilen halter tipi deney parçalarında 34 mm,
- Şekil 2.13'de verilen halter tipi deney parçalarında 50 mm,
- Kendiliğinden sıkışan çenelerle deney yapılıyorsa tüp biçimli deney parçalarında 50 mm,

- Kendiliğinden sıkışmayan çenelerle deney yapılıyorsa tüp biçimli deney parçalarında 85 mm, olmalıdır.

Polietilen (PE) ve polipropilen (PP) yalıtımlar dışında, ayırma hızı 250 mm/dakika  $\pm$  50 mm/dakika ve sonuçlardan şüphe duyulduğunda 25 mm/dakika  $\pm$  5 mm/dakika olmalıdır. Polietilen ve polipropilen veya bu malzemeleri ihtiva eden yalıtımlar için ayırma hızı 25 mm/dakika  $\pm$  5 mm/dakika olmalıdır. Şekil 2.15' de bir çekme deney cihazının mekaniksel kısmının ve kontrol panelinin görüntüsü verilmiştir.



Cihazın Manuel  
Kontrol Paneli

Şekil 2.15. Çekme Deney Cihazı

Deney sırasında maksimum çekme kuvveti ölçülerek kaydedilmeli ve aynı deney parçası üzerinde kopma noktasında iki referans işaret çizgisi arasındaki uzaklık ölçülmelidir.

Çekme dayanımı ve kopma uzaması hesaplanmalıdır. Çekme dayanımı ve kopma uzamasının hesaplanması için en az dört adet geçerli sonuç elde edilmeli, aksi halde deney tekrarlanmalıdır. Sonuçların ortanca değeri belirlenmelidir. Ortanca değer;

- Kullanılabilen değer sayısı tek ise, bunların ortadaki değeri,
- Kullanılabilen değer çift ise, ortadaki iki değer ortalaması olarak bulunur [13].

### 2.3.3. Yalıtım ve kılıfın kütle kaybı deneyi

Bu deney, hava dolaşımı etüvde yapılan yaşlandırma işleminden sonra, numunelerin  $cm^2$  olarak yüzey alanındaki kayıp kütle miktarının tespit edilmesi amacıyla yapılır. Kütle kaybı deneyinin yapılması sırasında kullanılan deney cihazları ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

- a) Tabii veya basınçlı hava dolaşımı bir hava etüvü: Etüv içindeki hava, deney parçalarının yüzeyinden geçerek etüvün üst tarafından çıkacak biçimde akmalıdır. Etüvde belli yaşlandırma sıcaklığında saatte 8' den az, 20' den fazla tam hava değişimi olmamalıdır. Kuşku durumunda, tabii hava dolaşımı etüv kullanılmalıdır.
- b) Duyarlığı 0,1 miligram olan bir analitik terazisi
- c) Halter tipi deney parçaları için kesme kalıbı
- d) Silikajelli veya benzeri malzemeli bir desikatör.

Kütle kaybı deneyi için, her bir damar yalıtımından ve kılıfından yaklaşık 100 mm boyunda üç numune alınmalı ve bunlar çekme deneyi için hazırlanan numunelerle aynı metotla hazırlanmalıdır.

Kablo numunelerindeki örtüler, iletkenler ve varsa yalıtım üzerindeki yarı iletken tabaka, çözücü kullanılmadan mekanik olarak çıkartılmalıdır. Deney aşağıdaki parçalara uygulanmalıdır:

- Hazırlanması mümkün olan Şekil.2.13' deki halter tipi deney parçalarına,
- Damar boyutları Şekil 2.13' deki halter tipi parçalar için çok küçükse Şekil 2.14' de gösterilen halter tipi deney parçalarına,

- Halter tipi deney parçalarına alternatif olarak, iç çapı 12,5 mm' yi aşmayan ve yalıtımın içinde yapışık yarı iletken tabaka bulunmaması ve kalan herhangi bir ayırıcı, çözücü kullanmaksızın uygun bir yolla kaldırılması şartı ile tüp biçimli deney parçalarına (Tüp biçimli deney parçalarının uçları kapatılmamalıdır),

Halter tipi deney parçalarının kalınlıkları  $1,0 \pm 0,2$  mm olmalıdır.

Her bir deney parçasının  $\text{cm}^2$  olarak A yüzey alanı, kütle kaybı deneyi uygulanmadan önce 2.6 ve 2.7' de verilen formüller ile hesaplanmalıdır.

Tüp biçimli numunelerde;

$$A = \frac{2\pi (D - \delta) \times (P + \delta)}{100} \text{ cm}^2 \quad (2.6)$$

Burada;

$\delta$ : Deney parçasının milimetre olarak ortalama kalınlığı,  $\delta < 0.4$  mm ise ikinci ondalığa kadar hesaplanmış, bu sınırın üstünde ise, birinci ondalığa kadar hesaplanmış,

D: Deney parçasının milimetre olarak ortalama dış çapı,  $D < 2$  mm ise ikinci ondalığa kadar hesaplanmış, bu sınırın üstünde ise, birinci ondalığa kadar hesaplanmış,

P: Deney parçasının milimetre olarak boyu, birinci ondalığa kadar hesaplanmıştır.

Şekil 2.14' de verilen boyutta halter tipi deney parçalarında;

$$A = \frac{624 + (118 \delta)}{100} \text{ cm}^2 \quad (2.7)$$

Şekil 2.13' de verilen boyutta halter tipi deney parçalarında;

$$A = \frac{1256 + (180 \delta)}{100} \text{ cm}^2 \quad (2.8)$$

Burada  $\delta$ ; ikinci ondalığa kadar hesaplanmış, milimetre cinsinden şeritlerin ortalama kalınlığıdır.

Hazırlanmış deney parçaları en az 20 saat süre ile ortam sıcaklığında bir desikatörde tutulmalıdır. Desikatörden çıkarıldıktan hemen sonra her bir deney parçası, birinci ondalığa kadar miligram cinsinden hassas bir şekilde tartılmalıdır. Bundan sonra numuneler,  $80^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklıkta, 7 x 24 saat aşağıdaki şartlarda tutulmalıdır:

- Birbirinden net olarak farklı bileşimlerin bileşikleri aynı anda aynı etüv içinde denenmemelidir.
- Deney parçaları, her bir parça diğerlerinden en az 20 milimetre uzakta olacak biçimde etüvün ortasına düşey olarak asılmalıdır.
- Etüv hacminin % 0,5' inden fazlası deney parçaları tarafından kaplanmamalıdır.

Bu ısı işleminden sonra deney parçaları tekrar 20 saat süre ile ortam sıcaklığında desikatörde tutulmalı ve her bir deney parçası, birinci ondalığa kadar miligram cinsinden hassas olarak yeniden tartılmalıdır. Her iki tartım sonucunda tespit edilen ağırlıklar arasındaki fark, her bir deney parçası için hesaplanmalı ve en yakın miligrama yuvarlatılmalıdır. Her bir deney parçasının kütle kaybı, miligram olarak ağırlıklar farkının, santimetre kare olarak yüzey alanına bölünmesiyle belirlenmelidir.

Her bir damardan ve kılıftan alınan üç adet deney parçasından bulunan sonuçların ortanca değeri,  $\text{mg}/\text{cm}^2$  olarak damarın kütle kaybı olarak alınmalıdır [14].

#### 2.3.4. Yüksek sıcaklıkta basınç deneyi

Bu deney, kablo kılıf ve yalıtım malzemesinin yüksek sıcaklıkta, yük altındaki mekanik dayanıklılığını tespit etmek amacıyla yapılır.

##### A. Deney parçalarının hazırlanması

Deneye tabi tutulacak yalıtım ve kılıf numunelerinden her birinin boyu 50 mm ile 100 mm arasında olan yan yana üç numune alınmalıdır. Varsa damar parçalarının üzerindeki örtüler mekanik olarak ayrılmalıdır.

Deneylere tabi tutulacak her kılıf numunesinde varsa örtüler ve bütün iç bölümler (damarlar, dolgu malzemesi, iç kılıf, zırh vb.) çıkartılmalıdır. Her bir kılıf parçasından genişliği çevresinin yaklaşık üçte biri olan ve kabloda çıkıntılar yoksa kablo eksenine paralel ince şerit kesilmelidir. Beşten fazla damardan dolayı kılıfta çıkıntılar varsa ince şerit aynı biçimde kesilmeli ve bu çıkıntılar taşlama ile yok edilmelidir. Beş veya daha az damardan dolayı kılıfta çıkıntılar varsa ince şerit, uzunluğu boyunca yaklaşık olarak ortasında en az bir çukurluk bulunacak biçimde çıkıntılar doğrultusunda kesilmelidir.

##### B. Deney parçalarının deney cihazındaki yerleri

Baskı sistemi Şekil 2.16' da gösterilmiştir. Sistem, deney parçasına karşı bastırılabilen  $0,70 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$  eninde bir dikdörtgen bıçak içermektedir.

Her bir damar parçası Şekil 2.16' de gösterildiği gibi yerleştirilmelidir. Küçük çaplı damar parçaları, bıçak bastırıldığında bükülmeyecek (eğri duruma gelmeyecek) şekilde yerleştirilmelidir. Daire dilimi biçimli damarların deney parçaları, Şekil 2.16' de gösterildiği gibi daire dilimi profilini tutması öngörülen bir destek üzerine yerleştirilmelidir. Kuvvet, damarın eksenine dik yönde uygulanmalı, bıçak da damarın eksenine dik olmalıdır.

Kılıf parçalarından alınan ince şeritler bir metal çubuk veya tüp ile, daha kararlı bir destek sağlamak üzere, ekseninden geçen düzlemi ikiye bölecek biçimde



tutturulmalıdır. Çubuk veya tüpün yarı çapı, deney parçasının iç yarıçapının yaklaşık yarısına eşit olmalıdır. Cihaz, ince şerit ve taşıyıcı çubuk (tüp); çubuğun ince şeridi taşıyacağı ve bıçağın deney parçasının dış yüzeyine bastıracağı biçimde düzenlenmelidir. Kuvvet; çubuğun eksenine dik yönde uygulanmalı ve bıçak da çubuk veya tüpün eksenine dik olmalıdır.

### C. Sıkıştırma kuvvetinin hesaplanması

Deney parçasına (daire veya daire dilimi biçimli damarların her ikisinde de) bıçak tarafından uygulanan kuvvet Newton olarak, 2.9'daki formülden hesaplanabilir.

$$F = k \sqrt{2 D \delta - \delta^2} \quad (2.9)$$

Burada;

k: Kablo tipinin kendi standardında herhangi bir değer verilmiş ise bu verilen değer, kablo tipinin standardında değer verilmemiş ise, değeri aşağıdaki gibi olan bir katsayıdır.

k: Bükülgen kordonlarda veya bükülgen kabloların damarlarında 0,6' ya eşittir.

k: Sabit tesisatta kullanılan kabloların  $D < 15$  mm olan damarlarında 0,6' ya eşittir.

k: Sabit tesisatta kullanılan daire dilimi biçimi kesitli damarlarda ve  $D > 15$  mm olan damarlarda 0,7' ye eşittir.

$\delta$  : Deney parçasındaki yalıtımın kalınlığının mm olarak ortalama değeridir.

D : Deney parçasının dış çapının mm olarak ortalama değeridir.

Hesaplanan kuvvet %3' den fazla olmamak şartı ile alt değere yuvarlatılabilir.

### D. Yüklenmiş deney parçalarının ısıtılması

Deney, bir hava etüvünde yapılmalı ve deney düzeneği ile deney parçaları titreşim olmayacak şekilde etüve yerleştirilmelidir. Havayı harekete getirici mekanizma gibi titreşime sebep olabilecek hiçbir donanım etüvde olmamalıdır. Hava sıcaklığı, ilgili kablo standardında öngörülen değerde sabit tutulmalıdır.

Yüklenmiş ancak önceden ısıtılmamış deney parçası ilgili kablo standardında öngörülen süre için veya ilgili kablo standardında belirtilmemiş ise aşağıda verilen süreler için deney konumunda tutulmalıdır.

$D < 15$  mm olan deney parçalarında 4 saat

$D > 15$  mm olan deney parçalarında 6 saat

#### E. Yüklenmiş deney parçalarının soğutulması

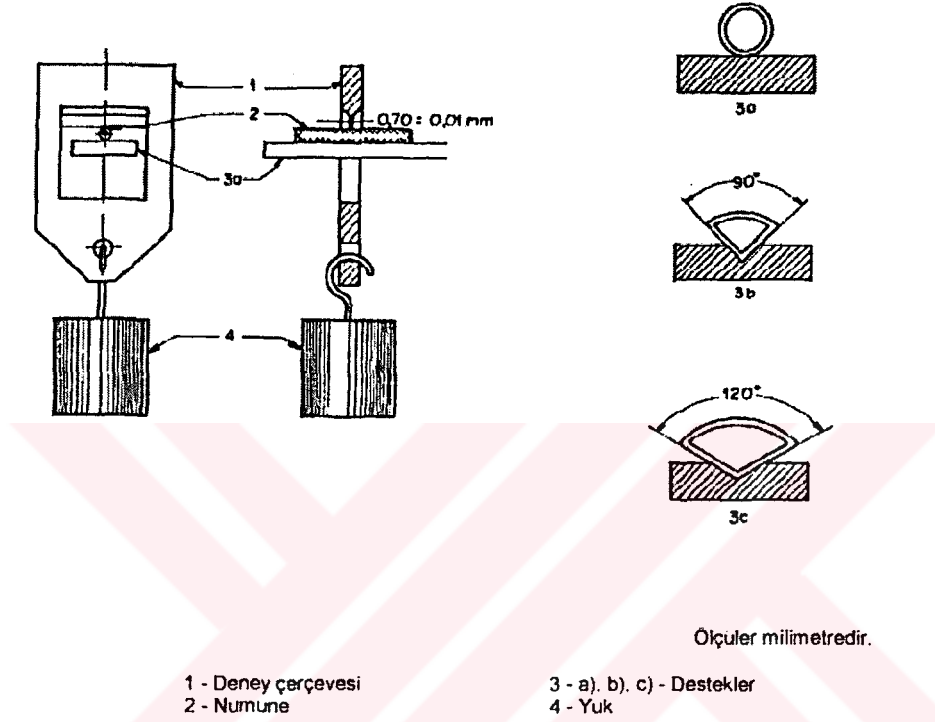
Belirtilen sürelerin sonunda deney parçası yük altında hızla soğutulmalıdır. Isıtma hücreesindeki bu işlem, deney parçasının bıçağın bastırıldığı bölümüne soğuk su püskürtülerek yapılabilir. Deney parçası, yalıtımın toparlanmasının devam etmediği sıcaklığa kadar soğutulduğunda donanımdan çıkarılmalıdır. Sonra deney parçası soğumaya devam etmesi için soğuk suya daldırılmalıdır.

#### F. Baskının ölçülmesi

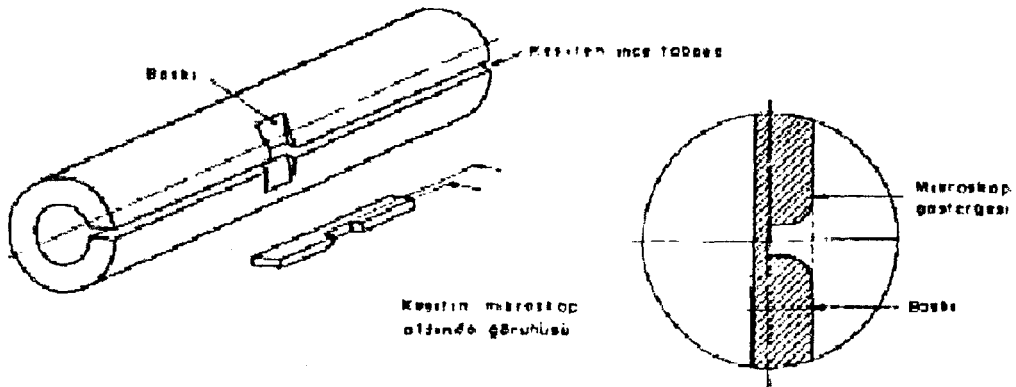
Soğutma işleminden hemen sonra deney parçası, baskı derinliğinin belirlenmesi için hazırlanmalıdır. Her bir damar parçasındaki iletken çıkartılarak bu parça tüp biçimine getirilmelidir. Şekil 2.17' de görüldüğü gibi baskıya dik ve dar bir şerit deney parçasından kesilerek çıkartılmalıdır. Şerit düz olarak bir ölçme mikroskobu veya ölçme projektörünün altına yerleştirilmeli ve baskı derinliği mm olarak ölçülmelidir. Dış çapı 6 mm ve daha küçük olan deney parçaları, Şekil 2.18' de gösterilen biçimde enine olarak baskıdan ve hemen yakınından kesilmeli ve baskının derinliği 1 ve 2 kesitlerinin mikroskop ile ölçülen değerleri arasındaki fark olarak bulunmalıdır. Bütün ölçmeler milimetre olarak ve iki ondalığa kadar yapılmalıdır.

## G. Sonuçların değerlendirilmesi

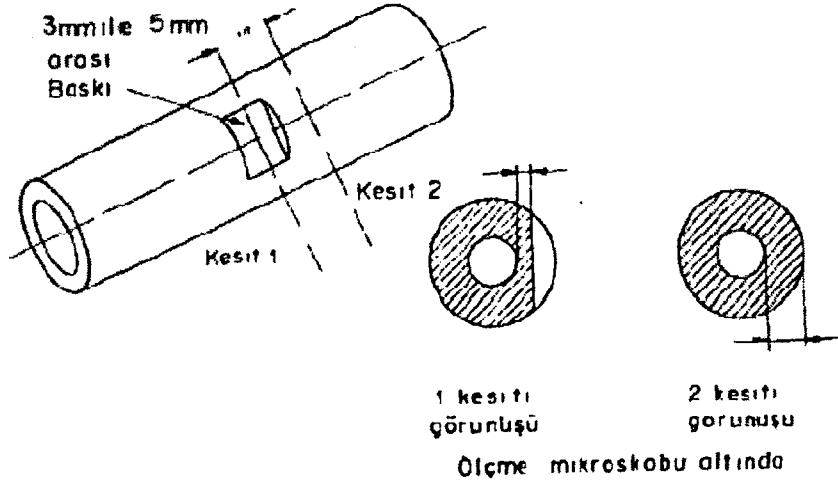
Her bir damardan alınan üçer adet deney parçasında ölçülen baskı derinliklerinin ortanca değeri, deney parçasının yalıtım kalınlığının ortalama değerinin %50' sinden fazla olmamalıdır.



Şekil 2.16. Baskı Sistemi



Şekil 2.17. Baskının Ölçülmesi



Şekil 2.18. Küçük Deney Parçalarında Baskının Ölçülmesi

### 2.3.5. Yalıtımlar ve kılıfların çatlama karşı dayanıklılık deneyleri (Isı şoku deneyi)

Bu deney, kablo yalıtım ve kılıf malzemesinin yüksek sıcaklıkta çatlama karşı dayanıklılığını tespit etmek amacıyla yapılır.

Deneye tabi tutulacak her bir yalıtım ve kılıf birbirinden en az 1 metre uzaklıkta iki yerden alınan uygun uzunlukta iki numune ile temsil edilmelidir. Varsa dış örtüler çıkartılmalıdır. Deney parçaları, aşağıdaki üç yoldan birine göre hazırlanmalıdır.

- Dış çapı 12,5 mm' yi aşmayan numunelerde her deney parçası, bir yalıtım/kılıf parçasından meydana gelmelidir.
- Dış çapı 12,5 mm' yi aşan ve yalıtım/kılıf kalınlığı 5 mm' yi aşmayan numunelerde her deney parçası yalıtım/kılıf dan alınan ve genişliği kalınlığının en az 1,5 katı olan fakat 4 mm' den az olmayan bir ince şeritten meydana gelmelidir. Şerit, iletkenin eksenini doğrultusunda kesilmelidir.
- Dış çapı 12,5 mm' yi aşan ve yalıtım/kılıf kalınlığı da 5 mm' yi aşan numunelerde her deney parçası (b) paragrafına göre kesilen ve dış yüzü kesilerek veya taşlanarak

kalınlığı 4 mm ile 5 mm arasında indirilen ince bir şeritten meydana gelmelidir. Bu kalınlık ince şeridin en kalın yerinde ölçülmeli ve genişlik kalınlığın en az 1,5 katı olmalıdır.

Her bir deney parçası, ortam sıcaklığında bir mandrel üzerine yaklaşık bir helis teşkil edecek biçimde sıkı sıkıya sarılmalıdır. Mandrelın çapı ve sarım sayıları aşağıda verildiği gibi olmalıdır.

Mandrel çapları ve sarım sayıları, (a) paragrafına göre hazırlanan deney parçaları için Tablo 2.10' a göre belirlenmelidir. Yassı kordon ve kablolarda Tablo 2.10' daki mandrel çapı, damarın küçük boyutu için verilmiştir. Damar, küçük eksenli mandrelle dik olacak biçimde sarılır.

Tablo 2.10. Mandrel Çapları ve Sarım Sayıları

Deney Parçası Dış Çapı (D) mm	Mandrel Çapı mm	Sarım Sayısı
$D \leq 2,5$	5	6
$2,5 < D \leq 4,5$	9	6
$4,5 < D \leq 6,5$	13	6
$6,5 < D \leq 9,5$	19	4
$9,5 < D \leq 12,5$	40	2

Mandel çapları ve sarım sayıları, (b) ve (c) paragraflarına göre hazırlanan deney parçaları için Tablo 2.11' de verilmiştir. Bu durumda, deney parçasının iç yüzeyi mandrel ile temasta olmalıdır.

Tablo 2.11. Mandrel Çapları ve Sarım Sayıları

Deney Parçası Kalınlığı ( $\delta$ ) mm	Mandrel Çapı mm	Sarım Sayısı
$\delta < 1$	2	6
$1 < \delta \leq 2$	4	6
$2 < \delta \leq 3$	16	6
$3 < \delta \leq 4$	18	4
$4 < \delta \leq 5$	10	2

Bu tabloların uygulanmasında, her deney parçasının çapı veya kalınlığı bir kumpas veya diğer uygun ölçme aleti ile ölçülmelidir.

Deney parçaları, mandrel üzerinde, sıcaklığı ilgili kablo standardında verilen değere getirilmiş veya kablo standardında bir sıcaklık verilmemiş ise  $150^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  sıcaklığa kadar ısıtılmış bir hava etüvüne konulmalıdır. Deney parçaları bu sıcaklıkta 1 saat bekletildikten sonra etüvden çıkarılmalıdır. Deney parçalarının sıcaklığı yaklaşık olarak ortam sıcaklığına ulaştıktan (soğuduktan) sonra, mandrel üzerinde iken gözle muayene edilmelidir. Büyüteç kullanılmadan bakıldığında, deney parçasında çatlak görülmemelidir [15].

### 2.3.6. Yalıtım ve kılıfların düşük sıcaklıkta bükme deneyi

Bu deney, kablo kılıf ve yalıtım malzemesinin düşük sıcaklıklarda bükülmeye karşı mekanik dayanıklılığını tespit etmek amacıyla yapılır.

Bu deney, genel olarak halter tipi deney parçası hazırlanması mümkün olmadığında, dış çapı 12,5 mm' ye kadar olan dairesel kesitli damarlar, daire dilimi şeklindeki damarlar ve kılıflar için amaçlanmıştır.

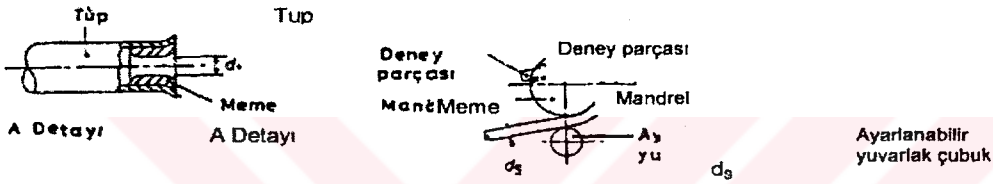
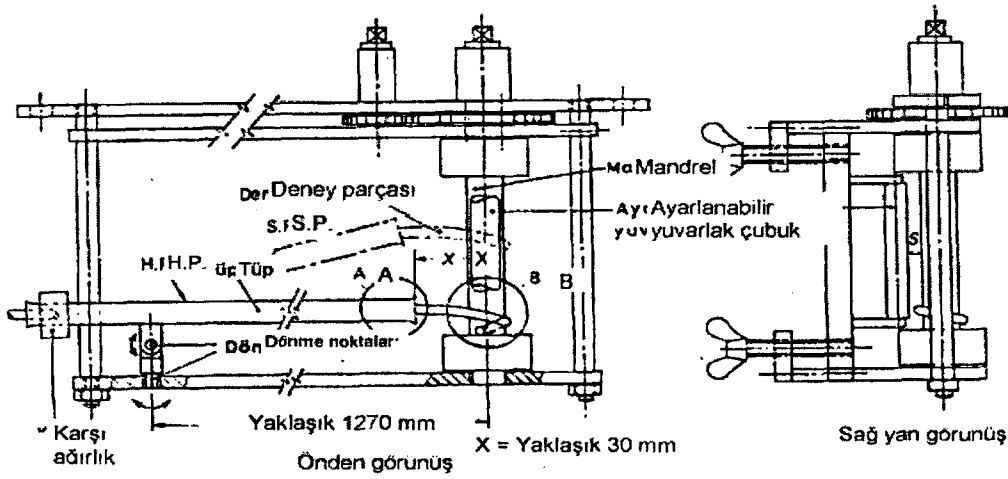
Kablo tipi standardında gerekli görüldüğünde, deney daha büyük kesitli damarlara da uygulanabilir. Aksi takdirde daha büyük kesitli damarların yalıtımı Madde 2.3.7' de belirtilen uzama deneyine tabi tutulur.

A. Numune alma ve deney parçalarının hazırlanması;

Deneye tabi tutulacak her yalıtım ve kılıfdan yaklaşık 50 cm uzunluğunda iki numune alınmalıdır. Varsa örtünün kaldırılmasından sonra yalıtım deney parçası olarak kullanılmalıdır.

B. Cihaz;

Bu deney için önerilen cihaz açıklamaları ile birlikte Şekil 2.19'da verilmiştir. Cihaz esas olarak deney parçaları için bir donanımdan ve dönen mandrelden meydana gelir. Cihaz deneyden önce ve deney esnasında soğutucuda tutulmalıdır.



- NOT 1 -  $d_2 < S < 1,5d_2$   
 2 - Yatay durumda (HP) tüp deneş parçasını aşağıya doğru fazla bastırmamalıdır.  
 3 - Eğik durumda (SP) tüp deneş parçasını yukarıya doğru fazla bastırmamalıdır.  
 4 -  $d_1 = 1,2/1,5d_2$

Şekil 2.19. Düşük Sıcaklıkta Bükme Deneş Cihazı

### C. İşlem;

Deneş parçası Şekil 2.19' da görüldüğü gibi cihaz içine tutturulmalıdır. Deneş parçasıyla birlikte cihaz, 16 saatten az olmayan bir süre boyunca kablonun ilgili standardında belirtilen sıcaklıktaki soğutucuda tutulmalıdır. 16 saatlik soğutma periyoduna cihazın soğuması için gerekli süre dahildir.

Öngörülen sürenin sonunda mandrel belirtilen şartlara uygun olarak döndürülmeli, deneş parçası yaklaşık helis biçiminde mandrel etrafına gergince sarılmalıdır. Daire dilimli biçimli deneş parçalarında deneş parçasının daire biçimli arka bölümü mandrel ile temas halinde olmalıdır. Daha sonra, deneş parçası mandrel üzerinde sarılı durumdayken çevre sıcaklığına ulaşana kadar bekletilir.

#### D. Deney şartları;

Soğutma ve deney sıcaklığı, kablo tipine ait ilgili standartta bileşik tipi için belirtildiği gibi olmalıdır.

Mandrel çapı, deney parçasının çapının 4 katı ile 5 katı arasında olmalıdır. Mandrel, yaklaşık 5 saniyede bir devir yapacak şekilde sabit bir hızla döndürülmelidir ve dönme sayısı Tablo 2.12' de belirtildiği gibi olmalıdır.

Tablo 2.12. Mandrel Dönme Sayıları

Deney parçasının dıştan dışa çapı (d) mm	Dönme sayısı
$d \leq 2,5$	10
$2,5 < d \leq 4,5$	6
$4,5 < d \leq 6,5$	4
$6,5 < d \leq 8,5$	3
$8,5 < d$	2

Her deney parçasının çapı, kumpasla yada şerit metre ile ölçülmelidir.

#### E. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi;

Yapılan sarım işlemi sonunda, deney parçaları mandrel üzerine sarılı durumda iken kontrol edilmelidir. Büyütme olmadan normal gözle bakıldığında, her iki deney parçasının yalıtımında herhangi bir çatlak görülmemelidir.

#### 2.3.7. Yalıtım ve kılıflar için düşük sıcaklıkta uzama deneyi

Bu deney, kablo kılıf ve yalıtım malzemesinin düşük sıcaklıktaki kopma uzamasını tespit etmek amacıyla yapılır.

##### A. Genel;

Bu deney, bükme deneyine tabi tutulmamış damar yalıtımları ve kılıflar için amaçlanmıştır.



## B. Numune Alma;

Deneye tabi tutulacak her yalıtım ve kılıfdan 15 cm uzunluğunda iki numune alınmalıdır.

## C. Deney Parçalarının Hazırlanması;

Bütün örtülerin (varsa yarı iletken tabaka dahil) çıkarılmasından sonra yalıtım/kılıf, eksen doğrultusunda kesilip açılmalı, bundan sonra iletken ve varsa iç yarı iletken tabaka çıkartılmalıdır.

Yalıtım ve kılıf şeritleri iki paralel yüzey elde edilecek biçimde aşırı ısınmadan kaçınılmasına dikkat edilerek kesilmeli veya taşlanmalıdır. Taşlama veya kesmeden sonra şeritlerin kalınlığı 0,8 mm' den az ve 2,0 mm' den fazla olmamalıdır. Orjinal numuneden 0,8 mm' lik bir kalınlık elde edilmezse 0,6 mm' lik minimum kalınlığa müsaade edilir. Bütün şeritler en az 16 saat süre ile ortam sıcaklığında şartlandırılmalıdır.

Numuneler hazırlandıktan sonra her numuneden Şekil 2.13 veya gerekiyorsa Şekil 2.14' e uygun iki adet halter tipi deney parçası, her numunenin eksenini doğrultusunda mümkünse iki halter tipi deney parçası yan yana olacak biçimde kalıpla kesilmelidir.

Deney esnasında işaret çizgileri arasındaki uzaklığın ölçülmesini sağlayan bir cihaz (örneğin, lazer ekstansiyometre) kullanılırsa halter tipi deney parçaları işaretlenmelidir.

## D. Cihaz;

Deney, soğutma sistemi bulunan normal çekme makinası veya bir soğutma hücresine yerleştirilmiş çekme makinası ile yapılabilir. Soğutucu olarak bir sıvı kullanılıyorsa, belirtilen deney sıcaklığındaki şartlandırma süresi 10 dakikadan az olmamalıdır. Soğutma, hava ile gerçekleştiriliyorsa, cihaz ve deney parçasının birlikte soğutulmaları için şartlandırma süresi 4 saatten az olmalıdır. Soğutma işlemi için bir sıvı karışımı kullanıldığında, bu karışım yalıtımı ve kılıfı etkilememelidir.

Uzama deneyi süresince, işaret çizgileri arasındaki uzaklığın doğrudan doğruya ölçülmesini sağlayan bir cihaz yada çeneler arasındaki yer değişimini ölçebilen bir cihaz kullanılmalıdır.

Burada uygun bir soğutucu olarak etil alkol veya metil alkolün katı karbondioksitle karışımı kullanılabilir.

#### E. İşlem ve deney şartları;

Deney sıcaklığı kablo tipi standardında belirtilen bileşik tipi için öngörülen değerde olmalıdır.

Çekme cihazının çeneleri kendiliğinden sıkışmayan tipte olmalıdır. Her ikisine de ön soğutma uygulanmış çenelere, halter tipi deney parçası tutturularak sıkıştırılmalıdır. Deneyden önce her bir parça (büyük halter tipi parçaların orta kısmındaki 20 mm' lik kısım veya küçüklerde 10 mm' lik kısım) işaretlenmelidir.

Deney esnasında işaret çizgileri arasındaki uzaklık doğrudan doğruya ölçülüyorsa her iki çene arasındaki serbest uzunluk yaklaşık 30 mm olmalıdır. Çenelerin yer değiştirmesi ölçülüyorsa, çeneler arasındaki serbest uzunluk Şekil 2.13' deki halter tipi deney parçası için  $30 \pm 0,5$  mm ve Şekil 2.14' deki halter tipi deney parçası için  $22 \pm 0,5$  mm olmalıdır. Çekme makinasının çenelerinin birbirinden ayrılma hızı  $25 \pm 5$  mm/dakika olmalıdır. Kopma anındaki uzama işaret çizgileri arasındaki uzaklığın ölçülmesiyle veya çeneler arasındaki uzaklığın ölçülmesiyle belirlenmelidir.

#### F. Sonuçların değerlendirilmesi;

Uzamanın hesaplanması için, işaret çizgileri arasındaki mm olarak uzunluk başlangıçtaki 20 mm' ye (veya Şekil 2.14' e uygun olan halter tipi deney parçası kullanılıyorsa 10 mm) göre bulunmalı ve bu mesafenin yüzdesi olarak ifade edilmelidir.

Alternatif olarak çeneler arasındaki mesafenin ölçülmesi metodu kullanılırsa, bu uzaklığın artışı Şekil 2.13' e uygun halter tipi deney parçası için 30 mm'lik, Şekil 2.14'e uygun halter tipi deney parçası içinde 20 mm' lik başlangıç uzunluğuna göre bulunmalıdır. Bu metot kullanıldığında, deney parçası cihazdan çıkartılmadan önce gözle kontrol edilmelidir. Deney parçası çeneler arasında kısmen kaydığında, sonuç dikkate alınmamalıdır. Uzamanın hesaplanması için, en az üç adet geçerli sonuç gereklidir. Kablo tipinin ilgili standardında farklı belirtilmedikçe, kopma uzamasının ortanca değeri %30' dan daha az olmamalıdır.

### **2.3.8. Yalıtım ve kılıflar için düşük sıcaklıkta darbe deneyi**

Bu deney, kablo yalıtım ve kılıf malzemesinin düşük sıcaklıkta uygulanan darbeye karşı mekanik dayanıklılığını tespit etmek amacıyla yapılır.

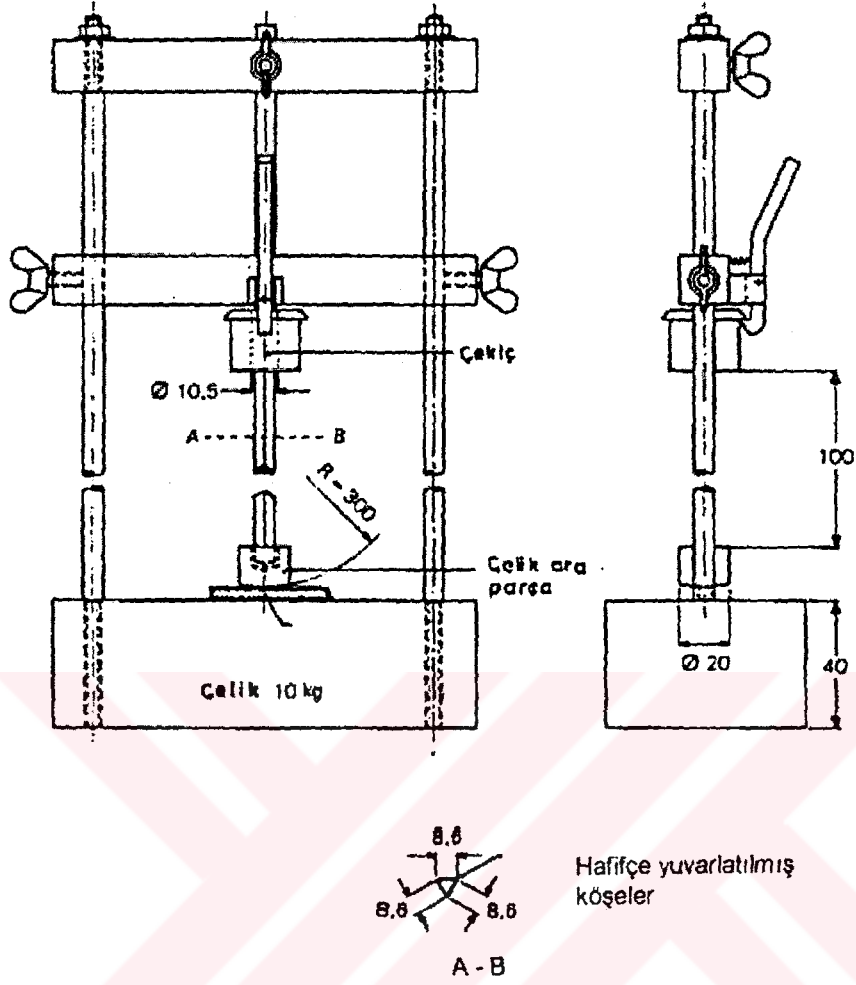
Düşük sıcaklıktaki darbe deneyi; damarlardaki yalıtım tipine bağlı olmadan PVC kılıflı bütün tiplerdeki kablo yalıtımları için ve ilgili kablo standardında istendiğinde PVC kılıflı olmayan yassı kordonlar ve tellerin yalıtımı için ön görülmüştür. Polivinil klorür kablo kılıflarına düşük sıcaklıkta darbe deneyi uygulanmaz.

A. Numune alma ve deney parçalarının hazırlanması;

Uzunluğu 150 mm' den az olmamak üzere kablo çapının en az beş katı uzunluğunda üç adet komple kablo parçası alınmalıdır. Kablodaki bütün dış örtüler çıkartılmalıdır.

B. Cihaz;

Bu deneyde kullanılacak cihaz açıklamaları ile birlikte Şekil 2.20' de verilmiştir. Cihaz yaklaşık 40 mm kalınlığında süngerimsi kauçuk mesnet üzerine yerleştirilmeli deneyden önce ve deney esnasında bir soğutucu içinde tutulmalıdır.



Şekil 2.20. Düşük Sıcaklıkta Darbe Deney Cihazı

### C. Deney şartları;

Deney sıcaklığı, ilgili kablo standardındaki bileşik tipi için belirtildiği gibi olmalıdır. Sabit tesisat güç kablolarında numunelerin deneye tabi tutulmasında kullanılacak çekiç kütlesi Tablo 2.13' de verilmiştir.

Tablo 2.13. Deneyde Kullanılacak Çekiç Kütlesi

Dıştan dışa çap (d) mm	Çekicinin kütlesi(g)
$d \leq 4,0$	100
$4,0 < d \leq 6,0$	200
$6,0 < d \leq 9,0$	300
$9,0 < d \leq 12,5$	400
$12,5 < d \leq 20,0$	500
$20,0 < d \leq 30,0$	750
$30,0 < d \leq 50,0$	1000
$50,0 < d \leq 75,0$	1250
$75,0 < d$	1500

Tablodaki dıştan dışa çap, her deney parçası üzerinde kumpas veya ölçme şeridi ile ölçülmelidir.

#### D. İşlem;

Cihaz ve deneye tabi tutulacak kablo parçası, belirtilen sıcaklıkta bir soğutucu içine yan yana yerleştirilmelidir. Soğutucu içinde, cihazın soğutulması için olan süre dahil, 16 saatten az olmayan bir zaman boyunca soğutulmaya bırakılmalıdır. Belirlenmiş süre sonunda her deney parçası sıra ile Şekil 2.20' de gösterildiği gibi yerleştirilmelidir ve çekiç 100 mm yükseklikten düşürülmelidir.

Kılıfsız kablo veya kordonların yalıtımının muayenesinden önce, deney parçalarının ortam sıcaklığına gelmesi beklenmelidir. Bundan sonra yalıtımdan alınmış olan ve doğrusallığını koruyan deney parçaları her 100 mm' si için 360° lik bir açı ile bükülerek muayene edilmelidir.

Varsa kablo ve kordonların kılıflarının muayenesinden önce deney parçalarının ortam sıcaklığına gelmesi beklenmeli ve sonra sıcak su içine daldırılmalıdır. Kılıf kablonun eksenini doğrultusunda kesilerek açılmalıdır. Kılıfın ve yalıtımın iç ve dış tarafı muayene edilmelidir. Kılıflı kablo ve kordonların yalıtımı, sadece dışardan muayene edilmelidir.

E. Sonuçların değerlendirilmesi ;

Büyütme olmadan göz ile yapılan muayenede üç deney parçasında çatlak görülmezse, deney şartlarının yerine geldiği, üç numuneden herhangi birinde çatlak görülürse, kablo veya kılıfın deney şartlarına uymadığı kabul edilir [16].

### **2.3.9. Yalıtılmış tek iletken veya kablo için düşey alev yayılmasına karşı dayanıklılık deneyi**

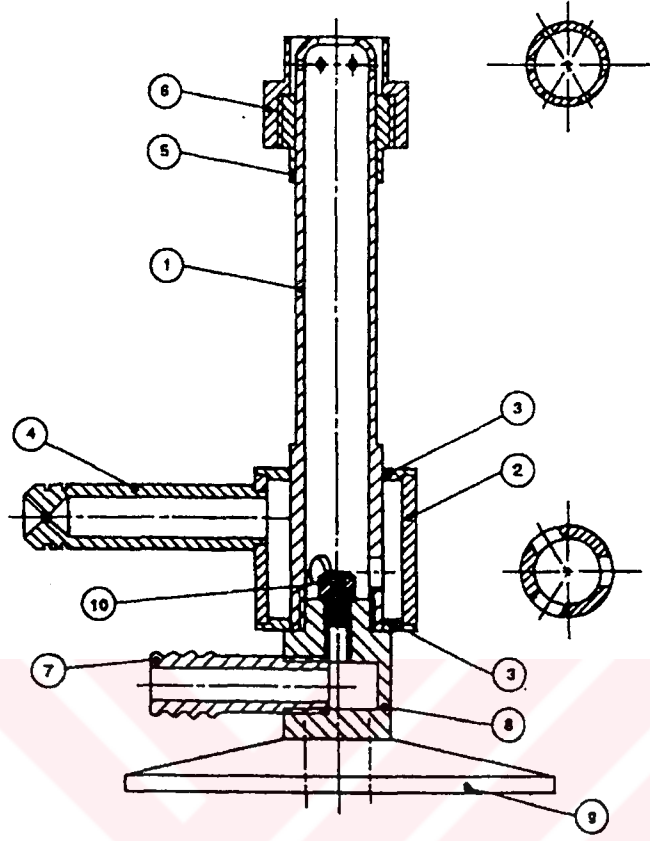
Bu deney, kablonun düşey alev yayılmasına karşı dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla yapılır.

#### **A. Deney düzeneği**

A1. Metalik ekran: Deneyde, Şekil 2.24' de görüldüğü gibi 1200 mm  $\pm$  25 mm yüksekliğinde, 300 mm  $\pm$  25 mm genişliğinde ve 450 mm  $\pm$  25 mm derinliğinde ön yüzü açık, alt, üst, yan ve arka yüzeyleri kapalı üç taraflı metalik bir ekran kullanılmalıdır.

A2. Tutuşturma kaynağı: Tutuşturma kaynağı Şekil 2.21' deki gibi bir gaz beki olmalıdır. Bek, en az %98' den büyük olan propan gazı ile beslenmelidir.

A3. Hücre: Metalik ekran ve tutuşturma kaynağı, deney süresince hava akımında olmayacak ancak yanma sırasında açığa çıkan zararlı gazları dağıtabilecek cihazı bulunan uygun bir hücre içerisinde tutulmalıdır. Hücre 23 °C  $\pm$  10 °C' lik bir sıcaklıkta tutulmalıdır.



Şekil 2.21 Ön Karışım Bek

A4. Akış ölçerler: Deney düzeneğinde iki adet akış ölçer bulunmadır. Akış ölçerler,

- $\pm$  %2 doğruluğa kadar, 23 °C' de, 650 ml/min bir gaz,
- $\pm$  %2 doğruluğa kadar, 23 °C' de, 10 ml/min bir hava,

akış hızının ölçülmesi için uygun olmalıdır.

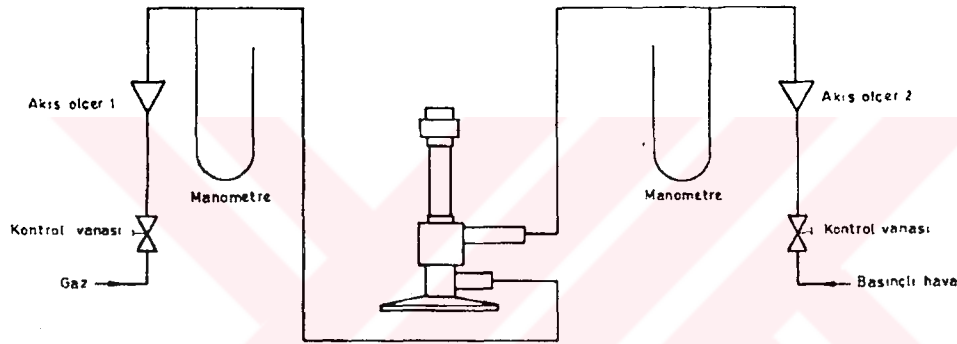
A5. Manometre: 0 kPa - 7,5 kPa aralığındaki basınçların ölçümünü yapabilecek nitelikte iki adet manometre kullanılır. Bunun için su manometreleri kullanılabilir.

A6. Kontrol vanası: Gaz ve hava akışını ayarlamak için iki adet kontrol vanası kullanılır.

A7. Bakır blok: Deney alevinin doğrulanması amacıyla, tamamen makine işlemi ile elde edilmiş, delinmemiş durumda çapı 9 mm ve kütlesi  $10 \text{ g} \pm 0,05 \text{ g}$  olan bakır blok kullanılmalıdır. Bu bakır bloğun tam ortasına  $0,5 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$  çaplı bir delik açılmalıdır.  $1050 \text{ }^\circ\text{C}$ ' den daha yüksek sıcaklıklarda uzun süreli çalışma için uygun, kılıflı, dış kılıf çapı 0,5 mm olan, ince tel tipi K (NiCr/NiAl) olan bir ısıl çift bakır bloğun ortasındaki deliğe sıkıştırılmalıdır. [17].

## B. Deney alevinin elde edilmesi

Alevi elde etmek için Şekil 2.22' de gösterildiği gibi bir düzenek hazırlanmalıdır.



Şekil 2.22. Bek ve Besleme Devresinin Şeması

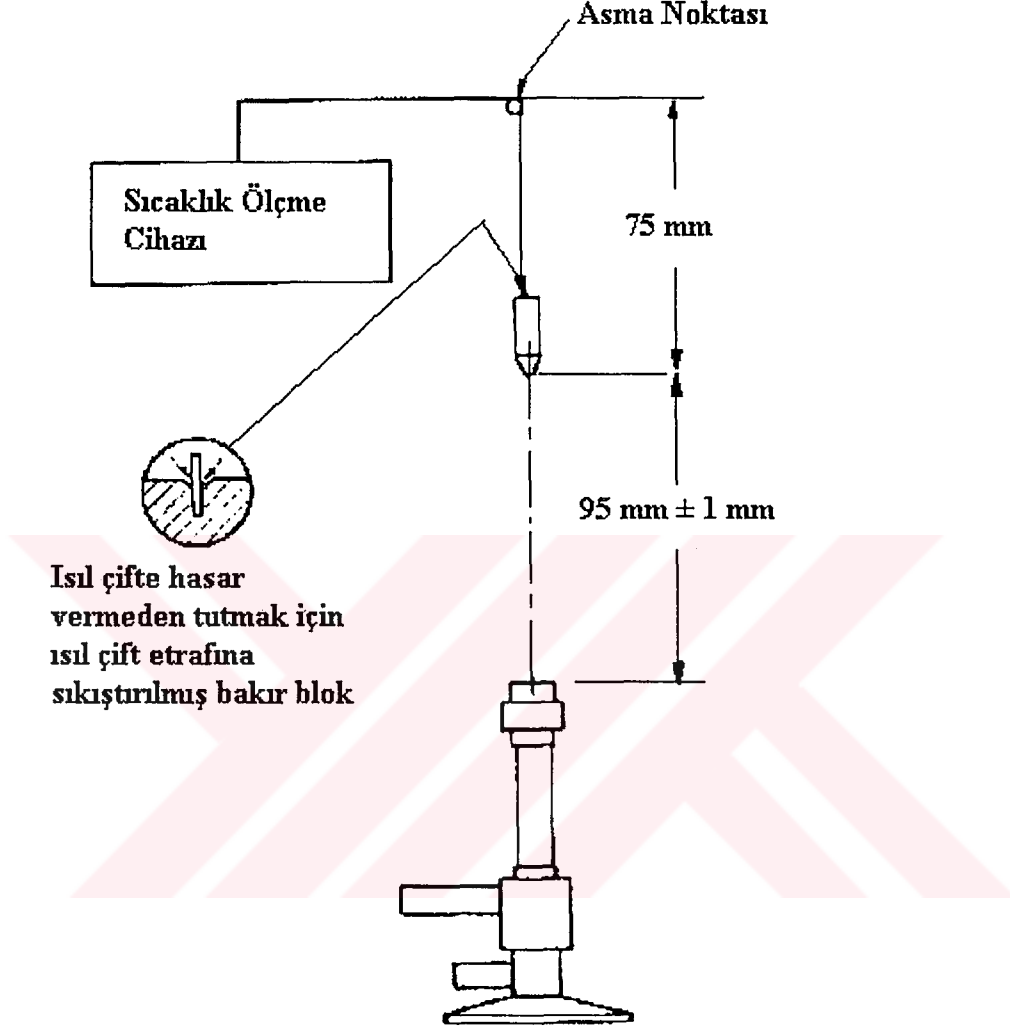
Bek, tutuşturulmalı, gaz ve hava akışları istenen seviyeye ayarlanmalıdır. Düşük seviyeli ışıpta bakıldığında alevin mavi koni yüksekliği 50 mm-60 mm, tam yüksekliği 170 mm-190 mm olmalıdır.

## C. Deney alevinin doğrulanması

Doğrulama işlemi için Şekil 2.23' deki gibi bir deney düzenlenmelidir. Yukarıda tanımlanan ısıl çifte bağlı bakır bloğun alt yüzeyi bek borusunun üst kısmından  $95\text{mm} \pm 1\text{mm}$  üstte ve askı noktasının 75 mm altında alev eksenine üzerine asılır. Hava geçirmez bir ortamda bağlantılardaki gaz ve hava kaçaqları önlenmek şartıyla Şekil 2.22' deki alev düzeni kullanılarak deney alevi sağlanır. Bek, bloğun altına yerleştirilir. Bakır bloğun sıcaklığının  $100 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ' den  $700 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ' ye çıkması için gereken süre 3 defa ölçülür. Blok bu ölçmeler sırasında  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ' ye kadar tabi



soğumaya bırakılır. Sonuç olarak ortalama süre saniye cinsinden hesaplanır. Bu süre 45 saniye  $\pm$  5 saniye olursa alev doğrulanmış olur. Alev doğrulandıktan sonra deney için kullanılır.



Şekil 2.23. Doğrulama İşlemi İçin Deney Düzenlemesi

#### D. Deney numunesi ve alevin uygulanması

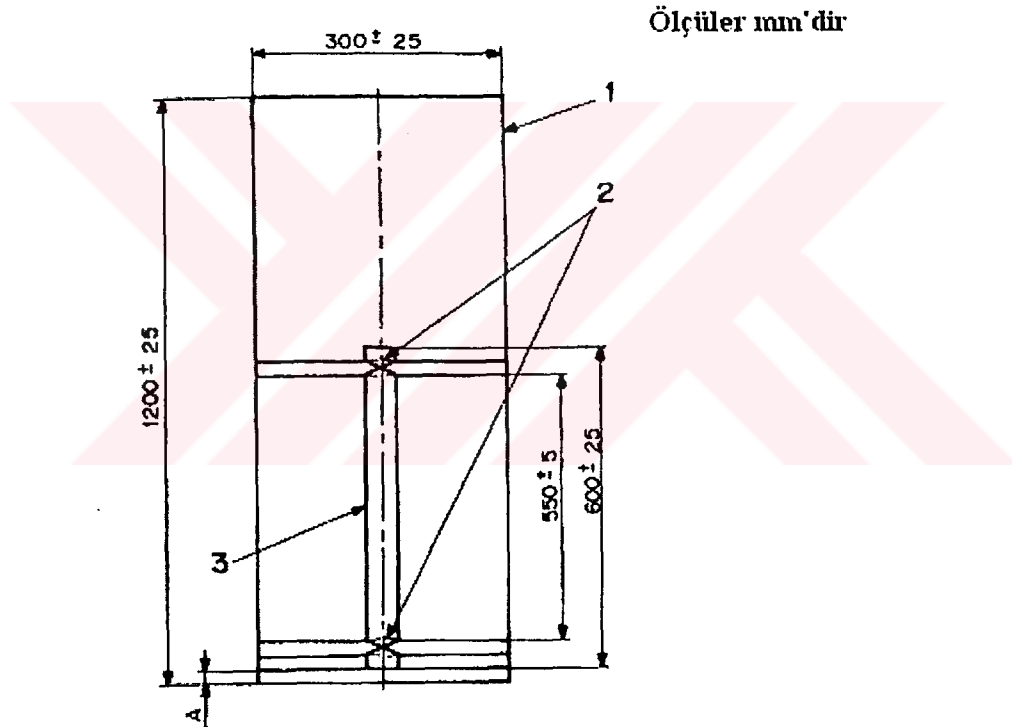
Deney, komple bir kablo parçası üzerinde yapılmalıdır. Numune deneye başlamadan önce sıcaklığı  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $50\% \pm 20\%$  olan bir atmosferde en az 16 saat süreyle bekletilmelidir. Numune, hücre içerisine Şekil 2.24' deki gibi yerleştirilmelidir. Numunenin düşey eksenine bek arasında  $45^{\circ}$  lik bir açı olmalıdır. Bek, deney parçalarının yüzeyine çarpan içteki mavi koninin ucu üst yatay desteğin alt kısmından  $475\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$  aşağıda olacak biçimde Şekil 2.24' deki gibi

yerleştirilmelidir. Alev, Tablo 2.14' deki çaplara karşılık gelen zaman periyodu boyunca sürekli olarak uygulanmalıdır. Yassı biçimli kablolar için alev çarpması, kablounun yassı kenarının ortasına olmalıdır.

Tablo 2.14. Deney Alevinin Uygulama Süresi

Deney Parçasının Dış Çapı (mm)	Alev Uygulama Süresi (s)
$D \leq 25$	60
$25 < D \leq 50$	120
$50 < D \leq 75$	240
$D > 75$	480

Not 1: Yassı kablolar deneyden geçirileceği zaman, çevresi ölçülmeli ve kablounun dairesel olduğu kabul edilerek eş değer çapın hesaplanmasında bu ölçüm kullanılmalıdır.



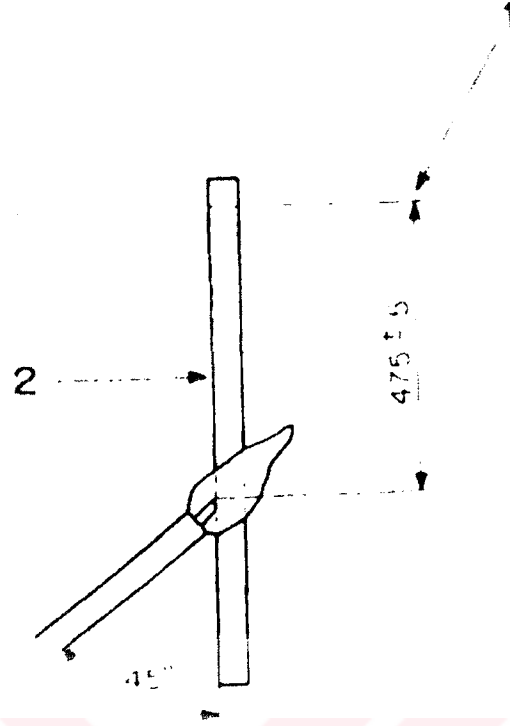
1. Metalik ekran

2. Destek kolları ve bakır tel bağlayıcı

3. Numune

A mesafesi; Ekranın tabanından numunenin tabanına olan uzunluk(yaklaşık 50 mm)

Şekil 2.24 . Deney Düzenegi İçerisinde Numunenin düzenlenmesi



1. Üst yatay desteğin alt kısmı
2. Deney numunesi

Şekil 2.25. Deney Numunesine Alevin Uygulanması

#### E. Sonuçların değerlendirilmesi

Yanma tamamen sona erdikten sonra deney parçası silinmeli ve silindiğinde orijinal yüzeyde bir hasar yoksa bütün kurumlar ihmal edilmelidir. Metalik olmayan malzemenin yumuşaması veya şekil bozukluğu dikkate alınmamalıdır. Kömürleşmenin başlangıcı tespit edilir. Kömürleşmenin başlangıcı; keskin bir alet ile kablo yüzeyine bastırıldığında kablo yüzeyinde esneklikten kırılmalığa değişimin olduğu yerdir. Üst desteğin alt kısmından kömürleşmenin başlangıcına kadar olan mesafe 50 mm' den büyük olduğunda deneyden olumlu sonuç alınmış olur. Ayrıca, yanma üst desteğin alt kısmından 540 mm' den daha uzak bir noktaya doğru uzarsa hata kaydedilmelidir. Hata kaydedildiğinde iki ilave deney daha yapılmalıdır. Her iki deneyden de olumlu sonuç alınırsa kablonun deneyden geçtiği kabul edilmelidir [18].

### **BÖLÜM 3. HALOJENSİZ ALEV GECİKTİRİCİ KABLolar**

Hatların ve kabloların sadece elektriksel ve mekaniksel özelliklerinin iyi olması yeterli olmayıp, yangın güvenliği açısından da düşük tehlike karakteristiğine sahip olması gerekir. Bu amaçla, düşük seviyede duman çıkaran, halojensiz, alev geciktirici (HFFR) kablolar, 1983 yılından bu yana kullanılmaktadır. Çevre duyarlılığı açısından ise yeni tip halojensiz, tekrar kullanılabilen malzemeden yapılmış kablolar geliştirilmektedir. HFFR kablo teknolojisi tabanlı, halojensiz, tekrar geri kazanılabilen bu kablolar “Eko Kablo” olarak isimlendirilmektedir ve düşük toksik gaz emisyonlarına sahiptirler [1].

Ülkemizde kullanılan alçak gerilim ve tesisat kablolarının çok büyük bir bölümü PVC bazlı kablolardır. PVC malzemesi çevre kirliliği açısından oldukça büyük bir sorun yaratmaktadır. Bu kablolar genellikle alev geciktirici özellikte olsalar da yanma sırasında yoğun duman çıkararak canlıların boğulmasına sebep olurlar. Ayrıca halojen gazı (klorlu hidrojen) ihtiva ettiklerinden zehirleyici özelliğe sahiptirler. HFFR kablolar yalnız aleve dayanıklı değil aynı zamanda düşük duman emisyonuna sahip ve halojensizdir. Bu kabloların üretiminde özel bir hammadde kullanıldığından bu kablolar yakıldığında halojen gazı çıkarmaz. Halojensiz olduklarından klorür ve florür gibi malzemeler yerine poliolefin resin adlı bir malzeme içerirler. Kablolar 550°C’de yakılarak gaz emisyonları açısından bir test yapılmıştır. HFFR, XLPE ve PVC kablo malzemelerinin gaz emisyonları testinin sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 4.1’ de verilmiştir. HFFR kablolarında, korozivite çok düşük seviyededir. Ayrıca çok az duman çıkardığı için yangın esnasında boğulmaya sebep olmaz. Bu kabloların en önemli özelliklerinden biri de canlılara zarar vermemesidir [19].

Tablo 3.1. Halojensiz, XLPE ve PVC Malzemelerin Gaz Emisyonlarının Karşılaştırılması

Malzeme	Halojensiz	XLPE	PVC
Karbon monoksit (CO)	1.400	2.000	5.500
Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> )	43.500	125.400	46.300
Hidrojen Klorür (HCL)	0	0	6.200
Nitrojen dioksit (NO <sub>2</sub> )	0	4	2
Sülfür dioksit (SO <sub>2</sub> )	0	2	320
Toksidite katsayısı	0	1.77	15.01

PVC ve HFFR kabloların özellikleri açısından yapılan bir karşılaştırma Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 3.2. HFFR ve PVC Kabloların Özelliklerinin Karşılaştırılması

Özellik	PVC Kablo	HFFR Kablo
Dioksin gaz emisyonu	Var	Yok
Halojen	İçeriyor	İçermiyor
Kurşun gibi ağır metaller	İçeriyor	İçermiyor
Fosfor bileşimi	Yok	Yok
Yangın dayanıklılığı	Testi geçiyor	Testi geçiyor
Renklendirme	Mükemmel	Yeterli
Hava koşullarına uygunluk	İyi	Yeterli
Esneklik	Mükemmel	Yeterli
Yalıtım direnci	İyi	İyi
Düşük sıcaklıktaki direnç	İyi	İyi
İşletme sıcaklığı	60	75

HFFR kabloların elektriksel özellikleri incelenirken, kablolar 75°C'deki suda 100 gün bekletilmiştir. Deney sonucunda yalıtım direncinin 100 gün önceki ile neredeyse aynı olduğu görülmüştür. Bu da bu tip kabloların, yalıtım malzemesinin özellikleri açısından, su geçirmeme özelliğinin çok iyi olduğunu göstermektedir.

Klasik HFFR kabloların hava koşullarına uyumluluğu çok iyi değildir, bu yüzden daha çok iç mekanlarda tercih edilmektedir. Ancak yine bu kategoride bulunan geri dönüşüme sahip yeni nesil eko kabloların hava koşullarına uyumluluğu oldukça geliştirilmiş ve PVC kablolarla yaklaştırılmıştır. PVC kabloların 200 saatlik UV ışınımına maruz kalması sonucu uzama özelliklerinde % 50 azalma görülmesine karşın geliştirilmiş eko kablolarda bu oran neredeyse 0'dır. Ayrıca PVC kablo 200 saat

sonunda rengini önemli ölçüde kaybetmesine karşın eko kabloda hiçbir renk kaybı olmamaktadır.

PVC ile HFFR kabloların, Madde 3.1.2' de geçen, düşey olarak monte edilmiş kablolardaki düşey alev yayılımı deney sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 3.3' de verilmiştir.

Tablo 3.3. Halojensiz Kablolar ile PVC Kabloların Düşey Alev Yayılımı Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Özellik	PVC	HFFR
Hasarlı kısmın uzunluğu (mm)	80-170	70-115
Gerilim Seviyesi (kV)	3,6/6-6/10	12/20
Kesit (mm <sup>2</sup> )	35-120	150
İletken çeşidi	Bakır	Alüminyum

Önemli malzeme özellikleri HFFR malzemelerin, çevresel faktörlerden etkilenmeyen bina içi kullanımlarına uygun olduğunu göstermektedir. Bina dışı uygulamalarda yeterli tatmini henüz sağlayamamıştır. Bunun ötesinde şu anki teknoloji ile HFFR bileşenlerinin üretim aşaması çok kolay değildir.

Kablo malzemeleri normal olarak, uzun dönem kararlılığı ve iyi mekaniksel özellikleri ile karakterize edilir ki bu durum güvenli, uzun bir kablo ömrünün garantisidir. Bu karakterize etme, bina içi veya dışı, su, UV ışınların etkisi ve diğer çevresel faktörlere bağlı olmaksızın yapılır. PVC malzemelerin kablo malzemesi olarak uzun dönemde kabul edilmiş kendine ait başarılı bir geçmişi vardır. Diğer malzemeler kablolarda kullanılmadan önce, ihtiyaçların belirlenmesi ve testlerinin yapılarak dökümanite edilmesi gereklidir.

HFFR malzemeler, henüz çok iyi değerlendirilememektedir. Kısa dönem özelliklerine bağlı olarak ihtiyaçlar çerçevesinde belirlenen standartlar bulunmaktadır. Bu standartların içinde, bina dışı kullanımlar için yeterli olmayan hafif yaşlandırma testleri bulunmaktadır. Ama uzun dönem özellikleri hakkında bilgi verebilecek bazı testlerde yapılmaktadır.

50°C' deki yağ içinde yapılan yaşlandırma testi, HFFR malzemelerin yağ ve vazelin (haberleşme kablolarının suya dayanıklılığını sağlamak amacıyla kabloların bir bölümü vazelin ile doldurulur) içinde kullanılabildiğine dair oldukça önemli bilgiler vermektedir. Yüksek sıcaklıktaki hava etüvünde yapılan yaşlandırma testi ise termal yaşlandırma ve bunu sonucunda oluşan oksidasyonun meydana getirdiği direncin kabul edilebilir olup olmadığını belirler. PH değeri 4 ve 7 olan sularda yapılan yaşlandırma testleri ise toprağa gömülü kabloların etrafındaki ortamın gerçekleştirilebilmesi amacıyla UV ışığın altında yapılan testler, kablolar bina dışına yerleştirildiklerinde kablo kılıflarının, iklimsel koşullara dayanıklılığından emin olmak için yapılır.

Test sonuçlarına bakıldığında HFFR malzemelerin ömürlerinin termal yüklerine bağlı olarak standard PVC malzemelere oranla daha uzun olduğu görülmektedir.

HFFR malzemelerin üretimi sırasındaki enerji tüketiminin, PVC malzemelere oranla daha yüksek olmasına karşın, HFFR bileşenlerinin PVC bileşenlere oranla çevreye daha duyarlı olduğu söylenebilir. Bu sonuca ulaşılmasında, HFFR malzemelerin üretimindeki hurda malzemelerin daha az oluşu, asidik buhar ve dioksinin ise çok daha az oluşması değerlendirilmiştir.

Yapılmış olan bir projenin sonuçları aşağıda belirtilmektedir. Bu proje HFFR ve PVC kabloların 1990-1995 yılları arasındaki, bina içi kullanımına ait performansları ile ilgili bir karşılaştırmayı içermektedir. Bu projenin sonucunda kablolar hakkında alınan kararlar aşağıdaki şekildedir.

1. HFFR kabloların, PVC bazlı kablolarla göre pahalı oluşunun nedenleri şunlardır.

- Yüksek malzeme fiyatı
- Yüksek erime vizkozitesine bağlı düşük üretim hızı
- Bileşenlerin çok yüksek işletim sıcaklığına izin vermemesi

2. HFFR kabloların bina dışı kullanımları aşağıdaki sebeplerden dolayı henüz tavsiye edilmemektedir.

- Havai hat kablolarının UV ışınlarına karşı çok düşük direnç göstermesi
- Nemli ortamlarda toprağa gömülen kablolar için kabloların suya aşırı derecede duyarlılığı

3. HFFR kabloların yağlarla sürekli teması tavsiye edilmemektedir. HFFR kabloların bina içi kullanımında hiçbir teknik problem ile karşılaşılmamıştır.

4. HFFR malzemelerin PVC malzemeye oranla alev dayanıklılığı çok daha iyidir. Ayrıca, daha düşük toksidite, daha düşük korozyon ve daha düşük duman oluşumu gözlenmektedir.

5. HFFR kabloların esnekliği konu ile ilgili standardın şartlarını tam olarak yerine getirememektedir.

Çevresel özellikleri ve güvenli olması nedeniyle tüketicilerin HFFR malzemelere olan ilgisi giderek artmaktadır. Oluşan talebi karşılamak için üreticiler fiyatı ve kalitesi uygun, rekabetçi yeni ürünler sunma yolunda çalışmaktadırlar.

HFFR kablolar öncelikle iletişim, metro ve gemi sistemlerinde kullanılmıştır. Günümüzde de rafineriler, maden ocakları, oteller, okullar, tüneller, yüksek binalar, hastaneler, enerji santralleri, bilgi işlem merkezleri ve insanların yoğun olarak bulunduğu iş merkezleri ile yangına hassas yerlerde bu tür kablolar tercih edilmektedir [1].

### **3.1. Halojensiz Alev Geciktirici Kabloları Uygulanan Deneyler**

#### **3.1.1. Belirli şartlar altında yanan kabloların duman yoğunluğunun ölçülmesi**

Bu deney, belirlenmiş koşullarda yakılan kabloların duman yoğunluğunun ölçülmesi amacıyla yapılır.



## A. Deneysel parçaları

Deneysel parçaları,  $1,0 \pm 0,05$  m uzunluğunda bir veya birden fazla kablo numunesinden meydana gelmelidir. Numuneler düz bir şekilde getirildikten sonra en az 16 saat süreyle  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ' de bekletilmelidir.

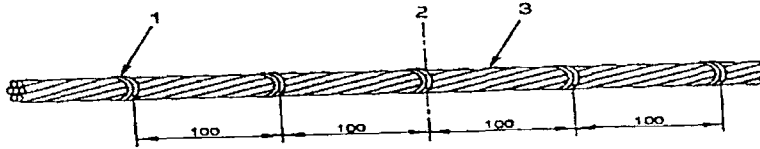
Deneysel parçalarının sayısı Tablo 3.4' uygun olarak seçilmelidir.

Tablo 3.4. Deneysel Parçalarının Sayısı

Kablonun Dış Çapı (D) (mm)	Deneysel Parçalarının Sayısı	
	Kablolarda	Demetler <sup>(4)</sup>
$D > 40$	1	-
$20 < D \leq 40$	2	-
$10 < D \leq 20$	3	-
$5 < D \leq 10$	$N_1^{(1)(3)}$	-
$1 \leq D \leq 5$	-	$N_2^{(2)(3)}$

Notlar:  
(1)  $N_1 = 45 / D$  Kablolarda  
(2)  $N_2 = 45 / 3D$  Demetler  
(3)  $N_1$  ve  $N_2$  değeri, kablonun veya demetlerin tam sayısını elde etmek için aşağıya doğru yuvarlatılmalıdır.  
(4) Her bir demet, 20D ile 30 D arasındaki bir adım ile birlikte bükülmüş 7 kablodan meydana gelmeli ve yaklaşık olarak 0.5 mm çapındaki telin 2 sarımıyla ve her 100 mm' de bir bağlanmalıdır. Kablo demetlerinin bağlanma şekli Şekil 3.1' de verilmiştir.

Kablolarda ve demetler, uçlarda ve her bir uçtan 300 mm mesafede birlikte bağlanmalı ve bu bağlama yerlerinde tel bağlayıcılar vasıtasıyla bir desteğe tutturulmalıdır.

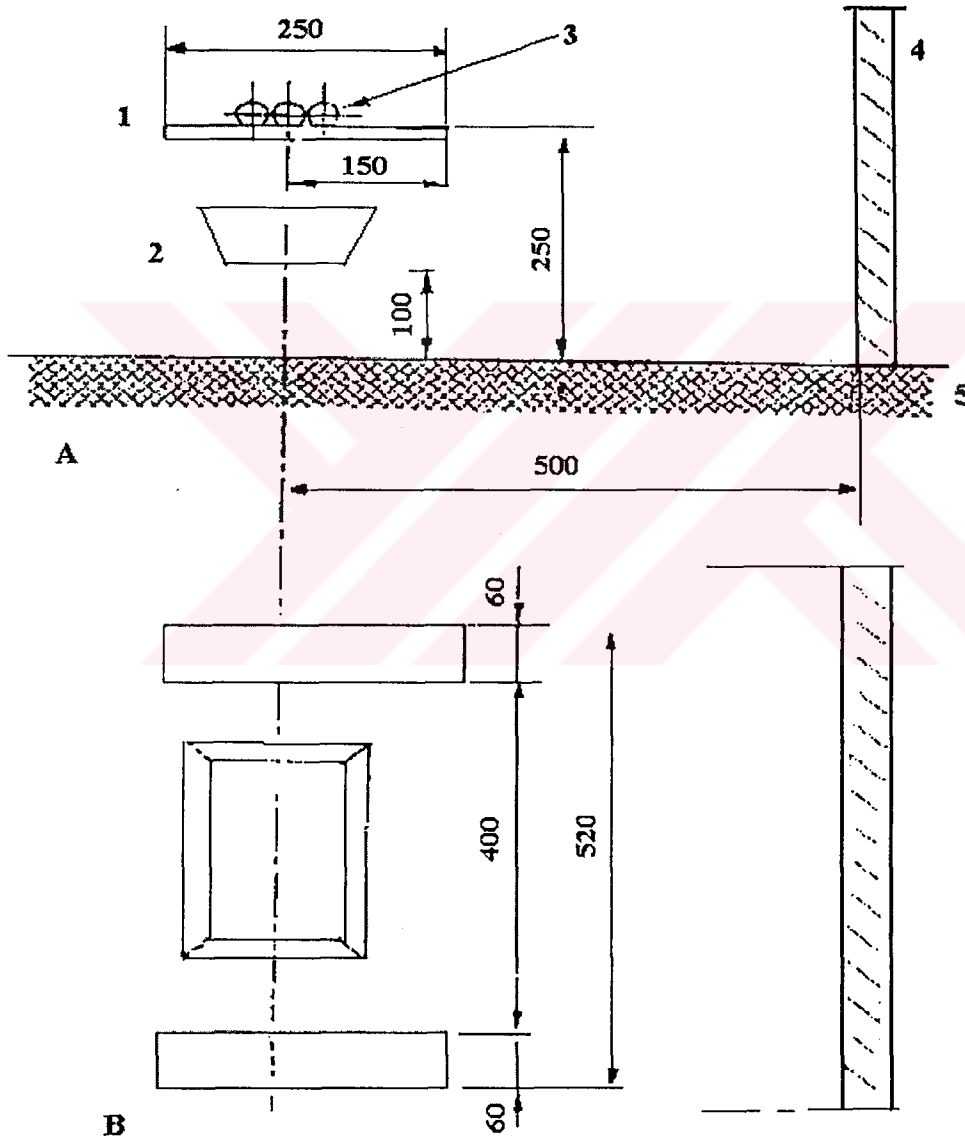


1. Tel bağlayıcı
2. Merkez
3. Deneysel parça sayısı

Şekil 3.1. Kablo Demetleri İçin Bağlama Metodu

## B. Deney parçalarının yerleştirilmesi

Alkol içeren bir tepsi, tepsinin etrafında ve altında hava sirkülasyonuna müsaade edilmesi için zemin yüzeyinden yukarıya kaldırılmalıdır. Deney parçaları, yatay konumda birbirine değecek şekilde yerleştirilmeli ve kablo numunesinin altı ile tepsinin alt tabanı arasındaki mesafe  $150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  olacak şekilde tepsinin üzerinde ortalanmalıdır. Deney parçalarının yerleştirilmesi Şekil 3.2' de gösterilmiştir [20, 21].



A. Yan görünüş

B. Üst görünüş

1. Destek

2. Metal tepsi

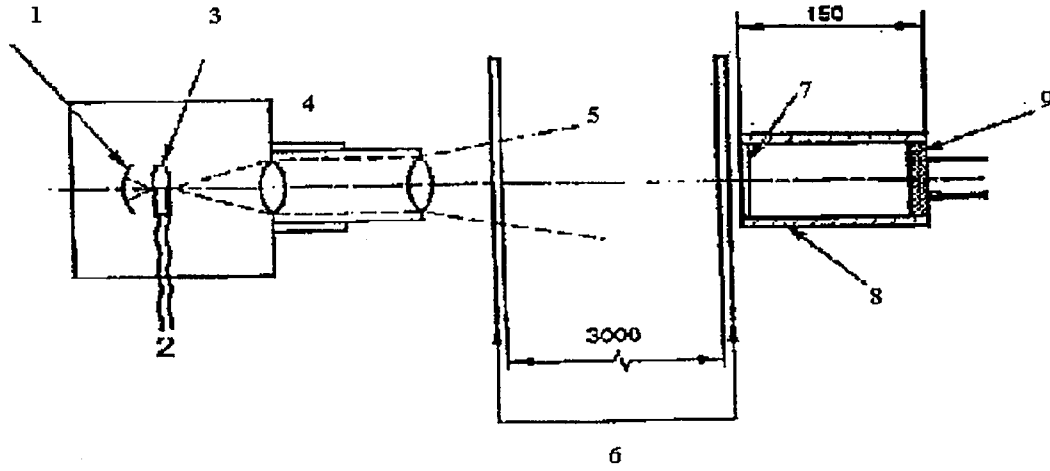
3. Deney parçası

4. Arka duvar

5. Zemin

Şekil 3.2. Deney Parçalarının Metal Tepsi İçine Yerleştirilmesi ve Desteklenmesi





1. Yansıtıcı
2. Gerilim kaynağı (12,0 V  $\pm$  0,1 V Kararlılık aralığı  $\pm$  0,01 V)
3. Kuvartz/halojen ampul
4. Lens sistemi
5. Işık demeti
6. Odanın pencereleri
7. Toz koruma penceresi
8. İçerisi mat tüp
9. Fotosel

Şekil 3.4. Fotometrik Sistem

Deneye başlamadan önce oda içerisindeki sıcaklık, 1.5 m ile 2.0 m arasındaki bir yükseklikte ve duvarlardan en az 0.2 m uzaklıkta iç duvar yüzeyinde ölçüldüğünde  $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  aralığında olmalıdır. Eğer odanın sıcaklığı düşükse, deneyden önce, 1 litre alkol yakılarak deney odasının ön ısıtması yapılır.

Deney için kullanılan yakıt, 1.00 litre  $\pm$  0.01 litre alkol çözeltisi olmalıdır. Alkol bileşimi aşağıdaki gibi olmalıdır.

Etil alkol : %90  $\pm$  %1

Metil alkol : %4  $\pm$  %1

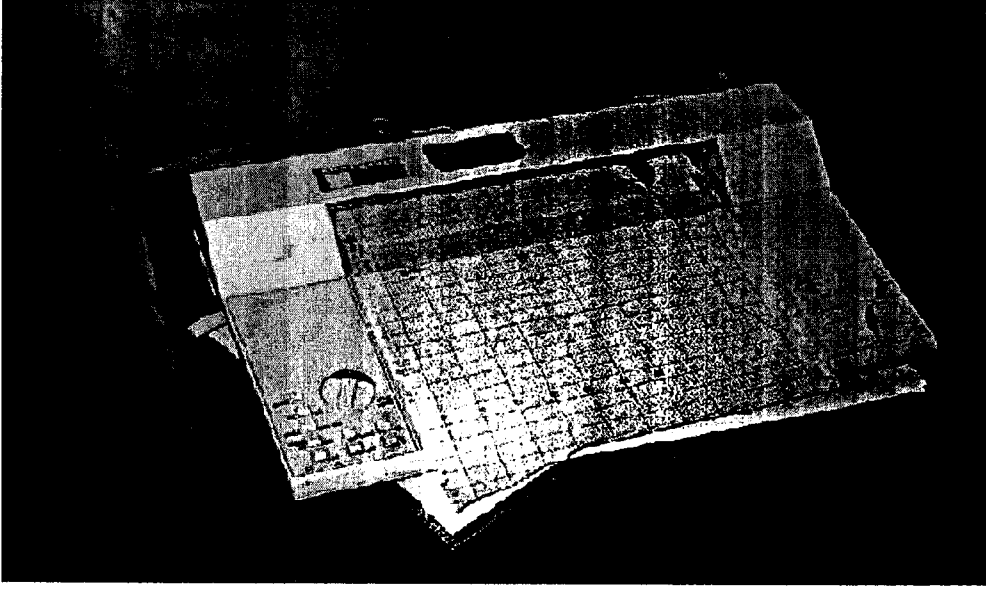
Saf su : %6  $\pm$  %1

Tepsinin üzerinde desteklenmiş deney numuneleri varken hava sirkülasyonu uygun bir cihaz yardımıyla (vantilatör, fan gibi) başlatılır ve alkol tutuşturulur. Şekil 3.5’ de kablo numuneleri yanarken görülmektedir.



Şekil 3.5. Deneyden Bir Görünüş

Yangın kaynağı söndükten sonraki 5 dakika boyunca ışık geçirgenliğinde hiçbir azalma olmadığında veya deney süresi 40 dakikaya ulaştığında deney sona ermiş kabul edilir. En küçük ışık geçirgenlik değeri kaydedilir. Kablonun kendi standartlarında bir özellik verilmezse, deneyden geçirilen kablo için ışık geçirgenlik değeri minimum %60 olmalıdır. Deney cihazının verdiği ışık geçirgenliği ölçüm grafiğinin bir örneği Şekil 3.6’ da verilmiştir [22, 23].



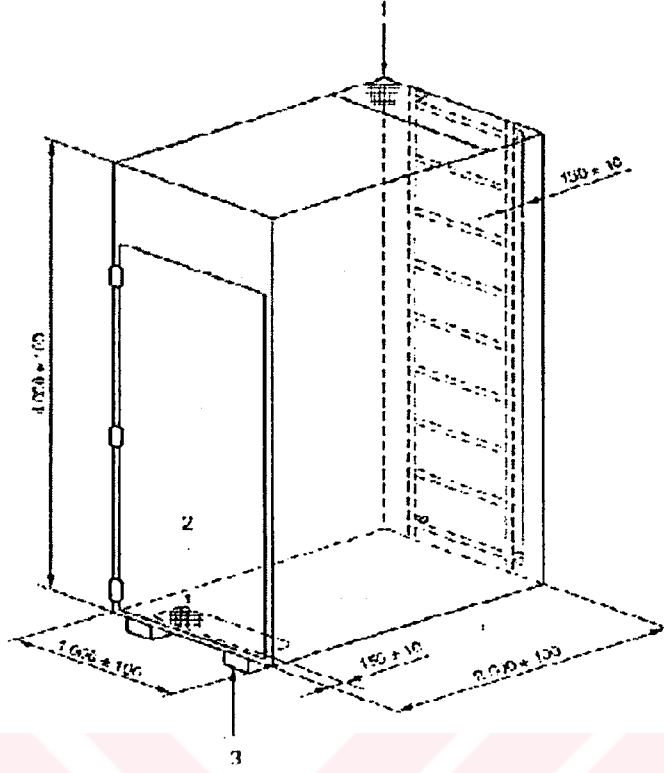
Şekil 3.6. Işık Geçirgenliği Ölçüm Grafiğinin Bir Örneği

### 3.1.2. Düşey olarak monte edilmiş kablolar veya demetlenmiş tellerde düşey alev yayılımı deneyi

Bu deney, belirtilen şartlar altında düşey olarak monte edilmiş, demetlenmiş kabloların düşey alev yayılımına karşı dayanıklılığını tespit etmek amacıyla yapılır.

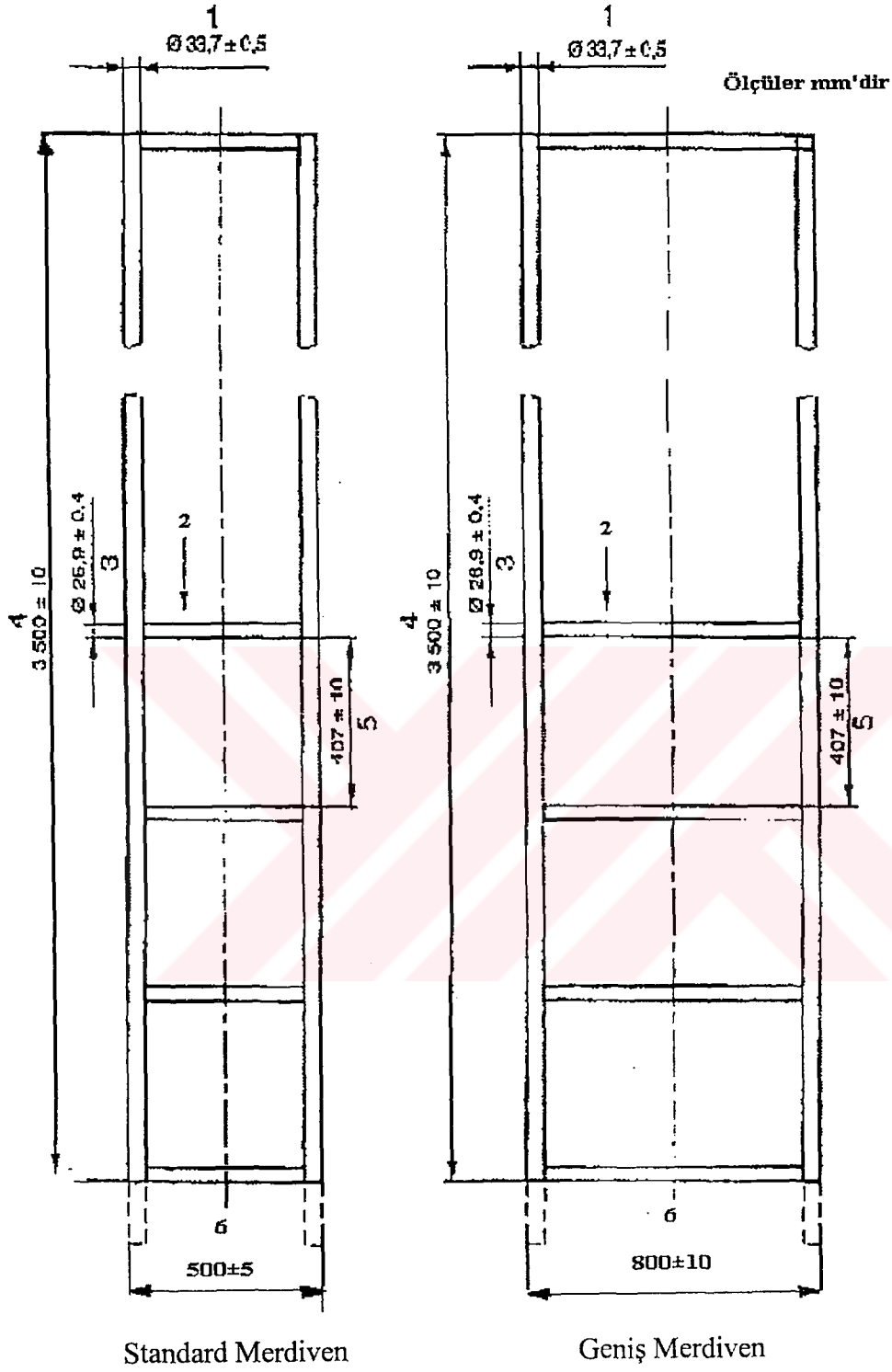
#### A. Deney düzeneği

A1. Deney hücresi: Şekil 3.7' de gösterildiği gibi genişliği  $1000 \pm 100$  mm, derinliği  $2000 \pm 100$  mm ve yüksekliği  $4000 \pm 100$  mm olan bir oda olmalıdır. Hücrenin zemini, yer seviyesinin üzerine yükseltilmelidir. Deney hücresi hava geçirmez olmalı ancak hücrenin tabanında bir hava giriş aralığı ve üst kısmında bir duman çıkış aralığı Şekil 3.7' de gösterildiği gibi olmalıdır. Deney hücresinin kenarları ve arkası ısı olarak yalıtılmış olmalıdır. Deney hücresinin arka duvarının  $150 \pm 10$  mm önüne ve zeminden  $400 \pm 5$  mm yukarıya tüp biçimli çelik merdiven yerleştirilir.  $500 \pm 5$  mm genişliğinde standart merdiven veya  $800 \pm 10$  mm genişliğinde geniş tip merdiven kullanılabilir. Merdiven tipleri Şekil 3.8' de gösterilmiştir.



1. Duman çıkışı -  $(300 \pm 30) \times (1000 \pm 100)$
2. Hava girişi -  $(800 \pm 20) \times (400 \pm 10)$
3. Yer seviyesinin üzerine yükseltilmiş teçhizat

Şekil 3.7. Deney Hücresi



- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| 1. Dikey çap         | 4. Merdivenin toplam yüksekliği |
| 2. Basamak sayısı =9 | 5. Basamaklar arasındaki mesafe |
| 3. Basamakların çapı | 6. Genişlik                     |

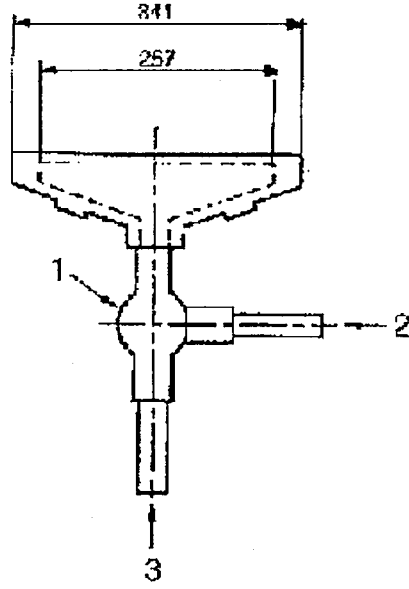
Şekil 3.8. Denejde Kullanılan Tüp Biçimli Çelik Merdivenler



A2. Hava beslemesi: Hücre boyunca kontrollü hava akışını sağlayan bir düzen bulunmalıdır. Havanın deney hücresi içerisine, uygun bir fan kullanılarak bir hava girişi yolundan verilmesi gerekir. Bekin tutuşmasından önce hava akışı, atmosferik bir basınçta ve  $20 \pm 10$  °C' lik kontrol edilen sabit bir sıcaklıkta,  $5000 \pm 500$  litre/dakika'lık bir değere ayarlanmalı ve deneyi başlatmadan önce giriş kenarında ölçülmelidir. Bu hava akışı deney boyunca sabit tutulmalıdır.

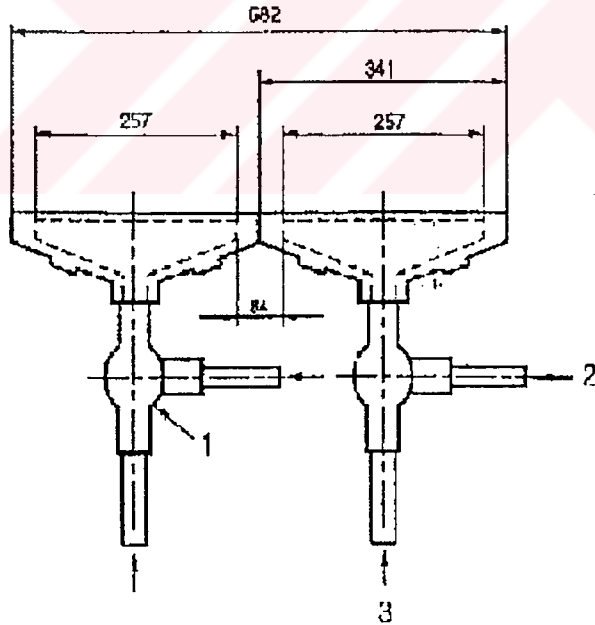
A3. Tutuşturma kaynağı: Deney işlemi için, debi ölçer seti bulunan şerit tipi bir veya iki propan gaz beki kullanılır. Kullanılan propan gazı %95 saflıkta olmalıdır. Bekin alev üreten yüzeyi, her biri 1,32 mm çapında toplamda 242 adet delik bulunan yassı bir metal levhadan meydana gelmelidir. Şekil 4.9 ve 4.10' da bekler gösterilmiştir. Her bek, bir rotometre tipinde debi ölçer yada kütle debi ölçer vasıtasıyla propan gazını ve hava akış hızını kontrol eden bir düzenle donatılır. Deney sırasında akış hızları aşağıdaki gibi olmalıdır.

- Hava ( $177 \pm 4.8$ ) litre/dakika
- Propan ( $13.5 \pm 0.5$ ) litre/dakika



1. Ventum hava-gaz karışımı
2. Propan gaz girişi
3. Sıkıştırılmış hava girişi

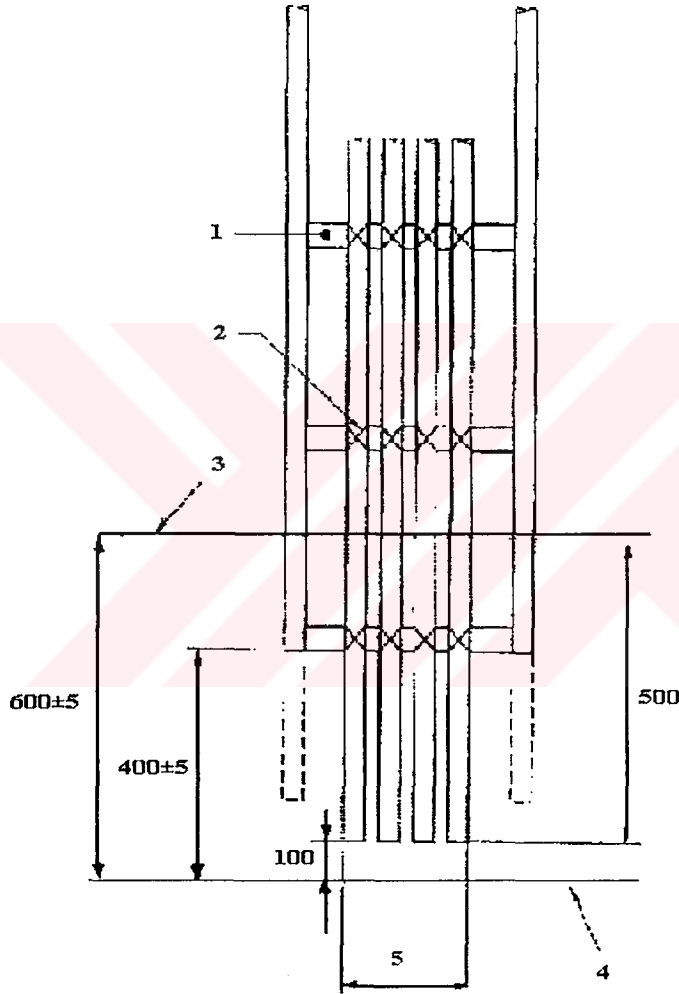
Şekil 3.9. Standard Merdivende Kullanılan Tek Bek



1. Ventum hava-gaz karışımı
2. Propan gaz girişi
3. Sıkıştırılmış hava girişi

Şekil 3.10. Geniş merdivenle Kullanılan Kombinasyondaki İki Bek

Deney için bek, kablo numunesinin ön yüzeyinden  $75\pm 5$  mm' lik bir mesafede, deney hücresinin tabanından  $600\pm 5$  mm yukarıda ve merdiven eksenini ile yaklaşık simetrik olacak şekilde yatay olarak yerleştirilmelidir. Bek alevinin uygulama noktası, merdivende iki merdiven basamağı arasındaki merkezde ve numunenin alt ucundan en az 500 mm yukarıda olmalıdır. Bekin yerleştirilmesi Şekil 3.11' de gösterilmiştir [24].



1. Yuvarlak merdiven basamakları
2. Metal tel bağları
3. Bekin merkez hattı
4. Zemin
5. En büyük genişlik

Şekil 3.11. Bekin Yerleştirilmesi ve Merdiven Üzerinde Deney Numunesinin Düzeni

## B. Deney numunesi

Deney numunesi, her biri en az 3.5 m yüksekliğinde olan aynı imalat uzunluğundan alınan kablo parçalarıdır. Deney parçaları deneyin başlatılmasından önce, 16 saat süreyle  $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta bekletilmelidir.

Deney parçalarının toplam sayısını hesaplamak için bir deney parçasındaki metalik olmayan malzemelerin metre başına hacmini belirlemek gerekir. Kablonun en az 0.3m'lik kısmı, kablo eksenine dik olacak dikkatlice kesilir.

Metalik olmayan her bir bileşenin yoğunluğu, ikinci ondalığa kadar ifade edilerek ölçülür. Metalik olmayan her bir malzeme ( $C_i$ ), deney parçasından çıkartılmalı ve tartılmalıdır. Deney parçasının toplam metalik olmayan kütlelerinin % 5' inden daha az bir kısmını oluşturan herhangi bir metalik olmayan malzemenin yoğunluğu  $1.0 \text{ kg/dm}^3$  kabul edilmelidir. Metalik olmayan her bir malzemenin, hacmi ( $V_i$ ) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_i = \frac{M_i}{\rho_i \times l} \quad (3.1)$$

$V_i$  : Kablonun bir metresinin litre olarak hacmi

$M_i$ :  $C_i$  bileşeninin kütlesi (kg)

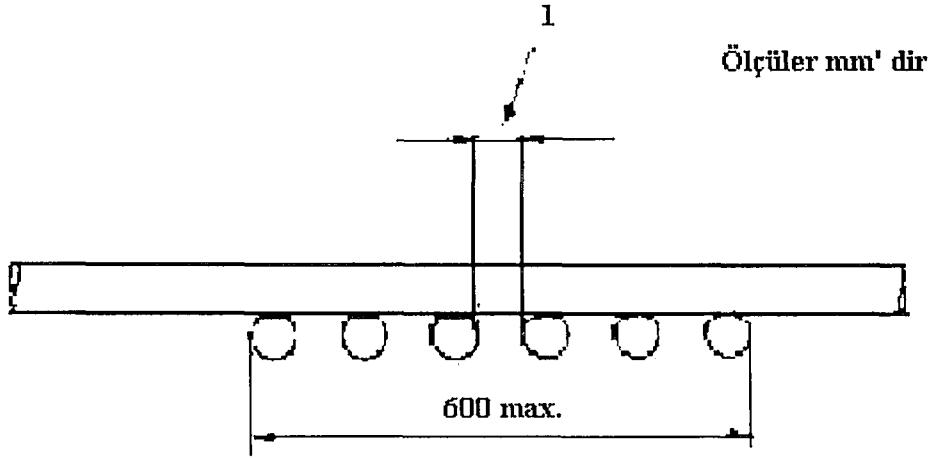
$\rho_i$  :  $C_i$  bileşeninin yoğunluğu ( $\text{kg/dm}^3$ )

$l$  : Kablo deney parçasının uzunluğu (m)

Kablonun 1 metresindeki metalik olmayan malzemelerin toplam hacmi ( $V_i$ ), metalik olmayan malzemelerin her birinin hacimlerinin toplamına eşittir ( $V_1+V_2+ \dots$ ).

Monte edilecek kablo parçalarının sayısının en yakın tamsayı değeri, her bir metredeki hacmin, kablonun her bir metresindeki metalik olmayan malzemenin toplam hacmine bölünmesiyle elde edilir.





1. Aradaki mesafe

Şekil 3.13. Geniş Merdivenin Ön Kenarına Monte Edilmiş Aralarında Mesafe Bırakılmış Kablolar

C2. İletkenlerin kesit alanı  $35 \text{ mm}^2$  ve daha az olan kablolar;

İletkenlerin kesit alanı  $35 \text{ mm}^2$  ve daha küçük olan kablolar için, her bir deney parçası, merdivenin her bir basamağına metal tel vasıtasıyla tutturulmalıdır. Deney parçaları merdivenin ön yüzüne en büyük toplam genişliği 300 mm olacak biçimde birbirine temas eden ya tek tabaka yada birden fazla tabaka halinde tutturulmalıdır. Numunenin kenarı ile merdiven dikmelerinin iç kenarı arasında en küçük mesafe 50 mm olmalıdır.

Deney parçaları monte edildiğinde, ilk deney parçası yaklaşık olarak merdivenin ortasına yerleştirilmeli ve sonraki deney parçaları, tabaka yaklaşık merdivenin ortasında olacak şekilde her iki kenara ilave edilmelidir.

Deney alevi yaklaşık 40 dakika süreyle uygulanmalı ve sonra söndürülmelidir. Deney hücresinden geçen hava akışı, kablonun yanması veya kızarması kesilinceye kadar veya en fazla 1 saat boyunca muhafaza edilmelidir. Yanma sırasında kablo ve beklerin görünümü Şekil 3.14' de verilmiştir.



Şekil 3.14. Yanma Sırasında Kablo ve Beklerin Görünümü

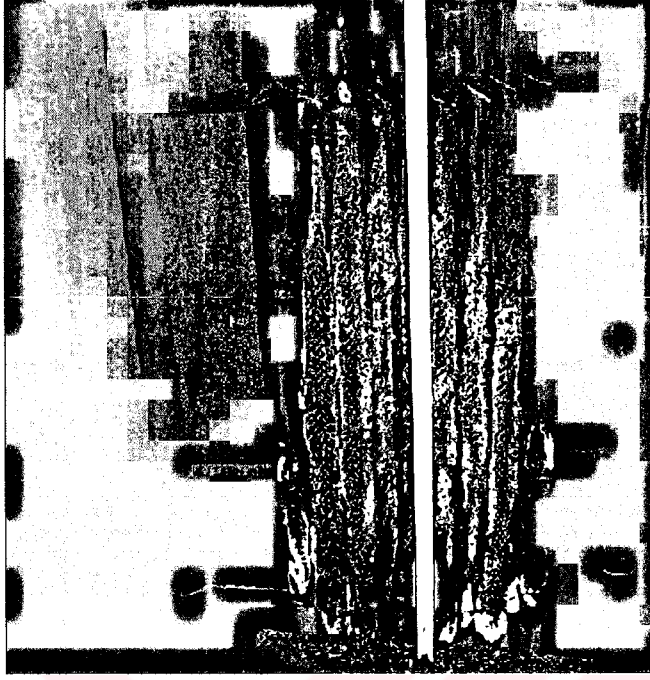
#### D. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Kablonun yanması veya kızarması kesildikten veya söndürüldükten sonra deney numunesi silinerek temizlenmelidir.

Alev yayılması, hasarın büyüklüğü olarak ölçülmelidir. Temizlendiğinde bütün orijinal yüzey hasarlanmamış ise bütün kurumlar ihmal edilmelidir. Metalik olmayan malzemedeki yumuşama veya herhangi bir şekil bozukluğu da ihmal edilir. Alev yayılması, metre cinsinden iki ondalıklı basamağa kadar, bekin alt kenarından kömürleşmenin başlangıcına kadar ölçülmelidir. Kablo yüzeyine keskin bir cisimle, örneğin bıçak ağzıyla basınç uygulanır. Yüzeydeki esnekliğin kırılma noktasına dönüştüğü yer, kömürleşmenin başlangıcını gösterir.

Numune üzerinde ölçülen en büyük kömürleşmiş bölüm, bekin alt kenarının üstünde 2.5 m'yi aşan bir yüksekliğe ulaşmamalıdır. Şekil 3.15' de kömürleşmiş bölümün ölçümünün yapılması gösterilmiştir.

Kuşku durumunda deney tekrarlanmalıdır. Her iki deney belirtilen özelliği sağlıyorsa deney başarılı kabul edilir [25].



Şekil 3.15. Kömürleşmiş Bölümün Ölçülmesi

### 3.1.3. Kablolardan alınan malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan gazlara uygulanan deneyler

#### 3.1.3.1. pH ve iletkenliğin ölçülmesi

Herhangi bir yangın anında, yangının kendi başına vereceği zararın haricinde, yanma sırasında kablo yapımında kullanılan izolasyon ve kılıf malzemelerinin oluşturacağı gazlar, elektriksel ve elektronik ekipmanlar üzerinde önemli zararlara yol açmaktadır. Bu deney, kablolardan alınan malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan gazların pH ve iletkenliğin ölçülerek belirlenmesi için kullanılır.

A. Deney düzeneği;

Teçhizatın prensip şemaları Şekil 3.16, Şekil 3.17, Şekil 3.18'de gösterilmiştir.



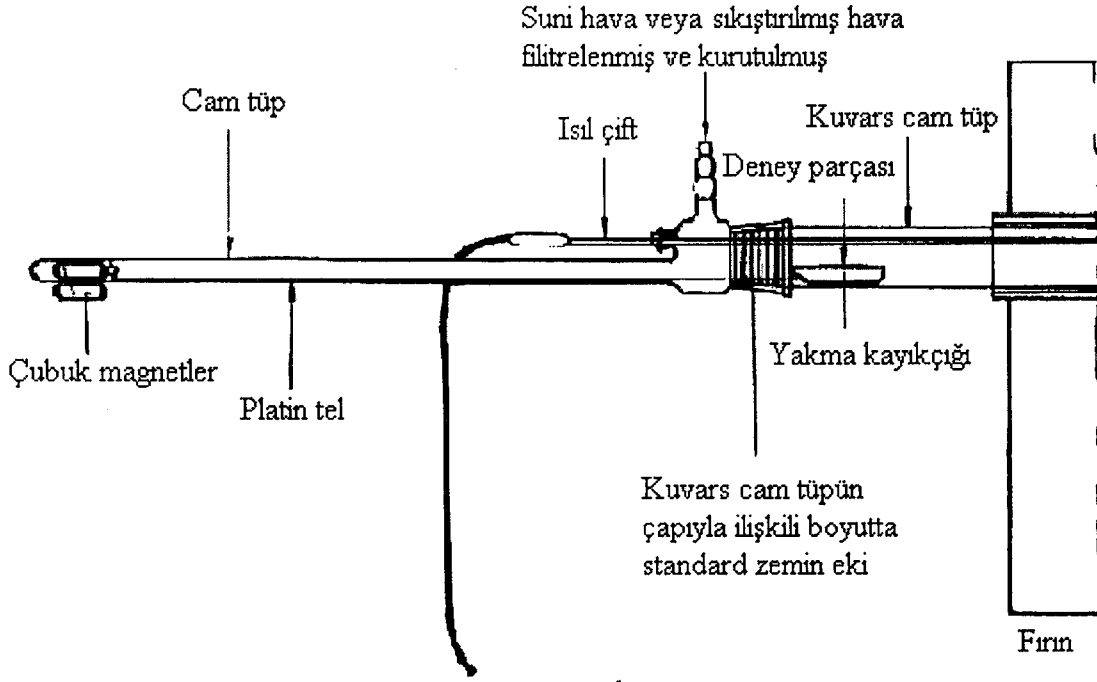
A1. Tüp biçimli fırın: Fırının ısıtma alanının uzunluğu, 500 mm ile 600 mm arasında ve iç çapı 40 mm ile 60 mm arasında olmalıdır. Fırın, ayarlanabilen elektrikli bir ısıtma sistemi ile donatılmalıdır.

Fırın, korozif gazların etkisine dayanıklı silisten yapılmış yangına dayanıklı bir tüp ihtiva etmelidir. Tüp, tüp biçimli fırınla yaklaşık olarak eş merkezli olmalıdır. Silis tüpün iç çapı, 32 mm ile 45 mm arasında olmalıdır. Tüp, fırının giriş tarafında 60 mm ile 200 mm arasında ve çıkış tarafında 60 mm ile 100 mm arasında bir uzunlukta dışarı doğru çıkıntı yapmalıdır.

A2. Yakma kayıkçıları: Yakma kayıkçılarının, porselen, erimiş kuvarz veya sabun (talk) taşından olmaları tavsiye edilir. Bu kayıkçıklar aşağıda verilen boyutlarda olmalıdır:

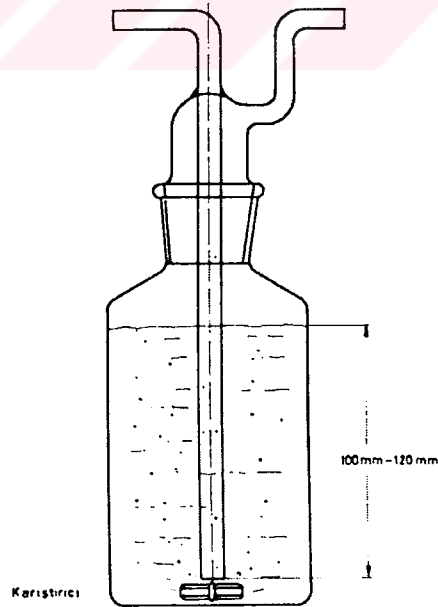
45 mm - 100 mm uzunluk,  
12 mm - 30 mm genişlik,  
5 mm - 10 mm derinlik.

Yakma kayıkçılarının tüp içine sokulması için bir metot Şekil 3.16'da verilmiştir.



Şekil 3.16. Yakma Kayıkçığının ve Numunenin Tüp İçerisine Yerleştirilmesi

A3. Gazlar için kabarcıklandırma cihazları: Tüpün çıkış kısmında gazlar, iki yıkama şişesinden (yıkama şişesine bir örnek Şekil 3.17’de gösterilmiştir) geçirilir.



Şekil 3.17. Bir gaz yıkama şişesi örnek

Birinci şişeye yerleştirilen magnetik bir karıştırıcı, yanan gazların daha iyi bir şekilde

emilmesi ve iyi bir dönme hareketi elde edilmesini sağlar. Yıkama şişeleri içindeki tüpler, maksimum iç çapa sahip olmalıdır. Tüpün alt ucundan yukarıya doğru sıvının yüksekliği, her şişede 100 mm - 120 mm arasında olmalıdır.

A4. Hava besleme sistemi: Yakma için kullanılan gaz, hava olmalıdır. Tüpe verilen havanın debisi, numunenin bir tarafından diğer tarafına havanın akış hızı ( $20\text{ml}\times\text{mm}^2\times\text{h}^{-1}\pm\%10$ ) olacak şekilde tüpün gerçek iç kesit alanına göre ayarlanmalıdır. Havanın akış hızı doğrudan ölçülmeyeceğinden, bu havanın debisine referans yapılarak düzeltilmelidir. Havanın debisi,  $(0.0157 \times D^2)$  litre  $\times \text{h}^{-1} \pm \% 10$  olmalıdır.

Belirtilen hava hızını elde etmek için gereken hava debisi 3.2' deki denklemden elde edilir.

$$\rho = V \times \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.2)$$

Burada:

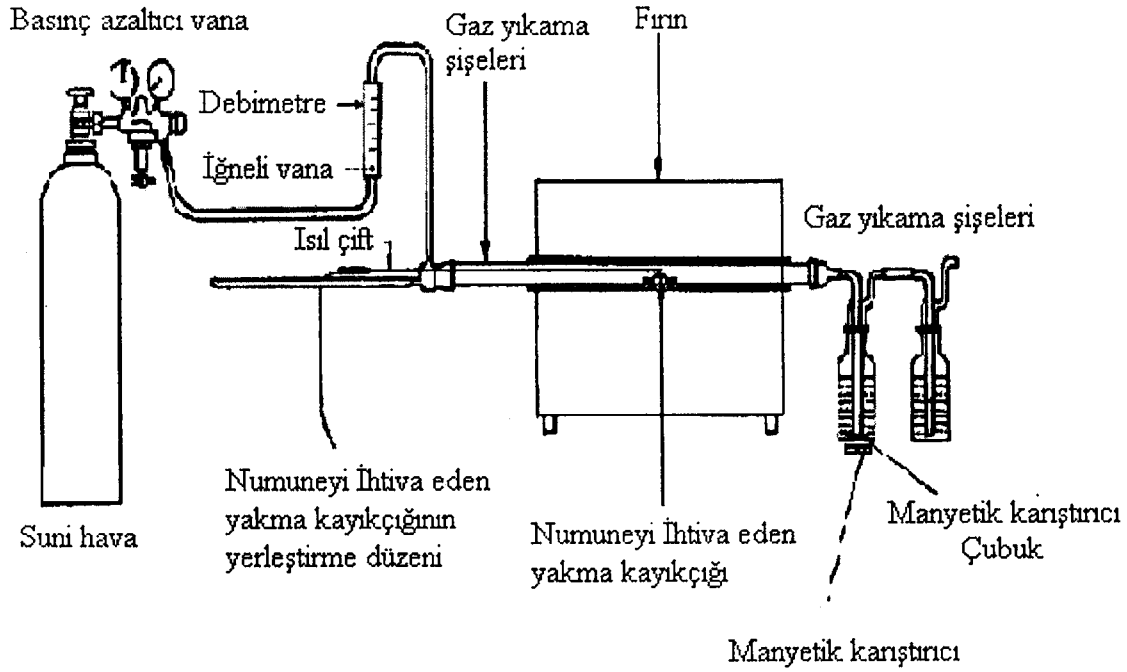
D : Tüpün iç çapı, mm

r : Havanın debisi, ml  $\times \text{h}^{-1}$

V : Havanın hızı, ml  $\times \text{mm}^{-2} \times \text{h}^{-1}$ 'dir.

Havanın debisi için,  $\pm \% 10$ 'luk bir tolerans belirtildiğinden, bu tolerans V' ye de uygulanır.

Yüksek saflıkta bir kaynaktan elde edilen hava beslemesi, bir iğne valf ile kontrol edilmeli, ayarlanmalı ve uygun bir aralığı olan bir debimetre ile izlenmelidir. Deneyde, teslim edildiği şekilde şişe içinde sıkıştırılmış hava yani suni hava kullanılır ve hava yanma tüpünün giriş kısmından enjekte edilir. Kullanılan teçhizat Şekil 3.18' de verilmiştir [26].



Şekil 3.18. Suni Hava Kullanılarak Oluşturulan Deney Teçhizatı

Aşağıdaki ölçme cihazları da test sırasında kullanılır.

- $\pm 0,1$  mg doğrulukta ölçme yapabilen analitik terazi,
- Uygun bir pH elektroduyla donatılmış  $0.02$  doğrulukta ölçme yapabilen pH metre,
- $10^{-2}$   $\mu\text{S}/\text{mm}$ 'den  $10^2$   $\mu\text{S}/\text{mm}$ 'ye kadar olan bir aralıkta ölçüm yapabilen iletkenlik ölçme cihazı ve uygun bir elektrot,
- Zamanlayıcı.

#### B. Numuneler ve şartlandırma;

Deneyden geçirilecek malzemenin numuneleri alınmalıdır. Numuneler, en az 16 saat süreyle  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  sıcaklıkta ve  $\% (50 \pm 5)$  bağıl nemde muhafaza edilmelidir. Bir deney parçası, deneyden geçecek malzemenin  $(1000 \pm 5)$  mg'ı olmalıdır. Deney parçası, küçük parçalar halinde kesilmelidir.

### C. Deney metodu ve işlem;

Deney malzemesinin önceden belirlenmiş miktarı tüp biçimli fırında yakılır. Açığa çıkan gazlar, damıtık veya demineralize su ile dolu yıkama şişeleri içersisindeki kabarcıklar tarafından tutulur. Her bir yıkama şişesi yaklaşık 450 ml, pH' ı  $6,5 \pm 0,1$  iletkenliği ( $\kappa$ ) 0,5 mS/mm olan damıtık veya demineralize su içermelidir.

Asitlik, pH değerinin ölçülmesiyle belirlenir. Ayrıca çözeltinin iletkenliği de ölçülür.

### D. Deneyin yapılması;

1 mg doğrulukla tartılan deney parçaları, yakma kayıkçığı içerisine konulmalıdır. Bu deney parçaları, kayıkçığın tabanında düzgün bir şekilde dağıtılmalıdır.

Hava akımı, bir iğne valfi sayesinde ( $0,0157 \times D^2$ ) litre  $\times h^{-1} \pm \% 10$ 'nuna ayarlanmalı ve deney boyunca sabit tutulmalıdır. Sıcaklık değeri, korozyona karşı uygun şekilde korunmuş ve tüp içerisine yerleştirilmiş bir ısı çiftiyle ölçülmelidir.

Deney parçalarını içeren kayıkçık, hızlı bir şekilde tüpün etkili bölümüne yerleştirilmeli ve zamanlayıcı başlatılmalıdır. Yakma kayıkçığı, kayıkçık ile etkili bölüm arasındaki mesafe 300 mm'ye eşit veya 300 mm'den daha büyük olacak şekilde yerleştirilmelidir. Kabın bulunduğu yerde ölçülen sıcaklık  $935^\circ\text{C}$ ' den daha az olmamalıdır. Hava akışı yönünde, 300 mm uzaklıkta ölçülen sıcaklık  $900^\circ\text{C}$ ' den daha az olmamalıdır. Hava akışı sürerken, yanma işlemi etüv içerisinde 30 dakika devam etmelidir.

Deneyden sonra, pH ve iletkenliğin belirlenmesinden önce her iki şişedeki malzemeler ölçülü bir kapta toplanmalı ve yukarıda özellikleri verilen su eklenerek toplam hacim 1000 ml'ye tamamlanmalıdır.

Yakma kayıkçığı çıkarıldıktan sonra tüp, bütün uzunluğu boyunca  $950^\circ\text{C}$ 'de yakılarak temizlenmelidir.

E. pH değerinin ve iletkenliğin tayini;

Çözeltinin pH değeri, oda sıcaklığında belirlenmelidir. pH değeri, genellikle cihazla birlikte bütünleşmiş olan otomatik sıcaklık kompanzasyonu kullanılarak okunmalıdır.

Kablonun birim uzunluğu için  $W_i$  (metal olmayan her bir malzemenin ağırlığı) değeri hesaplanır. Bu değer kullanılarak 3.3' deki denklemden pH hesaplanır.

$$pH = \log_{10} \left[ \frac{\sum_i W_i}{\sum_i \frac{W_i}{10^x}} \right] \quad (3.3)$$

Burada,

i: Malzemelerin her biri

x: Her bir metal olmayan malzemenin pH değeridir.

İletkenlik hesaplanırken, yine birim uzunluk için her bir metal olmayan malzemenin ağırlığı ayrı ayrı ölçülür. İletkenlik 3.4'deki denklemden hesaplanır.

$$C = \frac{\sum_i c \times W_i}{\sum_i W_i} \quad (3.4)$$

Burada,

c: Her bir metal olmayan malzemenin iletkenliğidir. Birimi  $\mu S'$  dir.

F. Sonuçların değerlendirilmesi;

Deneyden geçirilen her bir metalik olmayan malzeme için, uygunluğu iki deney belirleyecektir. Hem malzemenin pH değeri belirtilen değerden daha az olmazsa, hem de iletkenlik belirtilen değeri geçmezse deney başarılı kabul edilir [27].

### 3.1.3.2. Asidik halojen gaz miktarının ölçülmesi

Bu deneyin amacı, elektrik kablolarında kullanılan malzemelerin yanması sonucu açığa çıkan asidik halojen gaz miktarının belirlenmesidir.

#### A. Numuneler ve şartlandırma;

0.5 – 1.0 gr ağırlığındaki numune  $23 \pm 2$  °C' lik sıcaklıkta %  $50 \pm 5$  nemde 16 saat bekletilmelidir. Numune tartılarak yanma kabının (porselen küvetin) içine yayılır.

#### B. Deney işlemi ve sonuçların değerlendirilmesi;

pH ve iletkenlik ölçümünde kullanılan düzenek ile yakma işlemi yapılır. Sıcaklık tüpün orta noktasına yerleştirilmiş ısı çifti ile kontrol edilir. Sıcaklık  $40 \pm 5$  dakikada,  $800 \pm 10$  °C' ye ulaşmalıdır. Etüv istenilen sürede, istenilen test sıcaklığına ulaştıktan sonra, gaz açılır ve numune kabı tüpün ortasına gelecek şekilde yerleştirilir. Numunenin koyulduğu yerden etüv çıkışına doğru en az 300 mm mesafe kalmalıdır.

Yanma süresi 20 dakikadır. Test bittikten sonra gaz kapatılır. Daha sonra her iki şişede ki NaOH bir kaptan toplanıp, çeşitli kimyasal metotlarla açığa çıkan asidik halojen gaz miktarı hesaplanır [28].

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, alçak gerilim güç kablolarının kullanım yerlerine, sınır değerlerine, kablo tesisi sırasında dikkat edilmesi gereken konulara ve optimum kullanımlarına ilişkin temel kurallara değinilmiştir. Kabloların uygun seçilmesiyle, hem ekonomik hem de minimum hasar riski olan uzun ömürlü bir kullanım mümkün olabilmektedir. Uygun seçimi yapabilmek için akım taşıma kapasitelerinin, iletken kesitlerinin ve diğer faktörlerin sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi ve bunun için de kablonun kullanılacağı yerin özelliklerinin ve ortam koşullarının iyi tanımlanması gerekmektedir.

Ayrıca, güç kablolarının üretimi sırasında zorunlu olan, yalıtım malzemesinin elektriksel dayanıklılığını ölçen ve yalıtımdaki hasarların ortaya çıkarılmasını sağlayan testlerin önemi de bu çalışmada görülmüş, kablonun yapılış özellikleri ile ilgili standartlar tanımlanmıştır.

Günümüzde kablo yalıtkanı olarak tercih edilen PVC, XLPE ve diğer malzemeler, yangın esnasında yoğun duman çıkararak insanların zehirlenmesine sebep olabilmektedir. Ayrıca bu malzemelerden yanma sonucu açığa çıkan gazlar, elektronik ekipmanlarda önemli zararlara yol açmaktadır. Bu sebeple günümüzde PVC kablolar, yerini halojensiz alev geciktirici (HFFR) kablolarla bırakmaktadır. HFFR kablolar, ilk olarak iletişim, metro ve gemi sistemleri alanında kullanılmıştır. Rafineriler, maden ocakları, oteller, okullar, tüneller, yüksek binalar, hastaneler, enerji santralleri, bilgi işlem merkezleri ve insanların yoğun olarak bulunduğu iş merkezleri ile yangına hassas yerlerde bu tür kablolar tercih edilmelidir.

Kablolar tesis edilirken, oluşturdukları magnetik alanların etkileri de gözönünde bulundurularak gerekli magnetik alan indirgeme işlemleri yapılmalı, yeterince yapılamıyorsa da insan sağlığı açısından gerekli tedbirler alınmalıdır.



## KAYNAKLAR

1. HASLEV, P., LARSEN, J., 2000, Optimization of PVC-Free Materials in Cables, Working Report, Miljostyrelsen.
2. TS 621, 1973, Kablo (Genel Esaslar), Ankara
3. SANER, Y, 1998, Güç Dağıtımı (Enerji Dağıtımı) – 3, İstanbul.
4. TS HD 361 S3, 2000, Kablolar-Kablo Gösteriliş Sistemi, Ankara.
5. NERSESSIAN, G., KAISER, M. J., 1998, Modeling the effects of distance in single-conductor power cables in a three-phase power system Electric Power Systems Research 45 191–199
6. TS HD 516 S2, 1998, Alçak Gerilim Harmonize Kablolar için Kullanma Kılavuzu, Ankara.
7. FARAG, A.S. , DAWOUD, M.M., HABIBALLAH, I.O. , 1999, Implementation of shielding principles for magnetic field management of power cables, Electric Power Systems Research 48 193–209.
8. FARAG, A.S. , DAWOUD, M.M., HABIBALLAH, I.O. , 1999, Magnetic field management techniques in transmission underground cables, Electric Power Systems Research 48 177–192.
9. TS 9757 HD 21.2 S3, 2000, Kablolar-Polivinil Klorür Yalıtımlı- Beyan Gerilimi en çok 450/750 V olan, Bölüm 2: Deney Metotları, Ankara.
10. TS 9756 HD 21.1 S3, 1999, Kablolar-Polivinil Klorür Yalıtımlı-Beyan Gerilimi en çok 450/750 V Olan –Bölüm 1: Genel Özellikler, Ankara.
11. TS HD 308 S2, 2002, Kablolarda ve Bükülgen Kordonlarda Damarların Tanıtımı, Ankara.
12. TS 6570 HD 383 S2, 1997, Yalıtılmış Kablolardaki İletkenler-Dairesel İletkenlerin Boyut Sınırları için Kılavuz, Ankara.
13. TS 7201 EN 60811-1-1, 1996, Elektrik Kablolarının Yalıtım ve Kılıf Malzemeleri-Ortak Deney Metodları, Bölüm 1: Genel Uygulama, Kısım 1: Kalınlığın ve Dıştan Dışa Boyutların Ölçülmesi, Mekanik Özelliklerin Tayini Deneyi, Ankara.
14. TS 7423 EN 60811-3-2, 1996, Elektrik Kablolarının Yalıtım ve Kılıf Malzemeleri-Ortak Deney Metodları, Bölüm 3: PVC Bileşikler için Özel Metotlar, Kısım 2: Kütle Kaybı Deneyi-Isıl Kararlılık Deneyi, Ankara.

15. TS 7422 EN 60811-3-1, 1996, Elektrik Kablolarının Yalıtım ve Kılıf Malzemeleri-Ortak Deney Metodları, Bölüm 3: PVC Bileşikler için Özel Metotlar, Kısım 1: Yüksek Sıcaklıkta Basınç Deneyi - Çatlamaya Karşı Dayanıklılık Deneyleri, Ankara.
16. TS 7204 EN 60811-1-4, 1996, Elektrik Kablolarının Yalıtım ve Kılıf Malzemeleri-Ortak Deney Metodları, Bölüm 1: Genel Uygulama, Kısım 4: Düşük Sıcaklıktaki Deneyler, Ankara.
17. TS EN 50265-1, 2000, Kablolar- Yangın Şartlarında Kablolara Uygulanan Ortak Deney Metodları- Yalıtılmış Tek İletken veya Kablo için Düşey Alev Yayılmasına Karşı Dayanıklılık Deneyi Bölüm 1: Teçhizat, Ankara.
18. TS EN 50265-2-1, 2000, Kablolar- Yangın Şartlarında Kablolar için Ortak Deney Metodları- Yalıtılmış Bir İletken veya Kablo için Düşey Alev Yayılmasına Karşı Dayanıklılık Deneyi Bölüm 2-1: İşlemler 1 kW ön Karışım Alev, Ankara.
19. YOSHINO, A., SAWADA, H., SUZUKI, J., HASEGAWA, M., 1999, Halogen Free New Recyclable Cable with Low Toxic Gas Emission, IEEE O-7695-0007-2/99.
20. IEC 61034-1, 1997, Measurement of Smoke Density of Cables Burning under Defined Conditions-Part 2: Test procedure and requirements, Switzerland.
21. TS EN 50268-2, 2000, Kablolar-Yangın Şartları Altında Kablolar için Ortak Deney Metodları-Belirli Şartlar Altında Yanan Kabloların Duman Yoğunluğunun Ölçülmesi, Bölüm 2: İşlem, Ankara.
22. IEC 61034-1, 1997, Measurement of Smoke Density of Cables Burning under Defined Conditions-Part 1: Test apparatus, Switzerland.
23. TS EN 50268-1, 2000, Kablolar-Yangın Şartları Altında Kablolar için Ortak Deney Metodları-Belirli Şartlar Altında Yanan Kabloların Duman Yoğunluğunun Ölçülmesi, Bölüm 1: Deney Teçhizatı, Ankara.
24. TS EN 50266-1, 2000, Kablolar-Yangın Şartları Altında Kablolar için Ortak Deney Metodları-Düşey Olarak Monte Edilmiş Demetlenmiş Teller veya Kablolarda Düşey Alev Yayılımı için Deney. Bölüm 1: Teçhizat, Ankara.
25. TS EN 50266-2-2, 2000, Kablolar-Yangın Şartları Altında Kablolar için Ortak Deney Metodları-Düşey Olarak Monte Edilmiş Demetlenmiş Teller veya Kablolarda Düşey Alev Yayılımı için Deney. Bölüm 2-2: İşlemler-Kategori A, Ankara.
26. TS EN 50267-1,2001, Kablolar- Yangın Şartlarında Ortak Deney Metodları-Kablolardan Alınan Malzemelerin Yanması Sırasında Açığa Çıkan Gazlara Uygulanan Deneyler- Bölüm 1: Teçhizat, Ankara.

27. TS EN 50267-2-1, 2001, Kablolar- Yangın Şartlarında Ortak Deney Metotları- Kablolardan Alınan Malzemelerin Yanması Sırasında Açığa Çıkan Gazlara Uygulanan Deneyler- Bölüm 2-1: İşlemler- Halojen Asit Gazı Miktarının Tayini, Ankara.
28. TS EN 50267-2-3, 2001, Kablolar- Yangın Şartlarında Ortak Deney Metotları- Kablolardan Alınan Malzemelerin Yanması Sırasında Açığa Çıkan Gazlara Uygulanan Deneyler- Bölüm 2-3: İşlemler- pH ve İletkenliğin Ağırlıklı Ortalamasının Belirlenmesi İle Kablolardan Açığa Çıkan Gazların Asitlik Derecesinin Tayini, Ankara.



Tablo A.1. Sabit Tesis İçin Tek Damarlı PVC Kabloların Amaçlanan Kullanımı

Kablo Kod Gösterilişi	H07V		H05V		H05V2		H07V2		H07V3		H07V3	
	U	R	U	K	U	K	U	R	U	R	K	
1 - TESİS METODU (5)	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
-Boruda (6)	+	+	+(1)	+(1)	+(1)	+(1)	+	+	+(2)	+(2)	+(2)	+(2)
-Kablo kanalında (6)	+	+	-	-	-	-	+	+	+(2)	+(2)	+(2)	+(2)
-Yeraltı kablo kanalında (6)	+	+	-	-	-	-	+	+	+(2)	+(2)	+(2)	+(2)
1.4 - Elektrikli Cihazların ve Teçhizatın Kablo Tesisatında	+	+(3)	+(3)	+(3)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(2)	+(2)	+(2)	+(2)

Notlar :

Yalnızca işaretleşme ve kontrol devrelerinde  
Düşük sıcaklıklardaki tesisatlar için  
3) Normal sıcaklık bölgelerindeki kullanımlarda  
Yüksek sıcaklık bölgelerindeki kullanımlarda  
Kablo ile temas eden suyun varlığı kabul edilmez  
Belirli bir kablunun çalışacağı maksimum iletken sıcaklığı, bu kablo ile temasta olan diğer kablo ve yardımcı donanımların sıcaklık sınırına bağlı olacaktır.  
"+": Kabul edilebilir uygulama  
"-": Uygun değil:

Tablo A.1. (Devam) Sabit Tesis İçin Tek Damarlı PVC Kabloların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklama
Genel Amaçlar için Tek Damarlı Kılıfsız Kablolar 1) Rijit (Solid veya örgülü) iletkenli H07V-U veya H07V-R 2) Bükülgen iletkenli H05V-K	Yüzeyde monte edilen veya boru içinde veya benzer kapalı sistemlerdeki tesisat için	Toprağa göre gerilimleri 1000 V a.a'ya veya 750 d.a'ya kadar olan gerilimler için aydınlatma veya kumanda tablosu içinde veya üstündeki sabit korunmuş tesisat için uygundur.
Genel Amaçlar için Tek Damarlı Kılıfsız Kablolar 3) Katı iletkenli, H05V-U 4) Bükülgen iletkenli, H05V-K	Cihazların iç kısmında ve aydınlatma tesisatlarının içinde veya üzerinde sabit korunmuş tesisat için	Yalnızca işaretleşme veya kontrol devreleri için, yüzeyde monte edilen veya kanallara gömülü tesisat için uygundur.
İletken Sıcaklığı 90°C Olan İç Bağlantı İçin Tek Damarlı Kılıfsız Kablolar 1) H05V2-U veya H05V2-K 2) H07V2-U, H07V2-R veya H07V2-K	Cihazların iç kısmında ve aydınlatma tesisatlarının içindeki iç sargı ve sabit korunmuş tesisat için	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 90°C. 85°C'den daha yüksek maddelerle temas halinde kullanılmamalıdır. Maksimum iletken sıcaklığının 70°C'de sınırlandırıldığı durum hariç dağıtım sistemlerindeki sabit tesisatlar için uygun değildir.  Toprağa göre gerilimleri 1000 V a.a'ya veya 750 V d.a'ya kadar olan gerilimler için aydınlatma veya kumanda kablosunun içinde veya üstündeki sabit korunmuş tesisatlarda yalnızca Madde 3 için uygundur.
Düşük sıcaklıklardaki tesisat için kılıfsız kablo 1) Rijit (solid veya örgülü) 1 iletkenli, H07V3-U veya H07V3-R 2) Bükülgen iletkenli, H07V3-K	Tesis işlemi düşük ortam sıcaklık şartlarında yapıldığında yüzeye monte edilen veya boru içinde veya benzer kapalı sistemlerdeki tesisat	Toprağa göre gerilimleri 1000 V a.a'ya veya 750 V d.a'ya kadar olan gerilimler için aydınlatma veya kumanda tablosunun içinde veya üstündeki sabit korunmuş tesisat için uygundur.

Tablo A.2. Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı

Kablo Kod Gösterilişi	HOSSJ		H05S		H07G		H05G		H07Z		H05Z	
	K	U	K	U	K	U	K	U	K	U	K	U
İletken Tipi												
1 - TESİS METODU (5)												
-Boruda (6)	+ (7)	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
-Kablo kanalında (6)	+ (7)	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
-Yeraltı kablo kanalında(6)	+ (7)	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
1.4 - Elektrikli Cihazların ve Teçhizatın Kablo Tesisatında	+ (4)	+(3)	+(3)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)	+(4)

Notlar :

Yalnızca işaretleşme ve kontrol devrelerinde  
Düşük sıcaklıklardaki tesisatlar için  
3) Normal sıcaklık bölgelerindeki kullanımlarda  
Yüksek sıcaklık bölgelerindeki kullanımlarda  
Kablo ile temas eden suyun varlığı kabul edilmez  
Belirli bir kablunun çalışacağı maksimum iletken sıcaklığı, bu kablo ile temasta olan diğer kablo ve yardımcı donanımların sıcaklık sınırına bağlı olacaktır.  
"+": Kabul edilebilir uygulama  
"-": Uygun değil.

Tablo A.2. (Devam) Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklama
Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kablolar 1) Isıya Dayanıklı Silikon Yalıtımlı Kablo, H05SJ-K	Yüksek sıcaklıklarda, Cihazlarda ve lâmbalardaki sabit tesisatlarda Kesit alanı 1,5 mm <sup>2</sup> veya daha fazla bir kesit alanı olan kablolar, görülebilir veya borular içindeki tesisatlar için izin verilir. Yüksek ortam sıcaklıklarında ve korunmuş yerlerdeki iç bağlantılar için	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 180°C'dir.
Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kablolar 2) Örgüsüz ısıya dayanıklı silikon kauçuk yalıtımlı kablolar H05S-U, H05S-K	Yüksek ortam sıcaklıklarında ve korunmuş yerlerdeki iç bağlantılar için	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 180°C'dir. Bu kablo, keskin kenarlarla temasla ve aşınmayla hasar görebilir. Tesisatta ve kullanmada bundan sakınmak için tedbirler alınmalıdır.
İletken Sıcaklığı 110°C Olan İç bağlantılar İçin Isıya Dayanıklılığı Arttırılmış Kablolar 1) H07G 2) H05G - iç bağlantılar için ısı dayanıklılığı artırılmış kablolar	Yalnızca kuru yerlerdeki iç bağlantı için. Başka yerdeki örnek olarak görülebilir veya boru veya tüp içindeki sabit tesisatlar için	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 110°C'dir.

Tablo A.2. (Devam) Sabit Tesisat İçin Kauçuk Kabloların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklama
<p>Sabit Bağlantılar İçin duman emisyonu ve korozif gazları Düşük olan tek damarlı kılıfsız kablolar</p> <p>1) H07Z-U ve H07Z-R 2) H07Z-K 3) H05Z-U 4) H05Z-K</p>	<p>Yüzeye monte edilmiş veya boru içinde veya benzer kapalı sistemlerdeki, özellikle yanma durumunda duman emisyonu ve korozif gazları düşük olması gereken durumlardaki tesisatta.</p> <p>Cihazların iç kısmında ve aydınlatma tesisatlarının içinde veya üstünde, özellikle yanma durumunda duman emisyonu ve korozif gazların düşük olması gereken durumlardaki sabit korunmuş tesisatta</p>	<p>Toprağa göre gerilimleri 1000 V a.a.'ya veya 750 V d.a.'ya kadar olan gerilimler için aydınlatma veya kumanda tablosu içinde veya üstündeki sabit korunmuş tesisat için uygundur.</p> <p>Yalnızca işaretleşme veya kontrol devreleri için yüzeye monte edilmiş veya boru içindeki tesisatlarda uygundur.</p>
	<p>Normal kullanmada bu kablolar için izin verilen maksimum iletken sıcaklığı 90°C'dır. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.</p> <p>Bu kablolar yangın esnasında devre bütünlüğünü sağlamak için tasarlanmamıştır.</p> <p>Duman ve korozif gazlar için belirtilen deneyler yalnızca kablolarla ilgilidir, kablo ve borunun her ikisi ile ilgili değildir.</p>	



Tablo A.3. Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

Kablo Gösterilişi	H03V		H03VV		H05VV		H03VH7		H05VV <sup>(4)</sup>		H03VH7		H05VV <sup>(4)</sup>		H03V2V2		H05V2V2		H05V2V3		H05VV5	
	Yassı	H	Daire	F	Yassı	F	Daire	H	Daire	F	Yassı	F	Daire	F	Yassı	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F
<b>1 - HİZMET TİPİ</b>	+																					
1.1 -Çok Hafif	-																					
1.2 - Hafif	-																					
1.3 - Olağan	-																					
1.4 -Ağır	-																					
<b>2 -SUYUN VARLIĞI</b>	+																					
2.1 - Durum AD1 <sup>1)</sup>	-																					
2.2 - Durum AD2 <sup>1)</sup>	-																					
2.3 - Durum AD6 <sup>1)</sup>	-																					
<b>3- KORUZİF VEYA KİRLETİCİ MADDELER</b>	-																					
3.1 - Durum AF3 <sup>1)</sup>	-																					
4 -DARBE	-																					
4.1 - Durum AG2 <sup>1)</sup>	-																					
<b>5 -TİTREŞİMLER</b>	-																					
5.1 - Durum AH3 <sup>1)</sup>	-																					
<b>6 - FLORA</b>	-																					
6.1 - Durum AK2 <sup>1)</sup>	-																					
<b>7 -FAUNA</b>	-																					
7.1 - Durum AL2 <sup>1)</sup>	-																					



Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklama
Bükülgen Kablolar ve Kordonlar 1) Yassı Gelin Teli Biçimli Kordon, H03VH-Y	İlgili cihaz özelliklerinde müsaade edildiğinde, elde kullanılan (örneğin elektrikli tıraş makinası) küçük cihazların bağlantısında	Pişirme veya ısıtma cihazları için uygun değildir. Bu kordonun cihazlara bağlantısı sabit olmalı veya uygun küçük bağlayıcılar kullanılmalıdır. Kordonun uzunluğu, ucundaki sökülemeyen fişle birlikte 2 m'yi aşmamalıdır. Akım, 0,2A' i aşmamalıdır.
Bükülgen Kablolar ve Kordonlar 2) Yassı, Kılıfsız Kordon, H03VH-H	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde, çok hafif hizmetler için veya hafif taşınabilen cihazlar için.	Pişirme ve ısıtma cihazları için uygun değildir. Endüstriyel* veya ziraî binalarda veya taşınabilen el aletlerinde, bina dışı kullanımlar için uygun değildir. 0,5 mm <sup>2</sup> 'lik kesit alanlı kordonlar, ilgili cihaz özelliklerinde müsaade edildiğinde elde kullanılan küçük cihazlar için kullanılabilir.
Bükülgen Kablolar ve Kordonlar 3) Hafif PVC Kılıflı Kordon H03VV-F (dairese) ve H03VVH2-F (Yassı)	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde, hafif hizmetler için veya hafif taşınabilen cihazlar için (radyo setleri, masa ve standart lâmbalar, ofis makinaları gibi)	Pişirme ve ortam ısıtma cihazları için uygun değildir. Armatürlerde yükseltilmiş sıcaklık bölgelerindeki kullanımlar için uygun değildir. Bu kullanım için H03V2V2-F veya H03V2H2-F kabloları tercih edilmelidir. Endüstriyel* veya ziraî binalarda veya evler için olmayan taşınabilen el aletlerinde, bina dışı kullanımlarda uygun değildir.
	0,75 mm kesit alanlı en hafif PVC kılıflı kordon için, "Olağan PVC kılıflı kordon" için olan aynı "Tavsiye edilen kullanma" ve "Açıklamalar" uygulanır.	
	Ekstra bükülgenliğin gerektiği durumlarda ve belirli hiçbir mekanik hasar tehlikesinin olmaması şartıyla bu hafif kordonlar kullanılabilir. Kordonlar sık sık bükülmeye ve/veya burulmaya maruz kalırsa, yassı kordonların yerine dairese kordonlar tavsiye edilir.	
Bükülgen Kablolar ve Kordonlar 4) Olağan PVC kılıflı kordon, H05VV-F (dairese) ve H05VVH2-F (yassı)	Evlerde, mutfaklarda, ofislerde rutubetli ortamlar dahil, orta derecedeki hizmetler için (örnek olarak çamaşır makinaları, çamaşır kurutma makinaları ve soğutucular)	Sıcak bölümlerle temas riski olmaması ve radyasyona maruz kalmaması şartıyla pişirme ve ısıtma cihazları için kullanılabilir ancak bu durumlardaki kullanmada H05V2V2-F veya H05V2V2H2-F tipi kablolar tercih edilir. Endüstriyel* veya ziraî binalarda veya ev amaçlı olmayan taşınabilen el aletleri için, bina dışı kullanım da uygun değildir.
*Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzeri yerlerde kabul edilebilir.		

Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
Dekoratif zincirler için tek damarlı kılıfsız kablolar 1) Bina içi dekoratif aydınlatma zincirleri için tek damarlı çift yalıtımlı kablolar, H03VH7-H	E5 serisi duylar ile tespit edilmiş ve maksimum 100W yükü olan bina içi dekoratif aydınlatma zincirlerinde	Bina için yılbaşı ağacı aydınlatması için uygundur. Endüstriyel veya ziraî binalar için veya taşınabilen el aletleri için veya taşınabilen el aletleri için herhangi bir tipin bina dışı kullanımı uygun değildir. Pişirme, ısıtma cihazları ve rutubetli yerlerdeki kullanımlar için uygun değildir.
Uzatılabilir Uçlar 1) Hafif PVC kılıflı tipler için H03VVH8-F ve H03VVH2H8-F 2) Olağan PVC kılıflı tipler için H05VVH8-F ve H05VVH2H8-F	Evlerde, mutfaklarda, ofislerde rutubetli ortamlar dahil, orta derecedeki hizmetler için (örnek olarak çamaşır makinaları, çamaşır kurutma makinaları ve soğutucular)	
Aydınlatma Armatürleri İçin Kablolar 1) II Sınıfı aydınlatma armatürleri için ayrılabilir iki tabakalı kablo, H03VH7H-F	İç tesisat veya aydınlatma armatürlerinin besleme bağlantısında, yalnızca 0,5 mm <sup>2</sup> bükülgen iletkenli	Besleme kordonu olarak kullanıldığında uzunluk 2 m' yi geçmemelidir. Akım yoğunluğu 3A'ı aşmamalıdır.  Bina dışında kullanılmaz.
Isıya Dayanıklı Bükülgen Kablolar ve Kordonlar 1) Maksimum iletken sıcaklığı 90°C olan ısıya dayanıklı hafif polivinil klorür kılıflı kordon, H03V2V2-F ve H03V2V2H2-F	Hafif taşınabilen cihazlarda hafif hizmetler için evlerde, mutfaklarda, ofislerde.  Yüksek ortam sıcaklıklarında.  Cihazların iç kısmında.	Bu kabloların özel yalıtım ve kılıf bileşiklerinden dolayı bunlar ısıtma ve pişirme cihazları ve radyasyon riskinin ve sıcak bölümlerle temas riskinin olmadığı yerlerde, sıcaklığı artırılmış bölgelerdeki (örneğin aydınlatma armatürlerinde) kullanımlar için uygundur. Endüstriyel* veya zirai binalarda veya ev için olmayan taşınabilen el aletleri için, bina dışı kullanımlarda uygun değildir. Normal kullanımda maksimum iletken sıcaklığı 90°C'dir. Yüksek sıcaklıklarda cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
	0,75 mm <sup>2</sup> kesit alanlı "Isıya dayanıklı hafif PVC kılıflı kordon" için, "Isıya dayanıklı olağan PVC kılıflı kordon" için olan aynı "Tavsiye edilen kullanma" ve "Açıklamalar" kullanılır.  Ekstra bükülgenliğin gerektirdiği durumlarda ve belirli hiçbir mekanik hasar tehlikesinin olmaması şartıyla bu hafif kordonlar kullanılabilir. Kordonlar sık sık bükülmeye ve/veya burulmaya maruz kalırsa, yassı kordonların yerine dairesel kordonlar tavsiye edilir.	
* Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzeri yerlerde, kabul edilebilir.		

Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
Isıya Dayanıklı Bükülgen Kablolar ve kordonlar 2) Maksimum iletken sıcaklığı 90°C olan ısıya dayanıklı olağan polivinil klorür kılıflı kordon. H05V2V2-F ve H05V2V2H2-F	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde orta dereceli hizmetler için, rutubetli ortamlarda dahil ev cihazları için, yüksek ortam sıcaklıklarında, cihazın iç kısmında.	Bu kabloların özel yalıtım ve kılıf bileşiklerinden dolayı bunlar ısıtma ve pişirme cihazları için ve sıcak bölümlerle temas riskinin ve radyasyon riskinin olmadığı yerlerde, sıcaklığı artırılmış bölgelerdeki (örneğin aydınlatma armatürlerinde) kullanımlar için uygundur.  Endüstriyel* veya zirai atölyelerde veya ev için olmayan taşınabilen el aletleri için, bina dışı kullanımlarda uygun değildir. Normal kullanımda maksimum iletken sıcaklığı 90°C'dir, Yüksek sıcaklıklarda çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
Isıya Dayanıklı Bükülgen Kablolar ve kordonlar 3) Maksimum iletken sıcaklığı 90°C olan, gergi taşıyıcı elemanlı, ısıya dayanıklı olağan PVC kılıflı kordon. H05V2V2D3-F	Özellikle yüksek ortam sıcaklıklarının meydana geldiği yerlerde askılı lâmba ek yeri bağlantılarında	Yükün, kablo iletkenleri ile değil yalnızca gergi taşıyıcı elemanla taşınmasını temin etmek için tedbirler alınmalıdır. Çelik tel ipin kopma yükü en az 250 N olmalıdır, kullanılabilir yükün en az %50 daha düşük olacağına dikkat edilmelidir. Mobil cihaza bağlantıda kullanım için uygun değildir. II Sınıfı cihazda kullanılmamalıdır.
İki Veya Daha Fazla İletkeni Olan Yağa Dayanıklı PVC Kılıflı Kablolar 1) Yağa dayanıklı PVC kılıflı kordon H05VV5-F (Dairesel ekranlanmamış).	Makina aletleri dahil imalat amaçları için kullanılan makina bölümlerinin iç bağlantısında. Kablonun, hareket esnasında mekanik olarak gerilmemesi şartıyla, özellikle makinaların yeniden konumlandırılması, bakımı, ayarı ve muayenesi için kablonun tesis edilmesinden sonra hareket etmesine izin verilir.	Kablolar genel amaçlı mineral yağlara dayanıklıdır ancak yağa sürekli daldırma için tasarlanmamışlardır. Bunlar binaların içinde kullanılmak üzere amaçlanmıştır. Hidrokarbonlar, asitler ve alkalilerle kirlenmeden kaçınılmalı ve kablolar mekanik hasara karşı korunmuş olmalıdır. Kabloların kullanımda hareket etmesinin gerekmediği durumlarda boru içindeki, kanal içindeki, v.b. tesisat tavsiye edilir.

Tablo A.3. (Devam) Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
İki Veya Daha Fazla İletkeni Olan Yağa Dayanıklı PVC Kılıflı Kablolar 2) Ekranlanmış yağa dayanıklı PVC kılıflı kordon H05VVC4V5-K (dairesele ekranlanmış)	Elektromagnetik girişime karşı koruma derecesinin gerekli olduğu durumlarda makina aletleri de dahil imalât amaçları için kullanılan makina bölümlerinin iç bağlantısında. Tesisattan sonra kablonun, hareket esnasında mekanik olarak gerilmemesi şartıyla yeniden konumlandırma, bakım, ayar ve makinaların gözle muayenesi için kablolar hareket ettirilebilir. Ancak bu durumda ekranlanmış kablolar sürekli bükülme için tasarlanmış olmalıdır.	Kablolar genel amaçlı mineral yağlara dayanıklıdır ancak yağa sürekli daldırma için tasarlanmamışlardır. Bunlar binaların içinde kullanılmak üzere amaçlanmıştır. Hidrokarbonlar, asitler ve alkalilerle kirlenmeden kaçınılmalı ve kablolar mekanik hasara karşı korunmuş olmalıdır.  Boru, kanal, v.b. içindeki tesisat tavsiye edilir. Özel yağlarla temasın muhtemel olduğu durumlarda imalâtçının görüşü alınmalıdır.
* Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzeri yerlerde, kabul edilebilir.		

Tablo A.4. Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

Kablo Gösterilisi	H03R		H05R		H07RN		H01N2		H05RN		H03R		H05BO		H07BO		H05GG		H05B		H07B		H05BN		H07BN		
	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	E	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	Daire	F	
1 - HİZMET	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
1.1 - Çok Hafif	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
1.2 - Hafif	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
1.3 - Olağan	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
1.4 - Ağır	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2 - SUYUN VARLIĞI	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
2.1 - Durum AD1	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
2.2 - Durum AD2	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2.3 - Durum AD6	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
3-KOROZİFVEYA																											
KIRLETİCİ MADDELER																											
3.1 - Durum AF3	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
4 -DARBE																											
4.1 - Durum AG2	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
5 - TİTREŞİMLER																											
5.1 - Durum AH3	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
6 - FLORA																											
6.1 - Durum AK2	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
7 -FAUNA																											
7.1 - Durum AL2	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
8 -BINA DIŞI																											
8.1 - Geçici	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
8.2 - Kalıcı	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
9 - BÜKÜLME SIKLIĞI	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
10 -BURULMA SIKLIĞI	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+

Notlar : ( " + " Kabul edilebilir uygulama, " - " Uygun değil)

1. Siyah bir kılıf belirtildiği ve ilgili özelliklere karşı deneyden geçirildiği veya imalatının uygun alternatif korumayı gösterdiği durumlarda bina dışında kalıcı Kullanmaya yalnızca ilgili hizmet uygulamaları için müsaade edilir.

2. Ayrıca durum AD7 için.

Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

Kablo Gösterilişi	H07ZZ	H03RR	H03RV4	H03V4V4
Kesit Alanının Sekli	Dairesel	Dairesel	Dairesel	Dairesel
İletken Tipi	F	H	H	H
1 - HİZMET				
1.1 -Çok Hafif	+	+	+	+
1.2 -Hafif	+	+	+	+
1.3 -Olağan	+	+	+	+
1.4 -Ağır	+	-	-	-
2 - SUYUN VARLIĞI				
2.1- Durum AD1	+	+	+	+
2.2 - Durum AD2	+	+	+	+
2.3 - Durum AD6	(1)	-	-	-
3 - KOROZİF VEYA KİRLETİCİ MADDELER				
3.1 - Durum AF3	+	-	-	-
4 - DARBE				
4.1 - Durum AG2	+	-	-	-
5 - TİTREŞİMLER				
5.1 - Durum AH3	+	-	-	-
6 - FLORA				
6.1 - Durum AK2	-	-	-	-
7 - FAUNA				
7.1 - Durum AL2	-	-	-	-
8 - BİNA DIŞI KULLANIM				
8.1 - Geçici	+	+	+	+
8.2 - Kalıcı	-	-	-	-
9 - BÜKÜLME SIKLIĞI	+	+	+	+
10 -BURULMA SIKLIĞI	+	+	+	+

Notlar:

- 1) İnceleme safhasındadır.  
 " + " Kabul edilebilir uygulama  
 " - " Uygun değil



Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
Kauçuk Yalıtımlı ve Kılıflı Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 1) Örgülü kordon, H03RT-F	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde. Düşük mekanik gerilmelere maruz kalan el cihazlarının beslemesinde	Endüstriyel* veya zirai atölyelerde veya elektrikli el aletlerinin beslemesi için, bina dışı kullanımlarda uygun değildir.
Kauçuk Yalıtımlı ve Kılıflı Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 2) Sert olağan EPR yalıtımlı ve EPR kılıflı kordon, H05RR-F	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde genel kullanım için ve kabloların düşük mekanik gerilmelere (örneğin elektrik süpürgeleri, pişirme cihazları, hayvanlar, tost makinaları) maruz kaldığı yerlerdeki besleme cihazları için	Endüstriyel* veya zirai atölyelerde veya ev için olmayan el aletlerinin beslemesinde, bina dışı kalıcı kullanımlar için uygun değil, ancak siyah bir kılıfın belirtildiği ve ilgili özelliklere karşı deneyden geçirildiği veya imalatçının uygun alternatif korumayı gösterdiği durumlarda bina dışı kalıcı kullanmaya izin verilir.
Kauçuk Yalıtımlı ve Kılıflı Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 3) Olağan polikloropren kılıflı kordon, H05RN-F	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde genel kullanım için ve kabloların düşük mekanik gerilmelere (örneğin elektrik süpürgeleri, pişirme cihazları, hayvanlar, tost makinaları) maruz kaldığı yerlerdeki besleme cihazları için	Olağan hizmet uygulamaları için kalıcı bina dışı kullanımları için uygundur.

Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
<p>Kauçuk Yalıtımlı ve Kılıflı Kordonlar ve Bükülgen Kablolar</p> <p>4) Ağır polikloropren veya diğer eşdeğer sentetik elastomer kılıflı bükülgen kablo H07RN-F</p>	<p>Kuru, nemli veya rutubetli odalarda, açık havada, patlayıcı atmosferi bulunan atölyelerde, orta seviyedeki mekaniksel gerilmelerin olduğu durumlarda, örneğin endüstriyel ve zirai amaçlı atölyelerin cihazlarında, büyük kaynatma tesislerinde, ısıtma levhalarında, muayene lâmbalarında, ızgara, dairesel testere gibi elektrikli el aletlerinde, evlerde kullanılan elektrikli el aletlerinde ve ayrıca konut sitelerindeki taşınabilen motorlar veya makinalarda veya zirai işlerde, sabit tesisatlarda örneğin, geçici binaların karkasında ve tek katlı evlerde, kaldırıcı cihazların, makinaların, v.b.'lerin yapısal elemanlarının bağlantısı için uygundur.</p>	<p>Sabit, korunmuş tesisatlar için (boru veya cihazların içinde). 1000 V' a kadar a.a. veya d. a. kullanımına izin verilir veya ayrıca yük asansörlerinin motor bağlantılarında ve benzerlerinde.</p>
<p>Kauçuk Yalıtımlı ve Kılıflı Kordonlar ve Bükülgen Kablolar</p> <p>5) Ağır polikloropren veya diğer eş değer sentetik elastomer kılıflı bükülgen kablo H07RN-F (çok damarlı)</p>	<p>Özellikle makina aletlerinin bağlantılarındaki kullanımlarda</p>	
<p>Ark Kaynak Kabloları</p> <p>1) Ark kaynak kabloları H01N2-D, H01N2-E</p>	<p>100 V' de el elektrotlu kullanımlarda</p>	<p>Hizmet çevrimleri için özel kılavuz, Akım değerleri ve gerilim düşümü, Tablo 1.24 - Tablo 1.27 'de verilmiştir.</p>

Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
Dekoratif zincirler için polikloropren veya eşdeğer sentetik elastomer kılıflı kablo, 1) H05RN-F, H05RNH2-F	Bina içi veya bina dışında kullanılmak üzere dekoratif zincirlerde kullanımda. Yılbaşı ağaçları için dekoratif zincirler ve benzer geçici dekoratif amaçlar için aydınlatma serilerinde tek damarlı kablolar. Yalnızca geçici dekoratif aydınlatma için yassı iki damarlı kablolar.	Düşük gerilim güvenliği ile koruma, elektriksel ayırma ile koruma ve erişilemeyen yerler gibi koruma durumlarında millî tesisat yönetmelikleri göz önüne alınmalıdır.  Bütün geçici ve dekoratif zincirler söküldükleri ve tesis edildikleri her defasında gözle muayene edilmeli ve kontrol edilmelidir.
Dekoratif zincirler için polikloropren veya eşdeğer sentetik elastomer kılıflı kablo, 2) Tasarımlanan duylar ile kullanılan dekoratif zincirler için polikloropren veya eşdeğer sentetik elastomer kılıflı kablo, H03RN-F	Minyatür duylarla birlikte 0,5 mm <sup>2</sup> , E14 duylarla birlikte 0,75mm <sup>2</sup> kesit de kullanımda. Bina içinde veya bina dışında kullanılmak üzere dekoratif zincirlerde kullanımda. Yılbaşı ağacı ve zincir uzunluğu 20 m' yi aşmayan benzer geçici dekoratif nesnelere olduğu gibi aydınlatma serilerinde tek damarlı kablolar. 0,45 mm <sup>2</sup> 'lik kabloda mekanik gerilmelerden sakınmak için yeterli sayıda uygun destekler olmalıdır.	
EPR Yalıtımlı ve poliüretan kılıflı bükülgen kablo, 1) H05BO-F 2) H07BO-F	Kuru, nemli veya rutubetli durumlarda, bina dışında; orta seviyeli mekanik gerilmelerde, örnek olarak endüstriyel ve ziraî cihazlarda, radyasyona maruz kalma ve sıcak bölümlerle temas riskinin olmaması şartıyla ısıtma tesisatlarında, ızgara ve dairesel testere ve ayrıca konut sitelerinde taşınabilen motorlar veya makinelerde, ziraî iş yerlerinde ve tersanelerde; soğuk depolama uygulamalarında kullanım için uygundur.	Özellikle kablonun yüksek aşınma ve yırtılma gerilmelerine maruz kaldığı durumlarda uygundur.  Siyah bir kılıfın belirtildiği ve uygun özelliklere karşı deneyden geçirildiği veya imalatçının uygun alternatif korumayı gösterdiği durumlarda bina dışında kalıcı kullanımlar için uygundur.  En düşük işletme sıcaklığı -40°C, maksimum iletken sıcaklığı 90°C dir. Yüksek sıcaklıklarda çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
*Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzer yerlerde kabul edilebilir. ** Bazı ülkelerde patlayıcı ortamlardaki kullanıma izin verilmeyebilir.		

Tablo A.4 (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
EVA Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 1) H05GG-F, H05GGH2-F	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde. Düşük mekanik gerilmelere maruz kalan ev cihazları için yüksek ortam sıcaklıklarında. Örnek olarak aydınlatma armatürleri veya merkezî ısıtma kazanlarında olduğu gibi cihazların iç kısmında	Ziraî veya endüstriyel* atölyelerde veya ev amaçlı olmayan taşınabilen el aletlerinde bina dışında kullanım için uygun değildir. Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 110°C'dir. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
EPR/EPR Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 1) H05BB-F	Konutlarda, mutfaklarda ve ofislerde ve kabloların düşük mekanik gerilmelere (örnek olarak pişirme cihazları, havyalar, tost makinaları) maruz kaldığı yerlerdeki cihazların beslemesi gibi genel amaçlı kullanımlarda.	Ziraatta, endüstriyel* veya zirai atölyelerde veya ev amaçlı olmayan el aletlerinin beslemesinde, bina dışındaki kalıcı kullanımlar için uygun değildir. Ancak siyah bir kılıfın belirtildiği ve uygun özelliklere karşı deneyden geçirildiği veya imalatçının uygun alternatif korumayı gösterdiği durumlarda bina dışında kalıcı kullanıma izin verilir. 90°C'lik maksimum iletken sıcaklığında kullanım için uygundur. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
EPR/EPR Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 2) H07BB-F	Kuru, nemli, rutubetli odalarda, açık havada, patlayıcı atmosferin** bulunduğu iş yerlerinde. Orta seviyeli mekanik gerilmelerin olduğu durumlarda, örnek olarak endüstriyel ve zirai iş yerlerindeki cihazlarda, büyük kazan tesisatlarında, ısıtma levhalarında, muayene lâmbalarında, Izgara, dairesel testere, ev amaçlı elektrikli el aletlerinde ve ayrıca konut sitelerinde taşınabilen motorlar veya makinalarda, veya zirai iş yerlerinde, ayrıca sabit tesisatlarda, yerleşim amaçlı tek katlı ve çok katlı binaların karkaslarında, kaldırma cihazları, makinalar, vb, de yapısal elemanların tesisi için uygundur.	1000 V' a kadar kullanmada, a.a. veya d.a' ya sabit, korunmuş tesisat için (boruda veya cihazlarda) ve ayrıca yük asansör motorları ve benzerlerinin motor bağlantıları için müsaade edilir.  90°C'lik maksimum sıcaklıkta kullanım için uygundur.  Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.  Bina dışı kalıcı kullanmada siyah bir kılıf gerekir.
*Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzer yerlerde kabul edilebilir. ** Bazı ülkelerde patlayıcı ortamlardaki kullanıma izin verilmeyebilir.		

Tablo A.4.(Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo veya Kordonların Amaçlanan Kullanımı

1	2	3
Kablo Tipi	Tavsiye Edilen Kullanım	Açıklamalar
EPR/CSP Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 1) H05BN4-F**	EPR/EPR Kordonlar ve Bükülgen Kablolar (H05BB-F)' da olduğu gibi	90°C'lık maksimum sıcaklıkta kullanım için uygundur. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
EPR/CSP Kordonlar ve Bükülgen Kablolar 2) H07BN4-F***	EPR/EPR Kordonlar ve Bükülgen Kablolar (H07BB-F)' da olduğu gibi	1000 V'a kadar kullanmada, a.a. veya d.a'ya sabit, korunmuş tesisat için (boruda veya cihazlarda) ve ayrıca yük asansör motorları ve benzerlerinin motor bağlatılan için müsaade edilir. 90°C'lık maksimum sıcaklıkta kullanım için uygundur. Yüksek sıcaklıkta çalışıldığında cilt ile temastan kaçınılmalıdır.
EPR/CSP Kordonlar ve Bükülgen Kablolar (Çok damarlı) 3) H07BN4-F	EPR/EPR Kordonlar ve Bükülgen Kablolar (H07BN4-F)' da olduğu gibi	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 90°C'dır.
Düşük duman emisyonu ve korozif gazları olan çapraz bağlı polimer yalıtımlı ve kılıflı bükülgen kablo 1) H07ZZ-F, 1-5 damarlı 2) H07ZZ-F, çok damarlı	Özellikle yanma durumunda duman emisyonu ve korozif gazların düşük olmasının istendiği durumlarda, bina içi ve geçici bina dışı kullanımlarda.	Normal kullanmada maksimum iletken sıcaklığı 90°C'dır. Özellikle formüle edilmiş ve deneyden geçirilmiş kılıflar kullanılmadıkça bina dışında kalıcı kullanım için uygun değildir. Duman ve korozif gazlar için belirtilen deneyler yalnızca kablolarla ilgilidir, kablo ve borunun birlikte olması durumunda geçerli değildir.
Ekstra Bükülgen Uygulamalar İçin Kordonlar 1) H03RR-H 2) H03RV4-H 3) H03V4V4-H	Konutlarda, mutfaklarda, ofislerde elde kullanılan veya elle çalıştırılan cihazların beslemesi için, öncelikle yüksek bükülgenliğin gerektiği ve sıcak yüzeylerle istenmeden temasın mümkün olduğu durumlardaki uygulamalar amaçlanmıştır.	Ziraatta, endüstride veya ziraat atölyelerde veya ev amaçlı olmayan el aletlerinin beslemesi için bina dışında kalıcı kullanımlar için uygun değildir.
<p>*Bununla birlikte terzi dükkanları ve benzer yerlerde kabul edilebilir.  ** Bazı ülkelerde patlayıcı ortamlardaki kullanıma izin verilmeyebilir.  *** H05BN4-F ve H07BN4-F kablo tipleri için -20°C' nin altında (-30°C'lik bir deney sıcaklığına dayalı) tesisat veya işletme için mevcut bir tavsiye yoktur. Bu nedenle soğuk iklimlerde bina dışında kullanım için (örneğin otomobil ısıtıcıları için) H05RN-F ve H07RN-F kabloları tercih edilmelidir. Yağa dayanıklılığı önemli değilse, H05BB-F ve H07BB-F kabloları tercih edilmelidir.</p>		

Tablo A.5. Sabit ve İç Bağlantılar İçin PVC Kabloların Sınır Şartları

1	2		3	4		5	6	7	8		9	10	11	12
	Kablo tipi	Tip	Gösterimi	Standard		Beyan	Damar Sayısı	Anma kesit alanı aralığı mm <sup>2</sup>	Sıcaklık °C		İletken Çalışması Normal Devre <sup>1)</sup>	Kablo Yüzeyinde	Taşıma tesisat ve yüklenme	Depolama ortamı
				HD/ Bölüm	Madde				Gerilimi V	max				
1 - Genel Amaçlar İçin Kılıfsız	H07V-U	21.3	2	450/750	1	1.5-10	+70	+160	+70	+5	+40			
	H07V-R	21.3	2	450/750	1	1.5-400	+70	+160 <sup>3)</sup>	+70	+5	+40			
	H07V-K	21.3	3	450/750	1	1.5-240	+70	+160	+70	+5	+40			
2 - İç Bağlantılar İçin Kılıfsız	H05V-U	21.3	4	300/500	1	0.5-1	+70	+160	+70	+5	+40			
	H05V-K	21.3	5	300/500	1	0.5-1	+70	+160	+70	+5	+40			
3 - Yüksek Sıcaklık Bölgelerinde	H05V2-U	21.7	2	300/500	1	0.5-1	+90	+160	+90	+5	+40			
	H05V2-K	21.7	2	300/500	1	0.5-1	+90	+160	+90	+5	+40			
4 - Yüksek Sıcaklık Bölgelerinde	H07V2-U	21.7	3	450/750	1	1.5-2.5	+90	+160	+90	+5	+40			
	H07V2-R	21.7	3	450/750	1	1.5-35	+90	+160	+90	+5	+40			
İç Bağlantılar İçin Kılıfsız	H07V2-K	21.7	3	450/750	1	1.5-35	+90	+160	+90	+5	+40			
	H07V3-U	21.9	2	450/750	1	1.5-10	+70	+160	+70	-25	+40			
5 - Düşük Sıcaklıklarda Sabit Tesisat için Kılıfsız	H07V3-R	21.9	2	450/750	1	1.5 - 400	+70	+160 <sup>3)</sup>	+70	-25	+40			
	H07V3-K	21.9	3	450/750	1	1.5-240	+70	+160	+70	-25	+40			

Notlar :

1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kablounun yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

3) 300 mm<sup>2</sup>'nin üzerindeki iletken boyutları için bu sıcaklık 140°C'ye indirilir.

Tablo A.6. Sabit Tesisat ve İç Bağlantılar İçin Kauçuk Kablolarda Sınır Şartları

1	2	3	4	5	6	7	8		10	11	12											
							Kablo tipi	Tip gösterimi				Standard	Beyan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma kesit alanı aralığı mm <sup>2</sup>	Sıcaklık °C		Kablo Yüzeyinde	Taşıma tesisat ve yükleme	Depolama ortamı		
																HD/ Bölüm	Madde				Normal	Kısa Devre <sup>1)</sup>
1 - İç Bağlantılar İçin Kauçuk Yalıtımlı	H05SJ-K	22.3	2	300/500	1	0.5-16	+180	+350	+180	-25	+40											
	H05S-U	22.3	3	300/500	1	0.5-2.5	+180	+350	+180	-25	+40											
	H05S-K	22.3	3	300/500	1	0.5-2.5	+180	+350	+180	-25	+40											
2 - İç Bağlantılar İçin Isıya Dayanıklılığı Artırılmış	H07G-U	22.7	2	450/750	1	0.5-10	+110	+260	+110	-25	+40											
	H07G-R	22.7	2	450/750	1	1.5-95	+110	+260	+110	-25	+40											
	H07G-K	22.7	2	450/750	1	0.5-95	+110	+260	+110	-25	+40											
3 - İç Bağlantılar İçin Isıya Dayanıklılığı Artırılmış	H05G-U	22.7	3	300/500	1	0.5-1	+110	+260	+110	-25	+40											
	H05G-K	22.7	3	300/500	1	0.5-1	+110	+260	+110	-25	+40											
	H07Z-U	22.9	2	450/750	1	1.5-10	+90	+250	+90	+5	+40											
4 - Duman Emisyonu ve Gazlar Düşük Olan Kılıfsız	H07Z-R	22.9	2	450/750	1	1.5-400	+90	+250	+90	+5	+40											
	H07Z-K	22.9	3	450/750	1	1.5-240	+90	+250	+90	+5	+40											
	H05Z-U	22.9	4	300/500	1	0.5-1	+90	+250	+90	+5	+40											

Notlar :

1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kabloların yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

Tablo A.7. PVC Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları

1	2	3	4		5	6	7	8		10	11	12
			Standard	Madde				Sıcaklık °C	İletken çalışması			
Kablo tipi	Tip gösterimi	HD/ Bölüm			Beyan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma kesit alanı mm <sup>2</sup>	Normal	Kısa Devre <sup>1)</sup>	Kablo Yüzeyinde	Taşıma tesisat ve yükleme	Depolama ortamı
								max	max	max	min	max <sup>2)</sup>
1 - Yassı Gelin Teli Biçimli Kordon	H03VH-Y	21.5	2		300/300	2	0.1	+40	+150	+40	+5	+40
2 - Yassı Kılıfsız Kordon <sup>4)</sup>	H03VH-H	21.5	3		300/300	2	0.5-0.75	+40	+150	+40	+5	+40
3 - Hafif PVC Kılıflı Kordon <sup>4)</sup>	H03VV-F	21.5	4		300/300	2-4	0.5-0.75	+60	+150	+50	+5	+40
	H03VVH2-F	21.5	4		300/300	2	0.5-0.75	+60	+150	+50	+5	+40
4 - Olağan PVC Kılıflı Kordon	H05VV-F	21.5	5		300/500	2-5	0.75 - 4	+60	+150	+50	+5	+40
	H05VVH2-F	21.5	5		300/500	2	0.75	+60	+150	+50	+5	+40
5 - Kılıfsız Dekoratif Zincir <sup>4)</sup>	H03VH7-H	21.8	3		300/300	1	0.5-0.75	+60	+150	+50	+5	+40
6 - Hafif PVC Uzatılabilir Uçlar <sup>4)</sup>	H03VVH8-F	21.10	2		300/300	2-3	0.5-0.75	+60	+150	+50	+5	+40
	H03VVH2H8-F	21.10	2		300/300	2	0.5-0.75	+60	+150	+50	+5	+40
7 - Olağan PVC Uzatılabilir Uçlar	H05VVH8-F	21.10	3		300/500	2-3	0.75-1.5	+60	+150	+50	+5	+40
	H05VVH2H8-F	21.10	3		300/500	2	0.75	+60	+150	+50	+5	+40

Notlar :

1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kabloların yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

4) 0,5 mm<sup>2</sup> kesit alanlı kordonlar, 2 m'yi aşmayan uzunluklarda kullanılmalı ve bunların akımı 3A'ı aşmamalıdır.



Tablo A.7. (Devam) PVC Bükülgen Kablolarda İçin Sınır Şartları

1	2	3	4		5	6	7	8		9		10	11	12				
			Standard	Madde				Beyan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma kesit alanı aralığı mm <sup>2</sup>	Sıcaklık °C				Kablo Yüzeyinde	Taşıma tesisat ve yüklenme	Depolama ortamı	
											HD/ Bölüm							İletken çalışması Normal Kısa Devre <sup>1)</sup>
Kablo tipi	8 - II Sınıfı Aydınlatma Armatürleri <sup>2)</sup> İçin Ayrılabilir, İki Tabakalı Yalıtılmış Kablo	H03VH7H-F	21.11	2	300/300	2	0.5	+60	+150	+50	+5	+40						
	9 - Isıya Dayanıklı Hafif PVC Kılıflı Kordon <sup>4)</sup>	H03V2V2-F	21.12	2	300/300	2-4	0.5-0.75	+90	+150	+80	+5	+40						
		H03V2V2H2-F	21.12	2	300/300	2	0.5-0.75	+90	+150	+80	+5	+40						
	10 - Isıya Dayanıklı Olağan PVC Kılıflı Kordon	H05V2V2-F	21.12	3	300/500	2-5	0.75-4	+90	+150	+80	+5	+40						
		H05V2V2H2-F	21.12	3	300/500	2	0.75-1	+90	+150	+80	+5	+40						
	11 - Gergi Taşıyıcı Elemanı olan Isıya Dayanıklı Olağan PVC Kılıflı Kordon	H05V2V2D3-F	21.12	4	300/500	2-4	0.75	+90	+150	+80	+5	+40						
		H05VV5-F	21.13	3	300/500	2-60	0.5-2.5	+60	+150	+50	+5	+40						
	12 - Yağa Dayanıklı Ekranlanmış ve Ekranlanmamış PVC Kılıflı Kablolarda <sup>4)</sup>	H05VVC4V5-K	21.13	4	300/500	2-60	0.5-2.5	+60	+150	+50	+5	+40						

Notlar :

1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kablounun yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

4) 0,5 mm<sup>2</sup> kesit alanlı kordonlar, 2 m'yi aşmayan uzunluklarda kullanılmalı ve bunların akımı 3 A'yi aşmamalıdır.

Tablo A.8. Kauçuk Bükülgen Kablolar İçin Sınır Şartları

1	2	3	4		5	6	7	8		9		10	11	12
			Standard	Madde				Sıcaklık °C	İletken çalışması	Kablo	Taşınma tesisat ve yüklenme			
Kablo tipi	Tip gösterimi	HD/ Bölüm	Beyan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma Kesit Alanı Aralığı	Normal	Kısa Devre <sup>1)</sup>	Yüzeyinde	Taşınma tesisat ve yüklenme	Depolama ortamı				
1 - Örgütlü Kordon	H03RT-F	22.4	2	300/300	2-3	0.75-1.5	+60	+200	+50	-25	+40			
2 - Sert Olağan EPR Yalıtımlı ve EPR Kılıflı Kordon	H05RRR-F	22.4	3	300/500	2/5 3/4	0.75-2.5 0.75-6	+60	+200	+50	-25	+40			
3 - Olağan PCP veya Eş değer Sentetik Elâstomer Kılıflı Kordon ve Bükülgen Kablo	H05RN-F	22.4	4	300/500	2-3	0.75-1	+60	+200	+50	-25	+40			
4 - Ağır PCB veya Eşdeğer Sentetik Elâstomer Kılıflı Bükülgen Kablo	H07RN-F	22.4	5	450/750	1	1.5-500	+60	+200	+50	-25	+40			
5 - Ark Kaynak Kabloları	H07RN-F	22.4	6	450/750	2/5 3/4 6-18 19-36	1-25 1-300 1.5-4 1.5-2.5	+60	+200	+50	-25	+40			
	H01N2-D	22.6	2	100/100	1	10-185	+85	+250	+80	-20	+40			
	H01N2-E	22.6	2	100/100	1	10-185	+85	+250	+80	-20	+40			
6 - PCP veya Dekoratif Zincirler İçin Eşdeğer Elastomerik Kılıflı Kablo	H05RN-F	22.8	2	300/500	1	0.75-1.5	+60	+200	+50	-25	+40			
	H05RNH2-F	22.8	2	300/500	2	1.5	+60	+200	+50	-25	+40			

Notlar :

1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kabloların yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

Tablo A.8. (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablolara İçin Sınır Şartları

1	2	3	4		5	6	7	8		9	10		11	12
			Standard	Madde				Sıcaklık °C	İletken çalışması		Kablo Yüzevinde	Taşıma tesisat ve yüklenme		
Kablo tipi	Tip gösterimi	HD/ Bölüm	HD/ Bölüm	Bevan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma kesit alanı aralığı	Normal	Kısa Devre <sup>1)</sup>	max	max	min	max <sup>2)</sup>		
7 - PCB veya Dekoratif Zincirler için Eşdeğer Elastomerik Kılıflı Kablo	H03RN-F	22.8	3	300/300	1	0.5-0.75	+60	+200	+50	-25		+40		
	H05BO-F	22.10	3	300/500	2-5	0.75-1	+90	+250	+75	-40		+40		
	H07BO-F	22.10	4	450/750	2-5	1.5-16	+90	+250	+75	-40		+40		
	H05GG-F	22.11	3	300/500	2/5	0.75-2.5	+110	+250	+90	0		+40		
8 - EVA Kordonlar ve Bükülgen Kablolara	H05GGH2-F	22.11	3	300/500	3/4	0.75-6	+110	+250	+90	0		+40		
	H05BB-F	22.12	3	300/500	2/5	0.75-2.5	+90	+250	+75	-25		+40		
	H07BB-F	22.12	4	450/750	3/4	0.75-6	+90	+250	+75	-20		+40		
	H05BN4-F	22.12	5	300/500	2/3	1.5-500	+90	+250	+75	-20		+40		
10 - EPR / Klorinath Kauçuk 90°C	H07BN4-F	22.12	6	450/750	1	1.5-500	+90	+250	+75	-20		+40		
	H07BN4-F	22.12	7	450/750	2/5	1.5-500	+90	+250	+75	-20		+40		
	H07BN4-F	22.12	7	450/750	3/4	1.5-500	+90	+250	+75	-20		+40		

Notlar : 1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kabloların yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

Tablo A.8. (Devam) Kauçuk Bükülgen Kablo lar İçin Sınır Şartları

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Kablo tipi	Tip gösterimi	Standard	Madde Bölüm	Beyan Gerilimi V	Damar Sayısı	Anma kesit alanı aralığı mm <sup>2</sup>	Sıcaklık °C		Kablo Yüzeyinde	Taşıma tesisat ve yüklenme	Depolama ortamı	
							iletken çalışması Normal	Kısa Devre <sup>1)</sup>				
12 - Duman Emisyon ve Korozyon ve Gazları Düşük olan Kılıflı	H07ZZ-F	22.13	3	450/750	1	1.5-500	+70	+250	+50	-5	+40	
					2/5	1-25						
					3/4	1-300						
13- Ekstra Bükülgen Uygulamalar için Kordonlar	H07ZZ-F	22.13	4	450/750	6-18	1.5-4	+70	+250	+50	-5	+40	
					19-36	1.5-2.5						
					2/3	0.75-1.5	+60	+200	+50	-25	+40	
					2/3	0.75-1.5	+60	+200	+50	-25	+40	
	N03V4V4-H	22.14	5	300/300	2/3	0.75-1.5	+60	+200	+50	-25	+40	

Notlar : 1) Müsaade edilen maksimum süre 5 saniyedir.

2) Doğrudan güneş ışığında kablomun yüzey sıcaklığı verilen değeri aşabilir ancak maksimum 60°C'ye tâbi tutulur.

## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Ankara'da doğdu. İlköğrenimini Sivas'ta, ortaöğrenimini Çorum'da, lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1995 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 1999 yılında Elektrik Mühendisi olarak mezun oldu. Ekim 1999'da Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans programına girmeye hak kazandı.

2000 yılında 1 yıl Ankara'da özel bir şirkette çalıştıktan sonra 2001 yılında Türk Standartları Enstitüsü Çayırova Kalite Kampüsü'nde çalışmaya başlamıştır. Kalite Yönetim Sistemleri eğitimlerini alarak Tetkik Görevlisi Adayı olmuştur. Ayrıca Ürün Belgelendirme bölümünde tetkikçi olarak bir yıl süreyle çalışmıştır. Halen, Kablo ve Elektroteknik Bölümleri'nde deney personeli olarak görev yapmaktadır.