

Deneysel Araştırma

Perinatal Dönemde Farklı Müzik Türlerine Maruz Kalmanın Genç Yaştaki Sıçanların Motor Aktiviteleri Üzerine Etkileri

Merve BEKER¹, Hilal YANIK², İsmet KIRPINAR³, Birsen ELİBOL^{4,a}

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Uluslararası Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

²Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sinirbilim Anabilim Dalı, İstanbul

³Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Psikiyatri Anabilim Dalı, İstanbul

⁴Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada perinatal dönemde maruz kalınan müziğin, sıçan yavrularının motor koordinasyon ve aktiviteleri üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Wistar albino sıçanlara gebeliğin 10. gününden doğum yaptıkları güne kadar ve yavrulara doğumdan sonraki 2. günden 21. güne kadar klasik, tasavvuf veya metal müzik türlerinden herhangi biri günde 1 saat dinletildi. Uygulanan müzik türleri seçerken müzik türlerinin, stres veya sakinlik oluşturabilecek özellikte olması dikkate alındı. Sonrasında hem dişi hem de erkek yavrulara sırasıyla tutunma kapasitesi, görsel konumlandırma, doğrulma refleksi, eğimli tel, kırıste yürüme ve rotarod gibi motor koordinasyon testleri uygulandı.

Bulgular: Metal grubunda bulunan dişi yavruların telde asılı kalma süreleri diğer gruptaki yavrulara oranla ve kendi grubundaki erkek yavrulara oranla anlamlı derecede yüksek bulundu. Diğer taraftan, klasik grubunda bulunan erkek yavruların kontrol grubunda bulunan erkek yavrulara oranla eğimli tel testinde tepeye ulaşma sürelerinde bir gecikme gözlemlendi. Aynı şekilde kırıste yürüme testinde bitiş noktasına ulaşma süresi kontrol grubundaki dişi yavrularla kıyaslandığında, klasik grubundaki dişi yavrularda daha uzundu. Kırıste yürüme testinde tasavvuf grubundaki hem dişi hem de erkek yavrular bitiş noktasına daha kısa sürede ulaştılar. Rotarod testinde ise hem klasik grubunda bulunan erkek yavruların hem de metal grubunda bulunan erkek yavruların kontrol grubunda bulunan erkek yavrulara oranla motor koordinasyonlarında bir düşüş saptandı.

Sonuç: Elde edilen sonuçlara göre metal müzik dışılerde motor becerileri geliştirirken, erkeklerde motor fonksiyonlarda bir düşüşe sebep olmaktadır. Klasik müzik ise her iki cinsiyette de harekete başlama ve sonuca ulaşma konusunda bir gecikmenin oluşmasına sebep olurken daha dingin bir müzik olan sufi müzik ise motor fonksiyonlarda gelişmeye sebep olmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Perinatal Dönemde Müziğe Maruz Kalma, Motor Koordinasyon, Sıçan.

ABSTRACT

Effects of Exposure to Different Types of Music on Motor Activity in Juvenile Stage of Rat Pups During Perinatal Period

Objective: The present study was aimed to examine the effects of perinatal music exposure on the motor coordination and activity of rat pups.

Material and Method: Wistar albino rats were exposed to different types of music (metal, classical, sufi) from gestational day 10 to birth and from postnatal day 2 to postnatal day 21 for 1h/day. Music preferences were done by taking stress or calmness factor into consideration. On the weaning period, motor coordination tests such as wire rod, visual placing, righting reflex, inclined screen, beam walking, and rotarod tests were applied to the both male and female rat pups.

Results: Female pups in the metal group had significantly higher duration of hanging in wire rod test compared to male pups in the metal group and other music groups. In inclined screen test, male pups in the classical group had delayed on reaching top compared to male pups in the control group. Female pups in the classical group had longer time to reach at the end point compared to female pups in the control group. In this test, both female and male pups in the sufi group had shorter time to cross the beam. Male pups in the classical and the metal groups had lower performance than male pups in the control group.

Conclusion: Results showed that exposure to metal music during pregnancy enhanced motor coordination in females but showed decrease performance in male pups. While classical music caused delays on starting an action and reaching at the end, sufi music enhanced motor functions on both sexes.

Keywords: Perinatal Exposure to Music, Motor Coordination, Rat.

Bu makale atıfta nasıl kullanılır: Beker M, Yanık H, Kırpınar İ, Elibol B. Perinatal Dönemde Farklı Müzik Türlerine Maruz Kalmanın Genç Yaştaki Sıçanların Motor Aktiviteleri Üzerine Etkileri. Fırat Tıp Dergisi 2020; 25(4): 161-168.

How to cite this article: Beker M, Yanık H, Kırpınar İ, Elibol B. Effects of Exposure to Different Types of Music on Motor Activity in Juvenile Stage of Rat Pups During Perinatal Period. Fırat Med J 2020; 25(4): 161-168.

Müzik, insan beynini uyarıcı, bilişsel ve duygusal bileşenleri tetikleyen en güçlü işitsel kaynaklardan biridir (1). Müzik dinlemenin hipokampal hücre doğumunu (nörogenez), hücre yenilenmesini (rejenerasyon) ve steroid hormonlarının salınımının sağlanmasıyla, sinirlerin onarımını kolaylaştırdığı Fukui ve Toyoshima

tarafından gösterilmiştir (2). Ayrıca, Akiyama ve Sutoo, yüksek frekanslı ses içeren müziğin, dopamin sentezini uyararak çeşitli beyin fonksiyonlarını etkilemekte veya düzenlemekte olduğunu paylaşmıştır (3). Hamilelik döneminde maruz kalınan müzik, fetüste beyin gelişimini arttırmakta, yeni doğan sıçanlarda

^aYazışma Adresi: Birsen ELİBOL, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Tel: 0533 231 0723

Geliş Tarihi/Received: 06.05.2020

e-mail: elibolbirsen@gmail.com

Kabul Tarihi/Accepted: 13.08.2020

uzamsal-zamansal öğrenmeyi geliştirmekte ve yavrularda oturma ve yürüme gibi çeşitli motor becerilerde hızlı gelişime sebep olmaktadır (4, 5). Yine bir başka çalışmaya göre, hamilelik döneminde müziğe maruz kalmak sıçanlarda hipokampal nörogenezi arttırmaktadır (6). Bunun aksine gürültü, hamile hayvanlar ve fetüs için psikolojik ve psikosomatik problemlere sebep olan (7), yeni doğan yavruların beden ağırlığını azaltan, ölü doğuma, fetal teratojene ve kürtaja sebep olan olumsuz bir çevresel etkidir (8, 9). Hamilelik dönemi boyunca gürültüye maruz kalmak postnatal beyin gelişimi ve bilişsel işlev bozukluğuna da sebep olmaktadır (10). Yapılan bir çalışmada müziğe maruz kalan yavru sıçanların motor ve somatosensori kortekslerinde nörogenezin arttığı; gürültüye maruz kalanların ise motor ve somatosensori kortekslerinde nörogenezin azaldığı ve kortikal nöronların yapısal kayba uğradığı ortaya çıkmıştır (11).

Gebelik döneminde maruz kalınan müziğin bebeğin perinatal (doğum öncesi ve doğum sonrası) gelişimini etkilediğine dair bilgiler mevcut olsa da bu konu hala tartışmaya açıktır ve farklı müzik türlerinin uygulanmasına ait bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bu noktada anne ve yavru sıçanlara gerek sesin şiddetinin gerekse frekansının değişiklik gösterdiği farklı müzik türleri uygulanarak bu müzik formlarının farklı fizyolojik mekanizmaları tetikleyebileceği düşünülmüş ve en önemli fonksiyonel parametrelerden biri olan motor aktivite üzerine etkilerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma, perinatal dönemde maruz kalınan metal, klasik ve tasavvufi müziğin yavruların gelişim dönemlerinde motor koordinasyon becerileri üzerindeki etkilerini detaylı davranışsal tekniklerle araştırmayı amaçlamaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Hayvanlar

Bu çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Deney Hayvanları Araştırma Etik Kurulu'nun onayıyla Dünya Sağlık Örgütü'nün deklare ettiği deney hayvanlarının bakım ve kullanımı ile ilgili direktifler benimsenerek ve uygulanarak yapılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere yavru sıçan elde etmek için sağlıklı erkek (250±10 g, 12 haftalık, n=12) ve dişi (180±10 g, 8 haftalık, n=12) *Wistar albino* sıçanlar çiftleşmeleri için aynı kafese konuldu. Çiftleşmenin göstergesi olan vajinal plak ortaya çıkana kadar dişi sıçanlar her gün kontrol edilip vajinal plağın görüldüğü gün gestasyon 0 (G0) olarak kabul edildi ve erkek sıçanlar dişilerin yanından ayrıldı. Dişi sıçanlar, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Deney Hayvanları Laboratuvarı'nda, denetimli sıcaklıkta (20 ±2 °C) ve 12'şer saatlik aydınlık-karanlık döngüsünde (07.00-19.00 arası aydınlık) bir kafese yerleştirildi ve hayvanlar, sıçan yemi ve musluk suyu ile serbest olarak beslendi.

Müzik Uygulaması

Aynı ortam koşullarına sahip sıçanlar rastgele olarak dört gruba ayrıldı; metal müziğe (120 dB) maruz bırakılan grup (anne =4, yavru =16), klasik müziğe (80 dB) maruz bırakılan grup (anne =4, yavru =22), tasavvufi müziğe (40 dB) maruz bırakılan grup (anne =4, yavru =15) ve hiçbir işleme tabi tutulmayan kontrol grubu (anne =4, yavru =20). Çalışmada kullanılan müziklerin farklı aralıklardaki ses hacimlerine (desibel) sahip olmaları ve insanların normal hayatlarında maruz kaldıkları müzik şiddetinde olması amaçlandı. Bu yüzden 60-80 dB aralığında olduğu bilinen klasik müzik türünden daha düşük ve daha yüksek ses hacmine sahip olan tasavvuf ve metal müzikler kullanıldı (12). Bunun için, hoparlör seviyeleri sabit kalmak üzere, akustik sünger ile kaplı alan içerisine yerleştirilen hoparlörden mobil bir uygulama (Soundmeter, Abc Apps) vasıtasıyla 40 dB, 80 dB ve 120 dB ses hacmine sahip müziklere ulaşıldı.

Metal grubuna dinletilen müzik: elektrogitar, bas gitar, bateri ve klavye enstrümanları içeren "Children of Bodom-In Your Face", klasik grubuna dinletilen müzik keman ailesi, arp ve lute enstrümanları içeren "Johann Pachelbel-Canon in D Major" ve tasavvuf grubuna dinletilen müzik ney, zili bendir, klasik kemençe ve zikir (Hu, Ya Hay) enstrümanları içeren "Omar Faruk Tekbilek-Whirling Dervish" olarak belirlendi. Hayvan kafeslerinin üzerine akustik sünger ile kaplı koliler yerleştirilerek ses yalıtımı sağlandı ve anneler günde bir saat olmak üzere gebeliğin 10. gününden (G10) doğuma kadar tek başlarına, doğumdan sonra ikinci günden itibaren insanlarda çocukluk çağına denk gelen ve süttten ayrılma zamanı olan 21. güne kadar yavrularıyla birlikte her gün ait oldukları gruptaki müzik türlerine maruz bırakıldı. Kontrol grubuna ise herhangi bir işitsel uyaran verilmedi. Doğumdan itibaren her gün yavru sıçanların ağırlıkları ölçülüp fiziksel gelişimleri takip edildi. Yavru sıçanlara doğumdan sonraki 25. günden itibaren motor koordinasyonlarını ölçen çeşitli davranış testleri uygulandı.

Davranış Deneyleri

Tutunma kapasitesi testi

Bu test deney hayvanlarının ön ekstremita kas gücünü ölçmek için uygulandı. Yerden yaklaşık 30 cm yükseklikteki bir ipe, sıçanların ön avuç içleriyle tutunması sağlanarak deneye başlandı. İki tekrar şeklinde uygulanan test, toplam ipte kalma sürelerinin ortalamaları alınarak değerlendirildi. Maksimum ipte kalma süresi 300 saniye olarak belirlendi (13, 14).

Görsel konumlandırma testi

Bu test hayvanlarda derinlik algısı, bilişsel bellek ve refleks gibi olgularını analiz etmek için uygulandı. Kısaca sıçanlar gövdelerinden tutularak tutunabileceği bir yüzeye doğru yaklaştırıldı ve hayvanların ön ekstremiteleriyle ipe tutunma eylemi gözlemlendi (13, 15).

Doğrulma refleksi

Herhangi bir aparata ihtiyaç duyulmadan uygulanan bu test için, sıçanlar kafesinden alınarak temiz olan labora-

tuvar çalışma tezgâhına sırt üstü yerleştirildi. Dört ekstremitesi havada olacak şekilde sabit tutulduktan sonra hayvanların doğrulma eylemini gerçekleştirebilme süreleri değerlendirildi (13, 16).

Eğimli tel testi

Kas tonusu, gücü ve hayvanların dengesini ölçmek için yerden 60° eğimli konumda bulunan telden yapılmış bir eleğin orta kısmına hayvanlar yüzü yere bakacak şekilde yerleştirildi ve hayvanların geriye dönüp tepeye ulaşma süresi ölçüldü. Diğer eğimli tel testinde ise 90° eğimli telin orta kısmına sıçanlar yüzü yukarı bakacak şekilde yerleştirildi ve yine sıçanların harekete başlayıp tepeye ulaşma süreleri ölçüldü (13, 17).

Kirişte yürüme testi

Bu mekanizma, yerden 50 cm yüksekliğe 25-50 mm genişliğinde ve yaklaşık 1 m uzunluğunda ince, düz bir çubuk/kiriş kurularak hayvanların bu platform üzerinde hedeflenen noktaya dengesini kaybetmeden ulaşması esasıyla kaba motor hareketlerini test etmek için kullanıldı. Hedef noktayı hayvanlar için cazibeli hale getirmek için kendi kafesleri yerleştirildi. Öncelikle öğrenme aşamasında, üç tekrar yapılarak hayvanlara hedef noktaya ulaşması öğretildi, deneme yürüyüşlerinden sonra ise sıçanların yine üç tekrar şeklinde başlangıç noktasından hedef noktasına ulaşana kadar geçirdiği süre ve dengesini kaybetme sıklığı hesaplandı. 60 saniye içinde kırıştan hedef noktaya ulaşamayan hayvanların deneyi sonlandırıldı (13, 18).

Rotarod testi

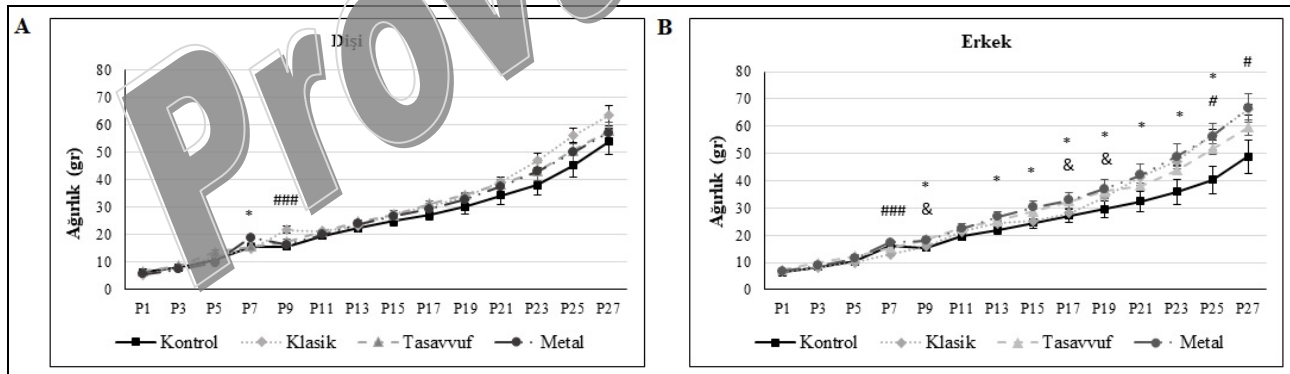
Rotarod testi hayvanın dönen bir mil üzerinde (Ugo Basile Rota-Rod 47600) motor koordinasyonun sağlanmasını değerlendirmek üzere uygulandı. Milin dönme hızı deneye ilk başlandığında sıfır iken maksimum süre olarak belirlenen 300 saniye sonunda 40 dönüş/dakika olacak şekilde ivmelenmesi için ayarlandı. Her bir hayvan için beş tekrar yapıldı, sıçanların dönen çubuk üzerinde toplam kalma süreleri hesaplanarak beş denemenin ortalaması alındı (19, 20).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen tüm verilerden grup ortalaması \pm SEM (ortalamanın standart hatası) hesaplandı. İki yönlü varyans analizi (ANOVA) (uygulama x cinsiyet) uygulamanın çeşidinden, cinsiyetten ve cinsiyet x uygulama etkileşiminden kaynaklanan farklılıkları gözlemlemek için uygulandı. İki yönlü varyans analizinden sonra çoklu karşılaştırma ve ikili gruplar arasındaki farklılıkları karşılaştırmak amacıyla Fisher's LSD testi uygulandı. İstatistiksel analizler için SPSS 15 istatistik paketini kullanıldı. $p \leq 0.05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Yapılan analizler sonucunda, hem dişilerin hem de erkeklerin ağırlık ölçümlerinde hem gruplar ($F_{(3,9)} = 42.174$; $p < 0.001$ ve $F_{(3,11)} = 68.668$; $p < 0.001$) hem de günler ($F_{(13,117)} = 1664.286$; $p < 0.001$ ve $F_{(13,143)} = 1282.573$; $p < 0.001$, sırasıyla) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu (Şekil 1A ve 1B).



Şekil 1A-B. Dişi ve erkek yavruların günlük ağırlık ölçümleri.

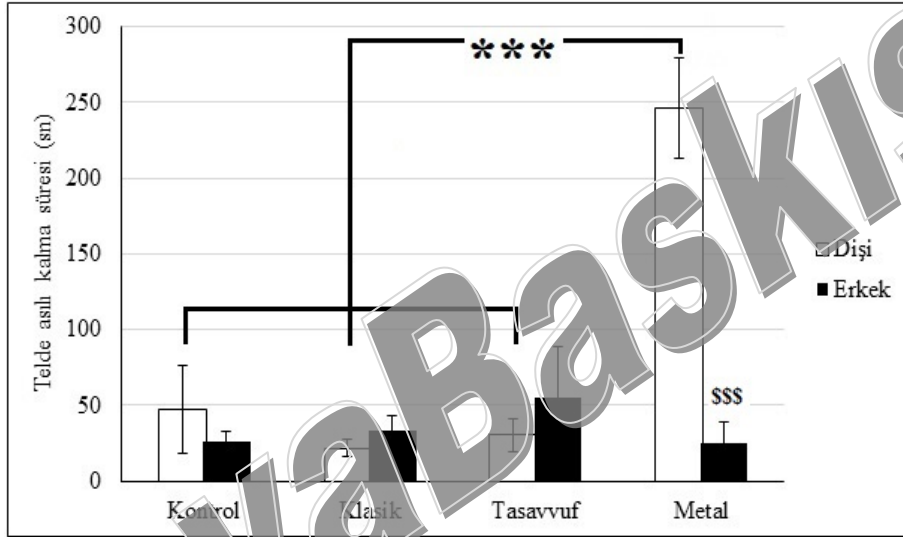
Ayrıca, gün x grup etkileşiminde de anlamlı fark bulundu ($F_{(39,117)} = 10.918$; $p < 0.001$ ve $F_{(39,143)} = 11.072$; $p < 0.001$). Dişiler için doğum sonrası ağırlıklar gruplar arasında karşılaştırıldığında 7. günde metal grup ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark gözlemlendi ($p = 0.03$). 9. günde ise klasik grup hem kontrol ($p < 0.001$) hem de tasavvuf grubuna oranla ($p = 0.025$) ağırlık bakımından anlamlı derecede yüksekti. Erkek sıçanların ağırlık kıyaslamasında ise 7. günde klasik grubundaki hayvanların ağırlıklarının

diğer tüm gruplardaki hayvanların ağırlıklarına oranla anlamlı derecede düşük olduğu belirlendi ($p = 0.037$ kontrol için, $p = 0.04$ tasavvuf için, $p = 0.001$ metal için). 9. günde tasavvuf ve metal gruplarının ağırlıkları kontrol grubundakilere göre anlamlı derecede yüksekti ($p = 0.020$ tasavvuf için, $p = 0.041$ metal için). 13. günden 23. güne kadarki ağırlıklara bakıldığında, metal müzik dinleyen hayvanların kontrol hayvanlarına oranla anlamlı şekilde ağır olduğu görüldü (sırasıyla $p = 0.022$; $p = 0.020$; $p = 0.027$; $p = 0.027$; $p = 0.035$;

$p = 0.022$). Ayrıca 17. ve 19. günlerde tasavvuf grubu hayvanlarının da kontrol hayvanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha ağır olduğu belirlendi (sırasıyla $p = 0.035$; $p = 0.046$). Son olarak, klasik grubundaki hayvanların ağırlıklarında kontroldekilere göre anlamlı artış gözlemlendi ($p = 0.015$; $p = 0.024$).

Tutunma kapasitesinin ölçüldüğü telde asılı kalma testinin tekrarlanan iki turunda elde edilen verilerin ortalaması alındığında, iki yönlü varyans analizine göre hem gruplar ($F_{(3,31)} = 12.600$, $p < 0.001$) hem de cinsiyet

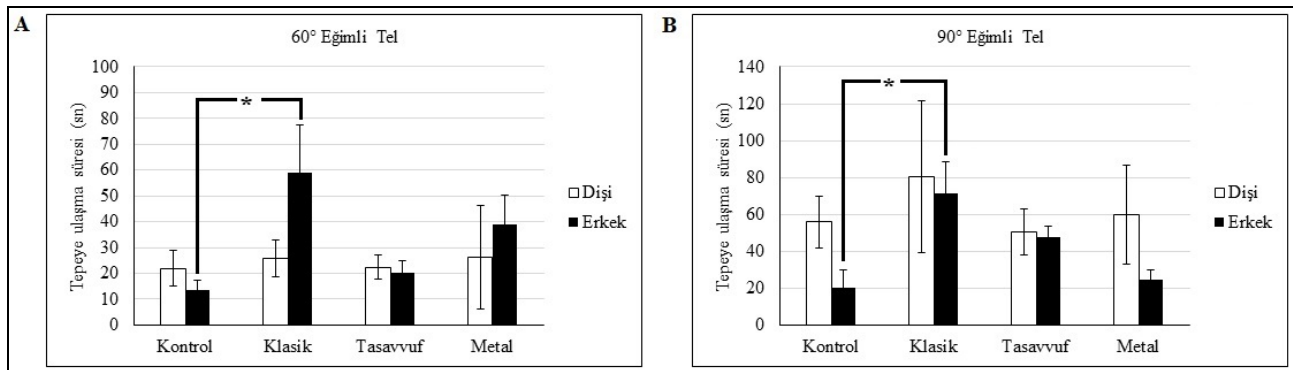
($F_{(1,31)} = 14.246$, $p = 0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Ayrıca, cinsiyet x grup etkileşiminde de anlamlı fark bulundu ($F_{(3,31)} = 15.932$; $p < 0.001$). LSD testine göre metal grubunda bulunan dişi yavruların telde asılı kalma süreleri diğer gruptaki yavrulara oranla ve kendi grubundaki erkek yavrulara oranla anlamlı derecede yüksekti ($p < 0.001$). Erkeklerde ise gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmedi (Şekil 2).



Şekil 2. Dişi ve erkek yavruların tutunma kapasitesi testinde telde asılı kalma süreleri.

Görsel konumlandırma ve doğrulama refleksi analizlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı yani gruplar arasında her iki parametrede de herhangi bir gecikme olmadı. Motor fonksiyonların ölçüldüğü eğimli tel testinde hem 90 derece hem de 60 derece eğimde, iki yönlü varyans analizine göre hem gruplar ($F_{(3,31)} = 0.913$, $p = 0.443$) hem de cinsiyet

($F_{(1,31)} = 0.411$, $p = 0.889$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. LSD testine göre klasik grubunda bulunan erkek yavruların kontrol grubunda bulunan erkek yavrulara oranla eğimli tel testinde tepeye ulaşma sürelerinde bir gecikme gözlemlendi ($p = 0.05$) (Şekil 3A ve 3B).

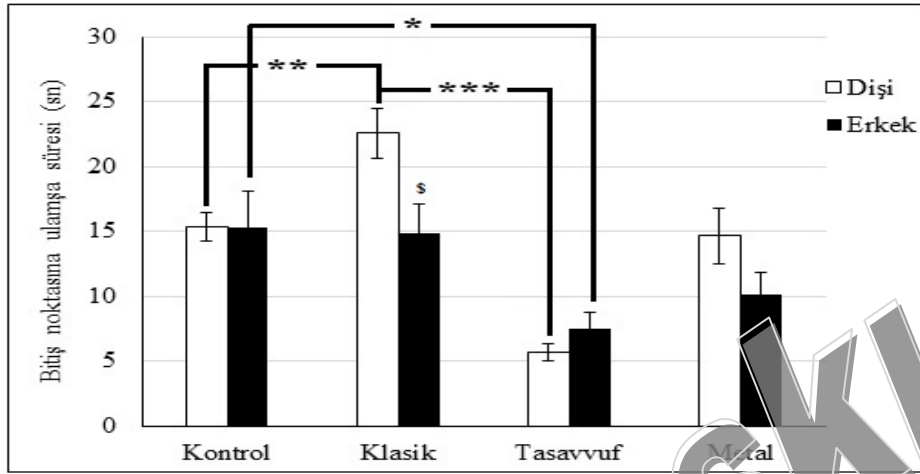


Şekil 3A-B. Dişi ve erkek yavruların eğimli tel testinde tepeye ulaşma süreleri.

Kirişte yürüme testi değerlendirilmelerinde ise iki yönlü varyans analizi gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenirken ($F_{(3,34)} = 13.969$, $p \leq 0.001$) hem cinsiyette ($F_{(1,34)} = 3.502$, $p = 0.070$) hem de grup x cinsiyet ($F_{(3,34)} = 2.637$, $p = 0.065$) etkileşiminde bulunan farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. İkili karşılaş-

tırmalara bakıldığında, bitiş noktasına ulaşma süresi kontrol grubundaki dişi yavrularla kıyaslandığında, klasik gruptaki dişi yavrularda daha uzun ($p = 0.004$) iken, sufi müzik dinleyen gruptaki dişi yavrularda daha kısaydı ($p = 0.001$). Metal gruptaki dişilerde ise kontrolle oranla herhangi bir fark bulunmadı. Diğer taraftan

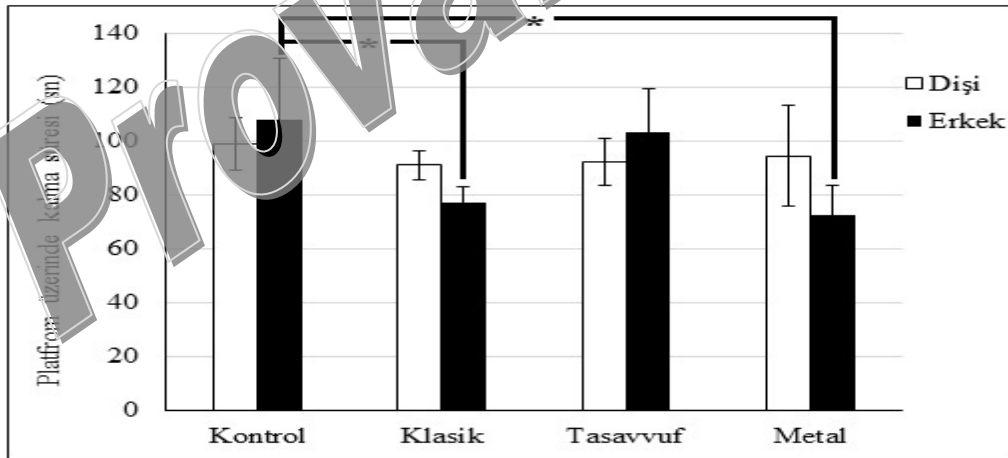
ise sadece tasavvuf grubundaki erkek yavrulara kontrole oranla bitiş noktasına daha kısa sürede ulaşılar (p =0.016) (Şekil 4).



Şekil 4. Dişi ve erkek yavruların kırışte yürüme testinde bitiş noktasına ulaşma süreleri.

Klasik grubundaki dişiler kendi grubundaki erkeklerle oranla daha uzun sürede bitiş noktasına ulaşılar (p =0.002). Beş deneme şeklinde yapılan rotarod testinde iki yönlü varyans analizinde ne cinsiyetler (F_(1,34) =0.064, p =0.802) arasında ne de gruplar arasında (F_(3,34) =1.614, p =0.204) herhangi bir farklılık

gözlemedi. LSD testi göre ise hem klasik grubunda bulunan erkek yavruların hem de metal grubunda bulunan erkek yavruların kontrol grubunda bulunan erkek yavrulara oranla motor koordinasyonlarında bir düşüş saptandı (p = 0.05) (Şekil 5). Dişiler arasında herhangi bir farklılık bulunmadı.



Şekil 5. Dişi ve erkek yavruların rotarod testinde platform üzerinde kalma süreleri.

TARTIŞMA

Prenatal gelişim sırasında fetüs birçok çevresel faktöre maruz kalır. Müzik, insan gelişimi üzerinde etkisi olduğu bilinen faktörlerden biridir. Hamilelik döneminde de dinlenen müziğin bebek üzerinde olumlu etkileri olduğuna dair yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Bilindiği üzere hamilelik döneminin 24. haftasında bebek artık dış dünyadaki sesleri algılamaya ve bu seslere tepki vermeye başlamaktadır (21). Özellikle beyin ve sinir sistemi gelişiminde dinlenen müziğin etkili olabileceği konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Müziğin motor koordinasyon becerisi üzerindeki etkisini ölçmek için yapılan telde asılı kalma testi metal

müzik grubundaki dişi yavruların hem kendi grubundaki erkeklerle oranla hem de diğer gruptaki yavrulara oranla daha iyi performans gösterdiği sonucunu verdi. Bir başka motor koordinasyon testi olan rotarod testinde ise metal grubundaki erkeklerin performanslarının daha kötü olduğu tespit edildi. Benzer performans düşüklüğü aynı zamanda klasik müzik dinleyen gruptaki erkeklerde de mevcuttu. Buna paralel olarak, motor fonksiyona karar verme ve motor aktiviteye başlama süresinin ölçüldüğü eğimli tel testinde ve kırışte yürüme testinde de klasik müzik dinleyen erkek ve dişi yavruların sırasıyla hedefe ulaşma sürelerinde anlamlı

bir artma yani performanslarında anlamlı bir düşme mevcuttu. Müzik ve motor fonksiyonlar arasındaki pozitif ilişki sadece tasavvuf müzik dinleyen yavruların kırışte yürüme testinde gözlemlendi.

Motor koordinasyon testlerine bakıldığında özellikle anne karnında klasik müzik ve metal müzik dinleyen erkeklerin performanslarının etkilendiği kaydedildi. Rotarod testi genelde sıçanlarda motor öğrenme paradigmaları için sıklıkla kullanılan bir testtir (22-24). Bu nedenle bu testte elde edilen performans düşüklüğünün beyindeki motor kortikal alandaki nöronların fonksiyonlarındaki değişimleri işaret ettiği düşünülmektedir (22, 25). Ayrıca, rotarod testinin serebellar disfonksiyonu da özellikle gösterdiğine dair kanıtlar bulunmaktadır (26, 27). Ayrıca erkeklerin dişilere oranla daha az koordineli olduğu bilinmektedir (28). Bu da telde asılı kalma süresinde dişilerin gösterdiği iyi performansın yanı sıra metal ve klasik müzik dinleyen yavrulardan sadece erkeklerin rotarod testinde kötü performans göstermelerinin, motor koordinasyon gelişiminde müziğin etkisinin cinsiyete bağlı olduğuna işaret etmektedir.

Ayrıca klasik müzik dinleyen erkek yavruların eğimli tel testinde kontrole göre karar vermelerinde gecikmenin olması onların motor koordinasyonlarının yanı sıra denge ve diğer motor fonksiyonlarının da bu çevresel etkene karşı hassas olabileceğine işaret etmektedir (29, 30). Eğimli tel testi genelde kas tonusu, kas gücü ve dayanıklılığı hakkında bilgi vermektedir (31). Bazı çalışmalarda bu testteki gecikmenin striatal dopamin reseptör yoğunluğundaki azalmayla paralel olduğu gösterilmiştir (32). Bu nedenle bu testin sensorimotor fonksiyonların test edilmesi açısından büyük bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir (33). Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, anne karnında klasik müzik dinlemenin özellikle erkek yavrularda sensorimotor fonksiyonları olumsuz etkilediğini söyleyebiliriz.

Bir diğer sensorimotor fonksiyon testi olan telde yürüme testi ise klasik müzik dinleyen dişi sıçanların kontrole oranla gecikmeli hareket ettiğini çalışmamızda göstermektedir. Bu test rotarod testine oranla daha hassas bir testtir ve motor fonksiyonlardaki daha hassas değişimleri gösterebilmektedir (34). Telde yürüme testi genellikle merkezi sinir sistemi lezyonlarına veya farmakolojik ve genetik manipülasyonlara bağlı motor

fonksiyon bozukluklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (35, 36). Diğer taraftan, genellikle erken dönem motor fonksiyon bozukluklarının tespit edilmesinde daha etkilidir (37). Bu test özellikle denge ile ilgili olan vestibular sistem elemanlarındaki yani sensorimotor korteks, talamus, kortikospinal nöronlar ve basal gangliyonlarda oluşabilecek hasarlar hakkında bilgi vermektedir (38). Motor fonksiyon entegrasyonunu (39) gösteren bu testi tasavvuf müzik dinleyen yavruların daha başarılı bir şekilde tamamladığı gözlenmiştir. Bu da desibel açısından anneyi stres altına sokmayan bir müzik olan tasavvuf müziğinin vestibular sistem gelişimi sırasında olumlu etkilere sebep olduğunu göstermektedir. Örneğin, otizmli çocuklara uygulanan ritim ve hafif müzik terapilerinin de bu çocukların motor kabiliyetleri üzerinde olumlu etkiler bıraktığı gözlemlenmiştir (40). Diğer taraftan organize olmayan ritimlerin, örneğin çalışmamızla yer alan metal müzik ve klasik müziğin, gelişim sırasında beyin sapında ve serebellumda hasarlara sebep olup otizm gibi hastalıklara sebep olabileceği düşünülmektedir (41). Geçmişte yapılan çalışmalar da göstermektedir ki; ritmik müzikler motor kontrolün ve kognitif fonksiyonların gelişiminde pozitif bir etkiye sahiptir (42). Bir uyaran olarak düşünüldüğünde, gebelik boyunca maruz kalınan müziğin fetüsün beyin gelişimini arttırdığı, yeni doğanlarda mekansal ve zamansal öğrenmeyi geliştirdiği ve motor yeteneklerin hızlı şekillenmesini sağladığı bulunmuştur (43). Yapılan bir diğer çalışmada gebelik boyunca anneye dinletilen rahatlatıcı müziğin yavru beyinde motor ve somatosensör kortekste nörogenezi arttırdığı ve gürültünün ise nörogenezi azalttığı tespit edilmiştir (11).

Bu sonuçlara göre, anne karnında metal müzik ve klasik müzik dinleyen erkek yavruların motor koordinasyonlarının ve sensorimotor fonksiyonlarının klasik müzik dinleyen dişilerin ise denge durumlarının olumsuz yönde etkilendiği, ama tasavvuf müzik dinleyen yavruların her iki cinsinin de motor aktiviteye karar verme, sonuca ulaşma ve denge konusunda aynı yaşta ki diğer sıçan yavrularına oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; çevresel bir faktör olan müzik türü gebelikteki bir takım epigenetik değişimlere sebebiyet verebilmekte ve ileride yavrunun motor fonksiyonlarına etki edebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kour H, Ravishankar R, Goudar S. An experimental study to evaluate the effect of instrumental Indian classical and western music therapy on learning and memory in stress induced young rats. *IOSR J Pharm* 2012; 2: 29-32.
2. Fukui H, Toyoshima K. Music facilitate the neurogenesis, regeneration and repair of neurons. *Med Hypotheses* 2008; 71: 765-9.
3. Akiyama K, Sutoo DE. Effect of different frequencies of music on blood pressure regulation in spontaneously hypertensive rats. *Neurosci Lett* 2011; 487: 58-60.
4. Rauscher FH, Robinson KD, Jens JJ. Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurol Res* 1998; 20: 427-32.
5. Alladi P, Wadhwa S, Singh N. Effect of prenatal auditory enrichment on developmental expression of synaptophysin and syntaxin 1 in chick brain stem auditory nuclei. *Neuroscience* 2002; 114: 577-90.
6. Kim H, Lee H, Chang HK et al. Influence of prenatal noise and music on the spatial memory and neurogenesis in the hippocampus of developing rats. *Brain Dev* 2006; 28: 109-14.
7. Secoli S, Teixeira N. Chronic prenatal stress affects development and behavioral depression in rats. *Stress* 1998; 2: 273-80.
8. Drago F, DiLeo F, Giardina L. Prenatal stress induces body weight deficit and behavioral alterations in rats: the effect of diazepam. *Eur Neuro-psychopharmacol* 1999; 9: 239-45.
9. Rehm S, Jansen G. Aircraft noise and premature birth. *J Sound Vib* 1978; 59: 133-5.
10. Williams MT, Hennessy MB, Davis HN. Stress during pregnancy alters rat offspring morphology and ultrasonic vocalizations. *Physiol Behav* 1998; 63: 337-43.
11. Kim CH, Lee SC, Shin JW et al. Exposure to music and noise during pregnancy influences neurogenesis and thickness in motor and somatosensory cortex of rat pups. *Int Neurol J* 2013; 17: 107-13.
12. Köhlmann AY, de Rooij A, Hunink MG et al. Music affects rodents: a systematic review of experimental research. *Front Behav Neurosci* 2018; 12: 301.
13. Elilibol B, Aritan Ogur B, Dogru H. Prenatal exposure of diclofenac sodium alters the behavioral development of young Wistar rats. *Turk J Biol* 2019; 43: 305-13.
14. Hermans RH, McGivern RF, Chen W, Longo LD. Altered adult sexual behavior in the male rat following chronic prenatal hypoxia. *Neurotoxicol Teratol* 1993; 15: 353-63.
15. Gil-Pagés M, Stiles RJ, Parks CA et al. Slow angled-descent forepaw grasping (SLAG): an innate behavioral task for identification of individual experimental mice possessing functional vision. *Behav Brain Funct* 2013; 9: 35.
16. Altman J, Sudarshan K. Postnatal development of locomotion in the laboratory rat. *Anim Behav* 1975; 23: 896-920.
17. Shukitt-Hale B, Mouzakis G, Joseph JA. Psychomotor and spatial memory performance in aging male Fischer 344 rats. *Exp Gerontol* 1998; 33: 615-24.
18. Sun YT, Lin TS, Tzeng SF, Delpire E, Shen MR. Deficiency of electroneutral K⁺-Cl⁻ cotransporter 3 causes a disruption in impulse propagation along peripheral nerves. *Glia* 2010; 58: 1544-52.
19. Del-Bel E, Padovan-Neto FL, Szawka RE et al. Counteraction by nitric oxide synthase inhibitor of neurochemical alterations of dopaminergic system in 6-OHDA-lesioned rats under L-DOPA treatment. *Neurotox Res* 2014; 25: 33-44.
20. Kiliç E, Kiliç U, Bacigaluppi M et al. Delayed melatonin administration promotes neuronal survival, neurogenesis and motor recovery, and attenuates hyperactivity and anxiety after mild focal cerebral ischemia in mice. *J Pineal Res* 2008; 45: 142-8.
21. Chelli D, Chanoufi B. Fetal audition. Myth or reality. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2008; 37: 554-8.
22. Costa RM, Cohen D, Nicolelis MA. Differential corticostriatal plasticity during fast and slow motor skill learning in mice. *Curr Biol* 2004; 14: 1124-34.
23. Rothwell PE, Fuccillo MV, Maxeiner S et al. Autism-associated neuroligin-3 mutations commonly impair striatal circuits to boost repetitive behaviors. *Cell* 2014; 158: 198-212.
24. Yang G, Pan F, Gan WB. Stably maintained dendritic spines are associated with lifelong memories. *Nature* 2009; 462: 920-4.
25. Ren M, Cao V, Ye Y, Manji HK, Wang KH. Arc regulates experience-dependent persistent firing patterns in frontal cortex. *J Neurosci* 2014; 34: 6583-95.
26. Caston J, Jones N, Stelz T. Role of preoperative and postoperative sensorimotor training on restoration of the equilibrium behavior in adult mice following cerebellectomy. *Neurobiol Learn Mem* 1995; 64: 195-202.
27. Shiotsuki H, Yoshimi K, Shimo Y et al. A rotarod test for evaluation of motor skill learning. *J Neurosci Methods* 2010; 189: 180-5.
28. Deacon RM. Measuring Motor Coordination in Mice. *J Vis Exp* 2013; 29: 2609.

29. Adams J, Buelke-Sam J, Kimmel CA et al. Collaborative behavioral teratology study: protocol design and testing procedures. *Neurobehav Toxic Terato* 1985; 7: 579-86.
30. Yonemori F, Yamaguchi T, Yamada H, Tamura A. Evaluation of a motor deficit after chronic focal cerebral ischemia in rats. *J Cereb Blood Flow Metab* 1998; 18: 1099-106.
31. Markus EJ, Petit TL. Neocortical synaptogenesis, aging, and behavior: lifespan development in the motor-sensory system of the rat. *Exp Neurol* 1987; 96: 262-78.
32. Joseph JA, Bartus RT, Clody D et al. Psychomotor performance in the senescent rodent: reduction of deficits via striatal dopamine receptor up-regulation. *Neurobiol Aging* 1983; 4: 313-9.
33. Golden JP, Demaro JA, Knoten A et al. Dopamine-dependent compensation maintains motor behavior in mice with developmental ablation of dopaminergic neurons. *J Neurosci* 2013; 33: 17095-107.
34. Luong TN, Carlisle HJ, Southwell A, Patterson PH. Assessment of Motor Balance and Coordination in Mice using the Balance Beam. *J Vis Exp* 2011; 10: 2376.
35. Carter RJ, Morton J, Dunnett SB. Motor coordination and balance in rodents. *Curr Protoc Neurosci* 2001; 15: 8-12.
36. Fox GB, Fan L, Levasseur RA, Faden AI. Sustained sensory/motor and cognitive deficits with neuronal apoptosis following controlled cortical impact brain injury in the mouse. *J Neurotrauma* 1998; 15: 599-614.
37. Sell SL, Johnson K, DeWitt DS, Prough DS. Persistent Behavioral Deficits in Rats after Parasagittal Fluid Percussion Injury. *J Neurotrauma* 2017; 34: 1086-96.
38. Hausser N, Johnson K, Parsley MA, Guptarak J, Spratt H, Sell SL. Detecting Behavioral Deficits in Rats After Traumatic Brain Injury. *J Vis Exp* 2018; 131: 56044.
39. Nomura S, Kagawa Y, Kida H et al. Effects of intrathecal baclofen therapy on motor and cognitive functions in a rat model of cerebral palsy. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 9: 209-15.
40. Bharathi G, Jayaramayya K, Balasubramanian V, Vallugani B. The potential role of rhythmic entrainment and music therapy intervention for individuals with autism spectrum disorders. *J Exerc Rehabil* 2019; 15: 180-6.
41. Trevarthen C, Daniel S. Disorganized rhythm and synchrony: early signs of autism and Rett syndrome. *Brain Dev* 2005; 27: 25-34.
42. Smith R, Rathcke T, Cummins F, Overy K, Scott S. Communicative rhythms in brain and behaviour. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2014; 369: 20130389.
43. Savlı E. Rodentlerde antidepresan aktivitenin davranışsal değerlendirmesinde deneysel depresyon modelleri. *Harran Tıp Dergisi* 2012; 9: 28-31.

Merve BEKER	0000-0001-9708-7314
Hilal YANIK	0000-0001-9815-4064
İsmet KIRPINAR	0000-0002-7592-8036
Birsen ELİBOL	0000-0002-9462-0862