

Müzikte Tam Beşli Zincirleri ve Pythagoras Dizileri

Pythagorean Scales and Chain of Perfect Fifths in Music

M. Cihat CAN*

G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, Müzik Anabilim Dalı

ÖZET

Pythagoras ses sistemi doğal tam beşliler yoluyla elde edilmektedir. Tam beşli zincirleri, tekrarlardan ve kapanmadan, içerisinde herbir sesin yalnızca bir kere yer aldığı sonsuz bir nota serisi sağlamaktadır. Eskiden beri müzikte ses sistemi oluşturmada tam beşlilerden faydalanılmış ve değişik tam beşli zincirleriyle farklı Pythagoras dizileri elde edilmiştir. Bu makalede kuruluş ve yapısal özellikleri bakımından beşli zincirlerine dayalı çeşitli Pythagoras skalaları ele alınmaktadır.

ABSTRACT

The Pythagorean tone system is generated by acoustically perfect fifths. The chain of fifths provides an endless series of notes, neither closing nor repeating, so that each note in the chain is musically unique. There are many Pythagorean scales based upon the chain of fifths in music history. In this article different Pythagorean scales are investigated in point of fundamental and structural properties.

Müzikte ard arda 3:2 oranındaki tam beşliler alınarak oluşturulan ses sistemine Pythagoras sistemi adı verilmektedir (Partch, 1979: 73). Pythagoras sisteminde doğal tam beşlilerle elde edilen sesler melodik yapıda büyük avantaj sağlamaktadır. Bu yüzden tarih içinde değişik müzik kültürlerinde tam beşli zincirleri yoluyla elde edilen birçok Pythagoras skalası görmek mümkündür. Eski Çin ve Grek müziklerinde tam beşli zincirlerine dayalı pentatonik ve heptatonik diziler mevcuttur. Ortaçağ sonlarına

doğru Avrupa'da oniki sesli, İslâm dünyasında ise onyedisi sesli Pythagoras dizileri kullanılmıştır. Pythagoras ses sistemi günümüzde de büyük önem taşımaktadır. Batı müziğinde kemancıların intonasyonu Pythagoras sistemine uygundur. Geleneksel Türk Sanat Müziğinde yaygın olarak kullanılan ve kabul gören, H. Sadettin Arel, Suphi Ezgi ve Salih Murat Uzdilek tarafından önerilip savunulduğu için kısaca Arel-Ezgi-Uzdilek sistemi diye adlandırılan ses sistemi de 24 perdeli bir Pythagoras sistemidir.

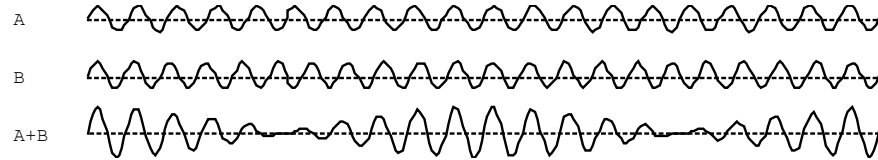
1. Ses Sistemleri Oluşturmada Tam Beşli Aralığın Önemi

Ses sistemleri oluşturmada kimi zaman zincir başka aralıklarla kurulabilse de, daha çok oktavdan sonra en uyumlu aralık olan tam beşli tercih edilmiştir. Oktav ve tam beşli aralıklarının müzikteki en uyumlu aralıklar olduğu çok eski devirlerden beri bilinmektedir. Eski Sümerlerde müzikteki bazı aralıklarla tanrılar arasında sayısal bağlantılar kurularak Anu 60, Ea 40 ve Sin 30, Shamash 20, Ishtar 15, Nergal 12, Bel 10 sayılarıyla yazılmıştır (MacClain, 1996). Asur ve Babiller de benzer şekilde tanrılarıyla sayılar arasında bağlantı kurmuşlardır. Shamash ve Bel sayıları olan 20 ve 10'un oranı, oktavın oran değeri olan 2:1'i, Sin ve Shamash sayıları olan 30 ve 20'nin oranı ise tam beşli aralığın oran değeri olan 3:2'yi vermektedir (Dumbril, 1999). Grek filozofları 2:1 oranındaki oktav ve 3:2 oranındaki tam beşli aralıklarını müzikteki en uyumlu aralıklar olarak gördüklerinden ses sistemi oluşturma çalışmalarında büyük ölçüde bu iki aralığı esas almışlardır. Ortaçağ İslam dünyasında da oktav, tam beşli ve bunun çevrimi olan tam dördü aralıklarına büyük önem verilmiştir. İbni Sina (980-1037), Kitâbu's-Şifâ isimli eserinde oktav, tam beşli ve tam dördü aralıklarını birinci sınıf uyumlu aralıklar içerisinde ele almıştır (D'éranger, 1935: 121). Urmiyeli Safiyuddin, tanınmış eseri Kitâbu'l-Edvâr'da oktav, tam beşli ve tam dördüyü uyumlu (müttefik) aralıklar olarak ele alırken oktav aralığını meydana getiren iki notadan birinin diğerinin yerine geçebileceğini, tam beşli ve tam dördü aralıklarının da uyumlu olduğunu, ancak bunlarda notaların birbirlerinin yerine geçemeyeceğini ifade etmiştir (Safiyuddin: 5b). Tam beşli aralığın neden uyumlu olduğu konusunda değişik fikirler ortaya atılmıştır. İki sesin frekans oranı ne kadar küçük tam sayılardan meydana gelirse, o iki ses arasındaki aralığın o kadar uyumlu olduğu yaygın olarak kabul gören bir görüştür (Jeans, 1968: 154). Aşağıdaki tabloda müzikteki bazı aralıklar en uyumludan uyumsuzu doğru sıralanarak oranları verilmiştir (Tablo 1).

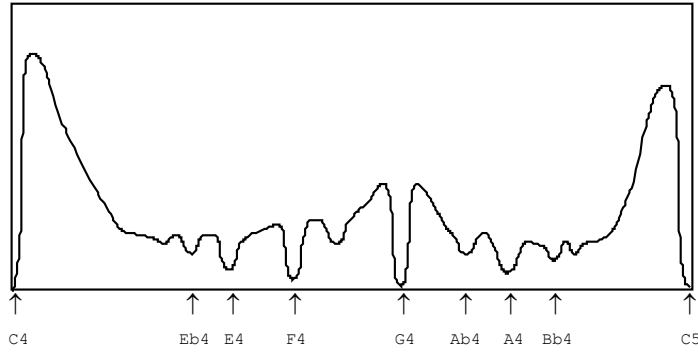
Tablo 1 Müzikal Aralıklarda Uyum ve Küçük Tam Sayılar

Aralık	Oran	Orandaki En Büyük Sayı
Unison	1:1	1
Oktav	2:1	2
Beşli	3:2	3
Dörtlü	4:3	4
Majör Üçlü	5:4	5
Majör Altılı	5:3	5
Minör Üçlü	6:5	6
Minör Altılı	8:5	8
İkili	9:8	9

Tabloda üçüncü sütundaki sayılar arttıkça uyumsuzluk da artmaktadır. Buna göre tam beşli aralığı, aynı sesin tekrarı niteliğindeki unison ve oktavdan sonraki en uyumlu aralıktır. Bu özellik, 2500 yıl önce "*Uyumluluk niçin küçük sayılarla bağlantılıdır?*" sorusunu soran Pythagoras'dan beri araştırılmaktadır. Ünlü matematikçi Euler 1738'de meseleyi psikoloji çerçevesinde açıklamaya çalışmıştır. Euler'e göre, insan ruhu kural ve düzenden hoşlanmakta ve doğadaki düzen ve kuralları keşfetmekten zevk almaktadır. İki sesin frekans oranını oluşturan sayılar küçüldükçe insanın işitme yoluyla söz konusu kural ve düzeni keşfetmesi de kolaylaşmakta böylece alınacak zevk artmaktadır. Müzikal aralıkların uyumu üzerine bir başka teori de fizikçi Hermann von Helmholtz (1821-1894) tarafından ortaya atılmıştır. Helmholtz'un uyum teorisi, vuru kavramı üstüne kurulmuştur. Aralarında küçük frekans farkları bulunan seslerin birbirine karışması sonucu ortaya çıkan periyodik şiddet değişmelerine vuru denilmektedir (Şekil 1), (Alpheus, 1972: 279).

**Şekil 1** Frekansları Birbirinden Çok Az farklı A ve B Seslerinin Birbirine Karışması Sonucu Oluşan Vuru

Helmholtz'a göre aynı anda duyulan iki ses arasındaki uyum ve uyumsuzluğun sebebi, armonikleriyle birlikte bu seslerin birbirine karışmasından ortaya çıkan vurulardır. Helmholtz, aralıkların vuruya bağlı uyum uyumsuzluk derecesini aşağıdaki grafiklerle göstermiştir (Şekil 2).

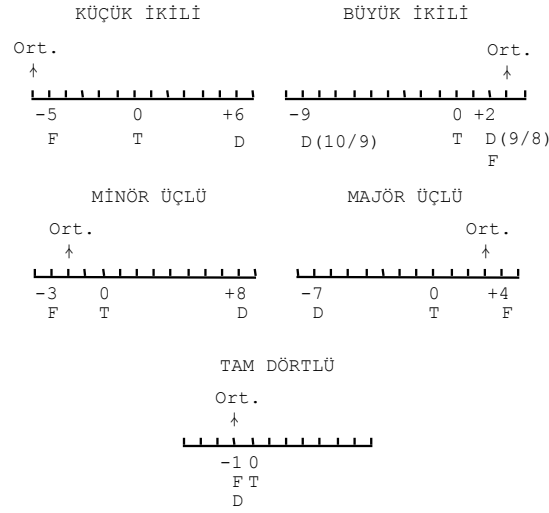


Şekil 2 Helmholtz'a Göre Uyum (C-C# arasında en düşük seviyede olan uyum, minör üçlü, majör üçlü ve tam dörtlü aralıklarında gittikçe artmakta, tam beşli ve oktav aralıklarında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.)

Grafikte görüldüğü gibi uyumlu oktav ve tam beşli aralıklarında vuru en alt düzeydedir.

2. Tam Beşli Zincirleriyle Oluşturulan Ses Sistemlerinin Üstün ve Zayıf Tarafları

Tam beşliler yoluyla elde edilen ses sistemlerinin bazı üstün ve zayıf noktaları vardır. Bu tür sistemlerde, perdeler arası ilişkiler düzenlidir. Üst üste iki tam beşli aralığında 9:8 oranında doğal ikili, üçüncüsünden 27:16 oranında majör altılı dördüncüsünden 81:64 oranında majör üçlü elde edilmektedir. Dizinin her hangi iki sesi arasında aynı zincirin üyesi olmaktan kaynaklanan 3:2 veya katları değerinde bir aralık bulunması melodik yapı içerisinde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Pythagoras sistemi bu üstünlüğü nedeniyle günümüz Batı müziğinde uygulamada büyük önem taşımaktadır. Arnold Small ve Paul Greene gibi araştırmacıların çalışmaları, kemancıların Pythagoras intonasyonu kullandıklarını göstermiştir. P. Greene tarafından 6 profesyonel kemancının seslendirdiği aralıklar üzerinde yapılan ölçümler, kemancıların, ortalamalar Pythagoras dizisini verecek şekilde tampere aralıklardan ayırdıklarını ortaya koymuştur (Şekil 3), (Seashore, 1967: 223).

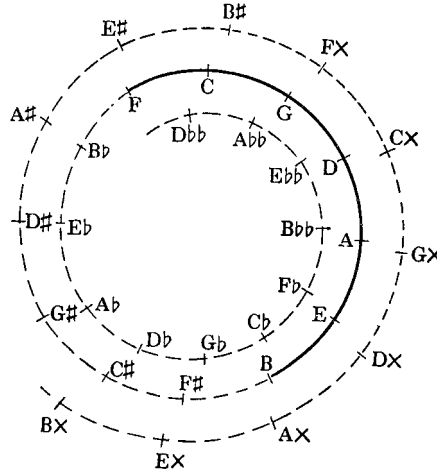


Şekil 3 Profesyonel Kemancıların Seslendirdiği Aralıklar (Küçük ikili, büyük ikili, minör üçlü, majör üçlü ve tam dörtlü ortalamaları (Ort.), tampere (T), doğal (D) ve Pythagoras (F) olmak üzere üç farklı sistemle karşılaştırılmıştır.)

Ancak Pythagoras sistemi bir taraftan melodik yapıda sesler arasında düzenli ilişkiler sağlarken, diğer taraftan bazı olumsuzluklara da sahiptir. Her hangi bir başlangıç sesinden başlayıp, ard arda 3:2 oranındaki tam beşlilerle tiz veya pest, belli bir yöne doğru ilerleyerek başlangıç sesine geri dönebilmek mümkün değildir. Beşliler zincirine ne kadar devam edilirse edilsin belli adımlarda başlangıç sesine yalnızca yaklaşılabilmekte ancak sistem kapanmamaktadır. Örnek olarak C'dan başlamak üzere tam beşliler alınarak 12 adımda varılan B# başlangıç sesine göre biraz daha tizdir.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^{12} \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 = \frac{531441}{524288} \approx [23.46\text{sent}]$$

Her iki ses arasındaki bu farka Pythagoras koması denilmektedir. 53. adımda ise başlangıç sesine 3.615 Sent yaklaşmaktadır. Bu yüzden tampere sistemdeki beşliler daireyi Pythagoras sisteminde hiç bir zaman kapanması mümkün olmayan bir beşliler spirali haline gelmektedir (Şekil 4).



Şekil 4 Beşliler Spirali

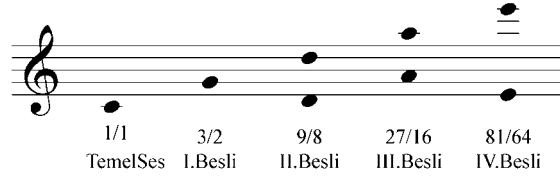
Ayrıca 5:4, 6:5... gibi birtakım doğal aralıkların bulunmayışı nedeniyle Pythagoras sistemi bazı çoksesli uygulamalarda yetersiz kalmaktadır. Bu doğal değerlere yaklaşabilmek için zincire devam edildiğinde ise araya kullanılmayan birçok perde girerek sistemin pratikliği azalmaktadır. Bir başka olumsuzluk da transpozisyon imkanlarının sınırlı oluşudur.

3. Tam Beşli Zincirlerine Dayalı Sistemler

3.1. Yarı Sessiz Pentatonik

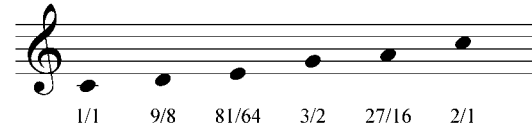
Eski çağ uygarlıklarında müzikle kainat arasında yapısal benzerlik ve bağlantılar kurulduğu için müzikal aralıkların doğru bir biçimde hesaplanmasına büyük önem verilmiştir (Gray, 2001). Çin müziğinin kökeni hakkında eski bir efsaneye göre M. Ö. 2697 civarında imparator Huang-ti, Ling Lun adında bir görevliyi ülkenin batısındaki dağlara göndererek müzikte kullanılan sesleri doğru olarak verebilen bambular kesmesini istemiştir. Ling Lun, başlangıç sesini veren ve 81 parça olarak kabul ettiği bir bambunun boyunu üç kısma bölmüş, bunlardan ikisinin uzunluğunda ikinci sesi veren bambuyu elde etmiştir. Bir sonraki adımda ikinci bambunun boyu üç kısma bölünüp bunlardan biri kendi üzerine eklenmek suretiyle üçüncü bambunun boyu hesaplanmıştır. Ling Lun, aynı şekilde üçüncünün boyunun 2:3'ünden dördüncü bambuyu, dördüncünün boyunun 4:3'ünden de beşinci bambuyu hesaplamıştır (Partch, 1979: 362, Malm, 1967: 108). Böylece birinci boru 81 parça kabul edildiğinden, boyları 54, 72, 48

ve 64 kısım olan diğer bambulardan sırasıyla 1:1, 3:2, 9:8, 27:16 ve 81:64 oranında müzikal aralıklar elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5 Yarım Sessiz Pentatonik Dizi Oluşturan Tam Beşli Zinciri

Bu aralıkları oluşturan sesler pestlik ve tizlik sırasına göre bir oktav içerisinde sıralandığında Çin müziğinde günümüzde de kullanılmakta olan yarım sessiz pentatonik dizi elde edilmektedir (Şekil 6).

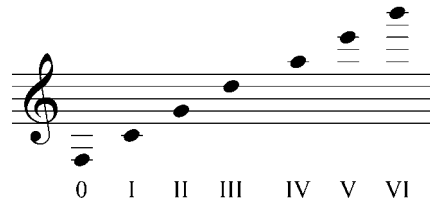


Şekil 6 Yarım Sessiz Pentatonik Dizi

Bu Çin efsanesi, müzikte ard arda tam beşliler olarak ses sistemleri oluşturmanın en eski örneklerinden birini oluşturmaktadır.


3.2 Heptatonik Pythagoras Dizisi

Bilinen en eski dizilerden biri olan yedi sesli diyatonik Pythagoras dizisinde sesler ard arda altı tane 3:2 oranında tam beşli alınmasıyla elde edilmektedir. "F" notasından başlayarak diziyi "C" üzerinde kurulabilmek mümkündür (Şekil 7).



Şekil 7 Ard Arda Altı Tam Beşli Zinciri

Tam beşli zinciriyle elde edilen bu sesler bir oktav içinde sıralanarak yedi sesli Pythagoras heptatonik dizisi elde edilebilmektedir (Şekil 8).




Besli ->	I	III	V	0	II	IV	VI	I'
Oran ->	1/1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1
Sent ->	0.00	203.91	407.82	498.04	701.96	905.87	1109.78	1200.00
Hertz ->	260.74	293.33	330.00	347.65	391.11	440.00	495.00	521.48

Şekil 8 Heptatonik Pythagoras Dizisi

Yedi sesli diyatonik Pythagoras dizisi hem teorik olarak hem de uygulamada müzikte eskiden beri büyük önem taşımıştır. İlkçağda eski Grek matematikçisi Euclid'e (MÖ 330-275) mal edilen *Sectio Canonis* adlı eserde iki oktavlık bir ses alanında diyatonik Pythagoras skalasını veren tel bölümleri bildirilmiştir (Barker 1989b: 205). Boethius, Guido ve Odo gibi yazarlar Ortaçağ boyunca monokort adı verilen alet üzerinde hep bu sistemin tel boyu oranlarını vermişlerdir (Strunk, 1965:106).

3.3 Oniki Sesli Pythagoras Dizisi


Oniki sesli Pythagoras dizisi, yedi sesli diyatonik dizinin imkânlarını genişletmek amacıyla ard arda onbir beşli alınmasıyla elde edilmiştir (Şekil 9).



0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
---	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----

Şekil 9 Ard Arda Onbir Tam Beşli Zinciri

Onbir beşliden elde edilen sesler aşağıda bir oktav içerisinde sıralanarak, aralıkların değerleri oran, Sent ve Hertz cinsinden verilmiştir (Şekil 10).



Besli ->	III	X	V	0	VII	II	IX	IV	XI	VI	I	VIII	III'
Oran ->	1/1	2187/2048	9/8	32/27	81/64	4/3	729/512	3/2	6561/4096	27/16	16/9	243/128	2/1
Sent ->	0.00	113.69	203.91	309.03	407.82	498.04	611.73	701.96	815.64	905.87	996.09	1109.78	1200
Hertz ->	260,74	278,44	293,33	309,03	330,00	347,65	371,25	391,11	417,66	440,00	463,54	495,00	521,48

Şekil 10 Tam Beşli Zinciriyle Oluşturulan Oniki Sesli Pythagoras Dizisi

XIII. ve XIV yüzyıllarda Avrupa'da kullanılmış olan bu skalada G# ve Eb perdeleri arasında kulağa kötü gelen etkisinden dolayı *kurt dörtlüsü* diye adlandırılan 521,5050 sentlik bir aralık mevcuttur (Schulter, 1999).

3.4 Onyedli Sesli Safiyuddin Sistemi

Safiyuddin Abdülmümin Urmevî'nin (1217-1294), Şerefiye ve Kitâbu'l-Edvâr adlı iki eserinde etraflıca ele alınıp incelenen bu sistemi, Hermann Helmholtz, Arap hakimiyeti öncesi Sasani dönemi (M.S. 226-651) İran'ına dayandırmakta ve Pythagoras'ın beşliler sisteminde esaslı bir ilerleme olarak görmektedir (Helmholtz, 1954: 280). Safiyuddin'nin ses sistemi sonraki teorisyenler üzerinde büyük etki yapmıştır. H. Parry, çalgı çalan ve aynı zamanda iyi bir fizikçi olan Safiyuddin'in 17'li dizisini şimdiye kadar bilinen dizilerin en mükemmeli diye tanımlanmıştır (Farmer, 1987: 682). Safiyuddin dizisindeki bakiyye-bakiyye-koma şeklinde diziliş, Farabi'nin bildirdiği *Horasan Tanburu* adlı çalgının perde düzeninde de mevcuttur (D'Erlanger, 1930: 248). H. G. Farmer, Safiyuddin dizisini buna dayandırmaktadır (Farmer, 1987: 681). T. S. Vyzgo'ya göre, Farabi ve İbn-i Sina'dan sonra sistem esas XIII. Yüzyılda gelişmiş, bazı XIII ve XIV. Yüzyıl teorisyenlerinin eserlerinde mükemmelliğe kavuşmuştur (Abdulgassimov, 1990: 34). Safiyuddin'den sonra bu sistem üzerinde çalışan nazariyatçıların en önemlileri arasında Dürretü't-tâc'ın yazarı Kutbuddin Mahmud Şirâzî (ö 1310), Muhammed bin Mahmud Amulî (XIV. Yy), Abdulkadir Meragî (ö.1435), Hızır b. Abdullah (XV. Yy), Ahmedoğlu Şukrullah ve Ladikli Mehmed Çelebi gösterilmektedir. 17 perdeli dizide, perdelerin elde edilmesi ve adlandırılması hususunda bu teorisyenler büyük ölçüde Safiyuddin'i takip etmişlerdir. Sistem, XIV. Yüzyıla doğru bütün İslam dünyasında yaygınlık kazanmıştır. Safiyuddin dizisinde sesler ard arda onaltı beşli alınmasıyla elde edilmektedir. Zinciri "dik hicaz" perdesinden başlatarak diziyi geleneksel "yegâh" perdesi üzerinde kurmak mümkündür (Şekil 11).



Şekil 11 Onaltı Tam Beşli

Tablo 2'de on yedi perdeli Safiyuddin dizisinde perdelerin başlangıç sesine uzaklıkları Sent cinsinden görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2 Onyedli Perdeli Safiyuddin Dizisinde Beşliler ve Aralıklar

Beşli no:	Mesafe Sent	Perde Adı	Yegâha Göre Sıralama			
			Sıra	Sent	Beşli	Perde adı
0	1176.54	Dik Hicâz	1	0.00	12	Yegâh
1	678.49	Dik Zengûle	2	90.22	7	Pest Nîm Hisâr
2	180.45	Pest Hisâr	3	180.45	2	Pest Hisâr
3	882.40	Segah	4	203.91	14	Hüseynî Aşîrân
4	384.36	Irâk	5	294.13	9	Acem Aşîrân
5	1086.31	Nîm Hicâz	6	384.36	4	Irâk
6	588.27	Nîm Zengûle	7	407.82	16	Geveşt
7	90.22	Pest Nîm Hisâr	8	498.04	11	Râst
8	792.18	Kürdî	9	588.27	6	Nîm Zengûle
9	294.13	Acem Aşîrân	10	678.49	1	Dik Zengûle
10	996.09	Çargâh	11	701.96	13	Dügah
11	498.04	Râst	12	792.18	8	Kürdî
12	000.00	Yegâh	13	882.40	3	Segah
13	701.96	Dügah	14	905.87	15	Bûselik
14	203.91	Hüseynî Aşîrân	15	996.09	10	Çargâh
15	905.87	Bûselik	16	1086.31	5	Nîm Hicâz
16	407.82	Geveşt	17	1176.54	Başlangıç	Dik Hicâz
			18	1200.00	Oktav	Nevâ

Yukarıdaki tabloda önce "dik hicâz"dan başlamak üzere 16 tane tam beşli alınmış, daha sonra, elde edilen perdeler, sıralanarak onyedli perdeli dizi elde edilmiştir.

3. 5 24 Perdeli Arel-Ezgi-Uzdilek Sistemi

Rauf Yekta Bey (1871-1935), Lavignac'ın yayınladığı, Encyclopedie la Musique için yazdığı "Türk Müziği" maddesinde (1913) sistem hakkında önemli bilgiler vermiştir (Yekta, 1986: 88). Sistem daha sonraları, H. Sadettin Arel (1880-1955), Suphi Ezgi (1869-1962) ve S. Murat Uzdilek, (1891-1967), tarafından geliştirilip savunulduğu için bu adla anılmaktadır. Y. Öztuna'ya göre, ağırlık Arel'de olduğu için adı başa alınmıştır (Öztuna, 1990: 82). Arel-Ezgi-Uzdilek dizisinde, 24 eşit olmayan aralık ve başlangıç sesi *Kaba Çargâh*'ın oktavı ile birlikte bir sekizli içinde 25 perde bulunmaktadır. Sistemdeki ikili aralıklar ve değiştiriciler aşağıdaki tabloda görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde İkili Aralıklar ve Değiştiriciler

Adı	Değer(Sent)	Sembol	Diyez	Bemol
Fazla	23.460	F	♯	♭
Bakiyye	90.225	B		b
Küçük Mücenneb	113.685	S	♯	♭
Büyük Mücenneb	180.450	K	♯	♭
Tanini	203.910	T	x	bb

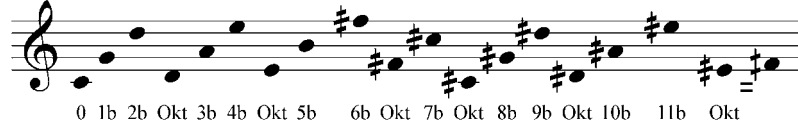
Eşit olmayan 24 aralıklı Arel-Ezgi-Uzdilek dizisi, uygulamada kullanılan *Nim Irâk*, *Uşşâk*, *Sabâ*, *Hüzzâm*, *Nim Eviç*, *Dikçe Şehnâz* adlarıyla ifade edilen bir takım perdeleri ve büyük ikili ile küçük ikili arasındaki ortalama değeri 150 sent civarındaki orta (nötr) ikili aralıkları bünyesinde bulundurmadığı için yetersiz bulunarak tenkide uğramıştır. (Can, 1994: 240).

Sistemin daha çok fizik ve matematiksel yönü üstünde çalışan Uzdilek'e göre perdeler başlangıç sesi olarak ele alınan "*Kaba çargah*" perdesi üzerinde tize doğru onbir tam beşli ve oniki tam dördülmek suretiyle elde edilmektedir (Tablo 4).

Tablo 4 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde Tam Dördülmek ve Beşli Zincirleriyle Perdelerin Elde Edilmesi

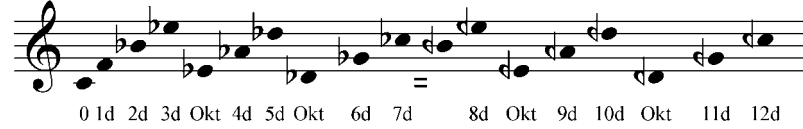
DÖRTLÜLER			BEŞLİLER		
Sıra	Sent	Ad	Sıra	Sent	Ad
Başlangıç	000.000	K. Çargâh	Başlangıç	000.000	K. Çargâh
1. Dördülmek	498.045	Acemaşîrân	1. Beşli	701.955	Râst
2. Dördülmek	996.090	Kürdî	2. Beşli	203.910	Yegâh
3. Dördülmek	294.135	K. N. Hisâr	3. Beşli	905.865	Dügâh
4. Dördülmek	792.180	N. Zirgüle	4. Beşli	407.820	Hüseyniaşîrân
5. Dördülmek	90.225	K. N. Hicâz	5. Beşli	1109.775	Bûselik
6. Dördülmek	588.270	Irâk	6. Beşli	611.730	Geveşt
7. Dördülmek	1086.315	Segâh	7. Beşli	113.685	Hicâz
8. Dördülmek	384.360	K. D. Hisâr	8. Beşli	815.640	Zirgüle
9. Dördülmek	882.405	D. Zirgüle	9. Beşli	317.595	K. Hisâr
10. Dördülmek	180.450	K. D. Hicâz	10. Beşli	1019.550	D. Kürdî
11. Dördülmek	678.495	D. Geveşt	11. Beşli	521.505	D. Acemaşîrân
12. Dördülmek	1176.540	D. Bûselik			

Başlangıç sesi üzerine tize doğru alınan 11 tam beşliden aşağıdaki sesler elde edilmektedir (Şekil 11).



Şekil 12 Ard Arda Onbir Tam Beşliden Elde Edilen Sesler

Benzer şekilde tize doğru 12 tam dörtlü almak suretiyle elde edilen sesler de aşağıda görülmektedir (Şekil 13).



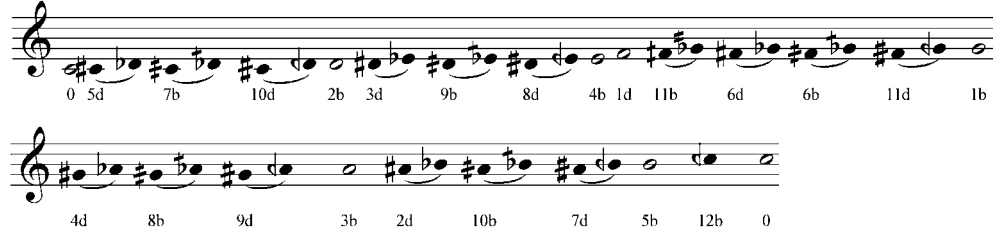
Şekil 13 Ard Arda Oniki Tam Dörtlüden Elde Edilen Sesler

Daha sonra bu perdeler kalınlık ve inceliklerine göre sıralanarak bir oktav içinde 24 eşit olmayan aralıklı dizi oluşturulmaktadır (Tablo 5), (Uzdilek, 1977: 42). Arel de aynı yöntemi bildirmektedir (Arel, 1991: 88).

Tablo 5 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde Perdeler

No	Sıra	Sent	Ad	No	Sıra	Sent	Ad
1	Başlangıç	00.000	K. Çargâh	14	11. Dörtlü	678.495	D. Geveşt
2	5. Dörtlü	90.225	K. N. Hicâz	15	1. Beşli	701.955	Râst
3	7. Beşli	113.685	K. Hicâz	16	4. Dörtlü	792.180	N. Zîrgüle
4	10. Dörtlü	180.450	K. D. Hicâz	17	8. Beşli	815.640	Zîrgüle
5	2. Beşli	203.910	Yegâh	18	9. Dörtlü	882.405	D. Zîrgüle
6	3. Dörtlü	294.135	K. N. Hisâr	19	3. Beşli	905.865	Dügâh
7	9. Beşli	317.595	K. Hisâr	20	2. Dörtlü	996.090	Kürdî
8	8. Dörtlü	384.360	K. D. Hisâr	21	10. Beşli	1019.550	D. Kürdî
9	4. Beşli	407.820	Hüseyniaşîrân	22	7. Dörtlü	1086.315	Segâh
10	1. Dörtlü	498.045	Acemaşîrân	23	5. Beşli	1109.775	Büselik
11	11. Beşli	521.505	D. Acemaşîrân	24	12. Dörtlü	1176.540	D. Büselik
12	6. Dörtlü	588.270	Irâk	25	Oktav	1200.000	Çargâh
13	6. Beşli	611.730	Geveşt				

Arel-Ezgi-Uzdilek dizisindeki 24 perde, sistemde yer alan değiştiriciler kullanılarak aşağıda gösterilmiştir (Şekil 14).



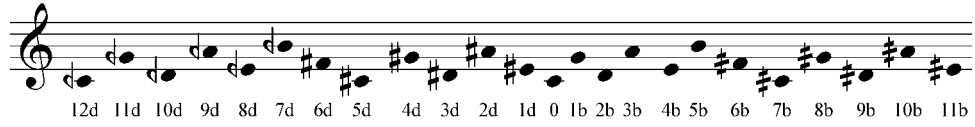
Şekil 14 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde Perdeler

Arel-Ezgi-Uzdilek sistemi her ne kadar tam dörtlü ve tam beşlilerle kurulmuş olsa bile, tam dörtlünün çevrilmiş tam beşli olduğundan, aynı sesleri tek bir tam beşli (veya dörtlü) Pythagoras zinciri ile elde etmek mümkündür. Aşağıdaki tabloda önce tam dörtlü ve beşlilerle daha sonrada sadece beşliler kullanılarak aynı sesler elde edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde Perdelerin Sadece Beşli Zinciriyle Elde Edilmesi

No	Arel	Beşli	Nota	No	Arel	Beşli	Nota
1	Başlangıç	12. Beşli	K. Çargâh	14	11. Dörtlü	1. Beşli	D. Geveşt
2	5. Dörtlü	7. Beşli	K. N. Hicâz	15	1. Beşli	13. Beşli	Râst
3	7. Beşli	19. Beşli	K. Hicâz	16	4. Dörtlü	8. Beşli	N. Zirgüle
4	10. Dörtlü	2. Beşli	K. D. Hicâz	17	8. Beşli	20. Beşli	Zirgüle
5	2. Beşli	14. Beşli	Yegâh	18	9. Dörtlü	3. Beşli	D. Zirgüle
6	3. Dörtlü	9. Beşli	K. N. Hisâr	19	3. Beşli	15. Beşli	Dügâh
7	9. Beşli	21. Beşli	K. Hisâr	20	2. Dörtlü	10. Beşli	Kürdî
8	8. Dörtlü	4. Beşli	K. D. Hisâr	21	10. Beşli	22. Beşli	D. Kürdî
9	4. Beşli	16. Beşli	Hüseyniaşîrân	22	7. Dörtlü	5. Beşli	Segâh
10	1. Dörtlü	13. Beşli	Acemaşîrân	23	5. Beşli	17. Beşli	Bûselik
11	11. Beşli	23. Beşli	D. Acemaşîrân	24	12. Dörtlü	Başlangıç	D. Bûselik
12	6. Dörtlü	6. Beşli	Irâk	25	Oktav	Oktav	Çargâh
13	6. Beşli	18. Beşli	Geveşt				

Tabloda sırasıyla sistemdeki perdelerin Arel'e göre elde edilişleri, Dik Bûselik perdesi başlangıç perdesi seçilerek kurulan kesintisiz bir tam beşli zincirindeki sıra sayıları ve son olarak da perde adları verilmiştir. Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde perdelerin elde edildiği tam beşli zinciri aşağıdaki notada görülmektedir (Şekil 15).



Şekil 15 Arel-Ezgi-Uzdilek Sisteminde Perdelerin Tam Beşli Zinciriyle Elde Edilmesi

3.5 Alexander John Ellis'in 27 Sesli Dizisi

Pythagoras dizisi, teorisyenlerin özellikle daha doğal üçlü ve altılı aralıklar aradığı XVI. Yüzyıl'a kadar teorideki üstünlüğünü devam ettirmiştir (Helmholtz, 1954:312). 1482'de İspanyol teorisyen Bartolomé Ramos de Pareja üçlü ve altılıları iyileştiren bazı bölünmeler önermiştir (Groud, 1988: 204). Gelişen polifonik müzik içinde Pythagoras sisteminin yerine orta-ton ve tampere sistemler önem kazanmaya başlamıştır. Bununla birlikte bazı araştırmacılar her adımda yeni bir sesin elde edildiği tam beşliler zincirini uzatarak transpozisyon imkanları geniş ve çok sesliliğe daha uygun yeni Pythagoras dizileri üstünde çalışmaya devam etmişlerdir. A. J. Ellis tarafından önerilen tam beşli zincirine dayalı 27 perdeli Pythagoras dizisinde notaların başlangıç sesine olan uzaklıkları Sent cinsinden aşağıda görülmektedir (Tablo 7), (Helmholtz 1954: 433).

Tablo 7 A. J. Ellis'in 27 Perdeli Pythagoras Dizisi

Sıra	Beşli No	Sent	Nota	Sıra	Beşli No	Sent	Nota
1	11. Beşli	0.00	C	15	17. Beşli	611.73	F#
2	23. Beşli	23.46	Bb	16	Başlangıç	678.49	Abb
3	6. Beşli	90.22	Db	17	12. Beşli	701.96	G
4	18. Beşli	113.69	C#	18	24. Beşli	725.42	G##
5	1. Beşli	180.45	Ebb	19	7. Beşli	792.18	Ab
6	13. Beşli	203.91	D	20	19. Beşli	815.64	G#
7	25. Beşli	227.37	C##	21	2. Beşli	882.40	Bbb
8	8. Beşli	294.13	Eb	22	14. Beşli	905.87	A
9	20. Beşli	317.6	D#	23	26. Beşli	929.33	G##
10	3. Beşli	384.36	Fb	24	9. Beşli	996.09	Bb
11	15. Beşli	407.82	E#	25	21. Beşli	1019.55	A#
12	10. Beşli	498.04	F	26	4. Beşli	1086.31	Cb
13	22. Beşli	521.51	E#	27	16. Beşli	1109.78	B
14	5. Beşli	588.27	Gb	1'	Oktav	1200.00	C

A. J. Ellis'in 27 sesli Pythagoras dizisinin elde edildiği tam beşli zinciri aşağıdaki notada görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 16 A. J. Ellis tarafından Önerilen 27 Sesli Diziyi Oluşturan Tam Beşli Zinciri

SONUÇ

Tam beşli zincirleriyle oluşturulan Pythagoras dizileri ve ses sistemleri müzikte başlangıçtan beri önemini kaybetmemiş, sürekli bir gelişim göstermiştir. Tam beşli, aynı sesin tekrarı niteliğindeki unison ve oktav aralıklarından sonraki en uyumlu aralık olduğu için ses sistemlerinin oluşumunda büyük önem taşımaktadır. Tam beşli zincirleri, tekrarlamadan ve kapanmadan, içerisinde her bir sesin yalnızca bir kere yer aldığı sonsuz bir nota serisi sağlamaktadır. Bu açıdan çeşitli müzik kültürlerinde tam beşli zincirlerine dayalı farklı Pythagoras dizileri görülebilmektedir. Pythagoras dizilerine tarihsel perspektifte bakıldığında dizideki ses sayısının sürekli artmakta olduğu görülmektedir (Şekil 17).



Şekil 17 Çeşitli Pythagoras Dizileri Oluşturan Tam Beşli Zincirleri

Ard arda dört tam beşliden, eski Çin yarım sessiz pentatonik dizisi, altı tam beşliden ise Ortaçağ boyunca geniş bir coğrafî alanda yaygın olarak kullanılan yedi sesli diyatonik Pythagoras dizisi elde edilmiştir. Ortaçağ sonlarında Avrupa'da onbir tam beşli ile heptatonik dizinin imkanları genişletilirken, İslâm dünyasında yaygın olarak kabul

gören onyedili perdeli Safiyuddin dizisiyle beşliler zincirinde önemli bir ilerleme sağlanmıştır. Geleneksel Türk sanat müziğinde yaygın olarak kabul gören 24 eşit olmayan aralıklı Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde Safiyuddin dizisindeki sesleri veren onaltı tam beşliden oluşan zincire yedi halka daha ilave edilmiştir. Günümüz Batı müziğinde, daha hassas sesler ve geniş transpozisyon imkanları arayan bazı araştırmacıların tam beşliler zincirindeki ilerleyişe devam ettikleri görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdulgassimov, V. *Azerbaijani Tar*, Baku, 1990.
- Alpheus W. S., J.N. Cooper, *Elements of Physics*, New York, 1972.
- Arel, H.S. *Türk Musikisi Nazariyatı Dersleri*, Haz. Onur Akdoğu, Ankara, 1991.
- Barker, Andrew, "The Euclidian Sectio Canonis", *Greek Musical Writings*, v. II, Cambridge, 1989.
- Can, M. Cihat, "Türk Müziğinde Ses Sistemleri", *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı, Ankara, 1994.
- D'éranger, Rodolphe, "Avicenne, Kitabı's-Sifa", *La Musique Arabe*, tome deuxieme, Paris, 1935.
- Dumbril, Richard, *Götterzahlen and Scale Structure*, URL: <http://members.aol.com/ricdum/godnumbers.htm>, Date: 19/10/1999.
- Farmer, H. G., "Musiki", *İslam Ansiklopedisi*, c.8, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayını, İstanbul, 1987.
- Gray, Simon, *The Secret Power of Music*, URL: <http://www.star-one.org.uk/music/secret.htm>, Last Update: 17 January 2001
- Grout, D. J. and C. V. Palisca, *A History of Western Music*, New York, 1988.
- Helmholtz, H. *On the Sensations of Tone*, New York, 1954.
- Jeans, J. *Science and Music*, Dover Publications, New York, 1968.

- MacClain, Ernest G. *Musical Theory and Ancient Cosmology*, URL: <http://members.aol.com/markalex9/Reviews/mcclain.html>, Date: February 1, 1996.
- Malm, William P. *Music Cultures of the Pacific, the Near East, and Asia*, New Jersey, 1967.
- Öztuna, Y. "H. Sadettin Arel", *Büyük Türk Musikisi Ansiklopedisi*, C. 1, Ankara, 1990.
- Partch, H. *Genesis of a Music*, Da Capo Press, New York, 1979.
- Schulter, Margo, *Pythagorean Tuning and Medieval Polyphony*, URL: <http://www.medieval.org/emfaq/harmony/pyth4.html> Date: 10 June 1998
- Safiyuddin Abdülmümin Urmevî, *Kitâbu'l-Edvâr*, Nuruosmaniye Kütüphanesi, No:3653/1, İstanbul.
- Seashore, C. E. *Psychology of Music*, New York, 1967.
- Strunk, O. *Source Readings in Music History, Antiquity and Middle Ages*, New York, 1965.
- Uzdilek, S. M. *İlim ve Musiki*, İstanbul, 1944.