

# Yeraltı Kabloları Yerine Müşterek Direklerin Kullanılması

**Hayri GÖKYELMAZ**  
Y. Müh.-İ.T.Ü.

Dünyada elektrik tekniğindeki büyük gelişmeler elektriğin tatbikatı ve kullanılması hakkında geniş bilgi ve tecrübelerin edilmesine vesile olmuş ve elektriğin her sahadaki tesirleri insan tarafından yakinen müşahade edilmiş ve tanınmıştır. Bu sebeple elektriğin üretimi nakli ve dağıtımında öncesine nazaran bir çok emniyet tedbirlerinden vazgeçilerek büyük ekonomiler sağlanmıştır.

Yakın zamana kadar şehir içinde, orta gerilim yeraltı kabloları ile taşınmakta ve toprak üzerine çıkarılmaktan imtina edilmekteydi. Bugün ise daha ekonomik olması sebebiyle orta gerilim imkân nisbetinde müşterek direkli hava hatlarıyla taşınmaktadır. Memleketimizde de bu yola gidilmeye başlanmış olup, bir kaç seneden beri Etibank ve İller Bankası tarafından yapılan tesislerde müşterek direkler kullanılmaktadır.

Memleketimizde tatbikatının yeni olması dolayısıyla müşterek direkler hakkında kısaca bilgi vermeyi faydalı bulmaktayız

## MÜŞTEREK DİREKLER:

1 — Tarif: Şehir içerisinde, normal alçak gerilim direkleri menziline kullanılan ve A. G. hatlarıyla birlikte, 15 kV'a kadar orta gerilim hatlarını da taşıyan direklerdir. Bazı literatürde kom-

bine direk ismi de kullanılmaktadır. Demir, ağaç ve beton olabilir.

2 — Hatlar : O. G. hattı umumiyetle tek devreli ve koruma nakilsizdir. Üç faz aynı hizadadır. Çift devreli yapıldığı takdirde O. G. iletkenleri için ya çift travers yahut üç travers yahut üç travers kullanılır.

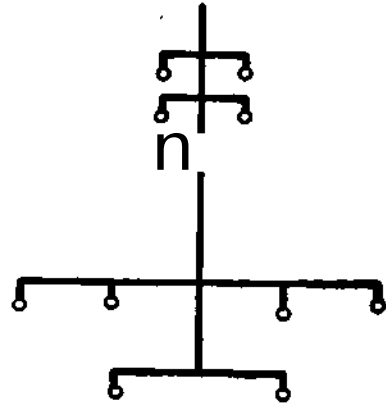
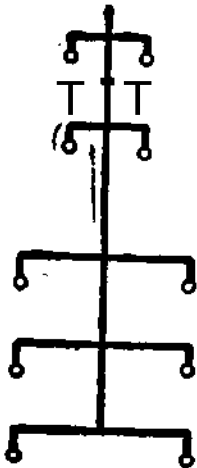
Birinci halde travers uzun olduğundan bu tipler geniş caddelerde ve mümkün merteye orta trotuarlarda kullanılmaktadır.

Alçak gerilim hatları ise 12 iletkene kadar muhtelif kesitli olabilir. O. G. ve A. G. hatları bakır olabildiği gibi, Alüminyum ve çelik - Alüminyum da yapılabilmektedir.

3 — İletken Çerçerleri: A. G. iletkenlerinin çerçerleri, daha önceden hesaplanarak cetvel halinde verilen değerlerden seçilmektedir. O. G. iletkenlerinin çerçerleri ise estetik bakımdan, 20° C de A. G. iletkenleriyle aynı fleşi verecek şekilde hesaplanmaktadır. O. G. ve A. G. hattı bakır olduğu takdirde buzsuz sıcaklıklarda fleşler aynı olacaktır.

4 — Toprak üstü direk boyu :

Dış tesisat yönetmeliğine göre iletkenlerin yere mesafesi en az 6 m. olmalıdır. Buna fles ve en



Şekil : 1  
Çift devreli müşterek direklerin tepe kısmı.

alt A.G. traversi ile en üst O.G. traversi arasındaki mesafe eklenirse toprak üstü direk boyu bulunmuş olur. Birinci ve ikinci buzyükü bölgelerinde fleşler farklı olduğundan bu bölgelerde toprak üstü direk boyları da farklı olacaktır. En çok kullanılan müşterek direklerde üç A G. traversi ve bir O. G. traversi olduğuna göre toprak üstü direk boyunu hesaplayalım. Bunun için en büyük fleş veren en küçük kesitli 10 mm<sup>2</sup> lık iletkeni alalım.

1 inci Buzyükü bölgesinde :	
O. G. iletkeni ile en üst A. G. iletkeni arası	1.50 m.
En üst A G. iletkeni ile en alt A. G. iletkeni arası	0.40 + 0,40 = 0.80 m.
Max. Fleş (yönetmelikten)	1.39 m.
En alttaki iletkenin yere mesafesi	6.00 m.
	<hr/>
İzolatör boyu	0.21 m.
Toprak üstü direk boyu	9.48 m.

İkinci buzyükü bölgesinde max. fleş 1.87 m. olduğuna göre aynı hesap yapılırsa toprak üstü direk boyu: 9.96 m. bulunursa bu netice biraz yuvarlatılarak •

- 1 inci Buzyükü bölgesinde 9.50 m.  
 2 nci Buzyükü bölgesinde 10.00 m. bulunur.  
 5 — O. G. iletkenleri Arasındaki Açıklık :

Adi hava hatlarında iletkenler arasındaki açıklık, yönetmeliğe göre gerilim ve salınım bakımından kontrol edilerek hesaplanmaktadır. Burada müşterek direkler için yalnız salınıma göre hesap verilmiştir.

$$D = 0,0075 U + 2 f_{+5} \sin \frac{\alpha}{8}$$

2 nci Buzyükü bölgesinde fleş daha fazla olduğundan en fazla fleş veren en küçük kesitli O. G. iletkeni olan 16 mm lık bakırın fleşi alınmıştır.

$$f_{+5} = 1.7 \text{ m.}$$

$$\text{tga} = \frac{1.2 \times 44 \times 0,0051}{0.145} = 1.85$$

$$\angle x = 51^\circ, 35' \frac{\alpha}{8} = 7^\circ 45'$$

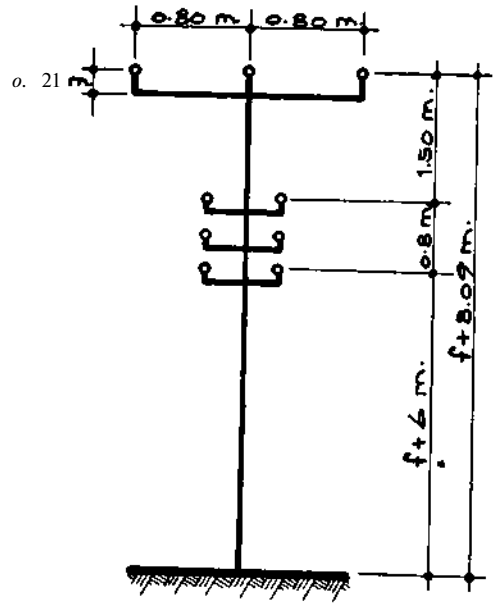
$$\sin \frac{\alpha}{8} = 0,134$$

Buna göre gerilim U = 15 kV. alınırsa

$$D = 0,007 \times 15 \times 2 \times 1,7 \times 0,134 = 0.56 \text{ m.}$$

Şehir içinde hatlar sık sık köşe yaptığından bu açıklık daha fazla artacaktır  $\alpha = 90^\circ$  kabul edersek

$$D' = \frac{D}{\cos 45^\circ} = \frac{0,56}{0,71} = 0,79 \text{ m.} = 0,80 \text{ m.}$$



(Şekil. 2)  
Toprak üstü direk boyunun hesabı

6 — Tepe kuvvetlerinin tarifi :

O G. ve A.G hatlarındaki iletkenlerin kesitleri çeşitli değerlerde olacağından, taşıyıcı, köşe, branşman, durdurucu, nihayet ve tevzi direği olarak kullanılmak üzere çeşitli tepe kuvvetinde müşterek direklere ihtiyaç hasıl olur. Bu bakımdan müşterek direklerde aynen A.G. direklerinde olduğu gibi sabit toprak üstü direk boyunda, muhtelif tepe kuvvetinde yapılırlar.

Müşterek demir direkler İbank tipi A.G. direklerinin uzatılmasıyla elde edilirler. Demir, beton ve ağaç olabilen müşterek direklerin tepe kuvvetleri müteakbil A.G. direğinin tepe kuvveti ile aynı noktada tesir ediyormuş gibi kabul edilir.

A.G. demir direklerin tepe kuvvetleri, orta travers iletkeni hizasında tesir ettiğinden, bu direklerin uzatılmasıyla elde edilmiş olan müşterek demir direklerin tepe kuvvetleri de hesap kolaylığı bakımından orta AG. travers iletkeni hizasına irca edilmiş olarak verilir. Beton ve ağaç direklerin tepe kuvvetleri ise direk tepesine irca edilmiş olarak verilir.

7 — Hat çerlerinin ircaı:

a) Demir direklerde:

İrca noktası orta A.G. traversi iletkeni hizası olduğundan A.G. iletken çerleri aynen alınarak

O.G. iletken çerleri bu noktaya irca edilir. İrca katsayısı:

$$1. \text{ Bölgede : } K_x = \frac{9.50 + 0.19}{6 + 1.39 + 0.49} = 1.24$$

$$2. \text{ Bölgede: } K_2 = \frac{10 + 0.19}{6 + 1.87 + 0.40} = 1.23$$

Bu değerlerin birbirine çok yakın olması sebebiyle her iki bölge için muteber olmak üzere irca katsayısı 1.25 alınır.

b) Ağaç ve beton direklerde :

Lüzumlu toprak üstü direk boyunu temin etmek için 11,5-12 m. boyundaki direkler kullanılmaktadır. Toplam direk boyunun bu şekilde sabit olması dolayısıyla toprak üstü direk boyu hesaplanandan bir miktar farklı olabilir. Bu halde O.G. ve A.G. iletkenleri arasındaki mesafe sabit tutularak fark direğin alt kısmında bırakılır.

O.G. iletkenlerin irca katsayısı: O.G. iletkenleri direğin ucunda ve bir hizada olup direk tepesinden izolatör boyu kadar yüksektedir. Bu fark ise çok küçük olduğundan irca katsayısı 1 alınabilir.

A.G. iletkenlerinin irca katsayısı:

$$K = \frac{H-t-1.71}{H-t} \cdot \frac{10.29}{12-t}$$

t • Temel derinliği

H : Direk boyu

Buradan da görüldüğü gibi bu katsayılar birbirine yakın değerde olduğundan bu değer biraz yuvarlatılarak  $K = 0,85$  alınır.

Netice olarak fiktif cer kuvveti formülü aşağıdaki gibi verilebilir.

Demir direklerde : A.G. iletken çerleri + 1.25 x O.G. iletken çerleri

Ağaç ve beton direklerde: O.G. iletken çerleri + 0.85 x A.G. iletken çerleri.

#### DEMİR DİREKLER:

Memleketimizde kullanılmakta olan müşterek demir direkler yukarıda da izah edildiği gibi II-bank Tipi A.G. demir direklerinin uzatılmasıyla elde edilmişlerdir. Kolaylık olması sebebiyle A.G. direği ile bundan türetilen O.G. direğinin tepe kuvveti aynı alınmaktadır. Bu kuvvetlerin tesir noktaları da aynı olduğundan ankastrman noktasında hasıl ettikleri momentler de aynıdır Fakat müşterek direğin, A.G. direğine nazaran genişliği fazla olduğundan dikme kuvveti daha küçüktür. Bu sebeple flambaj boyu A.G. direğinden biraz daha fazla alınabilir. Tepe kuvvetlerinin aynı kalması için ankastrmandaki dikme flambaj boyunun en fazla ne kadar alınabileceğini hesaplamak lâzımdır.

İlbank tipi müşterek demir direklerin tipleri, tepe kuvvetleri ve ağırlıkları cetvelde verilmiştir.

#### AĞAÇ DİREKLER :

Memleketimizde kullanılan müşterek ağaç direklerle de İller Bankası tarafından, direk boyu ile

#### 1 nci bölge

DİREK TİPİ	8 U'	10 I'	10 U'	12 U'	K'1	K'a	K'3
TEPE KUVVETİ (kg.)	350/130	350/140	350/170	1000/250	987	1585	2358'
AĞIRLIĞI (Kg)	262	239	285	354	368	443	557

#### 2 nci bölge

K'4	K'5	8 H''	10 I'	10 U''	10 U''	K''1	K''2	K''3	K'V	6
3274	5192	350/130	350/140	350/170	1000/250	978	1565	2358	3274	5192
777	937	276	248	299	370	386	463	583	811	978

Muhtelif tepe kuvvetli direklerin temel derinliği farklı olduğundan Klar da farklıdır. Bunun için ortalama değeri hesaplıyalım:

$t_{\min} = 1,70m$ .  $t_{\max} = 2,1$  m. olduğuna göre :

$$K_{\max} = \frac{10,9-1,7}{1} = 0,835$$

$$K_{\min} = \frac{10,29-2,1}{12-2,1} = 0,828$$

alt ve üst çapı esasına göre tipeleştirilmiştir. Cer kuvvetinin fazla olup tek direğin kurtarmadığı yerlerde çift ağaç direkler kullanılmaktadır. Toplam direk boyu 12 m. ye kadar alınmaktadır. Bu boyda ağaç temin edilemediği takdirde NP I profil demirinden ayaklar ilâve edilerek istenilen direk boyu temin edilebilmektedir.

İlbank tipi müşterek ağaç direklerin karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

**TEK DİREKLER:**

D. Tipi (D <sub>j</sub> /D <sub>2</sub> )	12/20	13/21	14/22	15/23	16/24	17/25	18/26	19/27	20/28	21/29
Temel Der. (t=m)	1.70	1.70	1.70	1.70	1.75	1.75	1.80	1.85	1.85	1.90
Top. Ü. Boy (H=m)	10.30	10.30	10.30	10.30	10.25	10.25	10.20	10.20	10.15	10.10
Tepe Kuvveti (P=Kg)	110	130	140	170	190	210	240	270	300	330
Direk Hacmi (V=m <sup>3</sup> )	0.304	0.339	0.375	0.414	0.454	0.495	0.540	0.586	0.634	0.683
Rüzgârlı T. Ku. (P=W Kg)	75	90	110	130	150	170	190	220	250	280

**ÇİFT DİREKLER:**

D. Tip. (D <sub>x</sub> /D <sub>2</sub> )	12/20Ç	13/21Ç	14/22Ç	15/23Ç	16/24Ç	17/25Ç	18/26Ç	19/27Ç	20/28Ç	21/29Ç
Temel Der. (t = m)	1.70	1.70	1.70	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10
Top. Ü. Boy (H== m)	10.30	10.30	10.30	10.20	10.15	10 10	10.05	10.00	9.95	9.90
Tepe Kuv. (P <sub>x</sub> = Kg)	320	370	430	490	550	630	720	800	900	1000
l <sub>iy</sub> => Kg	210	250	290	330	370	420	480	540	600	670
Rüzgarlı f Px - Wx = Kg	290	340	390	460	520	590	680	760	850	950
tepe kuv. ^ p <sub>y</sub> . w <sub>y</sub> = Kg	150	180	210	250	290	340	390	430	510	550
Direk Hac. (2V=.m <sup>3</sup> )	0.608	0.678	0.750	0.828	0.908	0.992	1.080	1.172	1.268	1.366

**BETON DİREKLER :**

Memleketimizde kullanılmakta olan müşterek beton direkler Betontaş firması tarafından tipeş-

tirilip imal edilmektedir. Bu direkler santrifüj betonarme direklerdir.

Betontaş tipi beton direklerin başlıca karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

DİREK TİPİ	Tepe Kuvveti (Kg)		ÖLÇÜLER (CM)				Temel Derin. 2 m.		Ağırlık Ton
	P	P-W	T*m Boy	Top Ü. Boy	Tepe Çapı	Dip Çapı	a = b cm.	Hacim m <sup>3</sup> .	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
İB-H ,5	210	180	1150	950	13	30,2	80	1,28	0,90
İC-H ,5	260	220	»	>	16	33,2	>	>	1,09
2C-11,5	340	300	»	»	»	»	»	»	1,11
3C-H.5	390	350	>	»	j.	»	»	»	1,14
İD-11,5	490	450	»	»	19	36,2	>	»	1,27
İE-11,5	690	640	»	»	22	39,2	»	>	1,48
2E-11,5	880	830	>	»	j.	>	»	>	1,52
İF-11,5	1080	1020	»	»	26,5	43,7	»	»	1,87
İ BÖL- GE	F-11,5	1260	1200	»	»	»	>	»	1,90
G-11,5	1480	1420	»	>	29	46,2	90	1,62	2,18
2G-11,5	1650	1590	»	»	j.	>	>	»	2,32
3G-H,5	1880	1820	>	»	>	>	100	2,00	2,38
4G-11,5	2080	2020	>	j.	»	»	110	2,42	2,44
İH-11,5	2470	2400	»	»	32	49,2	130	3,38	2,67
2H-11,5	2845	2775	»	>	»	»	140	3,92	2,89
3H-11,5	3070	3000	»	»	>	»	150	4,50	2,97
4H-11,5	3400	3330	»	»	»	»	160	5,12	3,10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	İB-12	200	170	1200	1000	13	31	80	1,28	0,96
	1C-12	250	210	»	»	16	34	»	>	1,17
	2C-12	330	290	»	»	»	»	»	»	1,20
	3C-12	380	340	»	»	»	»	>	»	1,22
	İD-12	480	430	»	»	19	37	»	»	1,40
	İE-12	680	630	»	»	22	40	»	>	1,63
	2E-12	860	810	»	»	»	»	»	>	1,65
	İF-12	1060	1000	»	»	26,5	44	»	»	1,94
II BÖL- GE	2F-12	1260	1200	»	»	»	»	»	>	1,97
	1G-12	1460	1400	»	»	29	47	90	1,62	2,32
	2G-12	1630	1570	»	»	»	»	100	2,00	2,46
	3G-12	1860	1800	»	»	»	»	110	2,42	2,50
	4G-12	2060	2000	»	»	>	»	120	2,88	2,55
	1H-12	2410	2340	»	»	32	50	130	3,38	2,85
	2H-12	2800	2730	»	»	>	>	150	4,50	3,08
	3H-12	3030	2960	»	»	»	»	>	»	3,16
	4H-12	3370	3300	»	»	»	»	160	5,12	3,31

İller Bankası tarafından hazırlanmış olan «MÜŞTEREK DİREKLER» isimli tip projede bu direklerin hesabı, seçimi ve resimleri detaylı olarak verilmiştir.

#### MÜŞTEREK DİREKLE YERALTI KABLOSUNUN EKONOMİK MUKAYESESİ :

A.G. İletkenlerini taşıyan direklerin bir miktar daha uzatılarak O.G. iletkenlerini de taşıması ve bu şekilde O.G. hattı uzunluğu kadar kablonun kullanılmaması ile büyük bir ekonominin temin edileceği ilk nazarda görülebilir.

Burada ağaç ve betona nazaran maliyeti daha yüksek olan demir direkli, 1 km lik müşterek direkli bir hava hattı ile yine 1 Km lik yeraltı kab-

losu mukayese edilmiştir. Hesapları basitleştirmek amacıyla en çok kullanılan bakır iletkenli 3 x 16 mm<sup>2</sup> lik ve 15 KV luk hatlar ele alınmıştır.

1 — Müşterek direkli hava hattı tesisatı (1 km.)

Alçak gerilim hattına nazaran müşterek direkli hattın maliyetindeki artmayı tayin etmek için, halen kullanılmakta olan İbank tipi alçak gerilim direkleriyle yine İbank tipi müşterek direkleri ele alalım. Taşıyıcı, durdurucu, nihayet, branşman ve tevzi direklerinde, adı A.G. direkleri yerine O.G. hattını da taşıyan müşterek direkler vazedildiği takdirde demir ağırlığındaki mutlak artmayı ve A.G. direğine nazaran nisbi artmayı bulalım:

A. G. Direği		Yerine kullanılacak müşterek direk		Artış	Nisbi artış
Tipi	Ağırlığı (Kg)	Tipi	Ağırlığı (Kg)	(Kg.)	(%)
8 I	151	10 I	239	88	58,2
10 I	206	10 I	239	33	16,0
12 I	256	12 U'	354	98	38,3
12 U	311	12 U'	354	43	13,8
K <sub>1</sub>	311	K <sub>2</sub> '	368	57	18,3
K <sub>2</sub>	452	K <sub>3</sub> '	557	105	23,2
K <sub>a</sub>	540	K <sub>3</sub> '	777	237	43,9
K*	720	K <sub>3</sub> '	937	217	30,1

1 Km lik hattın bir trafo postasına girip çıktığını, direk aralıklarının 40 m. ve her 100 m de bir soğa branşman alındığını kabul edelim. Buna göre hattâ 25 adet direk bulunacaktır. Normal bir şebekede en yaklaşık bir ihtimalle bu direklerden 10 tanesi taşıyıcı, 10 tanesi taşıyıcı branşman 3 tanesi tevzi ve iki tanesi nihayet direği olacaktır. Taşıyıcı direklerin 10 tanesi 81 tipinde branşman direklerinin 5 tanesi 10 I, 3 tanesi 12

1, 2 tanesi K<sub>j</sub> tipinde, tevzi direklerinin biri K<sub>2</sub>, bin K<sub>3</sub>, biri K, ve nihayet direkleri de 12 U tipinde olsun.

Buna göre hattımızda:

10 Ad.	8 I
5 »	10 I
3 >	12 I
2 »	12 U

2 » Ki  
 1 » K<sub>2</sub>  
 1 » K<sub>3</sub>  
 1 » K, bulunacaktır.

Şimdi bu bilgiye göre bu direkler yerine müşterek direk kullanıldığı zaman demirdeki artışı bulalım :

A.G. Direği	Müşterek Direk	Fark
10 Ad x 151 Kg = 1510 Kg.	10 Ad X 239 Kg = 2390 Kg..	880 Kg.
5 » x 202 » = 1030 »	5 » x 239 » = 1195 »	165 »
3 » x 256 » = 768 »	3 > X 354 » = 1062 »	294 »
2 » x 311 » = 522 »	2 » X 354 » = 708 »	86 »
2 » x 311 » = 622 »	2 » x 368 » = 736 »	114 »
1 » X 452 » = 452 »	1 » X 557 > = 557 »	105 »
1 » x 540 » = 540 »	1 > X 777 » = 777 »	217 >
1 * X 720 > = 720 »	1 » X 937 » = 937 »	237 »
<b>Toplam: 6264 Kg.</b>	<b>8362 KG.</b>	<b>2098 Kg.</b>

A.G. Direğine göre nisbı artışı :

$$\frac{2098 \times 100}{6264} = \% 33,49$$

Müşterek direğe göre nisbet azalış :

$$\frac{2098 \times 100}{8362} = \% 25,08$$

Burada A.G. direkleri ve müşterek direk ağırlığına traversler dahil değildir.

Diğer orta gerilim malzemeleri:

İletken: (3 x 16 mm <sup>2</sup> )	:	3X1000mX0,U5 Kg/m. x21 TL. = 9135,—TL.
İzolatör (15 kV)	:	30 Ad. x39 „ = 1170,— „
Direk topraklaması	:	25 „ x160 „ = 4000,— „
Tehlike levhası	:	25 „ x 40 „ = 1000,— „
Parafudr	:	6 „ x275 „ = 1660,— „
		<b>T O P L A M 16955,— TL.</b>

O G. hattının yeraltı kablosu veya hattı olması halinde A.G. hattıda aynen kalacağından bu bedele hattın müşterek direkli olması halinde yalnız demirdeki artışı ilâve etmek kâfi gelecektir.

$$\text{Artış} . 6264 \times \% 34 \times 4 \text{ TL} = 8519,—\text{TL.}$$

$$\text{Diğer O.G. malzemeleri bedeli} = 16955,— „$$

$$\text{Toplam} : \frac{25474}{4} (— „)$$

KABLO TESİSATI :

Kablo (3 x 16 mm <sup>2</sup> NKBA)	:	1.000 m x 47,85 TL. = 47.850 TL.
Kablo başlığı (harici)	:	2 ad x 360 » » 720 »
Kablo başlığı (dahili)	:	2 » x 249 „ = 498 „
		<b>49.028 TL.</b>

Sağlanan ekonominin % olarak ifadesi:

$$\frac{(49028 - 25474) \times 100}{49.028} = \% 48$$

Netice olarak yeraltı kablosu yerine müşterek direk kullanıldığı takdirde takriben % 50 miktarında bir ekonomi sağlanmaktadır. Bu miktar beton direkte ve bilhassa ağaç direkte daha da yükselmektedir.

Tatbiki misal:

Daha hakiki bir değer bulmak için, İller Bankası tarafından tanzim edilmiş bulunan Bergama elektrik projesindeki 2655 m lik kablo şebekesi ile 6740 m lik müşterek direkli hava hattı şebekelerini 1 km ye irca ederek mukayese edelim. Burada kesit 3 x 16 mm<sup>2</sup> ve gerilim 15 kV tur.

KABLO TESİSATI :

Yeraltı kablosu (3 x 16 mm <sup>2</sup> )	2655 m x 47,85	= 127.041,71 TL.
Kablo başlığı (dahili)	20 Ad X 229 TL.	= 4.580,00 »
Kablo başlığı (harici)	12 » x 360 «	= 4.320,00 >
<b>Toplam</b>		<b>135.941,71 »</b>

Müşterek direkli hava hattı tesisatı :

Müşterek direklerin toplam ağırlığı 47150 kg. (proleden) bunun % 25 ini alırsak hattın müşterek direkli yapılmasından dolayı A.G. direklerine ilâve edilmesi gereken demir ağırlığını buluruz.

47150 x 0 <sup>5</sup> x 4 TL.	=	47.150,00
Diğer O. G. malzemeleri		
İzolatör	624 Ad. X 39 TL.	24.336,00
Direk topraklaması	156 » X 160 >	24.964,00
Tehlike levhası	156 » X 40 »	6.240,00
Parafudr	54 » X 275 >	14 850,00
Bakır İletken	3 x 6740 m x 0.145 kg. X 21 =	<u>61.569,90</u>
	Toplam	179.109,90

Km. başına bedeller :	
Kablo tesisatı :	135.941,17
	<u>2,655</u>
	= 51,200 TL/Km.
Müşterek direkli hat :	179.109,90
	<u>6,740</u>
	= 26.574 TL/Km.

Sağlanan ekonominin % olarak ifadesi :

$$\frac{(51200 - 26574) 100}{51200} = \% 48,10$$

Bu tatbiki misalden de sağlanan ekonominin % 50 civarında olduğu görülmektedir.

#### MÜŞTEREK DİREKLERİN DİĞER AVANTAJ VE MAHZURLARI :

Müşterek direklerin yeraltı kablosuna nazaran ekonomik avantajından başka aşağıda kaydedilmiş olan avantajları da vardır.

1. Isınma bakımından hava hattı kabloya nazaran daha fazla yük taşıyabilmektedir.

Karşılaştırılabilmek maksadiyle en çok kullanılan bakır iletkenli kesitlerin ısınma bakımından taşıyabilecekleri güçleri verelim :

2 — Hava hattındaki arızaların görülmesi ve yerinin tesbiti daha kolay ve çabuktur.

3 — Bu arızaların giderilmesi daha sür'atli ve daha kolay olur.

4 — Kısa devrelerde doğacak ani akım artışları ve aşırı gerilimler hava hatlarında daha az tahribat yaparlar.

5 — Güzergâh değiştirme icap ettiğinde söküp yeniden döşenen kablo ömrü takriben % 50 azalmaktadır. Hava hattında bu mahzur daha azdır.

MaHzurları :

a) Tel kopması: Bakırın kopma mukavemeti 40 kg/ mm<sup>2</sup> dir.

Dış tesisat yönetmeliğine göre havai hatlarda kullanılacak tellerin azami cer zorlanmaları, kopma mukavemetinin % 45 ini geçmeyeceği şartı konmaktadır. Yine aynı yönetmeliğin 82. maddesine göre O.G. ve Y.G. hatlarında 10 mm<sup>2</sup> lik iletkenler kullanılmamakta ve en küçük 16 mm<sup>2</sup> lik bakır iletken kullanılmaktadır.

İletkenler + 20 °C muhit sıcaklığında aynı fleşi verecek şekilde gerildiğine göre kesitlere göre kopma gerilmelerini, azami çerleri ve kopma gerilmelerine göre azami çerlerin yüzdesini bulalım.

Kesit (mm <sup>2</sup> )	Kopma gerilmesi (Kg.)	Azami Cer (Kg.)	Yüzdesi %
16	16X40 = 640	159	24,8
25	25X40 »= 1000	208	20,8
35	35X40 = 1400	259	18,5
50	50X40 = 2000	328	16,4
70	70X40 = 2800	425	15,2

Buradan görüleceği gibi yönetmeliğe göre, en ince kesitte 2 misline yakın munzam bir emniyet temin edilmekte ve kesit büyüdükçe bu emniyet artmaktadır. O halde telin kopma sebebi olarak direğe bir vasıta çarpması yahut hat üzerine ağır

Kesit ( mm2 )		16	25	35	50	70	95	120	150	185	
N (KVA)	Kablo	6,3 kV	1090	1420	1750	2130	2570	3060	3550	4040	4590
		15 kV	2080	2730	3380	4030	5070	5980	6900	7930	9100
	Hava hattı	6,3 kV	1255	1680	1965	2520	3140	3930	4500	5250	5900
		15 kV	2980	4000	4670	6000	7480	9350	10700	12500	14000

bir cismin düşmesi kalmaktadır ki bu ihtimaller de pek zayıftır.

b) İnsana ve binalara temas tehlikesi: İletkenlerin zeminden yüksekliği ve bina çatılarından yatay ve düşey mesafeleri uygun şekilde seçilerek bu mahzurun önüne mümkün mertebe geçilebilmektedir ki bu mesafeler dış tesisat yöneltmeliğinde verilmektedir.

c) O.G. İletkenlerinin A.G. iletkenlerine temas tehlikesi: O.G. iletkenleri ile A.G. iletkenleri arasında, iletkenlerin fleşleri uygun şekilde hesaplanarak asgari 1,5 mlik bir mesafe bırakılmaktadır. Temas olabilmesi için orta iletkenin koparak A.G. iletkenlerinin üzerine düşmesi lâzımdır. Zira O.G. traversleri A.G. traverslerine nazaran daha uzun olduğundan yandaki iletkenlerin kopması halinde tel A.G. iletkenlerine temas etmeden yere düşecektir. Orta iletkenin koparak A.G. iletkenlerine temas etmesi halinde şebekedeki koruma cihazları vasıtası ile bu arıza bertaraf edilebilmektedir. Za-

ten bu ihtimalin zayıf olduğu evvelki maddede izah edilmişti.

d) Bakım ihtiyacı: müşterek direklerin, yeraltı kabloşuna nazaran, boyama, ilaçlama, onarma v.s. gibi bakıma ihtiyacı vardır. Fakat bu bakım A.G. direklerinde normal bakım olup müşterek direklerden dolayı munzam bir bakım külfeti değildir.

e) Estetik bakımdan müşterek direklerin şehir içerisinde çirkin görüleceği düşünülebilirse de memleketimiz şartları nazarı dikkate alınırsa bunda bir mahzur teşkil etmeyeceği aşikârdır. Zira bizden çok daha zengin memleketlerde bu tip direklerin büyük şehir caddelerinde bile kullanıldığını görmekteyiz.

Netice olarak müşterek direklerin avantaj ve mahzurları mukayese edilirse avantajları yanında mahzurlarının mühim bir yer işgal etmediği görülür. Bilhassa ekonomik avantajı, bu direklerin memleketimizdeki tatbikatının ne derece zaruri olduğunu ortaya koymaktadır.