

KAPALI ALANLARDA KULLANILAN SES YAYICI MALZEMELERİN HESAPLANMA YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE SES YAYILIMINA KATKILARI

ANALYSIS OF THE CALCULATION METHODS OF DIFFUSORS USED IN ENCLOSED SPACES AND THEIR CONTRIBUTION TO SOUND DIFFUSION

Feridun ÖZİŞ
Suat VERGİLİ

Özet

Kapalı alanlarda ses yayılımının temel unsurlarının başında yayıcı malzemeler(diffusor) gelmektedir. Konser salonlarından kayıt stüdyolarına kadar tüm dinleme alanlarında sıklıkla kullanılan yayıcılar mekanların akustik tasarımının önemli bir parçasıdır. Yayıcılar yerleştirildikleri alanlarda aynasal yansıma yerine yayılmış yansıma[Öziş, Vergili, 2008; 323] yaratarak mekandaki ses yayılımının düzeltilmesine yardımcı olurlar. Bu malzemeler ayrıca sesi tüm yönlerde dağıtarak özellikle kritik dinleme alanları için kulağa gelen seslerdeki yönsel kodlamayı da düzgünleştirirler.

Bu yazı, yayıcı tasarımıyla asal sayı sıraları arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak, yayıcı tasarımının nasıl gerçekleştirileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu noktada matematik biliminin bir araştırma alanı olan asal sayı sıralarının nasıl işitsel bir kalite unsuru ortaya olarak çıktığı konusu açıklanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ses Yayılımı, Yayıcılar, İşitme

Abstract

Diffusors are the foremost factors of sound diffusion in enclosed spaces. They are the key elements of acoustic design in all types of listening environments ranging from concert halls to recording studios. Diffusors applied to the surfaces in enclosed spaces, create specular reflections instead of mirrored reflections, thus aid the sound diffusion. These elements also aid the directional coding of the sound arriving in the listeners ears, especially in critical listening environments, by scattering the sound in all directions.

This paper aims to put forth the know hows of diffusor design by presenting the relationship between diffusor design and prime number sequences and explain the utilization of prime numbers, which is a field of research in Mathematical sciences, as an auditory quality factor.

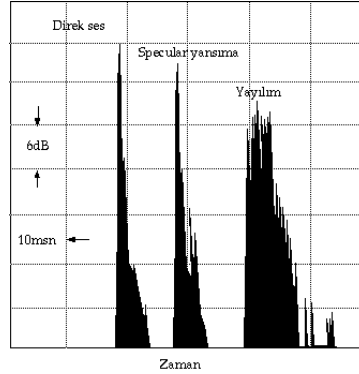
Key Words: Sound Diffusion, Diffusors, Hearing

Giriş

Ses yayılımını matematiksel sayı teorileriyle ilişkilendirmeyi ilk olarak matematikçi M.R.Schroeder gerçekleştirdi. Sayı teorileri üzerine çalışan M.R.Schroeder, kapalı mekanlarda sesin yayılarak her iki kulağa da eşit seviyede ve geniş bir frekans alanında ulaşmasının, dinleyici beğenilerinde yansıma süresi(Reverbation Time) ve alansal(spektral) denge kadar önemli olduğunu belirtti. Schroeder, QR(Quadratic Residue) ve PR(Primitive Root) tabanlı sayı sıraları temel alınarak yapılacak yayıcı tasarımları ile ses yayılımına önemli katkılar sağlanacağını da ortaya koydu.

Kapalı mekanlarda tasarımcıların temelde yapmak istedikleri, mekandaki bir yüzeye çarpan ses dalgasının, geniş bir açı içerisinde eşit enerjili daha küçük dalgacıklara(wavelet) bölünerek dağıtılmasıdır.[D'Antonio 1983;3] Buna ilave olarak tasarımcılar bu dağılımın, odanın akustik karakterini daha düzenli bir hale getirecek bir frekans aralığında oluşmasını isterler. Faz ızgaraları olarak adlandırılan RPG(reflection phase grating)yayıcıları tasarımcıların bu isteklerini tam olarak karşılar. Bu yayıcılar, ince, sert malzemelerle birbirinden ayrılmış ve derinlik oranları sözü edilen sayı teorileriyle hesaplanan well'lerden oluşur. Well'ler aynı zamanda bir periyod içermektedir. Belirli bir frekansta gelen dalga, farklı yayıcı oranlarından oluşan RPG yayıcısına çarparak farklı fazda daha küçük dalgacıklara(wavelet) dönüşerek, hem alansal hem de zamansal olarak eşit seviyede dağıtılır. [D'Antonio 1983;3]

Bir RPG yayıcısının ses üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde şekil 1 oldukça yardımcı olacaktır. Şekil 1’de düz bir panelle QR tabanlı bir yayıcıdan yayılan yansımaların enerji-zaman eğrileri karşılaştırılır.



Kaynak:Everest, 1994; 223

Şekil 1. Düz panelden yansıma ve RPG’den yansımanın enerji-zaman grafiği üzerinde gösterilmesi.

Görüleceği gibi aynasal yansımanın enerji seviyesi QR tabanlı yayıcının seviyesinden azda olsa yüksektir. QR tabanlı yayıcının zaman ekseninde yayılımı bu yayıcıların kapalı mekamlardaki kullanımının önemli nedenlerindedir.

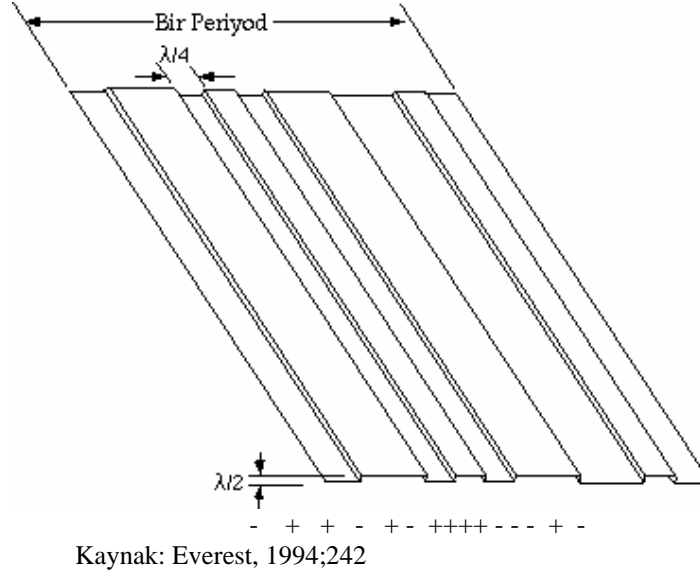
Yayıcı Teorisi

Matematiksel sayı teorileri, farklı mühendislik alanlarında çalışan birçok bilim adamının araştırma problemlerine yardımcı olan özel bir alan olarak karşımıza çıkar. Günümüzde bu teoriler internetten x ray astronomiye, konuşma sentezinden(speech syntesis) kapalı mekan akustiğine kadar birçok alanda geliştirilen araştırmalara temel olması bakımından oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu bölümde sayı sıralarının teorilerine girmeden kapalı mekamlarda sesin yayılımının, belirli sayı sıralarıyla olan ilişkisi hakkında bilgi verilecektir.

Basit bir anlatımla Maximum Length, Barker ve büyüklüğü 1 olan bazı Complex sayı sıraları, yüksek yayılım oranlarına sahip yüzeyler düzenlemekte yaygın olarak kullanılır. Bunun nedeni bu sıraların güç spektrumlarının düz olmasıdır.[Schroeder,1974;1] Düz güç spektrumuna sahip sıraya göre oluşturulmuş bir yüzeye düşen dalga, tüm yönlerde eşit olarak ve düşen dalgayla aynı frekans karşılığına sahip olacak bir şekilde(küçük kayıplarla) dağılacaktır. “Düz güç spektrumu”, sayı sıralarının fizik biliminin kapsamına giren bir çok alanda kullanılabilirliğini arttırmıştır. Bir konser salonunda beklenen yanal dolaşan ses dalgalarına sahip olması ve dağılan enerjinin frekans karşılığının direk sesle aynı olmasıdır. Yansıyan sesin frekans karşılığının direk sesle aynı olmadığı durumlarda her iki ses dinleyici kulağında birleştiğinde toplam sesin frekans karşılığında bir değişme söz konusu olacaktır. Bu da kapalı mekamlarda istenmeyen bir durumdur.

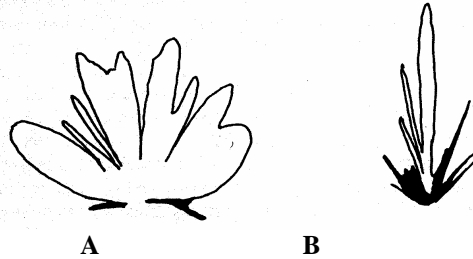
O halde bizim istediğimiz şey kapalı bir mekanda mümkün olduğunca yanal dolaşan ses ve yayılan enerjinin frekans alanının mümkün olduğunca geniş olmasıdır.

Bunun elde etmek amacıyla M.R.Schroeder adlı bilim adamı yukarıda sözü edilen sayı sıralarından olan "Maximum Length Sequences" teorisinden çıkışla belirli +1 -1 sıralarına göre düzenlenen bir yüzeyden yansımanın nasıl olacağı konusunda çalışmalar yaptı. Bell laboratuvarlarında gerçekleştirilen bu çalışmalar sonucunda maximum length sequence'lerine göre düzenlenen +1(çukıntı) -1(oyuk)'lerin yayılımının güç spektrumunun düz olduğu ortaya çıktı. -1 bir oyuktan yansımayı, +1 ise oyuk olmayan bir yüzeyden yansımayı temsil eder. Galois serisi olarak bilinen ikili sayı sistemine göre bir yüzey düzenlemesi yapan Schroeder öncelikle bu fikri test etti. Schroeder periyod uzunluğu 15 olan bir sıra(- + + - + - + + + - - - + -) ile oluşturulan bir metal plaka üzerinde 3cm'lik radyo dalgalarının dağılımını gözlemledi.[Everest 1994; 242]



Şekil 2. Schroeder'in üzerinde çalışmalar yaptığı metal levha

Bu deneyde Schroeder -1 oyuk derinliğini düşen dalganın çeyrek dalga boyu ($\lambda/4$) uzunluğunda, $+1$ yüzeyini ise bu dalganın dalga boyunun yarısı ($\lambda/2$) kadar bir uzunlukta seçti. İlk deneyler hayal kırıklığı yarattı. Dağılım patterni şekil 3 B'deki gibiydi ve bunun düz bir yüzeyden yansımayla hiçbir farkı yoktu. Ancak Schroeder metal levhanın yapımından kaynaklanan bazı sorunların olabileceğini düşünerek levhayı inceledi. Tahmin ettiği gibi metal levhanın -1 derinliği $\lambda/4$ yerine $\lambda/2$ olarak yapılmıştı. Yeniden düzenlenen levha üzerinde gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilen dağılım patterni şekil 3 A'da gösterilmektedir. [Everest,1994;243]

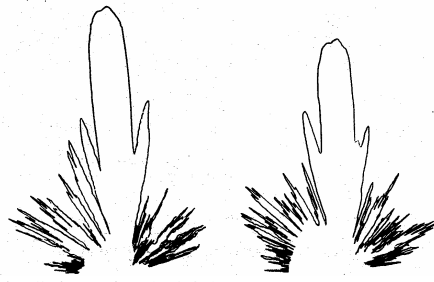


Kaynak: Everest, 1993;243

Şekil 3. Derinliği $\lambda/4$ olan metal levhadan yansıma B-Derinliği $\lambda/2$ olan metal levhadan yansıma

Paternde görüldüğü gibi levhaya düşen 3 cm'lik radyo dalgaları tüm yönlerde eşit enerjili olarak ortama yayılmaktadır. Önemli bir nokta Schroeder'in deneylerini test eden asistanının tek bir $\lambda/4$ 'lük oyuk üzerinde yaptığı çalışmadır. Tek bir oyuk üzerinde yapılan bu deneyde yayılım patterni şekil 3 B'deki gibi meydana gelir. Bunun anlamı eşit enerjili bir dağılım için $\lambda/4$ 'lük oyuklar kadar $\lambda/2$ 'lik yüzeylerinde önemli olduğudur. Tek başına $\lambda/4$ 'lük bir oyukun hiçbir anlamı yoktur.

Schroeder'in *Galois Serisine* göre yaptığı düzenlemenin en önemli dezavantajı 2'li sayı sistemini kullanmasıdır. Yüzeye gelen ses frekansı iki kat arttırıldığında (ki bu durumda dalga boyu yarıya düşer) meydana gelen yayılım yine aynasal bir yüzeye aynı olacaktır. Bunu bir şekilde açıklamak yararlı olur. Şekil 4 A'da *Galois serisine* göre tasarlanmış bir yüzeye, tasarım frekansından bir oktav daha yüksek bir frekans geldiği bir durumdaki yayılım patterni görülmektedir. Şekil 4 B'de ise düz bir yüzeyden yansıma patterni verilir. Her iki pattern arasında görüleceği gibi çok az farklar vardır. [Schroeder,1984;278].



Kaynak: Schroeder,1984;279

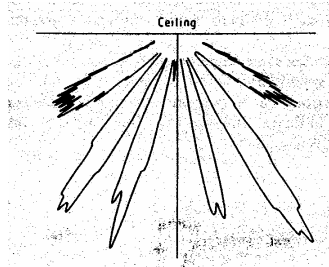
A

B

Şekil 4 A Galois serisine göre düzenlenmiş yüzeyden yansıma B-Düz bir yüzeyden yansıma

Bu durumda ortaya çıkan sorun şudur. Müzikal sinyalin frekans genişliği düşünüldüğünde(20Hz-20KHz) bu geniş dağılım paterni tüm müzikal bant içinde nasıl sağlanabilir?

Schroeder bu noktada QR ve PR sayı teorilerini önermektedir. +1, -1 sıralarının QR ve PR sayı sıralarına göre yeniden düzenlenmesi bize geniş bir müzikal bantta ikili Galois serisindeki gibi, geniş açılı ve eşit enerjili bir yayılım sağlayacaktır. Bu serilerin de en önemli özelliği güç spektrumlarının düz olmasıdır. Bu iki seri arasındaki en önemli fark PR serisinin, QR serisinde ortadan kaldırılan aynasal yansımayı tamamen yok edemesidir.[Schroeder, 1984;280] Şekil 5'te PR serisiyle oluşturulmuş bir yüzeyden yansıma paterni gösterilmektedir.



Kaynak: Schroeder,1984;279

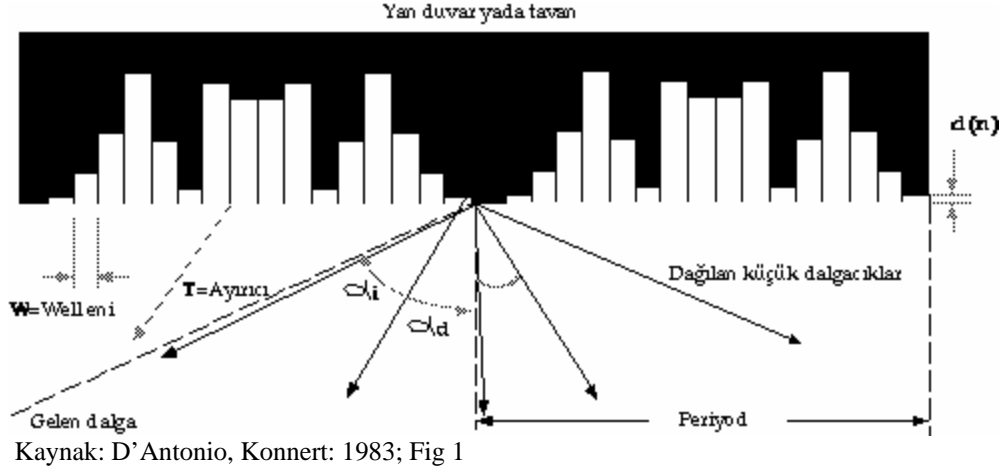
Şekil 5. PR sırasına göre düzenlenmiş bir yüzeyden yansıma

QR(Quadratic Residue) ve PR(Primitive Root) tabanlı yayıcı hesaplamaları

Quadratic Sıralı Yayıcılar

Yukarıda söz edildiği gibi Schroeder yayıcısı teorisi farklı iki sayı teorisi üzerine temellenmiştir. Bu iki sayı teorisinden ilki QR sayı teorisidir. QR sayı teorisi endüstride geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu sayı teorisini kullanan yayıcılar QRD'ler olarak adlandırılır. Bu bölümde temel olarak anlatılacak olan, bu sayı teorisini kullanarak bir yayıcı tasarımının nasıl gerçekleştirileceğidir.

Daha açıklayıcı olması itibarıyla şekil 6'da, hesaplanacak veriler QR tabanlı bir yayıcı modeli üzerinde gösterildi.



Şekil 6. İki periyodluk bir QRD

Şekil 6'te iki periyodluk bir QRD görülmektedir. Hemen anlaşılacağı üzere quadratic sıralar bir simetri içermektedir.

Yayıcı tasarımının en önemli bölümü derinlik oranlarının hesaplanmasıdır. QR tabanlı bir yayıcının derinlik oranları formül 1 ile hesaplanır.

$$n^2 \text{ modulo } p \quad [\text{Formül 1}]$$

$n = 0$ 'dan sonsuza kadar tam sayılar

$P =$ Asal sayılar

Burada modulo işlemini açıklamak yararlı olacaktır. Modulo basit bir anlatımla artırı ortaya çıkartan bir işlemdir. Bir örnekle açıklamak gerekirse; $p=11$ ve $n=5$ değerleri için formül 25 modulo 11 durumuna gelir. Bunun anlamı en küçük kalan bulunana kadar 25'ten 11'in çıkarılacağıdır. Görüleceği üzere sonuç 3'tür. Farklı n ve p değerleri için quadratic sıralar tablo 1'de verilmiştir. Burada önemli bir nokta, n^2 değeri p 'den küçük olduğu durumlarda sonucun n^2 değerine eşit olduğudur. Tablo yakından incelendiğinde quadratic sıraların tüm p değerleri için simetrik olduğu bir kez daha ortaya çıkar. Tablonun alt bölümünde bulunan küçük şekiller her bir sıranın taslak QRD'lerini gösterir. [Everest,1994;243]

Tablo 1. Farklı asal sayılar için QR sıraları ve QR taslakları

n	P						
	5	7	11	13	17	19	23
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	4	4	4	4	4	4
3	4	2	9	9	9	9	9
4	1	2	5	3	16	16	16
5	0	4	3	12	8	8	2
6		1	3	10	2	2	13
7		0	5	10	15	15	3
8			9	12	13	13	18
9			4	3	13	13	12
10			1	9	15	15	8
11			0	4	2	2	6
12				1	8	8	6
13				0	16	16	8
14					9	9	12
15					4	4	18
16					1	1	3
17					0	0	13
18							2
19							16
20							9
21							4
22							1
23							0

Kaynak: Everest, 1993;246

Tasarlanan yayıcının derinlik sıraları bulunduktan sonra hesaplaması yapılacak ilk veri derinlik oranlarının en küçük değeridir. dn olarak belirtilen bu değer formül 2 ile hesaplanır.

$$dn = n^2 \text{ modulo } p \quad \lambda_0/2p \quad [\text{Formül 2, D'Antonio, Konnert 1983;4}]$$

Formülümüzde λ_0 QRD'den dağılacak en küçük dalga boyu yada diğer bir ifadeyle dizayn frekans dalga boyudur. Bu noktada bir hatırlatma yapılması yararlı olur. Herhangi bir frekansın (ki burada bizim için bu frekans QRD'nin dizayn frekansı olarak isimlendirilir) dalga boyu formül 3 ile hesaplanır.

$$\lambda = C / f \quad [\text{Formül 3}]$$

$$C = \text{Ses hızı}$$

$$f = \text{Frekans}$$

Bundan sonra atılacak ilk adım istenilen dizayn frekansına en uygun well eninin hesaplanmasıdır. Well'ler yayıcıların yapıldığı ağaç malzemeler olarak tanımlanabilir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, well enlerinin bu örnekte, welleri birbirinden ayıran ince sert malzemelerle birlikte hesaplanacağıdır. Ayırıcı olarak isimlendirilen bu malzemeler genellikle ince metal levhalardan yapılır ve dağılım karakteristiğinde oldukça önemli değişiklikler yaparlar. Bu konu "Ayırıcıların Dağılım Karakteristiklerindeki Önemi" bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Well eni W ve ayırıcı eni T olarak isimlendirildiğinde formülümüz;

$$W+T=C / 2 f_{\max} \text{ olur.} \quad [\text{Formül 4, D'Antonio, Konnert, 1983;9}]$$

Bilindiği gibi yayıcılar belirli bir bant genişliğinde aktiftirler. Formülümüzdeki f_{\max} değeri tasarlanan yayıcının aktif olduğu en yüksek frekansın değeridir. T değeri için genel bir eğilim, bu değer W+T sonucunun %5'inin altında olması yönündedir.

Temel tasarım parametrelerinden bir diğeri de periyod başına düşen well sayısını belirten p değeridir. Yayıcılar genellikle hesaplaması yapılan asal sayının değeriyle anılırlar. Ya da bu değer yayıcının adlandırılmasında genellikle bulunur. Bir örnek olarak p=7 sırasını kullanan yayıcı QRD 7 olarak adlandırılabilir. p değeriyle hesaplanılmaya çalışılan, tasarım frekansımıza en uygun asal sayının ne olduğudur. Bu değer iki farklı formülle hesaplanabilir.

$$p = m_{\max} C / (W+T) f_0 \quad [\text{Formül 5, D'Antonio, Konnert, 1984;231}]$$

$$p = 2m_{\max} f_{\max}/f_0 \quad [\text{Formül 6, D'Antonio, Konnert, 1984;231}]$$

Formülümüzdeki m_{\max} yayıcı periyod adedini belirtir ki dağılım cevapları göz önüne alınarak yapılan değerlendirmeler sonucu ortaya çıkan genel eğilim bu değer için 5 dağılım lobuyla sonuçlanan 2 değerinin kullanılmasıdır. Periyod ve well sayısındaki değişimlerin dağılım karakteristiklerine etkisi daha sonraki bölümlerde anlatılacaktır.

PR(Primitive Root) sıralı yayıcılar

PR sıralı yayıcılar farklı bir sayı teorisi içerirler. Bu yayıcılar için temel tasarım parametresi olan derinlik oranları

$$g^n \text{ modulo } p \quad [\text{Formül 7}]$$

$$p = \text{Asal sayı}$$

$$g = p\text{'nin en küçük gerçekte kökü}$$

$$n = \text{Tam sayı}$$

PR sırasına göre tasarlanacak bir yayıcıda, yukarıda verilen derinlik oranı hariç tüm hesaplamalar QR yayıcısıyla aynıdır. QR yayıcısıyla PR yayıcısı arasındaki en önemli fark ise daha önce söz edildiği gibi PR yayıcısının aynasal yansımayı tam olarak bastıramamasıdır.

Tablo 2. Farklı p ve g değerleri için PR derinlik oranları

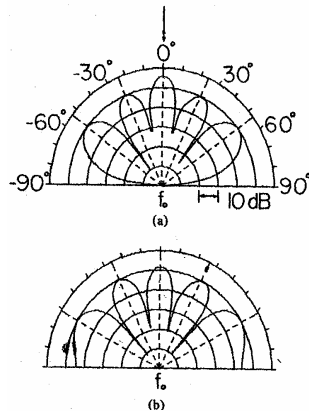
n	p=5 g=2	p=7 g=3	p=11 g=2	p=13 g=2	p=17 g=3	p=19 g=2
1	2	3	2	2	3	2
2	4	2	4	4	9	4
3	1	6	8	3	10	8
4	3	4	5	3	13	16
5		5	10	6	5	13
6		1	9	12	15	7
7			7	10	11	14
8			3	9	16	9
9			6	5	14	18
10			1	10	8	17
11				7	7	15
12				1	4	11
13					12	3
14					2	6
15					6	12
16					1	5
17						10
18						1

Kaynak: Everest, 1993;246

Ayırıcıların Dağılım Karakteristiklerindeki Önemi

Daha önceki bölümlerde ayırıcıların dağılım karakteristiklerinde oldukça önemli etkilere sahip olduğunu, ancak bu konunun ileride açıklanacağını belirtmiştik. Bilindiği gibi well ayırıcıları hesaplamalarda well enine dahil ediliyordu.

Ayrıca yayıcıdan dağılacak en büyük frekans formülü hatırlanacak olursa well enindeki bir değişikliğin bu frekansa da etkisi bulunacağı açıktır ($f_{max}=C/2W$). Ancak ayırıcıların gerçek etkisi dağılım karakteristikleri üzerindedir. Şekil 7 a'da dizayn frekansı 1130 Hz, well eni 1,27 cm, ayırıcı eni 1.6 mm ve $p=53$ asal sayısını kullanan bir yayıcının dağılım karakteristikleri gösterilmiştir. Şekil 7 b'de ise tüm parametreler aynı kalmak şartıyla ayırıcı eninin 1,6 mm'den 0,4 mm'ye düşürüldüğünde dağılım grafiği gösterilir [D'Antonio, Konnert, 1984; 233].



Kaynak: D'Antonio, Konnert, 1984; Fig 6

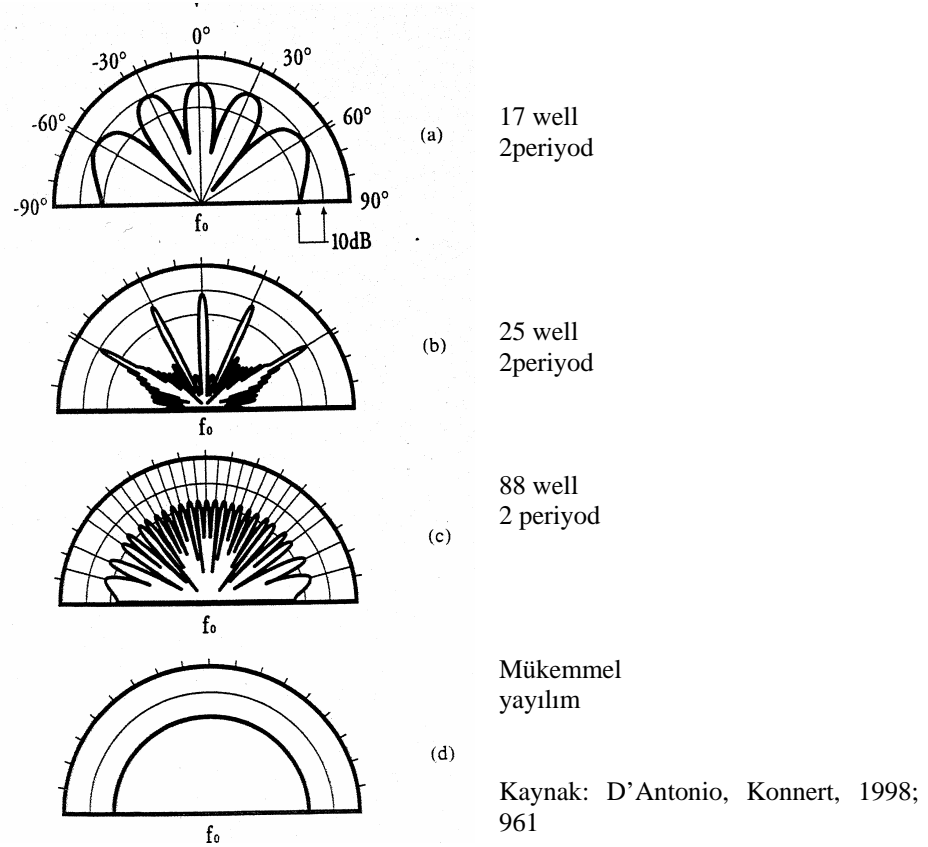
Şekil 7. Farklı ayırıcı enlerine sahip yayıcıların dağılım grafikleri

Şekil 7 a'da yayılan enerji 0° 'de tepe noktasına ulaşır ve yayılım $\pm 90^\circ$ bölgelerinde daha dar bir yönselliğe sahiptir. Şekil 7 b'de ise yayılım yoğunluğu ön ve $\pm 90^\circ$ bölgelerinde şekil 7 a'ya göre çok daha homojendir.

QRD'nin Büyüklük Kriterleri ve QRD'den Yayılım

QRD teorisini temel alan bir yayıcının büyüklüğü, well'lerin sayısı olan p ile well genişliği olan w 'nin çarpımıyla bulunabilir. Bu nedenle figürlerde gösterilen dağılımların her bölgesinde enerji yoğunluğu eşittir. Ancak dağılan enerjinin yönsel yayılımı, well ve yayıcının periyod adedine göre değişiklik gösterecektir.

Şekil 8 a'da 17 well'lik ve tasarım frekansı f_0 olan bir QRD'nin iki periyodundan dağılım görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken dağılımın beş lobe'da gerçekleştirilmesidir. Her lobun dağılım merkez açıları $0, \pm 24$ ve $\pm 59^\circ$ 'dur. Periyod sayısı 2'den 25'e yükseldiğinde (Şekil 8 b) enerjinin uzak yayılım cevabı daha dardır [D'Antonio, Konnert, 1984; 234].



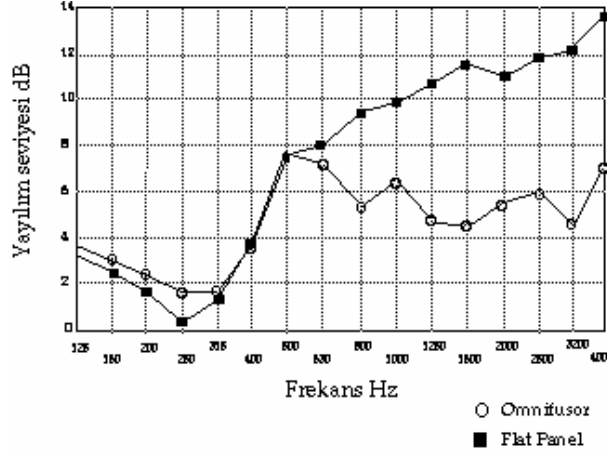
Şekil 8. Farklı periyod ve well sayılarına sahip yayıcıların karşılaştırılması

Eğer periyod sayısı sabit tutulup well'lerin sayısı arttırılırsa, ki şekil 8 c'de periyod sayısı sabit tutularak well sayısı 89'a çıkartılıyor, dağılım loblarının sayısının beş kat arttığı görülüyor. Anlaşılacağı üzere daha geniş bir yayılım için Nw çarpımının büyük, yani diğer bir deyişle well sayısının fazla olması gerekiyor.

Bant Genişliği

Tüm diğer yayıcılarda olduğu gibi sayı teorisi tabanlı yayıcılarda da önemli bir nokta yayılımın hangi frekans bandında meydana geldiğidir. Bir sesin yayıcıdan yayılımında bant genişliği, panellerin büyüklüğü ve tasarlanan yayıcının yüzey geometrisiyle yakından ilgilidir. Yayıcıdan yayılacak maximum

frekans en derin well'in derinlik uzunluğuyla, minimum frekansın ise yayıcının eniyle belirlendiği ortadadır. Ancak well enleri üretim zorunlulukları gereği 1" ile sınırlandırılmıştır. Fiziksel zorunluluklar nedeniyle derinlik sınırı ise yaklaşık olarak 16" 'dir. [Everest,1984;255] Sonuç olarak uygulamalarda yayıcının eni düşük frekans sınırı olarak değerlendirilebilir. Yayıcının toplam enine eşit olan bir dalga uzunluğunda yayıcı nokta kaynağı (point source) olarak davranmakta ve yüzey geometrisinden etkilenmemektedir.



Kaynak: AES, D'Antonio, Koonert 1984; 961

Şekil 9. Bir QR tabanlı yayıcı olan Omnifusor™ ile düz bir panelin frekans cevaplarının karşılaştırılması

Şekil 9 bir yayıcı modeli olan 600 mm'lik bir QR tabanlı omnifusor™ ile aynı alana sahip düz bir yansıtıcı yüzeyden yayılımın, frekans bandını karşılaştırmaktadır. Figür incelendiğinde 565 Hz'e kadar bas frekans cevaplarının birbirine benzediği görülür. Bunun nedeni bu frekansın dalga boyunun panelin enine eşit olmasındandır. Bu frekansın altında QRD'de düz bir panelin yaptığı gibi nokta kaynak gibi davranır. Bu frekans aşıldığında ise QRD'nin yüzey profilinden kaynaklanan bir baskınlığı söz konusudur.[D'Antonio, Koonert: 1998; 955]

Sonuç

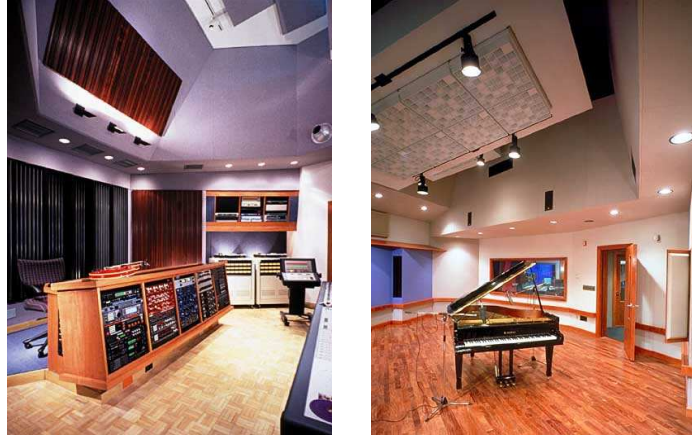
Günümüzde yayıcılar konser salonlarından kritik dinleme alanlarına, kayıt stüdyolarından çalışma alanlarına kadar birçok alanda yaygın olarak kullanılırlar.[D'Antonio, Koonert: 1989, 843] Bu alanların ortak özellikleri konuşma ve müzik sinyalinin doğru bir biçimde dinleyiciye ulaşması gereken alanlar olmasıdır. Konser salonlarında kullanılan yayıcılar salonların yan yüzeylerinden yanal enerjinin artırılması, yanal enerjinin yönselliğinin düzgünleştirilmesi ve buna bağlı dinleyici tercihlerini arttırması açısından önemlidir.[D'Antonio, Koonert: 1984;6] Ayrıca konser salonlarında tavandan yanal enerji sağlanması amacıyla tavanda da uygulanabilirler. Konser salonlarında yayıcıların kullanıldığı bir başka alanda sahne içinde çalıcıların birbirlerini rahat bir biçimde duyabilmelerini sağlamak amacıyla konser sahnelerinin iç bölümleridir.



Kaynak: www.rpginc.com

Resim 1. Corning Glass Center, NY, Meyerhoff Symphony Hall, Baltimore

Konser salonları dışında yayıcı uygulamalarının yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biride kayıt stüdyolarıdır. Bu alanlardaki temel tasarım şekli olan LEDE kontrol odalarında ilk yansıyan sesin, mühendisin arka bölümünde bulunan duvardan gelmesi beklenir.[D'Antonio, Konnert: 1984, 6] Bu bölümden aynasal yansıma yerine yayılmış yansıma alma ihtiyacı nedeniyle kontrol odalarının bu bölümü QR ve PR yayıcılarıyla kaplanır[Davis, Davis 1997; 221]. Yayıcıların kullanılmadığı durumlarda bu bölümden gelen aynasal yansımalar sesin yönsel karakteristiğini ciddi bir biçimde bozar. Kayıt stüdyolarının kayıt odalarında ise odanın frekans karakteristiğinin düzgünleştirilmesi amacıyla yayıcı kullanımı oldukça yaygındır.



Kaynak:www.rpginc.com

Resim 2. AR Stüdyoları kontrol odası, Cotton-Hill Stüdyoları Kayıt odası

Kritik dinleme odaları olarak bilinen mastering stüdyoları ve hi-fi odalarında yayıcıların kullanıldığı diğer mekanlardır. Bu alanlar playback olarak üretilen sesin net bir biçimde duyulması gereken alanlardır. Enstrümanların tonlarının tam olarak kaydedildiği şekilde dinleyiciye ulaşması ve enstrümanların birbirinden ayırt edilebilmesi bu alanlardaki en önemli parametrelerdir. Bu sebeple bu alanlarda yayıcılardan elde edilecek yayılmış yansımalar sesin doğru duyumu açısından önemlidir.



Kaynak:www.rpginc.com

Resim 3. MasterMix-Nashville, Transparent Audio, Saco, ME

Duyduğumuz bir sesin doğru olup olmadığının belirlenmesinde farklı mekanlar için tanımlanmış bir çok kalite parametresi bulunmaktadır. Kapalı alanlardaki ses yayılımı, aynı zamanda kalite unsurlarını da barındırması açısından önemlidir. Bu alanlarda yayıcı malzemeler, yayılmış ses alanı oluşturarak sesin zamansal ve uzaysal olarak yayılmasını sağlarlar. Yukarıda anlatılan tasarım parametreleri perspektifinde gerçekleştirilen yayıcılar, kulağa gelen sesin yönsel kodlamasını düzgünleştirerek doğru duyum için gerekli ortamı oluştururlar.

Son olarak belirtilmesi gereken bir konu ise tasarım parametreleri açısından aynı özellikleri gösteren ancak boyutsal yayılım ve frekans karakteristiği açısından değişiklikler gösteren Omnidirectional, Diffractal[Antonio, Konnert 1990] gibi birçok farklı yayıcı sistemleri bulunduğuudur.

Kaynakça

- Davis, Don., & Davis Carolyn., Sound System Engineering, Second Edition, USA, 1997
- D'Antonio, Peter.,& Konnert, John H. The Reflection Phase Grating Diffusor: Design Theory and Application, Journal AES,1984 Vol: 32 pp: 228, 1984
- D'Antonio, Peter., & Konnert, John H., The Schroeder Quadratic-Residue Diffusor: Design Theory and Application, AES Preprint Convention:74, 1983
- D'Antonio, Peter., 1984, The RPG Reflection Phase Grating Acoustical Diffusor: Applications AES Preprint No: 2156 Convention: 76 1984-10 AES Journal, Sayı:4 Sayfa:228
- D'Antonio, Peter., & Konnert, John H., The RFZ/RPG Approach to Control Room Monitoring, AES Preprint No: 2157 Convention: 76, 1984
- D'Antonio, Peter.,Cox, Trevor., Two Decades of Diffusor Design and Development:Part 1 Application and Design, AES Journal Vol:46 No 11, 1998
- D'Antonio, Peter., Konnert, John H., 1990 The QRD Diffractal: A New One- or Two-Dimensional Fractal Sound Diffusor, AES Preprint No:2938 Convention: 89-1990
- D'Antonio, Peter., Konnert, John H., Comments on "Diffusing Surfaces in Concert Halls: Boon or Bane?" Journal AES, Vol: 10 pp: 839, 1989
- Everes, F. Alton., Master Handbook of Acoustic, USA,1994
- Öziş, F., Vergili, S., Müzik Dinleme Perspektifinde Mekan İnsan İlişkisi: Kritik Dinleme Odalarının Akustik Parametre İlişkilerinin Değerlendirilmesi, Uluslar arası Sosyal araştırmalar Dergisi, Vol: 1, Issue: 3, 2008
- <http://www.rpginc.com>
- Schroeder,M.R., Number Theory in Secince and Communication, Berlin, Springer, 1984
- Schroeder, Manfred.R., Diffuse Sound Reflection by Maximum Length Sequences, Journal of American Acoustic Society, Vol 1, pp:149, 1974