

Alçak Gerilim (A. GJ)

Ümit EKİNCİ
Y. Müh. İ.T.Ü.

A.G. Şebekelerinde hava hattı telleri için en uygun malzemenin bakır (Cu) ve alüminyum (Al) olduğu herkesçe malumdur. Memleketimizde A.G. şebekelerinde halen bakır ilekten kullanılmaktadır. Bakır fiyatlarının çok yüksek olmasından ve bakırın hertürlü elektrik cihaz ve malzemelerinde kullanılan çok kıymetli bir metal olması dolayısıyla bir çok Avrupa memleketlerinde bakırdan tasarruf etmek ve daha iktisadi bir yol bulmak düşüncesiyle yüksek gerilim (Y.G.) şebekelerinde çelik-alüminyum (St-Al) ve A.G. şebekelerinde bakır yerinde alüminyum ilekten kullanılmaya başlanmıştır. Bilhassa İngiltere'de 40 yıldan beri saf alüminyum ilektenli hava hatları kullanılmakta ve alınan neticelerin de tatmin edici olduğu bildirilmektedir. Dünya elektrik sanayinin süratli inkişafına, bakır istihsalı paralel gidemediği için 1950 yılından sonra bakır fiyatlarındaki yükselme alüminyum iletkenlere rağbeti daha fazla artırmıştır. Bugün alüminyum ilektenli yeraltı kabloları imal edildiği gibi kabloların kılıflarında alüminyum kullanılmaya da teşebbüs edilmiştir.

Bir şebekenin tesisinde en mühim faktörlerden birisi tesis masrafları ve diğeri de işletme emniyeti olduğuna göre, şimdi gerek bakır ve gerekse alüminyum iletkenlerinin bu iki yönden mukayesini yapalım.

1 — TESIS MASRAFLARI :

Bir hava hattının tesis masraflarına nakiller,

ağırlık, kesit ve fiyatları ile tesir adederler. Aynı iletkenlikteki iki telin mukayese sayıları şöyledir.

	Kesit	Çap	Ağırlık	Fiat
Bakır	100	100	100	100
Alüminyum	161	127	48,8'	76,9

Not: Fiat mukayesesi Electrical Review mecmuasının Haziran 1962 sayısından alınmıştır.

Bu cetvelden görüldüğü gibi saf alüminyum kesit ve çap itibarıyla bakırdan büyük, fakat ağırlık ve fiyat bakımından da bakırdan küçüktür.

Küçük bir şebeke ele alarak bakır ve alüminyum iletkenlerle aynı şebekenin çekildiğini düşünerek bir mukayese yapalım. Aşağıda verilen misalde ele alınan şebeke Horasan kasabasının elektrik projesidir. Şebeke 149 direktten müteşekkildir ve 1962 Nisanında Tiler Bankası'na tanzim edilmiştir. Hesapların kolay olması bakımından direkt açıklıkları sabit tutulmuştur.

Aynı iletkenlikte bulunan bakır ve alüminyum tellerin kasitleri şöyledir:

Cu (mm ²)	10	16	25	35	50	70
Al (mm ²)	16.1	25.8	40	56	80.5	113

Hesaplarda norm kesitler kullanılacağından misalde alüminyum için sırasıyla 16, 25, 35, 50, v.s. alınmıştır. Bakır ve alüminyuma ait muhtelif kesitler için max. hat çerleri, gerilmeler ve emniyet faktörleri aşağıda verilmiştir.

Max. hat çerleri (Kg.) olarak : II. Bölge

Kesit (mm ²)	10	16	25	35	50	70
Cu (Kg.)	119	146	183	218	265	320
Al (Kg)	—	147	183	215	253	305

Gerilmeler ve emniyet faktörleri :

Kesit (mm ²)	10	16	25	35	50	70
Cu gerilme Kg/mm ²	11.9	9.12	7.32	6.22	5.3	4.57
Em. faktörü %	29.8	23	18.3	15.5	13.3	11.4
Gerilme Al Kg/mm ²	—	9.2	7.33	6.15	5.06	4.35
Em. faktörü %	—	51	40.7	34.2	28.2	24.2

Talimatnameye göre havai hatlarda kullanılacak tellerin azami cer zorlamaları, kopma mukavemetinin % 45 ini geçmemesi lazımdır. Kopma mukavemeti bakır için 40 kg/mm^2 ve alüminyum için 18 K/mm^2 dir. Cetvelden kolayca görülmektedir ki 16 mm^2 kesitinde alüminyum iletken için bu değer % 51 oluyor. O halde n Bölgede 50 metre direk açıklığında alüminyum iletkeni talimatnameye göre kullanamayacağız. I. Bölgede 16 mm^2 Al. için bu değer % 38.3 olduğundan 50 metre direk açıklığında alüminyum kullanabiliriz, n. Bölgede 16 mm^2 Al. iletkeni 40 metre direk açıklığında kullandığımız taktirde emniyet faktörü % 37.3 oluyor. % 45 den küçük olduğu için II. Bölgede 40 metre direk açıklıklarında 16 mm^2 kesitinde alüminyum iletken kullanabiliriz. Zaten şehir şebekelerinde direk açıklıkları umumiyetle sokak durumlarına göre ayarlandığından 40 metreyi pek geçmemektedir. Ancak çok uzun sokaklarda branşman v.s. ayrılmadığı taktirde bu mesafe 50 metreye kadar çıkmaktadır. Alüminyumlu A.G. şebeke-

lerinde direk arası mesafe her zaman 40 m. ve altında tutulabilir. Böylece II. Bölgede de alüminyum iletken kullanılması mümkündür. Max. hat çerçeri, Cu için İller Bankası tip projelerinden alınmış ve Al. için ise yeniden hesaplanarak verilmiştir.

Saf alüminyum iletkenlerin daha büyük çapta olmalarından dolayı taşıyıcı direklere daha büyük rüzgâr basıncı geleceğinden bu hatlarda kullanılan taşıyıcı direklerin bakır nakilli direklere nazaran daha ağır olacağı aklı gelebilir. Bugün kullanılmakta olan İbank tipi direklerden en küçük taşıyıcı direkler 6,5 U ve 8 I direkleridirki bunlar bile bakır muadili alüminyum iletkenleri rahatça taşıyabilecek emniyettedirler.

Yapılan mukayese hesabında yalnız direk ve iletkenler nazarı itibare alınmıştır. Çünkü şebekenin diğer teferruatı heriki haldede aynı olacağından neticeye tesir etmeyecektir.

I — ŞEBEKEDEN BAKIR KULLANILDIĞINA GÖRE:

1 — Demir direkler :

81	tipi	87 Ad.	x	163 =	14181 Kg.
6,5U	»	14 »	x	185 =	2590 »
8U	»	19 >	x	217 =	4123 »
K₁	»	4 *	x	328 =	1312 »
10 I"	»	19 >	x	247 =	4693 »
10U"	»	1 »	x	299 =	299 »
K₂"	»	1 »	x	463 =	463 »

O.G. Direği	2 Ad.	X	604 =	1208Kg.
Travers ve konsollar	% 10	3000	»	
Trafo direkleri	2 Ad.	X	728 =	1456 »
	33325 Kg.	x	4,— TL.	= 133300 TL.

2 — Bakır nakiller:

10 mm ²	21,48 Km.	X	92,82 =	1993,77 Kg.
16 »	4,168 »	X	147,9 =	616,44 >
25 »	3.303 »	X	220,32 =	727,71 »
35 »	1.149 >	X	319,26 =	366,82 >
				<u>3704.— »</u>

Toplam	3704,—Kg.	X	15,5 =	57412 TL.
Montaj	3704,— »	X	2 =	7408 »
				<u>64820 »</u>

II — ŞEBEKEDEN ALÜMİNYUM KULLANILDIĞINA GÖRE:

1 — Demir direkler :

81	tipi	77 Adet	X	151 =	11627 Kg.
10 I	»	18 »	X	206 =	3708 »
12 I	»	18 >	X	256 =	4608 »
10U	»	5 >	X	243 =	1215 »
12U	»	4 *	X	311 =	1244 »
K₁	>	2 >	X	452 =	904 »
10 I"	»	17 »	X	248 =	4216 »
10U"	»	1 >	X	299 =	299 »
12U"	»	2 »	X	370 =	740 »
K₂"	»	1 »	X	463 =	463 »
O.G. direkleri	2 »	X	604 =	1208 »	
Travers ve konsollar	%10	=	3000 »		
Trafo direkleri	2 »	X	728 =	1456 >	

2 — Alüminyum nakiller :

16 mm*	21. 48 Km.	x	44 =	945 Kg.
25 »	4 168 >	x	68 =	283 >
35 »	3.303 >	x	96 =	317 >
50 »	1.149 »	x	138 =	158 »
				<u>1703 »</u>

Toplam	1703 Kg.	x	1057 =	18000,00 TL.
Montaj	1703 »	x	225 =	3831,75 >
				<u>21831,75</u>

34688 Kg. x 4 = 13852 TL.

Bu ufak misalden görülyorki şebekede alüminyum iletken kullanıldığı takdirde 37536 TL bir tasarruf sağlanmış oluyor. Bu, şebeke keşfinde % 19 "ve nakil keşfinde de % 66,3 tasarruf demektir.

2 — İŞLETME EMNİYETİ :

a) Mekanik Emniyet:

Kopma mukavemeti bakımından bakır teller, saf alüminyum tellere nazaran daha üstün durumdadırlar. Bakırın kopma mukavemeti 40Kg/mm² olduğu halde alüminyumda bu değer 18 Kg/mm² dir Bununla beraber elde mevcut kesitler için, mutad olan direk açıklıkları intihap edilmek suretiyle ve yine fevkalâde büyük buz yükleri nazarı itibara almamak şartıyla saf alüminyumunda emniyet şartlarına yeter bir dayanıklılıkta olduğunu tecrübeler göstermiştir.

Bakır iletkenli hatlarda iletkenler arasındaki düşey mesafe 23 cm. olduğu taktirde hatların çarpışmasına karşı kâfi emniyet temin edilmektedir. Bu değer tesisat yönetmeliğinde 40 cm dir. Aynı hâl alüminyum hatlar içinde caridir. Yalnız fazla arızalı mıntikalarda, fırtına halinde emniyeti sağlamak gayesiyle alüminyum iletkenlerde düşey mesafeyi bir miktar arttırmak icapediyorsa da, şehir şebekelerinde umumiyetle hatlar binalar tarafından korunduğundan ve yine Türkiye'de 40 cm. aralık alındığından dolayı iletkenlerin birbirine teması konusunda tamamen emniyet sınırları içerisinde kalıyoruz.

b) Elektrik emniyet:

Bakır ve alüminyum iletkenlerin taşıyabilecekleri max. akım amper cinsinden aşağıdaki cetvelde verilmiştir.

Kesit mm ²	10	16	25	35	50	70	95	120	150
Cu	80	95	120	145	184	242	306	356	423
Al	60	74	92	115	147	195	245	285	338

Aynı iletkenlikteki bakırın muadili yaklaşık olarak bir üst kesit alüminyum olduğundan, cetvelden kolayca görülmektedir ki taşıyabilecekleri akım her iki iletkende de aynıdır.

Bakır ve saf alüminyum iletkenlerinin iktisadi yönden mukayesesinden sonra neticeye geçmeden evvel her iki iletkenine ait bazı karakteristiklerden de kısaca bahsedelim.

Alüminyum iletkenler genel olarak korozyona karşı mukavim olmasına rağmen sahil bölgelerde, büyük sanayi bulunan yerlerde ve kükürlü tabii

gazların çıktığı bölgelerde kullanılmamaktadır. Bugün İtalya ve Yunanistan'da alüminyum iletkenler çok revaçta olduğu halde deniz kenarında sahilden itibaren bir km. genişliğinde bir şerit dahilinde kullanılmamaktadır. Bazı firmalarca, iletkenlerin örgüleri arasında meydana gelebilecek herhangi bir alkali reaksiyonu önlemek gayesiyle merkez iletkenine gres sürülmektedir. Kimyevi tesirlerin olabileceği mıntikalarda kullanılan alüminyum iletkenin üzeri bakır kaplanmaktadır.

Alüminyumun bir yerden diğer bir yere nakledilmesi ve çekilmesi gerçi bakıra nazaran biraz daha zordur. Zira alüminyum daha yumuşak bir metal olduğundan naklinde ve çekilmesinde zedelememesi için daha büyük bir itina ister. Nakil işinde sağlam bir ambalaj ve tel çekmede de hat güzergahına aralıklı tahta parçaları yerleştirmek suretiyle iletkeni zedelemekten çekmek mümkündür. Alüminyumun nakil işi bakıra nazaran zor olmasına rağmen nakil masrafı bakımından bakırdan daha avantajlıdır. Çünkü daha hafiftir.

Diğer bir meselede alüminyum iletkenlerin zamanla sehimlerinin değişmesidir. İngiltere'de binlerce Km. uzunluğundaki saf alüminyum iletkenli hatlarda elde edilen tecrübeler şöyledir : Her ne kadar montajdan hemen sonra sehimlerde bir miktar değişme oluyorsa da takriben 3 - 4 ay sonra sehim değişmesi durmaktadır. O halde bunu temin içinde ilk başlangıçta yani iletkenlere sehim vermede gerilmenin bir miktar artırılması bu mahzuru da ortadan kaldıracaktır.

Hat montajında kullanılan yardımcı malzemeler her iki iletkenlerde de hemen hemen aynıdır. Bakır yeraltı kablolarının direkt alüminyum iletkenlere irtibatında veya bir alüminyum hattan,

bakır telle bir branşman alınmasında iki ayrı metal birleştirecek klempler de önemlidir. İki ayrı metalin birleşmesi bir elektromotor kuvveti meydana getireceğinden bu iki metal özel halitalardan yapılmaktadır.

Memleketimizde bol miktarda bakır cevheri bulunduğu halde alüminyum pek çıkmamaktadır. Dünya piyasasında bakır madeni daha büyük bir yer tuttuğundan bu madeni elektrolitik bakır tel halinde dışarı satmak ve buna mukabil alüminyum külçe halinde ithal etmek memleket ekonomi-

sinde mühim bir rol oynar. Halen memleketimizde 2 adet bakır fabrikası ve 20 ye yakında haddehane bulunmaktadır. Bu tesisleri alüminyum tel imaline yönetmek mümkündür.

NETİCE:

A.G. şebekelerinde iletken malzemesi olarak alüminyum, havai hat inşasında aranılan bütün şartları yerine getirecek özelliktedir. Saf alüminyum tellerin şehir A.G. ve O.G. şebekelerinde

kullanılması hem ekonomiktir, nemde bakır nakilli hatlar kadar emniyetli ve kullanışlıdır.

İngiltere ve İtalya gibi zengin memleketlerde 40 seneden beri alüminyum iletken kullanıldığı ve aynı şartlara sahip olduğumuz Yunanistan'da bile 10 yıldan beri kullanmakta olduğu halde memleketimizde henüz böyle bir teşebbüs yapılmamıştır. İktisadi bakımdan geri kalmış Türkiye'mizde, bakır yerine saf alüminyum kullanılması halinde aynı maddi imkânlarla daha çok köy ve kasaba elektriğe kavuşacaktır.