



Yeni Başlayanlar için Müziksel Okuma Eğitiminde Bilgisayarlı Görünün Kullanılması ve Etkililiğinin Sınanması

(Using Computer Vision in Sight-Reading Education for Beginners and Testing Its Effectiveness)

Ferhat Kadir Pala¹, Zeynep Yadigaroglu²

Makale Geçmişi

ÖZ

Article History

Alındı/Received:

15/01/2026

Kabul edildi/Accepted:

25/02/2026

Article Type:

Araştırma Makalesi

Research Article

Müzik eğitimi, yeni başlayanlar için ilk etapta anlaması zor olan; dizek, perde, porte, aralık, anahtar, hız işaretleri, suslar, ölçüler ve elbette notalar gibi birçok sembolü ve farklı kavramı içinde barındırmaktadır. Çok çeşitli sembollerin kullanıldığı parçaların ayrıca ritmik, melodik ve armonik yapısı da yeni başlayanlar için zorluklara neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada, yeni başlayanlar için müziksel okuma çalışmalarını kolaylaştıracak Türkçe müzik terminolojisine uygun bir bilgisayarlı görü uygulaması geliştirilmiş ve etkililiği sınanmıştır. Böylece müziğe yeni başlayanların kendi kendilerine ve kendi hızlarında çalışmaları, içsel güdülenmelerinin artırılması, müziksel sembollerin daha hızlı ve kayıpsız öğrenilebilmeleri sağlanmıştır. Tek grup ön test son test deneysel desenin kullanıldığı çalışmada, çalışma grubunu 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Aksaray il merkezinde faaliyet gösteren Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Piri Mehmet Paşa Ortaokulu'nda öğrenimine devam etmekte olan 7. sınıf öğrencileri (n20) oluşturmaktadır. İki aşamalı olarak tasarlanan araştırmanın ilk aşamasında araştırmacılar tarafından bilgisayarlı görü uygulaması geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise geliştirilen uygulamanın testi yapılarak, etkililiği sınanmıştır. Uygulama sürecinde, geliştirilen bilgisayarlı görü uygulaması kullanılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, öğrencilerin görsel ve işitsel hafızalarının güçlendiği; nota isimlerini aklında tutan öğrencilerin kağıtlarına hatırladıkları nota adlarını yazarak daha iyi sonuç aldıkları belirlenmiştir. .

Anahtar Kelimeler: müziksel okuma, bilgisayarlı görü, müzik eğitimi

© 2026 BUAAD-BIJAR. Tüm hakları saklıdır.

Kaynak gösterme / To cite this article:

Pala, F. K., & Yadigaroglu, Z. (2026). Yeni başlayanlar için müziksel okuma eğitiminde bilgisayarlı görünün kullanılması ve etkililiğinin sınanması. *Bayterek Uluslararası Akademik Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 1-17. <https://doi.org/10.48174/buaad.1864562>

Summary

Music education involves many symbols and different concepts that are difficult for beginners to understand at first. These include notes, clefs, intervals, keys, tempo markings, rests, measures, etc., and of course, musical notation. The rhythmic, melodic, and harmonic structure of pieces that use such a variety of symbols also causes difficulties for beginners. Based on this, this study developed and tested the effectiveness of a computer vision application suitable for Turkish music terminology to facilitate sight reading exercises for beginners. This enabled beginners to work independently and at their own pace, increased their intrinsic motivation, and allowed them to learn musical symbols more quickly and without loss. In this study, which used a single-group pretest-posttest experimental design, the study group consisted of 7th-grade students (n=20) continuing their education at Piri Mehmet Paşa Middle School, affiliated with the Ministry of National Education and operating in the Aksaray city center during the 2024-2025 academic year. The researchers developed a computer vision application in the first phase of the two-phase study. In the second phase, the developed application was tested. Data was collected through observation and interviews. The computer vision application developed was used during the application process. Analysis of the data revealed that visual and auditory memory was strengthened; students who remembered note names achieved better results by writing down what they remembered on their papers.

Keywords: sight reading, computational vision, music education

¹Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Doç. Dr., , fpala@aksaray.edu.tr, Orcid: 0000-0003-3803-3732

²Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Doç. Dr., zeynepyadigaroglu@gmail.com, Orcid: 0000-0002-9494-3995

Giriş

Günümüz dünyası, bilginin stratejik bir temel unsura dönüştüğü ve teknolojik ilerlemelerin toplumsal yapıyı hızla dönüştürdüğü bir çağ olarak nitelendirilmektedir. Teknolojik imkânların gündelik yaşamın her katmanına nüfuz etmesi, bu araçları etkin şekilde kullanabilen ve teknoloji üretebilen donanımlı bireylerin yetiştirilmesini zorunlu kılmıştır. Prensky (2001) tarafından "dijital yerliler" olarak tanımlanan yeni nesil, teknolojiyi yaşamlarının ayrılmaz bir parçası haline getirmiş ve 21. yüzyıl becerilerini bu ekosistem içinde içselleştirmiştir (Kocakaplan, 2018). Literatürdeki çalışmalar, bu teknolojik entegrasyonun öğrenme süreçlerine dâhil edilmesinin, öğrencilerin akademik başarılarını ve öğrenme düzeylerini anlamlı ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır (Güven ve Sülün, 2012; Kocakaplan, 2025).

Çağdaş müzik eğitimi paradigmalarında teknoloji kullanımı, öğrencilere sunduğu özelleştirilmiş öğrenme yolları bakımından merkezi bir rol oynamaktadır (Cremata, 2010). Öğrencilerin teknolojiyle etkileşimini optimize etmek adına, eğitimcilerin müzik teknolojilerini de kapsayan alternatif öğretim yöntemlerini benimsemeleri elzemdir (Caravello, 2017). Bilgisayar teknolojilerinin müzikal duyguyu aktarmadaki mekanik yapısı tartışılrsa da; orkestrasyon, kuram ve çalgı eğitimi gibi teknik alanlarda sunduğu interaktif çözümler eğitim süreçlerini standardize etmektedir. Geleneksel usta-çırak ilişkisine dayalı, uzun soluklu ve yüksek maliyetli eğitim modellerine kıyasla dijital araçlar; daha hızlı, ölçeklenebilir ve ekonomik eğitim olanakları sunmaktadır. Bu durum, yazılımların eğitimdeki nüfuzunu artırarak teknolojiyi modern müzik pedagojisinin yapı taşına dönüştürmüştür (Levendoğlu, 2004).

Bilgisayar Destekli Müzik Eğitimi (Computer-Assisted Instruction in Music - CAIM), pedagojik süreçlerin dijital bir düzleme aktarılmasında çok boyutlu bir işlevsellik sunmaktadır. Genel bir perspektifle incelendiğinde bu sistemler; müzik teorisinin yapılandırılmasından kompleks kompozisyon süreçlerine, nota okuma (sight-reading) becerilerinden dikte çalışmalarına kadar geniş bir spektrumu kapsamaktadır. Ayrıca MIDI protokollerinin notasyon süreçlerine entegrasyonu, ileri düzey kulak eğitimi (ear training), enstrümantal performans analizi ve ritmik mikro-egzersizler gibi teknik alanlarda öğrenciye anlık geri bildirim sağlayan bir laboratuvar ortamı sunmaktadır. Yener (2005) tarafından vurgulandığı üzere; müzik sembolojisi, terminolojik yetkinlik, işitsel analiz yeteneği, perde ve ritim tanıma alıştırmaları ile dizi-arpej çalışmaları gibi disiplinler, bilgisayar destekli bu ekosistem sayesinde dinamik ve ölçülebilir bir yapıya kavuşmaktadır. Ancak, bu genel çerçeveye rağmen, özellikle başlangıç seviyesindeki öğrencilerin bilişsel süreçlerini analiz eden ve anlık görsel-işitsel eşleşmeyi hatasız kuran algoritmik yaklaşımlarda belirgin bir kuramsal boşluk bulunmaktadır. Mevcut literatür çoğunlukla sistemlerin varlığını tartışmakta, fakat bu sistemlerin

öğrencinin zihinsel şema oluşumuna nasıl müdahale etmesi gerektiğine dair somut bir metodoloji sunamamaktadır.

Literatürde müzik teknolojisinin konumu, yardımcı bir araç olmanın ötesine geçerek müzikal gelişimin ontolojik bir parçası olarak tanımlanmaya başlanmıştır. Caravello (2017), bu teknolojilerin modern müzik eğitiminin ayrılmaz ve uygulanabilir bir yapı taşı haline geldiğini savunurken; Bruner (1996), eğitimin temel misyonunun bireylerin potansiyellerini en üst düzeyde sergilemelerine imkan tanıyan beceriler kazandırmak olduğunu belirtmiştir. Ancak teknolojinin yaygınlaşması, uygulama noktasındaki standartlaşma sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Pitts ve Kwami (2002), okullardaki teknoloji kullanım oranının yüksekliğine rağmen, kurumsal ve sınıfsal düzeyde metodolojik bir birlikteliğin sağlanamadığını ifade etmişlerdir. Öte yandan Cortez (2017), teknolojinin eğitim süreçlerinde yarattığı operasyonel verimliliğe ve bilgiye erişilebilirliği demokratikleştirmesine dikkat çekmiştir. Özellikle kullanıcı dostu arayüzler ve sezgisel algoritmalar sayesinde, başlangıç düzeyindeki amatör müzisyenlerin dahi teknik engellere takılmadan hızlıca gelişebildiği ve yaratıcı kompozisyon süreçlerine dahil olabildiği gözlemlenmiştir. Nart (2016) ise bu dijital dönüşümün "öğrenci merkezli" bir paradigmaya dayanması gerektiğini savunmaktadır. Teknolojinin çoklu duyuşsal etkileşimi tetiklemesi gerektiğini vurgulayan Nart, teknolojik yeniliklere adapte olan öğretmen ve öğrencilerin temel hedefinin "yaratıcılık ve sürdürülebilir üretkenlik" olması gerektiğini belirtmektedir (Atasoy, 2023). Bu noktada temel problem, yazılımların çoğunun, öğrencinin hata yapma anındaki psikolojik ve teknik yetersizliklerini tespit edememesi ve statik bir doğru-yanlış geri bildirimi ile sınırlı kalmasıdır. Dolayısıyla, teknoloji rehber rolünden ziyade denetleyici rolünde kalmaktadır.

Müzik eğitiminin başlangıç safhası, öğrenciler için karmaşık sembolik sistemlerin ve soyut kavramların iç içe geçtiği zorlu bir süreci temsil etmektedir. Dizek yapısı, perde analizi, porte üzerindeki konumlandırmalar, anahtarlar, hız belirteçleri ve sus işaretleri gibi çok katmanlı semboller dizisi, yeni başlayanlar için ciddi bir bilişsel yük oluşturmaktadır. Bu sembolik çeşitliliğe ek olarak; ritmik, melodik ve armonik yapıların eşzamanlı deşifre edilmesi gerekliliği, öğrenme sürecini daha da komplike hale getirmektedir. Literatürde, temel nota okuma ve deşifre becerilerinin yanı sıra teknik ve müzikal yetkinliklerin kazandırılmasının uzun soluklu bir zaman dilimine yayıldığı vurgulanmaktadır (Jelen, 2013; Kır, 2018). Çünkü nota okuma sadece bir sembol tanıma işi değil, bir duyular arası eşleme (Cross-modal mapping) süreci olarak tanımlanmaktadır. Okuyucu notayı görür (görsel), zihninde canlandırır (işitsel) ve icra eder (motor beceri) (Zatorre ve Halpern, 2005). Benzer şekilde parçaların analitik olarak çözümlenmesinde yaşanan bu güçlükler, doğrudan öğrenci motivasyonunu olumsuz etkileyerek bir "güdülenme sorunu" haline dönüşmektedir. Ayhan ve Ertekin'e (2017) göre, bu aşamada nota okuma çalışmaları en temel gereksinim olarak

konumlanmaktadır; zira düzenli solfej ve müziksel okuma pratikleri eksik kaldığında, görsel takibin (nota değerleri ve suslar) hızı düşmektedir. Müziksel okuma becerisinin refleksif bir düzeye erişmesinin 2 ila 3 yıllık bir süreci kapsayabildiği belirtilmektedir (Kalkan, 2021). Bu süreçte yaşanan başarısızlıklar ise bireyde isteksizlik, tükenmişlik ve eğitimden uzaklaşma gibi negatif psikolojik sonuçlar doğurabilmektedir (Karkın ve Baş, 2016). Bu bağlamda, öğrencilerin düzenli pratik yapmaya teşvik edilmesi ve dijital araçlarla desteklenen nota çalışmalarına cesaretlendirilmeleri büyük önem arz etmektedir (Ercan, 2016). Ayrıca, müzik eğitiminde kullanılan dijital materyallerin büyük bir kısmının Batı merkezli bir yazılım dili ve kurgusuyla şekillendiği görülmektedir. Bu durum, yerel eğitim müfredatımızdaki anlatımlarla teknolojinin daha uyumlu hale getirilmesi ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Özellikle müzik yolculuğuna yeni başlayan küçük yaştaki öğrenciler için yabancı terimlerle (rest, sharp, flat, clef vb.) karşılaşmak, öğrenme sürecini biraz daha zorlu hale getirebilir. Bu noktada Türkçe müzik terminolojisinin (sus, diyez, bemol, anahtar vb.) sisteme dahil edilmesi, sadece bir dil çevirisi değil, öğrencinin zihnindeki sembollerini kendi ana dilindeki kavramlarla daha doğal ve hızlı bir şekilde eşleştirmesine olanak tanıyacaktır. Bu yaklaşım, öğrenme sürecini daha akıcı kılarak müzik eğitimini çok daha kapsayıcı ve öğrenci dostu bir yapıya kavuşturabilir.

Müziksel okuma odaklı uygulamalar, temel nota bilgisinin ötesine geçerek müzik teorisinin yapı taşları olan diziler, perdeler, aralıklar ve tonalite gibi kuramsal kavramların sistematik bir şekilde öğretilmesine zemin hazırlamaktadır (Ayhan ve Ertekin, 2017). Bu dijital platformlar aracılığıyla, notaların yalnızca görsel tanınırlığı değil, aynı zamanda ritmik, melodik ve armonik katmanlarıyla ilişkili uygulama becerileri de geliştirilebilmektedir (Kalkan, 2021). Günümüzde müzik pedagojisinde görsel destekli video materyallerin (Ayhan ve Ertekin, 2017) yanı sıra; Finale, Notation Musician, Mus2 ve Sibelius gibi profesyonel notasyon yazılımları, eğitim süreçlerini dijitalleştiren başlıca materyaller arasında yer almaktadır. Ancak bu geleneksel yazılımlar çoğunlukla manuel veri girişi veya önceden yapılandırılmış dosyalar üzerinden çalışmaktadır. Dolayısıyla, Finale, Sibelius vb. notasyon yazılımlarının eğitimden çok profesyonel üretim odaklı olduğu görülmektedir. Bu sistemlerde öğrencinin elindeki fiziksel bir nota kağıdıyla etkileşime girmesine olanak tanıyan, kâğıt üzerindeki analog veriyi dijital bir öğrenme nesnesine dönüştüren köprü mekanizmaları oldukça yetersizdir ve bilişsel yüklenme oluşabilmektedir. Bu noktada, daha ileri ve etkileşimli bir yöntem olan bilgisayarlı görü (Computer Vision) uygulamaları, fiziksel notasyonun anlık olarak dijital veriye dönüştürülmesini sağlayarak müzik eğitiminde yeni bir teknolojik evreyi temsil etmektedir.

Literatürde "duyan gözler" (Benward ve Saker, 1977) olarak kavramsallaştırılan yetkinlik; bireyin bir notaya baktığı anda o sesin tınısını zihninde canlandırabilmesini, tanıdık olmayan ezgileri deşifre edebilmesini ve dış yardıma ihtiyaç duymadan eser analizi yapabilmesini ifade etmektedir

(Özgül, 2019). Bu becerinin kazanılması, özellikle başlangıç düzeyindeki öğrenciler için özgüven inşası ve içsel motivasyonun korunması açısından hayati bir önem taşımaktadır. Bilgisayarlı görü, dijital görüntüler veya video akışları üzerinden anlamlı bilgilerin otomatik olarak elde edilmesini sağlayan multidisipliner bir çalışma alanıdır. Bu teknoloji sayesinde, solfej eğitiminde karşılaşılan basılı bir nota kâğıdı üzerindeki notaların konumu, süre değerleri, sus işaretleri ve zaman belirteçleri gibi kompleks semboller otomatik olarak tanınabilmekte ve kullanıcıya eşzamanlı olarak sunulabilmektedir. Bu akademik gereksinimden hareketle mevcut çalışmada; piyasadaki statik ve karmaşık arayüzlü sistemlerin aksine, doğrudan fiziksel notasyonu tanıyan bilgisayarlı görü tabanlı bir model önerilmektedir. Öğrencinin fiziksel materyal üzerindeki sembolleri anlık olarak dijital birer eğitmen verisine dönüştürerek kuramsal-uygulama boşluğunu kapatmaktadır. Ayrıca, Türkçe terminoloji ile standardize edilmiş arayüzü sayesinde, öğrencinin teknik terimlerle boğuşmak yerine doğrudan müzikal performansa odaklanması hedeflenmiştir. Geliştirilen bu uygulama ile müziğe yeni başlayan bireylerin, bir eğitime bağımlı kalmadan kendi öğrenme hızlarında çalışmaları, dijital geri bildirimler sayesinde müziksel sembolleri minimum hata payıyla öğrenmeleri ve böylece akademik başarılarının artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca geliştirilen bilgisayarlı görü uygulaması, bu süreci otomatikleştirerek görsel sembolün işitsel karşılığını anlık olarak sunmakta ve bilişsel entegrasyonu desteklemektedir.

Bu noktadan hareketle, araştırmanın problem cümlesi “Müziksel okuma eğitimine yeni başlayanlar için geliştirilen bilgisayarlı görünün etkililiği ne düzeydedir?” olarak belirlenmiştir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırma, nicel ve nitel araştırma tekniklerinin birlikte kullanıldığı tek grup ön test-son test yarı deneysel bir çalışmadır. Çalışma, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında müziksel okuma eğitimi için bilgisayarlı görü uygulaması geliştirilmiş, ikinci aşamasında ise geliştirilen bilgisayarlı görü uygulamasının müziksel okuma başarısına etkisi sınanmıştır. Süreç, alanyazın ve uzman görüşleriyle bilgisayarlı görü uygulamasının geliştirilmesiyle başlamış, uygulamanın yapılmasıyla devam etmiş ve elde edilen verilerin analiz edilip raporlanmasıyla son bulmuştur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Aksaray il merkezinde faaliyet gösteren Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Piri Mehmet Paşa Ortaokulu'nda öğrenimine devam etmekte olan 7. sınıf

öğrencileri (n20) oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklem seçimi, Millî Eğitim Bakanlığı, Müzik dersi eğitim programında 7. sınıfların kazanımlarından müziksel algı ve bilgilenme ünitesinde yer alan "Temel müzik yazı ve öğelerini kullanır" kazanımına göre belirlenmiştir. Çalışma grubunu oluşturacak ortaokul ve şubelerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada gönüllülük esası olduğundan çalışmaya katılmak istemeyenler araştırma grubundan çıkarılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bilgisayarlı görünün geliştirilmesi aşamasında beş uzmanın görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerine göre sistemin özellikleri belirlenmiştir. Bir diğer veri toplama aracı ise uygulama sırasında yapılan gözlemler ve video kayıtlarıdır. Katılımcılarının performansları gözlemlenmiş ve video kaydına alınmıştır. Video kayıtları araştırmacılar tarafından doğruluk, deşifre hızı, notalar gibi müziksel okuma değişkenleri dikkate alınarak incelenmiştir.

Verilerin Analizi

Demografik bilgiler, geliştirilen bilgisayarlı görü uygulamasının özellikleri, gözlem ve görüşme notları analiz edilmiş ve bulgular bölümünde sunulmuştur. Gözlemler ve video kayıtlarından içerik analiziyle elde edilen verilerden müziksel okuma değişkenleri parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğinin sağlanması için analiz süreci araştırmacılar tarafından ayrı ayrı yapılmış ve analizde tutarlılığı sağlamak için Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen formül kullanılarak kodlayıcılar arası uyum oranı hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası uyum oranı kabul edilebilir seviyede (%87) bulunmuştur.

Sistemin Geliştirilmesi

Yeni başlayanlar için müziksel okuma çalışmalarını kolaylaştıracak bilgisayarlı görü uygulamasının geliştirilmesinde uzmanlardan görüş alınarak süreç başlatılmıştır. Nielsen'e (2012) göre bir ürünün çok sayıda kullanıcısı olması, çok sayıda özelliğinin olması, farklı kullanıcı tiplerinin olması gibi durumlarda bile beş kullanıcı yeterli olduğundan geliştirilme aşamasında beş uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşlerine göre sistemin notaları, dizeleri, sus işaretlerini ve anahtarları tanımlayabilmesi ve tanımladığı notaları seslendirebilmesi gerektiği gibi özellikler ön plana çıkmıştır.

Sistemin geliştirilmesinde ADDIE (Analiz, Tasarım, Geliştirme, Uygulama, Değerlendirme) tasarım modelinden yararlanılmıştır. Analiz ve Tasarım aşamasındaki görüşler doğrultusunda müziksel okumayı sağlayacak bilgisayarlı görü uygulamasının özellikleri belirlenmiştir. PyCharm 2025.2.3 (Community Edition) yazılımı ile bilgisayar üzerinden ilk kodlamalar yapılmıştır. Yazılımın geliştirilmesinde MIT (Massachusetts Institute of Technology) Bilgisayar Görme Alanındaki

Gelişmeler dersinin final projesi olarak geliştirilen bir optik müzik tanıma sistemi olan CadenCV uygulamasından faydalanılmıştır. Notalar girdi olarak alınmış ve düzenlenerek MIDI (Musical Instrument Digital Interface) dosyasını oluşturulmuştur. Elde edilen MIDI dosyası ve düzenlenen notalardan eğitim için video oluşturulmuştur.

Uygulamada Python dili, görüntü işleme, nesne tanıma, imaj düzenleme, notaları seslendirme gibi gerekli kütüphaneler (OpenCV [opencv-python], PIL [image library], MIDI [midiutil], MathPlotLib [pyplot]) kurularak yazılım geliştirilmiş ve sistemin çalışması test edilmiştir. Gerçek zamanlı uygulanmış, uzman görüşleri ile değerlendirme yapılmıştır.

Uygulama Süreci

Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı Piri Mehmet Paşa Ortaokulu'nda öğrenimine devam etmekte olan 7. Sınıf öğrencileriyle uygulama yapılmıştır. Tek grup ön test son test deneysel desene dayanan araştırmada materyal olarak 1979 yılında Unicef'in Dünya Çocuk Yılı için düzenlemiş olduğu yarışmada Birincilik Ödülü alan; sözlerini Adnan Çakmakcıoğlu'nun yazdığı, bestesini Salih Aydoğan'ın yapmış olduğu "Bir Dünya Bırakın" şarkısı kullanılmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin ön hazırlık yapmalarına imkân tanımayacak bir şekilde önce bilgisayarlı görü olmadan yalnızca şarkının nota çıktılarını dağıtmış ve öğrencilerden bu notaların isimlerini yazmalarını istemişlerdir. Kendilerine verilen sürede nota isimlerini yazan öğrenciler, bu notaların toplanmasının ardından araştırmacıların geliştirmiş olduğu bilgisayarlı görü yardımıyla şarkının notalarını akıllı tahtada izlemiş ve dinlemiştir. Daha sonra aynı şarkının notaları araştırmacılar tarafından ikinci kez dağıtılmış ve katılımcılar tarafından nota isimleri tekrar yazılmıştır. Toplam 52 notadan oluşan şarkıda öğrencilerin kaç tane nota ismini doğru bildiklerine yönelik olarak elde edilen veriler raporlanmıştır.

Bulgular

Bilgisayarlı Görünün Geliştirilme Sürecine Yönelik Bulgular

Yeni başlayanlar için müziksel okuma çalışmalarını kolaylaştıracak bilgisayarlı görü uygulamasının geliştirilmesi ve sınanması projesi kapsamında geliştiren sistemin çıktısı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1

Yeni başlayanlar için müziksel okuma çalışmalarını kolaylaştıracak bilgisayarlı görü uygulaması çıktısı



Şekil 1’de sistemin son çıktısı olan videodan bir frame görülmektedir. Video başlatıldığında notaların vuruş değerlerine göre nota çalınmakta ve notanın altında kırmızı ile notanın ismi yer almaktadır.

Uygulamanın son çıktısına ulaşabilmek için sistem herhangi bir nota bilgisi olmayan görüntüyü önce analiz etmektedir. Eserin başlığı, kaç dizekten oluştuğu, nota ismi, kaç vuruşluk olduğu, anahtar bilgisi ve sus bilgileri gibi verileri çıkarmaktadır.

Şekil-2 ve Şekil-3’te kodlama satırlarından örnekler verilmiştir.

Şekil 2

Uygulamanın kod örneği (kütüphaneler)

```
from best_match import match
from box import BoundingBox
from staff import Staff
from primitive import Primitive
from bar import Bar

#-----
# Template Paths
#-----

clef_paths = {
    "sol": [
        "resources/template/clef/treble_1.jpg",
        "resources/template/clef/treble_2.jpg"
    ],
    "fa": [
        "resources/template/clef/bass_1.jpg"
    ]
}
```


Şekil-2’de geliştirilen uygulamanın Python kütüphanelerinin (OpenCV, numpy, midi vb.) çağırıldığı satırlar ve anahtarlar ile sembollerin tanımlandığı satırlar yer almaktadır.

Şekil 3

Uygulamanın kod örneği (görüntü analizi)

```
# anahtar
clef_imgs = {
    "sol": [cv2.imread(clef_file, 0) for clef_file in clef_paths["sol"]],
    "fa": [cv2.imread(clef_file, 0) for clef_file in clef_paths["fa"]]
}

# Zaman ölçütü
time_imgs = {
    "common": [cv2.imread(time, 0) for time in ["resources/template/time/common.jpg"]],
    "44": [cv2.imread(time, 0) for time in ["resources/template/time/44.jpg"]],
    "34": [cv2.imread(time, 0) for time in ["resources/template/time/34.jpg"]],
    "24": [cv2.imread(time, 0) for time in ["resources/template/time/24.jpg"]],
    "68": [cv2.imread(time, 0) for time in ["resources/template/time/68.jpg"]]
}

# Diyez-Bemol
sharp_imgs = [cv2.imread(sharp_files, 0) for sharp_files in accidental_paths["diyez"]]
flat_imgs = [cv2.imread(flat_file, 0) for flat_file in accidental_paths["bemol"]]

# Notalar
quarter_note_imgs = [cv2.imread(quarter, 0) for quarter in note_paths["quarter"]]
half_note_imgs = [cv2.imread(half, 0) for half in note_paths["half"]]
whole_note_imgs = [cv2.imread(whole, 0) for whole in note_paths["whole"]]
```

Şekil-3’te geliştirilen uygulamanın görüntü analizi ve ölçütlerin belirlenmesine yönelik tanımlamaların olduğu satırlar gösterilmiştir.

Uygulama notaları verilmeyen görüntüyü önce analiz etmektedir ve dizeklerine ayırmaktadır. Şekil-4, Şekil-5 ve Şekil-6’da dizeklerle ilgili çıktılar verilmiştir.

Şekil 4

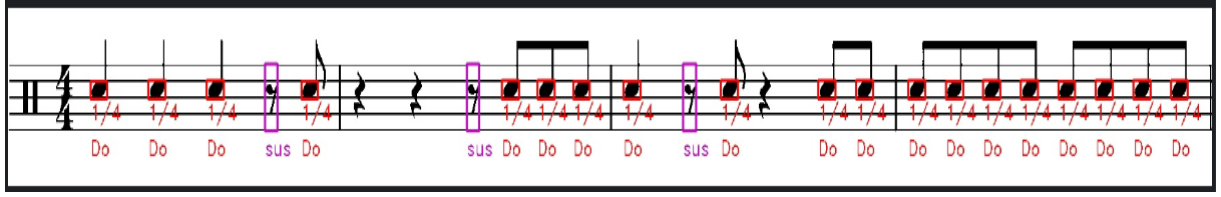
Dizeklerin bulunması



Şekil-4’te verilen görüntüdeki dizekler belirlenmiştir.

Şekil 5

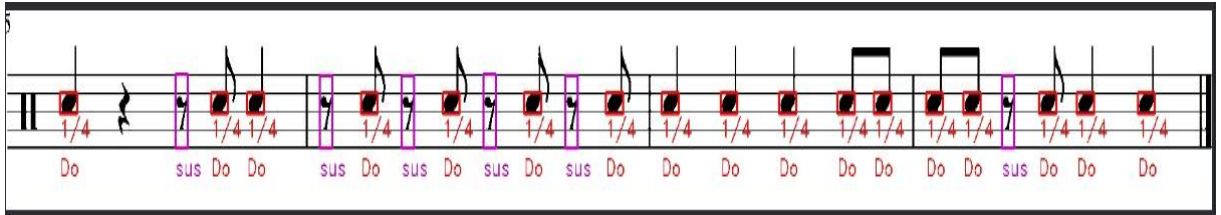
Dizeklerin sistem çıktısı, 1. dizek



Şekil-5 ve Şekil-6’da belirlenen dizekler üzerindeki notalar, notaların kaç vuruş olduğu, anahtarlar ve sus işaretleri belirlenerek ilgili sembolün altına yerleştirilmiştir. Bu çıktılar kontrol amaçlıdır.

Şekil 6

Dizeklerin sistem çıktısı, 2. dizek



Notaların belirlenme işlemini sistem çıktı olarak vermektedir. Şekil-7 ve Şekil-8’de uygulama çalıştığında konsol ekranındaki çıktıların bazıları verilmiştir.

Şekil 7

Konsol çıktıları, dizek ve nota belirleme

```
[INFO] 2 dizek bulundu
[INFO] Bütün dizek çizgilerinin yatay uçları bulundu
[INFO] Tespit edilen dizek diske kaydediliyor
[INFO] 1. dizekteki sol anahtarına bakılıyor
[INFO] 1. dizekteki fa anahtarına bakılıyor
[INFO] 1. dizekte anahtar bulunamadı
[INFO] 1. dizekteki common ölçü sayısına bakılıyor
[INFO] 1. dizekteki 44 ölçü sayısına bakılıyor
[INFO] 1. dizekteki 34 ölçü sayısına bakılıyor
[INFO] 1. dizekteki 24 ölçü sayısına bakılıyor
[INFO] 1. dizekteki 68 ölçü sayısına bakılıyor
```

Şekil 8

Konsol çıktıları, nota kontrolleri

```
[INFO] 2. Dizekteki eşleşen sonuçlar
[INFO] Ölçü çizgisi eşleştiriliyor
[INFO] 2. Dizekteki eşleşen sonuçlar
[INFO] 2. dizekte bulunan öğeler diske kayıt ediliyor
[INFO] Dizekteki öğeler zamana göre sıralandı
C5, sus, C5, sekizlik_bayrak, C5, çizgi, sus, C5, sekizlik_bayrak, sus, C5, sekizlik_bayrak,

[INFO] Yanlış sınıflandırılmış sekizlik notalar için düzeltme
[INFO] 30. öge çeyrek nota olarak yanlış sınıflandırılmış bir sekizlik nota
[INFO] 18. öge çeyrek nota olarak yanlış sınıflandırılmış bir sekizlik nota
[INFO] 15. öge çeyrek nota olarak yanlış sınıflandırılmış bir sekizlik nota
[INFO] 12. öge çeyrek nota olarak yanlış sınıflandırılmış bir sekizlik nota
```

Notaların belirlenme işlemi ve kontrollerden sonra sistemin MIDI formatında notaları seslendirmesi ve kaydetmesi için kodlama yapılmıştır. Şekil-9 ve Şekil-10'da uygulamanın seslendirme ve MIDI eşleştirmeleri için yazılan bazı kod örnekleri verilmiştir.

Şekil 9

Notaların sesler ile eşleştirilmesi

```
pitch_to_MIDI = {
    "C8": 108,
    "B7": 107,
    "Bb7": 106,
    "A#7": 106,
    "A7": 105,
    "Ab7": 104,
    "G#7": 104,
    "G7": 103,
    "Gb7": 102,
    "F#7": 102,
    "F7": 101,
    "E7": 100,
    "Eb7": 99,
    "D#7": 99,
    "D7": 98,
    "Db7": 97,
    "C#7": 97,
    "C7": 96,
    "B6": 95,
    "Bb6": 94,
    "A#6": 94,
    "A6": 93,
    "Ab6": 92,
```

Şekil-9’da bilgisayarlı görü analiziyle bulunan notaların eşleştirilmesine yönelik kod satırlarının bir kısmı görülmektedir.

Şekil 10

Notaların Türkçe karşılıklarının tanımlanması

```
"C#1": 25,  
"C1": 24,  
"B0": 23,  
"Bb0": 22,  
"A#0": 22,  
"A0": 21  
}  
  
nota_to_trNota = {  
    "C": "Do",  
    "D": "Re",  
    "E": "Mi",  
    "F": "Fa",  
    "G": "Sol",  
    "A": "La",  
    "B": "Si"  
}  
  
MIDI_to_pitch = {  
    108: "C8",  
    107: "B7",  
    106: "A#7",  
    105: "A7",  
    104: "G#7",  
    103: "G7"
```

Şekil-10’da belirlenen notaların Türkçe olarak uygulama çıktısında gösterilmesi için gerekli tanımlamaları gösteren kod satırları verilmiştir.

Geliştirilen sistemin müziksel okuma becerisine etkisine yönelik bulgular

“Bir Dünya Bırakın” şarkısının kullanıldığı araştırmada, araştırmacılar, öğrencilerin ön hazırlık yapmalarına imkân vermeden önce bilgisayarlı görü olmadan yalnızca şarkının nota çıktılarını dağıtmış ve öğrencilerden bu notaların isimlerini yazmalarını istemiştir. Kendilerine verilen sürede nota isimlerini yazan öğrencilerden çıktılar toplanmıştır.

Notaların toplanmasının ardından araştırmacıların geliştirmiş olduğu bilgisayarlı görü uygulamasının ürettiği video, akıllı tahtada izlenmiş ve dinlenmiştir. Daha sonra aynı şarkının notaları araştırmacılar tarafından ikinci kez dağıtılmış ve katılımcılar tarafından nota isimlerinin tekrar yazılması istenmiştir. Toplam 52 notadan oluşan şarkıda öğrencilerin kaç tane nota ismini doğru bildiklerine yönelik olarak elde edilen veriler Tablo-1’de verilmiştir.

Tablo 1*Ön test – son test verileri*

Katılımcılar	Ön test Skoru	Son test skoru
Ö1	22	49
Ö2	3	11
Ö3	0	13
Ö4	9	9
Ö5	7	17
Ö6	0	0
Ö7	16	27
Ö8	2	9
Ö9	3	3
Ö10	51	51
Ö11	11	33
Ö12	5	21
Ö13	0	2
Ö14	6	30
Ö15	2	28
Ö16	0	16
Ö17	5	32
Ö18	13	39
Ö19	13	24
Ö20	18	37

Katılımcıların ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmış ve sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2*Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucu*

Son test-Ön test	n	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
Negatif Sıralar	0	0	0	-3,519	0,000
Pozitif Sıralar	16	8,50	136,00		
Eşit Sıralar	4				

Katılımcıların ön-test ve son-test puanları arasında son-test puanlarının lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -3,519$; $p < .05$). Buna göre, katılımcıların uygulama sonrası notaları tanımlama skorlarının arttığı söylenebilir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırma bulguları, öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarına oranla anlamlı bir artış kaydedildiğini ve geliştirilen bilgisayarlı görü uygulamasının müziksel okuma performansı üzerinde pozitif bir etki yarattığını göstermektedir. Bu durum da araştırmacıların geliştirmiş olduğu bilgisayarlı görü uygulamasının müziksel okumaya yeni başlayanlarda etkili olduğunu göstermektedir. Ancak sistemin sağladığı bu etkililik, temel olarak nota sembollerinin terminolojik karşılıklarının görsel bellekte kodlanması ve isim bazlı deşifre süreçleriyle sınırlıdır. Çalışmanın teknik kapsamı ve araştırma sınırlılıkları nedeniyle, sistemin her bir öğrencinin notaları doğru frekans aralıklarında (entonasyon) seslendirmesine olanak tanınamaması, elde edilen verimliliğin bilişsel bir "etiketleme" düzeyinde kalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla öğrencilerin notaları gerçek frekanslarıyla seslendirebilecekleri anlamını taşınamamaktadır. Bu noktada, notaların gerçek frekans değerleriyle seslendirilmesi sürecinin, görsel tanımadan çok daha farklı nöro-bilişsel süreçleri tetiklemekte olduğunu düşündürmektedir.

Müzik pedagojisi literatüründe "sight-reading" (müziksel okuma) ve "sight-singing" (müziksel seslendirme) kavramları, gerektirdikleri bilişsel yük ve motor beceriler bakımından birbirinden keskin çizgilerle ayrılmaktadır (Lehmann ve McArthur, 2002). Mevcut bilgisayarlı görü uygulaması, sembolik veriyi dijital olarak anlamlandırarak kullanıcının "sight-reading" becerisine başlangıç düzeyinde bir katkı sunsa da; Sloboda (1984) tarafından vurgulanan, notanın zihinde işitsel bir imgeye (auditory imagery) dönüşmesi süreci bu aşamada geliştirilen sistemin dışında kalmıştır. Dolayısıyla, öğrencilerin nota isimlerini başarılı bir şekilde kâğıda aktarabilmeleri, bu sembollerin işitsel karşılıklarını refleksif bir şekilde üretebildikleri (solfej) anlamına gelmemektedir. Gelecek araştırmalarda, geliştirilen bu bilgisayarlı görü uygulamasının ses analiz (pitch detection) algoritmalarıyla senkronize edilmesi ve kullanıcıya hem görsel hem de işitsel eş zamanlı geri bildirim sağlayan hibrit OMR (Optical Music Recognition) modellerinin tasarlanması önerilmektedir (Calvo-Zaragoza vd., 2020).

Teknolojinin müzik eğitimindeki bu dönüştürücü gücü, sadece araçsal bir değişim değil, müfredat düzeyinde sistematik bir reformu da zorunlu kıldığı düşünülmektedir. Çağın gerekliliklerine uyum sağlamak adına, ilköğretimden yükseköğretime kadar eğitimin her kademesinde teknolojik gelişmeler yakından takip edilmeli ve statik eğitim modelleri yerini teknoloji odaklı esnek programlara bırakmalıdır. Bu noktada, eğitimcilerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) düzeylerinin artırılması, önerilen bu dönüşümün başarısı için kritik bir öneme sahiptir (Mishra ve Koehler, 2006). Eğitimcilerin dijitalleşen dünyaya adaptasyonunu sağlamak amacıyla periyodik hizmet içi eğitim programları düzenlenmeli ve müzik sınıfları güncel donanımlarla desteklenmelidir.

Son olarak, öğrencilerin dijital yerli olma özellikleri ve teknolojiye olan doğal eğilimleri gözetilerek, geleneksel müzik müfredatlarına "dijital performans", "algoritmik kompozisyon" veya "bilgisayar destekli müziksel okuma" gibi seçmeli dersler entegre edilmelidir. Bu yaklaşımın, öğrencinin içsel motivasyonunu artıracak gibi, müziği sadece bir sanat disiplini olarak değil, aynı zamanda disiplinler arası bir teknoloji alanı olarak kavramasına da olanak tanıyacağı düşünülmektedir. Ancak bu çalışma, teknik kapsam bakımından bilgisayarlı görü sisteminin temel nota sembollerini ve süre değerlerini tanıma yeteneği ile sınırlıdır; karmaşık artikülasyon işaretleri ve polifonik notasyon yapıları çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Bulgular, başlangıç düzeyindeki bir öğrenci grubuyla aynı parçanın kullanılmasıyla yürütülen belirli bir deneysel uygulama süresiyle sınırlı olup, elde edilen başarının uzun dönemli kalıcılığına dair bir genelleme içermemektedir.

Kaynakça

- Atasoy, M. (2023). *Müzik eğitim teknolojilerinin incelenmesi, müzik öğretmenlerinin teknoloji farkındalıkları ve teknolojiyi kullanma seviyeleri*. [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ayhan, A., & Ertekin, B. (2017). Notasyon videoları yoluyla solfej eğitimi çalışmaları üzerine bir değerlendirme: Müzikolaj örneği. *Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu*, 34-46.
- Benward, B. & Saker, M. (1977) *Music - In Theory and Practice - Volume I*.
- Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Calvo-Zaragoza, J., Hajić Jr, J. ve Pacha, A. (2020). *Understanding optical music recognition*. arXiv preprint arXiv:2004.03361.
- Caravello, M. J. (2017). *Popular Music's Influence on Student Engagement in Middle School String Programs on Long Island, New York* (Doktora tezi). ProQuest Dissertations and Theses Global'dan erişilmiştir.
- Cremata, R. (2010). *The use of music technology across the curriculum in music education settings: Case studies of two universities*. Boston University.
- Cortez, M. (2017). Tech in the Music Classroom Creates Efficiencies, Improves Accessibility, Ed Tech: Focus on K12, <https://edtechmagazine.com/k12/article/2017/08/tech-musicclassroom-creates-efficiencies-improves-accessibility> sayfasından erişilmiştir.
- Ercan, N. (2016). Piyano eğitimi alan öğrencilerde görsel eğitimin önemi karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(39), 205-214.

- Güven, G., & Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 68-79.
- Jelen, B. (2013). Türkiye'de müzik öğretmeni yetiştirme sürecinde piyano eğitiminde karşılaşılan sorunlar. *Rast Müzikoloji Dergisi*, 1(1), 258-285.
- Kalkan, H. (2021). Konservatuvarlarda solfej ve dikte dersleri için örnek bir uygulama önerisi. *Uluslararası Müzik ve Sahne Sanatları Dergisi*, (5), 40-49.
- Karkın, A. M., & Ercan, B. A. Ş. (2016). Başlangıç solfej ve dikte öğretiminde ezgi kalıpları modelinin uygulanması örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 6(13), 199-209.
- Kır, F. İ. (2018). *Ortaokul müzik öğretmenlerinin blok flüt eğitiminde karşılaştıkları sorunlar*. [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kocakaplan, Y. (2018). *Müzik öğretmeni adaylarının mobil cihazlardaki müzik uygulamalarını kullanım durumları*. [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kocakaplan, Y. (2025). *Türkiye'deki Müzik Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (Tpub) Öz Yeterliklerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi (Bir Delphi Çalışması)*, [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Lehmann, A. C. & McArthur, V. B. (2002). Sight-reading. R. Parncutt ve G. E. McPherson (Ed.), *The science and psychology of music performance: Creative strategies for teaching and learning* içinde (s. 135-150). Oxford University Press.
- Levendoglu, N.O. (2004) Teknoloji destekli çağdaş müzik eğitimi, *1924-2004 Musiki Muallim Mektebinden Günümüze Müzik Öğretmeni Yetiştirme Sempozyumu* <https://www.muzikegitimcileri.net/bilimsel/bildiri/O-Levendoglu.pdf> sayfasından erişilmiştir
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Nart, S. (2016). Music Software in the Technology Integrated Music Education. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 15(2), 78-84.
- Nielsen, J. (2012). How many test users in a usability study. Nielsen Norman Group, 4(06).

- Özgül, Y. (2019). Deşifre şarkı söyleme eğitimi üzerine genel yaklaşımlar. *SED-Sanat Eğitimi Dergisi*, 7(2), 135-159.
- Pitts, A. & Kwami, R. M. (2002). Raising students' performance in music composition through the use of information and communications technology (ict): a survey of secondary schools in England. *British Journal of Music Education*, 19(1), 61-71.
- Preknsy, M. (2001). *Digital natives, digital immigrants*. On the Horizon, 9(5), 1–6.
- Sloboda, J. A. (1984). *The musical mind: The cognitive psychology of music*. Oxford University Press.
- Yener, S. (2005). Müzik eğitiminde bilgisayar teknolojisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, *I. Ulusal Müzik Eğitimi Sempozyumu*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi web sayfasından erişilmiştir.
- Zatorre, R. J., & Halpern, A. R. (2005). Mental concerts: musical imagery and auditory cortex. *Neuron*, 47(1), 9-12.