



**The magic of frequencies - 432 Hz vs. 440 Hz: Do cheerful and sad music tuned to different frequencies cause different effects on human psychophysiology? A neuropsychology study on music and emotions**

**Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması**

**Barış Erdal<sup>1</sup>  
Yeliz Kindap Tepe<sup>2</sup>  
Serdar Çelik<sup>3</sup>  
Büşra Güçyetmez<sup>4</sup>  
Burhanettin Çiğdem<sup>5</sup>  
Suat Topaktaş<sup>6</sup>**

#### Abstract

The present study aims to see whether music (cheerful and sad) tuned to different frequencies (432 Hz vs. 440 Hz) cause different effects on the listener's emotions. In the research, the effects of cheerful and sad music samples at different frequencies were examined within the framework of variables such as Heart Rate Variability (HRV), emotions felt and mood. The study was carried out with a total of 51 participants (31 women comprising 60.8% of the study group, and 20 men comprising 39.2% of the study group) who have not received music education. The average age of the participants is 22.19 (S = 1.08, range = 20-25). In the study, the activation levels of the autonomic nervous system were assessed using Heart Rate Variability (HRV),


#### Özet

Bu çalışmanın amacı, 432 Hz ve 440 Hz frekanslara göre ayarlanmış müziklerin (neşeli ve hüzünlü) duygu oluşumunda bir fark yaratıp yaratmayacağını değerlendirmektir. Farklı frekanslardaki neşeli ve hüzünlü müzik örneklerinin yarattığı etkiler, Kalp Hızı Değişkenliği (KHD), hissedilen duygular ve duygu durumu gibi değişkenler çerçevesinde incelenmiştir. Araştırma, müzik eğitimi almayan 31'i (%60.8) kadın, 20'si (%39.2) erkek toplam 51 kişiyle gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların genel yaş ortalaması 22.19'dur (S = 1.08, ranj = 20-25). Çalışmada otonom sinir sistemi aktivasyonunu değerlendirmek için Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) ölçümü; müzik dinleme öncesi anlık duygu durumunu (mood) değerlendirmek için Duygu


<sup>1</sup> Associate Professor, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Fine Arts, Department of Music Sciences,

[berdalan@gmail.com](mailto:berdalan@gmail.com)  Orcid ID: [0000-0002-9503-761X](https://orcid.org/0000-0002-9503-761X)

<sup>2</sup> Associate Professor, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science and Literature, Department of Psychology,

[yelizkindap@gmail.com](mailto:yelizkindap@gmail.com)  Orcid ID: [0000-0003-0963-810X](https://orcid.org/0000-0003-0963-810X)

<sup>3</sup> Associate Professor, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Fine Arts, Department of Music Technology,

[sercelik@gmail.com](mailto:sercelik@gmail.com)  Orcid ID: [0000-0001-6632-0996](https://orcid.org/0000-0001-6632-0996)

<sup>4</sup> Graduate Student, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Fine Arts, Department of Music Sciences,

[bsra.gcytmz@gmail.com](mailto:bsra.gcytmz@gmail.com)  Orcid ID: [0000-0002-4804-2408](https://orcid.org/0000-0002-4804-2408)

<sup>5</sup> Assistant Professor, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Medicine, Department of Neurology,

[drbcigdem@gmail.com](mailto:drbcigdem@gmail.com)  Orcid ID: [0000-0003-4941-9497](https://orcid.org/0000-0003-4941-9497)

<sup>6</sup> Professor, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Medicine, Department of Neurology, [suattopaktas@gmail.com](mailto:suattopaktas@gmail.com)

 Orcid ID: [0000-0002-4463-3366](https://orcid.org/0000-0002-4463-3366)



Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

whereas the moods of the participants before listening music were assessed using the Profile of Mood States (POMS) scale. Finally, The Geneva Emotional Music Scales (GEMS) was used to assess the potential emotions and mood state to appear after listening music. All music samples used in the study (one cheerful and one sad per participant) were chosen by the relevant participant. The conversion of the samples recorded at 440 Hz tuning frequency, to 432 Hz was carried out with a Max/MSP patch designed specifically for the study. The findings of the study show that the cheerful and sad music tuned to different frequency levels (432 Hz vs. 440 Hz) do not induce significant variation in sympathetic and parasympathetic activation levels. However, regardless of the tuning, the participants who listened cheerful music reported higher levels of relaxation after listening. Moreover, again regardless of the tuning, according to GEMS results, the participants experienced higher levels of sublimity compared to unease, and also higher levels of unease compared to vitality. The analysis regarding cheerful music, in turn, found that the participants, this time, experienced higher levels of vitality compared to sublimity, and higher levels of sublimity compared to unease. In the most comprehensive analysis with no reference to the cheerful or sad character of the sample, the participants who listened 440 Hz pieces reported rather negative mood after listening music compared to the participants who listened 432 Hz pieces. Moreover, men were observed to report even higher levels of negative mood after listening 440 Hz pieces, compared to their mood after listening 432 Hz pieces. All the findings thus reached imply that different tunes lead to variation in reported moods, even though they do not bring about changes in sympathetic and parasympathetic activation levels.

**Keywords:** Emotion, mood, frequencies, 432 Hz vs. 440 Hz, music, autonomic nervous system.

[\(Extended English summary is at the end of this document\)](#)

Durumu Profili Ölçeği (POMS) ve müzik dinleme sonrası oluşan muhtemel duyguları değerlendirmek için Cenova Duygu Müzik Ölçeği (GEMS) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bütün müzik örnekleri (bir neşeli, bir hüzünlü) her bir katılımcının kendisi tarafından belirlenmiştir. 440 Hz akort frekansına göre kaydedilmiş örneklerin 432 Hz frekansa dönüştürülmesi çalışmaya özgü geliştirilmiş bir Max/MSP patch uygulaması ile yapılmıştır. Bulgular, farklı frekanslara (432 Hz ve 440 Hz) göre dinlenen neşeli ve hüzünlü müziklerin, sempatik ve parasempatik aktivasyon düzeyleri arasında anlamlı bir fark yaratmadığını göstermiştir. Ancak akort türünden bağımsız olarak, neşeli müzik dinleyen katılımcılar müzik dinleme sonrası daha fazla gevşeme hissettiklerini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra katılımcıların, akort türünden bağımsız olarak GEMS ölçeğine göre hüzünlü müzik dinleme sonrası yücelik (sublimity) duygusunu canlılık (vitality) ve huzursuzluk (unease) duygusundan daha fazla hissettiği; huzursuzluk duygusunu ise canlılık duygusundan daha fazla hissettiği belirlenmiştir. Neşeli müzik için yapılan analiz sonucunda katılımcıların neşeli müzik dinleme sonrası canlılık duygusunu yücelik ve huzursuzluk duygularından daha fazla hissettiği; yücelik duygusunu ise huzursuzluk duygusundan daha fazla hissettiği görülmüştür. En genel değerlendirmede müzik türünden bağımsız olarak, 440 Hz ile müzik dinleyen katılımcıların 432 Hz ile müzik dinleyen katılımcılara göre müzik dinleme sonrası olumsuz duygu durumunun daha yüksek olduğu; ayrıca erkeklerin kadınlara göre 440 Hz müzikleri dinleme sonrası olumsuz duygu durumunun 432 Hz müzikleri dinleme sonrası olumsuz duygu durumundan daha yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen tüm bulgular akort türünün sempatik ve parasempatik aktivasyon düzeyleri arasında bir farklılaşma yaratmasa da duygu durumu üzerinde bir farklılaşmaya neden olduğunu ima etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Duygu, duygu durumu, frekanslar, 432 Hz'e karşı 440 Hz, müzik, otonom sinir sistemi.

## Giriş

Günümüz müzik dünyasında standart akort frekansı olarak kabul edilen A= 440 Hz 81 yıldır kullanılmaktadır. Bu akort sistemine göre akustik çalgılar piyanodaki Do4 oktavında yer alan “La” sesi referans alınarak akortlanır. Tarihsel olarak akustik çalgıların belirli bir frekansa göre akortlanması yüzyıllar boyunca birçok defa değişikliğe uğramış, modifiye-revize edilmiş ve sonuçta 20. yüzyılın ilk yarısında günümüz dünya standardı olan 440 Hz kabul edilmiştir. Aslında Rönesans'tan bu yana Avrupa'nın hemen her orkestra ve korosunda farklı akort frekanslarının kullanılması şaşırtıcı değildir. 15. Yüzyılın ilk yarısından sonra müziğin hızlı bir gelişim çizgisine

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

girmesi, tamperaman (equal) sistemin olgunlaşma süreci, müzik formlarının çeşitlenmesi, çalgıların çoğalması ve var olanların fizyolojik özelliklerinin gelişmesi vb. etkilerle besteciler ve müzisyenler zamanla toplu müzik icralarına daha çok yönelmişlerdir. Bu bağlamda özellikle 19. yüzyıldan sonra standart perde frekansı sürekli bir yükselme eğiliminde olmuştur. Cavanagh'a (2009) göre bu üç temel faktörün sonucudur: Bunlar, hızla gelişen büyük konser salonları ve opera evlerinin, orkestraların akort ayarlarını daha yoğun doruklar yaratmak için yükseltmesine olanak vermesi; teknolojik gelişmeler uzantısında telli çalgılar için daha iyi tellerin üretilmesi ve çalgı yapımcılarının ürünlerini satmak ve rakiplerini geçmek için çalgıları biraz daha yüksek perdeye akortlayarak parlak seslere ulaşma çabaları olarak sıralanabilir. Ancak zamanla, oda müziği, opera ve senfonik orkestra sayılarının artması dolayısıyla farklı akort ayarlarından oluşan bu çeşitlilik performans sanatçıları için çileden çıkaracak bir noktaya getirmiştir. 1877'de dönem opera sanatının en büyük temsilcilerinden Wagner'in Londra Senfoni'nin Albert Hall salonunda kullandığı akort perdesini çok yüksek bulduğu ve şarkıcıların bu perdeye göre performans sergilemesinin ne kadar zor olduğuyla ilgili şikâyet ettiği bilinmektedir. 1879'da ünlü soprano Adelina Patti, İngiltere'deki bir konserde orkestra akortu Fransız perde standardına (A = 435 Hz) ayarlanıncaya kadar sahneye çıkmayı reddetmiştir. Alexander J. Ellis (1880) aynı şehirde bulunan farklı kiliselerdeki orgların bile tamamen farklı standartlarda akortlandığını aktarmaktadır. Dahası 20. yüzyılın ilk çeyreğine gelindiğinde dünyanın en gelişmiş orkestralarına sahip Almanya'da, 1920'de Berlin Filarmoni 428 Hz, 1924'de 435 Hz, 1928'de Berlin Staatskapelle Korosu 444 Hz, yine 1935'de Berlin Filarmoni 445 Hz, 1943'de Städtisches Orkestrası 450 Hz gibi farklı frekansları standart olarak kullanmışlardır (Haynes, 2002). 1877'de ilk kayıt cihazı fonografin ve ardından radyonun icadı, sonrasında elektronik müziğin ortaya çıkması ve yeni deneysel akımlarla birlikte bestecilerin farklı setlerden oluşan akustik-elektronik çalgı gruplarına daha çok yönelmesi gibi gelişmeler, akustik-elektronik çalgı gruplarının birliğini sağlamak için evrensel bir perde standardı ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Böylece 1939 yılında, Londra'da düzenlenen 2. Uluslararası Akort Sesi Konferansında tamperaman sisteme bağlı bütün akustik-elektronik çalgıların standart akort değeri A = 440 Hz olarak kabul edilmiştir (Michels ve Vogel, 2013).

Son yıllarda frekansların insan fizyolojisi ve psikolojisi üzerindeki etkilerine yönelik yapılan çalışmalar giderek çeşitlenmektedir. Özellikle müzik terapisi kapsamında yapılan birçok çalışma, müziğin ve daha spesifik olarak frekansların klinik olan ve olmayan popülasyonlar üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Bunun yanı sıra yakın zamanlarda yapılan belirli tartışmalar, çalgı akortlarında kullanılan 440 Hz frekansın insan kulağı ve beyin fizyolojisine uygun olmadığı yönünde iddiaları ortaya çıkarmıştır. Bu iddialara göre çalgıların ilgili oktavındaki La sesi 432 Hz referans alınarak akortlanmalıdır. Örneğin 432 Hz akortu savunan müzisyenlere göre bu frekans, şarkıcılar için daha yumuşak ve iyi bir tonlama, daha nitelikli bir müzikalite, 440 Hz'e göre ürettiği harmoniklerin daha fazla duyulması ve bunun sonuçta daha dolgun bir tını oluşturması gibi farklılıklar yaratmaktadır ([https://archive.schillerinstitute.com/music/rev\\_verdituning.html](https://archive.schillerinstitute.com/music/rev_verdituning.html); <https://www.dolmetsch.com/musictheory27.htm#chartofpitch>).

Diğer yandan muhtemelen birçoğumuz, ezoterik maneviyat topluluklarının mistik veya kutsal tonu La'nın 432 Hz frekansa ayarlandığı zaman mucizeler yarattığına dair söylentileri duymuşuzdur. İnternet sitelerine bakılırsa bu fenomene yönelik birçok videoya kolaylıkla ulaşılacağı görülür. Bunlar arasında bazı savunucular tarafından dile getirilen doğadaki her şeyin saniyede 432 titreşimde bir temele sahip olduğu, 432 Hz'in sağlık üzerinde oluşturduğu mucizevi etkiler, 440 Hz'i yaygınlaştırmaya çalıştığı iddia edilen Joseph Goebbels liderliğindeki nazilerin yaptığı zihin kontrol deneyleri, antik medeniyetlerin bile bu frekansı binlerce yıl önce keşfetmiş olduğu ve mucizevi etkilerinden yararlandığı gibi çoğu gerçek dışı teoriler sıralanabilir. Bunlara ek olarak iddialar, La sesinin neden özellikle 432 Hz'e göre akortlanması gerektiğini savunurken dünya atmosferinin ürettiği manyetik dalgalanmaları (Schumann rezonansı) gerekçe göstermektedir. Schumann rezonansı yeryüzü ile iyonosfer tabakası arasında meydana gelen doğal titreşime verilen

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Aynı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

isimdir ve bu alanının frekans değerleri 7.83 Hz ile 14.3, 20.8, 27.3 ve 33.8 Hz aralıklarında oluşur. Örneğin 432 Hz savunucularından Crotti (2017), odağı maneviyat, meditasyon ve sağlık olan kitabında, frekansların insan davranışını hem olumlu hem olumsuz yönde etkileyebileceğinden bahsetmektedir. Crotti'ye göre Schumann rezonans değerine yakın 6 Hz'lik frekanslar depresyona neden olabilirken, 10 Hz'lik bir frekans saldırganlığa neden olabilir (s. 36-37). Kitapta ayrıca, epifiz bezlerini ve bunların insan vücudu üzerindeki etkilerini araştıran Norveç'li araştırmacı-müzişyen Ananda Bosman'ın çalışmalarından da bahsedilmektedir. Buna göre epifiz bezi saniyede 8 Hz'lik titreşime maruz kaldığında harekete geçerek yaşlanmayı geciktirici özellikler içeren hormonları salgılar ve uykuyu olumlu yönde etkiler (Crotti, 2017, akt. Palmblad, 2018). Yukarıda verilen örneklere benzer yaklaşımlara ve diğer tartışmalı iddialara belirli çalışmalardan rahatlıkla ulaşılabilir (Crotti, 2017; Masala ve Merolle, 2017; Renold, 2004).

İlgili bilimsel literatür incelendiğinde bu iki akort frekansı arasındaki farkları inceleyen sınırlı sayıda çalışmaya erişilmiştir. Calamassi ve Pomponi (2019) araştırmalarında iki farklı dinleme seansından oluşan bir müzik deneyi yapmıştır. Katılımcılar her 20 dakikalık oturumda aynı parçaları farklı frekanslarda (440 Hz ve 432 Hz) dinlemiştir. Ancak seanslar, katılımcılar 440 Hz ve 432 Hz'e ayarlanmış müziklerin frekans değerlerini bilmeden gözleri bağlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre 432 Hz akortla dinletilen müzik sonucunda, katılımcıların sistolik ve diyastolik kan basıncı değerlerinde hafif bir düşüş, kalp hızının ortalamasında belirgin bir düşüş (4.79 bpm,  $p = 0,05$ ) ve 440 Hz ile karşılaştırıldığında ortalama solunum hızı değerlerinde (1 r.a.,  $p = 0,06$ ) küçük bir düşüş gözlemlenmiştir. Katılımcılar genel olarak 432 Hz akortlu müziği dinledikleri seanslarda müzik dinlemeye daha çok odaklandıklarını ve memnun kaldıklarını ifade etmişlerdir. Bu veriler, 432 Hz'e ayarlanmış müziğin kalp hızını 440 Hz'e göre ayarlanmış müzikten daha fazla azaltabileceğini ima etmektedir. Araştırmacılar, deneyin daha büyük bir numune havuzuyla tekrarlanmasını ve daha fazla klinik parametreyi kapsayan randomize kontrollü çalışmaların başlatılmasını önermektedir.

Russo ve arkadaşları (2017), farelerle yapılan bir deneyde farklı frekanslara (432 Hz-440 Hz) göre ayarlanmış müziklerin hipotalamik nöronlarda Ghre ve NPY ekspresyonu üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmaya göre hipotalamus, nöropeptid (NPY) yoluyla gıda alımını indükleyen ve yeni bir peptid olan grelinin (Ghre) oreksijenik özelliklerini entegre ediyor gibi gözükmektedir. Ghre mideden salgılanan, ventral hipotalamusa etki ederek iştahı uyaran ve besin alımını kontrol eden bir hormondur. Oruç koşullarında kan dolaşımında dolaşır ve çevreden merkezi sinir sistemine açlık sinyali gönderir. Çalışmanın bulguları hayvanların vücut ağırlıklarının müzik tarafından etkilendiğini göstermiştir. Özellikle 440 Hz müziğe maruz kalan farelerin vücut ağırlığı artışının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılara göre bu bulgular, farklı müzikal frekansların gıda alımını modifiye ederek etkileyebileceği hipotezini güçlü bir şekilde desteklemektedir.

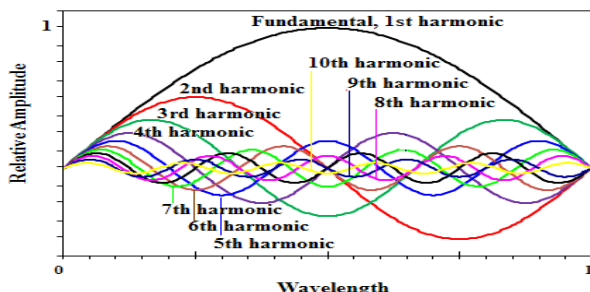
Anlaşılabacağı üzere konu hem çok bakir, hem de çok merak uyandırıcı boyutlara sahiptir. Bu araştırmada, A = 432 Hz akort frekansının mevcut standart A = 440 Hz ile karşılaştırıldığında daha üstün olup olmadığı ya da insan fizyolojisi için daha uygun olup olmadığı iddiaları araştırılacaktır. Müzişyen olmayan insanların kulağı tarafından algılanması kolay olmayan bu iki frekans değeri arasındaki fark (8 Hz) otonom sinir sisteminin verdiği tepkiler çerçevesinde karşılaştırılabilir. Bu noktada çalışmanın amacı, bu iki akorta göre ayarlanmış neşeli ve hüzünlü müziklerin ne tür duygusal tepkiler oluşturacağı, bu frekansların aynı müziklerle karşılaştırıldığı zaman duygu oluşumunda bir fark yaratıp yaratmayacağını belirlemektir. Bulgularda 432 Hz akort lehine bir fark çıkar ise bu özellikle müzik terapi uygulamaları ve yapılacak yeni araştırmalar için önemli bir veri olacaktır.

### **Frekans ve işitme fizyolojisi**

Frekanslar titreşimlerden oluşur. Titreşimler ise parçacıkların ileri geri hareketiyle meydana gelirler. Frekans bu titreşimlerin bir saniyedeki sayısıdır ve Hertz (Hz) ile gösterilir. Diğer bir deyişle, bir ses dalgasının pozitif ve negatif genlik döngüsünün tamamlanma hızına frekans denir (Huber ve

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

Runstein, 2010). Daha yüksek frekanslar sesin perdesinde artışa neden olurken, daha düşük frekanslar için tersi geçerlidir. Sesin rengini veren harmonikler (doğuşkanlar) frekansların genlik (amplitude) değerlerine göre belirlenir. Harmonik sıra temel (fundamental) sesin frekansının  $n$  sayılı katlarından oluşur. Aşağıdaki şekilde karmaşık bir sesin harmonik sırası ve dalga formları gösterilmektedir.

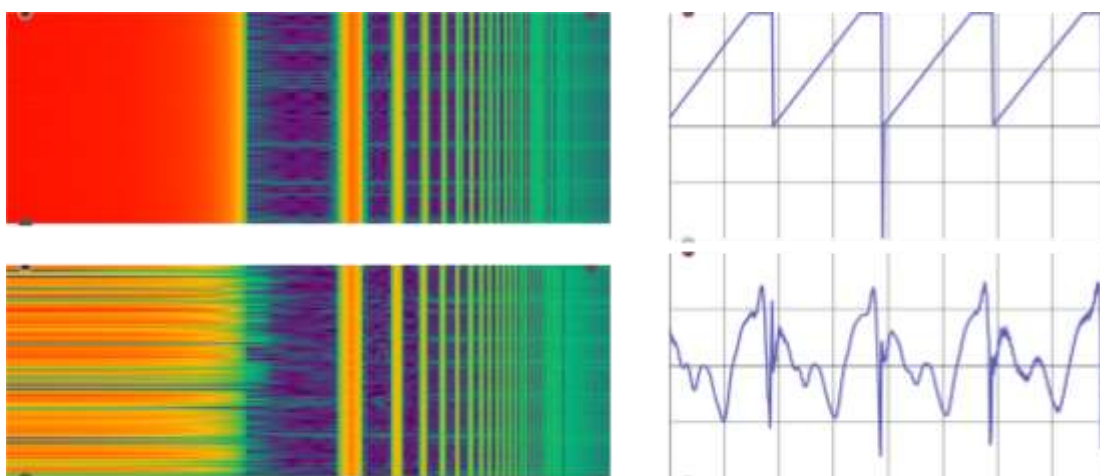


Şekil 1. Karmaşık sesin harmonik serisi.

Bu çalışmada kompleks seslerin frekansı (440 Hz) farklı bir frekans alanına (432 Hz) çekilerek dönüştürülmüştür. 440 Hz akort frekans değeri ile kaydedilmiş orijinal ses kayıtlarının 432 Hz akort frekans değerine kaydırılması aşamasında, monofonik ve polifonik ses sinyalleri ile kullanılabilen, örnekleme hızı dönüşümüne, çok kanallı ses işleme ve faz kilitlemesi işlemlerine imkân veren, gerçek zamanlı ZTX perde kaydırma (pitch shifting) API nesnesi entegrasyonu ile Max/MSP geliştirme ortamında patch dosyası geliştirilmiştir. ZTX perde kaydırma değeri, referans frekans değerinin bir faktörüdür ve hedef frekans değerinin ( $f_1$ ) referans frekans ( $f_R$ ) değerine oranıyla hesaplanır:

$$\text{Perde Kaydırma Faktörü} = \frac{f_1}{f_R} = \frac{432}{440} = 0,981818$$

Hesaplanan perde kaydırma faktörü değeri (PKFD), *pitchshift~* nesnesinin argüman değeri olarak belirlenerek testere dışı dalga üretici *phasor~* nesnesi ile kontrol edilmiştir. *phasor~* nesnesi ile yapılan 440 Hz (PKFD, 1.0) ve 432 Hz (PKFD, 0.981818) frekanslı sinyal örneklerinin logaritmik ölçekli sonogram görüntüleri sesin harmonik sırasının genlik değerlerini; *plot~* nesnesi her iki frekansın etki alanı noktalarına (401) ait verileri görselleştirmek için kullanılmıştır. Aşağıdaki görselde üst taraftaki grafikler 440 Hz frekanslı, alt taraftakiler 432 Hz frekanslı testere dışı dalganın sonogram ve *plot~* nesnesi veri grafiğidir.

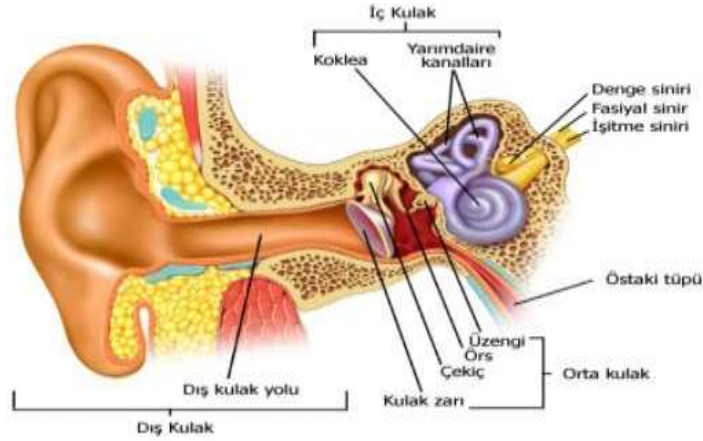


Şekil 2. 440 Hz ve 432 Hz frekansın sonogram ve *plot~* nesnesi veri grafiği.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

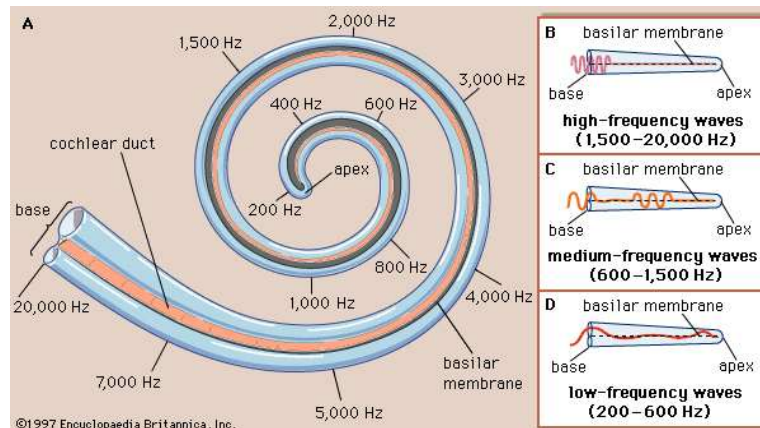
Şekil 2'deki grafiklerde, sol taraftaki sonogram görüntüsünde harmoniklerin genlik sıralaması değişmezken, faz kaymalarıyla karşılaşmakta; benzer bir biçimde sağ taraftaki grafiklerde *plot* nesnesinde frekans alanının kaymasından dolayı faz kaymalarının olduğu ve testere dışı dalganın osiloskop formunun bozulduğu gözlenmektedir.

Frekansların algılanması için ses kaynağı, iletici ortam ve bir alıcıya ihtiyaç vardır. İnsan ve hayvanlar için düşünüldüğünde bu alıcı işitme sistemidir. İşitme sistemi en basit tanımıyla içinde yaşadığımız çevreden gelen her türlü sesin kulak aracılığı ile beyne iletilmesi ve algılanıp anlamlandırılmasından oluşur. İnsan kulağı sesleri dış, orta ve iç kulak mekanizmalarının koordineli işlevleriyle beyne iletir.



Şekil 3. Dış, orta ve iç kulağın anatomisi.

Farklı karmaşık frekanslardan oluşan sesler hava yoluyla iç kulağın kokleasındaki baziler zara gider. Bu karmaşık frekanslar baziler zarın farklı yerlerinde titreşimlere neden olacaktır. Farklı frekansları duyabiliyoruz çünkü benzersiz frekansa sahip her bir ses dalgası baziler membran boyunca farklı bir konumla ilişkilidir (bkz. Şekil 4). Baziler membranda işlenen seslerin ya da ilgili frekansların bu uzamsal düzenlenmesi tonotopi olarak bilinir. Baziler zardaki kıl hücreleri titreşen ses dalgaları nedeniyle ileri geri hareket ettiğinde nörotransmitterleri serbest bırakır ve işitme sinirinde aksiyon potansiyellerinin oluşmasına neden olurlar. İşitme siniri daha sonra işitsel beyin sapındaki çok sayıda nöron kümesinde veya çekirdekte birkaç sinaps katmanına yol açar. Bu çekirdekler de tonotopik olarak düzenlenmiştir ve bu tonotopi genel olarak memelilerde birincil işitme korteksine kadar korunur (Arlinger, Elberling, Bak, Kofoed, Lebech ve Saermark, 1982; Dreyer ve Delgutte, 2006; Kandler, Clause, Amanda ve Noh, 2009).



Şekil 4. Koklea içindeki baziler membranda düşük, orta ve yüksek frekansların düzenlenmesi.

### Otonom Sinir Sistemi

İnsanlarda sinir sistemi, merkezi (kafatası ve omurga içindeki sinirler) ve periferik (omurga dışında bedendeki organlara giden sinirler) olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Periferik sistem yine istemli ve istemsiz sinirler olarak ikiye ayrılmıştır. İstemsiz ya da otonom olarak tanımlanan sistem ise sempatik ve parasempatik sinir sistemlerinden oluşur.

Sempatik ve parasempatik bölünme tipik olarak birbirine zıt olarak işlev görür. Ancak bu karşıtlık, doğası gereği daha çok tamamlayıcı olarak adlandırılır. Bir benzetme için, sempatik sistemi hızlandırıcı, parasempatik sistemi fren olarak düşünebiliriz. Sempatik sistem genellikle hızlı yanıtlar gerektiren eylemlerde çalışır. Parasempatik sistem anında tepki gerektirmeyen eylemlerle çalışır. Sempatik sistem genellikle "savaş ya da kaç" sistemi olarak kabul edilirken, parasempatik sistem genellikle "dinlen ve sindir" veya "beslenme ve üreme" sistemi olarak kabul edilir. Örneğin sempatik sistem aktive olduğunda kalp hızlanır, akciğer bronşları ve göz bebeği genişler, mide, pankreas ve safra kesesinin etkinliklerini, tükürük bezlerinin salgısını azaltır, nörotransmitterleri noradrenalindir. Diğer yandan parasempatik sistem aktive olduğunda kalp yavaşlar, bronşlar ve göz bebeği daralır, tükürük bezlerinin salgısı, pankreas, mide ve bağırsak aktivitesi artar, idrar kesesinin boşalmasını uyarır, nörotransmitterleri asetilkolindir. Kısaca her organda bir sempatik, bir parasempatik sinir bulunmaktadır. Bedenin herhangi bir durumda iç ya da dış etkenlerle uyarılması sonucu, sinir sistemi hipotalamus aracılığı ile devreye girmekte ve organların düzenini sağlamak üzere gerekli kimyasalların salgılanmasını sağlayan diğer sistemleri aktive etmektedir. Otonom sinir sisteminin kontrolünde bulunan bütün iç organ faaliyetleri hipotalamus tarafından yönetilir. Susuzluk, açlık/tokluk, vücut ısısı, kan basıncı, cinsel uyarım, korku, öfke, heyecan vb. duygular bunlar arasındadır. Bedensel bir tepki olarak herhangi bir duygu oluşumu söz konusu olduğunda, bu beyin mekanizmaları devreye girerek organlar arasındaki gerekli düzenlemeleri sağlar (Appenzeller, 2000; Schmidt ve Thews, 1989).

Kalp Hızı Değişkenliği (KHD), sempatik ve parasempatik sistemin kalp hızı üzerine olan etkilerini gösteren otonomik bir testtir. KHD'nin ölçümü sıklıkla iki yöntemle yapılmaktadır. Bunlardan birincisi zaman bazında (Time Domain) yapılan ölçümlerdir. Bu yöntem 24 saatlik EKG kayıtlarındaki normal atımlar arasındaki intervallerin analiz edilmesi esasına dayanır. İkinci yöntem ise frekans bazında yapılan ölçümlerdir. Bu yöntem kalp hızı sinyallerini frekanslarına ve yoğunluklarına göre ayırır. Bu ayırım için "Fourier" analizi veya otoregresif analiz kullanılır. Frekans bazında yapılan ölçümlerde beş dakikalık kayıta alınan EKG ya da nabız sinyali bilgisayara gönderilir. Uygun program ile sinyal burada sayısallaştırılır ve hesaplanan sinyal sayısından R-R interval takogramı denilen grafik elde edilir. Bu grafik, x sütununda sayı şeklinde tüm atımları, y sütununda her iki atım arasında -milisaniye olarak- süreyi gösterir. Bu takogram uygun matematiksel algoritmalar kullanılarak frekans verilerine çevrilir. Böylece toplam R-R interval değişiminin, frekansın fonksiyonu olarak dağılımı gösterilir. Bu frekans dağılımları şunlardır:

1. Toplam Güç (TP, Total power): Sempatik aktivite öncelikli katkıda bulunmak üzere tüm otonomik aktiviteyi yansıtır.

2. Düşük frekanslı güç (LF, Low Frequency Power): Frekans bandı 0,04-0,15 Hz'dir. Hem sempatik hem parasempatik etkiyi yansıtır. Genel olarak sempatik aktivitenin güçlü bir göstergesidir.

3. Yüksek frekanslı güç (HF, High Frequency Power): Frekans bandı 0,15-0,4 Hz'dir. Bu ölçüm parasempatik (vagal) aktiviteyi yansıtır.

4. Çok düşük frekanslı güç (VLF, Very Low Frequency Power): Frekans bandı 0,04 Hz'den düşüktür. Kısa dönem analizlerde fazla öneme sahip değildir çünkü bulunduğu bant anlamsız gürültü sinyalini yansıtır .

5. LF/HF (Low Frequency/High Frequency): Düşük ve yüksek frekans bantları arasındaki orandır. Sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki dengeyi gösterir.

Bu çalışmada hem nörofizyolojik hem psikolojik ölçümler alınacağı için yukarıdaki açıklamalar bağlamında belirlenen şu sorulara yanıt aranmıştır.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

1. 440 Hz ve 432 Hz neşeli ve hüzünlü müzik dinleme sonrasında Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerleri arasında bir farklılık oluşmakta mıdır?
2. Farklı akort frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) göre dinlenen neşeli ve hüzünlü müzik sonrasında bireylerin gevşeme düzeyleri farklılaşmakta mıdır?
3. Neşeli ve hüzünlü müzik dinledikten sonra hissedilen duygular (emotion) akort türüne göre farklılaşmakta mıdır?
4. Neşeli ve hüzünlü müzik dinledikten sonra hissedilen duygu durum (mood) akort türüne ve müzik türüne göre farklılaşmakta mıdır?

## Yöntem

### Örneklem

Araştırmaya Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Psikoloji Bölümünde okuyan 51 üniversite öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin 31'i (%60.8) kadın, 20'si (%39.2) erkektir. Katılımcıların genel yaş ortalaması 22.19 ( $S = 1.08$ , ranj = 20-25) olarak saptanmıştır.

### Veri Toplama Araçları

#### Kalp Hızı Değişkenliği

Araştırmada Kalp Hızı Değişkenliği ölçümleri BioTrace NeXus-4 ile gerçekleştirilmiştir. NeXus-4, biofeedback ve neurofeedback için giriş seviyesi bir sistemdir. Sistem iki kanala kadar EEG, EMG, EKG ve EOG sinyallerinin yanı sıra kalp atış hızı, bağıl kan akışı, cilt iletkenliği, solunum ve vücut ısısı ölçümlerinde çevresel sinyal sunar.

#### Cenova Duygu Müzik Ölçeği (GEMS)

Ölçek Zentner, Grandjean ve Scherer (2008) tarafından özellikle müzik-duygu araştırmalarında hissedilen-algılanan duyguları belirlemek ve bu duyguların bir sınıflandırmasını yapabilmek için geliştirilmiştir. Ölçekteki duygu sıfatları üç ana faktörle birlikte dokuz alt maddeden oluşmaktadır. Bu çalışmada, hissedilen-algılanan duyguları belirlemek için hayranlık, aşkınlık, hassasiyet, nostalji, sakinlik, güç, eğlendirici, gerilim ve üzüntü faktörleri kullanılmıştır. Üç anafaktörü (yücelik, canlılık ve huzursuzluk) oluşturan bu dokuz faktörün diğer alt faktörleri değerlendirme gücü nedeniyle uygulamaya dahil edilmemiştir. Ölçeğin Türkçe'ye ilk uyarlama çalışması Erdal (2015) tarafından yapılmış olup Cronbach alfa değeri .63 olarak bulunmuştur.

#### Duygu Durumları Profili Ölçeği (POMS)

Uzun formu 65 kısa formu 40 maddeden oluşan ölçek, ilk olarak McNair ve arkadaşları (1971) tarafından geliştirilmiştir. Duygu Durumları Profili Ölçeği bireylerin anlık duygu durumunun yedi alt bileşenini tanımlamaktadır. Bunlar yorgunluk-uyuşukluk, öfke-düşmanlık, dinçlik-hareketlilik, afallamak-şaşıklık, depresyon-üzüntü, gerginlik-endişe ve karışıklıktır. Her madde beş derece üzerinden puanlanmaktadır (1-hiç, 5-çok). Ölçek sadece alt boyut temelli kullanılabilir gibi Toplam Duygu Durum Bozukluğu (TDDB) puanı elde edilerek de kullanılabilir. TDDB, olumsuz duygu durumu temsil eden alt ölçeklerin toplam puanından (gerginlik, kızgınlık, yorgunluk, depresyon ve karışıklık), olumlu duygu durumu temsil eden (saygı ve enerji) alt ölçeklerin toplam puanının çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Ölçeğin ilk yetişkinlik dönemindeki gençler için uyarlama çalışması Kındap-Tepe ve Erdal (2019) tarafından yapılmış olup alt boyutlarının Cronbach alfa iç tutarlık katsayısı gerginlik alt boyutu için .82; kızgınlık alt boyutu için .83; yorgunluk alt boyutu için .89; depresyon alt boyutu için .89; saygı alt boyutu için .68; enerji alt boyutu .86; ve karışıklık alt boyutu için .74 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ölçeğin uzun formuyla aynı geçerliğe sahip 40 maddeden oluşan kısa formu uygulanmıştır.

#### Kullanılan müzik örnekleri ve frekans değerlerinin dönüştürülmesi

Araştırmada kullanılan her bir müzik örneği (neşeli ve hüzünlü) katılımcıların bizzat kendisi tarafından belirlenmiştir. Bunun nedeni, müziğin yaratacağı etkinin mümkün mertebe doğal bir yolla gerçekleşmesi beklentisidir. Diğer bir deyişle her katılımcı için kendi seçtiği örneğin belirlenme



Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

amacı, farklı akort frekanslarının sinir sistemi üzerinde yaratacağı etkilerin karşılaştırmasına doğal bir zemin oluşturacağını düşünülmesidir. Bu süreçten sonra belirlenen örnekler, Kalp Hızı Değişkenliği üzerine yapılacak ölçümler için ikişer dakika ile sınırlandırılarak kısaltılmış ve her bir katılımcı için klasörler oluşturulmuştur. 440 Hz akort frekansına göre kaydedilmiş örneklerin 432 Hz frekansa dönüştürülmesi Çelik (2019) tarafından geliştirilen Max/MSP patch uygulaması ile yapılmıştır (<http://serdarcelik.funfox.com.tr/transhertz.html>).

### İşlem

Araştırma kapsamında yapılan tüm uygulamalar Cumhuriyet Üniversitesi Müzik Anabilim Dalı Müzik Nöropsikoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak katılımcılara KHD ölçümü öncesinde gerekli açıklamalar yapılarak onam formu imzalatılmıştır. Bu aşamada katılımcılara istemedikleri takdirde uygulamanın herhangi bir aşamasında deneyden çekilebilecekleri ve diledikleri taktirde uygulama bittikten sonra kendilerinden elde edilmiş verileri kullandırma izninden vazgeçebilecekleri ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra katılımcılar, testten önceki 3 saat içerisinde herhangi bir şey yememiş ve yakın zamanda mesanesini boşaltmış olması gerektiği konusunda uyarılmıştır. Kalp hastalığı, diyabet ve otonom sinir sistemini etkileyen ilaç kullanımı olan gönüllüler araştırmaya dahil edilmemiştir.

Uygulamalara demografik soruların yanıtlanması ile başlanmıştır. Ardından katılımcıların o an içinde buldukları duygu durumunu değerlendirmek için Duygu Durumları Profili Ölçeğini doldurmaları istenmiştir. Daha sonra Kalp Hızı Değişkenliği'ne ait veriler müziksiz 2 dakika ve müzik dinlerken 2 dakika süresince, baş parmakdan transduser aracılığı ile alınan nabız sinyallerinin bilgisayara aktarılması yoluyla kayıt edilmiştir. Kalp Hızı Değişkenliği ölçümü tamamlanınca katılımcılara dinledikleri müzikten sonra ne düzeyde gevşedikleri ya da gerildikleri ve Cenova Duygu Müzik Ölçeğine göre ne tür duygular hissettikleri sorulmuştur.

Araştırmada ilk ölçümlerde katılımcıların yarısına 440 Hz hüzünlü müzik, diğer yarısına 432 Hz neşeli müzik dinletilmiştir. İkinci ölçümlerde bu defa katılımcıların yarısı önce 440 Hz neşeli müzik sonra 432 Hz hüzünlü müzik dinlemişlerdir. Sıralamanın bu şekilde alınmasının temel nedeni akort türünün öncelik sonralık etkisini sınırlamaktır. Böylelikle neşeli müzikten sonra hüzünlü ya da hüzünlü müzikten sonra neşeli müzik dinlemenin oluşturduğu etki sırası dengelenmeye çalışılmıştır. Uygulamalar loş ve sessiz bir ortamda gerçekleştirilmiş ve her bir uygulama ortalama 15 dakika sürmüştür.

### Bulgular

Bu bölümde araştırmada ele alınan sorulara yanıt vermek için bir dizi karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Bulguların veriliş sırasında araştırma sorularının sırası takip edilmiştir. Öncelikle akort ve müzik türünün Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili analizlere yer verilmiştir. Daha sonra akort frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) göre dinlenen neşeli ve hüzünlü müzik sonrasındaki gevşeme düzeyinin karşılaştırıldığı analizlere; son olarak hüzünlü ve neşeli müzik dinledikten sonra hissedilen yücelik, canlılık ve huzursuzluk puanlarının akort türüne (440 Hz ve 432 Hz) ve müzik türüne (hüzünlü ve neşeli) göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analiz Testi (ANOVA) sonuçlarına yer verilmiştir.

#### Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin karşılaştırılması

Araştırmanın bu bölümünde hüzünlü ve neşeli müzikleri dinleme öncesinde, dinleme sırasında ve dinleme sonrasındaki Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili bulgulara yer verilmiştir. 440 Hz ve 432 Hz hüzünlü ve neşeli müziklerin Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin (kalp hızı, LF, HF ve LF/HF) karşılaştırılması amacıyla bir dizi eşleştirilmiş gruplar için t testi yapılmıştır.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

#### 440 Hz ve 432 Hz hüzünlü müzik için Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin karşılaştırılması

Katılımcıların dinledikleri hüzünlü müzik akort frekanslarının (440 ve 432 Hz) Kalp Hızı Değişkenliği değerleri açısından farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla eşleştirilmiş gruplar için t testi yapılmış ve sonuçlar toplu olarak Tablo 1'de verilmiştir. Analiz sonucunda 432 Hz hüzünlü müzik dinlemeden önce, müzik dinlerken ve müzik dinledikten sonraki kalp hızının 440 Hz hüzünlü müzikten yüksek olduğu görülmüştür.

**Tablo 1**

*Katılımcıların 440 Hz ve 432 Hz Hüzünlü Müzikler Dinlerken Ortaya Çıkan Kalp Hızı Değişkenliği Değerlerinin Karşılaştırılması*

		Ort.	N	S	t
Çift 1	440 Hz hüzünlü müzik öncesindeki kalp hızı	80.18	52.00	9.87	-3.06***
	432 Hz hüzünlü müzik öncesindeki kalp hızı	85.64	52.00	11.47	
Çift 2	440 Hz hüzünlü müzik öncesindeki LF	52.58	52.00	11.95	.25
	432 Hz hüzünlü müzik öncesindeki LF	52.20	52.00	11.99	
Çift 3	440 Hz hüzünlü müzik öncesindeki HF	37.37	52.00	9.79	1.91
	432 Hz hüzünlü müzik öncesindeki HF	35.32	52.00	11.01	
Çift 4	440 Hz hüzünlü müzik öncesindeki LF/HF	2.20	52.00	1.03	-1.77
	432 Hz hüzünlü müzik öncesindeki LF/HF	2.49	52.00	1.44	
Çift 1	440 Hz hüzünlü müzik sırasındaki kalp hızı	82.60	52.00	9.83	-2.54**
	432 Hz hüzünlü müzik sırasındaki kalp hızı	87.09	52.00	10.42	
Çift 2	440 Hz hüzünlü müzik sırasındaki LF	51.58	52.00	15.86	.15
	432 Hz hüzünlü müzik sırasındaki LF	51.28	52.00	15.63	
Çift 3	440 Hz hüzünlü müzik sırasındaki HF	36.14	52.00	13.33	.39
	432 Hz hüzünlü müzik sırasındaki HF	35.57	52.00	14.22	
Çift 4	440 Hz hüzünlü müzik sırasındaki LF/HF	2.71	52.00	2.31	-.63
	432 Hz hüzünlü müzik sırasındaki LF/HF	2.90	52.00	2.50	
Çift 1	440 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki kalp hızı	82.71	52.00	9.47	-2.36**
	432 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki kalp hızı	86.62	52.00	10.19	
Çift 2	440 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki LF	51.90	52.00	14.94	.07
	432 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki LF	51.75	52.00	16.86	
Çift 3	440 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki HF	35.97	52.00	14.48	.23
	432 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki HF	35.57	52.00	15.56	
Çift 4	440 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki LF/HF	2.70	52.00	2.10	-1.09
	432 Hz hüzünlü müzik sonrasındaki LF/HF	2.99	52.00	2.36	

#### 440 Hz ve 432 Hz neşeli müzik için Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerinin karşılaştırılması

Katılımcıların dinledikleri neşeli müziğin akort frekanslarının (440 Hz ve 432 Hz) Kalp Hızı Değişkenliği değerleri açısından farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş gruplar için t testi sonucu toplu olarak Tablo 2'de verilmiştir. Analiz sonucunda 432 Hz neşeli ve 440 Hz neşeli müzik arasında ortalamalar arası bir fark elde edilmemiştir.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

**Tablo 2**

*Katılımcıların 440 Hz ve 432 Hz Neşeli Müzikler Dinlerken Ortaya Çıkan Kalp Hızı Değişkenliği Değerlerinin Karşılaştırılması*

		Ort.	N	S	t
Çift 1	440 Hz neşeli müzik öncesindeki kalp hızı	81.44	52.00	11.70	-1.77
	432 Hz neşeli müzik öncesindeki kalp hızı	84.02	52.00	12.62	
Çift 2	440 Hz neşeli müzik öncesindeki LF	51.21	52.00	14.15	-.79
	432 Hz neşeli müzik öncesindeki LF	52.47	52.00	11.55	
Çift 3	440 Hz neşeli müzik öncesindeki HF	36.74	52.00	11.36	.87
	432 Hz neşeli müzik öncesindeki HF	35.54	52.00	9.28	
Çift 4	440 Hz neşeli müzik öncesindeki LF/HF	2.22	52.00	1.20	-.92
	432 Hz neşeli müzik öncesindeki LF/HF	2.42	52.00	1.44	
Çift 1	440 Hz neşeli müzik sırasındaki kalp hızı	84.25	52.00	11.48	-.97
	432 Hz neşeli müzik sırasındaki kalp hızı	85.63	52.00	11.89	
Çift 2	440 Hz neşeli müzik sırasındaki LF	52.25	52.00	17.78	-.19
	432 Hz neşeli müzik sırasındaki LF	52.62	52.00	15.67	
Çift 3	440 Hz neşeli müzik sırasındaki HF	34.61	52.00	14.43	.75
	432 Hz neşeli müzik sırasındaki HF	33.56	52.00	12.87	
Çift 4	440 Hz neşeli müzik sırasındaki LF/HF	3.02	52.00	2.36	.89
	432 Hz neşeli müzik sırasındaki LF/HF	2.81	52.00	1.86	
Çift 1	440 Hz neşeli müzik sonrasındaki kalp hızı	84.41	52.00	11.38	-.93
	432 Hz neşeli müzik sonrasındaki kalp hızı	85.79	52.00	11.56	
Çift 2	440 Hz neşeli müzik sonrasındaki LF	52.79	52.00	17.49	-.54
	432 Hz neşeli müzik sonrasındaki LF	53.88	52.00	13.83	
Çift 3	440 Hz neşeli müzik sonrasındaki HF	33.74	52.00	14.60	.16
	432 Hz neşeli müzik sonrasındaki HF	33.46	52.00	12.79	
Çift 4	440 Hz neşeli müzik sonrasındaki LF/HF	2.90	52.00	2.41	-.42
	432 Hz neşeli müzik sonrasındaki LF/HF	3.02	52.00	2.15	

### **Akort frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) göre dinlenen neşeli müzik ve hüzünlü müzik sonrasındaki gevşeme düzeyinin karşılaştırılması**

Katılımcıların dinlediği müzikten ne düzeyde etkilendiğini belirleyebilmek için “dinlediğiniz müzikten sonra ne düzeyde gevşemiş hissettiniz?” sorusunu 7 dereceli bir ölçek üzerinden puanlamaları istenmiştir (1- hiç gevşemedim, 7-çok gevşedim). Akort frekanslarına göre neşeli ve hüzünlü müzik türünün yaratmış olduğu gevşeme düzeyinin birbirinden farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için 2 (neşeli ve hüzünlü müzik) X 2 (440 Hz ve 432 Hz) tekrarlı ölçümler için ANOVA yapılmıştır. Analiz sonucunda müzik türü [ $F(1, 50) = 5.18, p < .05, \text{Eta}^2 = .09$ ] temel etkisinin anlamlı olduğu, buna karşı akort [ $F(1, 50) = .40, p > .05, \text{Eta}^2 = .01$ ] temel etkisinin ve müzik türü akort etkileşim etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür [ $F(1, 50) = .29, p > .05, \text{Eta}^2 = .01$ ]. Sonuçta akort türünden bağımsız olarak neşeli müzik dinleyen katılımcıların dinleme sonrası daha fazla gevşeme puanı bildirdikleri görülmüştür (Tablo 3).

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

**Tablo 3**

*Akort Frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) Göre Dinlenen Neşeli ve Hüzünlü Müzik Sonrası Gevşeme Skorlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

Değişkenler	Ort.	S
432 neşeli müzik gevşeme	4.76	1.33
432 hüzünlü müzik gevşeme	4.33	1.38
440 neşeli müzik gevşeme	4.92	1.32
440 hüzünlü müzik gevşeme	4.37	1.49

### Müzik dinledikten sonra hissedilen duyguların akort türüne ve müzik türüne göre karşılaştırılması

Çalışmada Cenova Duygu Müzik Ölçeğinin *yücelik* (*sublimity* -hayranlık, aşkınlık, hassasiyet, nostalji ve sakinlik alt boyutlarından oluşmaktadır), *canlılık* (*vitality* -güç ve enerji alt boyutlarından oluşmaktadır) ve *huzursuzluk* (*unease* -gerilim ve üzüntü alt boyutlarından oluşmaktadır) ana faktörleri kullanılmıştır. Katılımcılardan hüzünlü ve neşeli müzikleri dinledikten sonra hissettikleri duyguları Cenova Duygu Müzik Ölçeğine göre (1- hiç hissetmedim, 5- pek çok hissettim) değerlendirmeleri istenmiştir. Bu bölümde hüzünlü ve neşeli müzik dinledikten sonra hissedilen yücelik, canlılık ve huzursuzluk duygu puanlarının akort türüne (440 Hz ve 432 Hz) göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla hüzünlü ve neşeli müzik için ayrı ayrı olmak üzere 3 (duygu türü) X2 (akort) Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analiz Testi (ANOVA) yapılmıştır. Hüzünlü müzik için yapılan analiz sonucunda duygu türü  $[F(2, 49) = 134.63, p < .001, \text{Eta}^2 = .84]$  temel etkisinin anlamlı olduğu; buna karşı akort  $[F(1, 50) = .05, p > .05, \text{Eta}^2 = .01]$  temel etkisinin ve duygu türü akort etkileşim etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür  $[F(2, 49) = .48, p > .05, \text{Eta}^2 = .01]$ . Sonuçta akort türünden bağımsız olarak katılımcıların hüzünlü müzik dinleme sonrası yücelik duygusunu canlılık ve huzursuzluk duygularından daha fazla hissettiği; huzursuzluk duygusunu ise canlılık duygusundan daha fazla hissettiği görülmüştür (Tablo 4).

**Tablo 4**

*Akort Frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) Göre Dinlenen Hüzünlü Müzik Sonrası Duygu Skorlarının Cenova Ölçeğine Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

Değişkenler	Ort.	S
Yücelik alt boyutu 440 Hz	3.03	0.89
Yücelik alt boyutu 432 Hz	3.07	0.89
Canlılık alt boyutu 440 Hz	1.49	0.71
Canlılık alt boyutu 432 Hz	1.42	0.50
Huzursuzluk alt boyutu 440 Hz	2.49	0.85
Huzursuzluk alt boyutu 432 Hz	2.47	0.91

Neşeli müzik için yapılan analiz sonucunda duygu türü  $[F(2, 49) = 196.57, p < .001, \text{Eta}^2 = .80]$  temel etkisinin ve duygu türü ve akort etkileşim etkisinin anlamlı olduğu  $[F(2, 49) = 3.49, p < .05, \text{Eta}^2 = .12]$ ; buna karşı akort temel etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür  $[F(1, 50) = .76, p > .05, \text{Eta}^2 = .01]$ . Sonuçta neşeli müzik dinleyen katılımcıların dinleme sonrası canlılık duygusunu yücelik ve huzursuzluk duygularından daha fazla hissettikleri; yücelik duygusunu ise huzursuzluk duygusundan daha fazla hissettikleri görülmüştür (Tablo 5). Yapılan ileri karşılaştırmalarda neşeli müzikten sonraki duygu türü ve akort türüne göre ortalamaların birbirinden farklılaşmadığı görülmüştür.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

**Tablo 5**

*Akort Frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) Göre Dinlenen Neşeli Müzik Sonrası Duygu Skorlarının Cenova Ölçeğine Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

Değişkenler	Ort.	S
Yücelik alt boyutu 440 Hz	2.80	0.76
Yücelik alt boyutu 432 Hz	2.94	0.81
Canlılık alt boyutu 440 Hz	3.60	1.02
Canlılık alt boyutu 432 Hz	3.42	0.97
Huzursuzluk alt boyutu 440 Hz	1.07	0.26
Huzursuzluk alt boyutu 432 Hz	1.15	0.29

### **Müzik dinledikten sonra hissedilen duygu durumunun akort türüne ve müzik türüne göre karşılaştırılması**

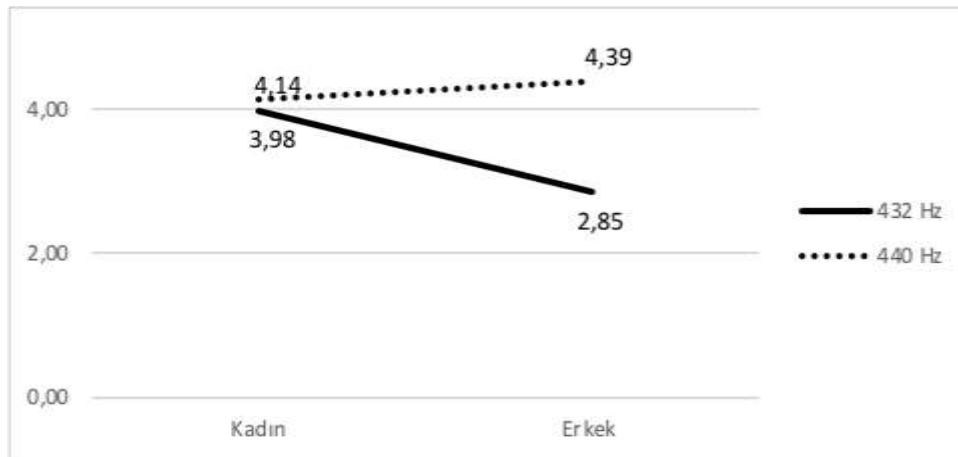
Müzik dinledikten sonra hissedilen duygu durumunun akort frekanslarına göre dinlenen neşeli ve hüzünlü müzik türüne göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için 2 (cinsiyet) X 2 (neşeli müzik ve hüzünlü müzik) X 2 (440 Hz ve 432 Hz) son faktörde tekrarlı ölçümler için ANOVA yapılmıştır (Tablo 6). Analiz sonucunda akort türü temel etkisinin [ $F(1, 49) = 7.48, p < .05, \text{Eta}^2 = .13$ ] ve akort cinsiyet ortak etkisinin anlamlı olduğu [ $F(1, 49) = 4.92, p < .05, \text{Eta}^2 = .09$ ]; buna karşı müzik türü [ $F(1, 49) = .01, p > .05, \text{Eta}^2 = .01$ ] temel etkisinin, müzik cinsiyet ortak etkisinin [ $F(1, 49) = .45, p > .05, \text{Eta}^2 = .01$ ] ve akort, müzik türü ve cinsiyet ortak etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür [ $F(1, 50) = 1.17, p > .05, \text{Eta}^2 = .01$ ]. Sonuçta müzik türünden bağımsız olarak, 440 Hz ile müzik dinleyen katılımcıların 432 Hz ile müzik dinleyen katılımcılara göre müzik dinleme sonrası olumsuz duygu durumunun daha yüksek olduğu; ayrıca erkeklerin kadınlara göre 440 Hz müzik dinleme sonrası olumsuz duygu durumunun 432 Hz müzik dinleme sonrası olumsuz duygu durumundan daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 5).

**Tablo 6**

*Akort Frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) Göre Dinlenen Neşeli Ve Hüzünlü Müzik Sonrası Olumsuz Duygu Durum Skorlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

	Cinsiyet	Ort	S	N
432 Hz Hüzünlü	Kadın	4.25	4.59	31.00
	Erkek	2.97	4.39	20.00
	Toplam	3.75	4.51	51.00
440 Hz Hüzünlü	Kadın	3.63	3.79	31.00
	Erkek	4.48	3.49	20.00
	Toplam	3.96	3.66	51.00
432 Hz Neşeli	Kadın	3.72	3.54	31.00
	Erkek	2.73	4.36	20.00
	Toplam	3.33	3.87	51.00
440 Hz Neşeli	Kadın	4.66	3.47	31.00
	Erkek	4.31	5.78	20.00
	Toplam	4.52	4.46	51.00

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)



Şekil 5. Akort türü ve cinsiyet ortak etkisi sonuçları

### Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, 432 Hz ve 440 Hz frekanslarına göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müziklerin insanlar üzerinde yarattığı etkiler Kalp Hızı Değişkenliği (KHD), hissedilen duygular ve duygu durumu gibi değişkenler çerçevesinde incelenmiştir. Müzik dinleme sürecinde yaptığımız fizyolojik ölçümler, farklı frekans değerlerinin sempatik ve parasempatik aktivasyon düzeyleri arasında istatistiksel bir fark yaratmadığını göstermektedir. Ancak bu, katılımcıların müzikten, frekans değerlerinden ya da duygu durumu yönünden hiç etkilenmediği anlamına da gelmemektedir. Araştırma sorularına yönelik belirli değişkenler arasında anlamlı istatistiksel farklar ortaya çıkmıştır.

İlk olarak analizlere göre, 432 Hz hüzünlü müzik dinlemeden önce, müzik dinlerken ve müzik dinledikten sonraki kalp hızı değerlerinin, 440 Hz hüzünlü müziklerin dinlendiği zamanlarda ortaya çıkan kalp hızı değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Burada yerli gelmişken kalp hızı (nabız) ve Kalp Hızı Değişkenliği değerlerinin aynı şeyler olmadığını vurgulamak gerekir. Kalp hızı ya da nabız, kalbin bir dakika içindeki atım sayısı iken, KHD otonom sinir sisteminin etkinliğini gösteren değerlere (LF düşük frekans, HF yüksek frekans ve LF/HF) işaret etmektedir. Dolayısıyla bu bulgu çerçevesinde dikkat edilmesi gereken nokta, nabız değerlerinin müzik dinleme öncesinde yüksek olmasıdır. Müzik dinleme sırasında ya da müzik dinledikten kısa bir süre sonraki değerlerin yüksekliği müziğin uyarıcı özelliklerine bağlanabilir. Buna karşı müzik dinleme öncesi nabız değerlerinin yüksekliği ancak iki temel yaklaşımla açıklanabilir gözükmektedir. Bunlardan ilki katılımcıların deney öncesi, tesadüfî bir şekilde o gün içinde buldukları duygu durumuyla ilişkili olabilir. Diğer bir deyişle, güne nasıl başladığı ya da deney sürecine kadar günün yaşanma şekli nabız değerlerini etkilemiş olabilir. Örneğin deneylerin yapıldığı gün içinde yaşanan fiziki hareketlilik doğal olarak nabız değerlerinin yükselmesini sağlayacaktır. 432 Hz müzik dinleme öncesi nabız ortalamasının yüksek olmasına bir diğer muhtemel neden, 432 Hz müzik için yapılan ölçümlerin olduğu gün çekimlere öncelikle neşeli müziklerle başlanması olabilir. Bu bağlamda neşe, coşku, enerji vb. bir duygu yaratan müziğin öncelikle dinlenmesi kalp hızı değerlerini yükseltmiş olabilir. Ancak çalışmada müzik türlerinin birbiri üzerinde yaratacağı bu etki taşınmasına bir önlem olarak, ilk ölçümlerde katılımcıların yarısı önce 440 Hz hüzünlü müzik, diğer yarısı 432 Hz neşeli müzik; ikinci ölçümlerde bu defa katılımcıların yarısı önce 440 Hz neşeli müzik sonra 432 Hz hüzünlü müzik dinlemiştir. Veri toplama süreci tek bir gün içinde tamamlanmadığı yani ölçümler farklı zamanlarda yapıldığı için bu durum neşeli müzik dinledikten sonra duygu taşması etkisinin daha düşük bir ihtimal olabileceğini düşündürmektedir. Dahası analizler sonucunda 432 Hz neşeli ve 440 Hz neşeli müziklerin ortalamaları arasında bir fark elde edilmemiştir. Eğer bir duygu taşması söz konusu olsaydı, önce hüzünlü müziklerle başlayan ölçümler sonrası iki farklı frekansta dinlenen neşeli müzik

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofzyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

değerleri arasında da bir fark bulunması gerekirdi. Böylece bu durum, hüzünlü müziklerin neşeli müziklere göre daha uyarıcı olduğunu gösteren çalışmalarla (Gabrielsson ve Lindström, 1993; Huron, 2011; Panksepp, 1995) tutarlı bir bütün oluşturabilir ve mantıksal ilişkilendirme için bir zemin yaratabilirdi. Diğer yandan Calamassi ve Pomponi'nin (2019) bulguları, 432 Hz müziğin kalp hızını 440 Hz müzikten daha fazla düşürdüğünü göstermiştir. Ancak Calamassi ve Pomponi'nin çalışması bir meditasyon etkinliğinde 20 dakikalık tek tip müzik örneğiyle gerçekleştirilmiştir. Müziğin hem gözleri bağlı ve dingin bir pozisyonda dinlenmesi, hem de hangi frekans örneğinin önce dinletildiği gibi etkenler bu sonucun ortaya çıkmasındaki temel nedenler olabilir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda 432 Hz müzik dinleme öncesi kalp hızı değerlerinin yüksek olması Calamassi ve Pomponi'nin sonuçlarıyla bir karşılaştırma yapmaya fırsat vermemektedir.

Bireylerin gevşeme düzeylerinin, farklı akort frekanslarına (440 Hz ve 432 Hz) göre dinlenen neşeli ve hüzünlü müzikler sonrasında değişip değişmediği sorusuna yönelik yapılan analiz sonucunda, akort türünden bağımsız olarak, neşeli müzik dinleyen katılımcıların dinleme sonrası daha fazla gevşeme hissettikleri belirlenmiştir. Bu bulgu, pozitif enerji ya da coşku yaratan bir duygulanma sonrası hissedilen gevşemenin, gerilim-çözülüm etkisiyle açıklanabileceğini göstermektedir. Nörolojik olarak neşeli ya da hüzünlü bir müzik dinleme sonrası normalden fazla bir coşku/mutluluk ya da gerilim/üzüntü hissetmek, sempatovagal dengeyi sempatik sistem lehine çevirebilir. Dolayısıyla sempatik aktivasyonun ardından parasempatik sistemin devreye girmesinin vücutta bir gevşeme etkisi, bir dengelenme yarattığı düşünülebilir.

Araştırmanın bir diğer sorusu, neşeli ve hüzünlü müzik dinledikten sonra hissedilen duyguların akort türüne göre farklılaşıp farklılaşmadığına odaklanmıştır. Neşeli ve hüzünlü müzik için yapılan analizler sonucunda, hüzünlü müzikte duygu türü temel etkisinin anlamlı olduğu, buna karşı akort temel etkisinin ve müzik türü-akort etkileşim etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Yani akort türünden bağımsız olarak, katılımcıların GEMS ölçeğine göre hüzünlü müzik dinleme sonrası yücelik duygusunu canlılık ve huzursuzluk duygularından daha fazla hissettiği; huzursuzluk duygusunu ise canlılık duygusundan daha fazla hissettiği belirlenmiştir. Buna ek olarak katılımcılar neşeli müzik dinleme sonrası canlılık duygusunu yücelik ve huzursuzluk duygularından daha fazla; yücelik duygusunu ise huzursuzluk duygusundan daha fazla hissetmişlerdir. Bu noktada genel bir karşılaştırmayla hem neşeli hem hüzünlü müziklerin temelde pozitif duygular yarattığı söylenebilir. Sonuçta hüzünlü müzikler bir huzursuzluk yaratmıştır ancak bu pozitif bir duygu olan yücelik duygusundan daha yüksek değildir. Bu bulgu katılımcıların hüzünlü müzikler dinlerken aynı zamanda pozitif duygular yaşadığını da ima etmektedir ve literatürdeki belirli bulgularla oldukça tutarlıdır (Kawakami ve ark., 2013; Lamont, 2011; Mori ve Iwanaga, 2013; Taruffi ve Koelsch, 2013; Vuoskoski, ve ark., 2012). Gabrielsson ve Lindström'e (1993) göre en yoğun ve en güzel müziksel deneyimler hüzünlü müziklerle yaşanmaktadır. İlişkili bir şekilde Huron (2011) gerçekleştirdiği bir araştırma sonucuna göre hüzün içeren müziklerden alınan hazzın süt ve stress hormonu olarak bilinen prolaktinle ilişkili olabileceğini öne sürmüştür. Elde ettiği sonuçlara göre yüksek prolaktin seviyesi hüzünden haz almayla ilişkilendirirken, düşük prolaktin seviyesi hüzünden hoşnutsuz olmayla ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada katılımcıların prolaktin değerleri ölçülmemiştir. Ancak hüzünlü müzik sonrası, yüceliğin huzursuzluk duygusundan daha fazla hissedilmesi katılımcıların prolaktin hormonu değerlerinin yükselmiş olabileceğine işaret etmektedir. Bu bulgunun daha sonraki araştırmalarda doğrulanması gerekmektedir.

Araştırmanın son sorusuna -müzik dinledikten sonra hissedilen duygu durum akort türüne ve müzik türüne göre farklılaşmakta mıdır?- yanıt bulmak için yapılan analiz sonucunda, müzik türünden bağımsız olarak, 440 Hz ile müzik dinleyen katılımcıların 432 Hz müzik dinleyen katılımcılara göre müzik dinleme sonrası olumsuz duygu durumunun daha yüksek olduğu; cinsiyet açısından erkeklerin 440 Hz müzik dinleme sonrasındaki olumsuz duygu durumunun kadınlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonucun araştırmadaki en dikkat çekici bulgu olduğu söylenebilir. Nitekim araştırmanın temel amacı, farklı akort frekanslarının duygusal etki boyutunda

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

bir fark yaratıp yaratmadığını değerlendirmektir. Genel değerlendirmede 432 Hz müziklerin (hüzünlü ve neşeli) 440 Hz müziklere göre dinleme sonrası daha olumlu bir duygu durumu oluşturduğu görülmektedir. Bu bulgu tek başına konunun daha fazla araştırılması gerektiğini kanıtlamaktadır. Diğer yandan cinsiyet açısından erkekler yine 440 Hz müziklerden daha olumsuz etkilenmiştir. İlgili literatürde kadınların ve erkeklerin müzik kullanımları ve duygulanımları üzerine yapılan belirli araştırmalar, kadınların özellikle hüzünlü müziklerden daha az, erkeklerin ise daha olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Bu bulgu, Türkiye'de yapılan iki kapsamlı araştırmanın sonuçlarıyla oldukça tutarlıdır (Erdal ve Kındap Tepe, 2017; Erdal ve Kındap Tepe, 2021, Baskıda). Sonuç olarak hüzünlü ve neşeli müzikler 432 Hz frekansında dinlendiği zaman olumsuz duygu durum daha az oluşmuştur. Ancak bu noktada, ortaya çıkan bu etki farkının ilk araştırma sorusuna yönelik analizlerin gösterdiği gibi, 432 Hz müzikler dinlemeden önce ortaya çıkan yüksek kalp hızı değerleriyle mi, yoksa akort etkisi nedeniyle mi oluştuğunu destekleyebilecek ek veriler olmadığını vurgulamak önemlidir.

Bu çalışmanın en önemli sınırlılığı, kullanılan müzik örneklerinin 440 Hz'den 432 Hz'e dönüştürülürken dijital bir yazılımdan yararlanılmasıdır. Uzmanlara göre canlı kayıt yerine dijital yazılım kullanmanın önemli bir dezavantajı bulunmaktadır. Buna göre bir müzik örneğinin frekans değeri dijital yazılım ile dönüştürüldüğünde, ilk kayıta alınan orijinal akort perdesinin (440 Hz) tüm tel ve ses tansiyonu, ilişkili harmonikleri ve ses profili bozulmadan kalmaktadır. Diğer bir deyişle bir müzik kaydı gerçek çalgılarla yapıldığı zaman, çalınan gerçek enstrümanlar üzerindeki akortun değiştirilmesi (440 Hz ya da 432 Hz), aynı zamanda çalgıların (gitar, keman, bağlama vb.) üzerindeki örneğin ses tuşesine ve tele uygulanan gerilimi de değiştirmektedir. Böylelikle bu enstrümanlar tarafından üretilen seslerin harmonikleri (doğuşkanları) yani üst ton yapıları da değişmektedir. Aynı durum şarkı söylemek sözkonusu olduğunda ses teli gerginliği için de geçerlidir. Bu çalışmada müzik örneklerinin frekans değeri 432 Hz'e dönüştürülmüştür, fakat örneklerin ilk kayıta bulunan harmoniklerine müdahale edilememiştir. Çalışmanın böyle yürütülmesinin elbette temel bir nedeni vardır. Araştırmanın tasarımında, katılımcılardan özellikle kendilerini çok etkileyen bir neşeli bir hüzünlü müzik örneği belirlemeleri istenmiştir. Böylelikle müziğin yaratacağı duygusal etki bir anlamda garanti altına alınmış, sonrasında eğer var ise iki frekans değerinin otonom sinir sistemi üzerinde yaratabileceği olası farkları değerlendirmenin mümkün olacağı düşünülmüştür. Böyle bir deney için pratikte her bir katılımcının kendi seçtiği örneklerin (pop, caz, Türk müziği vb.), yani büyük çoğunluğu vokal/enstrümantal bileşime sahip olan kayıtların tek tek 432 Hz'e göre yapılması mümkün değildir. Bu bağlamda yeni yapılacak bir deneyin, akortları özellikle 440 Hz ve 432 Hz'e göre ayarlanan akustik çalgıların kullanıldığı müzik örnekleriyle tekrar edilmesi önerilebilir. İleriki araştırmalarda 432 Hz ve 440 Hz akort etkisinin aynı zamanda müzik eğitimi alan ve almayan gruplarla karşılaştırılmalı incelenmesi konuya yönelik tartışmalı noktaların açıklanmasına değerli katkılar sunacaktır.

Sonuç olarak bu araştırmanın sağladığı bütün veriler, şu an için 432 Hz akort frekansının 440 Hz'den üstün olduğunu kanıtlayabilecek nitelikte değildir. Akustik çalgıları alışılmış olandan (ki müzisyen olmayanlar bu farkı ne kadar algılamaktadır?) daha düşük bir frekans değerine ayarlamak muhtemelen çalgılara daha yumuşak bir ton verecektir. Ancak bir müzik eserinin iletmediği enerji (pozitif ya da negatif) özünde referans perdesinden çok hem müziğin kendi nitelikleri, hem de müziği bize ileten icracı ve yorumcuların bilinç, yetenek, farkındalık, özgünlük vb. özellikleriyle aktarılmaktadır. Bu nedenle bahsi geçen frekans değeri üzerine ortaya çıkmış tartışmaları bilimsel olarak açıklanabilir bir noktaya taşımak, bu konuya ilgi duyan maneviyat grupları ya da diğer insanlar için zaman kayıplarının oluşmasını azaltabilir.



Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

### Kaynakça

- Appenzeller, O. (2000). *The Autonomic Nervous System*. In: Handbok of Clinical Neurology. Eds: Vimnken PJ, Bryun GW. Elsevier. Amsterdam.
- Arlinger, S., Elberling, C., Bak, C., Kofoed, B., Lebech, J. & Saermark, K (1982). Cortical magnetic fields evoked by frequency glides of a continuous tone. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 54 (6), 642–53. doi:10.1016/0013-4694(82)90118-3.
- Calamassi, D., & Pomponi, G. P. (2019). Music tuned to 440 Hz versus 432 Hz and the health effects: A double-blind cross-over pilot study. *Explore*, 15, 283-290.
- Cavanagh, L. (2009). A brief history of the establishment of international standard pitch A = 440 hertz. [online] *Webzine about Audio and Music*.
- Crotti, E. (2017). *Integral 432 Hz Music – Awareness, Music and Meditation*. Lulu .com, s.36-37.
- Dreyer, A. & Delgutte, B. (2006). Phase Locking of Auditory-Nerve Fibers to the Envelopes of High-Frequency Sounds: Implications for Sound Localization. *Journal of Neurophysiology*, 96 (5), 2327–41. doi:10.1152/jn.00326.2006.
- Ellis, A. J. (1880). The History of Musical Pitch. *Nature*, 21, 550–554.
- Erdal, B. ve Kındap Tepe, Y. (2017). Ruh halinin içedönük ve dışadönüklerde tercih edilen müziğe etkisi ve müziğin uyandırdığı duygular üzerine bir araştırma. *The Journal of Academic Social Science*. 57, 54-75.
- Erdal ve Kındap Tepe, (2021). (Baskıda). Bireylerin duygu durumu, içedönük-dışadönük kişilik özelliği ve müzik tercihleri arasındaki ilişkiler.
- Gabrielsson, A., & Lindström, S. (1993). Strong Experiences Related to Music: A descriptive System. *Psychology of Music*, 7 (2), 157-217.
- Haynes, B. (2002). *A history of performing pitch: The story of 'A'*. Lanham: The Scarecrow Press.
- Huber, D. & Runstein, R. (2010). *Modern recording techniques*. 7th ed. Focal Press.
- Huron, D. (2011). Why is sad music pleasurable? A possible role for prolactin. *Musicae Scientiae*, 15(2), 146–158. doi: 10.1177/1029864911401171.
- Masala, D., & Merolle, V. (2017). The tuning fork and the " Soundtherapy ". *Senses Sci*. 4 (2) 365-370.
- Michels, U. ve Vogel, G. (2013). *Müzik Atlası*. ALFA Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Kandler, K., Clause, A., & Noh, J. (2009). Tonotopic reorganization of developing auditory brainstem circuits. *Nature Neuroscience*, 12 (6), 711–7. doi:10.1038/nn.2332.
- Kawakami, A., Furukawa, K., Katahira, K., & Okanoya, K. (2013). Sad music induces pleasant emotion. *Frontiers in Psychology*, doi: 10.3389/fpsyg.2013.00311
- Kındap Tepe, Y., & Erdal, B. (2019). Duygu durumları profili ölçeğinin yetişkin örnekleminde psikometrik özelliklerinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13, 69.
- Lamont, A. (2011). University students' strong experiences of music: Pleasure, engagement, and meaning. *Musicae Scientiae*, 15, 229–249.
- McNair, D.M., Lorr, M., & Droppleman, L.F. (1971). Manual for the Profile of Mood States. San Diego, CA: *Educational and Industrial Testing Services*.
- McNair, D.M., Lorr, M. & Droppleman, L.F. (1992). Revised Manual for the Profile of Mood States. San Diego, CA: *Educational and Industrial Testing Services*.
- Mori, K., & Iwanaga, M. (2013). Pleasure generated by sadness: Effect of sad lyrics on the emotions induced by happy music. *Psychology of Music*, 42, 643-652. doi: 10.1177/0305735613483667.
- Panksepp, J. (1995). The emotional sources of “chills” induced by music. *Music Perception*, 13, 171–207.
- Palmblad, S. (2018). *A = 432: A superior tuning or just a different intonation? How tuning standards affects emotional response, timbre and sound quality in music*. Lisans bitirme tezi, Medya Sanatları, Estetik ve Anlatımı, Skövde Üniversitesi, İsveç.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çiğdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

- Renold, M., (2004). *Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch C = a 128 Hz*; Temple Lodge.
- Russo, C., Russo, A., Gulino, R., Pellitteri, R., & Stanzani, S. (2017). Effects of different musical frequencies on NPY and Ghrelin secretion in the rat hypothalamus. *Brain Research Bulletin*, 132, 204–212.
- Schmidt, A., & Thews, G (1989). *Autonomic Nervous System*. In Janig, W (ed.). Human Physiology (2 ed.). New York, NY: Springer-Verlag. pp. 333–370.
- Taruffi, L., & Koelsch, S. (2013). The paradox of music-evoked sadness: An online survey. <http://plosone.org>, 9(10), e110490.
- Vuoskoski, J. K., Thompson, W. F., McIlwain, D., & Eerola, T. (2012). Who enjoys listening to sad music and why? *Music Perception*, 29, 311–317.
- Zentner, M., Gradjean, D., & Scherer, K. R. (2008). Emotions Evoked by the Sound of Music: Characterization, Classification, and Measurement. *American Psychological Association*, 8(4), 494–521. Doi: 10.1037/1528-3542.8.4.494.

### İnternet Kaynakça

[https://archive.schillerinstitute.com/music/rev\\_verdituning.html](https://archive.schillerinstitute.com/music/rev_verdituning.html)

son erişim: 10.12.2020

<https://www.dolmetsch.com/musictheory27.htm#chartofpitch>

son erişim: 10.12.2020

<http://serdarcelik.funfox.com.tr/transhertz.html>

son erişim: 10.12.2020

### Extended English Summary

Studies on the effect of frequencies on human physiology and psychology have been increasing in diversity in recent years. For instance, a significant number of studies on music therapy analyzed the effects of music in general and frequencies in particular, on clinical and non-clinical populations. More recently, a number of researchers came up with the claim that the 440 Hz frequency used in tuning instruments was not a good match for human ear or brain physiology. Some musicians argue that 432 Hz has a number of advantages over 440 Hz, claiming that the lower frequency figure enables a softer and better tone for the singers; a higher quality level can be achieved in terms of musicality; hearing of harmonics produced is facilitated, culminating in a more satisfactory tone overall [https://archive.schillerinstitute.com/music/rev\\_verdituning.html](https://archive.schillerinstitute.com/music/rev_verdituning.html); <https://www.dolmetsch.com/musictheory27.htm#chartofpitch>.

Furthermore, many people have probably heard on one occasion or another, that what the mystical or sacred note A represents for esoteric spiritual communities would simply bring about miracles when set to 432 Hz. A glance at the world wide web quickly reveals countless videos discussing this phenomenon. One would not need to spend much time before coming across rather strange theories voiced by radical video producers, claiming that everything on this world has, in its essence, an inclination towards 432 cycles per second, that 432 Hz has various miraculous effects on health, that Nazis led by Joseph Goebbels engaged in various mind control experiments in this context, and that even the civilizations of antiquity discovered and employed such effects millennia ago. Still others claim that the magnetic fluctuations of the earth's atmosphere (Schumann resonance = 7.83 Hz) requires tuning the note A to 432 Hz. For instance, an ardent advocate of 432 Hz, Crotti (2017) wrote in a book on spirituality, meditation and health, that frequencies can have positive as well as negative effects on human behavior. According to Crotti, frequency levels close to Schumann resonance, such as 6 Hz, can lead to depression, whereas frequency levels closer to 10Hz can induce aggressive behavior (pp. 36-37). References to the work of Norwegian researcher/musician Ananda Bosman, who reportedly studied the pineal gland and the effects on

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

human body, are also common. In this context, it is argued that when faced with a vibration at 8 Hz the pineal gland is activated and proceeds to release hormones to delay aging, and has a markedly positive effect on sleep (Crotti, 2017, quoted by Palmblad, 2018). Similar arguments and splashy claims are often found in writings of certain authors (Crotti, 2017; Masala & Merolle, 2017; Renold, 2004).

Against this background, the present study focuses on the question whether  $A = 432$  Hz tuning frequency is superior or a better match for human physiology, in comparison to the current standard of  $A = 440$  Hz. To do so, the responses of the autonomic nervous system in the face of this rather small difference between the two frequency levels, which is hard to notice for untrained ears, can be analyzed. At this junction, the study aims to assess the impact of cheerful and sad music tuned to these two frequency levels have on the emotional state of the listener, so as to understand if different frequency levels induce changes in emotions when played with a given type of music.

### Method

The study is carried out with a total of 51 individuals (31 women comprising 60.8% of the study group, and 20 men comprising 39.2% of the study group) who have not received music education. The average age of the participants is 22.19 ( $S = 1.08$ , range = 20-25). In the study, the activation levels of the autonomic nervous system were assessed using HRV, whereas the participants' emotions before listening music were assessed using the POMS scale. Finally, GEMS was used to assess potential emotions and mood to appear after listening music. All music samples used in the study (one cheerful and one sad per participant) were chosen by the relevant participant. The conversion of the samples recorded at 440 Hz tuning frequency, to 432 Hz was carried out with a Max/MSP patch designed specifically for the study.

### Conclusions

The findings of the study show that the cheerful and sad music tuned to different frequency levels (432 Hz vs. 440 Hz) do not lead to significant variation in sympathetic and parasympathetic activation levels. However, regardless of the tuning, the participants who listened cheerful music reported higher levels of relaxation after listening. Moreover, again regardless of the tuning, according to GEMS results, the participants experienced higher levels of sublimity compared to unease, and also higher levels of unease compared to vitality. The analysis regarding cheerful music, in turn, found that the participants, this time, experienced higher levels of vitality compared to sublimity, and higher levels of sublimity compared to unease. In the most comprehensive analysis with no reference to the cheerful or sad character of the sample, the participants who listened 440 Hz pieces reported negative mood after listening music compared to the participants who listened 432 Hz pieces. Moreover, men were observed to report even higher levels of negative mood after listening 440 Hz pieces, compared to their mood after listening 432 Hz pieces.

### Discussion

The present study analyzed the effects cheerful and sad music tuned to 432 Hz and 440 Hz caused on individuals, in terms of Heart Rate Variability (HRV), emotions felt, and the overall mood of the individual. The physiological measurements taken during the process of listening music reveal that the different frequency levels do not lead to a statistical difference between sympathetic and parasympathetic activation levels. However, this observation should not be read as a refusal of any effects music may have on the participants, in terms of frequency levels or mood. A number of variables exhibited statistically significant variation in the light of the questions presented in the study. First of all, the heart rates before, during, and after listening sad music at 432 Hz were found to be higher than the heart rate figures recorded when listening sad music at

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

440 Hz. It is also crucial to note that heart rate (pulse) is different from Heart Rate Variability. Heart rate or the pulse refers to the beats of the heart recorded in a given minute, whereas HRV reflects the activity levels of the autonomous nervous system (denoted as LF - low frequency, HF - high frequency, and LF/HF). A striking finding of the study is that the heart rates were higher before listening music. The higher rates recorded during or shortly after listening music, on the other hand, are arguably related to the stimulating effects of music. On the other hand, higher rates of pulse before listening music can only be explained by two fundamental arguments: First of all, the participants may, by mere coincidence, have had a certain mood on the day of the experiment. In other words, the way they began the day, or the experiences they had on that day, up to the time of commencing with the experiment, may have affected their pulse figures. For instance, physical activity on the day of experiments would naturally lead to higher heart rates. Another potential explanation for higher pulse figures recorded before listening music at 432 Hz may stem from the fact that the experiments with 432 Hz tunes began with cheerful pieces first, only to be followed with sad ones. In this context, listening a piece which would lead to joy, enthusiasm, energy etc. emotions first may have increased the heart rates recorded before the experiment. However, as a measure to isolate the effects different types of music would have on the participants, the first set of experiments were carried out with half of the participants starting the process with 440 Hz sad music while the other half begun with 432 Hz cheerful music. The second set of experiments, on the other hand, saw half of the participants start with 440 Hz cheerful music, while the other half begun with 432 Hz sad music. Given the fact that the data collection process was not completed on a single day, with measurements being performed at different times, the spillover effect of listening cheerful music first on overall results should be rather limited. Moreover, the analyses did not lead to a significant variation between the average figures recorded for 432 Hz cheerful music and 440 Hz sad music. Had a spillover effect been the cause, a difference should have been recorded for cheerful music listened at two distinct frequency levels, during the experiments which began with sad pieces first. Such a finding would have been more consistent with the studies arguing sad pieces to be more stimulating compared to cheerful ones (Gabrielsson and Lindström, 1993; Huron, 2011; Panksepp, 1995), and would serve as an evidence to support a logical link between the music type and emotions. On the other hand, the findings reached by Calamassi and Pomponi (2019) show that heart rates recorded under the influence of 432 Hz music were lower compared to those recorded with 440 Hz music. Yet, Calamassi and Pomponi's study was carried out during a meditation activity, using a single type of music piece lasting 20 minutes. Listening music while blindfolded in a relaxed position, as well as the frequency level of the sample played first may have lead to that finding. Against this background, the higher rates of pulse recorded before listening 432 Hz music in the present study do not allow a direct comparison with the results presented by Calamassi and Pomponi (2019).

The analysis aiming to come up with an answer to the question whether the individuals' relaxation levels vary after listening cheerful and sad music tuned to different frequency levels (440 Hz vs. 432 Hz) culminated in the observation that the participants who listened cheerful music felt higher levels of relaxation compared to their peers who listened sad pieces, regardless of the frequency levels involved. This observation implies that the relaxation experienced after the rush of emotions bringing about positive energy or jubilation, can be explained through the impact of the tension-thawing process. From a neurological point of view, extraordinary levels of jubilation/happiness or tension/sadness felt after listening cheerful or sad music can tip the sympathovagal balance in favor of the sympathetic system. Therefore, the activation of the parasympathetic system to follow that of the sympathetic one, arguably, brings about a relaxing effect and a balance in the body.

Erdal, B., Kındap Tepe, Y., Çelik, S., Güçyetmez, B., Çığdem, B., & Topaktaş, S. (2021). Frekansların sihri – 432 Hz 440 Hz'e karşı: Ayrı frekanslara göre akortlanmış neşeli ve hüzünlü müzikler insan psikofizyolojisi üzerinde farklı etkiler yaratır mı? Müzik ve duygular üzerine bir nöropsikoloji araştırması. *Journal of Human Sciences*, 18(1), 12-33. doi:[10.14687/jhs.v18i1.6108](https://doi.org/10.14687/jhs.v18i1.6108)

Yet another research question investigated in the study asks whether the emotions felt after listening cheerful and sad music vary with reference to tune levels or not. The analyses performed for cheerful and sad music reveal a significant effect of the type of emotions involved in the case of sad music, whereas comparable significant effects were not registered for the frequency levels and the interaction between the music type and the tuning frequencies. In other words, regardless of the tuning, the participants experienced higher levels of sublimity compared to unease, and also higher levels of unease compared to vitality, as attested by GEMS results.

Moreover, the participants experienced higher levels of vitality compared to sublimity, and higher levels of sublimity compared to unease when subjected to cheerful music. At this junction, one can argue that both cheerful and sad music lead to basically positive emotions. It is true that sad music caused some unease, but no more than the levels of sublimity –a positive emotion– it produced. This finding implies that the participants experience positive emotions as well, when listening sad music, and, in this sense, is pretty consistent with the findings of other studies in the literature (Kawakami et al., 2013; Lamont, 2011; Mori and Iwanaga, 2013; Taruffi and Koelsch, 2013; Vuoskoski et al., 2012). According to Gabrielsson and Lindström (1993), sad music brings about the most intense and most enjoyable musical experiences. In the same vein Huron (2011) claimed that the gratification and pleasure received from music involving sad elements can have an effect at prolactin levels, which is commonly associated with stress and breast milk. According to Huron, higher prolactin levels are associated with enjoying sad emotion, whereas lower prolactin levels often lead to displeasure with sad emotion. The present study, however, did not measure the participants' prolactin values. However, the finding that the participants reported higher levels of sublimity compared to unease after listening sad music suggests that their prolactin hormone levels may have also increased. Further studies are required to confirm this argument.

The last research question investigated in the study is 'do the emotions and mood experienced after listening music vary with reference to tune frequency levels and the music type?' Regardless of the cheerful or sad character of the sample, the participants who listened 440 Hz pieces reported higher levels of negative emotions after listening music compared to their peers who listened 432 Hz pieces. Moreover, men were observed to report even higher levels of negative emotions after listening 440 Hz pieces. This is, arguably, the most interesting finding of the study. Indeed, the basic purpose of the study is to assess whether different tune frequency levels lead to different emotional effects or not. Generally speaking, 432 Hz tunes (both sad and cheerful) apparently lead to a more positive mood compared to 440 Hz tunes, after listening. This finding, on its own, is enough grounds to call for further studies to investigate the issue. On the other hand, with reference to gender, men were again found to be experience a markedly more negative effect from 440Hz tunes. A number of studies about the music listening habits and emotional experience of men and women show that women are affected less by sad music in particular, while men experience more emphasized negative emotions when subjected to that kind of music. Two comprehensive studies performed in Turkey have also reached similar conclusions (Erdal and Kındap Tepe, 2017; Erdal and Kındap Tepe, 2021 (preprint)). In a nutshell, both sad and cheerful music were found to lead to lower levels of negative emotions when listened at 432 Hz. At this point, however, it is important to note that additional data to help determine the root cause of this difference is simply lacking, as shown in the analysis for the first research question. In other words, one cannot confidently associate the effect with higher heart rate figures recorded before listening 432 Hz pieces, or with the tuning effect.

Arguably the most important limitation of this study stems from the fact that the conversion of music from 440 Hz to 432 Hz was performed in software. According to experts, using software for conversion, instead of taking the live recording route, poses certain disadvantages. It is argued that when a music sample is subjected to frequency conversion through software, all string and sound tension, associated harmonics, and the sound profile of the original

tune level (440 Hz) remains unchanged. In contrast, when the tune used by the actual instruments is changed (between 440 Hz and 432 Hz) at the time of the recording, the tension on the sound touch and the string on the instruments (e.g. guitar, violin, or bağlama) also changes. Doing so would lead to certain changes in the harmonics of the sound, and in the superstructure of the tone generated by these instruments. The same argument applies for singing, with reference to the tension on the vocal cord. In the present study, the musical samples were converted to 432 Hz, without a matching intervention on the original harmonics of the samples. On the other hand, such an approach also has its *raison d'être*. In the context of the study, the participants were asked to name one cheerful and one sad music piece which affect their emotions substantially. This, in a sense, effectively guaranteed the emotional impact of the music, so as to enable the assessment of the potential impact, if any, two frequency levels could have on the autonomic nervous system. Yet, for such an experiment, it is virtually impossible to get separate recordings of the pieces selected by each individual from a wide range of genres (pop, jazz, Turkish music etc.), involving a combination of vocals/instruments, at two distinct frequency levels. In this context it could be wise to repeat the experiment with musical samples recorded with acoustic instruments specifically tuned to 440 Hz and 432 Hz. Subsequent studies on the effects of 432 Hz and 440 Hz frequency levels on participants who received music training, versus those who did not, will surely contribute immensely to the discussion.

In the light of the data presented in the study, one cannot conclusively prove that 432 Hz tuning frequency is superior to 440 Hz. Tuning acoustic instruments to a lower frequency level than the conventional one (the difference of which is arguably beyond the perception capabilities of ordinary listeners) would probably provide a softer tone for the sound. However, the 'energy' conveyed by a musical piece (being positive or negative) is mostly about the characteristics other than the tuning frequency, such as the talent, experience, awareness levels, and originality etc. of the players and the singer producing the piece. Therefore, coming up with solid data on the frequency aspect of the argument can help settle the debate once and for all on scientific grounds, for all the parties involved.