

Müziğin beynin bilişsel fonksiyonlarına olan etkisi

Ebru AYATA*, Cihat AŞKIN

İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Müzik Programı, 34437, Taşkışla, Taksim, İstanbul

Özet

Müzik işlevinin, beyinde belli bir merkezi olmadığı, Broca alanı, görme, işitme, koordinasyon, hareket etme merkezleri gibi birçok bölgeyi kapsayan geniş bir alanda meydana geldiği ve bu bölgelerin yapısal olarak farklılaştığı bilinmektedir. Ayrıca yapılan araştırmalar, 7 yaşın beyin gelişimi açısından kritik bir dönem olduğunu göstermektedir. Bu bölgeler beyinde, müzik ve görselmekânsal organizasyon, sözel öğrenme, matematik, işitsel ve görsel hafıza gibi bazı müzik dışı fonksiyonların da işlem gördüğü ortak alanlar olarak kullanılmaktadır. Peki, müzik eğitimi ile yapısal olarak gelişen bu bölgeleri ortaklaşa kullanan, müzik dışı zihinsel beceriler de gelişiyor olabilir mi? Başka bir deyişle "müzik, beynin diğer zihinsel becerilerini geliştirmek için kullanılabilir mi?" sorularına cevap aramak amacıyla Yeditepe Üniversitesi Hastanesi'nin işbirliği ile bir araştırma planlanmıştır. Bu araştırma, yedi yaş öncesinde ve yedi yaş sonrasında müzik eğitimine başlamış ve hiç müzik eğitimi almamış, yaş ve eğitim seviyeleri birbirine denk toplam 19 kişiden oluşan, üç grup üzerinde yapılmıştır. Bu kişiler önce nöropsikolojik testlerden geçirilmiş, elde edilen verilerde müzisyenlerin müzik becerilerinin yanısıra, diğer zihinsel becerilerinin de geliştiği yönünde bir sonuç çıkmamıştır. Buna karşılık Raven Standart Progresif Matrisler testinde kontrol gurubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması olan fMRI çekimlerinde söz konusu testle ilgili uyarılar verilmiş ve her iki gurubun beyin görüntüleri alınmıştır. Yapılan analizler sonunda, müzisyenlerin müzik dışındaki problemleri çözmek için de, beyinde müziği çözümledikleri mekanizmaları kullandıkları ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Müzik, beyin, nöropsikolojik testler, Raven Standart Progresif Matrisler Testi.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Ebru AYATA. eayata@yildiz.edu.tr; Tel: (212) 259 70 70.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Müzik Programında tamamlanmış olan "Müzik ve beyin" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 28.03.2008 tarihinde dergiye ulaşılmış, 26.09.2008 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.10.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Effects of music on brain's cognitive functions

Extended abstract

Among the many other different functions of human brain perception, production and developmental aspects of music has been the interest of many researchers. This subject has been the area of interest of not only the musicians but also the neurologists and the neuropsychiatrists.

What is brain? How does it perceive, compose and interpret music? Today these questions are still perceived as open-ended questions. What are the communication paths and centers responsible for composing and perceiving music? Is it possible to develop them with training? How much of being a musician has to do with genetics or training? Is the claim that there is a developmental difference in the music centers and communication paths between people who began Western classical music training after the age of seven and those who began before that age valid? If there is a difference, did it affect in any way the development of other cognitive functions?

In this study we tried to find answers to these questions by doing an extensive literature reserach. Results obtained showed that the seventh year is a critical period for human brain development and that the brain development of children who began music training before the age of seven is superior to other's. Furthermore, results showed that the music process takes place in a wide region of the brain that encompasses various areas and that these areas undergo structural changes.

These areas of brain are being used jointly in the processing of music and some non-music functions such as visuo-spatial organization, verbal learning and mathematical, auditory and visual memory. Then, is it possible for the non-music functions, which jointly use these areas that undergo structural development with music training to develop as well? In other words, can music be used to develop other mental skills? It is with this aim in mind that a research has begun in collaboration with Yeditepe University Hospital. This research has been conducted on a total of nineteen people of similar age and education levels that were divided into three groups: subjects who had began music training before the age of seven, those who had began music training after the age of seven and those who never

received music training. These subjects first underwent some neurological tests. Results were at first evaluated by taking into account the factor of beginning music training before the age of seven and after the age of seven. When no statistically meaningful results were obtained between these two groups, the research proceeded with different two groups; musicians and non-musicians. The statistical meaningfulness of the results was once more evaluated using the t-test and no results showing that musicians' mental skills developed in addition to their music skills were found. However, statistically meaningful results to the advantage of the control group were obtained in the Raven Standard Progressive Matrices subtest (RSPM). It is a widely used non-verbal intelligence test. According to their author, Raven's Progressive Matrices and Vocabulary tests measure the two main components of general intelligence the ability to think clearly and make sense of complexity, which is known as educative ability and the ability to store and reproduce information, known as reproductive ability.

During the fMRI scans, which constituted the second stage of the research, stimuli for the test in question were provided and brain scans of both group were taken. The aim here was to observe if there were any differences in the brain processes or mechanisms of the two groups. The results provided by the analyses showed that in order to solve non-musical problems musicians use the same mechanisms they use to analyze music. It is already known that these brain areas used by musicians had been used by them in previous studies during musical tasks such as sight-reading and pitch perception. However, the same areas being used by musicians during a non-musical task that is RSPM show that they develop a different brain mechanism with music training and that they use this mechanism whether the task is related to music or not. In reality, it is very meaningful and promising for future research that when a non-musical stimulus is provided, different areas are being activated in the brain of musicians than in those of non-musician. This is especially exciting for music and musicians, considering that these areas have the functions of processing the different elements of music. It is thought that some interdisciplinary studies used in this research will open new horizons for music education and practice under the light of results obtained.

Keywords: Music, brain, neuropsychological tests, Raven Standart Progressive Matrices test, fMRI.

Giriş

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılın “Bilgi ve İletişim” çağı olduğu ve bu alanlardaki gelişmelerin insanlığın geleceğini şekillendireceği günümüzde herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Fakat gerek bilginin üretilip kullanılması, gerekse günlük yaşamımıza yön verecek hizmetlere dönüştürülebilmesi için insan beyninin üst sınırlarına kadar geliştirilmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle “Bilgi Toplumunu” beyin temeli üzerine kurulan, iyi gelişmiş, üstün yetenekli beyinlerin sürüklediği bir toplumdur. Böylelikle beynin nasıl geliştiği, bunu tetikleyen mekanizmaların neler olduğu, neden bazı beyinlerin daha gelişmiş olduğu, hangi becerilerin beyni geliştirdiği ve yapısal bazı farklılıklar yarattığı vb. sorular ortaya çıkmıştır. Doğal olarak bu konudaki araştırmalar, özel ve farklı becerilerin bir arada kullanıldığı alanlarda ve o alanlarda faaliyet gösteren kişiler üzerinde yapılmaktadır. İşte müzik de beynin birçok fonksiyonunu bir arada kullanan az sayıda faaliyetten biri olduğu için, beyinde algılanması, oluşturulması ve yorumlanması açısından, geçmişten günümüze birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur (Zatorre, 2005).

Bugüne kadar daha çok nörologların ve nöropsikologların araştırma konusu olan müzik ve beyin, artık müzisyenlerin de ilgisini çekmeye başlamıştır. Bunun nedeni, bugüne kadar daha çok içgüdüsel olarak yaptıkları şeylerin nedenini daha bilimsel olarak öğrenme ve daha bilinçli bir şekilde uygulayabilme ihtiyacıdır.

Nörologlar açısından müzisyenler, beyin gelişimi ve plastisitesini (uyarlanabilirlik) gözlemleyebilmek açısından ideal bir denek gurubu oluşturmaktadırlar; çünkü gerek performans gerekse yaratıcılık açısından müzik çok farklı algı ve özellikler gerektirdiği gibi, insan türünün en eski ve en temel sosyo-bilişsel (socio-cognitive) alanlarından biridir (Schlaug, 2001).

Müzik yapmak, iletişim, işbirliği, grup koordinasyonu ve sosyal bütünlük gibi evrimsel fonksiyonları içerir. Aynı zamanda beynin, algılama, hareket, duygu, öğrenme ve hafıza gibi hemen hemen bütün zihinsel fonksiyonlarını faaliyete

geçiren çok yönlü bir iştir. İşte bu zenginlik müziği, beynin işleyişini araştırmak için ideal bir araç haline getirmiştir.

Son 20 yılda müziğin beyinde nasıl gerçekleştiği konusu teknolojik gelişmeler sayesinde oldukça değişmiş ve farklı bilişsel beceriler gurubu olarak görülmeye başlanmıştır.

Müzik biyolojisi araştırmaları göstermiştir ki beyin, hem frekans (perde) analizleri gibi müziğe özel görevlerde uzmanlaşmış bölgelere sahip (sağ arka üst temporal korteks), hem de yeni bilişsel kalıplar yaratmak için (ses ve zaman organizasyonu gibi) farklı mekanizmaları ve alanları birleştirmektedir.

Müzik, farklı perdeleri, armonik bir düzende, farklı süre, yoğunluk ve tınıda biraraya getirebilme sanatıdır. Yani insan zekasının, hatta insan beyninin yarattığı bir olgudur (Sergent, 1993).

Hayatın fiziksel, zihinsel, duygusal, ruhani, etik ve müzikal fonksiyonları beynin faaliyetleridir. Son yıllarda beynin çeşitli yapılarını ve fonksiyonlarını anlama yönünde oldukça önemli ilerlemeler olmasına ve beynin işleyişi hakkında birçok şey öğrenilmesine rağmen, bu bilgilerin günlük hayata ve bilinç düzeyimize uygulanabilmesi için hala çok yol alınması gerekmektedir (Reimer, 2004).

Müzik de tıpkı matematik ya da satranç gibi yüksek beyin fonksiyonları gerektirir. Müzikle uğraşmak aynı zamanda iyi gelişmiş “mekansal” (spatial) zekânın temelini atar. Mekansal zekâ, görsel dünyayı algılayabilme, nesnelere görüntülerini zihinde oluşturabilme ve bunların farklılıklarını kavrayabilme yetisidir (Boettcher vd., 1994). Zekâ tam olarak anlayamadığımız karmaşık bir fonksiyondur. Hem kalıtsal hem de çevresel faktörlerin çok önemi vardır. Bilindiği gibi beyin hücreleri arasındaki iletişim zekânın belirlenmesi konusunda en önemli faktördür. Gelişmesindeki en önemli unsurlardan biri beynin ne kadar kullanıldığıyla ilgilidir. Yapılan araştırmalar, enstrüman eğitiminin yoğunluğu ve süresine bağlı olarak müzisyen ve müzisyen

olmayanların beyinleri arasında bazı yapısal ve fonksiyonel farklılıklar göstermiştir (Pantev vd., 1998). Herşeyden önce, müzik eğitimi genel olarak beynin hala adaptasyon gösterebileceği bir dönemde başlar. İkinci olarak müzik eğitimi -enstrümana göre farklılık gösterse bile- iki elin de kullanımını gerektiren çok uzun, sürekli ve düzenli bir çalışma gerektirir. İki elin koordinasyonu çok önemlidir. Bu çok karmaşık motor işlevlerin yanısıra, görsel olarak algıladıkları müzikal sembollerini motor emirlere dönüştürürken, aynı zamanda gerektiği gibi icra yapabilmek gibi kombine ve işitsel becerilere sahiptirler.

Bazı araştırmacılar müzik eğitimine yedi yaşından önce başlamanın beyin gelişiminde belirgin farklar yarattığını öne sürmektedirler (Schlaug vd., 2005). Eğer öyleyse, bunun beyin müzik dışı diğer fonksiyonlarını da geliştirme mümkün olabilir mi? Yapılan bütün araştırmalar birçok konuda aydınlatıcı olsa da bütün bu sorulara bütünüyle yanıt verememektedir. Bilimde kesin sonuç mümkün olmadığı gibi, evren sürekli değişim içinde olduğu için bilim de sürekli yeniliklere açık olmak zorundadır.

Materyal ve yöntem

Bu çalışmanın çıkış noktası “müziğin yetişkin ve profesyonel müzisyenlerin beyin gelişimine olan katkısını” ölçmektir. Bu amaçla, Yeditepe Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri ile izlenecek yaklaşım ve yöntemler konusunda görüşmeler yapılmıştır. Müzik eğitimine 7 yaşından önce başlamış çocuklar üzerinde daha önce yapılan çeşitli araştırmalarda, matematik veya hafıza gibi müzik dışı yeteneklerin hiç müzik eğitimi almamış çocuklardan daha iyi geliştiği belirtilmiştir. Ancak bunun yedi yaş öncesinde müzik eğitimine başlayıp da şu anda yetişkin ve profesyonel müzisyen olan kişilerde hala geçerli olup olmadığı, yedi yaşın üzerinde müzik eğitimine başlamış olanlarla herhangi bir fark olup olmadığını incelemek açısından hangi testlerin yapılacağı önem kazanmaktadır. Müziğin, insan beynindeki müzik dışı fonksiyonların (yani sözel öğrenme ve hafıza, görsel organizasyon, motor fonksiyonlar, görsel hafıza, soyut düşünce gibi yeteneklerin) gelişiminde ne kadar

etkili olduğunu ölçebilecek yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, bu çalışmaya katılan kişilere bir grup nöropsikolojik testler ve fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) uygulanmasına karar verilmiştir.

Üç ayrı guruba ayrılmış olan denekler, önce nöropsikolojik testlerden geçmişlerdir. Birinci grup, 7 yaş sonrasında müziğe başlamış yetişkin müzisyenlerden; ikinci grup, 7 yaş öncesinde müziğe başlamış yetişkin müzisyenlerden; üçüncü grup ise, kontrol gurubu denilen müzisyen olmayan kişilerden oluşmaktadır. Nöropsikolojik testlerin alt testleri, t-test denilen bir yöntemle değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı sayılabilecek sonuçlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonunda, hangi gurubun alt test sonuçları istatistiksel olarak anlamlı ise, o test fMRI çekimlerinde deneklere uyarıcı olarak verilmiştir. Böylelikle üç grup arasında, beyin bu fonksiyonunu yerine getirdiği sırada görüntüsel olarak da fark olup olmadığı, hangi mekanizmaların ve bölgelerin devreye girdiği fMR görüntüleriyle de desteklenmiş olmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada Nöropsikolojik testler ve fMRI, iki farklı ama birbirine bağlı metod olarak kullanılmıştır.

Yaşları 18 ila 47 arasında olan, müzik eğitimine 7 yaş sonrasında başlamış 7 profesyonel müzisyen; müzik eğitimine 7 yaş öncesinde başlamış 6 profesyonel müzisyen ve hiç müzik eğitimi almamış 6 kişi olmak üzere toplam 19 kişi bu çalışmaya katılmıştır. Çalışmada kullanılan testler tüm deneklere bireysel olarak uygulanmıştır. Uygulamadan önce, denekler çalışmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgilendirilmiştir. Fakat testler hakkında ipucu verecek açıklamalardan kaçınılmıştır. Deneklerin hiçbiri, geçmişte nörolojik bir hastalık geçirmemiştir ve testleri etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanmamaktadırlar. Test uygulayıcısının etkilenmemesi amacıyla testlere geçmeden önce deneklere sadece isim, yaş ve eğitim süresi hakkında bilgiler sorulmuştur. Çaldıkları enstrüman ve müziğe başlama yaşı hakkında kesinlikle soru sorulmadığı gibi, bunu belirtmemesi özellikle istenmiştir. Uygulama esnasında, mekânda sadece uygu-

layıcı ile deneğin bulunmasına ve performans anksiyetesini arttırabileceği göz önüne alınarak diğer kişilerin uygulamayı izlememesine özen gösterilmiştir. Denekler randevu ile günde bir kişi olmak üzere testlere alınmışlardır. Bir kişi için nöropsikolojik testlerin süresi ortalama 2-2.5 saattir. Kişinin performans hızına göre değişmektedir.

Nöropsikolojik testler

Nöropsikolojik testler, bilgiyi işleme hızı, hafıza, dikkat, dil gibi kognitif (bilişsel) becerileri incelemek için düzenlenmiştir. Nöropsikologlar, kognitif becerilerin seviyelerini test ederek ve beynin değişik kognitif alanlarındaki performans modellerini inceleyerek beynin belli bir fonksiyonu konusunda sonuçlara varabilmektedirler. Bu çalışmada uygulanmış olan nöropsikolojik testler, müzik dışı testler olup; kısa ve uzun süreli hafıza, sözel öğrenme ve hafıza, görsel ve mekansal hafıza, motor fonksiyonlar, dikkat ve konsantrasyon, görsel öğrenme ve hafıza, işlem hızı, dil işlemi ve soyut düşünce gibi zihinsel faaliyetleri ölçmektedir. Bu testler sırasıyla; Sayı Menzili, Semantik Akıcılık Testi, Görsel Menzil Testi, Şifre Testi, Hooper Görsel Organizasyon Testi, Benton Yüz Tanıma Testi, Çizgi Yönü Belirleme Testi, Küplerle Desen Testi, Raven Progresif Matrisler Testi, Aritmetik Testi, Kelime Dağarcığı Testi, California Sözel Öğrenme Testi, İz Sürme Testidir.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında nöropsikolojik testler 19 kişi üzerinde tamamlandıktan sonra elde edilen bütün puanlar her test için ayrı hesaplandı. Çıkan sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirebilmek için t-testi yapıldı. Elde edilen rakamın istatistiksel olarak anlamlı olması için 0.05'ten küçük olması gerekir; bu da $P < 0.05$ olarak ifade edilir. T-test sonuçlarının değerlendirilmesinden sonra hangi testin sonucunda $P < 0.05$ 'den küçük çıktıysa, yani istatistiksel olarak bir anlam ifade ediyorsa, o test fMRI'da yine tüm deneklere uyaran olarak verildi. Böylelikle her deneğin testi çözerken beyinlerinin ne aşamalardan geçtiği MR'la görüntüledi. Uygulanan alt testlerden, "Raven Standart Progresif Matrisler" (RSPM) testinde kontrol gurubunda $P = 0.05$ değeri bulunduğu

için deneklere fMRI sırasında uyaran olarak aynı testten seçilmiş sekiz öge verilmiştir. Bunun amacı, bu testi gerçekleştirme sırasında beyinde kullanılan bölgeler bakımından müzisyenlerle, müzisyen olmayanlar arasında nasıl bir farklılık, ya da benzerlik olduğunu tespit etmektir. Müzikle ilgili bölgelerin devreye girip girmediğinin, ya da beynin ne kadarını ne kadar enerji harcayarak kullandıklarının görüntüleri alınmıştır. Beynin bir işi yaparken harcadığı enerji, beynin o işle ilgili bölgesinin ne kadar geliştiği ile ilgilidir. O bölge ne kadar kullanılıyorsa ve gelişmişse, beyin o işi gerçekleştirirken o kadar az enerji harcar. Örneğin parmak hareketlerinin çabukluğuyla ilgili bir işi yaparken, beynin motor bölgesi, enstrüman çalan müzisyenlerde, müzisyen olmayanlardan daha az enerji harcayarak çalışır.

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) MR sadece beynin anatomik yapısını gösterir; fMRI ise belli bir iş sırasında beynin nasıl çalıştığını gösterdiği için oldukça farklı bir analiz ve detaylı bir çalışma gerektirmektedir. fMRI beynin aktif olan bölgesindeki metabolik değişiklikleri ölçebilen nispeten yeni sayılabilecek bir işlemdir. Beyinde aktif olan bir alanda oksijen ihtiyacının artmasına bağlı olarak yerel kan akışı hızlanır. Bu da oxyhemoglobin ve deoxyhemoglobin konsantrasyonunda rölatif bir düşüşe sebep olur. Beyinde faal olan bir dokuda deoxyhemoglobin konsantrasyonunun düşmesi MR sinyalinde ölçülebilir miktarda bir artış oluşturur. Bu etkiye kan oksijen seviyesine bağlı kontrast (BOLD-Blood oxygen level dependent) denir. İnsan beyninde belirli bir eylem sırasında, uyarılan bölgeden gelen uyarılar, bekleme süresinde ard arda alınan görüntülerden, beyindeki lokal kan akımı ve deoxyhemoglobin oranlarındaki değişim gözlenerek, faal olan bölgelerin haritası çıkarılabilir. Bu tetkike fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme adı verilmektedir.

Çok yakın zamana kadar, fMRI makineleri sadece tıbbi amaçlar için kullanılan cihazlardı. Fakat nörobilimin gelişmesi ve araştırmacıların ahlaki değerler ve dini yaklaşımlardan, güzelliğin algılanmasına kadar neredeyse tüm davra-

nışları anlamak için deneklerin beyin aktivitelerini incelemek istemeleri ve bunun için MR cihazlarını kullanmaları, bu cihazları farklı bir konuma getirmiştir.

Deney ortamı Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Bölümü, Görüntüleme Merkezi'nde oluşturulmuştur. Görsel olarak verilen şekilleri deneklerin görmelerini sağlayacak deney düzeneği Projektör, Yansıma Paneli ve Görme Aynasından oluşturulmuştur. Gönüllü denekler fMRI çekiminde yan etki yapabilecek sağlıkla ilgili hiçbir sorunları olmadığına dair sorgulandıktan sonra deney odasına davet edilmişlerdir. fMRI çekimlerine her denek sırayla alınmış ve çekimler 20'şer dakika sürmüştür.

MR kontrol odasından projeksiyonla, deneğin karşısında bulunan perde üzerine verilen şekiller, baş üzerine yerleştirilmiş ayna vasıtasıyla denek tarafından görülebilmektedir. Deneklerin çekim süresince yatar vaziyette olmaları ve hiçbir şekilde kıvılcımlamaları çok önemlidir. İlk 4 dakika boyunca denek pasif izlemedeyken, yani hiç bir "task" verilmeden çekim yapılmış; daha sonra 20 saniye "RSPM" testliyle ilgili 3 soru verilmiş ve denekten sadece şekilleri incelemesi, sonucu düşünmesi istenmiştir. Sonraki 20 saniyede ise sadece "X" işaretleri gösterilmiştir. Bu şekilde 20'şer saniyelik 9 blok halinde devam edilmiştir.

fMRI çekimlerinin süresi nöropsikolojik testleri uygulama süresine göre çok daha kısa olmasına rağmen, analizleri oldukça uzun sürmektedir. Bu analizler, özellikle fMRI konusunda uzman teknisyen ve doktorlar tarafından yapılabilmektedir. Sunulan uyarılara verilen tepkilerin hangi bölgelerde oluştuğunu belirlemek üzere elde edilen imajların analizleri yapılarak aktivasyon kümelerinin beyin hangi alanlarında karşılık bulduğu tespit edilmiştir.

Nöropsikolojik test sonuçları

Doğanın en karmaşık olayı olan beyin ve onun işlevlerini anlamada sayıca ve kapsamca kısıtlı yaklaşımların, teknik ve ölçme türlerinin yeterli olamayacağı açıktır. Nöropsikolojik testler beyin-davranış ilişkisini anlamada ilave bir teknik

ve çalışmaların bilimsel platformda yer almasını sağlayabilecek bir konfirmasyon aracı niteliğindedir. Bir ölçme aracı olup çıkarımlarda bulunabilme ve hipotez üretmeyi de olanaklı kılan nöropsikolojik testlerin temel bilim çalışmaları açısından önemi büyüktür. Bu çalışmada, müzisyen ve müzisyen olmayanlar arasındaki belli zihinsel fonksiyonların gelişmişlik dereceleri nöropsikolojik testler ve fMRI görüntüleriyle karşılaştırılmıştır. Bugüne değin dünyada benzer pek çok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda her ne kadar bir takım çelişkili sonuçlar elde edildiyse de, ağırlıklı olarak sonuçlar müziğin matematiksel becerileri geliştirdiği yönünde olmuştur. Bu çalışmada ise, başta da belirtildiği gibi, müziğin, beyin matematik ve matematik dışında başka hangi fonksiyonları geliştirmiş olabileceğine bakılmıştır. Bu çalışmada benzer çalışmaların pek çoğunun aksine, müzik ve müzisyenler lehine bir sonuç çıkmamıştır. Çıkan sonuç, RSPM alt testinin kontrol grubu lehine anlamlı olmasıdır.

Çeşitli çalışmalarda RSPM'in analitik zeka için en uygun ölçme aracı olduğu sonucuna varılmıştır (Carpenter, Just ve Shell, 1990). RSPM düşünmede çeşitlilik, esneklik, hız, yaratıcılık, doğru çözüm bilinmediğinde doğaçlama yapabilme yeteneği, çok aşamalı planlar yapabilme yeteneği, zamanı doğru kullanabilme, doğru olan yeni analogiler kurma, hoşça giden türden armoniler yakalama, hayal gücünü kullanarak çözüm üretebilme yeteneği gibi zihinsel becerileri ölçebilen bir testtir (Guilford ve Hoepfner, 1971). Sayı menzili testinde ise, yedi yaş altında müzik eğitimine başlayanlarla, müzik eğitimi almamış grup arasında dikkat, konsantrasyon ve kısa süreli hafıza açısından müzisyenler lehine anlamlı bir farklılık mevcuttu. Fakat yedi yaş üstünde müziğe başlayanlar da hesaba katıldığında, bu fark ortadan kaybolmuştur. Bu sonuçun, tamamen farklı bir araştırma ile kontrol edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Araştırmanın müzisyenler lehine, matematiksel beceri dâhil, herhangi bir farklılık göstermemiş olmasında çeşitli etkenler rol oynamış olabilir. İlk olarak sosyo kültürel nedenler düşünülebilir. Beyin yarımkürelerindeki hâkimiyetin değişik

kültürlerden etkilendiği, yapılan çeşitli araştırmalarda ortaya çıkmıştır. Mesela Japonlar, Japon halk müziğini sol yarımkürede algılarken, Batılıların aynı müziği sağ yarımkürede algıladığı Zürih Üniversite Hastanesi, Nöroloji Bölümü'nden H.G. Weiser'in 1987'de yaptığı bir çalışmada tespit edilmiştir. Yani sosyo-kültürel farklılıklar müziğin beynin neresinde algılandığını bile değiştirebilmektedir. Bu nedenle araştırmanın yapılmakta olduğu ülkede verilmekte olan müzik eğitiminin şekli, yoğunluğu ve sürekliliği fark yaratabilmektedir. Kimlerin müzik eğitimi seçtiği, ya da kimlerin müzik eğitimi için seçildiği ile ilgili sosyolojik farklılıklar dahi araştırma sonuçlarını etkileyebilir.

Ülkemizde verilmekte olan klasik batı müziği eğitiminin müzik dışı becerilerin gelişimini kısıtlayıcı olduğu düşünülebilir. Her ne kadar bu konuda olumlu çabalar sürdürülmekte ise de, yakın geçmişte klasik batı müziği eğitimi veren kurumlarda farklı müzik dalları ile ilgilenmek bile hoş görülmezdi. Bunun klasik batı müziği eğitimi alan insanları dar kalıplar içerisine alarak yaratıcılığını ve gelişimini engellediği artık herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Oysa farklı müzik disiplinleri arasındaki alış verişin müzisyenin ufkunu geliştirdiği tartışılmaz. Çünkü her farklı müzik, farklı bir kültür ve farklı bakış açısı kazandırmaktadır. Ayrıca ülkemizde müzik yeteneği keşfedilen çocuklar için durum diğer çocuklardan farklıdır. Bu çocuklar çoğu zaman yalnızca müzikal açıdan desteklenmekte ancak bilişsel açıdan köreltilmektedir. Bu çocukların diğer yetenekleri yok sayılmakta veya önemsenmemektedir. Bilişsel açıdan eksik donanım ile mesleğe başlayan müzisyenlerimiz çoğu zaman bu eksikliği ilerleyen meslek hayatlarında hissetmektedirler.

fMRI sonuçları

Bu çalışmanın esas amacı “müzikten, beynin müzik dışı başka bir fonksiyonunu geliştirmek için yararlanabilir miyiz?” sorusuna cevap bulmak; ayrıca böyle bir fonksiyon varsa bunu fMRI görüntüleriyle de desteklemektir. Elde edilen sonuçlar çok fazla müzisyenler lehine olmasa da, testlerde ortaya çıkan farklılıkların fMR görüntülerine ne şekilde yansdığına ba-

kalmıştır. Bu görüntülerden elde edilen veriler her ne kadar bu çalışmayı doğrudan ilgilendirmese de, başka çalışmalara yol gösterici nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Müzisyen ve müzisyen olmayan deneklerin RSPM işlemi sırasındaki fMRI verileri her iki grupta da çift taraflı görsel birleştirme merkezleri Brodmann 18 ve 19 (kısaca BA18, BA19), premotor BA6 ve üst parietal bölgelerde aktivasyonlar göstermiştir. Gruplararası farklılık analizleri ise Broca alanı BA44 ve BA45, singüler bölge BA30, BA31, BA32; insular bölge BA13 ve alt prefrontal bölgelerde BA47 müzisyenlerde diğer guruba oranla daha çok aktivasyon olduğunu ortaya koymuştur. Bu alanlar Alman nörobilimci Korbinian Brodmann'ın beynin bölümlerini işlev ve özelliklerine göre gruplandırmasıyla oluşmuş bölgelerdir. Bunlara Brodmann alanları (Brodmann's area kısaca BA) denir (Tablo 1). Araştırmacılar tarafından yakın zamana kadar tam olarak anlaşılamamış olsa da fMRI sayesinde artık hangi fonksiyonlarda devreye girdiği tespit edilebilmektedir.

Tablo 1. Brodmann fonksiyon bölgeleri

Fonksiyon	Brodmann Bölgeleri
Görme	
birincil	17
ikincil	18,19,20,21,37
İşitme	
birincil	41
ikincil	22,42
Bedeni algılama	
birincil	1,2,3
ikincil	5,7
üçüncül	7,22,37,39,40
duyu	
Motor	
birincil	4
ikincil	6
göz hareketi	8
konuşma	44
üçüncül motor	9,10,11,45,46,47

İnsular alan

İnsular bölge BA13 her ne kadar duygularla ilgili olsa da University of Southern California'dan nörobilimci Antonio Damasio rasyonel düşüncenin duygulardan ayrılamayacağını belirterek,

insuladan gelen verilerin karar vermeyle ilgili olan ön singular ve prefrontal kortekslere iletilmediğini tespit etmiştir (Damasio, 1977).

Singular alan

BA30/31/32 yani singular korteks beynin orta çizgisinde yer alan, endişe ve karar verme mekanizmasından sorumlu kısımdır. Karar verirken seçenekleri tartar. Ayrıca stres ve duygudurum merkezidir.

Broca alanı

BA44 ve BA45 gösterilmiş olan Broca alanının şimdiye kadar sadece dil-konuşma üretimiyle ilgili olduğu düşünülüyordu. Bugün daha geniş kapsamlı bir dil-bağlan fonksiyonların ve de diğer iletişim türleriyle bağlantılı fonksiyonların alanı olarak kabul edilmektedir. Bookheimer dil bölgeleri üzerine yaptığı yoğun fMRI çalışmasında (Bookheimer, 2002), 44. ve 45. alanların farklı fonksiyonları barındırdığını da belirtmiştir. Broca alanlarında, gramer kurallarının öğrenilmesinde, konuşma seslerinin ayırımında, kelimelerin üretilmesinde, zaman aralıklarının hesaplanmasında ve ritimlerin yeniden oluşturulmasında da faaliyet meydana geldiği tespit edilmiştir (Nishitani vd., 2005). Böylece Broca alanı hem konuşmanın algılanmasında hem de üretilmesinde devreye girmektedir.

Alt prefrontal alan

BA47, frontal korteksin alt prefrontal kısmıdır. Burada meydana gelen mental operasyonlar fMRI tekniğiyle incelendiğinde, bu bölgenin semantik işlemlerde veya kelimelerin veya şekillerin birtakım semantik kategoriler içindeki sınıflandırılması sırasında aktif olduğu tespit edilmiştir (Gabrieli vd., 1998).

Sonuç ve tartışma

Bu çalışmada müziğin hangi zihinsel fonksiyonları geliştirebilmek için kullanılabileceği, yapılan nöropsikolojik testler ve fMRI çalışmalarıyla araştırılmıştır. Denekler 18-48 yaş arası, lisans ve lisansüstü eğitilmiş yetişkinlerdir. Müzik eğitimine 7 yaş altında ve 7 yaş üstünde başlayan ve halen profesyonel müzik yaşamını sürdüren müzisyenlerle, hiç müzik eğitimi almamış kişilerin çeşitli zihinsel fonksiyonları karşılaştır-

rılmıştır. Müzisyenlerin müzik dışındaki becerilerinin de geliştiği yönünde bir sonuç elde edilmemiştir.

Bu sonucun, özellikle batı ülkelerinde yapılmış olan benzer çalışmaların çoğunluğunun sonuçlarından farklı olduğu gözlemlenmiştir. Yine batı ülkelerde yapılmış olan bazı araştırmalar ise bu araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Sonuçlardaki farklılığın sosyokültürel ve eğitsel farklılıklardan mı, yoksa deneklerin değişken performanslarından mı kaynaklandığı tartışmaya açıktır. Bu arada yine batılı araştırmacıların, bazı çalışmaların ekonomik kaygılarla saptırılmış olabileceği görüşü de göz ardı edilmemelidir.

Müzik eğitimi, eğitici, yetiştirici, geliştirici, sabırlı ve disiplinli olmayı öğretici, güdüleyici yönleriyle oldukça önemli bir eğitim biçimidir. Tarih boyunca dünya milletleri müziğin eğitsel rolüne inanmışlar, ona bir eğitim aracı olarak bakmış ve önem vermişlerdir.

Günümüz modern hayatında beyin, etkileşim ve çalışmasındaki rolü ile eğitim anlayışının vazgeçilmez bir ilkesi haline gelmiştir. Bu nedenle sanat, çağdaş toplum olma süreci içindeki toplumlarda önemli bir eğitim aracıdır. Sanat ve sanat eğitiminin, eğitim kurumlarında hak ettiği ağırlığı yakalayabilmesi, gelişebilmesi, onun gerekliliğine ve önemine inanmış insanlar tarafından sağlanabilir. Bu özelliklerde yetişecek olan insanların mimarları da, çağın gereklerini yakalayabilmiş bir eğitim politikası ve kararlılığı, gerekli donanım ile etkili bir programla yetiştirilmiş olan eğitimciler olacaktır. Türkiye'deki müzik eğitiminin, çağdaş eğitimle bağdaşması için, müzik eğitiminde ileri düzeyde bulunan ülkelerin kullanmakta ve uygulamakta olduğu eğitim sistemiyle tutarlılık içerisinde bulunmasının önemi büyüktür.

Dikkate alınması gereken diğer bir nokta ise bu konudaki çalışmaların hep 5 ila 11 yaş ve ilköğretim seviyesindeki çocuklar üzerinde, yani akademik anlamdaki müzik dışı eğitimlerinin henüz başlamamış olduğu ya da çok başında oldukları dönemlerde yapılmış olduğudur. O dönemlerde alınan müzik eğitimi, algılamalarında ve beyinlerinde oldukça önemli farklılıklar

yaratabilir ve yaşlılarının önüne geçmiş olabilirler. Fakat ileri yaşlarda, eğitim seviyeleri gittikçe arttığı, alanlar farklılaştığı için bu fark kapanıyor olabilir. Çocuk yaşlarda zihinler nispeten boş, açık ve berrak olduğu için sembollere, içinde matematiksel öğeler barındıran ritimselliğe dayalı bir eğitim tabii ki o çocukları diğerlerinden farklılaştırır. Ama zaman içinde diğer çocukların da seçtikleri alanlara göre yoğun bir matematik, fizik ya da edebiyat eğitimi almaları, onların da o konularla ilgili bölgelerinin aynı şekilde gelişmesini sağlayabilir. Yani müzisyenler, beynin matematikle ilgili bölgesini müzik eğitimiyle ya da performansıyla geliştirirken, müzisyen olmayanlar aynı bölgeyi yoğun matematik eğitimiyle geliştirmektedirler. Kişiyeye göre değişiklik gösterse de, genel olarak gelişim aynı, ama kullanılan yollar farklı denilebilir. Aynı şekilde edebiyat alanlarında eğitim görmüş kişiler dille ilgili Broca alanlarını nasıl geliştiriyorlarsa, müzisyenler de aynı alanı müzikle geliştirebilmektedir. Bunun da sebebi, dil merkezi gibi, konuşma ya da konuşmayı algılama merkezi gibi tek bir müzik merkezi olmaması ve müziğin beyinde oldukça geniş bir alanı kapsayan değişik bölgelerde işlem görmesi olabilir.

fMRI'da elde edilen sonuçlara bakıldığında ise, müzisyen beyninin bir şekilde farklılık gösterdiği görülmektedir. Görsel-mekansal ve müzik dışı bir iş olan RSPM sırasında müzisyenlerde özellikle Broca alanı, insular korteks, singular korteks ve alt prefrontal kortekste aktivasyonlar görülmüş (Tablo 2, 3, 4, 5); ayrıca birincil görme merkezini BA17 hiç kullanmadıkları gözlenmiştir. Müzisyen olmayanlar ise aynı iş için daha ziyade (görsel ki buna birincil görme alanı BA17 de dahildir), premotor ve parietal kortekslerini kullanmışlardır. Parietal korteks genel olarak gelen bilgileri birleştirme, sayılar ve ilişkileri gibi işlevlerde kullanılan bir bölgedir.

Bu veriler iki ayrı şekilde değerlendirilebilir. İlk olarak, fMRI'da çıkan farklılıklar, hem müzik notasyonunun, hem RSPM'in görsel-şekilsel olmasından dolayı müzisyenlerin iki durumda da aynı mekanizmayı kullandıkları şeklinde yorumlanabilir: Bunun da sebebi okuryazar herkesin harfleri, kelimeleri algılaması nasıl otomatikleşiyorsa, müzisyenlere de bir müzik yazısı

verildiğinde notaları ve ritimleri algılamaları aynı şekilde otomatikleşmektedir. Hatta müziği de dil gibi algılayıp beynin dille ilgili bölgesini kullandıkları çıkan sonuçlarda açıkça görülmektedir.

Tablo 2. İnsular korteks aktivasyonları

	Aktif olan	Aktif olmayan
Müzisyen	8	1
Kontrol	4	3

Tablo 3. Broca alanı aktivasyonları

	Aktif olan	Aktif olmayan
Müzisyen	4	5
Kontrol	2	5

Tablo 4. Singular korteks aktivasyonları

	Aktif olan	Aktif olmayan
Müzisyen	8	1
Kontrol	4	3

Tablo 5. Alt prefrontal girus aktivasyonları

	Aktif olan	Aktif olmayan
Müzisyen	4	5
Kontrol	2	5

İkinci olarak da müzikal işlerde yoğun olarak kullanılan bölgeler müzik dışı işlemlerde de otomatik olarak ön plana çıktığı ve aktivasyon meydana geldiği düşünülebilir. Bu çalışmaya katılan müzisyen deneklerin kullandığı bu alanların, daha önce yapılmış çalışmalarda müzikte deşifraj, perde algısı gibi müzikal işlemlerde, yine müzisyenler tarafından kullanıldığı belirtilmiştir. Fakat müzik dışı bir iş olan RSPM'de de aynı bölgeleri kullanmaları, müzisyenlerin beyinlerinde müzik eğitimiyle ilgili olarak farklı bir mekanizma geliştirdikleri ve müzikle ilgili olsun olmasın bu mekanizmayı çalıştırdıkları sonucunu çıkarmaktadır. Bu sonucun, söz konusu bölgelerin müzik eğitiminden dolayı çok çalıştığı ve geliştiği için mi devreye girdiği, yoksa müzisyenlerin müzik dışı fonksiyonları da müzikle ilişkilendirip ona göre işlem yaptıkları için mi daha fazla aktif olduğu, bugün elde olan bilgiler ve teknolojiyle henüz tam olarak bilinememektedir.

fMRI aktivasyonlarında dikkat çekici bir diğer nokta da müzisyenlerin BA17/18/19 olan görme alanlarından, BA17'yi yani birincil görme alanını kullanmamalarıdır. BA17 en ilkel görme alanı olup sadece ışığı, rengi algılar. fMR çökimindeki pasif izleme sırasında aktif olan alanlar, işlem sırasında devreye giren alanlardan çıkarılmakta böylece işlem sırasındaki aktivasyon alanları ortaya çıkmaktadır. Sonuçlara baktığımızda RSPM işlemi sırasında müzisyenlerde BA17 alanının faal olmadığı, buna karşılık BA18 ve BA19'un yani görsel birleştirme alanlarının aktif olduğu görülmektedir. Görsel birleştirme bölgeleri, görme işleminin diğer fonksiyonlarla ilişkilendirildiği alanlardır. Dolayısıyla müzisyenlerin sadece birleştirme, ilişkilendirme bölgelerini kullandığı görülmektedir. Bu durum, müzisyenlerin özellikle ilk okuma işlemi sırasında müzikal yazıyı gördükleri zaman, anında notaları, ritmi ve sesleri algılayıp bütün bunları parmak hareketlerine çevirmek zorunda olmalarından kaynaklanabilir. Yani ilk görme işlemi gerçekleştiğinde ritmik algılama, perde algılama, hareket gibi diğer fonksiyonlarla bağlantı ve ilişkilendirme işlemi zaten başlamıştır (hangi nota olduğu, ritmik olarak nasıl çalınacağı, parmak pozisyonlarının ne olacağı gibi). Bütün bunlar o kadar çabuk gerçekleşir ki, birincil görme alanı süreci atlanıp direkt olarak diğer fonksiyonlarla ilişkilendirme ve birleştirme alanlarına geçiş yapıldığı düşünülebilir. Böylece müzisyenlerin, gördükleri şekilleri de tıpkı notalar gibi anında farklı bir bölgeye aktarıp, orada beynin diğer fonksiyonlarıyla birlikte işleme tabi tuttıkları ileri sürülebilir. Müzik dışı bir uyaran verildiğinde müzisyenlerin beyinlerinde müzisyen olmayanlardan farklı bölgelerin çalışması oldukça anlamlı ve gelecekteki araştırmalar için oldukça yol göstericidir; özellikle de bu bölgelerin müziğin farklı elemanlarını değerlendirme, analiz etme gibi işlevleri göz önünde bulundurulunca müzik ve müzisyenler adına son derece heyecan vericidir.

Sonuç olarak bu çalışma, müziğin farklı zihinsel becerilerin gelişimi üzerinde mucizevî bir takım etkileri olmadığı yönündedir. Öte yandan müzik eğitiminin bireye ve topluma kazandırdığı estetik ve duygusal artıları göz önünde bulundurularak benzer çalışmaların sürdürülmesi ve desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ortaya çı-

kabilecek farklı sonuçların tartışılmasının, insanlığı gerçeğe bir adım daha yaklaştıracığı in-kâr edilemez.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesindeki katkılarından dolayı Yeditepe Üniversitesine; olağanüstü yardım ve gayretlerinden dolayı başta Başhekim ve Nöroloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Canan Bingöl olmak üzere tüm Nöroloji ve Radyoloji Bölümlerine teşekkürü borç bilirim.

Kaynaklar

- Boettcher, W. S., Hahn, S. S., Shaw, G. L., (1994). Mathematics and Music: A Search for Insight into Higher Brain Function, *Leonardo Music Journal*, **4**, 53-58.
- Bookheimer, S., (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing, *Annual Review of Neuroscience*, **25**, 151-188.
- Carpenter, P. A., Just, M. A. ve Shell, P., (1990). What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices test, *Psychological Review*, **97**, 404-431.
- Damasio, A.R. ve Damasio, H., (1977). Musical faculty and cerebral dominance. In M. Critchley and R. A. Henson (eds) *Music and the Brain* (London: William Heinemann Medical Books).
- Gabrieli, J. D. E., Poldrack, R. A. ve Desmond, J. E., (1998). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, 906-913.
- Guilford, J. P., Hoepfner, R., (1971). *The Analysis of Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- Nishitani, N., Schürmann, M., Amunts, K. ve Hari, R., (2005). Broca's Region: From Action to Language, *Physiology*, **20**, 1, 60-69.
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L.E. ve Hoke, M., (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature* **392**, 811-814.
- Reimer, B., (2004). New Brain Research on Emotion and Feeling: Dramatic Implication for Music Education, *Arts Education Policy Review*, **106**, 2.
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K. ve Winner, E., (2005). *Annals of the New York Academy of Sciences* **1060**, 219-230.
- Schlaug, G., (2001). *Annals of the New York Academy of Sciences*, **930**, 281-299.
- Sergent, J., (1993). Mapping the musician brain. *Human Brain Mapping*, **1**, 20-38.
- Zatorre, R., (2005). Music the food of neuroscience? *Nature*, **434**, 7031; ProQuest Science Journals.