

# KORAL: Türk Müziği için Makam Tabanlı Öneri Motoru Tasarımı

Övünç Öztürk, Tuğba Özacar, Didem Abidin

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Manisa, Türkiye

ovunc.ozturk@cbu.edu.tr, tugba.ozacar@cbu.edu.tr, didem.abidin@cbu.edu.tr

**Özetçe** —Bu çalışmada, tek bir Türk Sanat Müziği eserinden yola çıkarak makam ve usul yönünden benzer eserleri bulan ve fasıl niteliğinde bir çalma listesi oluşturabilen bir uygulama tasarımı anlatılmaktadır. Çalışmada kullanılan eserler bir çizgede tutulacak ve bu çizge bağlı veri olarak yayınlanacaktır. Bu bağlamda ilk defa Türk Sanat Müziği eserlerine yönelik bağlı veri standartlarında bir bilgi tabanı oluşturulmuş olacaktır.

**Anahtar Kelimeler**—*ontoloji, bağlı veri, Türk Sanat Müziği*

**Abstract**—This work describes the design of an application that can create a playlist having “fasıl” characteristic by finding similar pieces with a given Turkish Art Music piece in terms of “makam” and “usul”. The pieces used in this work will be stored in a graph database and this graph will be published as linked data. In this context, for the first time, a knowledge base about Turkish Music pieces will be published as Linked Data.

**Keywords**—*ontology, linked data, Turkish Art Music*

## I. GİRİŞ

Günümüzde mobil uygulamalar eğitimden sağlığa kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Mobil cihazlara, eğlence ve hobi amaçlı uygulamalar da yüklenmektedir ve bu hobilerin başında müzik gelmektedir. Müzik akışı (Music streaming) uygulamaları kullanıcıların İnternet üzerinden her türden müziğe erişmelerini ve şarkı listeleri oluşturmalarını sağlamaktadır. Spotify [1] ve Pandora [2] gibi uygulamalar en popüler müzik dinleme uygulamalarının arasındadır. 2012 yılında Purdue Üniversitesinde 1566 öğrenci ile yapılan anket çalışması sonucu öğrencilerin %83 oranında akıllı telefon kullandığı ve bu öğrencilerin de %81 oranında müzik uygulamalarını yükleyip kullandığı tespit edilmiştir [3]. Aynı şekilde ülkemizde de 2015 yılı rakamlarına göre 76,7 milyon bireyden 37,7 milyonu İnternet kullanıcıdır ve 69,6 milyon aktif mobil kullanıcı aboneliği bulunmaktadır [4]. TÜİK tarafından 2016 yılında açıklanan Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması'na göre bireylerin %63,7'si İnternet üzerinden müzik dinlemektedir [5]. Müzik uygulamalarının bu kadar çok kullanılması, bu uygulamaların zaman içinde bir gelişim göstermesine, kişiye özel çalma listeleri oluşturacak şekilde evrilmelerine yol açmıştır.

Bu çalışmanın amacı, özellikle Türk Sanat Müziği türünde şarkılar dinlemek ve bunun için web veya mobil teknolojileri kullanmak isteyen kişiler için Türk Sanat Müziği çalma listeleri oluşturacak bir uygulama geliştirmektir. Bu çalma listeleri makam ve usul yönünden birbiri ile uyumlu eserlerden oluşacağı için “fasıl” niteliği taşıyacaktır. Kullanıcıların seçecekleri tek bir şarkıdan yola çıkarak benzer (aynı veya

yakın makam ve usulden) eserler otomatik olarak İnternetten yüklenip çalma listesine alınacak ve çalınacaktır.

Geliştirilecek uygulama hem web üzerinden hem de mobil telefonlardan erişilebilir olacaktır. Kullanıcı istediği ortamdan şarkı araması yapacak, aradığı Türk Sanat Müziği eserine uygun başka eserlere erişmek için başka bir işlem yapmasına gerek kalmayacaktır.

Çalışmada kullanılan eserler bir çizgede tutulacak ve bu çizge bağlı veri olarak yayınlanacaktır. Bu bağlamda ilk defa Türk Sanat Müziği eserlerine yönelik bağlı veri standartlarında bir bilgi tabanı oluşturulmuş olacaktır. Böylelikle Türk Sanat Müziği alanındaki heterojen veri kaynaklarındaki bilgiden dağıtık ve birlikte çalışabilir bir bilgi tabanı oluşturmaya yönelik bir temel atılacaktır.

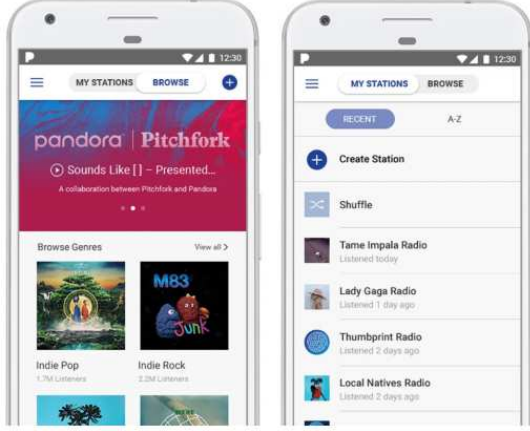
İkinci bölümde tasarlanan uygulamaya benzer çalışmalar özetlenmektedir. Üçüncü kısımda uygulamanın çalışma prensipleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölüm ise sonuçlar ve ileriye dönük çalışmaları özetlemektedir.

## II. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Mobil cihazlar ile sunulan mobil uygulamalar, her zaman ve her yerden ulaşılabilir olmaları bakımından kullanıcılarına büyük kolaylıklar sağlamaktadırlar. Bireylerin günlük hayatlarında bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanma isteğinin artması mobil cihaz sahipliğinin yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Mobil cihazlar üzerinden kullanılan uygulamalar bankacılık işlemlerinden eğitime ve sağlığa kadar pek çok farklı alanda hizmet vermektedir. Aynı şekilde teknolojinin eğlence ve hobi amaçlı kullanımı da mobil uygulamalar ile mümkün olmaktadır. Spotify, Pandora, Deezer [6], Google Play Music [7], Sound Cloud [8] ve benzeri uygulamalar kullanıcıların İnternet üzerinden büyük bir müzik koleksiyonuna erişmesini sağlayan uygulamalardan bazılarıdır. Hatta 2008 yılında tanıtılan Spotify uygulaması, üye olduğu zaman çevrim dışı olarak bile çalışabilmektedir. Ayrıca kullanıcıların sanatçı, albüm, müzik türü gibi pek çok farklı kritere göre arama yapmasına imkân sağlayan bir uygulamadır [9] [10]. Ülkemizde 2013 yılından itibaren kullanılmaya başlamıştır [11].

Bu çalışma ile en benzer çalışma Pandora uygulamasıdır (Şekil 1). Pandora, kullanıcının seçtiği bir şarkının benzerlerini öneren bir müzik uygulamasıdır. Bu şekilde kullanıcı daima hoşuna gidecek ve dinlemek isteyebileceği şarkılar ile müzik dinlemeye devam edebilir. Kullanıcıya şarkı önerisi yapılırken Pandora'nın veri tabanında kategorilere ayrılmış şarkılar kısa

bir süre içerisinde gözden geçirilir. 450 farklı özellik göz önüne alınarak yapılmış bu sınıflandırmada amaç, seçilen bir şarkıya en yakın şarkıları tespit etmek ve bunu kullanıcıya anlık olarak iletebilmektir [12]. Pandora bunun için parça tabanlı işbirlikçi filtreleme (item based collaborative filtering) adı verilen bir filtreleme sistemini kullanır [13]. Bu sistem, söz konusu parçalar hakkında çok fazla sayıda veriyi işler ve parçaların birbirine yakınlığını belirten sayısal bir değer elde eder [14]. Pandora gibi uygulamalarda, bir sonraki şarkının seçimi kullanıcının yaptığı ilk şarkı seçimi ile tetiklenir [15]. Bu da büyük miktarda şarkının her seferinde her kullanıcı seçimi için baştan taranması anlamına gelir [16] [17].



Şekil 1: Pandora uygulama arayüzü.

Klasik işbirlikçi filtreleme algoritmalarında en büyük kısıtlayıcı etken, büyük bir kullanıcı kitlesinin içinden olası en yakın komşunun aranması işlemidir [18]. Oysaki parça tabanlı işbirlikçi filtreleme, kullanıcılar arasındaki komşuluk ilişkisini kullanarak değil parçalar arasındaki ilişkiler üzerinden en yakın olanı bulmaya çalışır. Bu algoritmalar müzik önerisi yapacak bir sistemde kullanıldığında temel amaç kullanıcının sistemden isteyebileceğine en yakın şarkının bulunup getirilmesidir. Şarkı önerisi yaparken Pandora'nın kullandığı sistem adil davranır; bir şarkıyı yalnızca daha fazla dinleyiciye ulaşsın diye önermez [19]. Pandora'nın yaptığı öneriler genellikle kullanıcının aşına olduğu bir müzik türü içerisinden yapılır. Kullanıcı bu öneriyi beğendiği zaman öneri sistemi otomatik olarak kullanıcıya aynı türe ait şarkılar önermeye başlar. Böylece kullanıcı ve önerme mekanizması arasında döngüsel bir ilişki ve onun sonucunda da müzikal bir filtre balonu oluşur [20]. Pandora'nın zayıf yönü olarak belirtilebilecek bu durum sonucunda kullanıcının bu döngüsel ilişkiyi kırabilmesi için farklı bir türe yönelik aramalar yapması gerekebilir.

Bu bildiriye, sadece Türk Sanat Müziği eserleri için önerilerde bulunup çalma listeleri oluşturacak bir uygulama sunulmaktadır. Bu sebeple de Türk Sanat Müziği nazariyat kurallarına uygun olarak eser seçimleri gerçekleştirilecektir. Yani benzerlik aranırken kullanılacak kriterler arasında makam ve usul gibi parametreler yer alacaktır.

### III. KORAL- MAKAM TABANLI ÖNERİ MOTORU TASARIMI

Türk Sanat Müziği çok geniş bir eser koleksiyonuna sahip bir müzik türüdür. Sanat müziği eserlerinden bir fasıl oluştu-

rulurken, fasılda yer alacak eserlerin makam ve usul yönünden birbirine benzer olmasına dikkat edilir. Örneğin Nihavent faslı oluşturulacaksa, fasıl Nihavent faslı Peşrev ile başlar, Nihavent eserler ile devam eder ve Nihavent Saz Semaisi ile biter. Peşrev ile başlayıp saz semaisi ile biten bu eser grubuna "takım" adı verilir.

KORAL, Türk Müziği eserleri için makam ve usul yönünden birbirleriyle uyumlu parçalar içeren bir çalma listesini otomatik olarak oluşturmaya yönelik bir müzik uygulamasıdır. Uygulamada ilk adım olarak kullanıcıdan bilgi tabanından bir eser seçmesi istenir. Bilgi tabanında eserin adı, notaların sembolik gösterimleri ve makamları kayıtlıdır. Makamlar, yazarların önceki çalışmasında [21] önerdiği üzere makine öğrenmesi teknikleri ile tahminlenmiş ve bilgi tabanına kaydedilmiştir. Bu yöntemle eserlerin makamları %90 oranında doğru olarak tahminlenebilmektedir. Ayrıca bu çalışma kapsamında eserlerin usullerini tahminleyen bir algoritma daha geliştirilecektir. KORAL için iş akışı şeması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: KORAL için iş akışı.

Makam tabanlı öneri motoru geliştirebilmek için, karar ağacı öğrenme algoritmalarından biri seçilecektir. Öğrenme kümesi olarak daha önce hazırlanmış fasıl örnekleri temin edilmiştir. Bu örnekler TRT İzmir Radyosu'ndan alınmış olup 1994-2018 yılları arasında radyoda icra edilmiş fasıl programlarını kapsamaktadır.

Bilgi tabanındaki eserlerin bir çizgede tutulması planlanmaktadır. Bu çizge, eserler arası benzerlik oranını da saklamaktadır. İki eser arasındaki benzerlik oranı hesaplanırken eserlerin karar ağacı öğrenme algoritması tarafından hesaplanan benzerlik puanı ile kullanıcıların iki eser arasındaki uyumluluğa verdikleri puan etkili olacaktır. Kullanıcıların iki eser arasındaki uyumluluğa verdikleri puan sistem kullanıldıkça etkisini göstermeye başlayacaktır. Bu değer iki eser aynı listede sunulduğunda kullanıcıların iki eserin uyumuna verdiği puanla belirlenecektir. Algoritmanın verdiği puanın ve kullanıcıların verdiği puanın ağırlıkları kullanıcı tarafından belirlenebilecektir. Kullanıcı tabanlı puanlandırma çalışmanın bir diğer özgün yönüdür. Örneğin Pandora uygulaması eserlerin müzikalite olarak sınıflandırılmasına dayanarak kullanıcıya öneride bu-

lunur. Benzer eser tahminlenirken başka kullanıcıların ilgi duyduğu veya yüksek beğeni gösterdiği eserler dikkate alınmaz. Şekil 3, uygulama ara yüzünü temsili olarak göstermektedir.



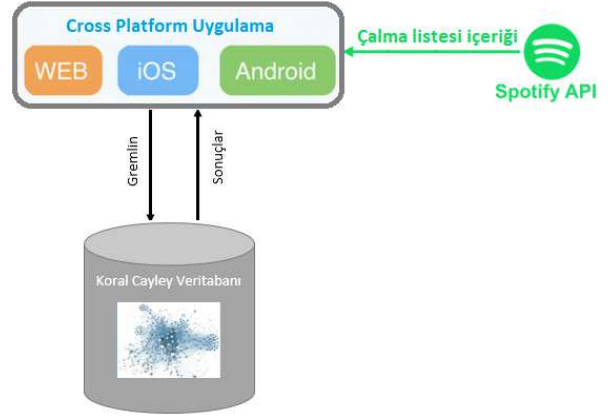
Şekil 3: KORAL temsili uygulama arayüzü.

Kullanıcıya önerilen makamsal olarak uyumlu şarkıların bir araya gelmesiyle bir çalma listesi oluşturulacaktır. Çalma listesindeki eserler Spotify API aracılığı ile indirilecek ve kullanıcıya sunulacaktır. Spotify Web API'nin pek çok farklı bölümü bulunmaktadır. Örneğin bir yazılım geliştirici Spotify API kullanarak belirli bir sanatçıyı, şarkıyı veya birden çok şarkıyı sorgulayarak listeleyebilir. Ayrıca Spotify API ile çekirdek temelli müzik önerisi alınması mümkün olmaktadır [22].

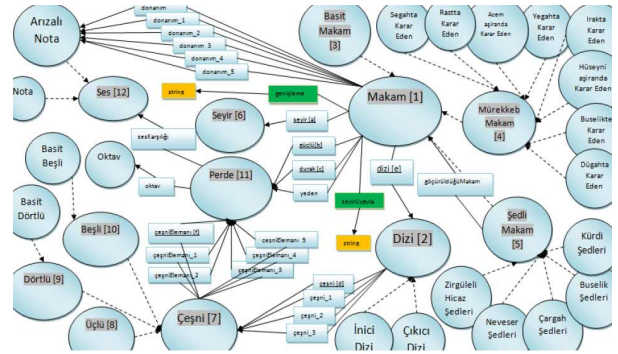
KORAL bilgi tabanı, açık kaynak kodlu bir çizge veri tabanı olan Cayley içerisinde saklanacaktır [23]. Cayley, özellikle bağlı veri ile ilgili uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Kullanıcı arayüzü Reactjs kütüphanesi ile geliştirilecektir [24]. Web uygulaması ve Cayley çizge veri tabanı arasındaki iletişim Gremlin sorguları ile sağlanacaktır. Gremlin çizgeleri dolaşmak için kullanılan bir dildir [25] [26]. Bu dilin, çizge sorgu, analiz ve işleme gibi uygulama alanları bulunmaktadır. Şekil 4 uygulama mimarisini göstermektedir.

Bilgi tabanı şeması olarak yazarların önceki çalışmasında [27] önerdiği TSMONT ontolojisi temel alınacaktır. TSMONT (Şekil 5), Türk Sanat Müziği teorisinde yer alan kavramların anlamsal olarak modellenmesine yönelik bir ontolojidir. Bu ontoloji ile Türk Sanat Müziği'nde kullanılan makamlar, diziler, çeşniler, perdeler; bu kavramlar arasındaki ilişkiler ve kavram ve ilişkilere ait örnekler modellenmektedir.

Ontoloji şeması SymbTR veri kümesinden [28] çekilerek işlenmiş eserlerle örneklendirilecektir. Symb veri kümesinden eser adları ve notaların sembolik gösterimleri çekilecektir.



Şekil 4: Web uygulaması Mimarisi.



Şekil 5: TSMONT Ontoloji Şeması.

Makamlar, yazarların önceki çalışmasında [21] önerdiği üzere makine öğrenmesi teknikleri ile tahminlenecek ve bilgi tabanına kaydedilecektir. Ayrıca bu çalışma kapsamında eserlerin usullerini tahminleyen ve bilgi tabanına kaydeden bir algoritma daha geliştirilecektir. Bu bilgi tabanında ayrıca eserlerin karar ağacı öğrenme algoritması tarafından hesaplanan benzerlik puanı ile kullanıcıların iki eser arasındaki uyumluluğa verdikleri puan yer alacaktır. Bilgi tabanı bağlı veri standartlarında yayınlanacaktır.

#### IV. SONUÇ

Bu çalışmada, dünyada kullanılan bazı müzik uygulamalarında bulunan öneri motorlarına benzer bir öneri motoru geliştirilmesi planlanmaktadır. Diğerlerinden farklı olarak KORAL, Türk Sanat Müziği eserlerinin kendi içinde birbirini doğru bir nazari bilgi çerçevesinde takip edebildiği makam tabanlı bir öneri motoru olacaktır. Günümüzde kullanılan öneri motorları dünya genelinde pop müzik ağırlıklı öneri yaptıkları için, Türk Müziğine özgü bir yapı olan makam sistemine göre öneri yapma mekanizmaları bulunmamaktadır. KORAL, mevcut uygulamalardan Türk Sanat Müziği nazari kurallarını kullanarak öneri yapması ile ayrılacaktır.

Gerçekleştirilecek uygulamada, kullanıcı KORAL üzerinden bir Türk Sanat Müziği eseri aratabilecektir. Aratılan şarkı Spotify uygulaması üzerinden uygulamaya getirilecek ve o şarkıya uygun olarak Türk Sanat müziği kurallarına göre önerilecek diğer eserlerden oluşan çalma listesi otomatik

olarak oluşturulacaktır. Otomatik olarak oluşturulacak şarkı listesi için Pandora müzik uygulamasının kullandığına benzer bir sınıflandırma tekniği ve buna ek olarak Türk Sanat Müziğinin makam ve usul bilgisi kullanılacaktır.

Bunun yanısıra KORAL bilgi tabanı bağlı veri standartlarına uygun biçimde yayınlanacaktır. Böylelikle ilk defa Türk Sanat Müziği eserlerine yönelik bir bağlı veri seti oluşturulacaktır.

Bu çalışmanın devamında, geliştirilen uygulama giyilebilir bilgisayar sistemleri ile entegre edilmeye çalışılacaktır. Bunun için KORAL'ın akıllı kol saatlerine entegrasyonu planlanmaktadır. Akıllı kol saati ile entegre olacak uygulama sayesinde kullanıcı çalma listesindeki eserleri akıllı kol saatine yükleyerek cep telefonu veya bilgisayar olmadan müziğini yanında taşıyabilecektir.

### KAYNAKÇA

- [1] "Spotify," URL: [www.spotify.com](http://www.spotify.com), Erişim tarihi 2018-08-20.
- [2] "Pandora radio," URL: [www.pandora.com](http://www.pandora.com), Erişim tarihi 2018-08-20.
- [3] K. Bowen and M. Pistilli, "Student preferences for mobil e-app usage," 2012, URL: <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB1210.pdf>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [4] N. Keskin and H. Kılınç, "Mobil öğrenme uygulamalarına yönelik geliştirme platformlarının karşılaştırılması ve örnek uygulamalar," *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, vol. 1, no. 3, pp. 68–90, 2015.
- [5] Türkiye İstatistik Kurumu, "Hanehalkı bilişim teknolojileri kullanım araştırması," 2016, URL: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21779>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [6] "Deezer," URL: <https://www.deezer.com/tr/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [7] "Google play music," URI: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.music>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [8] "Soundcloud," URL: <https://soundcloud.com/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [9] "Spotify vs. apple music: Which service is the streaming king?" URL: <https://www.digitaltrends.com/music/apple-music-vs-spotify/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [10] J. Russell, "Spotify reaches 50 million paying users," URI: <https://techcrunch.com/2017/03/02/spotify-50-million/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [11] "Hello Argentina, Taiwan, Greece and Turkey – Spotify here!" URL: <https://newsroom.spotify.com/us/2013/09/24/argentina-taiwan-greece-and-turkey-spotify/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [12] "Music Genome Project: Pioneering personalization," URL: <http://pandoraforbrands.com/music-genome-project/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [13] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan, and J. Riedl, "Application of Dimensionality Reduction in Recommender System – A Case Study," in *IN ACM WEBKDD WORKSHOP*, 2000.
- [14] J. Breese, D. Heckerman, and C. Kadie, "Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering," in *Proceedings of the Fourteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, ser. UAI'98. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998, pp. 43–52.
- [15] J. Parsons, P. Ralph, and K. Gallagher, "Using Viewing Time to Infer User Preference in Recommender Systems," in *Proceedings of the AAAI Workshop on Semantic Web Personalization held in conjunction with the 9th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI'04)*, San Jose, California, 2004.
- [16] N. Rubens, M. Elahi, M. Sugiyama, and D. Kaplan, "Active learning in recommender systems," in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, Eds. US: Springer, 2016, pp. 809–846.
- [17] M. Elahi, F. Ricci, and N. Rubens, "A survey of active learning in collaborative filtering recommender systems," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 20, no. C, pp. 29–50, 2016.
- [18] J. Herlocker, J. Konstan, A. Borchers, and J. Riedl, "An algorithmic framework for performing collaborative filtering," in *Proceedings of the 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, ser. SIGIR '99. New York, NY, USA: ACM, 1999, pp. 230–237.
- [19] H. Abdollahpouri and S. Essinger, "Multiple stakeholders in music recommender systems," *CoRR*, vol. abs/1708.00120, 2017.
- [20] D. Allen, J. Campo, E. Ugur, and H. Wheeler-Mackta, "The effects of music recommendation engines on the filter bubble phenomenon," Worcester Polytechnic Institute, Worcester MA, Tech. Rep., 2016.
- [21] O. Öztürk, T. Özacar Öztürk, and D. Abidin, "Klasik türk müziğinde makam tanıma için veri madenciliği kullanımı," *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, vol. 32, pp. 1221 – 1232, 2017.
- [22] D. Allen, J. Campo, E. Ugur, and H. Wheeler-Mackta, "The effects of music recommendation engines on the filter bubble phenomenon," Worcester Polytechnic Institute, Worcester MA, Tech. Rep., 2016.
- [23] Community, "Cayleyio," 2014, URL: <https://cayley.io/>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [24] J. Walke and Community, "Reactjs," 2011, URL: [Releasesfacebook/react](https://www.facebook.com/react), Erişim tarihi 2018-08-20.
- [25] Apache TinkerPop of the Apache Software Foundation, "Gremlin," 2009, URL: <https://github.com/tinkerpop/gremlin/wiki>, Erişim tarihi 2018-08-20.
- [26] M. Rodriguez, "The gremlin graph traversal machine and language (invited talk)," in *Proceedings of the 15th Symposium on Database Programming Languages*, ser. DBPL 2015. New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 1–10.
- [27] O. Öztürk, T. Özacar, and D. Abidin, "Tsmont ontolojisi: Türk sanat müziği makamlarının anlamsal olarak modellenmesi," *DÜMF Mühendislik Dergisi*, vol. 9, pp. 109–120, 2018.
- [28] M. K. Karaosmanoğlu, "A Turkish Makam Music Symbolic Database for Music Information Retrieval: SymbTr," in *Proceedings of the 13th International Society for Music Information Retrieval Conference*, Porto, Portugal, 2012.