

TÜRKİYE’DE MÜZİK VE YAPAY ZEKA ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

AN OVERVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF MUSIC AND TÜRKİYE

Mehmet Selim YAVUZ^{*} 

M. Kemal KARAOSMANOĞLU^{**} 

Safa YEPREM^{***} 

Gülay KARŞICI^{****} 

Ubeydullah SEZİKLİ^{*****} 

Öz

Bu makale yapay zeka teknolojisinin genel olarak müzikle, özel olarak Türk müziğiyle ve müzik araştırmalarıyla (incelemeleriyle) nasıl ilişkilendirildiği ile ilgilidir. Kaynak taraması yaparak elde edilen veriler ile şekillenen bu yazıda yapay zeka teknolojisinin çok kısa tarihi, müzikte uygulama alanları; müziğe uygulanmış yapay zeka yöntemleri, teknikleri, algoritmaları; geleneksel makine öğrenmesi ve müzikte derin öğrenme yöntemleri; verinin müzik yapay zeka uygulamalarındaki önemi; yapay zekanın müzik eğitime ve öğretimine etkileri ele alındı. Bunlara ek olarak, bu yazıda Türkiye’de yapay zeka teknolojisi kullanılarak yapılan birkaç müzik projesinden de kısaca söz edildi.

Anahtar Sözcükler: Yapay zeka, Türk müziği, Makine öğrenmesi, Müzik eğitimi, Müzik araştırmaları

* İstanbul Üniversitesi, Devlet Konservatuvarı, Müzikoloji Bölümü, 0000-0002-3111-6917

** Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Müzik ve Sahne Sanatları Bölümü, 0000-0003-4534-7182

*** Marmara Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, İslam Tarihi ve Sanatları Bölümü, 0000-0003-2395-9380

**** Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bölümü, 0000-0002-5322-6201

*****Yalova Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi, İslam Tarihi ve Sanatları Bölümü, 0000-0001-7312-6737

How to cite this article/Atf için: Yavuz, M. S., Karaosmanoğlu, M. K., Yeprem, S., Karşıcı, G., & Sezikli, U. (2025). Türkiye’de müzik ve yapay zeka üzerine bir değerlendirme. *Öneri Dergisi*, 20(MX Yaratıcı Endüstriler Çalıştayı 2024: Yapay Zekâ Çağında Yaratıcı Endüstriler Özel Sayısı), e50-70. DOI: 10.14783/maruoneri.1499345

Makale Gönderim Tarihi: 11.06.2024

Yayına Kabul Tarihi: 30.09.2024



Bu eser Creative Commons Atıf-Gayri Ticari
4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Abstract

This article concerns the relationship between artificial intelligence technology and music in general, with a particular focus on Turkish music and music research (studies). Shaped by data obtained from a literature review, this paper explores the brief history of artificial intelligence technology, its application areas in music, artificial intelligence methods, techniques, and algorithms applied to music, traditional machine learning and deep learning methods in music, the importance of data in music artificial intelligence applications, and the impacts of artificial intelligence on music education and teaching. In addition, this paper briefly discusses several music projects in Turkey that have been conducted using artificial intelligence technology.

Keywords: Artificial intelligence, Classical Turkish music, Machine learning, Music education, Music research

1. Giriş

Yapay zeka 20. yüzyılın başlarında Leonardo Torres Quevedo ve Kurt Gödel gibi matematikçilerin çalışmaları üzerinde Warren Sturgis McCulloch ve Walter Pitts'in günümüzde derin öğrenmenin temelini oluşturan yapay sinir ağlarını 1943 yılında tanıtmasıyla gelişmeye başlar (Grzybowski, Pawlikowska-Łagód, & Lambert, 2024). Kuşkusuz bu matematiksel gelişmeler ancak bilgisayar biliminde ve elektronik mühendisliğinde olan gelişmelerle birleştirilerek günümüz yapay zekasına ulaşılabilir. Bu konunun derinlemesine incelenmesi makalemizin kapsamı dışında olduğu için kısa bir tanıtımın yeterli olduğunu düşünüyoruz. Yapay zekâ teknolojisinde ilk zamanlarda kural tabanlı algoritmalar (Weiss & Indurkha, 1995) kullanılırken sonraları hem işlem gücü ve depolama kapasitesi hem de matematiksel tekniklerin gelişmesiyle birlikte veriye dayanan algoritmalar (David E. Rumelhart, 1986) daha yaygın olarak kullanılmaya başlar. Çünkü kural tabanlı algoritmalar genellikle belirli bir alandaki uzmanların bilgisine dayanır, dolayısıyla ister istemez kısıtlıdır (Newell & Simon, 1956). Veriden öğrenen algoritmalar (Quinlan, 1986) ise büyük miktarda veri (Widmer, 2003) kullanmaları sayesinde örüntüleri ve ilişkileri daha derinlemesine öğrenme (Goodfellow vd., 2016) yeteneğine sahiptir. Bu geçiş yapay zekanın daha doğru öngörüler, daha iyi özelleştirilmiş deneyimler ve doğal dil işleme teknikleri gibi birçok alanda önemli ilerlemeler kaydetmesini sağlar. Yapay zeka teknolojisinin bu şekilde gelişmesi birçok alanda olduğu gibi müzik alanında da etkisini gösterir.

Müzik ile yapay zeka araştırmalarının bir araya gelmesi 20. yüzyılın sonlarına ve 21. yüzyılın başlarına denk gelir. Bu yönde iki temel gelişme düşünülebilir: Birincisi bilgisayarın okuyabileceği şekilde müzik depolamaya imkan sunan diller, ikincisi ise büyük dil modellerinin kamuya açık hale gelmesi nedeniyle makalenin yazımı sırasında yaşanan yapay zeka kullanımının aşırı artması. Müzik depolama dillerinin en önemlilerini 1983'te yayınlanan MIDI (MIDI 1.0 – MIDI.org, t.y.) ve 2001'de yayınlanan MusicXML (Hewlett & Selfridge-Field, 2001) olarak tanımlamak mümkündür. Bu veri saklama yöntemleri, makalemizin yazarlarından biri olan, Doç. Dr. M. Kemal Karaosmanoğlu tarafından Türk müziğine de uygulandı ve makam müziği üzerine yapılan yapay zeka çalışmaları için kritik bir veri seti (SymbTr) oluşturuldu: 2012 yılında yapılan 1. versiyonunda 1500 eserden

(Karaosmanoğlu, 2012), 2014 yılında yapılan 2. versiyonunda 2200 eserden (Karaosmanoğlu & Taşçı, 2014) oluşan bu veri seti özel kayıt yapısına sahip bir derlemedir. SymbTr veri setinin kapsadığı makam müziği eserleri MIDI, MusicXML, CSV gibi formatlardadır; dolayısıyla içeriği bilgisayar tarafından okunabilir. Yapay zeka teknikleri bilgisayar müzik okuyabilir hale geldikten sonra devreye girer. Bu tekniklerle müziğin farklı alanlarında çıkarımlar yapılabilir. Bağlamı tanıtmak için burada bir giriş yaptığımız yapay zeka teknikleri makalemizin üçüncü başlığı altında ele alındı. Günümüze kadar müziğe uygulanmış yapay zeka teknikleri altı kategoride incelenebilir:

- I. Kural bazlı (rule-based) sistemler erken makine öğrenmesi tekniklerine denk düşer (Mitchell, 1997). Bu teknikler bir sisteme öntanımlı bazı kurallar üzerinden müzik üretmesi ya da müzik tanımlaması yapması şeklinde uygulama alanlarına sahiptir. Bu teknikte müziğin kuralları belirlenerek bu kurallar üzerinden bir model ortaya çıkarılır.
- II. Yapay sinir ağlarının (artificial neural networks) gelişmesiyle birlikte kural bazlı sistemlerin ötesinde müziğin karmaşık yapısının istatistiksel modeller tarafından daha iyi öğrenilmesinin yolu açılır (Tzanetakis & Cook, 2002). Bu teknikte müzik sürekli olarak modele beslenerek modelin kendini her yeni veri girdisine göre değiştirmesine, yani öğrenmesine izin verilir. Özellikle müzikal stil düşünüldüğünde büyük veri setleriyle çalışmak bu tekniğin doğruluğunu arttırabilir.
- III. Üretken (generative) modellerin ortaya çıkmasıyla beraber ise müzik yapay sistemler tarafından üretilebilir hale gelir (Goodfellow vd., 2016). Üretken modeller derin öğrenme yöntemlerinin gelişmesiyle iyileşir. Müzik özelinde derin öğrenme tekniklerinden olan GAN (generative adversarial networks/üretken çekişmeli ağlar) ve VAE (variational autoencoders/değişken otokodlayıcılar) teknikleri müzik üretici yapay zeka sistemleri için önemli temeller oluşturur.
- IV. Doğal dil işleme yöntemlerinin derin öğrenme yöntemleriyle birleşmesiyle ortaya çıkan büyük dil modelleriyle müzik yapay zeka sistemleri tarafından anlamsal olarak analiz edilebilir hale gelir (Boulanger-Lewandowski, N., et al., 2012). Bu modellerin yardımıyla yapay zeka daha insansı müzik üretmeye başlar. Bu modeller aynı zamanda yapay zeka kullanıcılarının kendi dillerinde yapay zeka modelleriyle etkileşime geçmesini sağlar. Bu da müzik eğitimi, araştırmaları vb. konularda yapay zekanın etkisini arttırır. Farklı modeller bulunsu da üretken öneğitimli dönüştürücüler (generative pre-trained transformers ya da GPT) bu makalenin yazımı sırasında en iyi performans veren modeller olarak müzikte kullanılır.
- V. Aktarım öğrenimi (transfer learning) de bir başka derin öğrenme tekniği olarak müzikte kullanılır (Pan & Yang, 2010). Aktarım öğreniminde belli bir veri setinden öğrenilen bilgiler farklı bir görev yerine getirir. Bu, müzikte örneğin bir müzisyen ağından öğrenilen stil kullanılarak yeni bir stil oluşturulması gibi görevlerde kullanılabilir. Bunun ötesinde müzik

türlerinin öğrenilmesi, yeni müzik türlerinin tanımlanması ve bunlar üzerinden dinleyicilere müzik tavsiyesi gibi uygulama alanları da bulunur.

- VI. Etkileşimli yapay zeka ise gerçek zamanlı besteleme ya da doğaçlama gibi canlı ortamlarda kolektif aktivitenin içerisine yapay zeka modellerinin dahil olmasında kullanılır (Collins, 2011). Örneğin besteleme sırasında bu modeller müziğin gidişatı yönünde armonik yön gibi tavsiyelerde bulunabilir.

2. Yapay Zekanın Müzikte Uygulama Alanları

Söz edilen teknikler farklı alanlarda müzik içerisinde kendisine şu ana kadar yer edinir. Bu uygulama alanları söz edilen akademik çalışmalar göz önüne alındığında zaman geçtikçe artarak bazı alanlarda baskın duruma geçer. Hatta yapay zeka araçlarının özellikle müzik tavsiye konusunda ciddi bir üstünlüğü olduğu görülür. Türkçe kaynaklarda “Müzik Sorgulama Sistemleri” (Parlak vd, 2021) ya da “Müzik Bilgi Erişimi” olarak karşımıza çıkan “Music Information Retrieval” alanında gelişen tekniklerle yapay zeka teknikleri kullanılarak yapay zeka modellerine müzik stilleri öğretilir (Bozkurt, Gedik, & Karaosmanoğlu, 2009). Müzik ile yapay zekanın etkileşiminde yatan temel problemlerden biri müziğin tanımlanması diğeri bestelenmesidir. Dijital müzikoloji alanının ana problemlerinden biri müzik üretimidir (Civit vd., 2022). Müzik üretimi polifonik ya da melodik olarak gerçekleşebilir. Civit vd. yaptıkları değerlendirmede müzik üretimi üzerine yapılan araştırmaların VAE, dönüştürücüler, evrimsel sinir ağları ve kural bazlı tekniklere odaklandığını gösterir (2022). Bu teknikler dışında gizli Markov zincirleri (hidden Markov chains), Bayezyen ağlar (Bayesian networks) ve yinelenen sinir ağları (recurrent neural networks) gibi teknikler yapay müzik üretiminde kullanılır (KaliakatsosPapakostas vd., 2020).

2024 yılının ilk çeyreğinde kullanıcı etkileşimli müzik bestelemenin büyük şirketler tarafından desteklenecek şekilde kullanıcıya açıldığı görülür. Buna örnek olarak Microsoft destekli olarak 2023 sonunda kamuya açılan Suno.AI modeli gösterilebilir (Suno AI, t.y.). Suno AI kullanıcıdan aldığı bir tarif/istem (prompt) yazısıyla kısa süreli bir müzik besteler. Kullanıcıya kendi metnini bir girdi olarak kullanma imkanı verir. Dolayısıyla sözlü müzik üretebilen bir modeldir. Folk-RNN de kullanıcı dostu bir arayüze sahip benzer bir başka örnek olarak gösterilebilir (Harris, t.y.). Parlak'ın Türk makam müziği üreten modeli de bu kullanım alanında Türkiye için önemli bir örnek teşkil eder (2021; Parlak vd., 2021). Bestelemede Hash gibi notasyona yardımcı olan yapay zeka modelleri de bulunur (Hash-AI-Powered Music Notation Tool, t.y.). Bu kullanımda büyük dil modellerinden destek alınarak kullanıcı ile yapay zeka arasında doğal diller aracılığıyla bir bağlantı kurulur.

Müzik prodüksiyonunda özellikle miks ve mastering için yapay zeka gittikçe artan bir şekilde yer edinir. Örneğin Neutron isimli eklentiyle bu işlemleri yapay zeka destekli olarak yapmak mümkün hale gelir (Neutron 4, t.y.). Bunun benzeri birçok örnek vardır. Müzik prodüksiyonunda özellikle ileri uzmanlık gerektiren mastering gibi bir sürecin yapay zeka ile desteklenmesi prodüksiyonun bu kısmını daha erişilebilir kılar. Bu, ses mühendisleri için bir tehdit gibi gözükse de onların zamanlarını

daha verimli kullanmalarına da imkan verecektir. Bu alanda, Batı çıkışlı sistemler Türk makam müziği çalgılarında sorunlar yaşadığı için yerleştirme çalışmaları yapılmaktadır (Yücel, 2022).

Müzik analiz alanında sınıflandırma konusunda başarılı oldukları için yapay sinir ağları ve bu ağların derin öğrenmede kullanılan daha gelişmiş hallerini görmek mümkündür. Müzik analizi yapay zeka ile müziğin ortak paydada en erken bulunduğu bir diğer alandır. Örneğin; Sonic Visualiser (Cannam vd., 2006) gibi araçlar eklentileriyle yapay zeka teknikleri kullanarak müzik analizine imkan verir. Essentia (Correya vd., 2021) gibi araç koleksiyonları ise kullanıcı dostu arayüzleriyle, yapay zeka teknikleriyle mühendislik geçmişi olmadan müzikoloji araştırmalarını mümkün hale getirir.

Evrişimsel sinir ağları (convolutional neural networks) (Wen vd., 2024) ve uzun-kısa süreli bellek ağları (LSTM networks) (Wijaya vd., 2024) gibi tekniklerle müzik sınıflandırması yapılabilir. Makine öğrenmesi teknikleri gibi veri madenciliği teknikleri de sınıflandırma için kullanılır. Bir örnek olarak elli yıllık bütün metal müzik repertuarının kortalamalar kümelenmesi (k-means clustering) tekniği ile sınıflandırılması verilebilir (Fricconet, 2023). Ön taramada bu konu üzerinde yalnızca 2020 yılından beri 1620 akademik çalışmanın olması müzik tavsiye sistemlerinin ticari uygulamada (Spotify, YouTube gibi) büyük yer edindiğinin ve dolayısıyla müzik sınıflandırmasına ne kadar önem verildiğinin kanıtı gibidir.

Yapay zeka tekniklerinin en geniş etki alanı müzik streaming servislerinin içerisinde kullanılan müzik tavsiye sistemleridir. Müzik tavsiye sistemleri dinleyiciler için kişiselleştirilmiş çalma listeleri oluşturabilir ve onlara dinlemedikleri ama beğenebilecekleri müziği tavsiye eder. Genel nüfusun önemli bir kısmı için bu tarz yeni müzik keşfi norm haline gelmektedir ve dinleme alışkanlarını değiştirebilir (Anderson vd., 2020). Bu sistemlerin yoğun kullanımının dinleyicileri pasifleştirdiğinin iddia edilebilmesinin yanında önemli müzik scene rollerini de – müzik eleştirmeni gibi – devre dışı bırakabileceği ve hatta bıraktığını söylemek mümkündür. Müzik dinleme platformlarının kritik bir satış noktası bu tarz tavsiye sistemleri haline gelmiştir.

Ses sentezi ve dönüşümü alanının yapay zekanın toplumsal açıdan daha tehditkar olan tarafında bulunduğu söylenebilir. Bunun nedeni yapay zeka destekli ses sentezi ve dönüşümü tekniklerinin büyük veri ihtiyacı olmadan ses taklidi yapabilmesidir. Bu, ciddi bir problem olan yanlış bilgi problemini daha da büyütecek bir gelişmedir. Müzikal arşivlerin daha yüksek kaliteli hale getirilmesi gibi yararlı olacak alanlarda da kullanılmaktadır. Ses sentezi ve dönüşümü genelde derin öğrenmede bulunan yapay sinir ağları teknikleri ile yapılır. Örneğin VAW-GAN (variational auto-encoding Wasserstein generative adversarial network) ile sese bulunan duyular dönüştürülebilir (Kwon vd., 2022).

3. Müziğe Uygulanan Yapay Zeka Yöntemleri, Teknikleri ve Veri

Yapay zekanın müzikteki potansiyelini gerçekleştirmek için veri seti oluşturma ve kullanımı kritik öneme sahiptir. Veri yapay zeka modellerinin öğrenmesine ve karmaşık görevleri yerine getirmesine

olanak sağlar. Yapay zeka modelinin başarısı kullanılan verinin kalitesine ve çeşitliliğine bağlıdır. Müzik alanındaki yapay zeka uygulamaları için veri amaca bağlı olarak değişik türde, formatta ve hacimlerde olabilir: Müzik notaları ve onların MIDI, MusicXML gibi sembolik temsilleri, metinsel müzik betimlemeleri, ham müzik kayıtları, MP3 dosyaları gibi ses sinyalleri bunlara birkaç örnektir. Veri seti temsil ettiği müzik türü ve stil bakımından dengeli ve kapsamlı olmalıdır. Veri setindeki hata ve eksiklikler yapay zeka modelinin performansını olumsuz etkileyebilir.

3.1. Bilgisayarların okuyabileceği formatta veri setlerinin oluşturulması

Bilgisayarların okuyabileceği formatta veri setlerini oluşturmak müzikteki yapay zeka uygulamalarının gelişmesi için ilk ve önemli bir adımdır. Bu veri setleri yapay zeka modellerinin müzikle ilgili karmaşık görevleri daha iyi öğrenmesine ve gerçekleştirmesine yardımcı olacaktır. Bu görev genellikle geleneksel makine öğrenmesi teknikleri için gerekli ve yararlıdır. Öncelikle amaca uygun veri kaynakları belirlenmelidir. Ardından veri temizleme ve ön işleme gerçekleştirilir. Yani toplanan verilerdeki hatalar ve eksiklikler giderilir sonra da veri yapay zeka modelleri tarafından kolayca işlenebilecek bir formata dönüştürülür. Etiketleme de yapay zeka modelleri için önemlidir. Amaca göre müzik türü, stil, mod, makam, duygu, tempo, çalgı gibi üst verilere ek olarak veri setindeki her müzik örneği için etiketler oluşturulur. Veri bölme adı verilen işlem tüm verinin eğitim, doğrulama ve test setlerine ayrılmasıdır. Veri formatları kronolojik olarak şöyledir:

- I. MIDI: Özellikle sentetik seslendirme için gerekli bilgileri içeren ve yaygın olarak kullanılmış bir formattır. Milyonlarca ifade edilen sayıda numune içeren MIDI derlemeleri (GiantMIDI (Kong vd., 2022), Lakh (Raffel, 2016), MusicNet (Thickstun vd., 2017)) vardır. Türk makam müziği eserleri veri seti SymbTr'de her eser için bu üç örnekte sözü geçen formatların tümü vardır (Karaosmanoğlu, 2012).
- II. CSV: Verileri tablo biçiminde depolamak için kullanılır. Bunlar Excel gibi elektronik tablolarla programları ile okunabilir ve düzenlenebilirler.
- III. MusicXML (Good, 2001): İcraya ek olarak basılı notaları kodlamak için ekstra bilgiler içeren standart bir formattır.

3.2. Veri toplama ve yapay zekayla işleme

Müzikteki yapay zeka uygulamalarının potansiyelini gerçekleştirmede veri toplama ve işleme önemli bir yer tutar. Müzikle ilgili yapay zeka modellerinin başarısı genellikle veri miktarı ile orantılıdır. Veri toplama ve işleme aşamasında etik ve yasal hususlar göz önünde bulundurulmalı; telif hakları ve kişisel verilerin korunması gibi konularda dikkatli olunmalıdır. Örneğin, bu makaleyi yazdığımız sırada Suno AI ve Udio modellerini oluşturan şirketlere karşı RIAA (Recording Industry Association of America [Amerikan Kayıt Endüstrisi Derneği]) ve üç büyük müzik şirketi (Sony Music, Universal Music Group, Warner Records) tarafından davalar açıldı (Brittain, 2024a); bu yapay

zeka şirketlerinin telifli materyali “dinleyicilerden, hayranlardan ve kopyaladıkları ses kayıtlarının potansiyel lisans sahiplerinden çalmak amacıyla” (Brittain, 2024b) izinsiz kullandığı iddia edildi.

3.2.1. Veri toplama yöntemleri

Amaca uygun veri setleri varsa bunları kullanmak hem kolaydır hem de başka çalışmalarla performans karşılaştırması yapmak bakımından tercih edilir. Birkaç veri setini birleştirerek; eksik yönleri varsa yeni veri oluşturularak ya da internet, sosyal medya, mobil uygulamalar, sensörler/ mikrofonlar aracılığıyla verileri toplamak mümkündür.

3.2.2. Veri işleme teknikleri

Yukarıda değinilen temizleme ve ön işleme ile etiketlemeye ek olarak şu üç görev yerine getirilir:

- I. Öznitelik Çıkarma (Pope, Holm, & Kouznetsov, 2004): Özellikle metinsel/sembolik verilerden anlamlı ve kullanışlı özet bilgiler çıkarılmalıdır. Müzik sinyallerinden de tını vb. öznitelikler, kod yazıp çalıştırılarak hesaplanır.
- II. Boyut Azaltma: Yapay zeka modelleri tarafından daha kolay işlenebilmesi için veri setinin boyutu azaltılabilir.
- III. Doğal Dil İşleme (Boulanger-Lewandowski, N., et al., 2012): Müzik ile ilgili metinsel verileri analiz etmek ve yorumlamak için kullanılabilir. Günümüzde en çok çalışılan ve ilerleyen alanlardır.

3.3. Geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları

Geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları müzikteki yapay zeka uygulamalarında öncü rol oynar. Bu algoritmalar müzik türlerini ve stillerini tanıma, müzik kompozisyonu ve aranjman oluşturma, müzik arama ve tavsiye sistemlerinde kişiselleştirilmiş deneyimler sunma gibi çeşitli görevlerde kullanılır. Destekçi vektör makineleri (SVM), ken yakın komşu (KNN), karar ağaçları, Naïve Bayes, rastgele orman sık kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları arasında sayılabilir (Mitchell, 1997). Farklı algoritmaların sonuçları birleştirilerek daha doğru tahminler yapmak da mümkündür. Geleneksel algoritmalar basitlik ve anlaşılma kolaylığı, hız ve verimlilik bakımından avantajlıdır. Buna ek olarak az miktarda veri ile ve standart bir bilgisayarda çalışabilir. Buna karşılık karmaşık müzik görevlerini yerine getiremeyebilirler, büyük veri setlerinde performansları düşebilir, yeterince esnek ve özelleştirilebilir değildir.

Geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları derin öğrenmenin yaygınlaşması nedeniyle ikinci plana düşmüş gibi görünse de müzikteki yapay zeka uygulamalarının temelini oluşturmaya devam etmektedir. Üstelik bu durumun sürmesi için makul gerekçeler vardır. Gerçekte geleneksel ve çağdaş algoritma türleri özgün avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Örneğin Spotify gibi müzik platformları kullanıcılara müzik tavsiye etmek için geleneksel algoritmaları kullanır. Ses sinyali

temelli Shazam (Wang, A.L.-C., 2003) gibi uygulamalar için de aynı durum söz konusudur. Otomatik müzik üretiminde bile geleneksel algoritmaların kullanımı sürer.

3.4. Müzikte Derin Öğrenme

Derin öğrenme son yıllarda müzikteki yapay zeka uygulamalarında büyük bir ilerleme kaydeder. Bu modelleri neredeyse insan müzisyenlerin eserlerinden ayırt edilemeyecek kadar gerçekçi ve yaratıcı müzik parçaları oluşturabilmektedir. Derin Öğrenme Modelleri üç gruba ayrılabilir: Evrişimli Sinir Ağları (CNN), Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM), Üretken Öğrenme Modelleri (Goodfellow vd. 2016). Derin öğrenme karmaşık müzik görevlerini yerine getirebilir, yeni ve özgün müzikler keşfedebilir ancak büyük veri setlerine ihtiyaç duyar. Bunun bir sonucu yüksek maliyetli donanım gerektirmeleridir. Derin öğrenmenin anlaşılması ve çıktıları nasıl elde ettiğinin belirlenmesi zordur; ek olarak, eğitmesi ve optimize etmesi daha uzun zaman alır. Derin öğrenme müzikteki yapay zeka uygulamalarının geleceği için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu modeller müzik kompozisyonu (Ferreira, Limongi, & Fávero, 2023) ve prodüksiyonu, müzik arama ve tavsiye, müzik eğitimi ve terapisi gibi alanlarda devrim yaratabilir. Müzikal iş birliği alanında hem makine öğrenmesi hem de müzisyenler arasında yapay zeka destekli olarak kendine yer edinir. Örnek bir platform olarak Music Ai (Music Ai, t.y.) müzisyenleri müzik stillerine göre etkileşime sokarak ortak müzik yapılmasını mümkün hale getirir. Yapay zekayla etkileşime girerek ilham alınabilir.

4. Yapay Zekanın Müzik Eğitime ve Öğretime Etkisi

Sektör olarak eğitim, zaman sınırlaması olmaksızın, ilgili programa ilişkin program geliştirme (Fidan, 2012) süreçleriyle birlikte yürür. Bu süreçler, alandan anlık olarak gelecek veri akışıyla programın sürekli olarak güncellenmesini gerekli kılar. Dolayısıyla bu çalışmaların program geliştirme uzmanlarının koordine ettiği ekiplerce yapılması beklenir. Eğitimin doğasında olan bu durum, insanlar tarafından yapıldığı için, özellikle programlara ilişkin verilerin tespiti ve işlenmesi aşamasında da kaçınılmaz olarak – tolere edilip edilemeyeceği hususu tartışmaya açık olan – bir hata payı ortaya çıkabilir. Söz konusu hata payını ortadan kaldırmak ve sürecin, eğitim adına azami faydayla işlemesi adına yapay zeka teknolojilerinden faydalanılabilir. Teknolojik gelişmelerle eskisine kıyasla çok daha fazla bütünleşme mecburiyeti içine girdiğimiz bu dönemde, programların güncellenmesi adına sarf edilecek, zaman, enerji ve iş gücü maliyetlerinin asgari düzeye indirilerek kusursuz hale getirilmesi, bu teknoloji sayesinde mümkündür – ki bu yaklaşımların, özellikle ekonomik daralmanın yaşandığı dönemlerde idari kademelerde bulunan kesime çok çekici geleceğini kestirmek şu noktada zor değildir-. Konuyu müzik öğretim programları üzerinden açıklarsak, bir müzik öğretimi programında tespit edilerek iyileştirilmesi/düzeltilmesi/geliştirilmesi gereken ana unsurlar şöyle ifade edilebilir:

- I. Ölçme – değerlendirme araçlarının uygunluğu ve kullanımı (kurumsal ve doğrudan eğitimcinin tercihleri ile gerçekleşir),

- II. Uygulanan programa dair öğrenci ve öğretmen geri bildirimleri (çoğu zaman sistematik bir şekilde derlenip dikkate alın(a)maz),
- III. Programın hedef-içerik analizlerine bağlı güncellemeler (yazılı olarak evraklarda belirtilmesine rağmen pratikte bir karşılığı yoktur),
- IV. Süreçte kullanılan materyallerle öğretim yönteminin uyumlu olup olmadığı (öğretim yöntemleri hususunda tek tipli yaklaşımlar nedeniyle seçenek sunulamaz),
- V. Programın geleceğine ilişkin tahminler (hayalden öteye gidemez).

Bahsi geçen temel unsurların sağlıklı bir şekilde derlenip belgelenmesi ve işlenmesiyle alana doğrudan sağlanacak bir akademik faydaya dönüştürülememesinin sebebinin özellikle müzik eğitimi camiasındaki öğretmen ve öğrenci profili olduğunu düşünürsek – ki tartışılabilir – süreçte yaşanan aksaklığın program geliştirme stratejisinden daha çok insan kaynaklı olduğu kolaylıkla fark edilebilir. Dolayısıyla karar verici pozisyonda insan olacak şekilde problemin asıl kaynağı olan ara kademelerdeki iş gücü/yükü ve sorumluluğun yapay zeka teknolojisiyle asgari düzeye indirilmesiyle ve eğitim öğretim sürecindeki insan kaynaklı hata paylarının adeta ortadan kalkmasıyla daha sağlıklı bir zemine oturtulabileceği düşünülebilir.

4.1. Sektörel ihtiyaçların tespit edilmesi

Program geliştirme süreçlerinde (diğer sektörlerde olduğu gibi) müzik alanı için stratejik planlama boyutu son derece önemlidir. Ulusal boyuttaki bu planlamalar çoğu zaman dönemin siyasi iradesinin etkisiyle genellikle ülkelerin kültür ve eğitim bakanlıkları tarafından hazırlanılarak kurumsal düzene dikte edilmektedir. Bunun dışında özel sektöre ait eğitim kurumlarında da bağlı olduğu sermaye gurubunun inisiyatifi doğrultusunda hareke eden yapılarla karşılaşılır. Her iki durum için de kurumsal yapıların özellikle müzik eğitimi programlarında sektörel ihtiyaçlara bütünüyle cevap verebilecek kabiliyette olmadıkları belirtilebilir. Yükseköğretim söz konusu olduğunda daha özerk bir yapıdan bahsedilse de çoğu zaman bu hareket payının son derece sınırlı bir alana hapsediği söylenebilir. Buna rağmen konuya bütünüyle araştırma araştırma içindir / bilgi bilgi içindir şeklinde temel araştırma mantığıyla yaklaşarak bir çözüm geliştirilebilir. Yapay zeka teknolojisini kullanan araçların yardımıyla çeşitli boyutlarıyla, küresel ve yerel ölçekli kültür-sanat hareketlerini dikkate alabilen, anlık veri akışını takip ederek işlenmeye hazır bilimsel/sanatsal verilere dönüştürecek bir lojistik altyapı oluşturmak mümkündür. Bunu her kurum yasal çerçevede kalarak kendi bünyesindeki çeşitli kademelerde gerçekleştirebilir. Dolayısıyla sektörel ihtiyaçların bu araçların yardımıyla alanda dünyada olup biten gelişmeler hakkında oluşturacağı farkındalık sayesinde belirlenmesi sağlanabilir.

4.2. Kişiselleştirilmiş Müzik Eğitimi Uygulamalarının Hazırlanışı

Özellikle pandemi döneminde tecrübe ettiğimiz uzaktan müzik eğitiminde/öğretiminde gördük ki, dijital teknoloji; uygulamalı eğitim programları dahil bütün teorik alana uygulanabilir.

Bu zemin üzerinde her bir ders başlığının işlenerek yapay zeka teknolojisinin kullanabileceği/işleyebileceği nitelikte bir veri setine dönüştürülmesi durumunda artık ortamı kişiye özel müzik eğitim programlarına yönlendirebileceğimiz hale getirilebilir (Jakubowski vd., 2017). Bu yaklaşımı temel müzik teorisi dersi üzerinden ele aldığımızda aşağıdaki basamaklarla hareket ederek bu dersin zeminini yapay zeka teknolojisi ile işlenebilir hale dönüştürmek mümkündür:

- I. Dersin içeriğinin basamak sistemiyle oluşturulması,
- II. Ölçme ve değerlendirme kriterlerinin tespiti,
- III. Kazanımların tespiti ve temel yeterliliklerini tespiti,
- IV. Dersin anlatımını sağlayacak teknolojik zeminin hazırlanması,
- V. Konuların ses ve video tabanlı kayıtları,
- VI. Videoların yapay zeka teknolojisiyle yabancı dil versiyonlarının hazırlanması,
- VII. Dersin akışını gerçekleştirecek kod ya da yapay zeka tabanlı chat bot uygulamaları,
- VIII. Dersin senaryosu ile öğrenci arasındaki iletişimin dijital olarak kayda geçmesini ve uygulama esnasındaki öğrenci refleksinin yapay zeka ile işlenerek veri setine eklenmesini kişisel veri tabanı oluşturulmasını sağlayacak çalışmalar,
- IX. Dersin içeriğini kişiselleştirilmiş veri setine göre düzeltebilecek algoritmaların oluşturulması,
- X. Öğrenciden gelecek sesli ve görüntülü sinyalleri sensörler aracılığıyla alıp işleyecek teknolojik altyapının sağlanması (telefonla/bilgisayarla olabilir),
- XI. Öğrencilerden gelen verilerin düzenli olarak istiflenmesi,
- XII. Bu veri setini kullanarak makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları ile kişisel ihtiyaçlara doğrudan müdahalede bulunabilecek bir yapay zeka altyapısının zamanla teşekkül etmesi.

Yukarıda söz ettiğimiz konuda Türkiye’de iki proje yapıldı. Prof. Dr. Ayşe Başak İlhan Harmancı ve makalemizin bir diğer yazarı olan Prof. Dr. Safa Yeprem tarafından 2021-2023 yılları arasında hazırlanan bu projelerdeki eğitim/öğretim materyallerine YouTube üzerinden ulaşılabilir: “Türk Müziğinde Solfej Çalışmaları”² ve “Solfege Studies in Turkish Music”³. “Solfege Studies in Turkish Music” isimli YouTube kanalındaki oynatma listelerindeki eğitim/öğretim malzemesi yapay zeka teknolojisiyle oluşturulan avatarlar aracılığıyla yapıldı. Şu anda Türkçe dışında İngilizce, Japonca, Fransızca, Farsça, İspanyolca, Arapça ve Çince olarak sunulan Türk müziği solfej çalışmalarıyla ilgili

2 Türk Müziğinde Solfej Çalışmaları <https://www.youtube.com/channel/UCGW91BzyXEMvV9oRwHvFWA> (Erişim Tarihi 29.05.2024).

3 Solfege Studies in Turkish Music <https://youtube.com/channel/UC6ctIfneR7p2-yVhR1jp9ow/featured> (Erişim Tarihi 29.05.2024).⁴ <https://musicrecroom.com/> (Erişim Tarihi 29.05.2024).

eğitim/ ğretim materyalleri ileriki zamanlarda farklı dillerde de yapılarak Türk müziğini öğrenmek isteyen herkese ulaşmayı planlamaktadır.

5. Türkiye’de İki Uygulama: MRR (Music Rec Room) ve RuMind Music Meditation

Yapay zeka teknolojisinin müzik eğitimini/öğretimini nasıl etkilediği ve gelecekte bu alanın nasıl dönüşüm yaşayabileceği ile ilgili örnekleri bir önceki bölümde verdik. Bu bölümde de müzik kompozisyonu, prodüksiyonu ve terapisi alanlarına yapay zekanın etkisini yine Türkiye’de yapılan iki proje örneğiyle göstermeye çalıştık. Makalemize katkı sunun Prof. Dr. Ubeydullah Sezikli başkanlığında uzun yıllardır üzerinde çalışılan bu iki projenin ilki ‘‘RuMind Music Meditation’’ isimli mobil uygulama 2022 yılında, diğeri ise ‘‘MRR (Music Rec Room)’’ isimli mobil uygulama 2024 yılında tamamlandı.

5.1. MRR (Music Rec Room)⁴

Müzik eserlerini yapay zeka desteği kullanarak ayrıştırabilen ve kullanıcıların kendi müzik performanslarını  zelle tirip kaydedebilmelerine olanak tanıyan MRR mobil uygulaması amatör ya da profesyonel müzisyenler için tasarlandı. Müzik yapmayı çok iyi bilmeyen kullanıcıların bile kendilerini bu alanda geli tirebilmelerini sağlayan yapay zeka destekli bu program farklı müzik türlerini uygulama özelliğiyle, çeşitli müzik türleri ve düzenlemeleriyle uyumlu olacak şekilde tasarlandığı için geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşabilir. Müzik yaratıcılığını ve interaktif öğrenmeyi destekleyen bir araç olma amacıyla geliştirilen MRR mobil uygulamasıyla müziği stüdyoda yapılan ilk haline çevirmek ve sonrasında kullanıcının kendi isteğine göre müzik yapmak, müziği ki iselle tirmek için kullanılmaktadır. Bunun için öncelikle yapay zekaya Türk müziği  algıları tanıtılarak çalgıların ayrıştırılması yaptırıldı. MRR mobil uygulamasının başlıca özellikleri şunlardır:

- I. Yapay zeka destekli ayrıştırma
- II. Ki iselle tirme ve kayıt
- III. Kayıt sonrası düzenleme

MRR uygulamasında kullanıcılar diledikleri kanalın sesini açıp kapatabilmektedir. Bu  zellik aynı zamanda kullanıcıların her bir ses bileşenini detaylı olarak incelemelerine ve anlamalarına da olanak tanır. Ki iselle tirme ve kayıt ile kullanıcılar belirli  algıları susturabilir ya da vokal seviyelerini ayarlayabilir; bu sayede kendi müzikal katkılarını ekleyerek parçaları ki iselle tebilir. Örneğin, kullanıcılar gitar kanalını kapatıp yerine kendi gitar icralarını parça üzerine kaydedebilir; ayrıştırılmış kanallara transpoze işlemi uygulayarak parçanın tonunu değiştirebilir. Kayıt sonrasında kullanıcılar kayıt işlemi sonunda ortaya çıkan parçaya ses efekti (reverb, echo, distortion vb.) uygulayabilir, aynı zamanda ses kalitesini arttırmak amacıyla yapay zeka destekli mix ve mastering işlemi yapabilir. Program dahilinde yapay zeka şunları yapar:

- I. Toplu yapılan icraların seslerini tek tek ayırştırmak
- II. Ayrılan bu kanalları transpoze edebilmek
- III. Parça kişiselleştikten sonra parçayı mix ve mastering süreçlerinden geçirerek parçadaki çalgı ve sonradan ilave edilen seslerin dengesini kurmak

5.2. RuMind Music Meditation ⁴

Yapay zeka desteğiyle çalışan müzik uygulamaları müzik terapisi alanında da karşılık bulur. Bunlardan birisi olan RuMind (Rumind, t.y.) uygulaması müziği binaural frekanslarla birleştirerek stres, uykusuzluk, odaklanamama, kaygı gibi sorunlar için otomatik meditasyon programları oluşturur. Yıllardır kullanılan bir yöntem olan müzik terapisi Amerikan Müzik Terapi Birliği’nin 1997’de yaptığı tanımlamaya göre, bireylerin fiziksel, psikolojik, sosyal ve zihinsel ihtiyaçlarını karşılamada müziği ve müzik aktivitelerini kullanan uzmanlık dalıdır (İmseytoğlu ve Yıldız, 2012). RuMind programının içeriği sahada müzik terapiyle ilgilenen uzman akademisyenlerin en çok ihtiyaç duyduğu alanlara yönelik yapıldı.

RuMind programı kişinin ihtiyaçlarının yapay zeka tarafından belirlenmesinin ardından kullanıcıya gerekli olan frekans ve makam seçkisini yapacak şekilde tasarlandı. RuMind kullanıcıyla ilk önce kısaca sohbet eder, kullanıcıya gününün nasıl geçtiğini sorar; aldığı yanıtı göre kişinin neye ihtiyacı olduğunu anlar ve kullanıcının ihtiyacına uygun frekansı, makamı ve süreyi belirler; her kullanıcıya özgü müzik dinleme seansları oluşturur. Rumind’in temel bölümlerinde depresyon, kaygı, odaklanma, anksiyete ve stres; alt bölümlerinde Modunu Yükselt, Odaklı çalışma, Derin Uyku, Güven Topla ve Yaratıcılık yer almaktadır. Son bölümde ise Türk kültürüne ait yazma eserlerde yer alan on iki burçla ilgili tamamen yapay zekanın yönlendirmesiyle ihtiyacı olan müzik ve frekans verilmektedir.

RuMind uygulamasında şu anda Bağlama, Kanun, Klasik Kemançe, Klarinet, Ney, Rebab, Tanbur, Ud, Viyolonsel, Yaylı Tanbur, tar, setar, piyano, han davul olmak üzere on dört adet Türk müziği çalgısının müzik stüdyosunda canlı olarak kaydettiği on adet makam icrası yer almaktadır: Her bir çalgı kategorisinde Acemşiran, Hicaz, Hüseyini, İsfahan, Neva, Nihavend, Rast, Saba, Segah, Uşşak makamlarında beşer dakikalık icra vardır. Buna ek olarak toplu icra sekmesinde besteli saz eserleri de bulunur. Kullanıcı ilk olarak hedefini, ruh halini ya da burcunu seçerek deneyimlemek istediği meditasyon türünü seçer. Daha sonra dinlemek istediği çalgı ve ortam sesini seçerek meditasyona başlar. RuMind seçilen meditasyon kategorisine göre frekansı ve makamları otomatik olarak ayarlar ve kullanıcıya bir dinleme listesi oluşturur. Bunlara ek olarak yapay zeka destekli meditasyon uygulaması RuMind’in ekranında dakikada bir “Divân-ı Kebîr” eserinden (Mevlânâ Celâleddin Rumi’nin gazellerinin bulunduğu “Büyük Divan”) alınan sözler/şiiirler hem İngilizce hem de Türkçe olarak gösterilerek kullanıcıların kendilerini iyi hissetmeleri sağlanmaya çalışılır.

⁴ <https://www.rumindapp.com/> (Erişim Tarihi 29.05.2024). Music Rec Room uygulaması (application) Ritmix adı ile kullanıcılara sunulmuştur.

6. Müzik Araştırmaları ile Yapay Zeka İlişkisi

Araştırma (çalışma/ inceleme) konusunu ne/kim, neden, nasıl gibi sorular sorarak tanımlamaya, açıklamaya çalışan araştırmacılar (incelemeciler) ne tür bilgi üretmeyi amaçlıyorsa ona uygun olan perspektifi ve bilgi üretme modelini (bilginin üretiliş biçimini) araştırmacının başlangıcında seçerek araştırmasında kullanacağı yöntem(ler)i ve veri toplama tekniklerini bilinçli olarak belirler. Bunlara bağlı olarak o araştırmadan elde edilen veriler (bulgular) ve sonuç(lar) da farklılık gösterebilir. Müzikle ilişkili tüm araştırmalarda da durum aynıdır; aynı konu farklı perspektiflerle, çeşitli yollarla, değişik yöntemlerle/tekniklerle araştırılabilir/incelebilir ve farklı bilgiler üretilebilir, değişik sonuç(lar) elde edilebilir (Özer, 1997; Özer, 2002). Bu; müziğin her türü, müzikle ilişkili her soru/konu, müziğin dokunduğu/etkilediği her şey için geçerlidir. Müzik bilimleri⁵ içinde yer alan tüm müzik incelemelerinde de üretilmek istenen bilgiye/kurama, seçilen perspektife/bilgi üretme modeline uygun olarak kullanılan yöntemler ve veri toplama teknikleri çok çeşitlidir: tarihsel yöntem (yazılı kaynakları tarama, doküman analizi); alan araştırması yöntemi (görüşme (birebir, odak grup vb.; yapılandırılmış/yarı yapılandırılmış görüşme; sohbet, söyleşi vb.), katılarak gözlem (katılımcı gözlem, katılım), gözlem); anket, soru kağıdı, testler (nöropsikolojik/psikofizyolojik testler vb.); deney (nörolojik görüntüleme cihazları vb.)... Yapay zeka modelleri bilimsel araştırma yöntemleriyle ve teknikleriyle elde edilen verileri işlemek, tanımlamak, sınıflandırmak, analiz etmek (çözümlemek) için de kullanılabilir (Aşkun, 2023).

Çalışmak istediği konusuyla ilgili ve benzer birçok çalışmaya/kaynağa (literatüre) yıllardır internet aracılığıyla kolayca ulaşabilen çoğu araştırmacının bu kaynakları tarayıp konusunu sınırlandırırken, konusunun alandaki yerini (önemini) ve alana ne gibi katkı sağlayacağını belirlerken ve daha da önemlisi bunları dilbilgisi ve akademik yazım gibi önemli kurallara uyarak yazmaya çalışırken oldukça zorlandığı bilinen bir gerçektir. Bu zaman alıcı ve güç olan sürecin çalışmanın henüz küçük bir kısmıdır. Bunlara ek olarak çalışmanın/araştırmanın problem(ler)ini tanımlamak ya da hipotezini belirlemek; neden o konuyu seçtiğini, çalışmasıyla neye ulaşacağını açıklamak; çalışmasını hangi yöntemler/teknikler kullanarak nasıl yapacağını belirlemek; çalışmasını kavram(lar)la ilişkilendirmek (kavramsallaştırmak); elde ettiği verileri/bulguları belli bir düzende sunmak, sınıflandırmak, değerlendirmek (analiz etmek, çözümlemek), ayırtmak/birleştirmek gibi bir çok düşünsel çalışmasını sonuçlandırmak da oldukça zor ve zaman alıcı süreçlerdir. Yapay zeka ile bu durum 21. yüzyılın ilk çeyreği bitmeden değişmeye ve bir dereceye kadar basitleşmeye başladı diyebiliriz.

Hesap makinesi insan hayatını nasıl kolaylaştırdıysa yapay zeka da araştırma sürecini kolaylaştırır, hızlandırır, hatta araştırma sonuçlarının daha nesnel ve daha doğru değerlendirilmesine neden olabilir. Semantic Scholar gibi yapay zeka destekli araştırma araçları sayesinde ayrıntılı kaynak

5 Müzik bilimleri şemsiye bir terim olarak (çoğul kullanılmasından da anlaşılacağı üzere) tüm müzik araştırmalarını (bilimsel müzik incelemesi olmayanlar da dahil olmak üzere) ve müzikle ilgili tüm alanları (alt disiplinleri, dalları) kapsar.

taramaları kolaylaştır (Semantic Scholar, t.y.). Yapay zeka araçları elimizdeki resim, sayı, ifade, şekil, grafik ve metin gibi malzemeleri, kaynakları; gözlem ve/ya da katılarak gözlem yoluyla elde ettiğimiz fotoğraf, ses ve görüntü kayıtlarını daha hızlı bir şekilde gözden geçirip istediğimiz açıyı detaylı inceleyip bunları analiz edebilir; ses ve görüntü kayıtlarını yazıya dökebilir ve rapor yazabilir. Yapay zeka modelleri arasında müzikal analizler için kullanılabilenleri de vardır. Bu modeller müzikal yapıları/örüntüleri ve ilişkileri tanımlamak/anlamak için yapılan müzikal analizlerde (müzik parçalarını notaya alırken, müzikal özellikleri belirlerken, analizlerini yaparken, müzikleri sınıflandırırken, müzikal akustik ölçümleri yaparken vb.); müzisyenlerin teknik ve sanatsal müzik becerilerini, yani performanslarını değerlendirmede; müziğin duygusal, bilişsel, fizyolojik etkilerini değerlendirmede; müziğin nörolojik görüntüleme teknikleriyle (fMRI, PET, EEG, MEG vb.) kullanılmasıyla elde edilen verilerin analizlerinde; nöropsikolojik/psikofizyolojik testlerin vb. analizlerinde artık kullanılabilmektedir. Türkiye’deki araştırmacıların tümü henüz kullanmaya başlamasa da önümüzdeki birkaç yıl içinde birçoğunun bu araştırma, değerlendirme ve yazma aşamalarında uygun yapay zeka modellerini kullanarak yukarıda söz ettiğimiz süreçlerin birçoğunu daha kolaylıkla, daha hızla ve belki daha doğru sonuçlandırabilecektir.

7. Sonuç

Türkiye’de müzik özelinde yapay zeka çalışmaları henüz potansiyeline ulaşamamış olsa da gittikçe artan bir yaygınlığa sahiptir. Akademik olarak makam müziği ve yapay zeka üzerine çalışmalar alanın oldukça erken dönemlerine kadar gider. Bir Google Akademik araması 2006 kadar erken bir tarihte yapay zeka teknikleriyle makam analizi yapıldığını gösterir (Alpkoçak & Gedik, 2006). Bu yıldan başlayarak gittikçe artan bir eğilim gösteren Türk müziği ve yapay zeka çalışmalarının bu makale yazıldığı sırada, sadece 2024 yılının ilk çeyreği içerisinde altı adet olduğu görülür (Börekci & Sevli, 2024; Bryan-Kinns vd., 2024; Fışkın, 2024; Kaplan, 2024; Kruspe, 2024; Yıldız vd., 2024). Bunun nedenleri üzerine düşünüldüğünde makam müziğinin sistematik analizinin mühendislik adına zorluklar içerdiği ve dolayısıyla ilgi gördüğü söylenebilir. Akademik çalışmaların ötesinde de yapay zeka destekli araçlar Türkiye’deki müzik kültürleri üzerinde etkisini göstermeye başlar. Bir örnek olarak Cem Karaca’nın vefat ettikten 20 yıl sonra İstanbul’daki Atatürk Kültür Merkezi’nde bir konserde icrası verilebilir (pausetv, 2024).

Müzik ile yapay zeka ilişkisi derin öğrenme tekniklerinin kullanıcı dostu olarak çoğu kişinin erişebilmesini sağlamasıyla birlikte alandaki varlığını arttırır. Bu artışın yararlı yanları bulunmakla birlikte bazı olguları da sorunsallaştıracığı görülmektedir. Yararından kastımız yapay zeka modellerinin ve/ya da yapay zeka destekli araçların yardımıyla Howard S. Becker’in (1976) kullandığı bağlamda ortaklaşa bir müzik aktivitesine dahil olma biçimlerinin şekil değiştirmesinin yanında müzikle ilgili olan herkesin hem daha farklı yaratıcı olma yöntemlerinin hem de geleneksel yöntemlerin kullanımında kolaylıkların ortaya çıkmasıdır. Bununla birlikte her paradigma kaymasının peşinden

gelen erken benimseyenlerin heyecanının etkisiyle yeni paradigmanın bütün alanlara hızlı bir şekilde yayılmasıyla beklenmeyen ya da gizli etkileri de mutlaka gözden geçirilmelidir.

Yapay zeka tekniklerinin yayılmasıyla en büyük tehdit iş alanlarının keskin başkalaşmasının sonucu olarak iş gücünün dijitalleşmesi olarak görülebilir. Müzik alanı açısından baktığımızda yapay zeka teknolojisinin müzik sektörünü kökten değiştirme potansiyeline sahip olduğu açıkça görülür. Bu potansiyel müzik teknolojisini, kompozisyonu ve prodüksiyonu (stüdyo kayıt, mix, mastering, editing, icra, beste, müzik eserini kanallara ayırıştırma vb.), müzik arama ve tavsiye, müzik eğitimi/ öğretimi ve terapisi, müzik telif hakları ve lisanslama süreçleri, yeni müzik iş modelleri ve gelir akışları, akademik müzik çalışmaları alanlarında kendini gösterir. Çoğu iş alanını etkileyeceği ve sosyal grupların yapısını değiştireceği kesin olan yapay zeka teknolojisinin her dakika hızla gelişmesi, iş gücünü dijitalleştirilmesi; yapay zekanın herkesin kullanabileceği kadar basit ve yaygın hale getirilmesi bir tehdit değil de dönüşüm olarak incelenmelidir.

Kaynakça

- Alpkoçak, A., & Gedik, A. C. (2006). Classification of Turkish songs according to makams by using n grams. *Proceedings of the 15. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks (TAINN). Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks.*
- Anderson, A., Maystre, L., Anderson, I., Mehrotra, R., & Lalmas, M. (2020). Algorithmic Effects on the Diversity of Consumption on Spotify. *Proceedings of The Web Conference 2020*, 2155-2165. <https://doi.org/10.1145/3366.423.3380281>
- Becker, H. S. (1976). Art worlds and social types. *American Behavioral Scientist*, 19(6), s. 703-718. doi:<https://doi.org/10.1177/000.276.427601900603>
- Boulanger-Lewandowski, N., et al. (2012). Modeling Temporal Dependencies in High-Dimensional Sequences: Application to Polyphonic Music Generation and Transcription. *Proceedings of the 29th International Conference on Machine Learning (ICML-12).*
- Bozkurt, B., Gedik, A. C. & Karaosmanolu, M. K. (2009). Türk Müziği için Müzik Bilgi Erişimi: problemler, çözüm önerileri ve araçlar. *IEEE 17th Signal Processing and Communications Applications Conference*, Antalya, Turkey, 2009, pp. 804-807, doi: 10.1109/SIU.2009.513.6518.
- Börekci, A., & Sevlı, O. (2024). A classification study for Turkish folk music makam recognition using machine learning with data augmentation techniques. *Neural Computing and Applications*, 36(4), 1621-1639. <https://doi.org/10.1007/s00521.023.09177-6>
- Brittain, B. (2024a). Music labels sue AI companies Suno, UdIO for U.S. copyright infringement. *Reuters*. <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/music-labels-sue-ai-companies-suno-udio-us-copyrightinfringement-2024-06-24/>
- Brittain, B. (2024b). Music labels, AI lawsuits create new copyright puzzle for US courts. *Reuters*. <https://www.reuters.com/legal/music-labels-ai-lawsuits-create-new-copyright-puzzle-us-courts-2024-08-03/>
- Bryan-Kinns, N., Zhang, B., Zhao, S., & Banar, B. (2024). Exploring Variational Auto-encoder Architectures, Configurations, and Datasets for Generative Music Explainable AI. *Machine Intelligence Research*, 21(1), 29-45. <https://doi.org/10.1007/s11633.023.1457-1>

- Cannam, C., Landone, C., Sandler, M., & Bello, J. P. (2006). The Sonic Visualiser: A Visualisation Platform for Semantic Descriptors from Musical Signals. *Easing Access to Sound Archives*. Easing Access to Sound Archives.
- Civit, M., Civit-Masot, J., Cuadrado, F., & Escalona, M. J. (2022). A systematic review of artificial intelligence-based music generation: applications, and future trends. *Expert Systems with Applications*, 209, 118190. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118190>
- Collins, N. (2011). Live coding of Consequence. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*.
- Correya, A. A., Marcos Fernández, J., Joglar-Ongay, L., Alonso Jiménez, P., Serra, X., & Bogdanov, D. (2021). Audio and music analysis on the web using Essentia.js. *Transactions of the International Society for Music Information Retrieval*. Transactions of the International Society for Music Information Retrieval. <https://doi.org/10.5334/tismir.111>
- David E. Rumelhart, G. E. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323, s. 533-536. doi:<https://doi.org/10.1038/323533a0>
- Fışkın, Ü. (2024). Examination of Ulvi Cemal Erkin's Piano Concerto with GTTM. *Journal for the Interdisciplinary Art and Education*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10866655>
- Fricconnet, G. (2023). A k-means clustering and histogram-based colorimetric analysis of metal album artworks: The colour palette of metal music. İçinde *Metal Music Studies* (C. 9, Sayı 1, ss. 77-100). Intellect. https://doi.org/10.1386/mms_00095_1
- Harris, T. (t.y.). *Folk RNN*. Geliş tarihi 29 Mart 2024, gönderen <https://folkrrnn.org/Hash—AI-powered Music Notation Tool>. (t.y.). Geliş tarihi 29 Mart 2024, gönderen <https://hash-music.com>
- Hewlett, W. B., & Selfridge-Field, E. (Ed.). (2001). *The Virtual Score, Volume 12: Representation, Retrieval, Restoration*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2058.001.0001>
- İmseytoğlu, D., & Yıldız, S. (2012). Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitelerinde Müzik Terapi. *İÜFN Hem. Derg*, 20(2), 160-165.
- Good, M. (2001). MusicXML for notation and analysis. *The virtual score: representation, retrieval, restoration*, 12(113-124), 160.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.
- Jakubowski, K., Eerola, T., Alborn, P., Volpe, G., Camurri, A., & Clayton, M. (2017). Extracting Coarse Body Movements from Video in Music Performance: A Comparison of Automated Computer Vision Techniques with Motion Capture Data. *Frontiers in Digital Humanities*, 4. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00009>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1956). The Logic Theory Machine A Complex Information Processing System. in *IRE Transactions on Information Theory*, 2(3), s. 61-79. doi:doi: 10.1109/TIT.1956.105.6797
- Kaliakatsos-Papakostas, M., Floros, A., & Vrahatis, M. N. (2020). Artificial intelligence methods for music generation: A review and future perspectives. İçinde *Nature-Inspired Computation and Swarm Intelligence* (ss. 217-245). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819714-1.00024-5>
- Kaplan, T. (2024). *Probabilistic Models of Rhythmic Expectation & Synchronisation* [Doktora Tezi, QMUL]. <https://qmro.qmul.ac.uk/xmlui/handle/123456789/94727>

- Karaosmanoğlu, M. K. (2012). A Turkish makam music symbolic database for music information retrieval: SymbTr. *Proceedings of 13th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR)*. 223-228. Porto, Portugal. <http://repositori.upf.edu/handle/10230/25700>
- Karaosmanoğlu, M. K. ve Taşçı, F. (2014). Türk Musikisi İçin Symbtr Sembolik Derlemi Üzerinde Otomatik Ezgi Analiz. *Porte Akademik: Müzik ve Dans Araştırmaları Dergisi*. Müzikte Kuram. Sayı.10. 98-115.
- Kong, Q., Li, B., Chen, J., & Wang, Y. (2022). *GiantMIDI-Piano: A large-scale MIDI dataset for classical piano music* (arXiv:2010.07061; Version 3). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.07061>
- Kruspe, A. (2024). *More than words: Advancements and challenges in speech recognition for singing* (arXiv:2403.09298). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.09298>
- Kwon, H.-J., Kim, M.-J., Baek, J.-W., & Chung, K. (2022). Voice Frequency Synthesis using VAW-GAN based Amplitude Scaling for Emotion Transformation. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 16(2), 713-725. <https://doi.org/10.3837/tiis.2022.02.018>
- MIDI 1.0 – MIDI.org*. (t.y.). Erişilme tarihi 29 Mart 2024, adres <https://midi.org/midi-1-0>
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- Music Ai*. (t.y.). Erişilme tarihi 29 Mart 2024, adres <https://meetyourai.github.io/MusicAI/>
- Neutron 4*. (t.y.). Erişilme tarihi 29 Mart 2024, adres <https://www.izotope.com/en/products/neutron.html>
- Quinlan, J. (1986, March). *Induction of decision trees*. Centre for Advanced Computing Sciences, New South Wales Institute of Technology, Sydney. Boston: Kluwer Academic Publishers. doi:<https://doi.org/10.1007/BF00116251>
- Pan, S. J., & Yang, Q. (2010). A Survey on Transfer Learning. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 22(10), 13451359.
- Parlak, İ. H. (2021). *Derin öğrenme teknikleri kullanılarak Türk makam müziği bestelenmesi* [Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Parlak, İ. H., Çebi Y., Işıkhani C. & Birant D. (2021). Deep Learning for Turkish Makam Music Composition. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 29(7), pp.3107-3118. doi:10.3906/elk-2101-44
- pausetv (Direktör). (2024). *Cem Karaca galaya hologram olarak katıldı*. <https://www.youtube.com/watch?v=xq8lw6bZCmU>
- RuMind Music Meditation App*. (t.y.). Erişilme tarihi 23 Mayıs 2024, adres <https://www.rumindapp.com/>
- Semantic Scholar | About Us*. (t.y.). Erişilme tarihi 23 Mayıs 2024, adres <https://www.semanticscholar.org/about>
- Wang, A. L.-C. (2003). An Industrial Strength Audio Search Algorithm. *Proceedings of the 4th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2003)*, Baltimore, Maryland (USA), 26-30 October 2003, 7-13. <https://doi.org/10.1109/IITAW.2009.110>
- Suno AI*. (t.y.). Erişilme tarihi 29 Mart 2024, adres <https://www.suno.ai/>
- Raffel, C. (2016). *Learning-Based Methods for Comparing Sequences, with Applications to Audio-to-MIDI Alignment and Matching*. PhD Thesis.
- Weiss, S. M., & Indurkha, N. (1995, December 1). Rule-based Machine Learning Methods for Functional Prediction. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 3, s. 383-403. doi:<https://doi.org/10.1613/jair.199>
- Wen, Z., Chen, A., Zhou, G., Yi, J., & Peng, W. (2024). Parallel attention of representation global time-frequency correlation for music genre classification. *Multimedia Tools and Applications*, 83(4), 10211-10231. <https://doi.org/10.1007/s11042.023.16024-2>

- Widmer, G. (2003). Discovering simple rules in complex data: A meta-learning algorithm and some surprising musical discoveries. *Artificial Intelligence*, 146(2), s. 129-148. doi:[https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(03)00016-X)
- Wijaya, N. N., Setiadi, D. R. I. M., & Muslikh, A. R. (2024). Music-Genre Classification using Bidirectional Long Short-Term Memory and Mel-Frequency Cepstral Coefficients. *Journal of Computing Theories and Applications*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.62411/jcta.9655>
- Thickstun, J., Harchaoui, Z., & Kakade, S. (2017). *Learning Features of Music from Scratch* (arXiv:1611.09827). arXiv. <http://arxiv.org/abs/1611.09827>
- Tzanetakis, G., & Cook, P. (2002). Musical genre classification of audio signals. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 10(5), 293-302.
- Yıldız, Ş., Güvener, D., & Güray, C. (2024). Adakale Türkülerinin Yeniden Yapılandırılması için bir Algoritmik Kompozisyon Yöntemi Arayışı. *Sahne ve Müzik Eğitim – Araştırma e-Dergisi*, 10(18), 80-100.
- Yücel, İ. E. (2022). *MIXPREP: Machine Learning-Based Multitrack Mix Preparation Assistant* [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

AN OVERVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF MUSIC AND TÜRKİYE

Mehmet Selim YAVUZ* 
M. Kemal KARAOSMANOĞLU** 
Safa YEPREM*** 
Gülay KARŞICI**** 
Ubeydullah SEZİKLİ***** 

This review explores the convergence of artificial intelligence and music, with a focus on both the general impact on the field of music and the specific effects on classical Turkish music and musicology. The research is based on data obtained through a comprehensive literature review, emphasizing the integration and application of artificial intelligence models, techniques, and tools in music. In addition to these, the *SymbTr* dataset of Turkish *makam* music, created by one of our authors M. Kemal Karaosmanoğlu (Karaosmanoğlu, 2012); two mobile applications named MRR (Music Rec Room) and RuMind Music Meditation, developed by one of our authors Ubeydullah Sezikli; and project titled “Solfege Studies in Turkish Music,” conducted by Ayşe Başak İlhan Harmancı and one of our authors Safa Yeprem, which are shared on a YouTube channel in Turkish, English, Japanese, French, Persian, Spanish, Arabic, and Chinese, were also mentioned.

Artificial intelligence’s role in music has expanded significantly, incorporating advanced techniques such as machine learning and deep learning. These methods are crucial for various music artificial intelligence applications, including music recommendation systems, music information retrieval, and real-time music composition and improvisation. Machine learning, particularly deep

* İstanbul Üniversitesi, Devlet Konservatuvarı, Müzikoloji Bölümü, 0000-0002-3111-6917

** Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Müzik ve Sahne Sanatları Bölümü, 0000-0003-4534-7182

*** Marmara Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, İslam Tarihi ve Sanatları Bölümü, 0000-0003-2395-9380

**** Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bölümü, 0000-0002-5322-6201

*****Yalova Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi, İslam Tarihi ve Sanatları Bölümü, 0000-0001-7312-6737

learning, has revolutionized how artificial intelligence interacts with music. Large language models, which combine natural language processing and deep learning, enable sophisticated semantic analysis and human-like music generation. These models, such as generative pre-trained transformers (GPT), have become the most effective in this domain, supporting interactive artificial intelligence systems where users can engage with artificial intelligence in their language for music education and research.

Another significant technique in artificial intelligence music applications is transfer learning, where knowledge gained from one dataset is applied to another task. In the context of music, this can involve learning styles from one musician's data and using them to create new styles or recommend music to listeners based on learned patterns. This technique broadens artificial intelligence's application in music, aiding in genre recognition, new genre creation, and personalized music recommendations. Interactive artificial intelligence involves real-time composition and improvisation, where artificial intelligence models contribute to the creative process. These models can suggest harmonic directions during composition, enhancing the collaborative nature of music creation between humans and machines.

The integration of artificial intelligence in music raises several ethical questions. The potential for artificial intelligence to alter traditional music practices and the implications for musicians and composers require careful consideration. Issues such as intellectual property rights, the authenticity of artificial intelligence-generated music, and the displacement of human musicians are critical areas of discussion. Artificial intelligence's impact on music education is profound, with artificial intelligence tools offering personalized learning experiences, adapting to individual learning paces, and providing immediate feedback. This technology enhances the educational process, making music learning more accessible and tailored to students' needs.

The study emphasizes the distinction between artificial intelligence users and developers in music. Users employ artificial intelligence tools to create, analyse, and learn music, while developers design and improve these tools. Understanding this distinction is crucial for comprehending the full scope of artificial intelligence's impact on music. The historical development of artificial intelligence provides essential context for its current applications in music. The mathematical foundations laid by early 20th-century mathematicians such as Leonardo Torres Quevedo and Kurt Gödel set the stage for Warren McCulloch and Walter Pitts to introduce artificial neural networks in 1943. These developments are the precursors to today's sophisticated artificial intelligence systems used in music.

Artificial intelligence's application in classical Turkish music presents unique opportunities and challenges. Classical Turkish music, with its rich heritage and distinct characteristics, can benefit from artificial intelligence through preservation efforts, analytical studies, and innovative compositions that blend traditional and modern elements. Artificial intelligence can help analyze the complex makam (modal) structures and rhythms that define classical Turkish music, offering new insights and facilitating educational initiatives.

However, the use of artificial intelligence in this traditional context also raises concerns about the authenticity and integrity of the music. There is a risk that artificial intelligence-generated compositions may lack the nuanced understanding and emotional depth that human musicians bring to the art form. Therefore, it is essential to approach artificial intelligence integration in classical Turkish music with sensitivity and respect for its cultural significance.

The study concludes that artificial intelligence has a transformative impact on music, from creation and performance to education and analysis. While artificial intelligence offers numerous benefits, it also presents challenges that require ongoing ethical and practical considerations. The role of artificial intelligence in music is expected to grow, necessitating a balanced approach to harness its potential while addressing its implications. Future research should focus on developing artificial intelligence tools that complement rather than replace human creativity, ensuring that the integration of artificial intelligence in music enriches the art form while preserving its cultural and emotional essence.