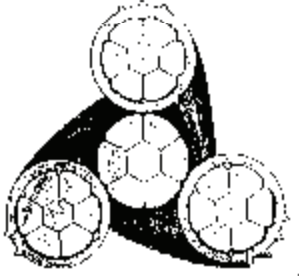


ALPEK®



**ÇIPLAK NÖTR -
ASKI TELLİ
PLASTİK YALITKANLI
ALÜMİNYUM İLETKENLİ
1 kV HAVA HATTI
ENERJİ KABLOSU**

(AER – TSE 11654)



EL KİTABI

I

(p r o j e)

TÜRKKABLO A.O.

Elk. Y. Müh. Falih Kaya ÖNDER

ALPEK®

ASKI TELLİ, PLASTİK YALITKANLI ALÜMİNYUM İLETKENLİ HAVA HATTI ENERJİ KABLOSU (PROJE)

Şubat 2004

İÇİNDEKİLER	Sayfa
1- GENEL	1
1.1 - Kablo Yapısı	2
1.2 - Kullanma yerleri	4
1.3 - İmalat standardı	4
1.4 - Elektrik Özellikleri	4
1.5 - Emniyet mesafeleri	6
2. ALPEK KABLO KESİTİNİN BELİRLENMESİ	7
2.1. Gerilim düşümü yolu ile kesit tayini	7
2.2. Müsaade edilen akım yüküne göre kesit tayini	7
3. ALPEK® KABLOLARI SALGI HESAPLARI	7
3.1 - Kablo Genel Değerleri	11
3.2 - Genel Tanımlar	11
3.3 - Salgı Hesaplarına Örnek	12
3.4 - 3x70 +1x16 + 95 mm ² ALPEK kablo Salgı Hesapları	16
4. DİREK SEÇİMİ	22
4.1 - Direk Boylarının Tesbiti	22
4.2 - Taşıyıcı Direk	22
4.3 - Köşe Direkleri	23
4.4 - Durdurucu Direkler	24
4.5 - Direk Seçim Değerlendirmesi	24
5. BUZ YÜKÜ HARİTASI	25

İlgili bölüme ulaşmak için [çizgili sayfa no.larını tıklayınız](#)

1- G E N E L

Bilindiği gibi, elektrik şebekelerinin tesisinde kullanılan iletkenler, teknik ve ekonomik nedenler ile hızlı bir gelişim ve değişim göstermektedir.

Önceleri rakipsiz bir iletken olarak bilinen ve kullanılan **BAKIR'ın yerini ALÜMİNYUM almıştır.** Teknik bakımdan yeraltı kablosu özelliklerine sahip, ekonomik yönden çıplak iletkenli tesisler ile rekabet edebilecek **ASKI TELLİ, DEMET BİÇİMLİ, ALÜMİNYUM İLETKENLİ HAVA HATTI KABLOLARI (AER)** güvenli, emniyetli ve tesis maliyetlerinde sağladığı ekonomi nedeni ile 1960 yılından beri, tüm dünyada alçak ve orta gerilimde, çıplak iletkenli hava hatları yerine hızla artan bir şekilde kullanılmaya başlamıştır.

Askı telli, demet biçimli alüminyum iletkenli 1 kV alçak gerilim AER tipi hava hattı kablosu **ALPEK®** (tescilli adı) **Finlandiya Standardı SFS 2200** ve **Türk Standardı TS 11654'e göre 1971 yılından beri TÜRKKABLO A.O. tarafından üretilmektedir.**

ALPEK® kabloların ülkemizdeki kullanımının gösterdiği hızlı artış , deneyimlerin olumlu olduğunun bir kanıtıdır.

ALPEK® kabloların yapısal özelliklerinin sağladığı yararlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Güvenirlilik

- **ALPEK®** kablolar, şehir ve özellik ile kırsal alanda, konut veya sınai tesislerde ağaç, demir veya beton direkli 1 kV alçak gerilim ve müşterek direkli AG-OG dağıtım şebekelerinde, çıplak alüminyum veya bakır iletken yerine kullanılarak çıplak iletkenli hava hatlarında kamçılanma nedeni ile sıkça oluşan kısa devre arızalarını önler.
- **ALPEK®** kabloların delinme gerilimleri çok yüksektir. Bu nedenle yalıtım arızası hiç deneyecek kadar azdır. Ayrıca, abone elektrik sayaçlarını, atmosferik aşırı gerilimlerin tahrip edici etkilerine karşı korur.
- **ALPEK®** kablolar, çevre dostu olup, ağaç kesilmelerini en alt düzeye indirir, tabiata uyum sağlar.
- **ALPEK®** kabloların, ağaçlara teması durumunda tehlikeli kısa devreler oluşmaz

Emniyet

- **ALPEK®** kabloların faz iletkenlerinin yalıtılmış olması, elektrik hakkında yeterli bilgi sahibi olmayan kişilerin dikkatsizce iletkenlere dokunması sonucu oluşabilecek ölümcül kazaları önler. Emniyet yönünden **ALPEK®** kabloları çıplak iletkenli hatlardan ayıran en önemli özelliğidir.
- **ALPEK®** kabloların yapısı dolayısı ile yıldırım gibi atmosferik olayların oluşturduğu aşırı gerilimlerin tahrip edici etkisi sonucu meydana gelen kısadevreler ve maddi kayıplar daha azdır.
- **ALPEK®** kabloların nötr hattının çıplak oluşu, fazlar ile karışmasını önler, tesis ve tamir esnasında yanılmalara ve ölümcül hatalara imkan vermez.

Ekonomi

- **ALPEK®** kablolu sistemler kullanılarak, çıplak iletkenli hatlara göre direk boylarının kısalması beş çıplak iletken için gerekli bağlantı malzemesi ve beş tel çekimi yerine bir bağlantı malzemesi ve bir çekim sonucu tesislerin toplam maliyetinde (direk, hırdavat, işçilik) kesite göre % 15...35 arasında bir tasarruf sağlanabilir.
- **ALPEK®** kabloların işletme ve bakım masrafları, çıplak iletkenlere göre daha azdır.
- **ALPEK®** kablo tesis edilmiş direkler üzerine, birden fazla kablo tesis edebilme olanağı, daha sonraları gerekecek mevcut şebeke takviyelerinde çok büyük bir kolaylık, imkan ve ekonomi sağlar.

- **ALPEK®** kabloları taşıyan direkler üzerine, telefon kabloları veya orta gerilim hatları beraberce tesis edilebilir.
- **ALPEK®** kabloların endüktif direnç değerinin çıplak iletkenli hatlara göre daha düşük olması gerilim düşümleri ve kayıpların azalması imkanı verir.
- **ALPEK®** kablolar yapıları nedeni ile elektrik arızaları ve kesintileri azaltarak dolaylı bir ekonomi sağlar ve şikayetleri önler.
- **ALPEK®** kablo fazlarının yalıtılmış olması nedeni ile kaçak elektrik kullanımı önlenmiş olur.

Uzun ömürlü ve emniyetli bir şebeke için, ALPEK özel montaj malzemelerinin imalatıcının önerdiği şekilde kullanılması gereklidir. Montaj ile ilgili detaylı bilgi **ALPEK® El Kitabı II (montaj)** 'de bulunmaktadır.

1.1 - ALPEK® Kablo Yapısı

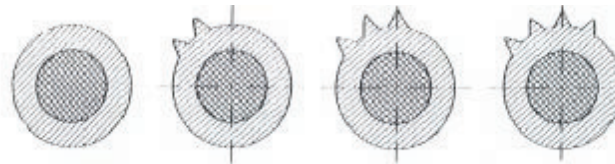
Faz İletkenleri : 16 mm² kesitinde som, 25...120 mm² kesitinde çok telli örülmüş ve düzgün yüzeyli dairesel şekilde sıkıştırılmış alüminyum. Örne işleminden önceki telin çekme dayanımı 120 N/mm² (12,2 kg / mm²)'den az , +20 °C derecedeki özdirenci 28,264 nΩm (0,028264 ohm.m/mm²)'den fazla olmamalıdır.

Nötr-Askı Teli : Faz iletkenlerinin bir üst kesitinde (120 mm² hariç), 7 telli örülmüş ve düzgün yüzeyli dairesel şekilde sıkıştırılmış özel alüminyum alaşım. Askı Telinin örme işleminden önceki tel çekme dayanımı 294 N/mm² (30 kg/mm²)'den az , +20 °C derecede özdirenci 32,840 nΩm (0.03280 ohm.m/mm²)'den fazla olmamalıdır. Askı teli ayrıca nötr iletkeni görevi de görmektedir.

Yalıtım : TS-11654 standardı şartlarını karşılayan ve dış tesis şartlarına dayanıklı siyah renkli özel polietilen

Yapı : **ALPEK®** kablolar, dış tesis şartlarına dayanıklı özel siyah polietilen ile yalıtılmış bir grup alüminyum iletkenlerin, yalıtılmamış alüminyum alaşımdan yapılmış tüm mekanik yükleri taşıyan çıplak bir askı teli etrafına bükülmesinden meydana gelen ayrıca nötr görevi de gören bu askı teli vasıtasıyla havada veya bina dışında asılarak kullanılmak üzere tasarımlanmış AER tipi bir kablodur. İstek üzere 16 mm² sokak aydınlatma fazı ilave edilebilir.

Fazların Ayrımı : Fazlar, tüm kablo boyunca kesintisiz, dayanıklı ve farkedilir şekilde iki, üç veya dört adet çıkıntı ile birbirlerinden ayrılır. Sokak aydınlatma fazı üzerinde çıkıntı yoktur.



Sokak Fazı 1. Faz R 2. Faz S 3. Faz T

İşaretleme : İki çıkıntılı faz yalıtkanı üzerine kablonun gösterimi olan (ALPEK/AER) yalıtılmış damarların sayısı x anma kesit alanı + beyan gerilimi (0,6/1 kV), standardın işaret ve numarası (TSE için TS 11654), üretici firma adı, veya tescilli markası, imalat yılı kabartma veya oyularak veya çıkmayan mürekkeple basılarak 500 mm'yi aşmayan aralıklarda yazılır.

Standard : TSE / TS-11654 ve Finlandiya / SFS 2200
TS 11654'e esas alınarak hazırlanmış ALPEK Kablo boyut ve özellikleri [ÇİZELGE 1](#)'de gösterilmiştir.

▲ ÇİZELGE - 1

ALPEK Kablo boyut ve özellikleri ((S) TS 11654'e göre kesitler)

ALPEK Kablo	Yalıtılmış Faz İletkenleri				Aska Teli			İmalatı Tamamlanmış Kablo				
SayınFaz + Sok.Faz(*) + (Aska Teli) Alan mm ²	Sayı ve Kesit Alanı mm ²	Çıplak İletkenin Teli Sayısı Adet	Ortalama Çapı mm	+20°C'de Max. Direnç ohm/km	Aska Teli Alanı mm ²	Ortalama Çıplak Çap mm	Min. Köpma Yükü kN	+20°C'de Max. Direnç ohm/km	Max. Dış Çap D _m mm	Rüzgardaki Etken Çap D _w mm	Yaklaşık Toplam Ağırlık	
											TS11564 kg/km	ALPEK kg/km
(S) 1x16+25	1x16	1	4,4	1,910	25	5,9	7,4	1,380	15	11	140	140
1x16+1x16(*)+(25)	2x16	1	4,4	1,910	25	5,9	7,4	1,380	22	20		210
(S) 3x16+(25)	3x16	1	4,4	1,910	25	5,9	7,4	1,380	22	20	270	270
(S) 3x16+1x16(*)+(25)	4x16	1	4,4	1,910	25	5,9	7,4	1,380	22	22	330	340
1x25+(35)	1x25	7	5,9	1,200	35	6,9	10,3	0,986	18	16		200
(S) 3x25+(35)	3x25	7	5,9	1,200	35	6,9	10,3	0,986	26	23	390	390
3x25+1x16(*)+(35)	3x25	7	5,9	1,200	35	6,9	10,3	0,986	26	25		460
1x35+(50)	1x35	7	6,9	0,868	50	8,1	14,2	0,720	22	19		280
(S) 3x35+(50)	3x35	7	6,9	0,868	50	8,1	14,2	0,720	30	27	530	550
3x35+1x16(*)+(50)	3x35	7	6,9	0,868	50	8,1	14,2	0,720	30	30		620
(S) 3x50+(70)	3x50	7	8,1	0,641	70	9,7	20,6	0,493	35	31	700	730
3x50+1x16(*)+(70)	3x50	7	8,1	0,641	70	9,7	20,6	0,493	35	35		800
(S) 3x70+(95)	3x70	7	9,7	0,443	95	11,4	27,9	0,363	41	36	990	1020
3x70+1x16(*)+(95)	3x70	7	9,7	0,443	95	11,4	27,9	0,363	41	41		1090
(S) 3x120+(95)	3x120	19	12,8	0,253	95	11,4	27,9	0,363	47	42	1510	1530
3x120+1x16(*)+(95)	3x120	19	12,8	0,253	95	11,4	27,9	0,363	47	47		1600

(S) TS 11654 kablo kesitleri

1x16 (*) Sokak Fazı

1.2 - Kullanma Yerleri

Yalıtılmış hava hattı kablosu ALPEK, alçak gerilim dağıtım hava hatlarında her yerde, tek veya müşterek direkli tüm dağıtım şebekelerinde, ayrıca aşağıda belirtilen ve doğrulayan şartlar için emniyetli, güvenli ve ekonomik çözümler üretmektedir.

- Kırsal ve şehirleşmiş yerleşim bölgelerinde konut ve sınai tesisler için ağaç, beton ve demir direkli 1 kV dağıtım hatları.;
 - Ağaçlık alanlar;
 - Yerden ve binalardan asgari mesafeler altına düşmeden mevcut direkler üstüne şebeke takviyesi için yeni ek hava hatları tesis edilmesi mecburiyeti hali;
 - Alçak gerilim tablosu bulunmayan bir transformatör merkezinden, transformatöre direk bağlı çıkışlar yapılması gereği;
 - Konutlara yakın, insan hayatı için tehlikeli çıplak hatların yerine yeraltı kablosu kullanılmadığı durumlar;
 - Sokak ve yol aydınlatma şebekeleri, yol atlamaları;
 - Alçak ve yüksek gerilimli hatların aynı direk üzerinde tesisi düşünüldüğü takdirde,
 - Geçici tesisler;
 - Kaçak elektrik kullanımını önlemek;
 - Dış hava şartlarının çıplak iletkenli hatlarda meydana getirdiği sıkça rastlanan kamçılanma olayının önlenmesi ALPEK kabloların kullanılmasını gerektiren ve doğrulayan şartlar olarak kabul edilebilir.
- Çıplak iletkenli hava hatları ile müşterek kullanımında, çıplak hatlarda sıkça oluşan kısa devrelerin meydana getireceği tahribatı önlemek için ALPEK kabloları çıplak iletkenlerden sonra tesis edilmesine özen gösterilmelidir.

ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ Madde 43.b Yalıtılmış Kablolar ve kullanımı ile ilgilidir.

1.3 - İmalat Standardı

ALPEK® kabloları, Finlandiya Standardları Komitesince hazırlanmış SFS 2200 (1979) standardına ve BEYAN GERİLİMİ 0,6/1 kV OLAN-ASKI TELLİ, DEMET BİÇİMLİ, ALÜMİNYUM İLETKENLİ - HAVA HATLARINDA KULLANILAN TS 11654 (Nisan 1995)'e uygun olarak memleketimizde İZMİT TÜRKKABLO A.O. Fabrikalarında imal edilmektedir.

[ÇİZELGE 1](#)'de TS 11654'den derlenmiş yapısal değerler gösterilmiştir.

1.4 - Elektrik özellikleri

ALPEK kabloları ait elektriki bazı özellikler TS-11654 ve [ÇİZELGE 2](#)'deki notlarla ilgili aşağıdaki açıklamalar esas alınarak belirtilmiştir.

- 1- Doğru akım (DC) direnci en büyük değerdir. ALPEK kablo iletken kesiti ve akım yükleri çok düşük değerde olduğu için alternatif akım (AC) direnci tabloda verilen doğru akım (DC) direncine eşit kabul edilir.
- 2- Endüktif reaktans olarak faz iletken reaktansı değeri anlaşılır. Tek fazlı kablolarla reaktans faz ve nötr iletkenin reaktansıdır.
- 3- Müsaade edilen 1 saniye süreli kısa devre akımı iletken sıcaklığını +70°C çıkartan değerdir.
- 4- Akım yükleri olarak verilen değerler ortam sıcaklığının +20°C ve rüzgarsız olması, ve iletkenlerin azami sıcaklıklarının +65 °C'ye kadar çıkmasına müsaade eden değerdir. Hafif rüzgar dahi **yükleme akım değerini arttırır**. Mesela, 1 metre/saniye kuvvetinde bir rüzgar halinde aynı akım değerleri +35°C' lik bir ortam sıcaklığı için tatbik edilebilir.

Akım değerlerinde güneş ışınlarının doğrudan etkileri dikkate alınmamıştır.

Üç fazlı kablolar için yukarıda gösterilen akım yükü simetrik yüklemeye hali için verilmiştir.

▲ ÇİZELGE - 2

ALPEK Kablo Elektriksel Özellikler ve Müsade Edilen En Büyük Akımlar

ALPEK Kablo		Müşade edilen maximum yük akımı ⁽⁴⁾												
		Çevre Sıcaklığı												
		+20°C		+25°C		+30°C		+35°C						
SayıxFaz + Sok.Faz(*) + (Aska Teli) Alanı		+20°Cde Maximum DC Direnci ⁽¹⁾		50 Hz için Endüktif Reaktans ⁽²⁾	Faz Sigorta Anma Akımı	1 saniye sürelili kisa devre Akımı ⁽³⁾	Faz	S.Faz	Faz	S.Faz	Faz	S.Faz		
mm ²		Faz Ohm/km	Nötr Ohm/km	Ohm/km/faz	A	kA	A	A	A	A	A	A		
(S) 1x16+25		1,910	1,380	0,090	63	1,0	75		71		64		58	
1x16+1x16(*)+(25)		1,910	1,380	0,090	63	1,0	70	60	66	56	60	51	54	47
(S) 3x16+(25)		1,910	1,380	0,108	50	1,0	70		66		60		54	
(S) 3x16+1x16(*)+(25)		1,910	1,380	0,108	50	1,0	60	60	57	56	51	51	47	47
1x25+(35)		1,200	0,986	0,081	80	1,5	100		94		85		78	
(S) 3x25+(35)		1,200	0,986	0,106	63	1,5	90		85		77		70	
3x25+1x16(*)+(35)		1,200	0,986	0,106	63	1,5	80	60	76	56	68	51	62	47
1x35+(50)		0,868	0,720	0,080	100	2,0	125		118		107		97	
(S) 3x35+(50)		0,868	0,720	0,104	80	2,0	115		109		98		89	
3x35+1x16(*)+(50)		0,868	0,720	0,104	80	2,0	95	60	89	56	81	51	74	47
(S) 3x50+(70)		0,641	0,493	0,101	100	3,0	140		132		120		109	
3x50+1x16(*)+(70)		0,641	0,493	0,101	100	3,0	120	60	113	56	102	51	93	47
(S) 3x70+(95)		0,443	0,363	0,097	125	4,0	180		170		153		140	
3x70+1x16(*)+(95)		0,443	0,363	0,097	125	4,0	155	60	146	56	132	51	121	47
(S) 3x120+(95)		0,253	0,363	0,092	200	7,5	250		236		213		195	
3x120+1x16(*)+(95)		0,253	0,363	0,092	200	7,5	220	60	207	56	187	51	172	47

(S) TS 11654 kablo kesitleri

1x16 (*) Sokak Fazı

1.5 - Emniyet Mesafeleri

ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ Madde 44, iletkenlerin yapılara ve ağaçlara olan en küçük yatay ve en büyük salgı durumunda üzerinde geçtikleri yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları belirtmektedir.

Aşağıda 1 kV'luk hava hatları ve yalıtılmış hava hattı kabloları ile ilgili en düşey uzaklıklar, yönetmelikten alınarak özetlenmiştir.

▲ ÇİZELGE -3

ALPEK Kablolarla ilgili en küçük düşey uzaklıklar

İletkenlerin üzerinden geçtiği yer	0.6/1 kV
Araç geçmesine elverişli çayır, tarla, Otlak ve benzeri yerler	5 m (*)
Araç geçmesine elverişli köy ve şehir içi yollar	5.5 m (*)
Şehirler arası kara yolları	7 m
Ağaçlar	1,5 m
Üzerine herkes tarafından çıkılabilen düz damlı yapılar	2,5 m
Üzerine herkes tarafından çıkılmayan eğik damlı yapılar	2 m
Elektrik hatları	2 m
Elektriksiz demiryolları (ray demiri üzerinden her yönde ölçülebilecektir)	7 m
Üzerinde trafik olan sular ve kanallar (suların en kabarık yüzeyinden geçebilecek taşıtların en yüksek noktasından ölçülecektir),	4,5 m
(*) yalıtılmış hava hattı kablolarında bu yükseklik değerleri 0,5 m azaltılacaktır.	

2 – ALPEK® KABLO KESİTİNİN BELİRLENMESİ

2.1 – Gerilim Düşümüne göre Kesit Belirlenmesi

$$\begin{aligned} \text{Tek Fazlı Hatlar} \quad \% e &= k_1 \cdot 10^{-7} \cdot W \cdot L \\ k_1 &= \rho_f \cdot 100 / S_f \cdot V^2 + \rho_n \cdot 100 / S_n \cdot V^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Üç Fazlı Hatlar} \quad \% e &= k_3 \cdot 10^{-7} \cdot W \cdot L \\ k_3 &= \rho_f \cdot 100 / S_f \cdot U^2 \end{aligned}$$

e = yüzde olarak gerilim düşümü

$\rho_f = 0,028264 \text{ ohm.mm}^2/\text{m}$ (Faz iletkeni öz direnci)

$\rho_n = 0,03280 \text{ ohm.mm}^2/\text{m}$ (Nötr iletkeni öz direnci)

W = watt (çekilen yük)

L = metre (hat uzunluğu)

V = 220 volt (Faz-nötr gerilimi)

U = 380 volt (Fazlar arası gerilim)

$S_f = \text{mm}^2$ (Faz iletken kesiti)

$S_n = \text{mm}^2$ (Nötr iletken kesiti)

ÇİZELGE - 4

Gerilim düşümü hesaplaması için k_1 ve k_3 katsayıları

Faz iletken kesiti (mm^2)	k_1	k_3
16	100,74	19,57
25	63,59	12,23
35	42,72	7,83
50	30,24	5,59
70		3,91
95		2,79
120		1,63

2.2 – Müsade Edilen Akım Yüküne Göre Kesit Belirlenmesi

ÇİZELGE 2’de ALPEK kablolarla ilgili elektriksel ve muhtelif çevre sıcaklıklarına ve 1.4 – Elektriksel Özellikler bölümünde belirtilen şartlara uygun olarak Müsade edilecek en büyük yük akımı ve koruyucu sigorta anma akımı değerleri gösterilmiştir.

3 – ALPEK KABLOLARDA SALGI HESABI

ALPEK Kablolarla salgi hesapları, aynen çıplak iletkenli hatlarda olduğu gibi ve ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ Madde 46 ve Madde 47 çerçevesinde yapılmaktadır.

Hava hatlarının mekanik hesaplarında göz önüne alınacak varsayımların kullanılacağı bölgeler ile bu bölgelere ilişkin buz yükleri ve en düşük, en yüksek ortam sıcaklıkları ÇİZELGE 5 ‘de gösterilmiştir.

Ayrıca, bu bölgeleri gösteren harita eklidir.

▲ ÇİZELGE - 5

Bölgelere göre Kablo için Ek Buz Yükü

$$P_b = k \cdot \sqrt{D_m} \text{ (kg/m)}$$

D_m (mm) TS11654'e göre en büyük dış çap veya hesap çapı

Buz Yükü Bölgesi	Ortam Katsayısı I K	Ortam Sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$	
		$t_{\min}$	$t_{\max}$
I	0	-10	+50
II	0,2	-15	+45
III	0,3	-25	+40
IV	0,5	-30	+40
V	1,2	-30	+40

ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ Madde 48'de belirtilen, kabloya dik yönde gelen ek rüzgar yükü şartları [ÇİZELGE 6](#)'da gösterilmiştir.

▲ ÇİZELGE - 6

ALPEK Kabloya Dik Ek Rüzgar Yükü Varsayımları

D_w (mm) : Rüzgar Çapı (TS11654) veya Hesap Çapı

$P_{w100} = c \cdot p \cdot D_w \cdot 10^{-3} \text{ (kg/m)}$		
D_w mm	C	p kg/m ²
$D_w < 12,5$	1,2	44
$12,5 < D_w < 15,8$	1,1	44
$D_w > 15,8$	1	44

Belirtilen şartlara uygun olarak ALPEK kablolar için hesaplanan ek buz ve rüzgar yükleri [ÇİZELGE 7](#) ve [ÇİZELGE 8](#)'de gösterilmiştir.

Hesaplarımızda, TS 11654'de belirtilen D_m ve D_w kablo çapları, hesaplanandan daha büyük olduğu için , ek buz ve ek rüzgar yükü hesaplarında standardın ön gördüğü değerler esas alınarak gerçekleştirilmiştir..

İstendiği takdirde, D_h hesap çapı ile benzer işlemler yeniden yapılabilir.

Mekanik hesaplarda kullanılacak D_h hesap çapı ile ilgili , faz ve nötr iletkenleri çapları

[ÇİZELGE 9](#)'da belirtilmiştir.

▲ ÇİZELGE - 7

ALPEK Kablo için Hesaplanan Ek Buz Yüğü (Pb) ve Rüzgar Yüğü

(Pw)

(Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğı ve TS 11654'e göre hesaplanmıştır)

ALPEK Kablo				Ek Buz Yüğü					Ek Rüzgar Yüğü	
SayıxFaz + Sok.Faz(*) + (Askı Teli) mm ²	Birim Ağ. P _k kg/m	Kablo Çapı		Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V	P _{w100} =	P _{w60} =
		Rüzgar D _w (mm)	Enbüyük D _m (mm)	P _b =0 kg/m	P _b =0,2√D _m kg/m	P _b =0,3√D _m kg/m	P _b =0,5√D _m kg/m	P _b =1,2√D _m kg/m	c.p.D _w .10 ⁻³ kg/m	0,6.P _{w100} kg/m
(S) 1x16+25	0,140	11,0	15,0	0,000	0,775	1,162	1,936	4,648	0,581	0,348
1x16+1x16(*)+(25)	0,210	20,0	22,0	0,000	0,938	1,407	2,345	5,628	0,880	0,528
(S) 3x16+(25)	0,270	20,0	22,0	0,000	0,938	1,407	2,345	5,628	0,880	0,528
(S) 3x16+1x16(*)+(25)	0,340	22,0	22,0	0,000	0,938	1,407	2,345	5,628	0,968	0,581
1x25+(35)	0,200	16,0	18,0	0,000	0,849	1,273	2,121	5,091	0,704	0,422
(S) 3x25+(35)	0,390	23,0	26,0	0,000	1,020	1,530	2,550	6,119	1,012	0,607
3x25+1x16(*)+(35)	0,460	25,0	26,0	0,000	1,020	1,530	2,550	6,119	1,100	0,660
1x35+(50)	0,280	19,0	22,0	0,000	0,938	1,407	2,345	5,628	0,836	0,502
(S) 3x35+(50)	0,550	27,0	30,0	0,000	1,095	1,643	2,739	6,573	1,188	0,713
3x35+1x16(*)+(50)	0,620	30,0	30,0	0,000	1,095	1,643	2,739	6,573	1,320	0,792
(S) 3x50+(70)	0,730	31,0	35,0	0,000	1,183	1,775	2,958	7,099	1,364	0,818
3x50+1x16(*)+(70)	0,800	35,0	35,0	0,000	1,183	1,775	2,958	7,099	1,540	0,924
(S) 3x70+(95)	1,020	36,0	41,0	0,000	1,281	1,921	3,202	7,684	1,584	0,950
3x70+1x16(*)+(95)	1,090	41,0	41,0	0,000	1,281	1,921	3,202	7,684	1,804	1,082
(S) 3x120+(95)	1,530	42,0	47,0	0,000	1,371	2,057	3,428	8,227	1,848	1,109
3x120+1x16(*)+(95)	1,600	47,0	47,0	0,000	1,371	2,057	3,428	8,227	2,068	1,241

(S) TS 11654 kablo kesitleri

1x16 (*) Sokak Faz

▲ ÇİZELGE 8

ALPEK Kablo Ek Buz Yüklü ve Rüzgar Yüklü

Ağırlıklar

(Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve TS 11654'e göre hesaplanmıştır)

ALPEK Kablo				(Pkb) = Kablo (Pk) +Ek Buz Yüğü (Pb)					(Pkw) = Kablo (Pk) +	
SayıxFaz + Sok.Faz(*) + (Aska teli) mm2	Birim Ağ. Pk kg/m	Kablo Çapı		Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V	Rüzgar yükü (Pw) Pkw=√(Pk)²+(Pw)² Pkw100	Pkw60
		Rüzgar Dw (mm)	Enbüyük Dm (mm)	Pkb=Pk+0 kg/m	Pkb=Pk+Pb kg/m	Pkb=Pk+Pb kg/m	Pkb=Pk+Pb kg/m	Pkb=Pk+Pb kg/m		
(S) 1x16+25	0,140	11,0	15,0	0,140	0,915	1,302	2,076	4,788	0,597	0,376
1x16+1x16(*)+(25)	0,210	20,0	22,0	0,210	1,148	1,617	2,555	5,838	0,905	0,568
(S) 3x16+(25)	0,270	20,0	22,0	0,270	1,208	1,677	2,615	5,898	0,920	0,593
(S) 3x16+1x16(*)+(25)	0,340	22,0	22,0	0,340	1,278	1,747	2,685	5,968	1,026	0,673
1x25+(35)	0,200	16,0	18,0	0,200	1,049	1,473	2,321	5,291	0,732	0,467
(S) 3x25+(35)	0,390	23,0	26,0	0,390	1,410	1,920	2,940	6,509	1,085	0,722
3x25+1x16(*)+(35)	0,460	25,0	26,0	0,460	1,480	1,990	3,010	6,579	1,192	0,804
1x35+(50)	0,280	19,0	22,0	0,280	1,218	1,687	2,625	5,908	0,882	0,574
(S) 3x35+(50)	0,550	27,0	30,0	0,550	1,645	2,193	3,289	7,123	1,309	0,900
3x35+1x16(*)+(50)	0,620	30,0	30,0	0,620	1,715	2,263	3,359	7,193	1,458	1,006
(S) 3x50+(70)	0,730	31,0	35,0	0,730	1,913	2,505	3,688	7,829	1,547	1,097
3x50+1x16(*)+(70)	0,800	35,0	35,0	0,800	1,983	2,575	3,758	7,899	1,735	1,222
(S) 3x70+(95)	1,020	36,0	41,0	1,020	2,301	2,941	4,222	8,704	1,884	1,394
3x70+1x16(*)+(95)	1,090	41,0	41,0	1,090	2,371	3,011	4,292	8,774	2,108	1,536
(S) 3x120+(95)	1,530	42,0	47,0	1,530	2,901	3,587	4,958	9,757	2,399	1,890
3x120+1x16(*)+(95)	1,600	47,0	47,0	1,600	2,971	3,657	5,028	9,827	2,615	2,025

(S) TS 11654 kablo kesitleri

1x16 (*) Solak Faz

▲ ÇİZELGE - 9

ALPEK Kablo Faz ve Nötr İletken Çapları

Kesit (mm ²)	10	16	25	35	50	70	95	120
Faz Çapı d _f (mm)	6,3	7,2	8,7	10,1	11,3	13,3	-	16,8
Nötr Çapı d _n (mm)	3,9	4,9	5,9	6,9	8,1	9,7	11,4	-

Üç fazlı ALPEK Kablolar için : $D_h = 2 \cdot d_f + d_n$

Tek fazlı ALPEK Kablolar için : $D_h = d_f + d_n$

3.1 - Kablo Hakkında Genel Değerler

Nominal Gerilim : $U = 750$ Volt

Azami Özgül Direnç

a) Faz İletkeni : $\rho_f = 0,028264$ ohm.mm²/m

b) Nötr İletkeni : $\rho_n = 0,032800$ ohm.mm²/m

Askı Teli Elastisite Modülü

a) İlkel : $E_i = 5000$ kg/mm²

b) Nihai : $E_n = 6100$ kg/mm²

Askı teli ısı uzama katsayısı : $\beta = 23 \times 10^{-6}$ 1/ °C

Askı teli minimum kopma dayanımı : $\sigma_{min} = 30$ kg/mm²

Askı teli maksimum dayanım : $\sigma_{max} = 12$ kg/mm²

Askı teli maksimum kuvveti : $T_{max} = \sigma_{max} \cdot S$

Askı teli kesiti : S (mm²)

Askı Teli Emniyet Faktörü : $n = \sigma_{max} / \sigma_{min} = 12/30 = \%40 < \%45$

ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ Madde 46 a.1'e göre hava hatlarında kullanılacak iletkenlerin en büyük çekme zorlanmaları, iletkenin kopma dayanımının % 45'ini geçmeyecektir.

Madde 46 a.2 ALPEK kabloların yalıtılmış olmaları, genelde 50 m'yi geçmeyen alçak gerilim hava hatlarında kullanılmaları nedeni ile dikkate alınmamıştır.

3.2 - Genel Tanımlar

3.2.1 - Maksimum Menzil (a_{max}) : Bir direğin bir tarafında olabilecek en büyük açıklıktır.

3.2.2 - Ruling Menzil (Birim açıklık a_r) : İki durdurucu direk arasında, taşıyıcı direklerden oluşan hat bölümü için aşağıdaki formüle göre hesaplanır. Bu menzil, kritik açıklık ve değişik haller denkleminin çözümünde kullanılır.

$$a_r = \sqrt[2]{(a_1^3 + a_2^3 + \dots + a_n^3) / (a_1 + a_2 + \dots + a_n)}$$

Birim açıklık sınırları arasındaki diğer açıklıklar için salgı, salgı çizelgelerinden alınan f_r salgı değerleri a_n açıklığı için salgı aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$f_n = f_r \cdot (a_n/a_r)^2$$

3.2.3 - Kritik Menzil (a_{kr}) : Enerji taşıma hatlarında maksimum dayanım ya ek yüklü durumda ya da en düşük ortam sıcaklığında t_{min} 'de oluşur. En büyük dayanımın olduğu bu iki durumu ayıran öyle bir menzil vardır ki bu menzile kritik menzil denir. Formüle göre hesaplanır.

$$a_{kr} = 2 \cdot T_{max} \cdot \sqrt{6 \cdot \beta \cdot (t_n - t_{min}) / (p_n^2 - p_1^2)}$$

$a_{kr} > a_r$ ise; *en büyük gerilme t_{min} 'de oluşur.*

$a_{kr} < a_r$ ise; *en büyük gerilme ek yüklü durumda oluşur.*

[ÇİZELGE 10](#)'da Bölgelere ait kritik açıklık hesaplaması ile ilgili değerler, şartlar, formüller ve kablo kesitlerine göre hesaplanan açıklıklar gösterilmiştir.

3.2.4 - Kritik Sıcaklık (t_{kr}) : İletken ağırlığının artması ve dayanımın azalması salgının büyümesine neden olur. Ortam ısı yükselince iletken dayanımı azalacağından ve iletken üzerinde ek yük oluşunca da iletken ağırlığı artacağından salgı büyür.

Buzlu durumdaki salgıya eşit salgı veren öyle bir sıcaklık vardır ki, bu sıcaklık derecesine kritik sıcaklık denir.

$t_{kr} < t_{max}$ ise; *en büyük salgı t_{max} halinde oluşur;*

$t_{kr} > t_{max}$ ise; *en büyük salgı Bölge 1 için $+5^\circ C + \%100$ Rüzgar yüklü halde; diğer bölgeler için $-5^\circ C + \%100$ buz yüklü halde oluşur*

[ÇİZELGE 11](#)'de Bölgelere ait kritik sıcaklık hesaplaması ile ilgili değerler, şartlar, formüller ve kablo kesitlerine göre hesaplanan sıcaklıklar gösterilmiştir.

3.3 - Salgı hesaplarına ait örnek

Örnek olarak en çok kullanılan kesit olan $3 \times 70 + 1 \times 16 + (95) \text{ mm}^2$ 'lik ALPEK kablo tipi seçilmiş ve Bölge I (Buz yükü = 0) ve Bölge III şartlarına göre, ilkel ve nihai şartlarda dikkate alınarak muhtelif açıklık ve sıcaklıklar için hesaplanan salgı ve germe kuvvetleri [ÇİZELGE 12](#) ve [ÇİZELGE 13](#)'de gösterilmiştir. Diğer bölgeler için benzer şekilde hesaplanabilir.

Ortam ısının değişmesi, ek yük diye adlandırdığımız rüzgar yada buz yükünün ayrı ayrı tesir etmesi halinde iletken veya kabloda termik veya mekanik uzamalar olmaktadır. Bu neden ile, hem iletken hesapları ve hem de direk hesapları bakımından iletkenin muhtelif kritik durumlardaki gerilme kuvvetlerinin ve salgılarının bilinmesine gerek vardır. Bu değişikliklerin hesaplanmasında değişik haller denklemi kullanılır.

▲ ÇİZELGE - 10 a_{kr} Kritik Açıklık esaplanması

Hatlarda maksimum gerilme ya ek yüklü durumda ya da minimum ortam sıcaklığında oluşur. Bu iki durumu ayıran menzile **kritik açıklık** denir. Formül ve şartlar aşağıda belirtilmiştir.

1.Bölge	$a_{kr} = 2.T_{max}\sqrt{6.\beta.(t_n-t_{min}) / P_{kw100}^2}$			
2,3,4,5 Bölge	$a_{kr} = 2.T_{max}\sqrt{6.\beta.(t_n-t_{min}) / (P_{kb}^2 - P_k^2)}$			
Isı uzama katsayısı	β ($1/^\circ C$)			0,000023
Askı Tel Kesiti	S_a (mm^2)			
Emniyet Katsayısı k	$k \leq 0,45$			0,4
Askı Tel Min. Kopma Gerilmesi	σ_{min} (kg/mm^2)			30
Kabul edilen Askı Tel Max. Gerilme	σ_{max} (kg/mm^2)			12
Kabul edilen Askı Tel Max. Kuvvet	T_{max} (kg)			$\sigma_{max} . S_a$
	T_{max} (kg)			$k.S_a.\sigma_{min}$
Elastisite Modülü	a) İlkel	E_i (kg/mm^2)		5000
	b) Nihai	E_n (kg/mm^2)		6100

a_r Birim Açıklık (Ruling Menzili)

İki durdurucu direk arasında,
taşıyıcı direklerden olan hat
bölümü için hesaplanır

Direk arası mesafeler

$a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ ise

$a_r = \sqrt{(a_1^3 + a_2^3 \dots a_n^3) / (a_1 + a_2 \dots + a_n)}$

(a_{kr}) Kritik Açıklık Şartları					
	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V
t_n ($^\circ C$)	+5	-5	-5	-5	-5
	P_{kw100}	+ P_{kb}	+ P_{kb}	+ P_{kb}	+ P_{kb}
t_{min} ($^\circ C$)	-10	-15	-25	-30	-30
$a_{kr} < a_r$ ise $\sigma_{max} + 5^\circ C + P_{kw100}$ (1.bölge) veya $-5^\circ C + P_{kb}$ halinde oluşur					
$a_{kr} > a_r$ ise $\sigma_{max} t_{min}$ halinde oluşur					

ALPEK Kablo			a_{kr} Kritik Açıklık				
(S) 1x16+25	25	300	47	25	24	17	7
1x16+1x16(*)+(25)	25	300	31	20	20	14	6
(S) 3x16+(25)	25	300	31	19	19	14	6
(S) 3x16+1x16(*)+(25)	25	300	28	18	18	13	6
1x25+(35)	35	420	54	30	30	21	9
(S) 3x25+(35)	35	420	38	23	23	17	8
3x25+1x16(*)+(35)	35	420	35	22	23	17	8
1x35+(50)	50	600	65	38	38	27	12
(S) 3x35+(50)	50	600	46	29	30	22	10
3x35+1x16(*)+(50)	50	600	41	28	29	21	10
(S) 3x50+(70)	70	840	56	35	37	27	13
3x50+1x16(*)+(70)	70	840	50	34	36	27	13
(S) 3x70+(95)	95	1140	65	41	43	33	15
3x70+1x16(*)+(95)	95	1140	58	40	43	32	15
(S) 3x120+(95)	95	1140	56	34	37	28	14
3x120+1x16(*)+(95)	95	1140	50	34	36	28	14

(S) TS 11654 göre kablo kesitleri

1x16 (*) Sokak Fazı

▲ ÇİZELGE - 11 (t_{kr}) Kritik Sıcaklık Hesaplanması

Ek yüklü durumdaki sehime eşsehim veren öyle bir sıcaklık derecesi vardır ki bu sıcaklığa *kritik sıcaklık* denir. Hesaplama ilgili formüller aşağıdadır.

1.Bölge : $t_{kr} = [\sigma_{\max} \cdot (P_{kw100} - P_k) / E \cdot \beta \cdot P_{kw100}] + 5$

2,3,4,5 Bölge : $t_{kr} = (\sigma_{\max} \cdot P_b / E \cdot \beta \cdot P_{kb}) - 5$

ALPEK Kablo			t _{kr} Kritik Sıcaklık (E=5000 kg/mm ² için)				
SayıxFaz+ Sok.Faz(*) + (Askı Teli) Alanı mm ²	P _k kg/m	P _{kw100} kg/m	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V
			t _{max} =+50	t _{max} =+45	t _{max} =+40	t _{max} =+40	t _{max} =+40
			°C	°C	°C	°C	°C
(S) 1x16+25	0,140	0,597	84,9	83,4	88,1	92,3	96,3
1x16+1x16(*)+(25)	0,210	0,905	85,1	80,3	85,8	90,8	95,6
(S) 3x16+(25)	0,270	0,920	78,7	76,0	82,5	88,6	94,6
(S) x16+1x16(*)+(25)	0,340	1,026	74,8	71,6	79,0	86,1	93,4
1x25+(35)	0,200	0,718	80,3	78,6	84,6	89,9	95,2
(S) 3x25+(35)	0,390	1,085	71,8	70,5	78,1	85,5	93,1
3x25+1x16(*)+(35)	0,460	1,192	69,1	66,9	75,2	83,4	92,1
1x35+(50)	0,280	0,882	76,2	75,4	82,0	88,2	94,4
(S) 3x35+(50)	0,550	1,309	65,5	64,5	73,2	81,9	91,3
3x35+1x16(*)+(50)	0,620	1,458	65,0	61,6	70,8	80,1	90,4
(S) 3x50+(70)	0,730	1,547	60,1	59,5	68,9	78,7	89,6
3x50+1x16(*)+(70)	0,800	1,735	61,2	57,3	66,9	77,1	88,8
(S) 3x70+(95)	1,020	1,884	52,9	53,1	63,2	74,1	87,1
3x70+1x16(*)+(95)	1,090	2,108	55,4	51,4	61,6	72,8	86,4
(S) 3x120+(95)	1,530	2,399	42,8	44,3	54,8	67,1	83,0
3x120+1x16(*)+(95)	1,600	2,615	45,5	43,2	53,7	66,1	82,4
t _{kr} ≤ t _{max} ise maksimum salgi t _{max} halinde oluşur							
t _{kr} > t _{max} ise maksimum salgi +5 °C+P _{kw100} (1.Bölge) veya -5 °C+P _{kb} halinde oluşur							

(S) TS 11654 göre kablo kesitleri

1x16 (*) Sokak Fazı

ALPEK Kablo			t _{kr} Kritik Sıcaklık (E=6100 kg/mm ² için)				
SayıxFaz+ Sok.Faz(*) +(Askı Teli) Alanı mm ²	P _k kg/m	P _{kw100} kg/m	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V
			t _{max} =+50	t _{max} =+45	t _{max} =+40	t _{max} =+40	t _{max} =+40
			°C	°C	°C	°C	°C
(S) 1x16+25	0,140	0,597	70,5	67,4	71,3	74,8	78,0
1x16+1x16(*)+(25)	0,210	0,905	70,7	64,9	69,4	73,5	77,5
(S) 3x16+(25)	0,270	1,005	67,6	61,4	66,8	71,7	76,6
(S) 3x16+1x16(*)+(25)	0,340	1,026	62,2	57,8	63,9	69,7	75,7
1x25+(35)	0,210	0,718	66,7	63,6	68,4	72,8	77,1
(S) 3x25+(35)	0,390	1,085	59,8	56,9	63,2	69,2	75,4
3x25+1x16(*)+(35)	0,460	1,192	57,5	53,9	60,8	67,5	74,6
1x35+(50)	0,280	0,758	58,9	60,9	66,3	71,4	76,5
(S) 3x35+(50)	0,550	1,309	54,6	51,9	59,1	66,2	73,9
3x35+1x16(*)+(50)	0,620	1,458	54,2	49,6	57,1	64,7	73,2
(S) 3x50+(70)	0,730	1,547	50,2	47,9	55,6	63,6	72,6
3x50+1x16(*)+(70)	0,800	1,735	51,1	46,0	54,0	62,3	71,9
(S) 3x70+(95)	1,020	1,884	44,2	42,6	50,9	59,9	70,5
3x70+1x16(*)+(95)	1,090	2,108	46,3	41,2	49,6	58,8	69,9
(S) 3x120+(95)	1,530	2,399	36,0	35,4	44,0	54,1	67,1
3x120+1x16(*)+(95)	1,600	2,615	38,2	34,5	43,1	53,3	66,6
t _{kr} ≤ t _{max} ise maksimum salgi t _{max} halinde oluşur							
t _{kr} > t _{max} ise maksimum salgi +5 °C+P _{kw100} (1.Bölge) veya -5 °C+P _{kb} halinde oluşur							

3.3.1 Değişik Haller Denklemi

Denklem ile ilgili genel formül aşağıda belirtilmiştir.

$$T_2 - T_1 = \frac{E \cdot S \cdot a_r^2}{24} [(P_2/T_2)^2 - (P_1/T_1)^2] - E \cdot S \cdot \beta \cdot (t_2 - t_1)$$

T_1	(1.hal)	kg	Germe Kuvveti
T_2	(2.hal)	kg	Germe Kuvveti
P_1	(1.hal)	kg/m	Yük
P_2	(2.hal)	kg/m	Yük
t_1	(1.hal)	$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık
t_2	(2.hal)	$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık
E_i	5000	kg/mm ²	İlkel Elastisite Modülü
E_n	6100	kg/mm ²	Nihai Elastisite modülü
β	$23 \cdot 10^{-6}$	$1/^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık katsayısı
S		mm ²	Askı Teli Kesiti
a_r		m	Direkler arası birim açıklık

3.3.1.1 İlkel Hal

Bu hal yeni tesis edilen kablo için geçerlidir. Kablonun hiç bir gerilmenin etkisi altında kalmamış olması nedeni ile hesaplarda Elastisite Modülü $E_i = 5000 \text{ kg/mm}^2$ olarak alınır.

3.3.1.2 Nihai Hal

Kablolarda gerilmeler en büyük değerlere ulaştıktan sonra malzemenin özellikleri nedeni ile askı telinde kalıcı bir uzama bulunmakta ve dolayısı ile bilhassa rüzgar yüklü hallerde, maksimum salgılar daha büyük olmakta ve sonuçta direk boyu hesaplarını etkilemektedir.

Bu haller için hesaplar Elastisite Modülü $E_n = 6100 \text{ kg/mm}^2$ kabul edilerek yapılır.

3.3.1.3 Salgı

Salgılar, genel olarak birim açıklıklar için aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$f = a_r^2 \cdot P / 8 \cdot T$$

f	m	Salgı
a_r	m	Birim açıklık
P	kg/m	Yük
T	kg	Germe kuvveti

3.4 – 3x70 + 1x16 + 95 ALPEK Kablo Salgı Hesapları

3.4.1 – Bölge I

3.4.1.1 – Kabloya ait değerler ve hesaplar

$D_m = 41 \text{ mm}$ En büyük dış çap (ÇİZELGE 1)
 $D_w = 41 \text{ mm}$ Rüzgar Çapı (ÇİZELGE 1)
 $P_k = 1,090 \text{ kg/m}$ Birim ağırlık (ÇİZELGE 1)
 $\beta = 23.10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ Askı teli ısı uzama katsayısı
 $\sigma_{\min} = 30 \text{ kg/mm}^2$ Askı teli minimum kopma dayanımı
 $\sigma_{\max} = 12 \text{ kg/mm}^2$ Askı teli maksimum dayanım
 $S = 95 \text{ mm}^2$ Askı teli kesiti
 $T_{\max} = \sigma_{\max} \cdot S = 12.95 = 1140 \text{ kg}$ Askı teli maksimum kuvveti

$P_b = k \cdot \sqrt{D_m} = 0 \cdot \sqrt{41} = 0 \text{ kg/m}$ Ek buz yükü $k = 0$ (ÇİZELGE 5 ve 8)

$P_{w100} = c \cdot p \cdot D_w \cdot 10^{-3} = 1.44 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 1,804 \text{ kg/m}$ Ek rüzgar yükü % 100 (ÇİZELGE 6 ve 7)
 $P_{kw100} = \sqrt{P_k^2 + P_{w100}^2} = \sqrt{1,090^2 + 1,804^2} = 2,108 \text{ kg/m}$ Ek% 100 rüzgar yüklü kablo birim ağırlığı (ÇİZELGE 8)
 $P_{w60} = 0,6 \cdot P_{w100} = 0,6 \cdot 1,804 = 1,082 \text{ kg/m}$ Ek rüzgar yükü % 60 (ÇİZELGE 7)
 $P_{kw60} = \sqrt{P_k^2 + P_{w60}^2} = \sqrt{1,090^2 + 1,082^2} = 1,536 \text{ kg/m}$ Ek% 60 rüzgar yüklü kablo birim ağırlığı (ÇİZELGE 8)

3.4.1.2 - Kritik açıklık

$a_{kr} = 2 \cdot T_{\max} \cdot \sqrt{6 \cdot \beta \cdot (t_n - t_{\min}) / (p_n^2 - p_1^2)}$ (ÇİZELGE 10)
 $a_{kr} = 2 \cdot 1140 \cdot \sqrt{6 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot (5 - (-10)) / (2,108^2 - 1,090^2)} = 57,49 = 58 \text{ m}$ (ÇİZELGE 10)

$a_{kr} = 58 > a_r = 20$ ile 58 m arasındaki birim açıklıklar için $\sigma_{\max} \cdot t_{\min} = -10^{\circ}\text{C}$ 'de oluşur.
 $a_{kr} = 58 < a_r = 58$ ile 70 m arasındaki birim açıklıklar için $\sigma_{\max} + 5^{\circ}\text{C} + P_{kw100}$ halinde oluşur.
(ÇİZELGE 12 – B1)

3.4.1.3 - Kritik Sıcaklık

$t_{kr} = [\sigma_{\max}(P_{kw100} - P_k) / E \cdot \beta \cdot P_{kw100}] + 5$
 $t_{kr} = [12 \cdot (2,108 - 1,090) / 5000 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 2,108] + 5 = 55,4^{\circ}\text{C}$ (ÇİZELGE 11 – İlkel hal)
 $t_{kr} = [12 \cdot (2,108 - 1,090) / 6100 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 2,108] + 5 = 46,3^{\circ}\text{C}$ (ÇİZELGE 11 – Nihai Hal)

$t_{kr} = 55,4^{\circ}\text{C} > t_{\max} = +50^{\circ}\text{C}$ olduğu için en büyük salgı İlkel Hal durumunda ($E_r = 5000 \text{ kg/mm}^2$) P_{kw100} (% 100 rüzgar yükü) $+5^{\circ}\text{C}$ 'de oluşmaktadır. (ÇİZELGE 12 – B1)
 $t_{kr} = 46,3^{\circ}\text{C} < t_{\max} = +50^{\circ}\text{C}$ olduğu için en büyük salgı Nihai Hal durumunda ($E_r = 6100 \text{ kg/mm}^2$) $t_{\max} = +50^{\circ}\text{C}$ 'de oluşmaktadır.
Direk boyu seçiminde bu durum dikkate alınmalıdır. (ÇİZELGE 12 – B2)

3.4.1.4 - Birim açıklık $a_r = 50$ m için

Değişik haller denkleminde kablo ile ilgili değerler yerine konulursa, birim açıklığın kritik açıklıktan küçük olması ($50 \text{ m} < 58 \text{ m}$) nedeni ile en büyük gerilme $t_{min} = -10^0 \text{ C'de}$ oluşmaktadır.

Bu duruma göre :

$$T_2 - 1140 = \frac{5000.95.50^2}{24} [(1,09/T_2)^2 - (1,09/1140)^2] - 5000.95. 23.10^{-6}.(t_2 - (-10))$$

Formüldeki T_2 değeri t_2 sıcaklığını değişimi ile denklemi gerçekleştirecek şekilde çözüldüğünde, elde edilen T_2 değerleri salgı formülünde yerine konur.

$$f = 50^2.1,09 / 8.T_2$$

Değişik haller denkleminde 50 m birim açıklık için t_2 sıcaklığının değişimine göre deneme yolu ile hesaplanan T_2 Germe Kuvveti ve f_t salgıları İlkel Hal durumu için aşağıda gösterilmiştir:

T_2 ^0C	T_2 kg	f_t cm
-10	1.140	30
-5	1.090	31
0	1.040	33
+5	991	34
+10	942	36
+15	895	38
+20	849	40
+25	803	42
+30	760	45
+35	717	48
+40	677	50
+45	638	53
+50	602	57

İlkel Hal durumunda diğer birim açıklıklar ve sıcaklıklar için hesaplanan germe kuvveti ve değerleri Buz yükü olmayan 1.Bölge için ÇİZELGE 12 B3ve B4 bölümlerinde gösterilmiştir.

Kritik açıklık durumuna göre En Büyük Gerilmenin etkili olduğu durumlar ve salgıları

ÇİZELGE 12 –B1 bölümünde gösterilmiştir.

Kritik sıcaklık durumuna göre etkili olan en büyük salgı, Nihai Hal Durumuna göre hesaplanmıştır.

ÇİZELGE 12 – B2 Bölümünde bu değerler verilmiştir.

Direk Boylarının seçiminde en büyük salgıyı veren durum dikkate alınmalıdır.

▲ÇİZELGE - 12

ALPEK 3x70+1x16+(95) BÖLGE : I

Birim açıklık	B1-(İlkel Elastisite Modülü $E_i = 5000 \text{ kg/mm}^2$)				Birim Açıklık	B2 - (Nihai Elastisite Modülü $E_n = 6100 \text{ kg/mm}^2$ için)					
	T _{max} AZAMI GERİLME KUVVETİ					T _{max} AZAMI GERİLME KUVVETİ (kg)					
	(kg)					f _{max} AZAMI SALGI (cm)					
m	-10 °C	+5°C+P _{kw100}	+50 °C	f _i +5P _{kw100}	m	-10 °C	+5°C+P _{kw100}	+50 °C	+5°C+P _{kw100}	+50 °C	
20	1140	1004	513	10	20	1140	976	402	5	11	14
30	1140	1034	541	23	30	1140	1014	449	11	23	27
40	1140	1070	571	39	40	1140	1058	493	19	40	44
50	1140	1110	602	59	50	1140	1105	535	30	60	64
60	1127	1140	623	83	60	1125	1140	566	44	83	87
70	1072	1140	618	113	70	1060	1140	569	63	113	117

Birim açıklık m	B3 - İLK TESİS GERİLME KUVVETİ (kg)										
	ISI (°C)										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
20	1140	1086	1032	979	925	872	819	766	714	663	612
30	1140	1087	1034	982	930	878	827	776	727	678	631
40	1140	1088	1037	985	936	886	837	789	742	697	653
50	1140	1090	1040	991	942	895	849	803	760	717	677
60	1127	1079	1030	984	938	893	850	808	767	728	691
70	1072	1027	982	939	897	856	817	779	744	710	677

Birim açıklık m	B4 - İLK TESİS SALGI (cm)										
	ISI (°C)										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
20	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9
30	11	11	12	12	13	14	15	16	17	18	19
40	19	20	21	22	23	25	26	28	29	31	33
50	30	31	33	34	36	38	40	42	45	48	50
60	44	45	48	50	52	55	58	61	64	67	71
70	62	65	68	71	74	78	82	86	90	94	99

3.4.2 – Bölge III

3.4.2.1 – Kabloya ait değerler ve hesaplar

$D_m = 41 \text{ mm}$ En büyük dış çap (ÇİZELGE 1)
 $D_w = 41 \text{ mm}$ Rüzgar Çapı (ÇİZELGE 1)
 $P_k = 1,090 \text{ kg/m}$ Birim ağırlık (ÇİZELGE 1)
 $\beta = 23.10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ Askı teli ısı uzama katsayısı
 $\sigma_{\min} = 30 \text{ kg/mm}^2$ Askı teli minimum kopma dayanımı
 $\sigma_{\max} = 12 \text{ kg/mm}^2$ Askı teli maksimum dayanım
 $S = 95 \text{ mm}^2$ Askı teli kesiti
 $T_{\max} = \sigma_{\max} \cdot S = 12.95 = 1140 \text{ kg}$ Askı teli maksimum kuvveti

$P_b = k \cdot \sqrt{D_m} = 0,3 \cdot \sqrt{41} = 1,921 \text{ kg/m}$ Ek buz yükü $k = 0,3$ (ÇİZELGE 5 ve 8)
 $P_{kb} = P_k + P_b = 1,090 + 1,921 = 3,011 \text{ kg/m}$

$P_{w100} = c \cdot p \cdot D_w \cdot 10^{-3} = 1.44 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 1,804 \text{ kg/m}$ Ek rüzgar yükü % 100 (ÇİZELGE 6 ve 7)
 $P_{kw100} = \sqrt{P_k^2 + P_{w100}^2} = \sqrt{1,090^2 + 1,804^2} = 2,108 \text{ kg/m}$ Ek% 100 rüzgar yüklü kablo birim ağırlığı (ÇİZELGE 8)
 $P_{w60} = 0,6 \cdot P_{w100} = 0,6 \cdot 1,804 = 1,082 \text{ kg/m}$ Ek rüzgar yükü % 60 (ÇİZELGE 7)
 $P_{kw60} = \sqrt{P_k^2 + P_{w60}^2} = \sqrt{1,090^2 + 1,082^2} = 1,536 \text{ kg/m}$ Ek% 60 rüzgar yüklü kablo birim ağırlığı (ÇİZELGE 8)

3.4.2.2 - Kritik açıklık

$a_{kr} = 2 \cdot T_{\max} \cdot \sqrt{6 \cdot \beta \cdot (t_n - t_{\min}) / (P_{kb}^2 - P_k^2)}$ (ÇİZELGE 10)
 $a_{kr} = 2 \cdot 1140 \cdot \sqrt{6 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot (-5 - (-25)) / (3,011^2 - 1,090^2)} = 43 \text{ m}$ (ÇİZELGE 10)

$a_{kr} = 43 > a_r = 43 - 20 \text{ m}$ birim açıklıklar için $\sigma_{\max} \cdot t_{\min} = -25^\circ\text{C}$ 'de oluşur.
 $a_{kr} = 43 < a_r = 43 - 70 \text{ m}$ birim açıklıklar için $\sigma_{\max} \cdot -5^\circ\text{C} + P_{kb}$ 'de oluşur.
(ÇİZELGE 13 – B1)

3.4.2.3 - Kritik Sıcaklık

$t_{kr} = (\sigma_{\max} \cdot P_b / E \cdot \beta \cdot P_{kb}) - 5$
 $t_{kr} = (12 \cdot 1,921 / 5000 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 3,011) - 5 = 61,6^\circ\text{C}$ (ÇİZELGE 11 – İlkel hal)
 $t_{kr} = (12 \cdot 1,921 / 6100 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 3,011) - 5 = 49,6^\circ\text{C}$ (ÇİZELGE 11 – Nihai Hal)

$t_{kr} = +61,6 > t_{\max} = +40^\circ\text{C}$ olduğu için en büyük salgı İlkel Hal durumunda ($E_r = 5000 \text{ kg/mm}^2$) - $5^\circ\text{C} + P_{kb}$ oluşmaktadır. (ÇİZELGE 13 – B1)
 $t_{kr} = +49,6 > t_{\max} = +40^\circ\text{C}$ olduğu için en büyük salgı Nihai Hal durumunda ($E_n = 6100 \text{ kg/mm}^2$) - $5^\circ\text{C} + P_{kb}$ oluşmaktadır. (ÇİZELGE 13 – B2)

Direk boyu seçiminde bu durum dikkate alınmalıdır. (ÇİZELGE 13 – B1)

3.4.2.4 - Birim açıklık $a_r = 50$ m için

Değişik haller denkleminde kablo ile ilgili değerler yerine konulursa, birim açıklığın kritik açıklıktan büyük olması ($50 \text{ m} > 43 \text{ m}$) nedeni ile en büyük gerilme $-5^\circ \text{C} + P_{kb}$ oluşmaktadır. Bu duruma göre :

$$T_2 - 1140 = \frac{5000.95.50^2}{24} [(1,09/T_2)^2 - (3,011/1140)^2] - 5000.95. 23.10^{-6}.(t_2 - (-5))$$

Formüldeki T_2 değeri t_2 sıcaklığının değişimi ile denklemi gerçekleştirecek şekilde çözüldüğünde, elde edilen T_2 değerleri salgı formülünde yerine konur.

$$f = 50^2.1,09 / 8.T_2$$

Değişik haller denkleminde 50 m birim açıklık için t_2 sıcaklığının değişimine göre deneme yolu ile hesaplanan T_2 Germe Kuvveti ve f_t salgıları İlkel Hal durumu için aşağıda gösterilmiştir:

T_2 $^\circ\text{C}$	T_2 kg	f_t cm
-25	1065	32
-20	1016	34
-15	967	35
-10	919	37
-5	872	39
0	826	41
+5	782	44
+10	739	46
+15	697	49
+20	658	52
+25	620	55
+30	585	58
+35	551	62
+40	520	66

İlkel Hal durumu için dğer birim açıklıklar ve sıcaklıklar için için hesaplanan germe kuvveti ve değerleri :

III. Bölge için ÇİZELGE 13 B3ve B4 bölümlerinde gösterilmiştir.

Kritik açıklık durumuna göre En Büyük Gerilmenin etkili olduğu durumlar ve salgıları

ÇİZELGE 13 –B1 bölümünde gösterilmiştir.

Kritik sıcaklık durumuna göre etkili olan en büyük salgı, Nihai Hal Durumuna göre hesaplanmıştır.

ÇİZELGE 13 – B2 Bölümünde bu değerler verilmiştir.

Direk Boylarının seçiminde en büyük salgıyı veren durum dikkate alınmalıdır.

▲ ÇİZELGE – 13

3x70+1x16+(95) BÖLGE : III

ALPEK

Birim	B1 - (İlkel Elastisite Modülü $E_i = 5000$ kg/mm ² için)				Birim	B2 - (Nihai Elastisite Modülü $E_n = 6100$ kg/mm ² için)			
Açıklık	T _{max} AZAMİ GERİLME KUVVETİ (kg)				Salgı (cm)	T _{max} AZAMİ GERİLME KUVVETİ (kg)			
m	-25 ⁰ C	-5 ⁰ C+P _{kb}	+40 ⁰ C	f-5 +P _{kb}	f _{max} AZAMİ SALGI (cm)	-25 ⁰ C	-5 ⁰ C+P _{kb}	+40 ⁰ C	+40 ⁰ C
20	1140	988	466	15		1140	960	355	5
30	1140	1052	499	32		1140	1037	409	11
40	1140	1121	533	54		1140	1118	458	19
50	1065	1140	520	83		1050	1140	459	22
60	955	1140	496	119		921	1140	448	53
70	844	1140	477	162		800	1140	440	83

B3 - İLK TESİS GERİLME KUVVETİ

(kg)

Açıklık

ISI (°C)

-25

-20

-15

-10

-5

0

5

10

15

20

25

30

35

40

466

499

533

520

496

477

B4 - İLK TESİS SALGI (cm)

Açıklık

ISI (°C)

-25

-20

-15

-10

-5

0

5

10

15

20

25

30

35

40

12

25

41

66

99

140

4 - DİREK SEÇİMİ

Örnek olarak salgı hesapları yapılmış olan 3x70 +16 (95) mm² ALPEK kablonun I ve III Bölgelere göre ve 50 m birim aralık için “ağaç direkler” üzerine tesis edildiği kabul edilmiştir. ENERJİ ve TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI’nın onaylamış olduğu “KÖY ELEKTRİFİKASYONU PROJE TİPLERİ” kitabından bu direklere ait mekanik değerler direk seçimi için esas alınmıştır.

4.1 – Direk Boylarının Tesbiti

BÖLGE		I	III	NOTLAR
Tepeden Mesafesi	cm	15	15	
Askı Takımı Boyu	cm	15	15	
En büyük Salgı	cm	64		ÇİZELGE 12-B2
			83	ÇİZELGE 13-B2
Emniyet Mesafesi	cm	500	500	ÇİZELGE 3
Temel Derinliği	cm	140	140	
En Az Direk Boyu	cm	734	753	
Seçilebilecek direk	cm	800	800	

Çıplak iletkenli hatlar için en kısa direk boyu 9 m olduğu bilindiğine göre, ALPEK kablo kullanmakla direk boylarının kısalması dolayısı ile en az % 10 bir ekonomi temin etmek mümkündür.

Ülke ormanlarımızdan temin edilebilen ağaç direk boylarının genellikle 8 m olması, kendi orman ürünlerimizi kullanma imkanı vereceği gibi, dış alımlara gerek bırakmamaktadır.

Diğer taraftan, gerekli direk boyu ile, seçilebilen direk boyu arasında fark, hat takviyelerinde aynı direklerin zorlanmadan kullanılabileceğini göstermektedir.

4.2 – Taşıyıcı Direk Seçimi

Normal taşıyıcı direkler, iletkenlere, izolatlara, direğe hatta dik yönde tesir eden rüzgar yüklerine göre seçilirler.

4.2.1 – Kabloya gelen birim rüzgar yükü

ÇİZELGE 7 ‘den 3x70 + 16 +(95) mm² ALPEK kablo için:

$$P_{w100} = 1,804 \text{ kg/m alınacaktır}$$

4.2.2 – Rüzgar Menzili

$a_w = Z / P_{w100}$ olarak tarif edilir.

$$Z = P_d - W_d$$

a_w : Rüzgar menzili (m)

Z : Direk Rüzgarlı Tepe Kuvveti (kg)

P_{w100} : Kabloya gelen birim rüzgar yükü (kg/m)

P_d : Direk Tepe Kuvveti

W_d : Direği etkileyen rüzgar yükünün tepeye indergenmiş değeri

Askı takımı veya izolatörünün direk üstüne monte edilmesi dolayısı ile etkileyen rüzgar yükleri ihmal edilmiştir.

Direk boyu 9 m için KÖY ELEKTRİFİKASYON PROJE TİPLERİ'nden alınan, direk tiplerine göre alınan (Z) rüzgarlı tepe kuvvetleri değerleri ve hesaplanan rüzgar menzili [ÇİZELGE 14](#)'de gösterilmiştir. 8 m direk için değerler bulunamadığından, ayrıca 9 m göre direk seçimini karşılayan tiplerin 8 m direkleri için emniyetle kullanılacağı düşünülerek değerlendirme 9 m'lik direklere göre yapılmıştır.

▲ ÇİZELGE 14

Ağaç direkler için (P_d) Tepe Kuvveti, (Z) Rüzgarlı Tepe Kuvveti, (a_w) Rüzgar Menzili
(*) $3 \times 70 + 16 + (95)$ ALPEK Kablo için

Direk Tipi	P _d Tepe Kuvveti (kg)	Z Rüzgarlı Tepe Kuvveti (kg)	Tepe ve Dip Çapı (cm)	Direk Hacmi (m ³)	A _w (*) Rüzgar menzili (m)	T Temel Derinli ği (m)
TEK DİREK						1,40
T2	98	77	12/17	0,182	42,73	
T3	116	93	13/18	0,205	51,61	
T4	136	112	14/19	0,230	62,15	
T5	159	134	15/20	0,256	74,36	
T6	184	154	16/21	0,284	85,46	
T7	212	184	17/22	0,313	102,11	
T8	242	212	18/23	0,343	117,65	
T9	275	244	19/24	0,375	135,41	
T20	310	278	20/25	0,408	154,27	
ÇİFT DİREK						1,40
Ç2	294/196	231/154	12/17 Ç	0,364	128/85	
Ç3	348/234	279/186	13/18 Ç	0,410	155/103	
Ç4	408/272	336/224	14/19 Ç	0,460	186/124	
Ç5	477/3189	402/268	15/20 Ç	0,512	223/149	
Ç6	552/368	462/308	16/21 Ç	0,568	256/171	
Ç7	636/424	552/368	17/22 Ç	0,626	306/204	
Ç8	726/484	636/424	18/23 Ç	0,686	353/235	
Ç9	825/550	732/488	19/24 Ç	0,750	406/271	
Ç20	930/620	834/556	20/25 Ç	0,816	463/344	

50 m birim aralık için, taşıyıcı direk olarak Rüzgar menzili 50 m daha büyük olan direkler kullanılabilir.

ÇİZELGE 14'den görüleceği gibi T3 tipi direk kullanım için uygundur:

4.3 – Köşe Direkleri

Kabloların en büyük germe kuvvetlerinin köşe açısını değerine göre oluşan bileşkesine göre hesaplanır ve direk tepe kuvvetlerinin bu yükü taşımaları istenir.

Köşe direklerine etki eden bileşkenin hesaplanması için kullanılabilen açı katsayıları [ÇİZELGE 15](#)'de gösterilmiştir.

$$A = P \cdot 2 \cdot \cos(B/2) = P \cdot n$$

A : Direği Etkileyen Bileşke Kuvvet (kg)

T_{max} : İletkenin en büyük gerilme kuvveti (kg)

β : İletkenler arası köşe açısı (°)

n : Açı Katsayısı

▲ ÇİZELGE - 15

Köşe Direk hesapları için Açı faktörü

(*) : (*) 3x70 + 16 +(95) ALPEK Kablo için (Tmax = 1140 kg)

(1) : Ağaç direk kullanmak imkanı yoktur, lenteleme yapılmalı veya demir direk kullanılmalıdır

β Açı (°)	Açı Kat Sayısı n	A(*) kg	Direk Tipi	β Açı (°)	Açı Kat Sayısı n	A(*) kg	Direk Tipi
180	0	0	T2=>	130	0,84	958	(1)
175	0,09	103	T3=>	125	0,92	1049	(1)
170	0,17	194	T7=>	120	1,00	1140	(1)
165	0,26	296	Ç3=>	115	1,07	1220	(1)
160	0,35	399	Ç4=>	110	1,15	1311	(1)
155	0,43	490	Ç6=>	105	1,22	1391	(1)
150	0,52	593	Ç7=>	100	1,29	1471	(1)
145	0,60	684	Ç8=>	95	1,35	1539	(1)
140	0,68	775	Ç9=>	90	1,41	1607	(1)
135	0,77	878	Ç20=>	85	1,48	1687	(1)
130	0,84	958	(1)	80	1,53	1744	(1)

4.3.1 – Taşıyıcı Köşe Direkleri

ALPEK Kablolar tek askı teli ile bağlantı yapıldığı için, Taşıyıcı Köşe Direklerinde tek askı telinin oluşacak en büyük gerilmesinin köşe açısına göre oluşan bileşke dikkate alınarak seçilir.

Ayrıca, genelde bağlantı için kullanılan ALTK askı takımının kopma yükünün bu gerilmeye dayanması gereklidir. Standartlara uygun bir ALTK bağlantı parçası kopma yükü en az 2000 kg olmalıdır.

4.3.2 – Durudurucu Köşe Direkleri

ALPEK Kablolar tek askı teli ile bağlantı yapıldığı için, çıplak hatlar gibi çok iletkenle direklere bağlanmadığından, sadece Taşıyıcı Köşe Direklerinde tek askı telinin en büyük gerilmesinin köşe açısına göre oluşan bileşke dikkate alınarak veya tel kopmasında Durdurucu direk gibi askı telinin tüm gerilmesini karşılayacak şekilde seçilmelidir.

4.4 – Durudurucu Direkler

ALPEK Kablolar tek askı teli ile bağlantı yapıldığı için, çıplak hatlar gibi çok iletkenle direklere bağlanmadığından, askı tel kopması halinde sadece tektaraflı askı telinin en büyük gerilmesini tüm karşılayacak şekilde seçilmelidir.

ÇİZELGE 15'den görüldüğü gibi tek ve çift ağaç direkler içinde seçmiş olduğumuz gerilme değerleri için ALPEK 3x70 + 16 +(95) mm² kabloyu durdurabilecek tipte direk bulunmamaktadır. Bunun yerine ya lenteleme yöntemi ile direkler takviye edilmesi veya bu kuvvete dayanacak demir direklerin kullanılması gerekmektedir.

4.5 – Direk Seçimi Değerlendirmesi

Ağaç direklerin taşıyıcı olarak kullanılmasında büyük zorluklarla karşılaşmamaktadır.

Ancak ağaç direklerin köşe ve durdurucu olarak kullanılmalari, direklerin ağaç olmasının özellikleri nedeni ile mekanik gücüne göre birim aralıkların azaltılması, daha düşük kesitli kablo seçimi veya seçilmiş bulunan $\sigma_{max} = 12 \text{ kg/mm}^2$ değerini daha düşük tutarak, direk boylarının hesaplanmasında 8 m'lik direk için bulunan kullanılabilir direk boyundan artı kalan kısım sehim artırılarak değerlendirilmesi halinde, daha hafif tip çift veya tek ağaç direklerin kullanılması mümkün olacaktır.

