

Demirbatır, R. Erol, Filiz Yağcı, Rıdvan Ezentaş (2020). "A. Adnan Saygun'un Op.31 'Partita' Adlı Solo Viyolonsel (IV. Bölüm) Eserinin Geometrik Modellemesi". *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 21, S. 38, s. 31-50.

DOI: 10.21550/sosbilder.608357

**Araştırma Makalesi**

## **A. ADNAN SAYGUN'UN OP.31 "PARTİTA" ADLI SOLO VİYOLONSEL (IV. BÖLÜM) ESERİNİN GEOMETRİK MODELLEMESİ**

R. Erol DEMİRBATIR\*

Filiz YAĞCI\*\*

Rıdvan EZENTAŞ\*\*\*


**Gönderim Tarihi:** Ağustos 2019


**Kabul Tarihi:** Ekim 2019


### **ÖZET**

*Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Türk beşleri içinde yer alan Ahmet Adnan Saygun, ülkemizde Cumhuriyet Dönemi çoksesli müziğinin önemli bir ismidir. Saygun'un, Op. 31 "Solo Viyolonsel için Partita" adlı yapıtı, 20. yy solo viyolonsel yapıtları arasında uluslararası tanınırlığı olan eserlerden biridir. Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla Saygun'un Op.31 "Partita" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri matematiksel olarak kodlanmış ve daha sonra kodlamalar çoklu regresyon analizi yapılarak uygun model bulunmuştur. Bu analizin sonucunda elde edilen regresyon denklemi ile eserin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Bu denklemin, cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan meydana geldiği görülmüştür.*

---

\*  Doç. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Müzik Eğitimi Ana Bilim Dalı, [redemir@uludag.edu.tr](mailto:redemir@uludag.edu.tr)

\*\*  Öğr. Gör. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, [gfiliz@uludag.edu.tr](mailto:gfiliz@uludag.edu.tr)

\*\*\*  Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, [rentas@uludag.edu.tr](mailto:rentas@uludag.edu.tr)

*Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*  
*Uludağ University Faculty of Arts and Sciences Journal of Social Sciences*  
Cilt: 18 Sayı: 32 / Volume: 18 Issue: 32

**Anahtar Kelimeler:** A. Adnan Saygun, müzik, matematik, matematiksel kodlama, geometrik modelleme

## **Geometric Modeling of The Solo Cello (Part IV) Works by A. Adnan Saygun's Op.31 "Partita"**

### **ABSTRACT**

*Music, from its most basic to the most complex element, contains various mathematical structures, and music and mathematics are two interdependent disciplines in many respects. Ahmet Adnan Saygun, one of the important names of the Republican Period polyphonic music in Turkey, is located in the Turkish Five. Saygun's Op. 31 'Partita for the Solo Cello' is one of the internationally recognized works of solo cello in 20th century. The aim of this study is to form the geometric modeling of A. Adnan Saygun's Op.31 Partita solo cello (Part IV) through mathematical coding. The sound heights and time values of the selected artwork were mathematically coded and then a regression analysis was performed to find the suitable model. As a result of this analysis, the geometry modeling of the regression equation was created. It is seen that this equation consists of a combination of algebraic, trigonometric and inverse trigonometric functions.*

**Key words:** A. Adnan Saygun, music, mathematics, mathematical coding, geometric modeling

### **Giriş**

Müzik, belli bir amaç ve yöntemle, belirli bir güzellik anlayışına göre işlenerek birleştirilmiş seslerden oluşan estetik bir bütündür (Uçan 1994). Müzik; hem bir sanat, hem de bir bilimdir. Seslerin en güzel şekli müzik ile hayat bulmaktadır. Matematik ise, düşünsel bilginin yetkinliğini ve doğruluğunu araştırmasına paralel olarak, estetik olarak da duysal bilginin doğruluğunu, yani güzelliği araştırmaktadır (Koçak vd. 2014). "Matematikçiler için matematiğin doğasında bulunan güzellik çok önemlidir ve buna matematiğin estetiği denilir. Perspektif, oran, simetri, düzen, harmoni her koşulda ölçülebilirdir. Sanatın da ölçülebilir yanları vardır ve matematiksel olarak ifade edilen simetriyle doğanın sayılarını barındırır. Bu kavramlar matematiğin estetiğini

oluşturmaktadır. Bu kavramlarla ilgili ölçümler matematiğin çeşitli uzmanlık alanlarında formüle edilebilir. Sanatın ve bilimin temeli olan perspektif, oran, şekiller ve simetritelerin incelenmesinde matematiğin ilkeleri kullanılmaktadır. Sanatçı her zaman eserini sezgisel olarak doğada görüp bilinçaltının algıladığı bu teknikleri kullanarak resmeder. Bu nedendir ki matematik kurallarının kullanılması sadece yararlı değil, aynı zamanda bir zorunluluktur” (Atalay 2006).

“Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Bu iki disiplin üzerine ilk akademik çalışmaların MÖ 6. yüzyılda Yunan filozof ve matematikçi Pisagor ile başladığı düşünülmektedir. Pisagor’un seslerin frekansları arasındaki çeşitli sayısal oranları keşfiyle ortaya koyduğu sesler arasındaki ilişkilerin sistematik yapısı, müzik kuramının temelini oluşturmaktadır” (Riedweg 2005). “Pisagor sesin, çekilen telin uzunluğuna bağlı olduğunu fark ederek, müzikte armoni ile tamsayılar arasındaki ilişkiyi kurmuştur. Gerçekten çekilen tellerin her armonik bileşimi tamsayıların oranı olarak gösterilebilmektedir. Örneğin, do sesini çıkaran bir telin uzunluğunun 16/15’i si sesini verirken 6/5’i la sesini, 4/3’ü sol sesini, 3/2’si fa sesini, 8/5’i mi sesini, 16/9’u ise re sesini verir. Bu da müzik, gizli bir aritmetik alıştırmadır diyen Leibniz’in haklılığını ortaya çıkarmaktadır” (Orhan 1995).

“Günümüze kadar birçok filozof, matematik ve müzik insanı tarafından bu iki disiplin arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmış, müziğin matematiksel yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Genellikle, diyatonik ve kromatik dizi, aralıklar, ritim, ölçü, form, melodi, akorlar, dizi, oktav eşdeğerliği, doğuşkanlar, tını, akustik, eşit aralıklı ses sistemi ve akordun alternatif yöntemleri gibi bazı müziksel kavramların matematiksel olarak izahı yapılmıştır” (Wright 2009).

“Birçok müzik aletinin biçiminin de matematiksel kavramlarla ilgili olduğu bilinmektedir. Örneğin; telli ya da üfleli çalgıların biçimleri  $x \geq 0$  ve  $y = 2^x$  üstel eğrinin grafiğine benzer. Müzikal seslerin niteliğinin incelenmesi 19. yüzyılda matematikçi J. Fourier tarafından yapılmıştır. Fourier, müzik aleti ve insandan çıkan bütün müzikal seslerin matematiksel ifadelerle tanımlanabileceğini ve bunun da periyodik sinüs fonksiyonları ile olabileceğini ispatlamıştır” (Orhan 1995).

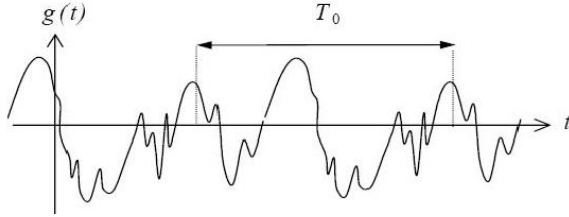
“Piyano tuşları İtalyan matematikçi L. Fibonacci'nin oluşturduğu Fibonacci dizisi (1,1,2,3,5,8,13,21,34,...) ile müzik arasındaki bağlantının görsel açıklamasına olanak sağlar. Klavyedeki bir oktav, biri diğerinden daha yüksek olan iki nota arasındaki müziksel aralığı temsil eder. Yüksek olan notanın frekansı, düşük olanın iki katıdır. Klavyede bir oktav, 5 siyah ve 8 beyaz tuş olacak şekilde bölünür, toplamda 13 tuş vardır. Beş siyah tuş biri ikili biri üçlü olmak üzere iki gruba ayrılır. 2, 3, 5, 8 ve 13 birer Fibonacci Sayısıdır. Oktav formundaki on üç nota Batı müziğindeki en popüler aralıklar olan kromatik diziyi oluşturur. Kromatik dizi, 5 notalı pentatonik dizi ve 8 notalı diyatonik diziden önce gelir. Örneğin, büyük altılı, sırasıyla *do* ve *la* notalarından oluşur, saniyede 264 ve 440 titreşim yaparlar,  $264/440 = 3/5$  bir Fibonacci oranıdır. Bir küçük altılı aralığı, *mi* ve *do* notalarından oluşur ve saniyede 330 ve 528 titreşim yaparlar  $330/528 = 5/8$  Fibonacci oranıdır” (Koshy 2001).

“Fibonacci dizisinde ardışık iki sayının oranı yaklaşık olarak  $\phi=1,61804$  değerine altın oran denilir. Altın oran uyum ve güzellik ölçütü olarak sanat ve estetiğin bir sınıflandırılmasıdır. Altın oran insan tasarımından kaynaklanmadan, doğada var olan biyolojik bir gerçektir ve müzikte kullanıldığı bilinmektedir. Müzik aletleri de çoğunlukla  $\phi$  sayısı temel alınarak yapılır. Keman tasarımında olduğu gibi yüksek kalitedeki ses telinin tasarımında da Fibonacci Sayıları ve  $\phi$  kullanılmıştır. Ayrıca birçok ünlü bestecinin (Mozart, Beethoven, Bach,

Chopin, Béla Bartók, ...) eserlerinde Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ı kullandığı varsayılmış ve ispat edilmeye çalışılmıştır. Örneğin Mozart'ın sonatlarında No1.K.279, No2.K.280, No7.K.309, No10.K.330, No15.K.545, No16.K.570 eserlerinde *altın oran*'ı kullandığı ispatlanmıştır. Bunun yanında, Fibonacci dizisini bilinçli olarak kullanan ve bunu belirten besteciler de bulunmaktadır” (Lehmann ve Posamentier 2007).

“Fransız filozof, matematikçi ve müzik kuramcısı olan M. Mersenne, sesin armoniklerini keşfetmiş ve altı armonik oranı açıklamıştır. Ayrıca armonik ve armonik olmayan sesler arasındaki ilişkiyi tanımlamış ve 1720 yılında “Treatise on Harmony” adlı makalesinde uyum teorisini yayınlamıştır. 18. yüzyılın başlarında B. Taylor titreşim dizilerini araştırmaya başlamıştır. Taylor, başlangıç koşullarını sağlayan bir dizi titreşimi temsil eden bir diferansiyel denklem bulmuş ve bu denklemin çözümünün bir sinüs eğrisi olduğunu göstermiştir” (Devlin 2000). Aynı dönemin matematik bilim insanları olan D. Bernoulli ve L. L. Euler müzik ve matematik hakkında birçok çalışmalar yapmışlardır (Bilal v.d. 2015). D’Alembert ve L. Euler gibi matematikçiler titreşim dizisini bir diferansiyel denklem olarak ifade etmişler ve J. B. Fourier, titreşim dalgalarını trigonometrik fonksiyonları kullanarak tanımlamıştır (Eberhard 2008).

“Müziksel sesleri gürültüden ayıran özellik, müziksel seslerin ayırt edilebilir bir perde verebilme özelliğinin olmasıdır. Perde, sesin tizlik derecesine ilişkin bilgiyi gösteren parametresidir. Bir sese ilişkin bir perdenin algılanabilmesinin ölçütü ise, o sesin periyodik (sürelili) olma derecesidir. Müziksel bir ses, zamana bağlı bir periyodik fonksiyon olarak düşünülebilir. Yani,  $-\infty < t < \infty$  ve  $m \in \mathbb{Z}$  için formül  $g(t \mp mT_0) = g(t)$  dir. Şekil 1 periyodu  $T_0$  olan periyodik bir sesi, dikey eksen de şiddetini göstermektedir” (Bora 2002).



**Grafik 1.** Periyodik bir  $g(t)$  fonksiyonu

“İnsanoğlunun duyma ve duyduğu sesi taklit edebilme yeteneği ile kulağa melodik, güzel gelen işitsel dizilimlerden elde edilen müzik belli temel kavramlara dayanmaktadır. Bu temel kavramlar ise, ilk aşamada klasik müzik teorisi ve terminolojisi ile açıklanabilmektedir. Aynı görsel olarak doğadaki karmaşık formlar gibi müzik de işitsel algının estetik olan formudur. Fraktal belirli bir matematiksel formül içerisinde kendini tekrarlayan form olarak tanımlanmaktadır. Fraktal geometrisi ise, doğada var olan biçimlerin karmaşık formlarına karşılık matematiksel bir açıklama getirmektir” (Beytekin 2015: 4). Beytekin 2015’te Fraktal Geometri algoritması mantığını modern caz teorisine uygulayarak ritim olgusunu karıştırmadan armoniler üzerinden analiz yapmış ve caz akorlarının görsel modellerini oluşturmuştur. Oluşturulan modeller arasında tasarım süreçleri, psikolojik algılanma süreçleri arasında bağlantı kurmuştur.

Günümüzde dünyada müzik matematik ilişkisini geometrik modelleme yoluyla inceleyen çalışmalara rastlanmakla birlikte, henüz ülkemizde bu tür çalışmaların küçük ölçeklerde yapıldığı görülmektedir. Gülsoy, Güney ve Özdamar 2013’de Beethoven’ın “Vierte Symphony, Op. 60” senfonisinin matematik kodlaması yapılarak elde edilen regresyon modelinin Minkowski uzayında bir hiperyüzey ve “Fur Elise” eserinin regresyon modelinin ise bir manifold olduğu gösterilmiştir.

Demirbatır vd. (2018), Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi'nde sundukları çalışmada, A. Adnan Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, regresyon analizi yapılarak üç boyutlu regresyon modeli elde edilmiştir. Bu regresyon modelleri içerisinde sağ el ve sol el partileri için müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan üç boyutlu geometrik modelin denklemlerinin sinüs fonksiyonuna bağlı olduğu görülmüştür.

"Türk beşleri içinde yer alan, ülkemizde Cumhuriyet Dönemi çoksesli müziğinin önemli isimlerinden biri olan Ahmet Adnan Saygun (1907-1991), çağdaş Türk müziğinin öncü bestecisi ve Devlet Sanatçısı unvanını almış ilk sanatçısıdır" ([www.wikizero.com/tr/Ahmet Adnan Saygun](http://www.wikizero.com/tr/Ahmet_Adnan_Saygun)). "Bir öğretmen çocuğu olarak 7 Eylül 1907'de İzmir'de dünyaya gelen Saygun, ülkemizde besteci, etnomüzikolog ve müzik eğitimcisi olarak Türk müzik yaşamının temel taşlarından biridir. Kırk yıl, ara vermeden ve aynı üretkenlikle çok çeşitli müzik formlarında örnekler vermiştir. Ayrıca folklor ve etnomüzikoloji alanında müzikbilimsel araştırmaları, Bela Bartok ile birlikte yazdığı "Folk Music Research in Turkey" adlı bir kitabı da bulunmaktadır" ([www.turkcebilgi.com](http://www.turkcebilgi.com)). "Saygun'un 1955 yılında tamamladığı ve bestecilik çizgisinin ikinci dönemine yerleşen Op. 31 Solo Viyolonsel için "Partita" adlı yapıtı, bir birinci dönem yapıtı olan "Viyolonsel Sonatı" ve son dönemi içindeki "Viyolonsel Konçertosu" arasında en çok icra edilen eserlerinden biridir. İlk seslendirilişi aynı yıl Ankara Devlet Konservatuvarı viyolonsel hocası Martin Bochmann tarafından gerçekleştirilen bu eser, hem icracısını, hem de bestecisini "Schiller Hatıra Madalyası"na taşımıştır. Eser, günümüze kadar viyolonsel eğitimi verilen akademik müzik kurumlarında viyolonsel eğitim müfredatına giren sayılı Türk bestecisi eserlerinden biri olarak yer

edinmiş, bunun yanında 20. yy solo viyolonsel yapıtları arasında uluslararası tanınırlığa ulaşmıştır” (Doğangün 2015).

“İlk albüm kaydı çellist Eldar İskenderov tarafından yapılan Partita, Şölen Dikener'in Viyolonsel için Türk Partitaları albümünde yer almış, Yo-Yo Ma'nın, İpek Yolu Projesi” kapsamında 2001'de tekrar hayat bulmuştur. Eser, 2006'da, Yo-Yo Ma tarafından Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Kofi Annan'ın göreve veda ettiği törende Seslendirildiğinde Ban Ki-moon öylesine etkilenmiş ki, Saygun'u ve eseri sormakla kalmamış, sanatçıdan vefat ettiğinde, arkasından bu eseri çalmasını rica etmiştir. Yo-Yo Ma, Saygun'un Partita'sını “dinleyicisiyle iletişim kuran bir üslupla bestelenmiş, öylesine güçlü bir ifadeyle yazılmış ki, hasret, özlem gibi insanoğlunun ortak evrensel duygularını harekete geçiriyor” demiştir” (Soyberk 2016).

“Saygun'un Op. 31 “Solo Viyolonsel için Partita”sı I. Bölüm: *Lento* II. Bölüm: *Vivo* III. Bölüm: *Adagio* IV. Bölüm: *Allegretto* V. Bölüm: *Allegro Moderato* başlıklarını taşıyan bölümlerinden oluşmaktadır. Saygun, beş bölümlü, kimi bölümlerindeki ritmik unsur sayesinde dans karakteri gösteren fakat yine de makamsal ve modal dizilerin fazla soyutlamaya gidilmeden kullanıldığı kendini gösterdiği bu müziği için önceleri, “(Requiem) Çello Suiti” adını kullanmış, daha sonra eser ‘Partita’ olarak isimlendirilmiştir” (Doğangün,2015).

“Bu çalışmada bir Türk bestecisinin uluslararası viyolonsel literatürüne girmiş eseri özellikle seçilmiştir. Beş bölümlü eserin dördüncü bölümü diğer bölümlerden farklı olarak monofonik tarzda yazılmıştır. ‘Partita’nın tüm bölümleri içerisinden dördüncü bölüm ilahi müziği ile farklılık göstermektedir. Ruhani bir melodi ile başlayan dördüncü bölüm tekrarlardan oluşmaktadır. Bölümde ilk motifin sık sık tekrarlandığı duyulmaktadır. İlk tema bittikten sonra aradaki gelişim bölümünde yine ilk motif seslendirilmektedir. Başlangıçtaki sakinliğe nazaran devinim göze çarpmaktadır. Noktalı onaltılık notalar ile verilen



motif, bölümün tamamında karşımıza çıkmaktadır. Gelişim bölümünde de noktalı onaltılıklarla verilen benzer tema, gelişimi hareketli kılmaktadır” (Kıratlı Soyberk 2016). Monofonik olmasından ötürü tek katmanlı analiz için eserin bu bölümü tercih edilmiştir.

Müzik eserlerinin matematiksel boyutta kodlanıp incelenmesi, bilgisayar destekli yazılımlar aracılığıyla eserlerin analizlerinin yapılması, farklı yaklaşımların üretilmesi ve disiplinler arası çalışma olanaklarının sağlanması bakımından yararlı görülmektedir. Bu anlamda soyut boyutta olan seslerin geometrik ortama aktarılarak somut hale dönüştürülmesi, eserleri oluşturan seslerin yükseklik ve süre değerlerinin farklı kombinasyonlarda ele alınarak yapısal analizlerinin gerçekleştirilmesi çalışmaları yenilikçi bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bu bakış açısıyla çalışmanın amacı; matematiksel kodlama yoluyla A. Adnan Saygun'un Op.31 “Partita” adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır.

## Yöntem

Bu çalışmada A. Adnan Saygun'un Op.31 “Partita” adlı solo viyolonsel eseri IV. Bölümünün nota ses yükseklikleri ve ses sürelerinin matematiksel kodlamalarının regresyon analizi yapılarak buna en uygun geometrik modellemesi yapılmıştır. Regresyon analizleri, bağımlı bir değişken ile bağımlı bir değişken üzerinde etkisi olduğu varsayılan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel bir model ile açıklamakta kullanılır. Regresyon analizlerinde bir ya da daha fazla değişkenin (çoklu regresyon) başka bir değişken üzerindeki etkisi ve yönü incelenmektedir. Çoklu doğrusal regresyon analizinde, farklı ölçme birimleri ve varyanslara sahip bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkene ait göreceli önemlerini belirlemede standardize edilmiş regresyon kat sayıları olan beta değerleri kullanılır. Standardize Beta değeri, söz konusu değişkenler arasındaki korelasyonu ifade etmektedir.

F ve p değerleri kurulan regresyon modelinin anlamlılık düzeyini ortaya koymaktadır (Bayram, 2004). Çoklu regresyon analizi, bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yordanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel olarak anlamlılığına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüyle ilgili olarak yorum yapabilmeyi mümkün kılmaktadır (Büyüköztürk, 2002).

Bu çalışmanın verileri, belirlenen eserin nota ses yükseklikleri ve nota ses değerlerinin kodlanmasıyla elde edilmiştir. Eseri oluşturan ses yükseklik değerlerinin dağılım tablosu Tablo 1'de ve eserin ses süre değerlerinin frekans tablosu ise Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Eseri Oluşturan Ses Yükseklik Değerlerinin Dağılımı

Ses Yükseklik Değerleri	Frekans	Yüzde
-17	4	1,4
-12	2	0,7
-10	7	2,4
-9	4	1,4
-7	3	1,0
-6	10	3,5
-5	45	15,6
-4	12	4,2
-3	16	5,5
-2	24	8,3
-1	14	4,8
0	30	10,4
1	10	3,5
2	30	10,4
4	13	4,5
5	18	6,2
6	1	0,3
7	8	2,8
9	2	0,7
10	5	1,7

Ses Yükseklik Değerleri	Frekans	Yüzde
11	1	0,3
12	7	2,4
13	3	1,0
14	3	1,0
15	1	0,3
16	8	2,8
18	5	1,7
19	2	0,7
21	1	0,3
Toplam	289	100

Tablo 1 incelendiğinde eserin ses yüksekliklerinin tanım aralığı [-17, 21] ve en çok kullanılan seslerin -5 (% 15,6), 0 ve 2 (% 10,4) iken, en az kullanılan seslerin 6, 11, 15 ve 21 (% 0,3) olduğu görülmüştür. Eserde toplam 21 adet ses kombinasyonu oluşturularak toplam 289 nota kullanılmıştır. Tabloda aynı zamanda seslerin tekrar etme yüzdeleri yer almaktadır.

**Tablo 2.** Eseri Oluşturan Ses Süre Değerlerinin Frekans Tablosu

Nota Ses Değerleri	Frekans	Yüzde
4	104	36,0
8	98	33,9
12	41	14,2
16	22	7,6
24	20	6,9
48	4	1,4
Toplam	289	100

Tablo 2 incelendiğinde eserin ses sürelerinin tanım aralığı [4, 32] ve en çok kullanılan nota ses süre değerleri 4 (% 36), 8 (% 33,9) iken, en az kullanılan ses süre değeri ise 48 (% 1,4) olduğu görülmüştür. Müziksel ifadeyle eserde en çok sekizlik ve onaltılık nota değerleri kullanılmıştır. Noktalı sekizlik, dörtlük, noktalı dörtlük ve noktalı ikilik değerlerine de yer verilmiştir.

## Bulgular

Tablo 1 ve 2'de verilen eserin nota ses yükseklikleri (x) ve ses süre değerleri (y) bağımsız değişkenler olarak alındığında bağımlı değişken olan kümülatif zaman değişkenini ilişkilendirmek amacıyla bazı fonksiyonlar ile istatistiksel olarak anlamlılığını bulmak için çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Eserin ses yükseklikleri ve nota süre değerleri ile ilgili regresyon analiz tabloları aşağıda verilmiştir. Bağımlı değişkendeki toplam değişimin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını bulmak için regresyon analizinde  $R^2$  değerine Tablo 3'te bakılmıştır.

**Tablo 3.** Regresyon Modelleri

Model	R	$R^2$	Düzeltilmiş $R^2$	Std. Tahmini Hata
1	0,677	0,458	0,441	570,991
2	0,684	0,468	0,448	567,302
3	0,692	0,478	0,457	562,693

Tablo 3'te regresyon analizi sonucunda 3 model oluşturulmuştur. 3. modelin  $R^2$  değeri 0,478 olduğundan tercih edilmiştir. Bu modele göre bağımlı değişkenin %48'i oranında modele giren bağımsız değişkenler tarafından açıklandığı ifade edilmektedir. Bu verilere göre oluşturulan ANOVA tablosu Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Nota Ses Yükseklikleri ve Nota Ses Değerleri: ANOVA Tablosu

Varyansın Kaynağı	s.s	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	10	71993793,6	71993779,3	22,738	0,000
Residual	248	78522681,5	316623,716		
Total	258	150516475,2			

ANOVA tablosu kurulan regresyonun modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir [ $F/1,288$ ]= 22,738,  $p=0,000<0,05$ ]. Seçilen

modelin yordayıp yordamadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu regresyon analizi Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Modelin Yordanmasına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi

Model	B	Std. Hata	Beta	VIF	t	p
Sabit	1296,183	59,807,76 2			21,683	0,000
arctan(10x)	207,961	27,105	0,418	1,369	7,683	0,000
sin(7x)	-262,947	56,960	-0,209	1,307	-4,616	0,000
cos(2x)	177,088	69,404	0,146	1,511	2,552	0,000
cos(8x)	146,794	62,630	0,124	1,289	2,344	0,020
cos(10x)	272,850	58,004	0,256	1,364	4,704	0,000
$x^2$	1,758	0,470	0,193	1,226	3,741	0,000
$(1/x^3)$	515,178	134,031	0,209	1,364	3,836	0,000
tan2y	-36,142	10,735	-0,159	1,033	-3,367	0,001
R=0,692 R <sup>2</sup> =0,478 F=22,738 p=0,000						

Tablo 5'te modelin yordanmasına ilişkin çoklu regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, arctan(10x), sin(7x), cos(2x), cos(8x), cos(10x),  $x^2$ ,  $(1/x^3)$ , tan(2y) fonksiyonlar ile model arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu anlaşılmaktadır (R=0,692, R<sup>2</sup>=0,478, p=0,000<0,05). Bu fonksiyonlar oluşturulan modelin yaklaşık % 48'ini açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayısına göre yordayıcı değişkenlerin model üzerindeki görece önem sırası; arctan(10x) ( $\beta=0,418$ ), sin(7x) ( $\beta=-0,209$ ), cos(2x) ( $\beta=0,146$ ), cos(8x) ( $\beta=0,124$ ), cos(10x) ( $\beta=0,256$ ),  $x^2$  ( $\beta=0,193$ ),  $(1/x^3)$  ( $\beta=0,209$ ) ve tan(2y) ( $\beta=-0,219$ )'dır. Regresyon kat sayısının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarına bakıldığında, arctan(10x), sin(7x), cos(2x), cos(8x), cos(10x),  $x^2$ ,  $(1/x^3)$ , tan(2y) fonksiyonlarının model üzerinde önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bağımsız faktörler arasında Varyans Artış Faktörü (VIP) değerleri arctan(10x) (1,369<3), sin(7x) (1,307<3), cos(2x) (1,511<3), cos(8x) (1,289<3), cos(10x) (1,364<3),  $x^2$  (1,226<3),  $(1/x^3)$  (1,364<3) ve tan(2y) (1,033<3) oldukları için çoklu doğrusal bağlantı olmadığı saptanmıştır.

Bu analiz sonucunda nota ses yükseklikleri = x ve nota ses değerleri = y bağımsız değişkenlerine karşılık gelen  $z=f(x,y)$  bağımlı değişkeni

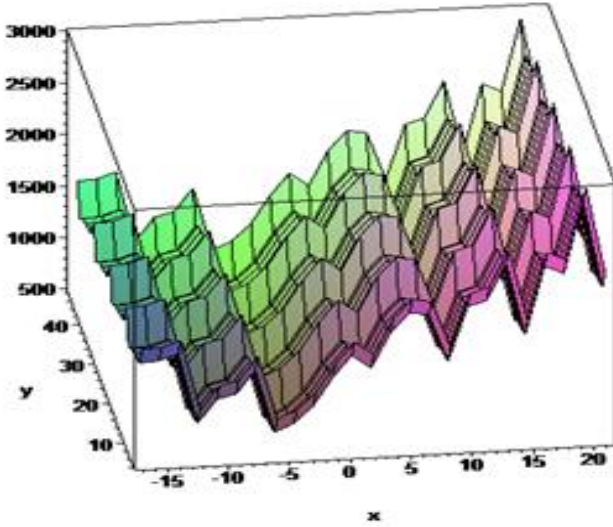
$$\begin{aligned} z(x,y) &= a_1 + a_2 \arctan(10x) \\ &+ a_3 \sin(7x) + a_4 \cos(2x) \\ &+ a_5 \cos(8x) + a_6 \cos(10x) \\ &+ a_7 x^2 + a_8 \left(\frac{1}{x^3}\right) + a_9 \tan(2y) \end{aligned}$$

denklemleri ilişkilendirilmiştir. Bulgulara göre eserin melodik çizgileri  $\arctan(10x)$ ,  $\sin(7x)$ ,  $\cos(2x)$ ,  $\cos(8x)$ ,  $\cos(10x)$ ,  $x^2$ ,  $(1/x^3)$ ,  $\tan(2y)$  eğrileri ile temsil edilmiştir. Bu verilere göre regresyon model

$$\begin{aligned} z(x,y) &= 1296,183 \\ &+ 207,961 \arctan(10x) \\ &- 262,947 \sin(7x) \\ &+ 177,088 \cos(2x) \\ &+ 146,794 \cos(8x) \\ &+ 272,850 \cos(10x) + 1,758 x^2 \\ &+ 514,178 \left(\frac{1}{x^3}\right) \\ &- 36,142 \tan(2y) \end{aligned}$$

denklemini elde edilmiştir.

Elde edilen regresyon denkleminin 3 boyutlu geometrik modeli için, genel amaçlı matematiksel problem çözüm yazılımları içinde matematik hesaplama, programlama, modelleme yazılımı olarak dünyaca en güvenilen yazılımlardan biri olan Maple 13 kullanılarak çizdirilmiş ve Grafik 2'deki yüzey oluşturulmuştur.



**Grafik 2.** Geometrik model

Grafik 2’de eserin nota ses yükseklikleri ve ses süre değerlerine bağlı olarak çizdirilen geometrik model; cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik eğrilerin oluşturduğu üç boyutlu yüzeyi meydana getirmiştir. Eserin notasyonu incelendiğinde temanın orta pestlikte bir rejisterden başladığı, giderek hacmin genişlediği ve ikinci röprizden itibaren tiz rejisterlerin kullanımıyla geniş bir sonoriteye ulaşıldığı görülmektedir. Bu durum, işitsel ve görsel boyutta eser ile geometrik modelinin uyumunu ortaya koymaktadır.

## **Sonuç**

Bu çalışmada ülkemizde cumhuriyet dönemi çoksesli müziğinin öncü isimlerinden biri olan A. Adnan Saygun’un Op.31 “Partita” adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, kodlamalar SPSS programında

regresyon analizi yapılarak üç boyutlu birçok regresyon modeli elde edilmiştir. Bu regresyon modelleri içerisinde, müzik parçasının melodik ve ritmik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik model denklemlerinin,  $\arctan(10x)$ ,  $\sin(7x)$ ,  $\cos(2x)$ ,  $\cos(8x)$ ,  $\cos(10x)$ ,  $x^2$ ,  $(1/x^3)$ ,  $\tan(2y)$  eğrileri ile temsil edildiği görülmüştür. Bu geometrik model, cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların bir kombinasyonudur. Yazarların daha önce yaptığı başka bir çalışmada, Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesi yapılmış, regresyon modelleri içerisinde iki katmanlı olmak üzere sağ ve sol el partileri için, eserin melodik çizgilerini oluşturan üç boyutlu geometrik modelin denklemleri sadece trigonometrik fonksiyona bağlı çıkmıştır. Buna bağlı olarak her eserin melodi, ritim ve formuna özgü biçimde farklı fonksiyonlar ve modellemeler oluşturulabileceği görülmektedir.

Gülsoy vd. (2013)'de Beethoven'ın "Vierte Symphony, Op. 60" senfonisinin yüzey denklemi Minkowski uzayında bir hiperyüzey ve daha küçük ölçekli "Für Elise" eseri ise bir manifold olarak bulmuştur. Bulunan hiperyüzey denklemi ve manifold ile bu çalışmada elde edilen üç boyutlu yüzey arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum, yukarıda belirtilen yargıyı doğrular niteliktedir. Müzik eserlerinin farklı yöntemler aracılığıyla daha da geliştirilerek çözümlenmesinin; matematiksel kodlama yoluyla analizinin ve modellemesinin yapılmasının, her iki disiplin açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Müzik tarihinin farklı dönem ve stil özelliklerinde eser yazan bestecilerin eserleri geometrik modelleme yoluyla analiz edilebilir. Bestecilerin besteleme anlayışlarındaki yaklaşımlar bu yolla da incelenebilir. Aynı zamanda bu alanda uygulanabilecek farklı yöntem ve teknikler ile analiz ve geometrik modelleme yöntemleri geliştirilebilir.



## Kaynaklar

Ahmet Adnan Saygun.

[https://tr.wikipedia.org/wiki/Ahmet\\_Adnan\\_Saygun](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ahmet_Adnan_Saygun)

[https://www.turkcebilgi.com/ahmet\\_adnan\\_saygun](https://www.turkcebilgi.com/ahmet_adnan_saygun)

(Erişim:

11.06.2019).

Atalay, Bülent (2006). *Matematik ve Mona Lisa*. İstanbul: Albatros kitabevi.

Bakım, Sümeyye (2014). *Fibonacci Dizisi Ve Altın Oranın Müzik Kullanımının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi.

Bayram, Nuran (2004). *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*. Bursa: Ezgi Kitabevi.

Beytekin, Selen (2015). *Cazın Piyano Üzerinden Matematiksel Analiz ile Fraktal Geometri ile İlişkisinin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Bigerelle, Masence ve Alain Iost (2000). *Fractal Dimension and Classification of Music*. *Chaos Solitons & Fractals*, S. 11, s. 2179 - 2192.

Büyüköztürk, Şener (2002). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Demirbatır, Rasim Erol vd. (2018). "Matematiksel Kodlama Yoluyla A. Adnan Saygun'un 'İnci' Adlı Piyano Parçasının Geometrik Modellemesi". *Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı*, s. 483-492.

Devlin, Keith (2000). *The Math Gene: How Mathematical Thinking Evolved and Why Numbers Are Like Gossip*. Great Britain: Basic Books.

Doğangün, Deniz (2015). "Ahmed Adnan Saygun'un Op.31 'Viyolonsel İçin Solo Partita'sı ve Eserin 1955 Türkiye'si Sanat Hayatındaki Yeri". *İnönü University Journal of Culture and Art*, C. 1, S. 1, s. 61-69.

Gülsoy, Filiz vd. (2013). "Mathematical and Statistical Modeling of the Musical Compositions". *Balkan Journal of Mathematics*, S. 1, s. 35-43.

Kıratlı Soyberk, Duygu (2016) *Ahmet Adnan Saygun'un 'Viyolonsel İçin Partita' Adlı Eserinin Teknik İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.

Koçak, Zeynep Fidan vd. (2014). "Estetik ve Matematik" <https://www.researchgate.net/publication/267371356>

Koshy, Thomas (2001). *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications*. Canada: Wiley-Interscience Publication, s. 6-38.

Lehmann, Ingmar ve Alfred Posamentier (2007). *The (Fabulous) Fibonacci Numbers*. Prometheus Books, s. 271-291.

Mann, Alfred ve Jon Newsom (2000). *Music History from Primary Sources*, Washington: Library of Congress.

Orhan, Cihan (1995). *Matematik ve Müzik. Matematik Dünyası*, s. 6-7.

Rehding, Alexander (2003) *Hugo Riemann and the birth of Modern Musical Thought*. Cambridge University Press.

Riedweg, Christoph (2005). *Pythagoras: His Life, Teaching and Influence*. Cornell University Press.

Uçan, Ali (1994). *Müzik Eğitimi Temel Kavramlar-İlkeler-Yaklaşımlar*. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.

Wright, David (2009). *Mathematics and Music*. Department of Mathematics, Washington University, St. Louis, s. 6-13.

## EXTENDED ABSTRACT

*Music, from its most basic to the most complex element, contains various mathematical structures, and music and mathematics are two interdependent disciplines in many respects. Music consists of the selection and processing according to a certain aesthetic understanding on the expression of emotions, thoughts and designs through sounds. Mathematics, on the other hand, in parallel with the research of the competence and accuracy of intellectual knowledge, aesthetically, also investigates the accuracy of sensory knowledge, that is, beauty. It is thought that the first academic studies on these two disciplines started in the 6th century BC with the Greek philosopher and mathematician Pythagoras. The systematic structure of the relations between the voices of Pythagoras and the discovery of various numerical ratios between the frequencies of sounds is the basis of music theory. Until today, many philosophers, maths and music people have researched the relationship between these two disciplines and tried to understand the mathematical structure of music. Generally, mathematical explanations of some musical concepts such as diatonic and chromatic series, intervals, rhythm, measure, form, melody, chords, series, octave equivalence, birthdays, timbre, acoustic, equal-spaced sound system and alternative methods of chord are made.*

*Ahmet Adnan Saygun, one of the important names of the Republican Period polyphonic music in Turkey, is located in the Turkish Five. Saygun's Op. 31 'Partita for the Solo Cello' is one of the internationally recognized works of solo cello in 20th century. Saygun's Op. 31 'Partita for the Solo Cello' consists of five parts: Lento, Vivo, Adagio, Allegretto and Allegro Moderato. The fourth part of the five-part work is written in monophonic style unlike the other sections. The fourth part of all parts of Partita is different with its divine music. This part of the work was preferred for monolayer analysis because it is monophonic.*

*When the literature is examined, it is seen that the studies related to geometric modeling of musical works are not very much and the studies examined are generally composed of piano works. In this study, a Turkish composer's work which has entered into international cello literature has been especially selected. The aim of this study is to construct a geometric modeling of A. Adnan Saygun's Op.31 Partita solo violoncello (Part IV) through mathematical coding. The sound heights and time values of the selected artwork were mathematically coded and then a regression analysis was performed to find the suitable model.*

*As a result of this analysis, it is seen that the regression equation consists of a combination of algebraic, trigonometric and inverse trigonometric functions such as.*

$$z(x, y) = 1296,183 + 207,961 \arctan(10x) - 262,947 \sin(7x) + 177,088 \cos(2x) + 146,794 \cos(8x) + 272,850 \cos(10x) + 1,758 x^2 + 514,178 \left(\frac{1}{x^3}\right) - 36,142 \tan(2y) .$$

*The 3D geometric model of the obtained regression equation was drawn by using Maple 13 which is one of the most trusted software in the world as mathematical calculation, programming and modeling software in general purpose mathematical problem solving software. When the notation of the work is examined, it can be seen that the theme starts from a middle pestilian regiment, the volume gradually expands and a large sonority is reached by the use of treble registers since the second surprise. This reveals the harmony of the work and the geometric model in the auditory and visual dimensions.*