



---

Bozuk para basımında kullanılan sıradan bakırın kilosu 2\$ iken, yaklaşık % 99.9 saflıktaki *OFHC* bakırın kilosunun 16\$ olduğuna dikkat çeken *XLO Electric* şirketinin sahibi **Roger Skoff**, *XLO* 'nun standard kablolarında kilosu 25\$ olan nitrojen sarımlı, çıplak *OFHC* bakır, referans kablolarında ise kilosu 165\$ olan, % 99.99997 saflıkta bakır kullandığını belirtiyor.

*Audioquest* gibi bazı firmalar, *Audioquest*'in broşürlerinde yer alan şu satırlardan da anlaşılacağı gibi bakır saflığı konusu üzerinde diğerlerinden biraz daha fazla durmaktalar; "...*OFHC bakır* 'dan yapılan kablounun sesi, yüksek saflıktaki standard bakırdan yapılanaya göre daha yumuşak, daha temiz ve daha dinamiktir..."

Güney San Fransisco kökenli *Monster Cable* şirketinin genel müdürü **Noel Lee**; "Bakırın saflık oranı çok fazla abartılıyor" diyerek şirketinin bu konudaki genel yaklaşımını vurgularken, *Snell Acoustics* 'in baş mühendisi **Kevin Voecks** de; "Bakır saflığı konu bile değil!" sözleriyle bu husustaki düşüncelerini şüphe bırakmayacak şekilde dile getiriyor.

'70'li yılların ortalarında ilk high-end kabloları üretmiş olan *Polk Audio* 'nun sahibi **Matthew Polk** bu konudaki kararsızlığını şu sözleriyle belirtmekte: "Bakır saflığı konusunda kesin karar vermek halen imkansız. Yüksek oranlı *OFHC bakır* kullanılan, çok iyi ses veren kablolar dinlediğim gibi çok kötü ses verenlerine de rastladım." Polk, 70'li yıllarda ürettikleri hoparlör kablolarının metresinin 1\$ gibi bir "*fahiş*" bir fiyata satıldığını ve bu yüzden de basında çok kötü eleştirilerin yer aldığını belirtiyor. Bir de, o sıralar üretilen amplilere bu kablolar bağlanınca çoğunun çıkış katı yanmış, Polk da kablo yapmayı bırakıp asıl işi olan hoparlör üretimiyle ilgilenmeye ağırlık vermiş.

## Deri efekti:

Tiz frekansların kabloların dış yüzeyinde seyahat ettikleri ve bu nedenle de kayıba uğradıkları görüşü "deri efekti" (*skin effect*) olarak adlandırılıyor. Ve bu konuda da hi-fi endüstrisinde birbirinden oldukça farklı düşünceler yer alıyor.

"Deri efekti, değişik frekansların, bir bakır telin yüzeyinden değişik uzaklıklarda değişik elektriksel değerler ile karşılaşmalarına neden olur" diyen *Audioquest* 'ten **Bill Low** "Sonuçta hassas tiz frekansların yani üst harmoniklerin bazıları bozulacaktır" saptamasını yapıyor.

Deri efekti ile başetmek için çoğu kablo üreticisi *litz* tasarım kullanmakta. Bu tasarımda, kablo demetindeki her bir tel izole madde ile kaplanarak, tellerin kendilerine komşu olan diğer teller ile temasları engellenir.

**Kevin Voecks** deri efektini de yok sayarak şunları belirtiyor; "Duyulabilir frekanslar için böyle bir olayın geçerliliğini doğrulayacak herhangi bir fizik kuralı yoktur ve duyulabilirliğini gösteren herhangi bir dinleme testi de bugüne kadar yapılamamıştır."

Kablo üreticileri Kevin Voecks'in bu görüşüne karşı çıkıyor ve örnek olarak da kabloların verimliliğinde önemli bir etken olan, "*zamanlama bozukluğu*" nun kare dalgalar ile saptanabildiğini hatırlatıyorlar. Kare dalgalar bilindiği gibi, hızlı başlayıp çabuk sönen geçici sinyallerle (*transient signal*) eş tutulurlar; Müzik, oldukça karmaşık yapıda bir dalga formuna sahiptir ve bu dalga formu değişken frekanslardaki binlerce sinüs dalgasını bir arada barındırır. Çan şeklinde bir eğriye sahip olan sinüs dalgasının tepe ve dip noktaları sırasıyla *risetime* (zaman çizgisinden uzaklaşma hali) ve *slew rate* (zaman çizgisine geri dönüş hali) olarak adlandırılır. Kare dalgalar da çok ani *risetime* 'lara sahip olduklarından çok kompleks yapıda dalga formlarıdır.

---

“İletkenin yüzeyindeki voltaj akımını tetikleyen şey hızlı *risetime*’dır” diyen *Kimber Kable*’dan **Ray Kimber** şöyle devam ediyor: “Eğer iyi bir iletkeniniz yok ise *risetime* yavaşlayacak ve daralacaktır. Hızlı *risetime* kabiliyetiniz yoksa stereo imgenize (imaging) veda edebilirsiniz.”

*Zamanlama bozukluğu* nedeniyle kaybolan frekansların duyulmayan frekanslar olduğu ve bu nedenle de önemli olmadığını savunanlara karşı **Kimber**, kare dalganın, kendi doğal yapısı gereği her frekansta hızlı bir *risetime*’a sahip olabileceğini hatırlatmakta.

### Tasarım:

Bell Laboratuvarları’ndan emekli mühendis **James Hayward** hoparlör kabloları ile ilgili bir yazısında şöyle demektedir: “Pekçok bilimsel rapor sonucunda anlaşılan odur ki hoparlörlere gönderilen bazı dinamik sinyaller (kare dalgalar) hoparlörün minimum empedansına göre hesaplananın, iki buçuk katından daha fazla cereyan akımına neden olabilmekte! Muhtemelen 1 ohm’ın altında oluşacak olan bu tip dinamik yükler göz önüne alındığında kablo üreticilerinin hoparlör kablo empedansını tüm frekans spektrumu boyunca mümkün olduğunca düşük tutabilmeleri gerçekten zor gözüküyor.”

“Öyleyse iyi bir hoparlör kablosu ne yapmalıdır?” diye soran **Hayward** cevabını da şöyle vermektedir: “İyi bir hoparlör kablosu, güç amplisinden hoparlöre kadar analog sinyali, sinyalin gücünü ve biçimini bozmadan taşıyabilmelidir.”

Çeşitli kablo üreticileri bunu başarabilmek için değişik tasarımlarda kablolar üretmektedirler. Örneğin *Kimber Kable*, her telin aynı uzunlukta olması ve bu yolla tüm sinyallerin aynı anda hedefe varmaları için örgü tarzında tasarım kullanmakta. Sıradan kablolarda bu tarz bir tasarım olmadığı için Ray Kimber’a göre “neticede aynı sinyal, farklı zaman aralıklarıyla kalitesiz ve karışık bir şekilde hedefe varacaktır.”

Örgü tasarımın göreceli olarak düşük kapasite ve endüktans sağladığını belirten **Kevin Voecks** de, sıradan kabloların, bu tasarımda olmadıkları ve iyi çekilmiş bakırdan da üretilmedikleri için kabul edilemez olduklarını belirtiyor.

### Dielektrik:

Her ne kadar kablo üreticileri bakır saflığı konusunda aynı düşünceleri paylaşmıyorlarsa da iyi bir izolasyon maddesinin (*dielektrik*) öneminde kesinlikle hemfikirliler. Üreticiler, standard kablolarda izole madde olarak kullanılan plastik veya PVC’nin enerji emdiklerini ve bu enerjiyi kabloya tekrar geri yolladıklarını, bunun da zamanlamada bir gecikmeye, kısaca *eko*’ya neden olduğunu vurgulamaktalar.

*XLO*’dan **Roger Skoff** bu konuyu şu şekilde izah ediyor: “Basit bir kabloda iki tel birbirinden bir di-elektrik ile ayrılmıştır, bu da kapasitör ile eşanlamlıdır. Sinyal yoğunluğu arttıkça di-elektrikte depolanan enerji büyümektedir. Bu sinyal enerjisi, deşarj edilene kadar depolanmaya devam eder. Pozitif sinyalin negatif hattan geçtiği anda tüm bu depolanan enerji sinyal yoluna girerek deşarj olur - bu enerji negatiftir ve her zaman için faz dışıdır. Sonuçta elde edilecek olan ya negatif sinyal enerjisinin bir kısmının toplamı olan *bozulma (distortion)* veya pozitif bir sunilik olan *gürültü (noise)* olacaktır ki bu gürültü ve bozulmalar da sinyalin zamanlamasını etkileyeceklerdir.”

---

Yukarıda anlatılan olayı önlemek için pekçok kablo üreticisi, bazı ya da tüm kablo modellerinde emiciliği çok düşük olan *teflon* kullanıyor. Örneğin *Monster Cable*, düşük emiciliği sağlamak için premium kablolarında, *Micro Fiber* di-elektrik ile birlikte % 30 hava ile dolu olan köpük kullanıyor. Bu materyaller pahalı olduğu için çoğu kablo üreticileri *ucuz* kablolarında di-elektrik olarak *Polypropylene* veya *Polyethylene* kullanmakta.

## Uçlar:

Hoparlör ve ara kablolarda kullanılan uçlar herhalde en az tartışılan maddeler. Hemen herkes, uçların sıkı ve iyi kavrayacak şekilde olmasında, temas yüzeyinin mümkün olduğunca geniş olmasında ve oksidasyonu engelleyen uçlar kullanılmasında birleşiyor. Altın kaplama uçlar - özellikle RCA ara kablolarda kullanılanlar - korozyona mükemmel dayanıklılar; dikkat edilmesi gereken nokta altın kaplamanın kalın olması, çünkü altın çok kolay aşınan bir madde. *Rhodium* da korozyona dayanıklı ve çok sert bir madde olduğu için yaygın kullanım buluyor.

Bilindiği gibi çatal uçlar (*spade lug*) ve muz fişler (*banana plug*) en fazla tavsiye edilen iki adet hoparlör kablosu ucu ve her ikisinin de avantaj ve dezavantajları var. Kablo üreticilerinin çoğu - ve tabii hi-fi eleştirilenleri - temas yüzeylerinin geniş olması nedeniyle çatal uçları tavsiye etmekte. Buna karşılık çatal uçlar, muz fişlere göre çok daha kolay gevşiyor, ayrıca bu tür uçlar bazı "mid-fi" cihazların bağlantılarına uymayabiliyor.

**Kevin Voecks**'ün muz fişleri tercih etmesine herhalde şaşırırsınız herhalde; "Çatal uçları birkaç nedenden ötürü gereksiz buluyorum. Birincisi temas yüzeyinin genişliği fazla abartılıyor, ikincisi de çok kolay gevşeyebiliyorlar. Bu nedenle muz fişleri tercih ediyorum."

## Kabloların Yanma süreci (Break-In)::

Bilindiği gibi kablo üreticileri, nedenini tam olarak açıklayamaları da kablolarının kullanıldıkça daha iyi ses vereceklerini iddia ediyorlar. Bu süreci de *break-in* yani *oturma* süreci olarak adlandırıyorlar.

Yıllardır stüdyo tasarımlarıyla uğraşmakta olan **Ray Kimber** bu konuda, "Oturma sürecinin işlediğini biliyor ve farkı duyuyorum, ancak size bunun nedenini örnekleriyle açıklayabileceğime emin değilim." diyor.

Straight Wire'dan **Steven Hill**, daha detaylı sayılabilecek bir açıklama yapıyor: "Di-elektrik madde ilk kez enerji ile karşılaştığında, bir defaya mahsus olmak üzere karakteristiğini değiştirir."

**Kevin Voecks** bu konuda da muhalif: "Oturma süresi diye bir şey fiziksel olarak imkansızdır, kabloların *break-in* sürecine ihtiyacı yoktur!"

*Stereophile*'dan **Robert Harley** ise *The Complete Guide to High-End Audio* isimli kitabında kabloların *break-in* süreci öncesinde parlak, sert, yorucu ve sahne derinliğinden yoksun bir ses verdiklerini, en iyi verimliliğe ulaşmaları için *break-in* sürecinden geçmeleri gerektiğini yazıyor.

---

## Enterferans (Interference):

Bütün hi-fi kablolar uygun şekilde izole edilmiş ve topraklanmış olmalıdır. Aksi takdirde elektromanyetik enterferans (EMI), yani 'elektromanyetik dalgaların müdahalesi' kaçınılmaz olacaktır. İzolesi yetersiz olan sıradan kablolarda elektromanyetik dalgaların müzik sinyaline karışması kaçınılmazdır.

*Transparent Audio* 'dan **Karen Sumner**'ın da belirttiği gibi: "Günümüzde kullanılan yüksek teknoloji ürünü ev tipi cihazların hepsi hi-fi sistemlerde dip gürültü ve ses bozukluğuna yol açan EMI yaymaktalar. Bu tip cihazlara cep telefonları, uydu alıcıları, bilgisayar ve modemler dahil. Hem analog hem dijital sinyallerle birlikte çalışan günümüzün *multi-media* sistemlerini de düşünürsek temiz bir sinyal elde etmenin zorluğunu daha iyi anlarız."

EMI konusuyla başedebilmek için *Transparent Audio* ve *M.I.T* firmaları kablolarında, entegre bir "pasif elektronik ağı" kullanıyorlar.

## Elektronlar:

Bütün o metal şaselerin, ahşap kabinlerin, titanyum tiz ünitelerinin, ışıklı metrelerin arkasında birer kondansatör, direnç ve bobin serisinin yattığını unutmamak gerek. Duvarınızdaki ceryan fişinden ampli ve hoparlörlerinize enerji ve elektronlar hücum eder. Sisteminize enerji, duvardaki bu ceryan çıkışından alınmaktadır. Cihazlarımız - ve onların içlerindeki komponentler - bu enerjiyi elektronları idare etmekte ve böylelikle ses dalgaları üretmekte kullanırlar.

Biraz basite indirgemek olsa da, bir hi-fi sistemde elektronların müzik dalgalarına dönüşümlerini incelemeye çalışalım; Hi-fi cihazlar kondansatör, direnç, doğrultucu gibi değişik devrelere sahiptirler ve bu devreler sistemin içindeki sayısız değişik safhalarda alternatif (AC) veya direkt (DC) akımları bir baraj misali engellemeye çalışırlar. Saniyede 50 (Hz) dairesel hareket ile ileri ve geriye doğru hareket halinde olan ve nispeten durgun olan AC akım, ses sinyallerindeki frekans aralıklarını iletmede önemli iken, tek bir yönde akan direkt akım yani DC ise sinyalin yeterli amplifikasyonu yani güçlendirilmesi için gerekmektedir.

Sistemdeki her cihazın bir giriş ve bir de çıkış katı bulunur. Akım, her katta direnç (rezistans) ile karşılaşır. (Bilindiği gibi rezistans, DC akımın , empedans ise AC akımın karşıtıdır ve empedansın birimi *ohm* 'dur). Her cihazın giriş katı, sinyali yollayan kaynağa göre yüksek giriş empedansı gösterirken (CD çalar - preampli), çıkış katı bir sonraki hedefe düşük çıkış empedansı gösterir (preampli - power ampli). Yüksek giriş empedansı CD çaların pre-ampliye sinyal yollamasını kolaylaştırmaktadır. Aynı şekilde düşük çıkış empedansı da pre-amplinin power ampliye yeterli akımı gönderebilmesini sağlamaktadır.

Her iki cihazın arasındaki hat, *interconnect* olarak adlandırılan ara kablolardan oluşmakta. Tüm ara bağlantıların da endüktans, kapasite ve rezistansı vardır. Kablo üreticilerine göre bu parametrelerin değerleri ve bağlantı kablolarının cihazların giriş ve çıkış empedansları ile uyumları ses kalitesini fazlasıyla etkilemektedir. Örneğin bir preampli yüksek çıkış empedanslı ise ve yüksek kapasiteli bir ara bağlantı kullanılırsa, tiz frekanslar kapalı olacak yani yüksek tiz frekanslar alınamayacaktır. Bu nedenle kaliteli ara kablolar, pre ve power ampliler arasındaki düşük empedansı koruyacak şekilde üretilmektedirler.

---

Burada sorulacak soru; eğer preamplinin çıkış empedansı yeterince düşükse, yüksek kapasite ve endüktanslı ara kabloların sesi bozucu etkileri olur mu?

Mühendis **James Hayward**, ara kabloların, kısa tutuldukları sürece, böyle bir etkilerinin olmayacağını öne sürüyor ve “eğer preamplinin ve diğer kaynak cihazınızın yeterince düşük çıkış empedansları varsa, herhangi uzunlukta bir ses ara kablosu duyulabilir frekansları etkilemez” diyor.

Kablo üreticileri ise düşük empedansın önemi için aynı düşünceleri paylaşıyor olsalar da, mater-yal ve geometri gibi diğer faktörlerin de kabloların neticesini ve duyulabilir frekansları etkilediklerinde ısrar ediyorlar.

Preampli gibi power ampli de duvardaki fişten gelen 50 Hz AC sinyali DC'ye çevirir, gerekli amplifikasyondan sonra çıkış katında DC'yi bloke eder ve hoparlör sarımlarına sadece AC sinyal gönderir. Tipik dinamik bir hoparlörde bu sarım, bir diyaframa bağlıdır ve diyafram ile mıknatıs arasında sandviçlenmiştir. AC sinyal, ses sarımında dolaştığında manyetik bir güç yaratarak sarım ile birlikte diyaframı hareket ettirir ve böylelikle ses dalgaları yaratır.

Power amplifikatör, preampliye karşı yüksek giriş empedansı, hoparlöre karşı ise düşük çıkış empedansı göstermek durumundadır. Aynı şekilde hoparlör de power ampliye karşı bir giriş empedansı - genelde 4, 6 veya 8 ohm - gösterir. Amplifikatör tasarımcıları çıkış empedansını mümkün olduğu kadar düşük tutmaya ve bu yolla yüksek bir *damping factor* elde etmeye çalışırlar. (*Damping factor*: amplinin hoparlör ünitesinin hareketini kontrol ve hızlı atakları yollayabilme kabiliyetidir. Atak-sinyali yolladıktan sonra hoparlörü bir nevi kısa devre ile durdurabilme ve bir sonraki atağı yollayabilme kabiliyeti olarak düşünebiliriz.) Amplifikatörün çıkış empedansı ne kadar düşükse, *damping factor* de o kadar yüksektir: high-end power amplilerde çıkış empedansı genelde 0.05 ile 0.5 ohm arasında yer alır.

Hoparlör kabloları amplifikatör tasarımcısının işine maalesef balta vuruyor; çünkü, rezistansı epey yüksek olan kablolar amplifikatörün çıkış empedansına eklemeler yaparak bu faktörün değerini düşürüyor ve ani ataklarda amplinin hızının yavaşlamasına, seslerde (özellikle bas frekanslarda) uzamaların başlamasına neden oluyorlar.

“Matematik, amplinin empedansına ekleme yaparsanız daha düşük damping factor elde edeceğinizi göstermekte.” diyen **Ray Kimber**, “Aslında **felaket kötü** bir *damping factor* elde edersiniz.” diye eklemeyi de ihmal etmiyor.

Uzun ve ince kabloların rezistansı etkiledikleri kesin. Fizik kanunlarına göre; bir kablonun elektriksel direnci, kablonun kalınlık ve uzunluğuna bağlıdır. Kalın kablolarda direnç azdır. Kablo ne kadar uzunsa direnç de tabii ki o kadar fazladır. (Buradaki kalınlık, dolgu ve blendaj maddeleri ile elde edilen kalınlık değil, bakır oranının fazlalığıdır. AWG (American Wire Gauge) ölçütü ile belirtilen rakam düştükçe kablonun bakır oranı artar. Ör; 8AWG 12AWG'den daha yoğun bakırı ifade eder.)

*Lucasfilm* 'den **Tony Grimani**, özellikle komple bir evi seslendirmede kullanılan uzun kablo metrajlarına dikkat çekerek, şunları belirtiyor: “Eğer yetersiz kalınlıkta kabloları uzun metrajlarda kullanırsanız, amplinizle hoparlörünüz arasına bir direnç yerleştirmiş olursunuz. Neticede hoparlörün empedansının yüksek olduğu yerlerde tepe (*peak*) noktalar, düşük olduğu yerlerde ise dip (*deep*) noktalar oluşur. Örneğin, tipik iki yollu bir hoparlör bu şartlar altında daha fazla ve boğuk bir bas ile beraber genelde düşük bir ses verecektir, çünkü 500Hz ve 1kHz arasındaki tüm seslerin seviyesi düşürülmüştür. Bu basit bir teknik olay, ama sonuçta elde edeceğiniz ses hoparlörün tasarımcısının amaçladığından çok farklı olacaktır.”

---

“Öyleyse neden bakırdan yapılmış *kalın* ve *ucuz* kablolar kullanmayalım ki?” diye bir soru akla geliyor. **Kevin Voecks** de bu tarzda düşünenlerden. Bir hoparlör tasarımcısı olarak hergün hoparlör ünite sarımları ve kablolarla haşır neşir olan **Voecks**, sizce basit kabloların damping factor üzerinde kötü etkileri varmıdır diye sorulduğunda şunları söylüyor: “Basit kablo kelimesi fazla geniş bir kavram. Benim için basit kablo, yüksek rezistanslı veya kötü uçlu kablolardır. Eğer rezistans çok fazla yüksekse, hoparlör *cross-over* noktaları istenen yerde olmayacaktır. Eğer rezistans yüksek ve hoparlör filtreleri yanlış ayarlanmış ise frekans hataları ve düzensizlikleri ortaya çıkar.”

Herhalde soruyu bir kez daha vurgulamakta yarar var: “*ucuz* kablolar, hızlı atakları yollarken amplifikatörün hoparlör ünitesini kontrol yeteneğini ciddi şekilde etkiler mi?”

**Voecks**'e göre “*Ucuz* olup da yeterli kalınlıkta olan ve iyi uç kullanılan kablolar, kısa mesafelerde yüksek rezistansın potansiyel problemlerini halledebilirler - yani kullanılabilirler - Kalınlık, yani bakır oranının yüksekliği en önemli kriterdir.”

‘Premium’ kablo üreticileri ise bu görüşe karşı çıkıyorlar. Onlara göre, kabloların kalın ve kısa olması rezistans problemini çözmekte yardımcı olsa dahi yeterli değildir; kablunun geometrisi, bakır saflığı ve kullanılan di-elektrik materyal de rezistansı azaltmada önemli etkenlerdir.

#### **Kablo-sistem uyumu (matching):**

Pekçok kablo üreticisi kabloların mevcut sistem ile uyumunun sağlanmaya çalışılmasına karşı çıkmakta ve ‘**kablo nötr olmalı**’ demekteler. *Monster*’dan **Noel Lee** “Kablo nötr mü, değil mi nasıl anlayabilirsiniz ki?” derken, **Ray Kimber** kısaca; “Kablo üreticisinin işi, doğru ampli ve hoparlör kombinasyonu aramak değildir! Kablo nötr olmalıdır.” diye kestirip atıyor.

*Stereophile*’dan **Robert Harley** ise hoparlör ve ara kabloları sistemin diğer elemanlarının ses renklerine göre seçmemiz gerektiğini savunuyor. **Harley**’e göre, parlak bir sistemde yumuşak sesli kablolar iyi netice vereceklerdir, bas çok fazla ve geniş ise ince çaplı ve sesi sıkı olan kablolar kullanılabilir.

#### **Özetle:**

Hi-fi ile ilgili veya ilgisiz diğer pekçok konuda olduğu gibi her zaman birden fazla görüş bulunacaktır. İki *audio* tutkunu kişi, aynı sistemde aynı hoparlörleri dinlerken bir tanesi kabloları değiştirmenin duyulabilir bir fark yarattığında ısrar ederse “*Kim Ne Diyebilir ki ?*”

Bakır oranının fazla (**AWG** oranının düşük!) olması ve kısa mesafelerin önemli olduğu konusunda herkes hemfikir. Bunun haricinde audio tutkunları arasında genel olarak üç adet kamplaşma gözüküyor: Hi-fi müzik reproduksiyon zincirinde premium kabloların vazgeçilmez halkalar olduğunu ve bunu fizik kanunlarının açıkça gösterdiğini savunanlar - bu farkların ya ölçülemediği için gerçekte var olmadığını veya sadece duyulamayan frekansları etkilediğine inananlar - ve - hoparlör ve ara bağlantı kablolarının ancak dikkatli bir harcamayı gerektirecek kadar önemli olduğuna inananlar.

Diyelim ki high-end bir müzik sisteminiz var ve kablolarına da sisteminizin fiyatı ile mantıklı bir harcama yaptınız (yani sisteminizle aynı miktarda veya daha fazla bir harcama!).

O halde artık oturup müzik dinleyebilirsiniz!