

ŞARTLAR	BAKIR	ALÜMİNYUM
<b>EŞİT KESİT</b>		
AĞIRLIK	1	0.3
ĞİLETKENLİK	1	0.625
AKIM TAĞİMAKAPASĞTESĞ	1	0.8
<b>EŞİT İLETKENLİK</b>		
KESİT ALANI	1	1.6
ÇAP	1	1.3
AĞIRLIK	1	0.49
<b>EŞİT SICAKLIK ARTIŞI</b>		
KESİT ALANI	1	1.4
ÇAP	1	1.17
AĞIRLIK	1	0.42

Çıplak Bakır ve Alüminyum  
Karşılaştırma Tablosu

Özellikler	Birim	E-Cu Bakır	E-Al Alüminyum	AlMgSi Alaşım
Yoğunluk	kg/dm <sup>3</sup>	8,9	2,7	2,7
Çekme Gerilmesi (Sert.....Tavlı)	N/mm <sup>2</sup>	450...240	180...80	310
Kopma Uzaması ( Sert ....Tavlı)	%	1...35	2...35	3
Elastisite Modülü	kN/mm <sup>2</sup>	120	70	70
Ergime Derecesi	°C	1083	658	658
Isı Genleşme Katsayısı	10 <sup>-6</sup> /°C	16,6	23,8	23,0
+20 °C Direnç Değişim Katsayısı	1 / °C	0,0039	0,0040	0,0036
+20 °C İletkenlik	IACS %	97...100	61...62	53
+20 °C Özgül Direnç	Ω.mm <sup>2</sup> /m	0,01786	0,02857	0,03280

Tablo 1 • Alüminyum ve Bakır İletkenlerin Elektriksel ve Fiziksel Özellikleri

**(Al) ALÜMİNYUM ve (Cu) BAKIR'** elektriksel yönden karşılaştırmak için biri birinden farklı bu kıymetli metalin fiziksel ve elektriksel özelliklerini bilmek gerekmektedir. Diğer özellikler dışında, Alüminyumun yoğunluğunun **2,7 kg/dm<sup>3</sup>**, Bakırın **8,9 kg/dm<sup>3</sup>** yaklaşık 1/3 oranında olması karşılaştırmamızda ve hesaplarımızda çok önemli bir etken olarak karşımıza çıkacaktır. Elektrik bakımından en önemli faktör olan direnç değerlerinin

$$\begin{aligned}
L_{Al} &= L = L_{Cu} \\
R_{Al} &= R = R_{Cu} \\
\Delta U_{Al} &= \Delta U = \Delta U_{Cu} \\
R_{Al} &= \rho_{Al} \times \frac{L}{S_{Al}} = \rho_{Cu} \times \frac{L}{S_{Cu}} = R_{Cu} \\
S_{Al} &= \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} \times S_{Cu} = \frac{0,02857}{0,01786} \times S_{Cu} \\
\mathbf{S_{Al} &\cong \mathbf{1,6} \times \mathbf{S_{Cu}}
\end{aligned}$$

Denklem 1 Elektriksel Eşitlikte Cu ve Al İletkenlerin Kesit Karşılaştırması elde etmek gereklidir.

tablonun tetkikinden de anlaşılacağı gibi Al özgül direnci, bakırın yaklaşık **1,6 katı** daha fazladır ve gerilim düşümü hesaplarının en önemli etkenidir.

Elektriksel bir karşılaştırma yapabilmek için Cu eşdeğeri Al iletken kesit hesaplamasının ana şartı olarak, aynı ( L ) uzunluğu için, aynı ( R ) direnç değerini elde etmek, diğer bir deyişle aynı uzunlukta, iletken cinsi ne olursa olsun aynı gerilim düşümünü

Elektriksel eşdeğerlik karşılaştırmasının ana şartlarından olan aynı L uzunluğunda aynı direnç değerine erişebilmek için, öz direnç değerlerinin oranı dikkate alınarak, bakır kesitinin yaklaşık 1,6 katı daha büyük bir alüminyum kesit seçilmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Örnek olarak 10 mm<sup>2</sup> BAKIR iletken yerine eşit direnç elde etmek için 16 mm<sup>2</sup> ALÜMİNYUM iletken seçilmelidir.

Elektriksel eşdeğerlik karşılaştırmasının ana şartlarından olan aynı L uzunluğunda aynı direnç değerine erişebilmek için, öz direnç değerlerinin oranı dikkate alınarak, bakır kesitinin yaklaşık 1,6 katı daha büyük bir alüminyum kesit seçilmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Daha basit bir anlatımla bir tesis için gerekli bakır iletken ağırlığı bilindiğinde, ELEKTRİKSEL EĞİTLİK DURUMUNDA BAKIR İLETKEN AĞIRLIĞININ YAKLAŞIK YARISI AĞIRLIĞINDA ALÜMİNYUM İLETKEN ( KESİT 1,6 KATI DAHA BÜYÜK ) ağırlığına ihtiyaç olduğu matematiksel bir sonuçtur.

$$\begin{aligned}
P_{Al} &= d_{Al} \times S_{Al} \times L = d_{Al} \times (1,6 \times S_{Cu}) \times L \\
P_{Cu} &= d_{Cu} \times S_{Cu} \times L \\
\frac{P_{Al}}{P_{Cu}} &= \frac{d_{Al}}{d_{Cu}} \times 1,6 \times \frac{S_{Cu}}{S_{Cu}} \times \frac{L}{L} \\
P_{Al} &= \frac{2,7}{8,9} \times 1,6 \times P_{Cu} \\
\mathbf{P_{Al} &\cong \mathbf{0,5} \times \mathbf{P_{Cu}}
\end{aligned}$$

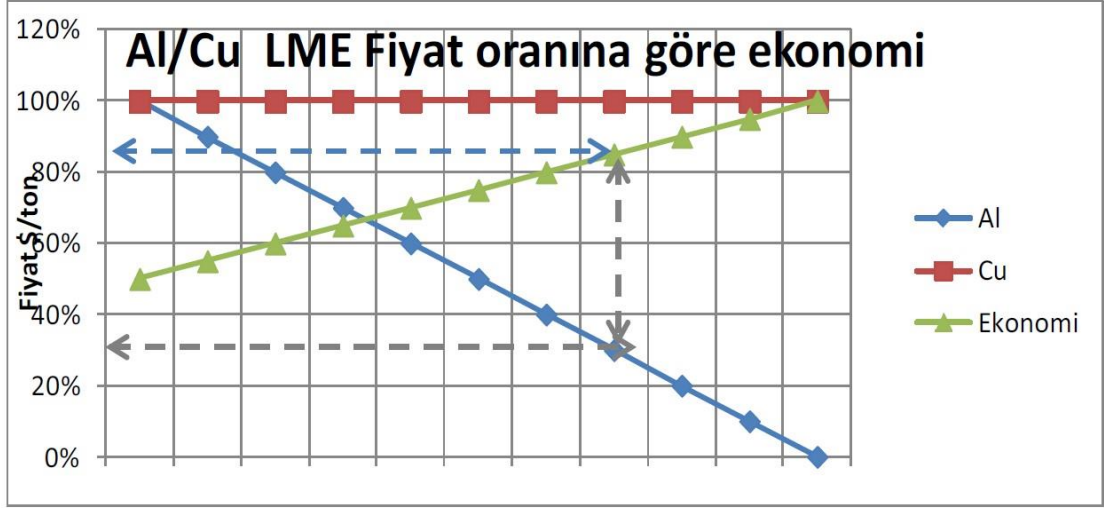
$$L_{Al} = L_{Cu}$$
$$S_{Al} = 1,6 \times S_{Cu}$$
$$R_{Al} = R_{Cu}$$
$$P_{Al} = 0,5 \times P_{Cu}$$
$$F_{Al} (YTL) = 0,5 \times F_{Cu} (YTL)$$

***EN AZ % 50 EKONOMİ***

Eğdeğer alüminyum iletken kesitinin, bakırın 1,6 katı büyük seçilmesine rağmen ağırlık olarak bakır iletkeninyarısı (% 50 ) olduğu sonucu ekonomik olarak değerlendirmek gerekirse, birim fiyat çok önemli bir etkenolmaktadır.

Bakır ve Alüminyumun birim fiyatlarının eğit olması halinde bile, çıplak iletkenlerde % 50'ye varan birekonomik değer hesaplanmaktadır. Ayrıca alüminyumun hafifliğinden dolayı direk seçiminde, tağımamasrafları, montaj iğlemlerinde ek ekonomik katkı sağlamaktadır. Fiyatın ekonomik değerlendirmede çok büyük bir etken olması sonucu olaya biraz daha yakından bakalım.Bakır ve Alüminyum birim fiyatı tüm dünyada LME ( London Metal Exchange- Londra Metal Borsası ) tarafından belirlenir. Yirmi yıldan fazladır yaptığımız fiyat izlemelerinde Alüminyum birim fiyatın daima

Bakır birim fiyatının altında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç fiyatlar arası oranın değişmesi halindesağlanacak ekonomik değerin daha da artması demektir.



Şekil 1 Alüminyum Bakır Fiyat Oranlarının Değişimi ile Sağlanacak Ekonomik Değerlendirme

Örnek olarak Londra Metal Borsasının 21 Nisan 2009 tarihli değerleri alınmıştır. Günümüzde bu fark çokdaha büyümüştür.

Al : 1456 \$/ton Cu : 4645 \$/ton  
 21 Nisan 2009 LME  
 Al/Cu  $\approx$  % 30 Bakıra göre  
**EKONOMİ : % 85**

Denklem 4 Örnek Değerlendirme

Grafikten de görüldüğü veya hesaplanabileceği gibi sağlanacak ekonomi % 85 gibi çok büyük bir değere ulaşmaktadır. Diğer bir deyişle bakır iletken için yapılacak yatırımın sadece % 15 ile bu tesisin iletken ihtiyacı elektriksel olarak eşdeğer alüminyum iletken kullanarak karşılanabilecektir.