

Başvuru Tarihi: 30.11.2023 / Kabul Tarihi: 03.01.2024 / Özgün Makale

ADAKALE TÜRKÜLERİNİN YENİDEN YAPILANDIRILMASI İÇİN BİR ALGORİTMİK KOMPOZİSYON YÖNTEMİ ARAYIŞI

Şule YILDIZ¹
Duygu GÜVENER²
Cenk GÜRAY³

ÖZ

Tuna bölgesinde Balkan halklarıyla çok kültürlü bir yaşamı paylaşan Adakale, Romanya ile Sırbistan arasında en stratejik yerleşim birimlerinden biri olmuştur. 1970 yılında bir baraj inşa edilmesi sonucu Tuna'nın suları altında, tarihi bir hatıra olarak kalmıştır. Bu çalışma, saklı Adakale türkülerinin makine öğrenmesi yöntemleriyle yeniden yapılandırılmasını sağlayarak, bu bölgenin kültür mirasını korumayı ve kültürlerarası iletişimin sürekliliğine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Adakale ve yakın çevresinde daha önce derlenmiş sözlü ve yazılı halk müziği eserleri araştırmamızın veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu eserler incelenerek bölgede en çok kullanılan makam-motif ve ritim yapıları tespit edilmiştir. Ezgisi elimizde bulunmayıp sadece sözü olan eserler için Markov zincirleri ile ezgi üretimi yapılmış; üretilen ezgi, bölgede sıklıkla kullanılan ritmik kalıplar arasından seçilen bir tanesi üzerine oturtulmuştur. İkinci bir yaklaşım olarak, Adakale yöresi türkülerinde görülen motifik çeşitlemeler incelenerek, yeni eser üretiminin tamamen motifik çeşitlemelerle yapılmasına çalışılmıştır. Eserlerin analizinde "makamsal ezgi çekirdeği" yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre ezgi çekirdeği içindeki perdeler işlevlerine göre merkez tanımlayıcı, ortak tanımlayıcı, pekiştirici ve süsleyici perdeler olarak tanımlanmaktadır. Bu sesler arası iletişim, gerilim-çözülüm ilişkisi, denge ve dengesizlik halleri, bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizliği tanımlayan "entropi" kavramı ile de ilişkilendirilmiş, ezgi üretim metodolojisi oluşturulurken bu kavramdan faydalanma imkanları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Adakale, Markov zincirleri, algoritmik kompozisyon, yeniden yapılandırma, ezgisel motif.

¹ Doktora öğrencisi, Erciyes Üniversitesi, 4040340037@erciyes.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-4399-395X

² Doktora öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, duygu.guven@hacettepe.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6673-5614

³ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, cenk.guray@hacettepe.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-9410-725X

A SEARCH OF AN ALGORITHMIC COMPOSITION METHOD FOR THE RECONSTRUCTION OF ADAKALE SONGS

ABSTRACT

In the region of the Danube, Adakale, which shares a multicultural life with the Balkan peoples, has been one of the most strategically located settlements between Romania and Serbia. As a result of the construction of a dam in 1970, Adakale remained submerged under the waters of the Danube, preserved only as a historical memory. This study aims to reconstruct the hidden Adakale folk songs using machine learning methods, aiming to preserve the cultural heritage of the region and contribute to the continuity of intercultural communication.

Previously compiled oral and written folk songs in Adakale and its surroundings have been the data sources for our study. By examining these works, the most used makam-motif and rhythmic structures in the region have been identified. For songs where only lyrics are available and the melody is unknown, melody generation has been done using Markov chains. The generated melody has been placed on one of the rhythmic patterns frequently used in the region. As a second approach, by examining motif variations seen in Adakale folk songs, a new melody has been composed entirely through motif variations. "Melodic nuclei" approach has been used for the analysis of folk songs. According to this approach, the pitches in the melodic nuclei are defined as central identifier pitches, co-identifier pitches, reinforcing pitches and ornamental pitches based on their functions. The relation between these sounds, tension-resolution relationships, and balanced-unbalanced rests have been associated with the concept of "entropy," which defines randomness and disorders in a system. While forming the melody generation methodology, the potentiality of benefiting from this concept has been evaluated.

Keywords: *Adakale, Markov chains, algorithmic composition, reconstruction, melodic motif.*

GİRİŞ⁴

Tuna nehri üzerinde, Sırbistan ve Romanya arasında yer alan Adakale, 1970 yılında bir baraj inşa edilmesi sonucu Tuna'nın sularına karışmıştır. Nüfusunun çoğunu Türklerin oluşturduğu bu küçük ada, kültürleri bir araya getiren bir köprü görevi üstlenmiştir. Tuna boylarında stratejik bir Osmanlı yerleşim birimi olan Adakale'nin tarihle tek bağlantısı, suyun altında kalan kültürel mirasıdır.

Bu çalışma, Adakale'nin saklı türkülerinin yeniden yapılandırılması için, algoritmik kompozisyon yöntemlerinden faydalanmayı amaçlamaktadır. TÜBİTAK 3005-Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Destek Programı tarafından desteklenen 122G016 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilen analizler sayesinde, Adakale türkülerini farklı yaklaşımlarla yeniden yapılandırmak, müziği olmayan eser sözlerini bilgisayar destekli ezgi üretimleriyle yeniden canlandırmak ve böylece bölgenin kültür mirasını korumak ve kültürlerarası iletişimin sürekliliğine katkıda bulunmak mümkün olabilecektir.

1. Adakale: Tarihçesi, Önemi ve Arşiv

Adakale, Tuna nehrinin Sırbistan ile Romanya sınırını çizdiği bölgede Demirkapı geçidinde yer alan küçük bir adaydı. 1970 yılında Yugoslavya ve Romanya arasında yapılan anlaşmayla bir baraj inşa edilmesi sonucu sular altında kalmıştır. Stratejik öneme sahip bir Osmanlı yerleşim birimi olan Adakale, tarih boyunca siyasi çalkantıların görüldüğü Tuna bölgesinde hakimiyet kurmak için girilen savaşların odak noktasında olmuş ve çok defalar el değiştirmiştir. 1923'te imzalanan Lozan Antlaşmasıyla Romanya'ya bırakılan Adakale, Osmanlı'nın Balkanlardaki son toprağı olarak bir hatırayı simgeler. Balkan topraklarındaki kültürler arası çeşitliliğin ve ortak yaşam kültürünün izlerini taşır.

Türk kaynaklarında Ada-i Kebir olarak anılan Adakale, yaklaşık beş yüz yıl Osmanlı egemenliğinde kalmıştır. Osmanlıların, Avusturyalıların sıkça yaptığı saldırıları önlemek amacıyla adadaki kasabanın çevresini surlarla çevirdikleri için adaya bu ismin verildiği söylenmektedir. Orşova Adası olarak da bilinmektedir. Romence kaynaklarda Ada-Kaleh ismi kullanılmıştır (Popescu-Judetz, 2006, s.16).

⁴ Bu çalışma, TÜBİTAK 3005-Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Destek Programı tarafından desteklenen 122G016 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Adakale, Tuna nehrinin Macar ovalarından çıktıktan sonra Transilvanya Alpleriyle Banat dağları arasında açtığı Demirkapı Boğazı'nın 4 km. yukarısındaydı. İnciciyan ve Andreasyan'a göre Demirkapı Boğazı tehlikeli girdapların olduğu bir yer olması nedeniyle bu bölge, eski coğrafyacılar tarafından "Tuna uçurumu" olarak adlandırılmıştır. Buraya eskiden zincirle kapatılmış olduğu için Demirkapı ismi verildiği söylene de bütün zor geçitlere bu isim verilmekteydi (İnciciyan ve Andreasyan, 2012, s.25).

Tarih boyunca Adakale Orşova'nın parçasıydı. Orşova üzerinde hakimiyet kuran, Adakale'yi de ele geçirmiş oluyordu. Birinci Dünya Savaşında Orşova'nın Romanya'ya bırakılmasıyla Adakale, Romanya ve Sırbistan sınırı arasında kalmıştı. Tuna nehrinin ormanlarla kaplı dik yamaçları arasında Orşova'nın aşağısında bulunan Adakale'nin uzunluk ve genişliği çeşitli kaynaklarda farklılık göstermektedir. Popescu-Judetz adanın 800 m. uzunluk ve 200 m. genişlikte olduğunu söylerken Özel, Adakale'nin uzunluğunun 1500 m, genişliğinin 500 m., yüzölçümünün yaklaşık 2 hektar kadar (Özel, 2002, s. 227) olduğunu belirtmektedir.

Osmanlıların adadaki varlığı on dördüncü yüzyılın sonu ile on beşinci yüzyılın başlarına tekabül etmektedir. Yıldırım Bayezid'in hükümdarlığı döneminde Vidin ve Orşova kısa süreliğine işgal edilmiş, 1417'de de Sultan 1. Mehmet tarafından Severin kalesi alınmıştır. Sonraki dönemlerde ada, Avusturyalılar, Macarlar, Sırlar ve Osmanlıların egemenliğine girmiş, 1521 yılında Belgrad'ın fethedilmesiyle Feth-i İslam ve Orşova Osmanlı hakimiyetinde kalmıştır. Tarihi boyunca işgal edilen, saldırıya uğrayan, bölgeye egemen olmak isteyen güçler arasında el değiştiren Adakale'nin kaderini 1923 yılında imzalanan Lozan Antlaşması belirlemiş, bu antlaşmayla Adakale, Romanya toprağı sayılmıştır (Ağanoğlu, 2015, s. 47).

Adakale, 1970 yılında bir baraj inşa edilmesiyle Tuna'nın suları altında kalsa da suyun altında zengin bir kültür hazinesi saklamaktadır. Adakale ve çevresinin halk ezgilerinin araştırılarak yeniden ortaya çıkarılması suyun altında kalmış kültür değerlerinin Anadolu ve Balkanların ortak belleğine tekrar aktarılmasına katkı sağlayabilecektir.

Adakale'nin saklı türkülerinin makine öğrenmesi yöntemleriyle yeniden yapılandırılmasını amaçlayan çalışmamızda yapılacak analizler için bölgede daha önce yapılmış derleme çalışmalarından yararlanılmıştır. Analizlere konu olan 4 temel derleme külliyesi bulunmaktadır. Ignac Kunos'a ait sözü olup ezgisi bulunmayan derlemeler, Romanya Cluj Üniversitesinden Ioan Nicola ve ekibinin Adakale derlemeleri, Kemal Altinkaya tarafından

1925-1933 yıllarında yapılan çalışmalar ve Eugenia Popescu-Judetz'in Adakale ve çevresinde yaptığı derleme çalışmaları çalışmamızın veri tabanını oluşturmaktadır.

Macar Türkolog Ignac Kunos 1890 yılında Adakale halk kültürü hakkında kapsamlı bir araştırma yapmıştır. Kunos Türk gelenek göreneklere ve etnografyası, ada halkının yaşam alışkanlıkları hakkında çalışmalar yaparak bir dizi folklor materyali toplamıştır. Kunos, Türk mani ve masallarını, Nasreddin Hoca fıkralarını, Karagöz ve Ortaoyunlarını bilimsel olarak inceleyen ilk araştırmacıdır. Ignac Kunos'un Türk dili ve kültürünü araştırmak üzere Osmanlı topraklarına yaptığı seyahatin başlangıcı Adakale olmuştur (Kunos, 1998, s. 11). Kunos'un bu bölgede derlediği halk türkülerinden seksen adedi yayımlanmıştır (Popescu-Judetz, 2006).

Kunos Adakale'de yaptığı alan araştırmasında çok zengin ve değerli bir folklor hazinesi keşfettiğinden söz eder. Adakale sözlü geleneğine ait eserlerin eski zamanlara ait mitlerin kalıntıları olduğunu, türkülerin ise ada halkının anlık hislerini yansıttığını ve toplumsal koşullara göre değiştiğini yazmıştır. Adakale türkülerinin konusunu sevda, vatan sevgisi, kahramanlık ve şehitlerin hatıraları oluşturur. En sık kullanılan mazmunlar bülbül ve güldür. Kunos, aşıkların saz eşliğinde söyledikleri türkülerin Osmanlı topraklarında çalınıp söylenen türkülerden farklı olmadığını da belirtmiştir (Szilagyı, 2007, s. 240-241).

Kunos'un derlediği halk müziği materyallerinin sözleri olup ezgileri bulunmamaktadır. Yalnızca sözü olan seksen derlemesi incelenmiş, edebî ve simgesel analizleri yapılmış, bu da ezgi üretim algoritmaları için kullanılmıştır.

Meylim çoktur yad olmuşum gülümden

Bülbül figan eder ahu zarimden

Ya ben ayrılmışım nazlı yarimden (Popescu-Judetz, 2006, s. 114)

Kunos'un derlediği Adakale türkülerinde 11'li hece vezniyle kurulmuş 3 dizeli eserlerin, a-a-a formunda olduğu görülmektedir (Popescu-Judetz, 2006). Bu eserde görüldüğü gibi Adakale türkülerinde sık kullanılan gül ve bülbül simgesi, bölgenin uzun yıllar Bektaşiliğin etkisi altında olduğunun işareti sayılabilir (Güvener ve Güray, 2021, s. 115).

Türk ve Balkan müziği üzerine çalışmalar yapmış olan Eugenia Popescu-Judetz, Adakale ve yakın çevresinden ezgiler derlemiş, "Adakale" isimli çalışmasında (Popescu-Judetz, 2006) Ignac Kunos'un bölgede yaptığı saha araştırmalarına yer vermiştir. Popescu-Judetz'in notası

ve ezgisi bulunan Tuna ile ilişkili derlemelerinden 12 adedi bu çalışmada kullanılmıştır. *A Balam Karşılama* bunlardan biridir (Görsel 1).

A Balam Karşılama



Görsel 1. A Balam Karşılama eserinin transkripsiyonu (Popescu-Judet, 2007)

1925'te Belgrad'da Türk elçiliğine mütercim olarak tayin olan Kemal Altınkaya 1933 yılına kadar kaldığı süre içinde altı yüzden fazla Serhat, Tuna ve Rumeli türküsü ve oyun havasını derlemiş, bunlardan altmış yedi tanesinin notası günümüze ulaşabilmiştir. Bunlar arasında kendi besteleriyle birlikte ilahi ve tekbirler de bulunmaktadır (Bozkurt, 2016, s. 7). Kendisini musiki ile uğraşan bir yazar (Bozkurt, 2016) olarak tanımlayan Kemal Altınkaya, yörede yaptığı derleme çalışmalarını Serhad ve Tuna türküleri, Tuna Yalısı, ve Rumeli gibi başlıklara ayırarak bölgeler arası üslup farklılıklarını da dikkate almıştır. Yörede sık kullanılan makam yapılarını incelemiş, bölgedeki Türk müziği eserlerinin geniş bir alana yayıldığını, yakın çevre

halklarının müziğiyle de etkileşim içinde olduğunu belirtmiş ve bu eserlerin yok olmaktan kurtulması için kayıt altına alınması gerektiğini (Acehan, 1994, s. 12-13) savunmuştur.

Altinkaya'nın derlemeleri içinde bulunup notası ve sözü olan eserler veri kaynaklarımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada 41 adedi kullanılmıştır.

AÇIL EY ÖMRÜMÜN VARI NOTA: 122
HİCAZ

USÛLÜ: NİM SOFYAN
♩ = 74

A ÇIL EY GÖN LÜ MÜN VA
RI BÂ Dİ SA BA OL MA DAN Gİ RE BİL SEM
YAR KÖY NU NA GÜL CE
MÂ Lİ SOL MA DAN

Görsel 2. Kemal Altinkaya'nın derlediği Açıl Ey Ömrümün Varı eserinin notası (Özalp, 1992).

Adakale, baraj inşası sonucu sular altında kalmadan önce 1964-1969 yılları arasında Romanya Cluj Üniversitesinden müzikolog Ioan R. Nikola ve ekibinin yaptığı araştırma sonuçları 1971'de "Folclorul Turc Din Insula Ada-Kaleh" (Nicola, 1971) ismiyle yayımlanmıştır. Bu makalede yer alan on dokuz adet halk şarkısı veri kaynaklarımızın bir bölümünü oluşturmaktadır.

Dün Gece Yar Hanesinde



Görsel 3. Cluj Üniversitesi'nin derlediği Dün Gece Yar Hanesinde eserinin notası (Nicola,1971).

Bu çalışmada öncelikle veri kaynaklarımızın notası ve ezgisi mevcut olan eserlerinde kullanılan makamsal yapılar tespit edilmiş, eserlerin edebî özellikleri, ezgisel motifleri, ritmik yapıları belirlenmiştir. Bölgeye özgü ezgi üretim alışkanlıkları, usul-edebî yapı ilişkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Sırasıyla en sık görülen Hicaz, Neva ve Segah makamlarına öncelik verilmiştir. Bu makam yapısını kapsayan eserlerde görülen ezgi çekirdekleri veri setine eklenmiştir. Seçilen ezgi çekirdekleri SymbTr veri tabanında (Karaosmanoğlu, 2012) kullanılan “koma” ve “süre değerleri”nin esas alındığı sayısal değerlerle tanımlanabilecekleri bir biçimde yazılmışlardır. Ezgi çekirdeği içinde gösterilen her perde Arel-Ezgi Türk Müziği Ses Sisteminde karşılık geldiği perde frekansını temsil eden “koma değeri” ile aynı perdenin temsil ettiği “süre değeri” ise kesir biçiminde tanımlanmıştır.

2. Markov Zincirleriyle Ezgi Üretimi

Algoritmik kompozisyon çalışmalarında Markov zincirlerinin kullanımı 1950'lere dayanmakta olup, bu yaklaşım literatürde “Olson Yöntemi” olarak da geçmektedir. Belirli bir istatistiksel veriye uygun şekilde gerçekleşen bu stokastik süreç, rastlantısal sayılara dayanarak yeni sayılar üretilmesi prensibine dayanır (Yener, 2004:19). Markov zincirleri, müzik alanındaki pek çok araştırmada kullanılmış olup, 1990'ların sonlarında Türk müziği araştırmalarına da konu olmuştur. Genellikle ikili ve üçlü Markov zincir yapılarını kullanan bu çalışmalar, yeniden besteleme, ezgi üretimi, müzik eğitiminde kullanım olanaklarının araştırılması, ezgilerdeki kalıplaşmış ezgilerin tespit edilmesi gibi amaçlarla gerçekleştirilmiştir (Sağır, 1998; Yükrük, 1998; Yalçınkaya, 2004; Yener, 2004).

Sonraki yıllarda yapay zekâ sistemlerinin de desteğiyle, Markov zincirlerinin yerini daha gelişmiş modellere bıraktığı görülmektedir. Bilgisayar destekli müzik üretimlerinin geliştirilmesi amacıyla, geleneksel yöntemlere alternatif olarak görülebilecek örüntü bazlı Markov modelleri, saklı Markov modeli, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları, derin sinir ağları, çekişmeli üretici ağlar, algoritmik kompozisyon çalışmalarında başvurulan başlıca algoritmalar olmuştur (Siphocly, El-Horbaty ve Salem, 2021).

Bu çalışmadaki ilk yaklaşım kapsamında, Adakale bölgesine ait derlemelerden elde edilen Hicaz, Hicaz bitiş, Neva ve Segah veri setleri kullanılarak ve Markov zincirlerinden faydalanılarak bir ezgi üretimi gerçekleştirilmiştir. Markov zincirleri, hem sade yapısı ve uygulama kolaylığı bakımından, hem de daha karmaşık algoritmalar için veri setinin genişletilmesine ihtiyaç duyulması bakımından ilk tercih edilen yöntem olmuştur. İlk olarak ikili, üçlü ve dördü Markov zincirleri oluşturulmuş, ardından bu zincirler kullanılarak ezgi üretimleri yapılmıştır. Üretilen ezgilerden eser içinde kullanıma daha elverişli olanların seçilebilmesi için “polinom regresyon kontrolü” yöntemi kullanılmıştır. Bu aşamaya kadar gerçekleştirilen tüm çalışmalar Hicaz, Hicaz bitiş, Neva ve Segah veri setlerinin her biri için ayrı ayrı yapılmıştır. Son olarak, filtrelenen ezgi üretimleri, belirlenen kurallar çerçevesinde birbiri ardına eklenerek mevcut bir söz ve ritim üstüne oturtulmuştur (Görsel 4).

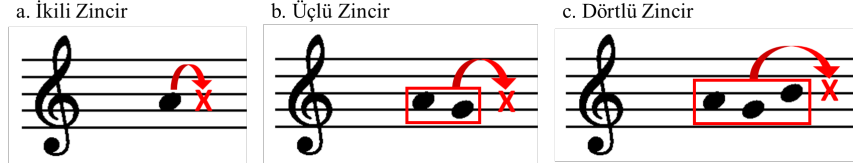


Görsel 4. Markov zincirleriyle ezgi üretiminde takip edilen adımlar⁵

Markov zincirleri, notaların ardışıklık ilişkisini ortaya koyan istatistiksel veriden elde edilir ve olasılık matrisleriyle ifade edilir. Burada bahsedilen ardışıklık ilişkisi iki nota arasında ise ikili zincir, üç nota arasında ise üçlü zincir, dört nota arasında ise dördü zincir olarak adlandırılır (Görsel 5). Örneğin; dördü Markov zincirini ele alırsak, arka arkaya gelen herhangi üç notadan sonra gelecek dördüncü notanın ne olacağı olasılıksal olarak bu zincirde gösterilmektedir. Zincir seviyesi artırılarak daha fazla nota arasındaki ardışıklık ilişkisine bakılması mümkün olmakla birlikte, bu çalışmada en yüksek seviye olarak dördü zincir kullanılmıştır. Zincir

⁵ Markov zincirleriyle ezgi üretimi aşamalarının detaylı anlatımı ve kullanılan algoritmalarının akış diyagramları için bkz. (Güray, Güvener ve Yıldız, 2023).

seviyesinin daha fazla artırılmamasının temel nedeni, seviye arttıkça ilgili nota kalıplarının veri setinde bulunma ihtimalinin düşmesi, bunun da ezgi üretimini olumsuz yönde etkileyecek olmasıdır. Ayrıca, ezgi çekirdeği yaklaşımına göre bir makam karakterini çoğu zaman üç-dört nota ile ortaya koyabilmektedir.



Görsel 5. Farklı derecelere sahip Markov zincirleri

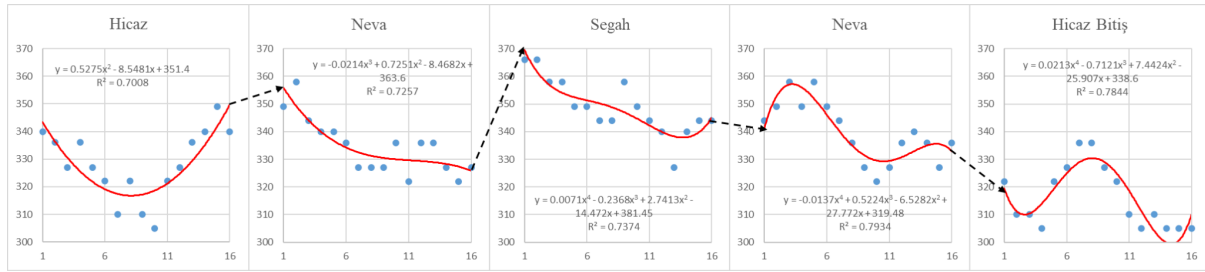
Markov zincirleri kullanılarak ezgi üretimi yapılırken, her bir veri seti için ayrı ayrı oluşturulan ikili, üçlü ve dörtlü zincirler kullanılmıştır. Rastgele seçilen ilk notadan sonra üretilecek ikinci nota için ikili zincir kullanılmış, bunun ardından gelecek üçüncü nota için de üçlü zincir kullanılmıştır. Bundan sonraki tüm üretilen notalar, son üç notayı dikkate almak suretiyle, dörtlü zincir kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Olasılık değerinin yoğunlaştığı ve bu nedenle sürekli kendini tekrar eden notaların üretilmesi durumuna önlem olarak, bu notaların ardarda en fazla üç kez üretilmesine izin verilmiştir. Aynı notanın üç kez üretildikten sonra dördüncü kez tekrar üretilmesi halinde bu üretim iptal edilmiş, farklı nota gelene kadar bu işlem devam ettirilmiştir.

Üretilen ezgilerden bazıları melodik bir hattı takip ederken, bazılarında melodik hat gözlenememiş, bunun yerinde az sayıda perde arasında döngüye giren yapılara rastlanmıştır. Bu durumun matematiksel olarak tespit edilebilmesi amacıyla, melodik bir seyire sahip olan ezgilerin aynı zamanda bir polinom eğrisi ile ifade edilebileceği fikri geliştirilmiştir. Polinom regresyon olarak isimlendirilen bu yöntemle göre, üretilen ezgiler bir polinom tarafından yüksek doğrulukla modellenenbiliyorsa, melodik bir hatta sahip olması, dolayısıyla eser içinde kullanıma daha elverişli olması ihtimalinin daha fazla olduğu söylenebilir. Polinom regresyonun uygulandığı ezgi üretimleri filtrelenerek, eserin oluşturulmasında kullanılacak uygun adaylar belirlenmiştir⁶.

Son olarak, üretilen ve filtrelenen ezgi üretimlerinin birbirine eklenmesi ve mevcut bir söz ve ritim üzerine oturulması çalışması gerçekleştirilmiştir. Bunun için, sırasıyla, Hicaz, Neva, Segah, Neva ve Hicaz bitiş ezgi üretimlerinin her biri için 16'şar nota kullanılmış, toplamda 80

⁶ Polinom regresyon yöntemiyle ilgili daha fazla bilgi için bkz. (Yıldız, 2021).

notalık bir ezgi üretimi yapılmıştır. Rastgele seçilen bir Hicaz üretiminin ardına, Hicaz üretiminin son notasına yakın bir notadan başlayan ve Neva perdesi civarında sonlanan bir Neva üretimi seçilmiştir. Bundan sonra kullanılacak Segah üretimleri için tiz ve pest alanda çok çeşitli ihtimaller mevcuttur. Ancak bu noktada, bölgenin müzik geleneğine hakim uzman görüşleri takip edilerek, “Eviçte Segah” karakterindeki bir üretim seçilerek Neva üretimine eklenmiştir. Ardından, Segah üretiminin son notasına yakın bir notadan başlayan bir Neva üretimi seçilmiştir. Son olarak, Neva üretiminin son notasına yakın bir notadan başlayan ve düğah perdesinde karar eden bir Hicaz bitiş üretimi seçilerek ezgi sonlandırılmıştır. Ekleme sürecinde belirlenen tüm kurallar algoritmaya tanımlanarak, sürecin otomatik şekilde gerçekleşmesi sağlanmış, ancak aynı zamanda tüm üretim süreci uzman görüşleriyle kontrol edilmiştir. Elde edilen ezginin her bir üretim parçasına ait polinom regresyon sonuçları Görsel 6’da gösterilmektedir.



Görsel 6. Polinom regresyonu ile seçilen Hicaz, Neva, Segah ve Hicaz Bitiş ezgilerinin eklemlenmesi

Üretilen ezgi, Ignac Kunos’un Adakale’den derlediği, sözü olup ezgisi bulunmayan eserlerden 11’li hece ölçüsüyle yazılmış “Sakızı Gül Takınırsın Ezelden” isimli eserin sözleri üzerine, bölgede sıklıkla kullanılan bir ritmik kalıp kullanılarak oturtulmuştur. Çalışmanın nihai çıktısı olan esere ait notasyon Görsel 7’de verilmiştir.

Sakızı Gül Takınırısın Ezelden

The image displays a musical score for the song "Sakızı Gül Takınırısın Ezelden". It consists of three lines of music, each with lyrics underneath. The first line starts with a treble clef and a 3/8 time signature. The lyrics are: "Sa kızı gül ta kınır sın e zel den a ma na man ve fa gel mez". Below the lyrics, there are two brackets: "Hicaz üretimi" under "Sa kızı gül ta kınır sın e zel" and "Neva üretimi ->" under "den a ma na man ve fa gel mez". The second line starts with a treble clef and a 3/8 time signature. The lyrics are: "o lur ol maz gü zel den a man Ağ la yu ağ la yu çık tım". Below the lyrics, there are two brackets: "Segah üretimi" under "o lur ol maz gü zel den a man" and "Neva üretimi ->" under "Ağ la yu ağ la yu çık tım". The third line starts with a treble clef and a 3/8 time signature. The lyrics are: "gö zün den a man a man ağ la ya sun çok çe ke sin bir za man". Below the lyrics, there is one bracket: "Hicaz bitiş üretimi" under "gö zün den a man a man ağ la ya sun".

Görsel 7. Üretilen ezginin "Sakızı Gül Takınırısın Ezelden" eserinin sözleri üzerine oturtulması

3. Ezgisel Motif Tabanlı Ezgi Üretimi

Markov zincirleriyle ezgi üretimi, notaların ardışıklık ilişkisini temel alır ve sıradaki notanın belli bir olasılık dahilinde üretilmesini sağlar. Burada kullanılan zincirin seviyesine bağlı olarak, sadece nota çiftlerinin ilişkisi temel alınabileceği gibi, daha çok sayıda nota içeren yapılar da kullanılabilir. Zincir seviyesi arttıkça daha fazla notanın ardışıklık ilişkisi dikkate alınır, dolayısıyla bu yöntemle eser içinde sıklıkla kullanılan ezgi kalıplarına dair bir çıkarım yapmak da mümkün olabilir. Nitekim Markov zincirleri ile eserlerdeki kalıplaşmış ezgi yapılarının tespitini amaçlayan çalışmalar mevcuttur (Yener, 2004). Signell (1986), bu ezgi kalıplarının çok kısa formlarının bile makamın özünü verdiğini söyler ve bu yapıları "kalıplaşmış motifler" (stereo-typed motives) olarak adlandırır. Necdet Yaşar ise ezgisel motiflerini, bu yapıların makamın özünün bildirilmesindeki güçlü yeteneklerine vurgu yaparak "minyatür besteler" olarak ifade eder (Bayraktarkatal ve Güray, 2023). Bir müzik eserindeki tekrarlı örüntü yapılarını bulma konusunda önemli çalışmalar yapan Meredith (2015), COSIATEC, SIATECCompress ve Forth algoritmaları ile tema ve motif gibi tekrarlı yapıları ve bu yapıların eser içindeki konumlarını ortaya koymuştur.

Markov zincirleri, eserlerde sıklıkla kullanılan ezgi kalıplarının -sıralı sesler ölçeğinde- belirlenmesinde kullanılabilir. Bu yüzden, yöntemin ezgi üretimi için kullanımında, bir

nota grubundan sonra gelecek nota olasılıklar dahilinde değerlendirilerek üretildiği için, bu metot kapsamında eserin geneline -sadece ardışık seslerin ilişkisine bağlı olarak ortaya çıkmayabilecek- motifik özellikler açısından bakılması ve ezgisel motiflerin eser içinde çeşitlenerek kullanılması gibi bir yaklaşım söz konusu değildir. Bu durum, ezgi üretiminde motif tabanlı alternatif bir yöntemin kullanılma ihtimalini gündeme getirir.

Çalışılan bölgeye ait eserlerde sıklıkla kullanıldığı tespit edilen ezgisel motif yapıları, aynı zamanda bu bölgenin müzikal karakteristiğine dair önemli bazı unsurları da içinde barındırır. İran coğrafyası ile Trabzon ve çevresi ortak halklarının müzik gelenekleri arasındaki ortaklıkları inceleyen bir çalışmada, makam ve usul yapılarındaki benzerliklere ek olarak, kullanılan ezgisel motiflerdeki benzerlikler temelinde bir analiz yapılmıştır (Çelik, 2016). Türk Halk Müziği ezgilerindeki motiflere odaklanan bir diğer çalışmada ise, bu motifik yapıların, türkülerin ait olduğu yöreyi çağrıştırdığı vurgulanır. Eke'ye göre, türkülerdeki ezgisel motifler, ezginin yakılışına sebep olan olayı ve yörenin tavrını da aktarma gücüne sahiptir (Eke, 2016).

Neşet Ertaş'a ait türkülerin analiz edildiği bir çalışmada, ses alanı, makamsal yapı, ses sistemi, ezgisel aralıklar ve geçki ile birlikte kalıplaşmış ezgiler (motifler) de analize tabi tutulmuştur. Motiflerin, tür, kişi ve kültürlere dair ayırt edici müzikal ifadelerin belirlenmesindeki öneminden hareketle, Markov zincirleri yardımıyla farklı uzunluktaki nota dizilimleri sayılarak sık kullanılan motif kalıpları elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların, bireylere özgü icra üslupları, bölgesel ve kültürel anlamda müzik dokuları, farklı kültür, ülke ve müzik türleri arasındaki benzerlik ve farklılıklara dair yorumların yapılmasında kullanılabileceği değerlendirilmiştir (Börekçi ve Erdal, 2019). Avşar Bozlağının dört farklı açış icrası üstünde motif tabanlı analizler yapan bir diğer çalışmada, aynı esere ait olmasına rağmen her bir açışta benzer motiflerin az sayıda kullanıldığı görülmüş, yöre müziğine ait kültürel kodların ve kişisel tavır özelliklerinin ezgisel motifler üzerinden anlaşılma imkanları ortaya konmuştur (Kaçar ve Aydın, 2020). Açış kavramına daha detaylı şekilde yaklaşan Özdemir (2022), Türk Halk Müziği türlerinin⁷ doğaçlama bir icra biçimi olarak açış bölümlerini ele almıştır. Farklı türlerin açış bölümlerine uygulanan analizler neticesinde, doğaçlama bölümlerinin “sınırsız bir özgürlük” alanı olmadığı, geleneğin belirlediği çerçevelerle sınırlandırıldığı, geleneğin karakterini yansıtan ezgisel kalıplardan bağımsız bir yapının bulunmadığı sonuçlarına varılmıştır. Başka bir deyişle, açışlarda yer alan karakteristik kalıp ezgiler olduğu gibi, her

⁷ Çalışmada incelenen türler Bozlak, Teke yöresi uzun havaları, Maya, Hoyrat, Barak havaları, Arguvan havaları ve Çamşılı havasıdır.

türün belirleyici ezgisel motifleri bulunmaktadır. Ezgisel motif temelli çalışmaların da işaret ettiği gibi, bir yörenin müzikal karakterini yansıtmayı hedefleyen bir ezgi üretimi için, ilgili yörenin karakteristik ezgisel motiflerinin ve kalıplaşmış ezgilerinin kullanılması, tarafımızca son derece makul bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Makamsal ezgi çekirdeği ile ezgisel motif arasında bağlantı kuran çalışmalar ise, ezgisel motifin ezgi üretiminde kullanılma potansiyeline dikkat çekmektedir:

“Motif kendisinden başka bir gruba benzemeyen ve “anamlı ezgiler” üretebilecek daha küçük gruplara bölünemeyen ezgi üretici bir ses kümesidir.” (Bayraktarkatal ve Güray, 2023).

O halde, bu ezgi üretici ses kümesinin, Markov zincirlerine alternatif bir yöntem olarak kullanılması mümkündür. Çalışmanın ikinci ezgi üretimi yaklaşımı kapsamında, bu motivasyon ile gerçekleştirilen ezgisel motif tabanlı ezgi üretim çalışmasında, Adakale bölgesine ait Hicaz eserler kullanılmıştır. Öncelikle, eserlerde “temel fikir” olarak alınan ve eserin genelinde aynı şekilde ya da çeşitlenerek kullanılan ezgisel motifler belirlenmiştir. Böylece, hem eserlerde temel fikri oluşturan motif yapıları tespit edilmiş, hem de kullanılan çeşitleme yöntemleri ortaya konmuştur.

İncelenen eserlerde ezgisel motifler çeşitlenirken aşağıdaki yöntemlere başvurulduğu görülmüştür⁸:

- Transpozisyon veya sekvens uygulanarak ses alanını değiştirme,
- Motiflerdeki bazı notaların veya tüm notaların nota değerlerinde değişim yoluyla ritmik çeşitleme,
- Yatay veya dikey ekseninde motifin simetrisini alma (aynalama),
- Ses tekrarı, ses ekleme, çarpma ses ekleme gibi uygulamalarla süsleme yapma,
- Motiflerdeki bir veya birkaç sesi değiştirme, ses değişiminde 2’li aralık, 3’lü aralık, tam 4’lü, tam 5’li ve tam 8’li aralıkları kullanma.

İncelenen eserlerin birçoğunda sıklıkla kullanılan ezgisel motif yapılarından bazıları seçilerek, motif çeşitleme yöntemleri bu motiflere uygulanmış ve elde edilen yeni motif yapıları eklenerek iki adet yeni ezgi üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ezgiler Görsel 8 ve Görsel 9’da verilmiş olup, temel fikir olarak alınan ve çeşitleme çalışmasında kullanılan ezgisel motif

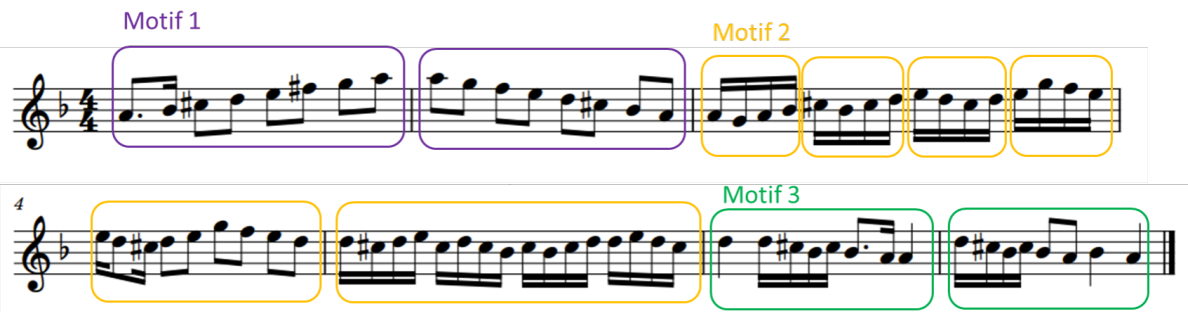
⁸ Ezgisel motifleri çeşitleme yöntemleri burada verilenlerle kısıtlı olmayıp, bu listenin genişletilebileceği unutulmamalıdır.

yapıları “Motif 1”, “Motif 2” ve “Motif 3” olarak adlandırılmıştır. Tüm motiflere ait çeşitlendirmeler incelendiğinde, yukarıda verilen çeşitleme yöntemlerinin hemen hepsine başvurulduğu görülebilmektedir. Bu yeni üretilen ezgide, Markov zinciri ile yapılan üretimden farklı olarak, notaların ardışıklık ilişkisi ve olasılıksal yaklaşım kullanılmamış olup, ezginin tamamı temel motif yapılarının çeşitlenmesi yoluyla oluşturulmuştur.

Motif tabanlı ezgi üretim çalışması kapsamında herhangi bir algoritmik kompozisyon süreci işletilmemiş, tüm aşamalar manuel olarak uygulanmıştır. Ancak bu çalışmada edinilen tecrübeler doğrultusunda, gelecek çalışmalarda, sık kullanılan ezgisel motiflerin belirlenmesinde Markov zincirlerinden de faydalanılması, ezgisel motif çeşitleme ve bu çeşitlendirmeleri birbirine ekleme işlemlerinin bir algoritma tarafından gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.



Görsel 8. Ezgisel motif tabanlı ezgi üretim örneği-1



Görsel 9. Ezgisel motif tabanlı ezgi üretim örneği-2

4. Ezgi Üretiminde Entropi

Termodinamiğin 2. yasası entropi denilen yeni bir özelliğin tanımlanmasını gerektirmiştir. Entropi Clausius çalışmaları sonucunda 1865'te yeni bir termodinamik özellik bulmuş ve bu özelliğe “entropi” adını vermiştir. Bu yasaya göre, evrendeki düzensizlik sürekli artmaktadır. Entropi, moleküler düzensizlik ve moleküler rastgelelik olarak tanımlanabilir. Bir sistem daha düzensiz bir hal aldıkça moleküllerin konumları belirsizleşecek ve entropi artacaktır (Çengel ve Boles, 2013: 267). Clausius'a göre evrenin toplam entropisindeki net değişiklik, her zaman

sıfırdan büyüktür. Evrenin entropisi herhangi bir anda bir önceki ana göre daha fazladır. Çünkü, genel entropi artışı, azalmasından yüksektir. Clausius bu artışı pozitif entropi değişikliği olarak adlandırmıştır (Guillen, 2013, s. 214).

Entropi kavramı, termodinamik alanda ortaya çıkmış olsa da farklı alanlarda da yaygınlaşmaya başlamış, farklı disiplinler tarafından ele alınıp değerlendirilmiştir.

Claude Shannon 1948’de yayımlanan “A Mathematical Theory of Communication” (İletişimin Matematiksel Bir Kuramı) başlıklı makalesiyle, Bilgi Kuramının temelini atmış, iletişime yaklaşımda Markov modellerinin öneminden söz etmiştir. Shannon, entropiyi bir mesajdaki bilgi miktarının ölçüsü olarak tanımlamıştır (Shannon, 1948).

Ezgiler, doğasında bulunan düzen ve düzensizlik örüntüleri gereği, entropi kavramı içinde ele alınmaya elverişlidir. Entropi kavramının müzik çalışmalarında kullanımı 1950’lere dayanmakta olup, müzikal tarzın ölçümü, ezgideki beklenti, psikoestetik, müzik türlerinin sınıflandırılması, karmaşıklık, doğaçlama, algı gibi birçok çalışma konusu içinde kendisine yer bulmuştur. Bestecilerin ezgilerindeki entropileri kıyaslayan çalışmalar, entropi ve bestecilik konularını irtibatlandırmıştır. Pinkerton’un şu sözleri, müzik üretimi ve entropi arasındaki ilişkiye dair önemli ipuçları vermektedir (Gündüz, 2023):

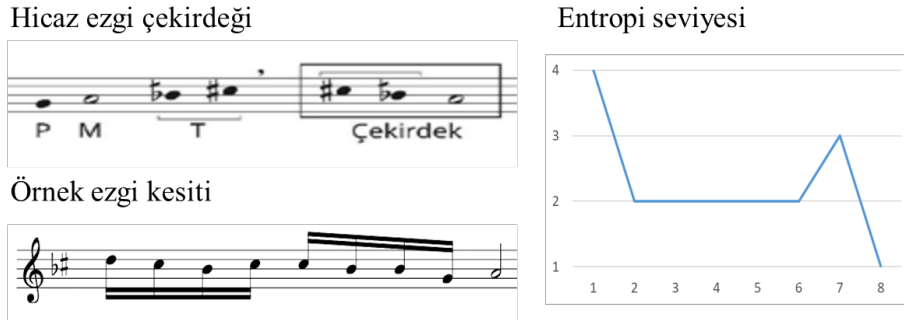
"Bir melodinin bestecisi, müziğinin entropisini görünür bir örüntü kazanacak kadar düşük ve aynı zamanda yeterli karmaşıklık ve dolayısıyla ilginçliğe sahip olacak şekilde yüksek tutmalıdır."

Bu çalışmada yapılan analizlerde “makamsal ezgi çekirdeği” yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre ezgi çekirdeklerini oluşturan perdeler bir hiyerarşi içindedir. Bu perdeler, işlevlerine göre merkez tanımlayıcı (M), ortak tanımlayıcı (T), süsleyici (S) ve pekiştirici (P) olmak üzere 4 bileşenle açıklanmaktadır. Merkez tanımlayıcı perde ezgi çekirdeğinin ana ekseninde yer alır ve çevresindeki 3 veya 4 perde bu perdeyi merkez alacak şekilde hareket eder. Ortak tanımlayıcı perde merkez tanımlayıcı perde ile bir gerilim-çözülüm ilişkisi kurar ve bu ikisi birbirini bütünleyen bir ilişki sergiler. Pekiştirici perde, merkez tanımlayıcı perde üzerinde oluşan kararlı dengeyi destekleyen, süsleyici perde ise diğer perdeler arasındaki ezgisel geçiş ve hareketi sağlayan bir işlevi yerine getirir (Bayraktarkatal ve Güray, 2021).

Ezgi çekirdeği yaklaşımında belirtilen işlevlere sahip perdeler arası iletişim, gerilim-çözülüm ilişkisi, denge ve dengesizlik halleri, bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizliği tanımlayan

entropi kavramı ile ilişkilendirilebilir. Merkez sestem uzaklaşma tansiyonu yükseltmekte ve merkez tanımlayıcı sese gitme isteğini arttırmaktadır. Her ezgi çekirdeğinde yeni bir merkez sese veya entropi miktarını değiştirecek (azaltacak ya da çoğaltacak) alternatif bir sese gitme eğilimi oluşmakta, gidilen sese göre ortaya çıkan yeni entropi düzeyi bu düzeyi değiştirecek başka bir ses alternatifini ortaya çıkarmaktadır. Entropi seviyeleri arasındaki bu artma ve azalma ilişkisi artan veya azalan yönün tersindeki entropi seviyelerini gündeme getirecek ezgisel seçenekleri var eder. Ezgi, merkez sese ve en düşük entropi seviyesine ulaşarak sonuçlanır. En düşük entropi kararlılığın ve dengenin sağlandığı merkez perdesi etrafında gerçekleşmektedir. Ezgi çekirdeklerinin birbirine eklenerek oluşturduğu ezgi hareketi, entropi bağlamında analiz edilerek eserlerdeki entropi davranışlarının ortaya konması mümkündür.

Entropi yaklaşımının örnek bir uygulaması Görsel 10'da verilmiştir. Öncelikle Hicaz ezgi çekirdeğindeki perde fonksiyonlarına bir Entropi seviyesi atanmıştır (M=1, T=2, P=3, S=4). Ardından örnek bir Hicaz ezgi kesitindeki notaların entropi seviyeleri çıkarılarak grafik üzerinde gösterilmiştir. Bu grafiğe göre ezginin yüksek bir entropi değerinde başlayıp giderek azaldığı, merkez tanımlayıcı perdede en aza indiği görülmektedir.



Görsel 10. Hicaz makamına ait bir ezgi kesiti için entropi grafiği

Projenin bir sonraki aşamasında, entropiye dair bulguların ezgi üretimlerinde devreye sokularak, bu çalışmada ortaya konan ezgi üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ve yeni yaklaşımların ortaya konması mümkün olabilecektir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, analiz için seçilen eserler, Adakale ve çevresinden derlenmiş eserlerden oluşmaktadır. Notası ve/veya ezgisi mevcut eserlerden birtakım veri setleri oluşturulmuştur. Her veri seti için ikili, üçlü ve dördü Markov zinciri kullanılarak ezgi üretimi yapılmıştır. Üretilen ezgilerden eser içinde kullanıma uygun olanların seçilebilmesi için polinom regresyon

filtreleme yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada üretilen eserde Hicaz, Neva, Segah, Neva, Hicaz üretimleri birbiri ardınca kullanılarak sözü olup notası olmayan bir eserin sözleri bölgede sık kullanılan bir ritmik organizasyon üzerine oturtulmuştur.

Algoritmik kompozisyon, eski yıllardan beri müzik ve bilişim başta olmak üzere farklı disiplinlerden araştırmacıların odaklandığı bir çalışma alanı olmuş, son yıllardaki teknolojik gelişmelerin de katkısıyla kendisine devamlı bir gelişme alanı bulabilmiştir. Bir bestecinin zihninden geçenleri, sesler arasında kurduğu iletişimi ve kural yapılarını anlamaya yönelik bu alan, doğası gereği yapay zekâ alanının da ilgi konusu haline gelmiştir. Stokastik, derin öğrenme gibi pek çok farklı yaklaşımla gerçekleştirilen algoritmik kompozisyon çalışmaları, hem özgün ve yaratıcı ezgiler üretebilmeyi, hem de geleneksel müzik alanında, çalışılan bölgenin geleneklerine ve müzikal karakterine uygun üretimler yapabilmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmada başvuru Markov zinciri tabanlı ve motif temelli yöntemlerle üretilen ezgileri geliştirebilmek ve özgün ezgiler ortaya koyabilmek için, gelecek çalışmalarda yapay zeka tabanlı, daha farklı özelliklere sahip yöntemlere odaklanılması planlanmaktadır. Literatürde yapay zeka alanında sıkça karşılaşılan LSTM (Long-short term memory), GAN (Generative Adversarial Networks) gibi algoritmalar bu kapsamda ele alınacak, bu yöntemlerin halihazırda kullanılan yöntemlere göre avantaj ve dezavantajları incelenecek, şu andaki sistemin böylesi algoritmaların da katkısıyla genişletilip, geliştirilmesinin yolları araştırılacaktır.

Teşekkür

Bu proje için bizimle Eugenia Popescu Judetz arşivini paylaşan Pan Yayıncılık yetkilileri Işık Tabar Gençer ve Ferruh Gençer'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

Acehan, A. (1994). *Kemal Mehmet Altinkaya, Hayatı, Eserleri, Sanatı*. [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.

Ağanoğlu, Y. (2015). *Tuna Nehrinde Bir Yitik Vatan Adakale*. İstanbul: İz Yayıncılık.

Bayraktarkatal, M.E., Güray, C. 2021. “*Makamın Yapıtışı*”. *Anadolu ve Komşu Coğrafyalarda Makam Müziği Atlası*. Editörler: Tokaç, M.S, Güray, C. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayınları.

Bayraktarkatal, M. E. ve Güray, C. (2023). *Proposing a Makâm Model Based on Melodic Nuclei*. *Analytical Approaches to World Music*, 11(1).

Bayraktarkatal, M. E. ve Güray, C. (2023). *Ezgi Çekirdeklerine Dayalı Bir Makam Modeli Önerisi*. C. Güray, O. Levendoğlu, M. Gönül, F. Çaylı, İ. Karadeniz, N. Şahin (Ed.). *Türk Müziği* (s. 9-22). Ankara: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayımlar Genel Müdürlüğü Yayınları.

Bozkurt, O. (2016). *Rumeli'nin Kayıp Türküleri- M. Kemal Altunkaya'nın Hayatı ve Misyonu*. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Börekçi, A. ve Erdal, K. Y. (2019). *TRT Türk Halk Müziği Repertuvarında Yer Alan Neşet Ertuş'a Ait Türkülerdeki Müzik Dokusunun Bilgisayar Destekli Analizi*. *Uluslararası Sanad Kongresi*, 401-420.

Çelik, A. (2016). *İran-Türk Müsîkîsi'ne Etnomüzikolojik Yaklaşım. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(8), 2987-2994.

Çengel, Y.A. ve Boles, M.A. (2013). *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik*. Ankara: Palme Yayıncılık.

Eke, M. (2016). *Türk Halk Müziği Ezgilerindeki Motifler ve İşlevleri*. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 32(32), 37-47.

Guillen, M. (2013). *Dünyayı Değiştiren Beş Denklem*. (Çev. G. Tanrıöver). Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları

Gündüz, G. (2023). *Entropy, Energy and Instability in Music, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 609.

Güray, C., Güvener, D., Yıldız, Ş. (2023). *Adakale'nin Saklı Türkülerinin Markov Zinciri Tabanlı Stokastik Yöntem ile Yeniden Yapılandırılması*. *Etnomüzikoloji Dergisi*. Makale yayımlanmak üzere sunulmuştur.

Güvener, D., Güray, C. (2021). *Kayıp Toprakların Ezgileri: "Adakale Türküleri"*. Varlı Doğuş, Ö. (Der.), *Müziğin Kimlikli Halleri: İdeoloji, Etnografi, Popüler Kültür* (s.107-121). İstanbul: Doğu Yayınevi.

- İnciciyan, P. L. ve Andreasyan, H.D. (2012). *Osmanlı Rumelisi Tarih ve Coğrafyası. Güneydoğu Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 2-3.
- Kaçar, G , Aydın, A . (2020). *Avşar Bozlağı'na Yapılan Dört Farklı "Açış" İcrâ Örneğinin Motif Tabanlı Biçim Tahlili. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9 (2), 1772-1803.
- Karaosmanoğlu, M. K. (2012). *A Turkish Makam Music Symbolic Database for Music Information Retrieval: SymbTr. Proceedings of the 13th ISMIR Conference*, Porto, Portugal, 1(13), 223–228.
- Kunos, I. (1998). *Türk Halk Türküleri*. Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Meredith, D. (2015). *Music Analysis and Point-Set Compression. Journal of New Music Research*, 44(3), 245–270.
- Nicola, I. R. (1971). *Folclorul Turc Din Insula Ada-Kaleh*. Lucrari de Musicologie. Cluj: Conservatorul de muzica.
- Özalp, N. (1992). *Türk Musikisi Beste Formları*. Ankara: TRT Basım Yayın Genel Müdürlüğü Yayınları
- Özel, S. (2002). *Tuna'da Bir Türk Adası Adakale*. Yakın Dönem Türkiye Araştırmaları, *İstanbul Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Enstitüsü Dergisi*, 1, 227-250.
- Özdemir, E. (2022). *Türk Halk Müziğinde Doğaçlama Bir İcra Göstergesi Olarak "Açış". Etnomüzikoloji Dergisi*, 5(2), 225-243.
- Popescu-Judetz, E. (2006). *Adakale*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Sağır, T. (1998). *Okul Müziği Çerçevesinde Geleneksel Türk Sanat Müziği Makam Sistemi Üzerine Bir İnceleme*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Shannon, C. E. (1948). *A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Signell, K. L. 1986. *Makâm-Modal Practice in Turkish Art Music*. New York: De Capo Press.

Siphocly, N.N.J., El-Horbaty, E.-S.M., Salem, A.-B.M. (2021). *Top 10 Artificial Intelligence Algorithms in Computer Music Composition, International Journal of Computing and Digital Systems*, 10(1), 373-394.

Szilagyi, S. (2007). *Ignac Kunos- Türk Folklor Araştırmalarında Bir Öncü*. [Doktora Tezi], Ankara Üniversitesi.

Yalçınkaya, B. (2004). *Geleneksel Türk Sanat Müziği Eserlerinin Bilgisayar Destekli İstatistiksel Analizi ve Bir Algoritmik Kompozisyon Örneği*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Yener, S. (2004). *Bilgisayar Destekli Analiz Yoluyla Geleneksel Türk Sanat Müziği Hicaz Taksimlerinde Kalıplaşmış Ezgilerin Araştırılması*. [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Yıldız, Ş. (2021). *Makamsal Ezgi Çekirdeği Tabanlı Bilişim Uygulamaları İçin Analitik Bir Yöntem Önerisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Yükrük, H. (1998). *Türk Halk Müziği Ezgilerinin Analizinde H. F. Olson Yöntemi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.