

# Beynimizin Müzik Fizyolojisi

## Music Physiology Of Our Brain

Mehmet BOŞNAK<sup>1</sup>, Akif Hakan KURT<sup>2</sup>, Selma YAMAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doç. Dr. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, KAHRAMANMARAŞ

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı, KAHRAMANMARAŞ

<sup>3</sup> Yrd. Doç. Dr. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, KAHRAMANMARAŞ

### Özet

Müzik, insanoğlu var olduğundan bu yana kitle iletişimi için görsel ve işitsel bir medya görevi görmüştür. Özellikle müzikle tedavinin binlerce yıllık bir geçmişi vardır ve günümüzde dünyaca kabul görmüş ayrı bir uzmanlık alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son 20-25 yılda müziğin; nörotransmitterler, hormonlar, sitokinler, lenfositler, vital bulgular ve immünoglobülinler üzerindeki etkileri hakkında pek çok çalışma yapılmıştır ve özellikle son on yıl içinde de hastalarda müziğin psikolojik ve nörolojik etkilerini inceleyen ve müziğin sağlığa olan faydalarıyla ilgili artan bir çalışma vardır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalar, bağışıklık cevabı ile psikolojik ve nörolojik hastalıklardaki müziğin etkisinin özellikle stres yolları üzerindeki önemli etkisinden kaynaklandığını işaret etmektedir. Bununla birlikte, bu araştırmaların karşılaştığı çeşitli zorlukları vardır: a) Müziğin nörolojik ve immünolojik etkisinin tam olarak sağlanması için muhtemel mekanizmalar hakkında çok az bilgi vardır; b) Çalışmalar, söz konusu biyolojik belirteçlerin vücudun diğer fizyolojik veya metabolik aktiviteleri ile olan etkileşimini göz önüne almaksızın, biyolojik belirteçleri izole etmeye ve bu da müziğin etkisinin belirsiz bir şekilde anlaşılmasına yol açmaktadır; c) Müzikal geçişlerin hangi yönlerinin biyolojik belirteçlerdeki değişikliklerden sorumlu olduğu belirlenmeksizin geniş bir faaliyet yelpazesini kapsayan farklı stres türleri ve müzik arasında yapılan ayrımlar açık bir şekilde yeterince tanımlanmamaktadır. Bu çerçevede, araştırmalarda müzikal ve stresle ilgili değişkenlerin düzenli bir taksonomisinin geliştirilmesi ve vücut üzerindeki etkisine karışan geniş yolların izlenmesine yönelik bir çerçeve sağlayan, yeni bir modellemenin oluşturulması kaçınılmazdır. Mevcut çalışmada son yıllarda bu konuda yapılmış olan ve müziğin tedavi edici etkisi ile bazı hastalıkları tetikleyici rolü ve bunların muhtemel mekanizmaları üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Müzik, Fizyoloji, Beyin, Epilepsi, Terapi.

### Abstract

Music has been a visual and audiovisual media for mass communication since mankind existed. Therapy with music, in particular, has thousands of years of history, and today comes as a distinctly accepted field of expertise.

Music in the last 20-25 years; many studies have been carried out on neurotransmitters, hormones, cytokines, lymphocytes, vital findings and immunoglobulins, and especially in the past decade there has been an increasing study on psychological and neurological effects of music in patients and the health benefits of music. Studies up to now indicate that the effect of the immune response and the music in psychological and neurological disorders are mainly due to the significant effect on stress pathways. However, these investigations face several difficulties: a) There is little information about possible mechanisms to provide neurological and immunological effects of music completely; b) Studies have attempted to isolate biological indicators, notwithstanding the interaction of biological indicators with other physiological or metabolic activities of the body, which leads to an unclear understanding of the effect of music; c) The distinctions between different types of stress and music, including a wide spectrum of activities, without determining which aspects of musical passages are responsible for changes in biological markers, are not clearly defined. In this context, it is inevitable to establish a new model that will provide a framework for the development of a regular taxonomy of musical and stress-related variables in research and for monitoring the broader pathways involved in the influence on the body.

The present study focuses on the therapeutic effect of music and its role in triggering certain diseases and their possible mechanisms in recent years.

**Key Words:** Music, Physiology, Brain, Epilepsy, Therapy.

## GİRİŞ

Sanat ve müzik, binlerce yıldır sembolik kitle iletişimi için görsel ve işitsel bir medya görevi görmüştür. Sanat ve kültür çevresi ile müzik ve insan beyninin etkileşiminin ürünleri nörobiyoloji ve nörofizyoloji ile kültürün kesiştiği noktaya oturtulmuş durumdadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, müziğin sinir sistemini anatomik seviyede ölçülebilir bir şekilde etkilediğini ve her bir sanatçının müzik üretmesinin, insan toplumundaki geçmişten günümüze kadar gelen kültürü ve sanatı zenginleştirdiğini ve değiştirdiğini göstermektedir (1).

İnsanoğlu, algılayabildiği sınırlı frekanslardaki (20Hz-20kHz) sesleri kullanarak önce konuşmuş ve bu olağanüstü iletişimin bir sonucu olarak da sesi sanat haline getirip müzik olgusunu ortaya koymuştur. Tarih boyunca müzisyen, düşünür, psikolog ve psikiyatristler insan sesleri, tabiat sesleri ve müziğin etkileri üzerinde durmuşlar; hasta kişilerin seslerinde onların psikolojik bozukluklarını gösteren bazı değişimler olduğunu ileri sürmüşlerdir. İnsan sesi, ister konuşma şeklinde isterse müzikal bir ifade aldığı şarkı şeklinde olsun

**İletişim:** Doç. Dr. Mehmet Boşnak, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

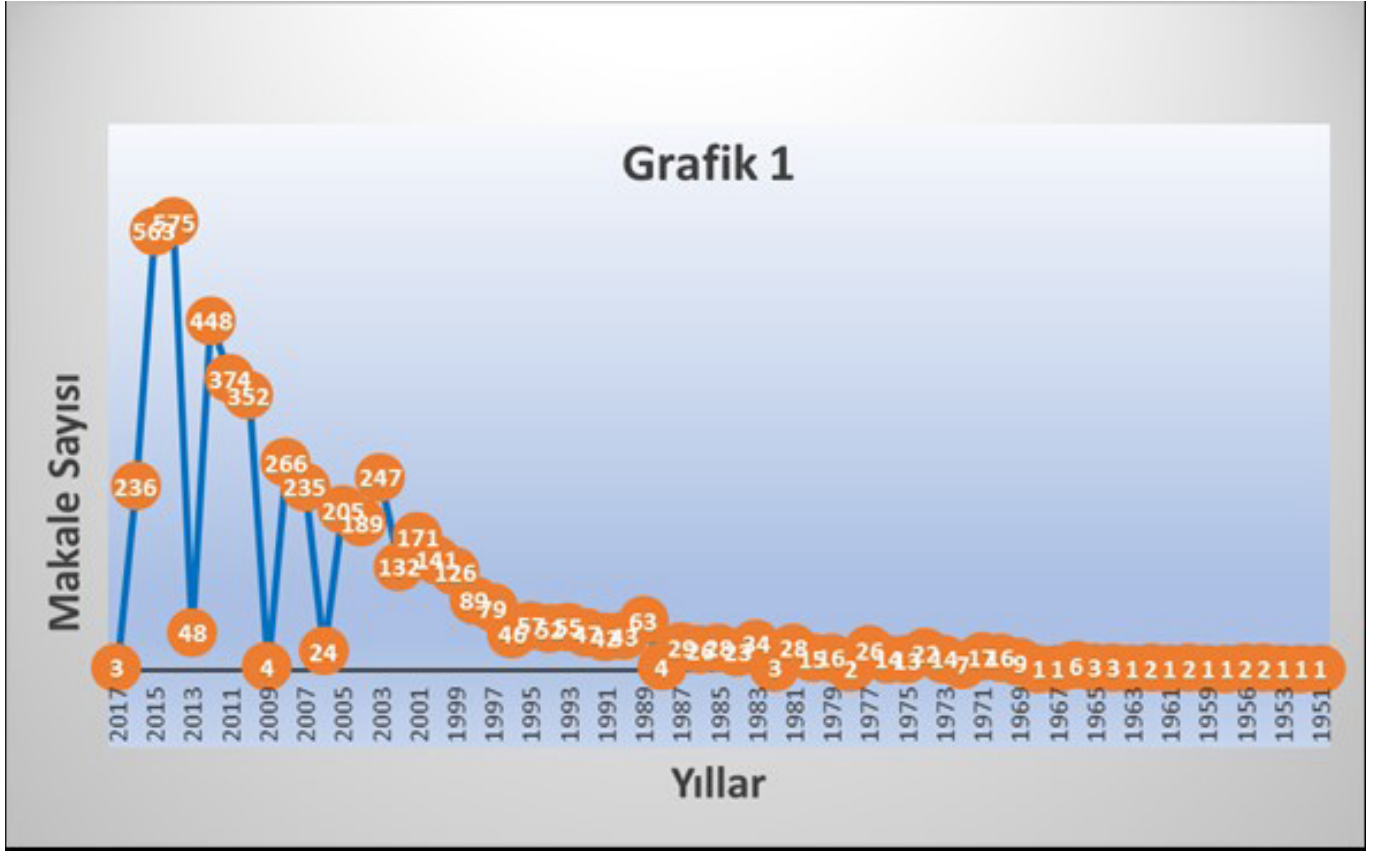
**DOI:** 10.17517/ksutfd.296621

**Tel** : 0 533 6516921

**E-Posta** : mbosnak@ksu.edu.tr

**Geliş Tarihi** : 07.03.2017

**Kabul Tarihi** : 04.04.2017



Yukarıdaki Grafik 1'de de görüldüğü gibi son yıllarda artan oranlarda müzik ve fizyoloji arasındaki ilişki incelenmeye başlanmıştır. Bu da bize müziğin insan fizyolojisindeki önemini bir kez daha belirtmesi açısından önemli bir göstergedir.

aslında birtakım kasların fiziksel ve fizyolojik çalışması sonucu ortaya çıkmaktadır. Gerek konuşmada gerekse şarkı söylemede bu fiziki ve fizyolojik çalışma biçimi aynıdır. Bilim adamları, bedenün müziğe verdiği fiziksel cevapları incelemiş ve müziğin her şart ve ortamda bazı mekanizmaları harekete geçirdiğini tespit etmişler, farklı müzik türlerine farklı cevapların oluşabileceğini de keşfetmişlerdir. Müziğin oluşturduğu fiziksel tepki, çevresel faktörler, kişinin duygu durumu, zaman, mekân gibi kavramlardan etkilenebilir ve buna bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. İyileştirici vokal sesler ve müzikte uzmanlaşmış eğitimciler tarafından öğrenilip, doğru şekilde uygulandığında olumlu sonuçlar elde edilebilir. Müziğin ses olarak insanlar üzerindeki fizyolojik etkisinden olumlu bir şekilde faydalanabilmek için, ihtiyaç duyulan alanlarda yeterli çalışmaların yapılmasıyla, klasik kitaplardaki diğer tıbbi yöntemleri destekleyici alternatif bir tedavi metodu olarak kullanılabilmesi sağlanacaktır (2). Hatta sadece birtakım hastalarda iyileştirme (terapi) aracı olarak kullanılmakla kalmayıp (3), koruyucu olarak da insanlara birtakım faydalar sağlayabilecek, özellikle büyük kent hayatındaki stresli insanlar için seçilecek uygun ses, ritim, müzik türleri, meydana gelmesi muhtemel olan bir takım psikiyatrik rahatsızlıkları da önleyebileceği ifade edilmektedir (2).

## BULGULAR

Müziğin bu olumlu etkisi, insanoğlu tarafından antik dönemden başlayarak tarih boyunca günümüze kadar sürekli merak konusu olmuş ve çoğu zaman tedavi amaçlı kullanılmıştır. İslam Medeniyeti tarihinde

özellikle tasavvuf ekolü mensupları (sufiler) müzikle uğraşmış, müziği kullanmış ve müziğin psikolojik etkisinin olduğunu savunmuşlardır. Sufiler, akli ve asabi hastalıkların müzik ile tedavi edildiğinden bahsetmişlerdir. Bu dönemde yaşamış büyük Türk-İslam âlimleri ve hekimleri Zekeriya Er-Razi (854–932), Fârâbi (870–950) ve İbni Sina (980–1037) müzikle tedavinin bilhassa müziğin psikişik hastalıkların tedavisinde nasıl kullanılacağına ilişkin ilmî esaslarını kurmuşlardır. Fârâbi, “Musiki-ul-kebir” adlı eserinde müziğin fizik ve astronomi ile olan ilişkisini açıklamaya çalışmıştır (4).

“Müzik ve fizyoloji” anahtar kelimeleriyle müzik ile fizyoloji ilişkisi alanında Pubmed’te (5) yapılan taramalar bu konuda son yıllarda çok sayıda araştırmanın olduğunu göstermiştir. Bu taramanın sonucunda günümüze kadar (Şubat 2017) toplam 6430 adet makalenin yayınlandığı tespit edilmiştir. Bu taramaların yıllara göre dağılımı ise Grafik 1’deki gibidir.

Yine Pubmed veri tabanında bu konuda yapılan taramalarda Tablo 1’deki değerlere ulaşılmıştır.

Bu konuda Scopus (6) veri tabanına giren araştırmalarda ise çok daha az sayıda makale bulunmuştur. Bu taramanın sonucunda, konuyla ilgili toplam 3 makale olduğu ve bu makalelerin de 2005 – 2016 yılları arasında yayınlandığı görülmektedir (Grafik 2).

Scopus veri tabanındaki bu konuyla ilgili üç yayın, yayın tipine göre sınıflandırıldığında bu yayınların aynı oranlarda (%33,3) yayın hayatında yer aldığı görülmektedir (Grafik 3). Bu yayınların %33,3’ünün konferans bildirisi; %33,3’ünün makale ve %33,3’ünün de kitaplarda bölüm olduğu rapor edilmektedir. Ayrıca bu yayınların %33,3’ünün sanat ve beşerî bilimler; %33,3’ünün bilgisayar bilimi ve %33,3’ünün de

Tablo: 1. Çeşitli anahtar kelimeler verilerek elde edilen müzikle ilişkili makale sayıları (Şubat 2017)

Anahtar Kelime	Yayınlanan Makale Sayısı
Müzik – Terapi	5005
Müzik – Beyin	3716
Müzik – Hafıza	1575
Müzik – Gürültü	1413
Müzik – Ağrı	1101
Müzik – Kalp	929
Müzik – Anksiyete	814
Müzik – Egzersiz	730
Müzik – Terapi – Depresyon	403
Müzik – Terapi – Bunama	387
Müzik – Epilepsi	307
Müzik – Halüsinasyon	240

psikoloji ile ilgili alanlarda olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4). Toplam üç makalenin 2'si ABD'de ve 1 tanesi de Brezilya'da yayınlanmıştır.

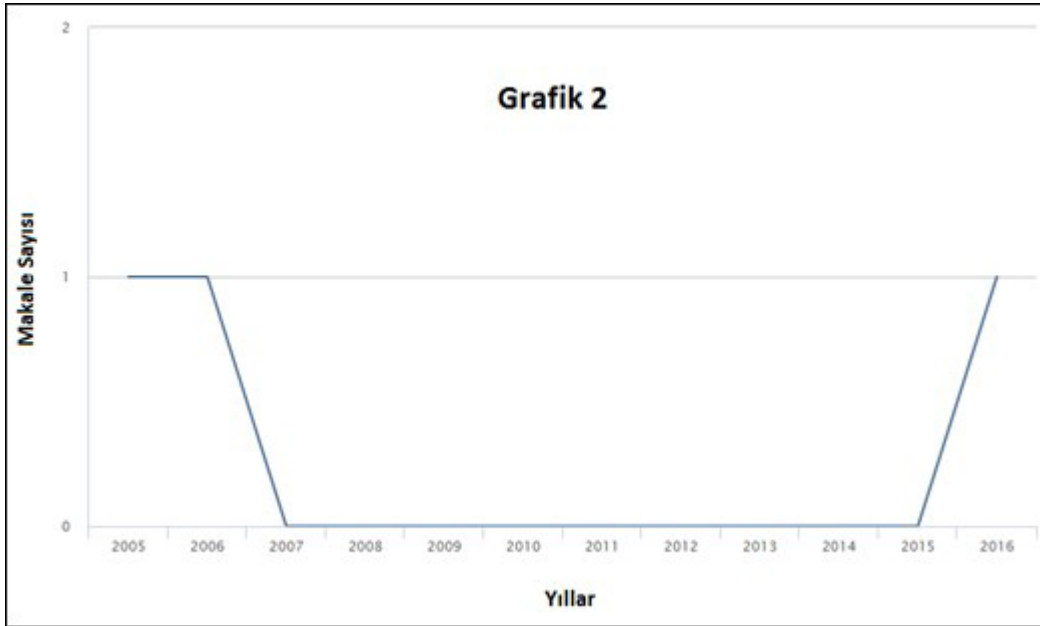
Yapılan bir araştırmada, müziğin ruhsal hastalıkların oluşumunda etkisi olan ve insanın duygusal durumunu düzenleyen serotonin, dopamin, adrenalin, testosteron gibi hormonları olumlu etkilediği; kan basıncı, solunum ritmi gibi fizyolojik işlevleri düzenlediği ve

olumlu etkiler meydana getirdiği, hasta ve sağlıklı bireylerin hayat kalitesini yükselttiğini göstermektedir. Müzik; kalp hızını, kan basıncını, vücut ısısını ve solunum hızını düşüren, gevşemeyi sağlayan, hastanın ağrı algısını değiştiren, dikkatini başka yöne çeken, kemoterapiye bağlı bulantıyı azaltan, özellikle terminal dönemdeki hastaların hayat kalitesini yükselten önemli bir araçtır. Müzik, derin düzeyde gevşeme oluşturma yeteneğine

sahiptir. Uykusuzluğu hafifletici etkileri olduğu bilinmektedir (7-10).

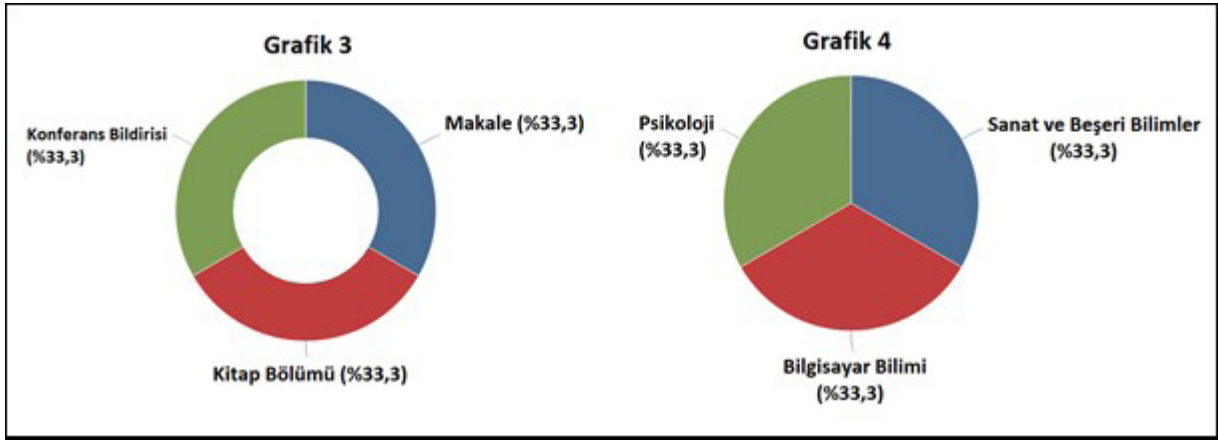
EKG sinyallerinin analizi birçok kardiyak hastalığın teşhisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Müziğin, kalp elektriksel aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (11). 1918 yılından bu yana, müziğin kalp hızı ve kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerini araştırmak için bazı çalışmalar yapılmıştır (12).

Gevşetici müzik dinlenmesinin; kalp atım hızı, sistolik kan basıncı ve diyastolik kan basıncını azalttığı Ko ve Lin (13) tarafından rapor edilmiştir. Ayrıca; stres, kaygı, ağrı, depresif sendromlar ve uykusuzluk üzerine olan etkileri de araştırılmıştır (14-16) ve bu hastalıkların otonom sinir sistemi (OSS) üzerinden kardiyak fonksiyonun düzenlenmesi ile ilişkili olduğu ve bunun da sempatik ve parasempatik sistemler



beyindeki oksijen ve kanlanmanın dengesini sağladığı ifade edilmektedir (7).

Müzik tedavisinin fizyolojik etkileri; psikofizyolojik stres, ağrı, kaygı ve izolasyonun azaltılmasıyla bir davranış değişikliği meydana getirme ve duygu durumunu değiştirme arasında değişir. Yapılan pek çok çalışma, müziğin ağrı ve anksiyete üzerinde



arasındaki dengeyi değerlendirmemizi sağladığı bildirilmektedir (17-20). Bunun yanısıra müzikal işitsel uyarının, endodontik tedavi sırasında kalp hızı otonom düzenlenmesini hızla geliştirdiği ve kardiyovasküler cevapları azaltmak için endodontik tedavi sırasında gevşetici müzik kullanılmasının yardımcı olabileceği ifade edilmektedir (21).

“Müzik”; duygu, düşünce ve imgeleri, tek ya da çok sesli olarak türlü biçimlerde anlatma sanatı veya bu biçimde düzenlenmiş eserlerin söylenmesi ya da çalınması olarak ifade edilmektedir. Peki “Müzik algısının beyindeki lokalizasyonu neresidir?” Bu soruya cevap verebilmek için müzikle ilgili bazı terimlerin öncelikli olarak bilinmesi gerekir. Bunlardan birincisi “tını”, ikincisi ise “ritim” dir. Tını; bir cismin titreşiminden çıkan sesi, başka nitelikteki bir cismin aynı yükseklikte çıkan sesinden ayırt ettiren özellik; ritim ise bir dizide, bir notada vurgu, uzunluk veya ses özelliklerinin, durakların düzenli bir biçimde tekrarlanmasından doğan ses uyumu olarak tanımlanmaktadır. Müzikle ilgili bilinmesi gereken bir diğer terim de “melodi” dir. Melodi; belli bir kurala göre meydana getirilen, kulağa hoş gelen ses dizisi olarak ifade edilmektedir.

Bu terimlerin beyindeki oluşum yerlerinin karşılığı olan anatomik alanların beyindeki lokalizasyonları birbirinden farklı, ancak birbirine yakın alanlardır. Tını algısının oluştuğu bölgenin; sağ anterolateral Heschl girusu (22); melodi sınırlarının ayrımının yapıldığı bölgenin, sağ süperior temporal girus (23) olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Ayrıca, bilateral primer işitme korteksi (A1) hasarı sonrasında; tını algı problemi ve uyumsuz sesleri tanıyamama durumunun ortaya çıktığı bildirilmektedir (24). Ritim konusunda yapılan araştırmalar çoğunlukla hasara bağlı olarak meydana gelen fizyolojik belirtilerden yola çıkılarak tespit edilmiştir. Sağ temporal bölgedeki işitme korteksi hasarında düzenli tempo tutamama (25); beyincik ve bazal gangliyon hasarında motor ve algısal zamanlama bozukluğu ve tamamlayıcı motor alan ile premotor korteksi hasarında ritim algısı ve ritim üretememe söz konusu olmaktadır (26). Bu da bize tını ile ilgili duyu alanların daha ziyade işitme alanları ve ritim gibi işlevle ilgili olanların ise motor alanlarla aynı lokalizasyonda olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, müziğin işlenmesi için doğru hemisferik tercihlerin oluşmasında ve akustik uyarıların zamansal

ve spektral yönlerinin işlenmesinde de sol ve sağ işitme kortekslerinin farklı şekilde uzmanlaştığı ifade edilmiştir. Sol hemisfer daha iyi temporal (zamansal) çözünürlüğe (konuşma analizinde önemlidir) sahip iken; sağ hemisferin daha iyi frekans çözünürlüğüne (işleme hassasiyeti için önemlidir) sahip olduğu ifade edilmektedir (27, 28).

Yinemüzikhafızasıkonusunda yapılan çalışmalarla tınların, sağ işitme korteksini (29); müzik parçası provasının yoğun bir şekilde yapılmasının da dorsolateral ve inferior frontal korteksi (30) kullandığı tespit edilmiştir. Melodilerin daha ziyade soyut olarak temsil edildiği, enstrüman ve hız değişimlerinin ise süperior temporal kortekste lokalize olduğu bildirilmektedir (31). Bunun yanısıra, kişi müziği hayalinde canlandırdığında da sekonder işitme korteksinde (32); ya da sevilen bir parça dinlenirken ventral striatum, insula ve orbitofrontal kortekste aktivasyon gerçekleştiği bulunmuştur (33).

Müziyenler ile müzisyen olmayanlar üzerinde yapılan bir çalışmada; müzisyenlerin sol planum temporale’lerinin daha büyük, anterior korpus kallosum’larının ise daha geniş olduğu; ayrıca sol hemisferlerinde dominant aktivasyon görüldüğü, enstrümanlarının korteks temsil alanlarının daha geniş olduğu ve erken yaşta eğitim verildiyse daha fazla kortikal aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Müzisyen olmayanlarda ise planum temporale’lerin nispeten eşit ve sağ hemisferde dominant aktivasyon olduğu görülmüştür (34).

“Ses”; titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duyusunu uyararak fiziksel bir hadisedir. İnsanlar üzerinde olumsuz etki gösteren, istenmeyen ve dinleyene bir anlam ifade etmeyen hoş gitmeyen seslere ise “gürültü” denir. Ses ve gürültü arasındaki ayırım kişilere göre değişebilir. Bazı insanların kulağına müzik olarak gelen birtakım sesler, diğer insanlar için rahatsız edici olabilir ve gürültü olarak algılanır. Rahatsızlık duyma sınırı da insandan insana farklılık gösterebilir. Genel olarak insanlarda gürültü şeklinde hissedilen ses düzeyi sınırlarını çizerek olursak şu şekilde bir tabloyla karşılaşırız (Tablo 2):

\*Demirkale ve Aşçıgil (35)

Gürültünün oluşturduğu fizyolojik etkiler kısa ve uzun süreli etkiler olarak iki şekilde sınıflandırılmıştır. Kısa süreli etkiler, gürültü kesildikten hemen sonra ortadan kalkarken, uzun süreli etkiler ise saatler, günler



Tablo 2. Gürültülerin sınıflandırılması. *	
Gürültü oluşturan ses düzeyi (Desibel; dB)	Gürültü derecesi ve görülen etkiler
30 – 65 dB	I. Derecedeki gürültüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konforsuzluk</li> <li>• Rahatsızlık</li> <li>• Sıkılma duygusu</li> <li>• Kızgınlık</li> <li>• Konsantrasyon ve</li> <li>• Uyku bozukluğu</li> </ul>
65 – 90 dB	II. Derecedeki gürültüler (Fizyolojik gürültü) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalp atışının değişimi</li> <li>• Solunum hızlanması</li> <li>• Beyindeki basıncın azalması</li> </ul>
90 – 120 dB	III. Derecedeki gürültüler (Fizyolojik gürültü) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baş ağrısı</li> </ul>
120 – 140 dB	IV. Derecedeki gürültüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• İç kulakta bozukluk</li> </ul>
140 > dB	V. Derecedeki gürültüler <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulak zarının patlaması.</li> </ul>

Demirkale ve Aşçıgil (35)

hatta daha uzun süre devam edebilir. Gürültünün belli başlı bilinen fizyolojik rahatsızlıkları; stres, kalp atışlarının ve kan dolaşımının değişmesi, kas gerilmeleri, solunumda hızlanma, uykusuzluktur. Bunların dışında mide rahatsızlıklarından ülser ve gastrit ile migren gibi hastalıkların ortaya çıkmasında gürültünün etkisi olabileceği ileri sürülmektedir. İnsan vücudu, ani ve yüksek seslere karşı otomatik ve bilinçsiz olarak tepki göstermektedir. Sürekli fizyolojik parametreleri (frekans, kardiyak parametreler vb.) ve elektroensefalogramları kaydedilen kişilerde yapılan bilimsel değerlendirmeler, gürültü kaynaklı fizyolojik etkilenmeleri açıkça göstermiştir. Gürültü ile kardiyovasküler hastalıklar arasında ilişkiler konusunda sürdürülen çalışmalar ve deneyler, gürültünün;

- Yüksek kan basıncına (hipertansiyon),
- Hızlı kalp atışına,
- Kolesterol artışına,
- Adrenalin yükselmesine,
- Solunumun hızlanmasına,
- Kas gerilmesine,
- İrkilmelere neden olabildiğini kanıtlamıştır.

Bu etkiler uyku sırasında daha belirgindir. Hamilelikte gürültünün etkileri konusunda Japonya'da yapılan çalışmalarda düşük ağırlıklı bebek doğumları ile gürültü ilişkisi bulunmuştur. Hamile anneler gürültüye maruz bırakıldıklarında, annenin tepkisinin bebeklere geçtiği tespit edilmiştir. İnsanların gürültüye alışabildikleri düşüncesi, aslında doğru değildir. Alışıldığı düşünülse bile biyolojik değişiklikler önlenememektedir (36) Yeni doğanlar ve özellikle prematüre bebekler; analjezi, stres azaltma ve işitsel gelişim için müzik içeren standart protokollerin uygulanmasından fayda sağlayabilecek bir popülasyonu oluştururlar (37, 38, 39, 40). İnsan kokleasının gebeliğin 24. haftasına kadar (41) anatomik olarak geliştiği ve prematüre bebeklerde işitsel uyarılmış cevapların gebeliğin 26. haftasında (42, 43)

kaydedildiği ifade edilmektedir. Fetüs ve bebekle ilgili birçok yeni araştırmanın sonuçları, algı yetkinliğinin prenatal olarak geliştiği fikrindedir (44, 45).

Pre-eklampsili gebelere müzik terapisi uygulanarak elde edilen bulgularda müzik terapisinin; kan basıncını düşürdüğü, fetüsün hareket sayılarına pozitif etkisi olduğu ve fetüste kalp atım hızını minimize ettiği tespit edilmiştir (46).

Kısaca, müzik terapisinin olumlu etkileri olduğu ve destekleyici ve insancıl bir çevre sağlanmasına yardımcı olduğu gibi hamile kadınların deneyim ve ortamını iyileştirmesine yardımcı olduğu bulundu ve bakım ve takipte hemşire ve ebelerin müzik terapisini kullanabileceği önerilebilir. Annelik ünitelerinde preklamptik gebe kadınların

izlenmesi.

Birçok çalışma fetüsün saf tonlu (mutlak sinüzoidal ton) akustik uyarılara tepkisini gözlemlemesine karşın, bunlar genellikle gebeliğin son dönemlerinde (34-40 hafta) gerçekleştirilmiştir (47, 48, 49, 50). Diğer bir çalışmada Shahidullah ve Hepper (51), fetüsün, gebeliğin 20. haftasının başından itibaren ve gebeliğin 26-27. haftasına kadar sesli bir uyarıya tepki gösterebildiğini tespit etmiştir.

Gestasyonel hayatın 27-35. haftasındaki fetüslerin, işitsel uyarılara (250-500 Hz) davranışsal alışkanlık gösterdiğini ve fetüsün gestasyonel yaşın 35. haftasında farklı sesler; örneğin 250-500 Hz ve "ba" ve "bi" arasında ayırım yapabilmeye yeteneğine sahip olduğunu, fakat gebelik haftasının 27. haftasında daha az kapasiteye sahip olabileceğini göstermiştir (51, 52). Ayrıca, gestasyonel hayatın 28-38. haftasında olan fetüslerde müziğe cevap olarak, kalp atım hızında (HR) değişikliklerin görüldüğü (53) tespit edilmiştir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) çalışmaları, gebeliğin 33. haftasındaki fetüste sese karşı sol temporal lobda aktivasyon oluştuğunu göstermiştir (54). Yeni doğanlar tonal frekanstaki %10 sapmalara OİP (olayla ilişkili potansiyel; ERP) duyarlılığı sergilemektedir (55).

Aynı şekilde, nöbet sırasında fMRI kullanılan diğer vakalarda sunulan raporlar, nötr müzik çalınırken akustik alanların aktivitesini belirlemiştir. Bu çalışmalarda duygusal melodiler çalındığında fronto-okspital bölgelerin tutulumu (56) ve diğer fMRI çalışmalarında da nöbetten önce fronto-orbital alanlarının erken aktivasyonu gösterilmiştir (57, 58). Her iki olguda da nöbet aktivitesi için sol temporal lob odak olarak tespit edilmiştir.

Günümüz teknolojisindeki ilerlemeler, her türlü müziğe erişimimizi geliştirmiştir. Birçok kişi şimdi dijital hale getirilmiş müzik dosyalarını indirip paylaşmakta ve büyük müzik koleksiyonlarını dinlemek ve depolamak için taşınabilir aygıtlar kullanmaktadır. Bütün bu

aygıtların yaygınlaşması dinlenen müziğin cinsine ve ses düzeyine göre yukarıdaki tabloda da (Tablo 2) kısaca ifade edildiği gibi, pek çok rahatsızlığı da beraberinde getirmektedir.

Bu rahatsızlıklardan araştırmacıların en çok dikkatini çekenlerden birisi de epilepsi hastalığıdır. Kişilerin gün ışığına veya 16-25 Hz aralığında yanıp sönen ya da titreyen ışıklara maruz kalmasıyla tetiklendiği aşırı duyarlılık (fotosensitivite) ile epilepsi arasındaki çevresel ilişki iyi bilinmesine rağmen, müzikle epilepsi arasındaki etkileşim daha az algılanmış ya da anlaşılmıştır. Nöbet geçiren ve müziğe maruz bırakılan bazı hastaların bundan fayda sağladığı, aksine diğer bazı hastaların nöbetlerinde şiddetlenme görüldüğü ifade edilmektedir (59).

Müziğin epilepsi üzerindeki ikili etkisi ilginç fakat henüz tam olarak anlaşılabilen bir olgu olup, devam eden bir araştırma ve tartışmanın konusudur (60). Bu etkinin patofizyolojisi tam olarak anlaşıldığında, müzikten terapi olarak yararlanma potansiyelinin sınırlandırabileceği ifade edilmektedir. Dopamin devresini ve reseptörleri araştıran önceki çalışmalar, ön beyinde bulunan D2 reseptörlerinin uyarılmasının antikonvulsan etki göstermesine karşın, seçici D1 reseptör aktivasyonunun hem klinik hem de hayvan modellerinde nöbet eşliğini düşürdüğünü göstermiştir (61,62). Striatum içerisindeki D2 reseptörüne bağlanmada meydana gelebilecek bir azalmanın, talamokortikal bağlantılar üzerindeki inhibitör etkiyi kaldırabileceği ve böylece uyarıyı teşvik edebileceği bildirilmektedir (63). Aksine, D2 reseptörüne bağlanmanın uyarılmasının, glutamata bağlı nörodejenerasyonu içeren şartların altında yatan nöropatolojide nöroprotektif olabileceği rapor edilmiştir (64).

Sonuç olarak müzik maruziyetinin, dopaminin artmasına ve bir antikonvulsan olarak davranan D2 reseptörlerinin upregülasyonu ve aktivasyonuna neden olabileceği; bunun aksine müziğin, duygusal bir cevabın sonucu olarak (müzikojenik epilepsideki gibi) prefrontal kortekste dopaminin artması yoluyla, prokonvulsan bir şekilde de davranabileceği ve bu yolla limbik dopamin cevaplarını baskı altına alıp nöbetlerin çoğalmasına neden olabileceği bildirilmektedir (65).

"Müzikojenik epilepsi" ilk kez, nöbetlerin, genellikle basit veya kompleks parsiyel tiplerinin müzikle tetiklendiği nadir bir epilepsi formunu tanımlayan Critchley tarafından 1937 yılında ortaya atılmıştır. Bununla birlikte, muhtemel müzik kaynaklı nöbetlerin açıklamaları literatürde 1841'den daha önceki bir tarihte bildirilmiştir (66). Müzikal işleme yer alan beyin mekanizmalarının, müzikal göstergeyle tezahür eden nöbet oluşumu ve yayılımı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Aşırı uyarılabilir kortikal alanlar belirli müzikal tetikleyicilere karşı hassas hale gelebilir ve müzikojenik epilepsinin temelini açıklayabilir.

Müzikojenik epilepsi, 1 milyon kişi başına bir vaka prevalansına sahiptir. Bu epilepsi türü, Uluslararası Epilepsi Birliği (International League Against Epilepsy; ILAE) tarafından bir diğer epilepsi türü olan karmaşık istemsiz epilepsinin nadir bir formu olarak sınıflandırılmış ve çoğu durumda müzik dinleyerek uyarılan nöbetlerle birlikte; oynama, düşünme veya müzik hayal etme gibi durumlarda da ortaya çıktığı gösterilmiştir (59). Bildirilen vakalarda, bir müzik uyarımını takiben nöbetler genellikle

birkaç dakika ertelenebildiği görülmüştür. Bu gizli dönemde, tutarsızlıklar bildirilmiş olsa da hastalar sıkıntı, ajitasyon, taşikardi ve nöbete kadar süren hızlı solunum ile karşılaşabilmektedirler. Nöbetlerin, sadece müzikle uyarılmadığı ve müzikal uyarım formundaki çeşitli değişkenliklerle de ortaya çıkabileceği bildirilmektedir. Örneğin bazı hastaların müzik türüne (caz, klasik, koro, popüler), enstrümana (çalgı aleti, flüt, piyano), duygusal içeriğe (üzgün, duygusal, iyimser), hatta besteciye (Wagner, Beethoven, Beatles) göre nöbete girdikleri bildirilmiştir. Bazı hastalar ayrıca, nöbeti durdurmalarını sağlayan stratejiler geliştirmişlerdir. Bu özellikler bir araştırmacının müzikojenik epilepsinin, istemsiz (refleks) epilepsinin gerçek bir formu olup olmadığını sorgulamasına neden olmuştur (67).

Ancak birçok durumda, nöbetin saniyeler içerisinde ve örneğin; kilise çanları (68) veya Marseillaise melodisi (69) ya da belirli bir Rus melodisi (58) gibi çok özel bir uyarı sonrasında gerçekleştiği bildirilmiştir. Diğer bazı araştırmalarda da larinksin hatalı konumundan dolayı, kısık ya da boğuk veya metalik bir kalitede şarkı söyleyen kişinin nöbetlere yol açtığı (70); bunun yanısıra kavramıyla ilgili işleme (71), bazı ilahi türleri (72) veya doğaçlamaların da (73) tetikleyici olaylar olarak kendini gösterdiği tespit edilmiştir.

Nörolojik hastalık ile ses / müzik arasındaki bağlantının, muhtemelen müziği en çok beğenen ve dinleyen kişilerde ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Müzik ve beyin fonksiyonlarının etkileşimi, temporal lobdaki darbelerden veya diğer patolojilerden sonra belirli müzik yeteneklerinin kaybolabileceği gözleminin sınırları içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Sağ temporal lob lezyonlarında daha sık görülen; melodileri çalma, melodileri tanıma, şarkı söyleme ve hatta bir ritim takip etme yeteneklerinin olumsuz etkilenebileceği bildirilmektedir (74, 75).

Alajouanine (76), sol beyin felci geçirmiş olan Ravel'in görünüşte müzik dinleyebildiğini, belirli parçaları tanıyabildiğini ancak içten gelen bir dürtü hissettiğinde bile müzik besteleyemediğini ifade etmektedir. Lennox (77) ise, besteci Berlioz'un müzikolojik nöbet geçirdiğini belirtmektedir.

Nörolojik hastalıklardan olan Alzheimer hastalığı (AH), yaygınlık oranının artması ve ilaç etkilerinin sınırlandırılması göz önüne alındığında küresel bir sağlık sorunudur. Bunun sonucu olarak, farmakolojik olmayan müdahaleler önemlidir. Müzik terapisi (MT), farmakolojik olmayan demans hastaları için uzun süreli uygulamalarda iyi ve kullanışlı bir yöntemdir. Birçok makale MT'nin otobiyografik ve episodik hatıralar, psikomotor hız, yönetici işlev alanları ve küresel bilişte bilişsel geriliği azaltabileceğini göstermiştir. MT'nin, demansın özellikle AH stratejisi için umut verici bir müdahale olduğu ve mümkün olduğunca erken tanı ile başlanması gerektiği rapor edilmektedir (78).

Müzik dinlemenin EEG üzerindeki etkilerini araştıran Fachner (79), müzik intoksikasyonu durumunda alfa dalgası amplitüdünde artış tespit etmiştir. Araştırmacı, Gestalt EEG'de bireyler arasında farklılıklar görüldüğü, kişinin kendisi için ise stabil olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Bu da bize müziğin bireyler arasında farklı algılandığını ve işlendiğini, fakat aynı kişide kişilik ve müzik algılanışı ile paralellik gösterdiğini ifade etmektedir.

Müziğin farmakolojisi alanında yapılan araştırmalarda “müzikal farmakoloji” olarak tanımlanan yeni bir etkileşim yöntemine göre teşhis konulduktan sonra hasta iPod benzeri cihaza yüklenmiş bir müzik dinleme protokolü ile evine gönderilmektedir. Daha sonra dinledikleri her türlü müzik incelenerek “aktif içerik” elde edilmekte ve bunlar harmanlanıp dengelenmiş “tıbbi bileşiklere” dönüştürülmektedir. Metodları psikosomatik bozukluklar, ağrı tedavisi, anksiyete, depresyon, insomnia ve belirli aritmi tiplerinde yaygın kullanıma sunulmaktadır (80).

Yakın zamanlarda yapılan bir çalışmada da serebral “edinilmiş” veya “de novo arteriyovenöz malformasyon”u olan bir hastada, tonik-klonik nöbetten önce Pink Floyd’un “duvardaki tuğla” şarkısının canlı bir işitsel halüsinasyona neden olduğu bildirilmiştir (81).

Son yıllarda yapılan diğer bir çalışmada, müzikal halüsinasyonlar sırasında sola lateralize olan dört alanın artan salınım aktivitesi gösterdiği bulunmuştur. Bu alanlar; anterior süperior temporal girus, posterior-medial korteks, motor korteks ve orbito-frontal korteks olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar, işitme korteksinin dışında; müzikal imgeler, melodi hafızası ve hoş gitmeyen müzik dinlenirken duygusal hassasiyet gösteren alanların işe karıştığını ve müzikal halüsinasyonları sürdürmede önemli katkıları olduğunu göstermektedir (82, 83).

“Bir dilin kelimeleriyle, düşüncelerin sözlü olarak anlatılması” olarak ifade edilen “konuşma” olayının sol hemisferdeki Broca ve Wernicke alanlarında temsil edilen zihni cephesinin yanısıra; his ve heyecanları ilgilendiren bir cephesi daha vardır. Konuşmanın bu ikinci cephesi (prosodi); melodi, pitch (insan kulağının algıladığı biçimiyle herhangi bir notanın ses frekansı değeri), tonlama ve jestler de dahil olmak üzere konuşmanın duygusal bileşenlerini tanımlamaktadır. Bu bileşenler nöbet sırasında etkilenebilir. Benzer şekilde, nöbet sırasında müzikal yetenek kaybı (amusia) meydana gelebilir. Nöbet ve amusia’nın her ikisi de olumsuz olgu (aprosodi) olarak düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmadaki, 967 fokal epilepsi hastasında aprosodi, nöbetin bir parçası olarak değerlendirilmiştir. Yirmi altı hastanın iktal (nöbet esnasında) aprosodisi olduğu tespit edilmiş, bunların çoğunun pitch ve melodi kaybında nitelik değişiklikleri sergilediği ifade edilmiştir. 22 hastada da nöbetlerin sağ temporal loba lokalize olduğu görülmüştür. Negatif iktal fenomenler (körlük, felç ve konuşmanın durması) iyi anlaşılammıştır, ancak inhibisyonun kortikal alanların aktivasyonunu, duyu kortekslerindeki aktivite kaybını veya spinal motor nöronların inhibisyonunu yansıtabileceği ifade edilmektedir (84).

## SONUÇ

Bütün bu araştırmalardan anlaşıldığı gibi insanoğlunun müzik hayatı anne karnından itibaren başlamakta ve ölüncüye kadar devam etmektedir. Anne karnından itibaren şekillenen beynimizin müzik fizyolojisi oldukça karmaşıktır. Her insanın beyninin müziğe karşı vermiş olduğu tepkinin az veya çok birbirinden farklı olduğunu görüyoruz. Bu durum yukarıda da açıklamaya çalıştığımız müziğin çift etkisinden kaynaklanmaktadır. Henüz tam olarak açıklayamadığımız bu ikili etkinin

altında yatan mekanizmaya bağlı olarak genelde insanların hoşnut olduğu ya da olmadığı müzik türlerinin olduğu bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla bunun altında yatan muhtemel mekanizmanın; beynimizin kısmen anatomik yapısı ve bağlantıları ile birlikte, psikofizyolojik temelli mekanizmalar olduğu görülmektedir.

Ruh halimize uygun bir müzik dinlediğimizde ses ortamına fark etmeden ayak uydururuz. Böylesi bir müzik, özellikle ağrı çeken insanlar için, sessizlikten daha iyidir, çünkü sessizlik rahatsızlığın daha çok bilincinde olmaya neden olur. Ayak uydurma, dinlediğimiz müziğe göre beyin dalgalarının, kalp ritminin, nefes alıp vermenin, duygusal gücün, zamanlamanın, hızın ve diğer organik ritimlerin nasıl değiştiğini açıklar.

Müzik terapistine uyguladığı ilkelerden biri de dikkati ağrıdan ya da rahatsızlıktan başka bir yöne çekmek olan “dikkat dağıtmak” tır. Müziğin en bariz iyileştirici kullanımı stresi azaltmaya ve gevşemeye yöneliktir. Müzik iyileşme sürecinde güçlü bir hızlandırıcı görevi görebilir. Bedeni, her birinin benzersiz sanatsal yeteneği ve akort edilme şekli olan çok hassas bir enstrümanlar topluluğuna benzetmek yerinde olur (85).

Dolayısıyla bu kadar güzel enstrümanlardan oluşan insan bedenini bu konuda iyi yetişmiş bir şef gibi yönetmeye çalışmak akıllıca olacaktır. Bunun için de her insanın kendi müzik fizyolojisine uygun beden müziğini ve ritmini az çok tanınması, gelişmiş müzik türleriyle akort etmemesi gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun da ancak insanoğlunun kendi yaratılışına uygun müzik türlerini tercih etme yönündeki çabasıyla başarabileceği unutulmamalıdır.

“Âvâzeyi bu ‘âleme Dâvûd gibi sal,  
Bâkî kalan bu kubbede bir hoş sadâ imiş” (Bâkî Divanı)

(Yüksek sesini bu aleme Davut (a.s) gibi bırak,  
çünkü bu gök kubbede ebedi kalan ancak hoş bir ses imiş.)

## KAYNAKLAR

1. Azizi SA. Brain to music to brain! Neuroscience Letters 2009; 459: 1-2.
2. Ünal FS. Müziğin ses olarak insana fizyolojik etkisi. Kültür Evreni Dergisi 2014; 6(22):118-125, <http://www.kulturevreni.com/22-118.pdf>.
3. Lök N ve Bademli K. Alzheimer hastalarında müzik terapinin etkinliği: Sistematik derleme. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar 2016; 8(3): 266-274
4. Sezer F. Öfke ve psikolojik belirtiler üzerine müziğin etkisi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 2011; 8(1): 1472-1493.
5. Erişim: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
6. Erişim: <https://www.scopus.com/>
7. Karamızrak N. Ses ve Müziğin Organları İyileştirici Etkisi. Koşuyolu Heart Journal 2014; 17(1): 54-57.
8. Covington H, Crosby C. Music therapy as a nursing intervention. J Psychosoc Nurs Ment Health Serv 1997; 35:34-7.
9. White JM. State of the science of music interventions. Critical care and perioperative practice. Crit Care



- Nurs Clin North Am 2000; 12: 219-25.
10. Covington H. Therapeutic music for patients with psychiatric disorders. *Holist Nurs Pract* 2001; 15:59-69.
  11. Selvendran S, Aggarwal N, Vassiliou V. Tuning the heart with music. *J R Soc Med* 2015; 108: 462-4.
  12. Mofredj A, Alaya S, Tassaïoust K, Bahloul H, Mrabet A. Music therapy, a review of the potential therapeutic benefits for the critically ill. *J Crit Care* 2016; 35: 195-9.
  13. Ko YL and Lin PC. The effect of using a relaxation tape on pulse, respiration, blood pressure and anxiety levels of surgical patients, *Journal of Clinical Nursing* 2012; 21 (5-6): 689–697.
  14. Trappe HJ. The effects of music on the cardiovascular system and cardiovascular health. *Heart* 2010; 96: 1868-71.
  15. Ugglå L, Bonde LO, Svahn B, Remberger M, Wrangsjö B, Gustafsson B. Music therapy can lower the heart rates of severely sick children. *Acta Paediatr* 2016; 105: 1225-30.
  16. Abedi B, Abbasi A, Goshvarpour A. Investigating the effect of traditional Persian music on ECG signals in young women using wavelet transform and neural networks. *Anatol J Cardiol* 2017; 17 (1). doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2016.7436.
  17. Malik M and Camm AJ. Components of heart rate variability—what they really mean and what we really measure. *The American Journal of Cardiology* 1993; 72 (11): 821–822.
  18. Miura K, Matsumura K, Nakamura Y, Kurokawa H, Kajiyama M, Takata Y. Suppression of cardiac sympathetic nervous system during dental surgery in hypertensive patients. *Hypertension Research* 2000; 23(3): 207–212.
  19. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, de Carvalho TD, de Godoy MF. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery* 2009; 24 (2): 205–217.
  20. Valenti VE. The recent use of heart rate variability for research. *Journal of Human Growth and Development* 2015; 25(2): 137–140.
  21. Santana MDR, Martiniano EC, Monteiro LRL, Valenti VE, Garner DM, Sorpreso ICE, Abreu LC. Musical auditory stimulation influences heart rate autonomic responses to endodontic treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2017; 1-7 (<https://doi.org/10.1155/2017/4847869>).
  22. Zatorre RJ. Pitch perception of complex tones and human temporal-lobe function. *J Acoust Soc Am* 1988; 84(2): 566-72.
  23. Peretz I. Brain specialization for music. New evidence from congenital amusia. *Ann NY Acad Sci* 2001; 930(6):153-65.
  24. Tramo MJ, Cariani PA. Neurobiology of harmony perception. In: Peretz I, Zatorre RJ, eds. *The Cognitive Neuroscience of Music*. New York: Oxford University Press; 2003. p. 127–151.
  25. Wilson SJ, Pressing JL, Wales RJ. Modelling rhythmic function in a musician post-stroke. *Neuropsychologia* 2002; 40(8): 1494-505.
  26. Janata P, Grafton ST. Swinging in the brain: shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music. *Nature Neuroscience* 2003; 6: 682 – 687.
  27. Tervaniemi M, Medvedev SV, Alho K, Pakhomov SV, Roudas MS, Van Zuijen TL, et al. Lateralized automatic auditory processing of phonetic versus musical information: a PET study. *Hum Brain Mapp* 2000; 10 (2): 74–79.
  28. Stewart, L, von Kriegstein K, Warren JD, Griffiths TD. Music and the brain: disorders of musical listening. *Brain* 2006; 129: 2533–2553.
  29. Zatorre RJ, Samson S. Role of the right temporal neocortex in retention of pitch in auditory short-term memory, *Brain (A Journal of Neurology; Oxford University Press)*, 1991; 2403-2417.
  30. Griffiths TD, Johnsrude I, Dean JL, Green GGR. A common neural substrate for the analysis of pitch and duration pattern in segmented sound? *NeuroReport* 1999; 10: 3825-3830.
  31. Radvansky GA, Fleming KJ, Simmons JA. Timbre reliance in nonmusicians' and musicians' memory for melodies. *Music Perception*, 1995; 13: 127–140.
  32. Zatorre RJ, Halpern AR, Perry DW, Meyer E, Evans AC. Hearing in the Mind's Ear: A PET Investigation of Musical Imagery and Perception, *Journal of Cognitive Neuroscience* 1996; 8(1): 29-46.
  33. Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc Natl Acad Sci USA* 2001; 98(20):11818-11823.
  34. Bigand E, Poulin-Charronnat B. Are we “experienced listeners”? A review of the musical capacities that do not depend on formal musical training. *Cognition* 2006; 100(1): 100-30.
  35. Demirkale SY, Aşçıgil M. Sağlıklı kentler ve yapılarla ilgili Türkiye'nin gürültü politikası. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28/10/2007, TESKON 2007.
  36. MEB. Gürültünün etkileri. Millî Eğitim Bakanlığı, Aile ve Tüketici Hizmetleri, Ankara, 2012; 1-25.
  37. Loewy J, Hallan C, Friedman E, Martinez C. Sleep/sedation in children undergoing EEG testing: a comparison of chloral hydrate and music therapy. *Am J Electroneurodiagnostic Technol* 2006; 46(4): 343-355.
  38. Cepeda MS, Carr DB, Lau J, Alvarez H. Music for pain relief. In: *The Cochrane Collaboration*, Cepeda MS, ed. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2006. <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.library.vanderbilt.edu/o/cochrane/clsysrev/articles/CD004843/abstract.html>. Accessed November 3, 2010.
  39. Bradt J, Dileo C. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. In: *The Cochrane Collaboration*, Bradt J, ed. *Cochrane*



- Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley&Sons, Ltd; 2009. <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.library.vanderbilt.edu/o/cochrane/clsysrev/articles/CD006577/abstract.html>. Accessed November 2, 2010.
40. Conrad C, Niess H, Karl-Walter J, Christiane JB, Wolfgang HH, Lorenz W. Overture for growth hormone: Requiem for interleukin-6? *Crit Care Med* 2007. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.proxy.library.vanderbilt.edu/pubmed/18090379>. Accessed November 3, 2010.
  41. Rubel E, Popper A, Fay R. Development of the auditory system. New York: Springer; 1998.
  42. Graziani LJ, Weitzman ED, Velasco MS. Neurologic maturation and auditory evoked responses in low birth weight infants. *Pediatrics* 1968; 41(2): 483-494.
  43. Starr A, Amlie RN, Martin WH, Sanders S. Development of auditory function in newborn infants revealed by auditory brainstem potentials. *Pediatrics*. 1977; 60(6): 831-839.
  44. Deliege I, Sloboda J. Musical beginnings: Origins and development of musical competence. New York, Oxford; 1996.
  45. Trehub SE. The developmental origins of musicality. *Nat Neurosci* 2003; 6(7): 669-673.
  46. Toker E, Kömürçü N. Effect of Turkish classical music on prenatal anxiety and satisfaction: A randomized controlled trial in pregnant women with pre-eclampsia. *Complementary Therapies in Medicine* 2017; 30: 1-9.
  47. Grimwade JC, Walker DW, Bartlett M, Gordon S, Wood C. Human fetal heart rate change and movement in response to sound and vibration. *Am J Obstet Gynecol* 1971; 109, 86-90.
  48. Goodlin RC, Lowe EW. Multiphasic fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1974; 119, 340-357.
  49. Trudinger BJ, Boylan P. Antepartum fetal heart rate monitoring: value of sound stimulation. *Obstet Gynecol* 1980; 55, 265-268.
  50. Lecanuet JP, Granier-Deferre C, Cohen H, Le Houezec R, Busnel MC. Fetal responses to acoustic stimulation depends on heart rate variability pattern, stimulus intensity and repetition. *Early Hum Dev* 1986; 13, 269-283.
  51. Shahidullah S, Hepper, PG. The developmental origins of fetal responsiveness to an acoustic stimulus. *J Infant Reprod Psychol* 1993; 11, 135-142.
  52. Shahidullah S, Hepper PG. Frequency discrimination by the fetus. *Early Hum Dev* 1994; 36(1): 13-26.
  53. Kisilevsky S, Hains SMJ, Jacquet AY, Granier-Deferre C, Lecanuet JP. Maturation of fetal responses to music. *Dev Sci* 2004; 7(5): 550-559.
  54. Jardri R, Pins D, Houfflin-Debarge V, Chaffiotte C, Rocourt N, Pruvo JP, et al. Fetal cortical activation to sound at 33 weeks of gestation: a functional MRI study. *Neuroimage*. 2008;42(1):10-18.
  55. Cheour M, Ceponiene R, Leppänen P, et al. The auditory sensory memory trace decays rapidly in newborns. *Scand J Psychol* 2002;43(1):33-39.
  56. Pittau F, Tinuper P, Bisulli F, Naldi I, Cortelli P, Bisulli A, et al. Videopolygraphic and functional MRI study of musicogenic epilepsy. A case report and literature review. *Epilepsy Behav*. 2008; 13: 685-692.
  57. Mrocz IA, Karni A, Haut S, Lantos G, Liu G. fMRI of triggerable auras in musicogenic epilepsy. *Neurology* 2003; 60: 705-709.
  58. Diekmann V, Hoppner AC. Cortical network dysfunction in musicogenic epilepsy reflecting the role of snowballing emotional processes in seizure generation: an fMRI/EEG study. *Epileptic Disord* 2014; 16 (1): 31-44.
  59. Berg AT, Berkovic SF, Brodie MJ, Buchhalter J, Cross JH, van Emde Boas W. et al. Revised terminology and concepts for organization of seizures and epilepsies: report of the ILAE Commission on Classification and Terminology, 2005-2009. *Epilepsia* 2010; 51: 676-685.
  60. Maguire MJ. Music and epilepsy: A critical review. *Epilepsia* 2012; 53(6): 947-961.
  61. Al-Tajir G., Starr MS. Anticonvulsant action of SCH 23390 in the striatum of the rat. *Eur J Pharmacol*. 1990; 191: 329-336.
  62. Starr MS. The role of dopamine in epilepsy. *Synapse* 1996; 22: 159-194.
  63. Deransart C, Riban VLTB, Marescaux C, Depaulis A. Dopamine in the striatum modulates seizures in a genetic model of absence epilepsy in the rat. *Neuroscience* 2000; 100: 335-344.
  64. Bozzi Y, Vallone D, Borrelli E. Neuroprotective role of dopamine against hippocampal cell death. *J Neurosci* 2000; 20: 8643-8649.
  65. Kaneyuki H, Yokoo H, Tsuda A, Yoshida M, Mizuki Y, Yamada, M. Psychological stress increases dopamine turnover selectively in mesoprefrontal dopamine neurons of rats: reversal by diazepam. *Brain Res*. 1991; 557: 154-161.
  66. Fujinawa A, Kawai I, Ohashi H, Kimura S. A case of musicogenic epilepsy. *Folia Psychiatr Neurol* 1977; 31: 463-472.
  67. Vizioli R. Musicogenic epilepsy. *Int J Neurosci* 1989; 47: 159-164.
  68. Poskanzer DC, Brown AE, Miller H. Musicogenic epilepsy caused only by a discrete frequency band of church bells. *Brain* 1962; 85: 77.
  69. Vercelletto P. Case of musicogenic epilepsy; presentation of a case of temporal seizures and discussion on the origin. *Rev Neurol* 1953; 88: 379-382.
  70. Brien SE, Murray TJ. Musicogenic epilepsy. *Can Med Assoc J* 1984; 13:1255-1258.
  71. Ogunyemi AO, Breen H. Seizures induced by music. *Behav Neurol* 1993; 6:15-18.
  72. Sutherland WW, Hershman LM, Miller JQ, Lee SI. Seizures induced by playing music. *Neurology* 1980; 30: 1001-1004.
  73. Le Chevalier B, Eustache F, Rossa Y. Music and its association with epileptic disorders. In: Altenmüller

- E, Finger S, Boller F, eds. Music, Neurology and Neuroscience: Evolution, the Musical Brain, Medical Conditions and Therapies. 1st ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 2015. Vol. 217, p. 107-120.
74. Wieser HG, Wittlieb-Veerport E. Tone discrimination in patients with temporal lobe lesions. In: Steinberg R, ed. Music and the mind machine: the psychophysiology and psychopathology of the sense of music. Berlin: Springer; 1995. p. 115–26.
75. Wieser HG, Hungerbuhler H, Siegel AM, Buck A. Musicogenic epilepsy: review of the literature and case report with ictal single photon emission computed tomography. *Epilepsia* 1997; 38:200–7.
76. Alajouanine T. Aphasia and artistic realization. *Brain* 1948; 71: 229–41.
77. Lennox WG. Epilepsy and related disorders. In: J and A Churchill eds., First Edition, Later Printing edition, London: Little, Brown and Company; 1960. p. 362.
78. Fang R, Ye S, Huangfu J, Calimag DP. Music therapy is a potential intervention for cognition of Alzheimer's Disease: a mini-review. *Translational Neurodegeneration* 2017; 6: 1-8.
79. Fachner J. Jazz, improvisation and a social pharmacology of music. *Music Therapy Today* 2003; Vol. IV (3): 1-26.
80. Ün İ. Farmakoloji ile müzik arasında olası etkileşimlerin araştırılması. *Lokman Hekim Dergisi*, 2016; 6(3):159-164.
81. Ozsarac M, Aksay E, Kiyani S, Unek O, Gulec FF. De novo cerebral arteriovenous malformation: Pink Floyd's song "Brick in the Wall" as a warning sign. *J Emerg Med* 2012; 43 (1): 17–20.
82. Griffiths TD. Musical hallucinosis in acquired deafness. Phenomenology and brain substrate. *Brain* 2000; 123: 2065–2076.
83. Kumar S, Sedley W, Barnes GR, Teki S, Friston KJ, Griffiths TD. Neural bases of musical hallucinations. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014; 85(8): e3. DOI:10.1136/jnnp-2014-308883.37
84. Peters AS, Re'mi J, Vollmar C, Gonzalez-Victores JA, Cunha JP, Noachtar S. Dysprosody during epileptic seizures lateralizes to the nondominant hemisphere. *Neurology* 2011; 77 (15): 1482–1486.
85. Campbell D, Mozart Etkisi, Kuraldışı Yayıncılık, İstanbul; 2002; 156-343.