

Ses Endüstrisinde Rönesans

Yüzyıl öncesine değin sesin depolanması ve uzak mesafelere iletilmesi hayal bile edilemezdi. Günümüzdeyse üç boyutlu ses sistemlerinde ivmeli bir gelişim söz konusudur.

İnsan kulağı, frekansı 20 Hz ile 20 kHz arasında değişen seslerin tümünü duyabilir. Duyulabilen en kısık ses ile ağrı eşiğinde olan en gür ses arasında 133 dB'e varan dinamik genişlik vardır. Gelişen elektronik devre elemanları sayesinde bu frekans bandında ve dinamik genişlikte ses hissedilemeyecek kadar küçük bozulmalarla, ses, hem kaydedilebilmekte hem de tekrar çalınabilmektedir.

Bin dokuz yüz otuzlu yıllarda kuramsal temelleri atılmış olan stereo sistemleri ses endüstrisinde bir devrim yarattı. Bu devrimden sonra birçok dinleyici için yeterli özelliği bulunan ses sistemleri ortaya çıkmıştır. Gerçekte tüm sesler üç boyutlu bir akustik ortam içindedir. Kulak-beyin ikilisi, bu sesleri tüm özellikleriyle birlikte üç boyutlu olarak algılar. Mevcut stereofonik sistemler, akustik ortam içinde üç boyutlu bir algılama yaratamazlar. Bu nedenle bunlarda, ses kaynakları birtakım basit yöntemlerle iki boyutlu olarak kodlanır.

Bin dokuz yüz yetmişli yılların sonuna doğru üç boyutlu ses sistemlerinin ilk örnekleri ortaya çıkmış, bu konudaki çalışmalar hızlanmıştır. Ses endüstrisi, bilgisayar ve sayısal sinyal işleme alanındaki gelişmelerle bir bakıma rönesans dönemine girmiş ve üç boyutlu ses sistemlerine yönelmiştir.

Ses kaynağının yerini üç boyutlu algılamak ve ortamın akustik modelini değerlendirmek için, kulak-beyin ikilisi, gelen ses dalgasının varış anını, fazını ve içeriğini inceler. Başın ön cephesinden gelen sesi, her iki kulak eşit gürlükte ve içerikte duymaktadır; ancak baş çevrilirse, sesin geldiği yana dönük olan kulak daha gür, öte yandaki kulaksa daha kısık duyar. Ses dalgaları öteki yandaki kulağa ulaşmak için başın çevresinden dolaşmaktadır. Bu sırada sesin içeriği de başın ve kulak kepçesinin geometrisine göre değişir. Eğer, ortamda herhangi bir yankılanma yoksa (yakın bir duvardan yansıma gibi) bu değişim daha da artmaktadır. İki kulak arasında yaklaşık olarak 17 cm'lik bir mesafe vardır. Bu mesafe yüzünden, iki kulak arasında 1ms'ye varabilen bir gecikme ortaya çıkar. Bu gecikme süresi ve sesin içeri-

yansı, yansıyan bu ses belli bir faz farkı yaratır. Bu faz farkı ve onun doğrudan gelen sesle yaptığı girişim etkisi, ses kaynağının yüksekliğiyle ilişkilidir. Yankılı bir ortamda kulak, ilk gelen sesin yönünü algılar. O sesin başka yönden gelen yankısını, ilk gelen sesden daha gür olsa da yön bulmak için değerlendirmez. Beyin, ortamın akustik modelini çıkartmak için, kulaklarca algılanan sesleri, onların yansımaları arasındaki değişimleri, başın pozisyonunu ve görsel verileri değerlendirir.

Ses kaynaklarının yön bilgisini kodlamak için stereofonik sistemler geliştirilmiştir. Stereofoni, ilk zamanlarda, ayrı ayrı kaydedilmiş mono seslerin sağ ve sol kanallarda farklı genliklerle karıştırılmasıyla yapılmıştır. Bir ses kaynağını sol tarafa "koymak" için sol ses kabine daha gür sinyal göndermek yeterlidir. Böylelikle ses kaynakları bir çizgi üstünde istenen yerlere "yerleştirilir". Oluşturulan iki boyutlu görüntünün algılanabilmesi için, dinleyicinin ses kabinlerinin simetri ekseninde bulunması ve ses kabinleriyle altmış derecelik bir açı yapması gerekir. Aksi halde, *mono karıştırılmış stereo* algılanamaz. Gelişen stereo kayıt teknikleriyle birlikte, genlik ve faz karışım teknikleri ve yankıların algılanması önem kazanmıştır. Kayıt sırasında kullanılan mikrofonların karakteristik yön-genlik tepkileri ve yerleşim geometrisi, stereo kalitesini doğrudan etkiler.

ğinin değişmesi, ses kaynağı doğrultusunun iki kulak arası eksenine yaptığı açıyla ilgilidir; beyin bu açıyı yön bilgisini elde etmek için kullanılır.

Düşük frekanslı seslerin (300 Hz'den daha küçük) dalga boyları, iki kulak arasındaki mesafeden daha büyüktür. Bu nedenle bu seslerin yönü algılanamaz. Yüksek frekanslı seslerdeyse (12 kHz'den daha büyük) faz farkı bilgisi ulaşma süresi bilgisine oranla daha çok kullanılır. Ses kaynağının kulaklara göre yüksekliğiyle kulak kepçesinin yardımıyla algılanır. Kulak kepçesinin arka kıvrımından bir miktar ses

En iyi stereofonik etki için dinleyicinin ses kabinlerinin simetri ekseninde bulunması ve ses kabinleriyle altmış derecelik bir açı yapacak biçimde durması gerekir.



En iyi stereofonik etki için dinleyicinin ses kabinlerinin simetri ekseninde bulunması ve ses kabinleriyle altmış derecelik bir açı yapacak biçimde durması gerekir.

Ortamın akustik modeli, hassas alıcılar ve bilgisayar yardımıyla çıkarılır. Elde edilen model ses yükseltici aygıtların yayın parametrelerini değiştirmede kullanılır.

Ortamın akustik modeli, hassas alıcılar ve bilgisayar yardımıyla çıkarılır. Elde edilen model ses yükseltici aygıtların yayın parametrelerini değiştirmede kullanılır.



Ortamın akustik modeli, hassas alıcılar ve bilgisayar yardımıyla çıkarılır. Elde edilen model ses yükseltici aygıtların yayın parametrelerini değiştirmede kullanılır.



HRTF'lerin ölçümünde plastik manken başlar kullanılır.

Stereofonide oluşturulan iki boyutlu sesin genişletilmesi ve sanal olarak üç boyuta çıkartılması mümkündür. Baş ve kulağın oluşturduğu geometri, parmak izi gibi insandan insana değişir. Bu geometri ses kaynaklarının yönünü algılama işinde gerekli bilgilerin oluşmasını sağlar. Tek bir ses kaynağının belli yönde ve tüm frekanslarda oluşturduğu baş-kulak geometrisi tepkisine HRTF denir (HRTF -Head Related Transfer Function, Başla İlgili İletim İşlevi). Stereo sistemlerde, genel HRTF filtreleme yöntemleri kullanılarak, stereofoninin yarattığı boyutun genişletilmesi mümkündür. Bu tip sistemlerde genel HRTF filtrelerinin kullanılması, sistemin başansını kişiden kişiye değiştirir. Genişletme için, HRTF filtrelemenin uygulanması gerektiği kadar, sağ ve sol kanalların birbirinden akustik olarak ayrılması da önemlidir. Kanalların birinden çıkan sesi her iki kulağın duyması, genişlemeyi önler. Bu nedenle, her iki kanaldaki ortak sesler, özel algoritmalarla birbirlerinden çıkartılırlar. Eğer dinleyici kulaklık kullanıyorsa, böyle bir işleme gerek kalmaz.

Genişletilmiş stereo etkisinde kullanılan ses kabinlerinin yerleşimi son derece önemlidir. Dinleyicinin, ses



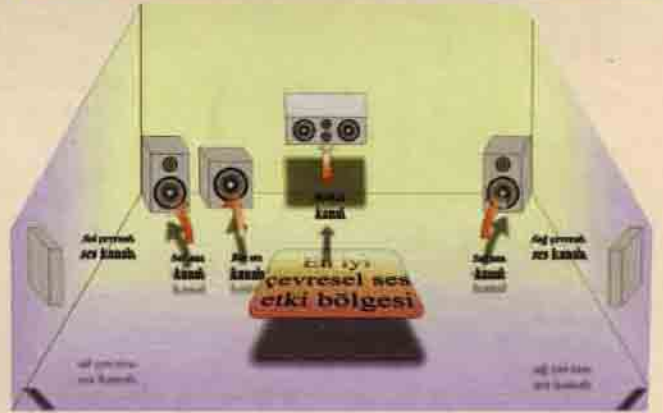
kabinlerinden eşit uzaklıkta olması gerekmektedir. Bazı genişletilmiş stereo işlemcilerinin, simetrik olmayan ses kabini yerleşimi için gerekli yayın parametreleri düzeltme programları vardır. Hâlen *Vmax*, *Qsound*, *RSS* ve *SRS* gibi genişletilmiş stereo biçimleri ticari olarak kullanılmaktadır. Özellikle DVD-ROM'lann kullanılmaya başlaması ve dijital televizyon yayın standartlarının belirlenmesi nedeniyle, genişletilmiş stereo biçimlerinin kullanılması yaygınlaşmaktadır. Birçok araştırma kurumunun elektronik ses mühendisliği programlarında, genişletilmiş stereonun geliştirilmesi için çalışmalar sürmektedir. Dinleyicinin başını çevirmesini algılayıp, ses kaynaklarının yerini buna göre düzenleyen sistemler tasarım aşamasındadır. Kulaklıkla genişletilmiş stereo etkisi daha rahat algılandığı için bu konuda çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Buna *NASA Ames* projesinde yapılan *Convolutron*, *SPATMIX* yazılımını kullanan *AKG CAP 340* sistemi, *Focal Point -3-D Audio Sistemi*, *Auris* firması tarafından geliştirilen *VS-1 Spatial Sound Sistemi* için yapılan çalışmalar örnek olarak verilebilir.

Stereofonide iki adet ses kabini kullanıldığı için dinleyici, ses kaynaklarının yerlerini sadece ses kabinlerinin bulunduğu düzlem içinde hissedebilir. Özellikle sinema filmi endüstrisinde, çekilen film görüntülerinin ses efektleriyle bütünlenmesi sırasında, çevresel (surround) bir ses kaynağı görüntüsüne ihtiyaç duyulmuştur. Bin dokuz yüz ellili yıllarda dört ayrı ses kanallı 35 mm'lik sinemaskop ve altı ses kanallı 70 mm'lik *Todd-A0* film ses biçimleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu ses biçimleri



Çevresel ses sistemlerinde, ses kabinlerinin konulacağı yerler, çevresel ses etkisi açısından büyük önem taşır. Sinema salonlarında kullanılan merkez kanal, sağ ana kanal ve sol ana kanal ses kabinleri, beyaz perdenin arkasına yerleştirilir. Özellikle ev sineması sistemlerinde, düzgün yerleştirilmemiş ses kabinleri için destek parametre düzeltme aygıtlarından yararlanır.

Çok Kanallı Çevresel (Multichannel Surround) ses biçimleri olarak adlandırılır. Bu sistemlerde, sinema salonunda, beyaz perdenin arkasına beş ana ses kabini ve yan duvarlara çevresel ses kabinleri yerleştirilmiştir. Filmdeki konuşmalar, oyuncuların yerlerine göre beyaz perdenin arkasındaki ses kabinlerinden çıkmaktadır. Filmde kullanılan patlama, siren, ortam sesi gibi efektler ise çevresel ses kabinlerinden çıkar. Sistem bu haliyle, üç boyutlu bir ses sisteminden çok, çevresel bir ses sistemidir. Dolby şirketinin bu konuda yirmi yıldan beri yaptığı çalışmalar sonucunda beş tam ses frekans bantı genişlikli çevresel ses sistemi, birçok sinema filmi yapımcılarınca benimsenmiştir. Bu ses biçiminde, beyaz perdenin arkasında, ortada *Merkez Ses Kabini* (Center Speaker), solda ve sağda *Ana Ses Kabinleri* (L&R Main Speakers), sinemanın yan duvarlarında *Çevresel Ses Kabinleri* (Surround Speakers), genellikle sahne altında *Bas Ses Kabini* (Sub-Woofer Speaker) kullanılır. *Dolby Digital* olarak



adlandırılan bu ses biçimi, *AC-3* olarak bilinen ve algılamaya yönelik kodlama-sıkıştırma algoritmaları içeren sayısal şifre kullanır. *Dolby Digital* ses biçimi, son zamanlarda evlerde de kullanılmaya başlanmıştır (Ev Sineması - Home Theater). Bunun nedeni, *AC-3* şifrelemenin sayısal olarak az yer kaplaması, stereo sistemlerle uyumlu olması ve FM radyo, CD, dijital televizyon ya da DVD-ROM gibi ortamlarda kullanılabilmesidir. Bu sistemlerde, ses kabinlerinin yerleşimi, çevresel ses etkisi açısından önemlidir.

Halen kullanılmakta olan birçok çevresel ses sistemi vardır. 1994 yılında piyasaya sürülen *SDSS* (Sony Dynamic Digital Sound -Sony Dinamik Sayısal Ses), sadece sinema film sesleri için kullanılan dijital ses şifrelemesidir. Bu çevresel ses kodlama biçiminin ev uygulaması bulunmamaktadır. Sistem, sekiz adet tam bant genişlikte ses kanalı içerir. Bu kanallar, özel bir veri sıkıştırma algoritmasıyla film şeridinin kenarlarındaki boşluğa yazılmıştır. *SDSS* ses işlemcisi, sinema salonunun akustik yapısına göre yayın parametrelerinin değiştirilmesine olanak sağlar. Öte yandan, 1993 yılında Steven Spielberg'in yönettiği *Jurassic Park* filminde ilk kez kullanılan *DTS* (Digital Theatre Systems -Sayısal Sinema Sistemleri) ses biçimindeyse toplam altı tam bant ge-

nişlikli ses kanalı vardır. Ev kullanımına uygun bu sistem, birçok açıdan önceki çevresel ses sistemlerine benzemektedir. *George Lucas*'ın yönettiği *Star Wars* ve *Indiana Jones* üçlemelerindeyse, *THX* çevresel ses biçimi kullanılmıştır. Bu biçim, daha çok sinema salonu akustikini belli bir standarta getirmeyi amaçlamaktadır.

Çevresel ses sistemleri ve üç boyutlu ses sistemleri çalışmaları sırasında birtakım yanlışlar da yapılmıştır. Yetmişli yıllarda kuadrafonik sistemlerin yaşattığı hayal kırıklığı ve ambiyosonik sistemlerin ses endüstrisine kabulü sırasında yapılan siyasi yanlışlar, bu sistemlerin kısmen yok olmasına yol açmıştır.

Çevresel ses sistemlerinde belli bir olgunluğa erişen ses endüstrisi, üç boyutlu ses kaydında ve tekrar çalışmasında daha çok araştırma yapmak durumundadır. Bu araştırmaların sonucunda gelecek teknolojiler, kopyalanmış gerçek ses sloganıyla yeni ufuklar yaratacaktır.

Kaynaklar
Knobloch, W., "Küçük HiFi - Stereo Pratiği" Yüce Yay., ECKD ?
Zeren, A., "Müzik Fiziği" Pan Yayınları, 1995
www.uacsc.edu/ems/music/tech_background/
www.soundav.com/link1.html
www.dolby.com
www.cudenver.edu/ies/tech/TECH3D.HTML
www.omg.umb.ca/~mleesc/leac.html
www.ambisonics.org
www.harman.com/innovation/whitepapers/whitepaper_001.phtml
www.msosip01.net/vigator.com/~uncelj/comparison.html
www.headwize.com/tech/ahd_tech.htm
www.s2n.org/Articles/Ambisonics.html
www.cs.tu.ti/~leapold/Ld/AudioFormat.html



Değişik çevresel ses biçimleri şirket logolarıyla ayırt edilir.