

ŞARTLAR	BAKIR	ALÜMİNYUM
EŞİT KESİT		
AĞIRLIK	1	0.3
İLETKENLİK	1	0.625
AKIM TAŞIMAKAPASİTESİ	1	0.8
EŞİT İLETKENLİK		
KESİT ALANI	1	1.6
ÇAP	1	1.3
AĞIRLIK	1	0.49
EŞİT SICAKLIK ARTIŞI		
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 ³	8,9	2,7	2,7
Çekme Gerilmesi (Sert.....Tavlı)	N/mm ²	450...240	180...80	310
Kopma Uzaması (SertTavlı)	%	1...35	2...35	3
Elastisite Modülü	kN/mm ²	120	70	70
Ergime Derecesi	°C	1083	658	658
Isı Genleşme Katsayısı	10 ⁻⁶ /°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 ² /m	0,01786	0,02857	0,03280

Tablo 1 • Alüminyum ve Bakır İletkenlerin Elektriksel ve Fiziksel Özellikleri

(Al) ALÜMİNYUM ve (Cu) BAKIR'ı elektriksel yönden karşılaştırmak için biri birinden farklı bu ki kıymetimetalin fiziksel ve elektriksel özelliklerini bilmek gerekmektedir. Diğer özellikler dışında, Alüminyumunyoğunluğunun **2,7 kg/dm3**, Bakırın **8,9 kg/dm3** yaklaşık 1/3 oranında olması karşılaştırmamızda vehesaplarımızda çok önemli bir etken olarak karşımıza çıkacaktır. Elektrik bakımından en önemli faktör olan direnç değerlerinin

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

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

Denklem 1 Elektriksel Eşitlikte Cu ve Al İletkenlerin Kesit Karşılaştırması

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

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 neolursa olsun aynı gerilim düşümünü elde etmek gereklidir.

Örnek olarak 10 mm² BAKIR iletken yerine eşit direnç elde etmek için 16 mm² ALÜMİNYUM iletken seçilmelidir.

$$P_{Al} = d_{Al} \times S_{Al} \times L = d_{Al} \times (1,6 \times S_{Cu}) \times L$$

$$P_{Cu} = d_{Cu} \times S_{Cu} \times L$$

$$\frac{P_{Al}}{P_{Cu}} = \frac{d_{Al}}{d_{Cu}} \times 1,6 \times \frac{S_{Cu}}{S_{Cu}} \times \frac{L}{L}$$

$$P_{Al} = \frac{2,7}{8,9} \times 1,6 \times P_{Cu}$$

$$\mathbf{P_{Al}} \mathbf{\cong 0,5 \times P_{Cu}}$$

Elektriksel eşdeğerlik karşılaştırmasının ana şartlarından olan aynı L uzunluğunda aynı dirençdeğerine erişebilmek için, öz direnç değerlerinin oranı dikkate alınarak, bakır kesitinin yaklaşık 1,6 katı dahabüyük bir

alüminyum kesit seçilmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.

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

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

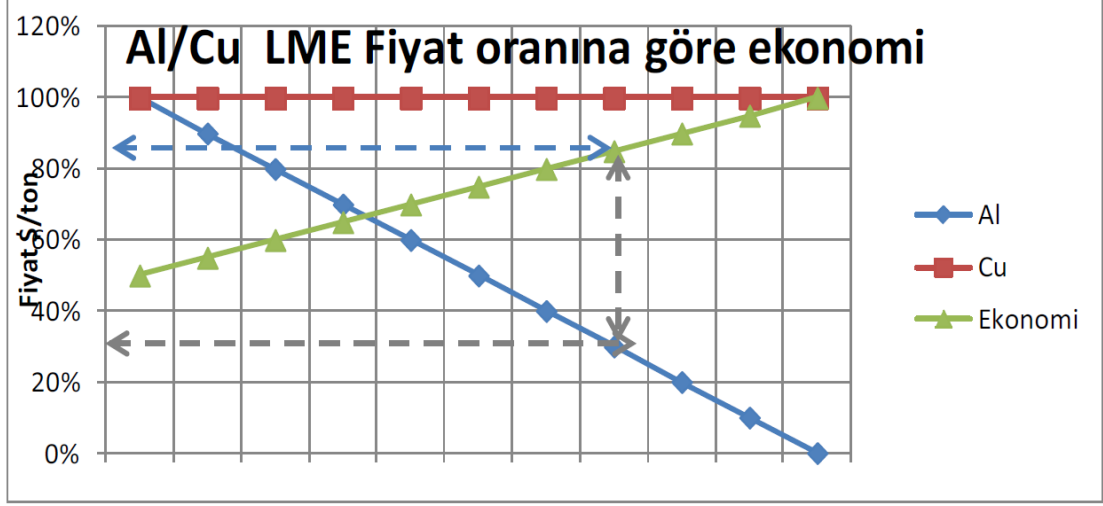
EN AZ % 50 EKONOMİ

Eşdeğer alüminyum iletken kesitinin, bakırın 1,6 katı büyük seçilmesine rağmen ağırlık olarak bakır iletkenin yarısı (% 50) olduğu sonucu ekonomik olarak değerlendirmek gerekirse, birim fiyat çok önemli bir etken olmaktadır.

Bakır ve Alüminyumun birim fiyatlarının eşit olması halinde bile, çıplak iletkenlerde % 50'ye varan bir ekonomik değer hesaplanmaktadır. Ayrıca alüminyumun hafifliğinden dolayı direk seçiminde, taşıma masrafları, montaj işlemlerinde 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 halinde sağlanacak ekonomik değerlerin daha da artması demektir.



Şekil 1 Alüminyum Bakır Fiyat Oranlarının Değişimi ile Sağlanacak Ekonomik Değerlendirme

Ömek 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

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.

Denklem 4 Örnek Değerlendirme