**Derin Öğrenme Tabanlı Otomatik Türk Makam Müziği Bestecisi İçin Grafiksel Kullanıcı Arayüzü**

İsmail Hakkı Parlak 1\*, Prof. Dr. Yalçın Çebi 1, Prof. Dr. Cihan Işıkhan 2

1 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

2 Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bilimleri Bölümü

ismail@cs.deu.edu.tr

**ÖZET**

Otomatik Türk Makam Müziği Bestecisi (OTMMB), derin öğrenme tabanlı, Hicaz makamında Aksak usûlde ve Nihavent makamında Düyek usûlde şarkı formunda yaratılar üretebilen bir sistem olup, kullanıcı tarafından verilen 8 adet başlangıç notasından yararlanarak yaratıyı kendi başına tamamlayabilmektedir. OTMMB, Python programlama dilinde geliştirilmiş olup, kullanıcısının en azından temel düzeyde programlama bilgisine sahip olması gerekmektedir.

Bu çalışmada, OTMMB sisteminin kolay kullanımını sağlayan grafiksel bir kullanıcı arayüzü tanıtılmaktadır. Bu arayüz ile, programlama bilgisine olan gereksinimin ortadan kaldırılarak, sistemin herkesin kullanımına açılması öngörülmektedir. Grafiksel arayüze http://music.cs.deu.edu.tr/tmmgui adresinden bir web tarayıcısı ile erişim sağlanabilmektedir. Bu arayüz ile kullanıcı, bilgisayarın faresi ile işaretleyerek 8 adet başlangıç notasını girmekte ve sisteme yaratının geri kalanını besteletebilmektedir. Elde edilen sonuçlar Mus2 yazılımı kullanılarak görüntülenebilecek bir dosya biçeminde oluşturulmakta ve oluşturulan dosyanın kullanıcı bilgisayarlarına kaydedilmesi sağlanmaktadır. Bu arayüz çalışması, beste hazırlama çalışmalarına yardımcı olmanın yanında Türk Müziği notasyonu için web tarayıcısında kullanılabilecek bir uygulamanın da ilk adımları olarak hizmete sunulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Derin öğrenme, otomatik besteleme, arayüz tasarımı

**A Graphical User Interface for Deep Learning-Based Automatic Turkish Makam Music Composer**

**ABSTRACT**

Automatic Turkish Maqam Music Composer (ATMMC) is a deep learning-based system that can produce musical pieces in Aksak usûl in Hicaz makam and Düyek usûl in Nihâvent makam. ATMMC can complete a musical piece on its own by using 8 initial notes given by the user. ATMMC is developed in the Python programming language and its user must have at least basic programming skills to be able to use the system.

In this study, a graphical user interface that makes the ATMMC system easy to use is introduced. With this interface, it is anticipated that the system will be made available to everyone by removing the necessity for programming knowledge. The graphical interface can be accessed via a web browser at http://music.cs.deu.edu.tr/tmmgui. Users can enter 8 initial notes by mouse clicks through the interface and ATMMC completes the rest of the piece automatically. The resulting piece can be saved to the user’s computer which then can be viewed by Mus2 software. This study is offered as the first step of a system that can be used in a web browser for Turkish Music notation, as well as a helping hand for music composition.

**Keywords:** Deep learning, automatic composition, GUI design

**GİRİŞ**

Derin Öğrenme (DÖ), bilgisayar sistemlerinin deneyim ve örnek verilerle gelişmesi ilkesi üzerine kurulu bir tür Makine Öğrenmesidir. DÖ, dünyayı iç içe geçmiş bir kavramlar hiyerarşisi olarak temsil etmeyi öğrenerek büyük bir güç ve esneklik elde edebilmektedir (Goodfellow, Bengio, Courville, 2016:8). Yapay sinir ağlarının özgül problemleri çözmek için çok katmanlı mimarilerle belirli şekillerde bir araya getirilmesi ile oluşan DÖ modellerinin uygulama alanları her geçen gün git gide genişlemekte ve DÖ sistemleri ile kural bazlı sistemlere göre daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Teknoloji devlerinin büyük yatırımları ile özellikle son on senede DÖ alanındaki gelişmeler katlanarak artmış ve bilim ve sanat alanlarında kayda değer bir çok gelişme tezahür etmiştir (Şeker, Diri, Balık, 2017:50).

DÖ, müzik bilgisi alma, müzikal tür sınıflandırması, dinleyiciye müzik önerisi sunma, enstrüman tanımlama, ses kaynağı ayırma gibi uygulama alanlarının yanında otomatik besteleme alanında da kullanılmaktadır. Bilgisayar ile işlenebilen müzikal veri setlerindeki artış ve işlem gücünün yaygınlaşıp ucuzlaması, bu alanda elde edilen sonuçların iyileşmesini ve zamanla daha dinlenebilir yapay yaratıların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Briot, Pachet, 2020:981). DÖ ile müzik besteleme, ham ses dosyası üretimi ve sembolik müzik üretimi olarak iki farklı çatı altında ilerlemektedir. Wav, Aiff, Mp3 vb. ham ses dosyası üretimi için gereken işlem gücünün maliyeti ve müzikal anlamda estetik ve gerçekçi sonuçların elde edilmesinin güçlüğünden dolayı araştırmacılar daha çok MIDI, MusicXML, Txt vb. sembolik müzik ifade şekilleri ile çalışmayı tercih etmektedirler (Dieleman, Oord, Simonyan, 2018:7989).

Bu bildirinin odağındaki Otomatik Türk Makam Müziği Bestecisi (OTMMB), Hicaz makamında Aksak usûlde ve Nihavent makamında Düyek usûlde şarkı formunda sembolik yaratılar üretebilen DÖ tabanlı bir sistemdir. OTMMB, kullanıcıdan 8 adet başlangıç notası alıp 4’er ölçü zemin, nakarat ve meyan bölümleri olan yapay şarkılar oluşturmakta ve sonucu Mus2 (Data-Soft, 2014) yazılımı ile açılabilecek formatta olan bir dosyaya kaydetmektedir. OTMMB Python programlama dilinde, açık kaynak kodlu olarak geliştirilmiştir ve uygulamanın kaynağı <https://github.com/ihpar/TMMDLFT> adresinde erişime açıktır. Kullanıcılar bilgisayarlarına Python ve gerekli kütüphaneleri kurarak terminal ile uygulamayı çalıştırıp giriş parametrelerine göre OTMMB aracılığı ile Mus2 dosyaları oluşturabilirler. Fakat OTMMB’yi terminal aracılığı ile kullanmak isteyen kullanıcıların temel düzeyde de olsa bilgisayar programlamaya aşina olmaları gerekmektedir. Bu gerekliliği ortadan kaldırmak ve OTMMB’yi bilgisayar programlama tecrübesi bulunmayan kullanıcıların da hizmetine açmak için <http://music.cs.deu.edu.tr/tmmgui> adresinden bir internet tarayıcısı ile erişilebilecek grafiksel kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Bu arayüz ile kullanıcılar OTMMB’ye yapay yaratılar besteletip sonuç dosyasını kendi bilgisayarlarına kaydedebilmektedirler. Kaydedilen dosyalar daha sonra Mus2 uygulaması ile görüntülenip seslendirilebilmektedir.

**ARAYÜZ**

OTMMB için geliştirilen arayüz modern internet tarayıcıları ile kullanılabilmektedir. <http://music.cs.deu.edu.tr/tmmgui> adresinden erişilebilen arayüz Şekil 1’de ana bileşenleri kutucuklar ile işaretlenerek gösterilmiştir.

Graphical user interface, application, Word

Description automatically generated

**Şekil 1.** OTMMB arayüzü. Arayüz bileşenleri A, B, …, G harfleri ile işaretlenmiş ve bileşenlerin işlevleri metin içerisinde verilmiştir.

Şekil 1-A ile gösterilen buton ile arayüzün ses çalma özelliği açılıp kapanabilmektedir. Ses açık olduğunda, kullanıcılar nota yazarken ekledikleri son notanın sesini Safari dışındaki diğer internet tarayıcıları ile eş zamanlı olarak duyabilmektedir. Ayrıca boşluk (*space*) tuşuna basıldığında kullanıcılar kendi yazdıkları notaları baştan sona art arda gelecek şekilde dinleyebilmektedirler. Seslendirmede kullanılan perdelerin frekansları Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) sistemine göre olacak şekilde TuneJS (Bernstein ve Taylor, 2003) kütüphanesi kullanılarak belirlenmiştir.

Şekil 1-B’de gösterilen kısımdan OTMMB’ye besteletilecek yaratının makam ve usûl seçimi yapılmaktadır. Hicaz makamı seçildiğinde usûl 9/8-aksak; nihâvent makamı seçildiğinde ise 8/8-düyek olacak şekilde otomatik olarak değişmektedir. Benzeri şekilde aksak usûl seçildiğinde hicaz makamı, düyek usûl seçildiğinde ise nihâvent makamı otomatik olarak seçilmektedir.

Şekil 1-C, 1-D ve 1-E’de gösterilen menü elemanları nota yazımı için kullanılmaktadır. Şekil 1-C’de, seçilen makamın donanımı dışında bir arıza verilmek istenildiğinde kullanılabilecek AEU sistemi içerisinde tanımlı arıza işaretleri bulunmaktadır. Şekil 1-D’de gösterilen bölümden yazılmak istenen notanın değeri seçilebilmektedir. Şekil 1-E’de gösterilen bölümden ise sus işaretleri seçilebilmektedir.

Kullanıcı, üst tarafta bulunan menü elemanlarından istedikleri fare ile tıklayarak seçebilmekte ve daha sonra Şekil 1-G ile gösterilen kısma tıklayarak istediği notayı veya sus işaretini ekleyebilmektedir. Arayüzde notaları gösterirken herhangi bir gruplama yapılmamaktadır. Kullanıcı daha sonradan bir notayı veya sus işaretini silmek isterse fare ile üzerine tıklayıp seçtikten sonra klavyesindeki silme tuşları ile ilgili sembolü silebilmektedir.

Nota yazımı sırasında mevcut ölçü dolarsa yeni ölçü otomatik olarak yaratılmaktadır. Eğer mevcut ölçüdeki değerlerin toplamı hatalıysa, örneğin düyek için toplamda 8/8 değerinden fazla ise ölçüdeki notalar kırmızıya dönüşerek ölçü içerisinde hata yapılmış olduğunu göstermektedir. Kullanıcı hatalı ölçü oluşturduğunda sistem otomatik besteleme işleminin başlatılmasına izin vermemektedir.

Kullanıcı 8 tane notayı girdikten sonra Şekil 1-F ile gösterilen buton aktif hale gelir ve kullanıcının OTMMB’ye yazmış olduğu notaları gönderebilmesi olanaklı hale gelir. Kullanıcı “Bestele!” butonuna tıkladığında Şekil 2’de gösterilen durum penceresi açılır ve arka planda yürüyen besteleme işlemlerinin tamamlanma durumu kullanıcıya gösterilir.

Graphical user interface

Description automatically generated

**Şekil 2.** Durum penceresi görüntüleri. Besteleme sürecindeki ilerleme raporu (A) ile, besteleme sonucundaki rapor (B) ile gösterilmiştir.

OTMMB arka planda kullanıcının seçimleri ve girmiş olduğu nota ve sus işaretlerine göre besteleme işlemlerini yaparken Şekil 2-A’da gösterildiği gibi kullanıcı eş zamanlı olarak bilgilendirilir. OTMMB’nin yüklü olduğu sunucunun anlık iş yüküne göre bestele işlemi 30 saniye - 3 dakika arasında sürebilmektedir. Besteleme süreci bittiğinde durum ekranı Şekil 2-B’deki gibi görünerek kullanıcıyı bilgilendirmekte, kullanıcı “İndirme hazır” bağlantısına tıklayarak, OTMMB’nin bestelediği yaratıyı bilgisayarına Mus2 uygulamasında açılabilir bir dosya olarak kaydedebilmektedir.

**SONUÇ**

Bu bildiride Otomatik Türk Makam Müziği Bestecisi (OTMMB) için geliştirilen ve kullanıcılarını bilgisayar programlama bilgisi gerekliliğinden kurtaran bir arayüz tanıtılmıştır. Bu arayüz ile kullanıcılar 8 adet başlangıç notasını girdikten sonra OTMMB’ye şarkı formunda yaratılar besteletebilmektedir. OTMMB’nin bestelediği yaratılar bestecilere fikir verme ya da beste yapma sürecindeki tıkanma süreçlerini aşmak için yeni seçenekler sunma açısından işlevsel olabilir. OTMMB yaratıları aynı zamanda Türk müziği öğrenimi gören öğrenciler için saz veya solfej etütleri hazırlama için de kullanılabilir.

Bu arayüz hazırlanırken yapılan çalışmalar ve elde edilen teknik bilgiler Türk müziği için özelleşmiş web tabanlı bir nota editörü geliştirmek için bir başlangıç noktası oluşturmuştur.

OTMMB ve mevcut arayüzü gelişime açıktır. Gelecek dönemde farklı yapay zekâ teknikleri ve daha büyük veri setleri ile yeni deneyler yapılacak ve elde edilen sonuçların müzikal açıdan geliştirilmesi için çalışılacaktır. İlerleyen dönemde elde edilecek sonuçlar ile Türk müziği ile ilgilenen müzisyenlere daha güçlü ve kaliteli hizmetler sunacak uygulamaları tanıtmayı ummaktayız.

**KAYNAKÇA**

Bernstein, A., & Taylor, B. (2003). *TuneJS*. https://github.com/abbernie/tune

Briot, J.-P., & Pachet, F. (2020). Deep learning for music generation: challenges and directions. *Neural Computing and Applications*, *32*(4), 981–993. https://doi.org/10.1007/s00521-018-3813-6

Dieleman, S., Oord, A. van den, & Simonyan, K. (2018). The challenge of realistic music generation: modelling raw audio at scale. *Advances in Neural Information Processing Systems*, *2018*-*Decem*, 7989–7999. http://arxiv.org/abs/1806.10474

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. In *MIT Press*.

DataSoft. (2014). *Mus2: Microtonal notation software*. http://www.mus2.com.tr/en/

Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, *3*(3), 47–64. http://dergipark.gov.tr/gmbd/issue/31064/372661