

ORKESTRA SESİ, KONSER SALONLARI VE TIN VEYA "GÜZEL SES NEDEN GÜZELDİR?"

Yazan: Deniz Vaughan
Güney Avusturalya Devlet Operası Müzik Yöneticisi

Çeviren: Ahmet Şekerci
GAMA Elektronik A.Ş.

Bu yazı, orkestra sesinin kalitesini oluşturan kavramları incelemekte ve özellikle kulağın transfer karakteristiği, değişik yönlerden kulağa gelen sesin algılanması, yön saptama sezgisi, sesin rengine etkileri üzerinde durmaktadır.

Plak kayıtları için son yirmi-otuz yıldır İngiltere'de en çok tutulan konser salonu Kingsway Hall'dur. Bu salonun ses kaydı için çok uygun olduğunu ilk saptayanın ünlü orkestra yöneticisi Sir Thomas Beecham olduğu söylenir. Acaba Kingsway Hall konser salonunda icra edilen müziğin kulağa olağanüstü berrak ve sıcak gelmesinin nedenleri üzerine bazı şeyler söylenebilir mi? Varılan sonuçlar başka yerler için de geçerli olabilir mi?

TINI (Timbre)

Kulağımıza gelen sesi şekillendirmemiz üç ana birbirini bütünleyen dizgeyle oluşur. Stereo kayıt tekniğinde bunlardan yalnız ikisi gözönüne alınmıştır. Birincisi her kulağa gelen vuruşların (ses dalgalarının) tam zamanlanmasına dayanır. Eğer aynı ses dalgasının sağ ve sol kulağımıza ulaşmaları 0.63 milisaniyelik bir zaman farkıyla oluyorsa biz sesi (hangi kulağa önce ulaşıyor ise) tam sağ veya sol yanımızdan geliyor olarak algılarız. (0.63 milisaniyelik bir zaman farkını bir önceki vuruşun 90° dönmüşü gibi algılarız). Oldukça ilginçtir ki 0.007 milisaniyelik farkları bile ayırt edebiliriz ki bu da 1° lik bir açı demektir. İkinci dizge ise ses yüksekliği ve şiddeti üzerinde biçimlenir. Daha yumuşak ses, daha uzaktan geliyormuş gibi görünür. Stereo ses kuvvetlendiricisinde bir kanalın ses şiddetindeki azalma ve çoğalmalar stereo görüntüyü sağ ve sola kaydırarak veya her iki kanalı birden yükselterek bir çalgıyı daha yakınıma getirir. Fakat bir üçüncü dizge, "tını" daha üzerinde araştırmalar yapmayı gerektiriyor:

Bizler, değişik açılardan değişik tınılar algılarız. Eğer bir saati kulağımız yakınlarında gezdirirsek, sesinin hiç de aynı kalmadığını sezinleriz. Saatin kulağımızın çok yakınında ve hep aynı uzaklıkta kalmasına dikkat edersek yukarıda değinilen ilk iki olayın katkısını ortadan kaldırırız ve yine de saatin hangi yönde olduğunu söyleyebiliriz. Değişik yönleri kendilerine özgü ayrı ayrı tınılarıyla çıkarabiliriz. Eğer tını değişirse algıladığımız yönde değişir dış kulağın (kulak kepçesi - kulak kanalı) oldukça garip bir süzgeç rolü vardır. Şekil 1 'de görüldüğü gibi tam karşıdan gelen değişik frekansları aynı şiddette duymayız. Üstelik Şekil 2'de görüldüğü gibi değişik açılardan gelen sesleri dedeği-

sik şiddette algılarız. Eer 400 Hz. O dB. olarak alınır 3 kHz.de 12 dB.lik keskin bir tepe ve 10 kHz.de -10.5 dB.lik bir çukur vardır. Bu yüzden tam karşıdan gelen yüksek frekansları (14-15 kHz. hariç) 3 kHz. dekilerden çok daha zayıf duyarız. Yanlardan gelen (90°) sesleri daha düzenli olarak algılarız. Yüksek frekanslar 15 dB. kadar daha güçlüdür, düşük perdelerdeki tepeler daha az sivridir ve 15 dB.lik tepe-çukur farkı tam karşıdan gelen seslerdeki 22.5 dB.lik farka göre oldukça düşüktür. Fakat 90° den 12-13 kHz.de gelen sesleri duymaktaki hassasiyetimiz 54° ve 144° lerde kaybolmaya başlar.

Belki de başka bir işitsel özelliğimizin farkına varmışsın izdir. Kalın seslerin kulak düzeyinin aşağısından geldiği sanısına kapılırız. Ayrıca, eğer konser salonunda yukarılarda bir yerde oturuyorsak seslerin daha yumuşak geldiğini duymuşuzdur. Hoparlörlerden gelen sesler için de aynı şeyler söylenebilir.

Şekil 6'da görülebileceği gibi tam tepemizden gelen 8-9 kHz.deki sesleri diğerlerinden çok daha iyi duyarız. Gerçekte, kaynağı nerede olursa olsun 9 kHz.deki sesi yalnızca tam tepemizden geliyormuş gibi duyarız; 10.5 kHz jn üzerinde ise tam tepemizden geliyorsa sesi çok az duyarız. Bu yüzden, önemli oranda erken yansımaların olduğu alçak tavanlı bir odada veya konser salonunda, seste çok az tad buluruz.

MÜZİKSEL NİTELİKLER

Sesteki müzikse! niteliklerin bir listesini yapmak hiç de kolay değildir. Bazı ünlü yöneticiler, ses kayıt mühendisleri ve yapımcılar aşağıdaki liste üzerinde görüş birliğine varmışlarsa da yine de konu jizerinde çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir:

Zenginlik: Güçlü üst üste yankılanmalar.

Yoğunluk: Salon boyunca bir saniye içindeki yankılanmalar.

Yumuşaklık: Yüksek frekanslara doğru azalan, tenor oktavında (125-250 Hz.) düzgün, kalın seslerin güçlü olduğu bir frekans karakteristiği.

Berraklık: özgün sestem hemen sonra bütün yönlerden ulaşan orta frekanstaki sesler.

İntimacy: Yatay olarak 54° ile 144° arasından gelen ve dikey olarak 60° nin altındaki yönlerden kulağa ulaşan 11-15 kHz.arasmdaki seslerin yeterli büyüklüğü.

Ağırlık: özgün sestem kısa bir süre sonra ulaşan düşük frekanslar.

Çınlama: (singing tone) özgün sestem aşağı yukarı 100 mili saniye sonra en yüksek değerine ulaşan *ardından ağır ağır* 1.8 saniye içinde yok olan yankılanmalar.

Listenin en başında "zenginlik" in bulunmasının bir nedeni, bir konser salonunda kaliteyi belirleyen önemli bileşenin bu olmasından dolayıdır. Değişik açılardan gelen bir sürü yankıların toplamı kulağımızda sesi oluşturur. Her taraftan gelen yankıların iyi düzenlenmesiyle salonun ses kalitesindeki eksiklikler giderilebilir.

VURUŞLAR (İmpulse)

"Zengin"liğin bu kadar önemli olmasının bir diğer nedeni de, art arda gelen vuruşları çok hızlı algılayabilmemizdir. Deneyler, dinleyicinin müzik dinlerken vuruşların iki kulağa da aynı anda gelmemesinden hoşlandığını göstermiştir. Yani steronun mono'ya yeğlenmesi. İkilişitsel vuruşların böyle dağılmasına benzememezlik (binaural dissimilarity) adı verilir. Bir konser salonunda akustik karakteri en çok belirleyen nitelik ses ile ilk yansıma arasında geçen süredir (orta büyüklükte bir salonda 40 milisaniye). Kulaklarımız bu yansımaların en çok iki yandan yataya yakın bir açıyla geldikleri zaman farkına varırlar.

Tını incelemelerini bir konser salonunun tını karakteristiğinin:

(i) Dinleyene (ilk güçlü yansımanın işitildiği açıya) bağlı olarak,

(ii)Salonun şekli, malzemesi ve ardındaki yankı oluşturu boşluklara bağlı olarak değiştiğini gösteriyor.

Eğer ardarda bir sürü yankılanmalar algıyorsak, bunlar ağır çekim hareketinde bir arp telinin tınlaması gibi hızlı hızlı ve kesik kesik gelir. Bu ses dizeleri anlık yansımalarından daha zengin ve kulak doldurucudur. Bir sayısal geciktirme aygıtı kullanımı bunu çok güzel örnekler: İki-üç yaylı çalgı bir koro gibi ses verir. Bu ardarda yankılanmaların düzenli bir şekilde yavaş yavaş azalarak yok olduğu konser salonları daha çok yeğlenir. Bu düzenli azalıp yokolmaya "düzgün zayıflama eğrisi" denir.

EVBENZEŞTİRİMİ

Ses zenginliğinin iki anahtarı tını ve vuruşları evde de yaratabilecek bir dizgenin, dış kulağın algılama aralığı tümüyle ölçüldüğü zaman, plak kayıt endüstrisinde geliştirileceğini umut etmekteyim. Dizge en azından 10 hoparlöre gerek gösterecektir; Yerde, orkestrayı temsil eden kocaman bir tane ve kulak düzeyinin altında ve üstünde serpiştirilmiş küçükler. Küçük hoparlörlere stero hayali oluşturmak ve Kingsway Hail gibi iyi bir salondaki duyduklarımıza benzetmek için yönlerine göre değişik tınlar artan zaman gecikmeleriyle uygulanır.

6 izli bir kaset veya makara ses kaydedicisi yeterli malzemeyi sağlayacaktır. Tını ve ses zenginliğini artırmak için yaptığım ilk deneyler eşit zamanlı, tek düzlemdeki quadrophonic dizgenin oldukça üzerindedir. Yeni dizgeye "decaphonic" adını verebiliriz. Bu, her yandan yansımali Bose dizgesini geliştirmektedir. Bana göre, az sönüm lü veya sönüm süz odalarda en iyi sonucu vermektedir. Böylece kulağın yönlü-süzgeçleme özelliği tümüyle kullanılmakta ve daha tatminkar sonuçlar alınmaktadır. Bu dizgenin ana zorluğu çeşitli yönlerden gelen seslerdeki hassas dengeyi kurabilmektir.

Hoparlörleri duvardan 1 m. kadar uzağa koyduğum zaman karşıdan gelen yansımanın zamanlamasının uygunluğu sayesinde stereo ses kalitesinin çok daha iyileştiğini gördüm.

Böylece ses derinliği tümüyle sağlanmış gibi görünmekte ve ideal koşullarda orkestra, hoparlörlerin arkasında, stüdyoda mikrofonların gerisinde bulunduğu uzaklıkta imiş gibi hissedilmektedir. Böylece basit rrikrofon teknikleri yeterli olmaktadır. Üreticilerin öğütlerinin tersine, bazan pratikte RCA mühendisi Albert Pulley'nin sözünün doğruluğunu ortaya koymaktadır.

Hoparlörleri iki yandan oda genişliğinin 1%4'ü kadar yana ve dipten oda derinliğinin 1/4'ü kadar öne koymak daha başarılı sonuçlar vermektedir.

UZUN YANKILANMALAR

"Decaphonic" dizgenin genel olarak kullanılacağı zamana kadar çok açıktır ki uzun yankılanmaların oluşabildiği salonlar kayıt için tercih edilecektir. Bugünkü kayıt dizgeleri, salonda hiç duymayacağımız karşıdan gelen sesleri toplayan mikrofonlar kullanılmaktadır (kulak kanalımızın 3 kHz.deki tepe, 10 kHz.deki çukur ve 11 kHz.jn üzerindeki kesmesi ile). Ayrıca hoparlörler öyle yerleştirilmektedir ki birçok diğer frekansları da algılama olanaklarımız azalmaktadır (3 kHz.deki ve 11 kHz.deki clcjjer okumalar arasında 20 dB.lik bir fark görünmektedir). Bu işitsel uyumsuzlukları azaltmanın en kolay yolu sesi yaymak için yankılanmalar eklemek ve böylece güzelleştirmektir.

Fakat, bu da yorumlayıcının müziğe kattığı dramatik etkiler yaratan kısa boşlukları yok edecektir, çünkü; 2.5 saniyelik yankı ölene kadar, sessizliğe ulaşılamayacaktır. Bu yüzden, bu yöntem Verdi, Toscanini ve Callas için hiç bir zaman kullanılamayacaktır.

Bunun yerine, daha tatmin edici ve doğal, çalınmasında 360° lik yansımaları verebilen tüm frekansları kapsayan ve en duyarlı olduğumuz bölgeyi-yanlarda

40°-140° arasını- en çok kullanan bir yöntem aramalıyız. Kulaklıklar kulağımızın yönlü süzgeçleme özelliğini yokettiği için uygun değildir. "Kopfbezogene stereophonie" (ikilişitsel kayıt = binaural recording) tekniklerindeki büyük ilerlemeler bunun ötesine gitmektedir.

MİMARİ ÖNKOŞULLAR

Sıcak, zengin bir ses tonu yaratacak fiziksel koşulları yaratma isteği, memleketim Melbourne, Avustralya'nın 33.5 milyon dolar harcayarak 35 m² lik tümüyle beton bir konser salonu yapma kararını almısına neden oldu.

Bana anlatılanlardan, Villem Jordan ve Derek Sugden' in görüşleri en açıklayıcı idi. Jordan, bütün ünlü konser salonlardaki gözlemlerinden yola çıkarak 27 m. den daha geniş bir salonda "yanal verimlilik" (Lateral efficiency) elde edilemeyeceğini söylüyordu.

Sugden ise diyordu ki;

Yankılanmalı bir salonda yalnızca berraklık korunmalı, ayrıca sesin "ağırlığı"da bulunmalıdır. İlk 100 mili saniyelik süre içinde güçlü bir ses gereklidir. Bu da aşağı yukarı 18 m.lik bir genişlikte elde edilebilir. Eğer bu sağlanamazsa derin balkonlar kullanılmalıdır ya da dinleyicileri büyük taraçalar üzerine yerleştirerek güçlü yanal yansımalar için yüzeyler yaratılmalıdır. Asıl sesi izleyen hızlı yansımalar olmalıdır.

Üçüncü bir değerli söz Decca'nın eski baş mühendisi Kenneth Wilkinson'dan geldi;

"Avrupa ve Amerika'da birçok konser salonunda kayıtlar yaptım ve buldum ki güzel, sıcak, doğal ses veren salonların malzemesi hep tuğla, tahta ve yumuşak sıva idi. Sert sıva ve beton salonlar ise zayıf, sert ve sıcaklıktan, kalın tonlardan yoksun bir ses veriyordu. Bu yüzden kayıt yaparken betondan yapılmış modern yapılardan kaçındım."

Bu sözler başka diğer büyük kayıt şirketleri tarafından da doğrulandı.

İLK YANSIMALAR

Bütün ünlü orkestra salonlarında ilk yanal yansımalar iki taraftaki balkon yüzeylerinden gelir. Zamanlaması ise tümüyle genişlikle denetlenir (1 foot 0.348 m 1 san.), örneğin Leipzig Gervandhaus'daki balkon yüzeylerinden 12.5 m. uzaklıkta ortada bir yerde bulunan koltuğa ilk yansıma 41 milisaniyelik bir zaman aralığıyla ulaşır. 15 metrelik Vienna Musikvereinsaal' da 49 milisaniye, Boston Symphony Hall'de (17/193

m.) 56/63 milisaniye, Amsterdam Concertgebouw'da (19.3 m) 63 milisaniyedir. Bu rakamlar her salondaki bağıl berraklık, belirlilik, intimacy ve ses yoğunluğu hakkında çok iyi fikir vermektedir.

Atmosferik soğuru imadan dolayı yüksek frekansların 15 m.uzaklıktan ötede azalmasıyla birlikte, Leipzig ve Viennaen iyi niteliğe sahiptir.

Kingsvvey Hall'i incelediğimizde, en önemli koşulları nasıl sağladığını görmek kolaydır. Tam genişliği 27 m olarak üst sınırdadır, sütunlara oturtulmuş 19 m. genişliğinde iç duvarlar bulunmaktadır. Fakat en geniş noktasında genişliği 17 m .olan atnalı şeklinde, bükümlü balkon yüzeyleri çok kullanışlı yansıma ortamı hazırlamaktadır. Balkon orkestrayı 3.5 m.yükseklikte çevrelemektedir. Doğrusunu söylemek gerekirse bu da burada çalan bir orkestra için büyük bir şanstır. Çünkü, böylece tüm çalanlara doğru açıdan ve yeterli düzeyde yansımalar ulaşmakta ve orkestranın birlik, denge ve başarısını büyük oranda etkilemektedir. Kesiksiz yüzey ise mikrofonlara kalın tonların dinleyiciyi rahatsız etmeyecek düzeyde ulaşmasını sağlamaktadır. Çünkü burada kalın tonlar bozulmadan, ahenkli bir şekilde yansır. Bu yüzey biçimini Abbey Road, Maida Vale, Henry Wood, Walthamstow, Brent ve Watford gibi kayıt salonlarında da yaratmak çok yararlı olacaktır. Bu şekil harika İtalyan tiyatrolarını anımsatmaktadır.

Son yıllarda Kingsvvey, EMİ ve Duca tarafından kiralandı ve RCA gibi birçok kuruluş tarafından kullanıldı. Hemen hemen alt kattaki bütün koltuklar söküldü ve üst kattakiler kumaşla kaplandı. Bu durumda, bir orkestra varken yankılanma zamanı aşağı yukarı 25 saniye kadar oldu.

ARKA PLANDAKİ GÜRÜLTÜLER

VVagner, "Tristan ve Isolde"sinde çobanına 4 dakika süren bir flüt solosunu bestelerken kendisinin en iyi yorumcularından olan Furtwangler'i de "English Horn"u ve Piccadilly treni düetini kaydetmeye mahkum ettiğini tahmin edememişti. Eğer Kingsvvey Hail bu kadar iyi bir konser salonu olmasaydı, metro treninin uğultusu da bu kadar iyi işitilir olmayacaktı.

Müziğin kalitesini yükselttiğine şüphe olmayan zeminin altındaki boşluklar aynı zamanda metro uğultusunu da çoğaltmaktadır.

'ÇINLAYAN' ZAYIFLAMA EĞRİSİ (Singing decay curve)

Sir Thomas Beecham'in yorumladığı "Şehrazat"ın üçüncü bölümünün başındaki yaylılardaki ses doğal-

lığının nedenlerini bulmak harika bir şey olacaktı. Bu yazıyı yazmak için ellerimin ve dizlerimin üzerine çöküp Kingsvvey Hail'deki birçok uzunluğu ölçtüm, planlarla karşılaştırdım.

Bütün görkemli salonlar sönme eğrisindeki "crescendo" ile karakterize edilen belirli bir 'çınlayan' ses tonuna sahiptir. Banyoda daha iyi şarkı söyleyebildiğimiz gibi (çünkü akustik bize yardımcı olur) 'çınlama' eğrisi yorumlayanlara destek sağlar. (Bu eğriye kısa bir tepe eklemekle "kuru" bir kayıta daha üstün müziksel nitelik eklenebilir. Böylece uzun yankılanmaların neden olduğu karışmaların önüne geçilebilir.) Fakat hiç kimse bunun yaratılması için gerekli olan formüle sahip değildir. Guildford, Vienna, Boston, Amsterdam'da olduğu gibi en yüksek oturulacak yerin üzerindeki büyük alanlı paralel yüzeylerin gerekli olduğunu söylemektedir. John Sutherland (ve ben) de icracıların düzeyinde birtakım sert yüzeylerin salon boyunca yerleştirilmesinin gerekli olduğuna inanmaktayız. Schultz'agöre ise küçük yüzeylerin birleşmesinden oluşan bir doku, ilk kısa yansımalar için gereklidir. Bu üç görüşün bir karışımının sonucunu vermesi de olasıdır.

Beecham kayıtlarında orkestra org'a doğru dönük iken ve mikrofonlar sahnenin karşısında 2 m. kadar ötede iken mikrofonun altına doğru yerleştirilmiş bir çalgı salonun değişik yerlerinden gelen özgün sesin ardından şu yankılanma dizisini verir.

Sahne karşısına 14 m s, sahne karşısının üzeri 30 ms, yan balkonlar 48 ms, arka balkon 54 ms, (ilk tam karşıdan gelen yansıma), tavan 57 ms, org'un yanındaki diyagonal duvarlar 73 ms, alt taraftaki yan duvarlar 81 ms, iç duvarlar ve sütunlar arasındaki kemerler 93 ms, tavadaki eğimler 100 ms, arka duvarların alt bölümleri 105 ms, org'un tavanındaki eğimler 111 ms, yan duvarların üst tarafları 133 ms, arka duvarın üst tarafları 147 m s.

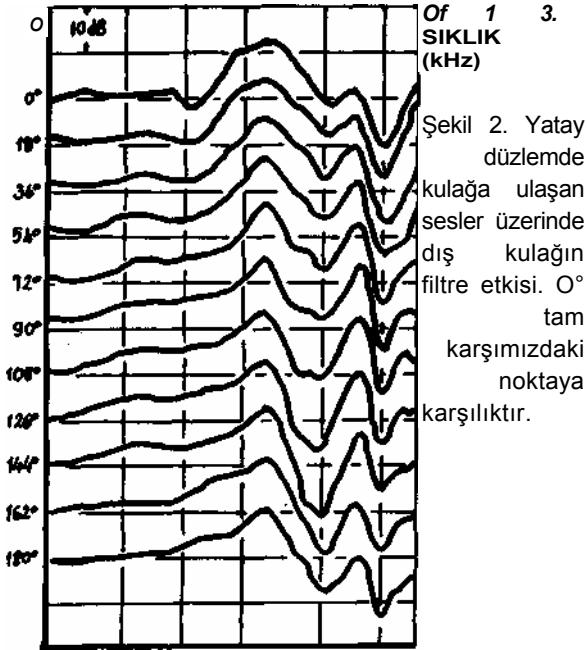
Bazı yansımaların ikinci bir yüzeyden daha yansiyarak mikrofonu ulaşması nedeniyle, yukardaki rakamlardan bir bölümü daha büyük olabilir. Mikrofon tepeden gelen seslere fazla duyarlı olmadığı için (ve 'Şehrazat' için mikrofonların başaşağı konulması öğütlenildiğinden) etkili yansımaların özgün sesden 18 ms. sonra başladığı söylenebilir. Boston'un çınlama eğrisi özgün sesden 100-150 ms. sonra bir tepeye sahiptir. Amsterdam'da ise daha sonra Sugden'in "presence" ve "vveight" standartlarına göre Kingsvvey ilk 500 m s. içinde çok zengin yansımalara sahiptir, çünkü daha büyük yansımalar 14 ms. içinde geriye yansır ve ard arda yankılanmaların gürültüsü başlamadan önce çalanlar için çok iyi bir destek oluşturur. Daha sonraki yankılanmalar doğal olarak daha zayıftır.

KIVRIMLAR

Bas Robert Lfloyd'un gözlemlerine göre nerede çok kıvrım var ise, oradaki akustik çok iyi olmaktadır. Eğer kıvrımlar içbükey ise ses dalgalarının ona ulaştığı andaki şekillerine uymakta ve onları iyi yansıtmaktadır. Eğer dışbükey ise, ses dalgalarını geniş alanlara yaymaktadır. Kingsway'de her iki kıvrımdan bolca bulunmaktadır.

TERS OTURUŞ

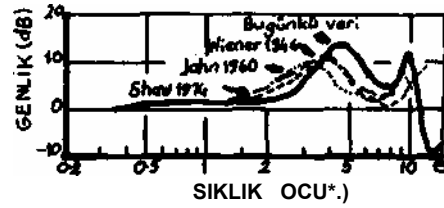
Kulağı keskin dinleyicilerin, iyi bir plak çalıcısında Kingsway'de kaydedilmiş bir plağı dinlerken orkestranın ters mi, düz mü oturduğunu bilip bilemeyeceklerini öğrenmek ilginç olurdu herhalde. Genellikle kayıtlar orkestra orga bakarken yapılır; ama opera kayıtlarında şarkıcıların kendilerini daha çok sahnede hissetmelerini sağlamak ve orkestrayla daha rahat ilişki kurabilmeleri için orkestra arkası orga dönük olarak çalar. Ayrıca bu, seslerin tam derinliğinin oluşması için gerekli, orkestra mikrofonlarında temel olan 8-10 metrelik uzaklığı oluşturur. Fakat, bu şekilde oturmuş yansıma şekli değişir. Tam karşıdan gelen kalın seslerdeki yansımalar 54 ms.de değil, 8-10 ms.de oluşur. Bu farkta hassas kulaklı izleyiciler tarafından ayırdebilir.



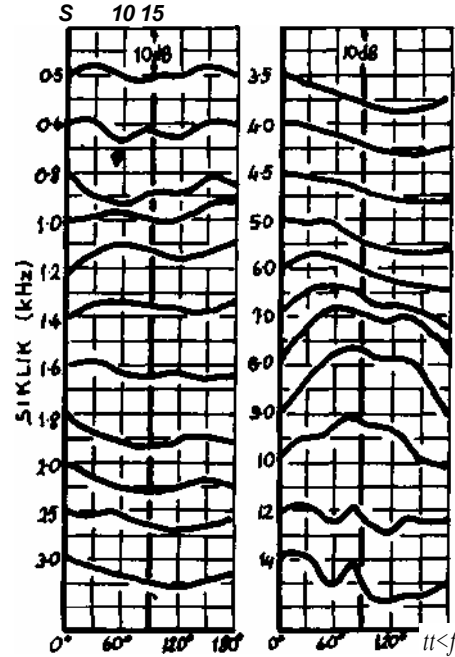
SONUÇ

İşitme konusunda yukarıda tartışılan birçok kavram, dinleyicinin sesteki renk ve dokuyu daha iyi algılamalarını sağlayacaktır sanırım. Tını hakkında yapılmış ölçmeler henüz tamam olmaktan uzaktır. İşitme alanımızın üst yarımküresini kapsayan daha ayrıntılı bir makale gelecek yıl yayınlanacaktır.

Stereo-kayıt teknikleri geliştirildiğinde, işitme sistemimizin üç özelliğinin analizleri, bunlardan en önemlisi olarak iki kulağa gelen ses dalgalarının zamanlama farklılıkları olduğunu gösteriyor, ses şiddeti farklılıklarının daha az önemli olduğunu iddia ediyor ve tını farklılıklarının önemini hemen hemen yadsıyordu. Hala da, "tını" üçlünün "külkedisi" olarak durmakta ve güzelliklerinin keşfedilmesini beklemekte.



Şekil 1. Kulak kanalının filtre etkisi, duyduğumuz tüm seslerde 5-10 kHz. yakınlarında tepele r. 11 kHz'in üstündeki bütün sıklıklar daha zayıf.



Şekil 4. Sağ kulak için ses basıncında yansal farklılıkların grafiksel özeti. Eksi açılar başın solundan gelen sesleri gösteriyor. Sıklık aralığı 500 Hz - 3 kHz. arasmadadır.

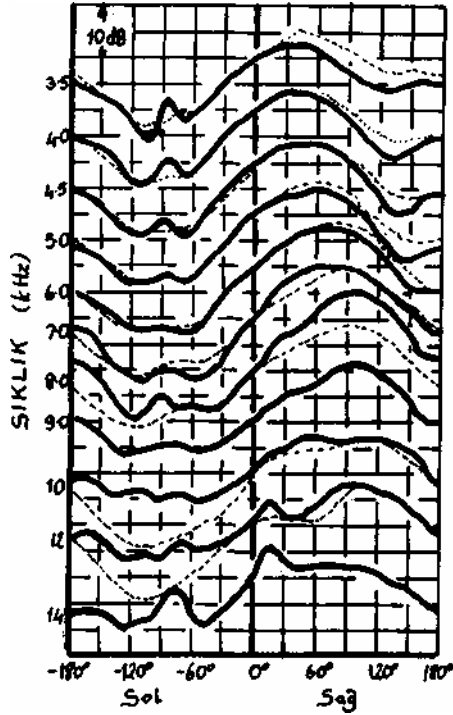
ÖN SPEKTRUM	SIKLIK	ÖN											TERS ALAN Soldan sağ kulağa gelen sesler			
		0°	18°	36°	54°	72°	90°	108°	126°	144°	162°	180°	Çukur	Açı	Tepe	Aç,
- 0.5 dB	200 Hz	0dB	1.5	23	2	1	2	1	03	0.5	03	0	-3	- 108	+2	-36
+ 0.5	500	0	1	25	4	4	53	43	4	33	2	-0.5	-2.5	-140/60	0	-90
+1	700	0	1	23	33	4.5	5	5	43	33	1	-03	-4	-140/-45	-2	-90
-2	1kHz	0	23	4	4.5	6.5	73	7	63	53	5	4	-6	-30	+13	-90
+ 10	2	0	2	2	13	13	03	0	-	-2	-2	-33	-12	-110/-75	-7	-90
+ 12	3	0	1	2	3	2	-1	-2	-23	-23	-3	-3.5	-15	-110	-8	-90
+ 5	4	0	3	4	3.5	13	-2	-53	-83	-8	-63	-5.5	-15	-120/-75	-9	-90
-1.5	5	0	3.5	4	5	43	33	GD.5	-53	-9	-8	-7	-13.5	-120/-75	-12	-90
-0.5	6	0	4	63	7	7.5	7	53	23	-3	-43	-5	-13	-110/-60	-12	-85
+ 1.5	7	0	43	83	10	11	10	83	63	23	-1	-23	-13	-110/-50	-10	-90
-2	8	0	4.5	8	11	14	15	143	12	7.5	33	23	-10	-120/-75	-5	-90
-8	9	0	33	5.5	7	83	11.5	11	8	43	1	-03	-73	-130/-50	-5	-90
-10.5	10	0	3	5.5	7	7	63	7	63	43	23	-23	-6	-135/-90/-50	-3	-110/-75
-10	11	0	3	33	6	73	7	73	7	63	2	-2				
-7	12	0	5	1.5	33	7	83	8	6.5	33	1.5	-2.5	-7.5	-130/-90	-3	-75
-2	13	0	4	0	13	5	53	6	5	1	0	-4.5				
+ 2	14	0	63	2	2	23	2	13	-	-23	-4	-7	-11	-120/-50	-3	-75
+ 3.5	15	0	53	23	3	13	0	3	-1	-2	-3.5	-5	-7.5			

Güç Ki Yüksek Sıklık (Frekans) Duyarlılığı

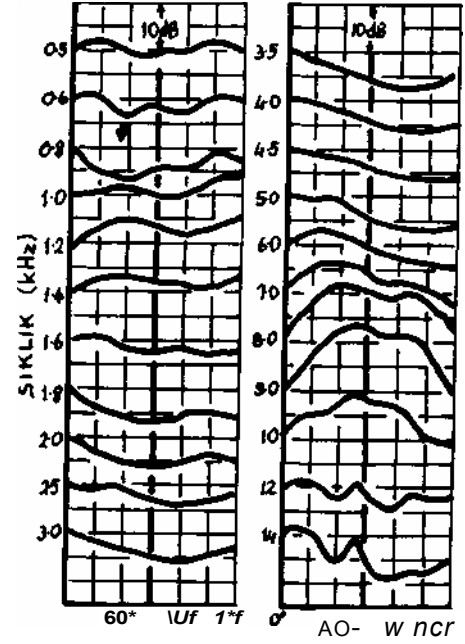
Eksi Değerler

Şekil 3. Bir kulak için tam karşıdan göz seviyesinde biz ulaşan seslere kıyasla tındaki yan farklılıkları.

e



Şekil 5. Şekil 4'ün 3.5 kHz -14 kHz. arasında devamı. SH tarafta - 90° deki küçük tepe 9 kHz'e kadar kalır, sonra - 75°'ye kayar.



Şekil 7_ Her iki kulak tarafından eşit olarak algılanan ses alma başmandaki dikey farklılıklar. 90° başın üstünden, 180° arkadan.

OH	SIKLIK	0°	9°	27°	45°	63°	85°	99°	117°	135°	153°	171°	180°
SPEKTRUM		(Başın Üstünde)										(Arka)	
-0.5dB	200 Hz	0	0.5	0.5	1.5	1.5	-1.5	1	0.0	1	-1	0	0.0
+0.5+1	500		0.5	2	1.5	0.5	-1.5	0.5	2.5	1	1.5	-0.5	0
	0		0	1	-4	4.5	-5	3		-2	1	-0.5	
	700												
	0												
-2 + 10	1 kHz	0	0.5	1.4	1.5	2	0.5	0	0.5	1.5	3	4	4
+12	2	0	2	2	5	5.5	-6.5	7	5.5	4.5	5	-4.5	-3.5
	3	0	0.3	3	4	-4.5	5.5	6	5.5	4	5	3.5	-3.5
+5	4	0	0.5	1	2	2.5	-4	5.5	6.5	7	7	6	-5.5
-1.5	5	0	0.5	1	2	2	-4.5	5.5	6.5	7	7	-7	-7
-0.5	6	0	1	1	2.5	2	-0.5	2	2.5	3.5	7	4.5	-5
				3									
+1.5		0	1.5	5	7	6.5	4	2	2.5	2	0.5	-2	-2.5
-2			2	8	1.2	1.2	1.2		9	1.0	7.7	4	2.5
-8		0	1.5	7	1.0	1.2	1.3	1.0	1.1	1.1		1.5	-0.5
								1.2					
-10.5	10	0	1	5	5.5	8	8.5	7.5	7	3.5	0.5	-1.5	-2.5
-10	11	0	0.5	1	-1	2	4.5	0.5	-1	-1	5	-2	-2
-7	12	0	0.5	2	-1	-2.5	0	-3	-5	5	-2	5	-3
-2	13	0	0	1	2	1	3.5	7.5	-4	-7.5	-10	-6	-8
+2	14	0	0.5	0	3	y	-2	-8	-10	-8	-7.5	-7	-7
+3.5	15		0		3.5	8	-0.5	-8.5	-11.3	-8	-7	7.5	-7.5

Artı Değerler

özetlenmiş alan = Güçlü Duyarlılık 7-10 kHz arası.

Şekil 6. Göz seviyesinde tam karşıdan gelen seslere kıyasla tınıdaki (her iki kulak için de eşit) dikey farklılıklar. (Mehrgardt ve Mellest'den alınmıştır.)

