

# **AMUSE – A MUSICAL EXPERT**

## **Proje Sahibi**

Türker Erçal

## **Proje Yöneticisi**

Yrd. Doç. Dr. Ender Özcan

**TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ**  
**2005-2006 ÖĞRETİM YILI PROJE YARIŞMASI**

## ÖZET

AMUSE, genetik algoritmalar kullanarak, armonik yapısıyla ilgili birtakım bilgiler verilen bir müzik parçasının (MIDI dosyası olarak) üzerine doğaçlama melodiler üreten yazılım tabanlı bir sistemdir. İlk bakışta genetik algoritmalar, bir insanın yaratıcı düşünme sürecini gerçekler gibi gözükmez, fakat pek çok ortak yanları vardır ve genetik algoritmalar, sanatsal alanlarda önemli sonuçlar vermişlerdir. Genetik algoritmaların bu amaçla kullanılmasındaki iki temel sorun, uygun bir gösterim şekli tasarlamak ve “iyi” ve “kötü” müziği birbirinden ayırt edebilecek puanlama özellikleri tanımlamaktır. Bu raporda, projede kullanılan gösterim ve puanlama özellikleri özet biçiminde açıklanmakta ve elde edilen bazı sonuçlar verilmektedir. Sonuçlar, AMUSE'nin basit kompozisyon amaçları için kullanılabileceğini ve algoritmik kompozisyon içeren daha karmaşık bir sistem için temel oluşturabileceğini göstermiştir.

## GİRİŞ

Bir müzik eseri yazmak, yaratıcı bir süreç olarak görülür, ama “yaratıcı” kelimesi ile ne demek istenmektedir? Bu süreç neler içerir? Gerçeklenebilir mi? Bu sorular, bu projenin hayata geçirilmesinin temel motivasyonlarını oluşturmuştur. Cevaplar bulunabilir veya bulunamaz, fakat esas amacımız; bir bilgisayar programından, usta olmayan bir müzisyen ile karşılaştırılabilecek sonuçlar almaktır.

Bir müzik eserinin yaratım süreci, pek çok aşamaları kapsayabilir, ama bu sürecin içinde kesinlikle bir arama safhası vardır. Doğru notaları ve ölçüleri aramak buna bir örnek olabilir. Bu arama safhasının varlığı, kullanışsız ve uygun olmayan fikirlerin budanması için bir de ayıklama safhasının varlığını doğurmaktadır. Bu süreçlerin hepsi, genetik algoritmalarda mevcuttur. Genetik algoritmalar, büyük arama uzaylarına sahip problemlerin çözümlerindeki başarılarıyla ünlüdür. Müzik kompozisyonu da büyük bir arama uzayına sahiptir. Genetik algoritmaların bir de uygunluk fonksiyonları vardır. Bu fonksiyon, arama uzayındaki iyi sonuçları bulur ve kötü sonuçları da ayıklar. Bu özelliklerle, genetik algoritmalar, müzikal kompozisyon için uygun bir çözüm yöntemi olarak görülmektedirler.

### Temel Genetik Algoritma Adımları:

1. Rasgele bireylerle, toplumu başlat
2. Toplumdaki her bir bireyin uygunluk değerini ölç
3. Toplumun içinden uygunluk değerlerine göre iki tane ebeveyn seç
4. Yeni bireyler üretmek için ebeveynleri çaprazla
5. Yeni bireyleri, dönüşme olasılığına göre dönüştür
6. Yeni bireyleri topluma ekle
7. Eğer bütün toplum yeni bireylerle dolmuşsa devam et, değilse 3. adıma git
8. Eğer bitiş durumu sağlanmışsa devam et, değilse 2. adıma git
9. En iyi uygunluk seviyesine sahip bireyi döndür

## GENETİK ALGORİTMA BİLEŞENLERİ

### Gösterim Şekli

AMUSE'nin amacı için en uygun kromozom gösterim şekli için ilk akla gelen çözüm; basitçe her bir geni bir nota yapmak olarak düşünülebilir, fakat bu yeterli değildir ve pek çok durumda sorunlar çıkarabilir.

Böyle bir gösterim şeklinin ilk eksiği notalar için ritmik değerleri tutmamasıdır. Bu durumda her nota aynı ölçüde olacaktır. Bu problem, her bir nota için iki ayrı değer tutularak giderilebilir. Ama yine de giderilemeyen bir sorun daha vardır. Çaprazlama sırasında, her bir notanın başlangıçta sahip olduğu ritmik değer hiçbir zaman değişmeyecektir. Bu da ritmik çeşitliliğin oluşmasını engelleyecektir.

AMUSE'de genler birer tamsayıdır. Her bir genin taşıdığı sayı, gamdaki nota sırasını belirtir. Örneğin bir '4' sayısı, uygun gamdaki 4. nota anlamına gelir. Bu durumu bozan iki durum vardır. Birincisi '0' sayısıdır. 0 müzikteki "sus" anlamına gelir. Bir de bir genin alabileceği maksimum değer vardır, duruma göre değişebilir. Bu maksimum değer de kendinden önceki notayı devam ettirir.

Bu özelliklerden de anlaşılacağı gibi, AMUSE'de sadece genler bir melodi oluşturmak için yeterli değildir. Başka değişkenlerle birlikte bir anlam ifade ederler.

Bu değişkenlerden bazıları:

- geneScale : Bir tamsayı dizisidir. Her bir gene ilişkin gamı belirtir.
- genePitch : Bir tamsayı dizisidir. Gamın başladığı notayı belirtir.
- rhythmicValueOfGenes : Bir tamsayıdır. Her bir genin ritmik değerini belirtir.

Mekanizmayı biraz daha açıklamak için, aşağıdaki kromozom örneğini ve bu kromozomdan üretilen melodiyi ele alabiliriz.

### Örnek Kromozom

0	10	8	7	5	0	15	1	3	5	15	15	6	7	10	15	14	15	15	0
---	----	---	---	---	---	----	---	---	---	----	----	---	---	----	----	----	----	----	---

Değişkenlerden bazıları (Sade bir durum):

- geneScale : Major
- genePitch : C
- rhythmicValueOfGenes : 4'lük nota

Bu deęişkenlere bakarak:

- 0 “sus” eylemini gösteriyor
- 15 devam eylemini gösteriyor
- 1-14 gamdaki nota sıralarını gösteriyor

Bu örnek kromozom, yazılan özellikleri kullanarak müzikal gösterime çevrildiğinde, görünümü şu şekilde olur:

#### Elde Edilen Melodi



Bu durum sade bir durum olarak isimlendirildi, çünkü tüm melodi tek bir gam kullanılarak yaratıldı. Ama böyle olmak zorunda değil. Her bir gen farklı gam, akor ve notalarla ilişkilendirilebilir. O zaman da mekanizma yine aynı çalışır, fakat her nota, kendine uygun gamlar ve notalar kullanılarak yaratılır.

Bu gösterim şeklini kullanan kromozomlar, uygunluk hesaplamaları için kullanılabilir. Fakat bazı özellikler bu şekilde hesaplanamaz. Dolayısıyla sadece bu genotip gösterimi uygun melodiler yaratmak için yeterli değildir. Bu yüzden AMUSE, uygunluk fonksiyonunun kullanması için, pek çok değişkeni içeren bir de fenotip gösterimini barındırır. Her bir kromozomun fenotipi, uygunluk fonksiyonu çağrılmadan önce genotip ve diğer değişkenler kullanılarak oluşturulur.

Kısaca fenotip gösterimi şu değişkenlerden oluşur:

- degree : Bir tamsayı dizisidir. Gamdaki nota sırasını belirtir.
- pitch : Bir tamsayı dizisidir. Gamın başlangıç notasını belirtir.
- scale : Bir tamsayı dizisidir. Her bir elemana ilişkin gamı belirtir.
- chord : Bir tamsayı dizisidir. Her bir elemana ilişkin akoru belirtir.
- note : Bir tamsayı dizisidir. Gerçek müzikal notaları belirtir.
- rhythm : Bir tamsayı dizisidir. Her bir notanın ölçüsünü belirtir.
- phenotypeSize : Bir tamsayıdır. Üstte yazılı dizilerin uzunluğunu belirtir.

## Uygunluk Fonksiyonu

Uygunluk fonksiyonunun barındırdığı amaçlar:

- Akor Notası
- Notalar Arası İlişkiler
- Notaların Yönleri
- Sus Oranı
- Devam Oranı
- Başlangıç Notası
- Bitiş Notası
- Desen Eşleştirmesi
- Beşlisinden Fazla
- Şiddetli Süre Değişimi

Akor Notası: Kısaca, fenotipteki bir notanın, o ölçüdeki akorun içinde olup olmadığını kontrol eder.

Notalar Arası İlişkiler: Bu başlık, içerisinde beş farklı özellik barındırıyor. Ard arda gelen iki nota arasındaki ilişkileri puanlıyor. Farklı durumlar, farklı puanlar alıyor.

Notalar arası ilişkilerin içerdiği özellikler:

- Bir adım
- İki adım
- Aynı nota
- Üç adım
- Dört adım

Do majör gamında “bir adım” örneği



Do majör gamında “dört adım” örneği



Notaların Yönleri: Ard arda gelen üç nota arasındaki ilişkileri puanlar.

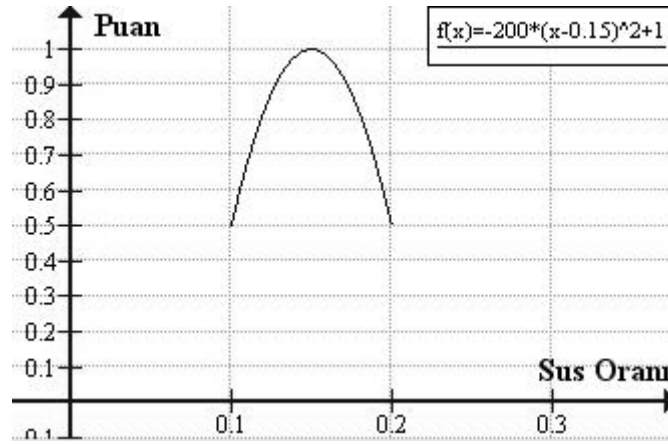
Aşağıya doğru bir melodi



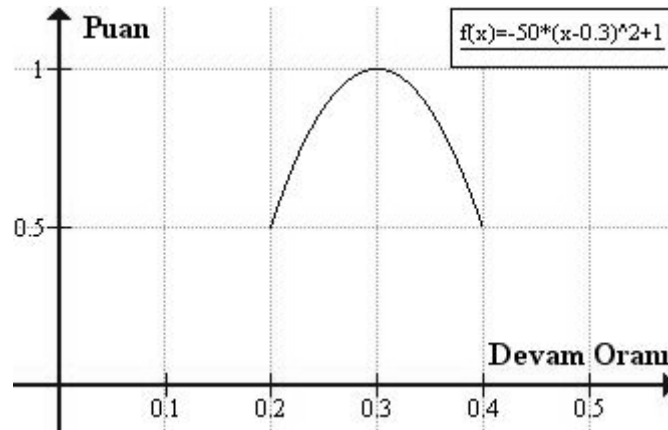
Sabit bir melodi



Sus Oranı: Melodideki susların oranını kullanıcının istediği seviyeye getirmeye çalışır. Bunun için kullanıcı girdiği değeri (bu örnekte 0.15) de kullanarak bir fonksiyon oluşturur.



Devam Oranı: Her kromozom bir önceki notanın devamını sağlayan genleri içerir. Bu genler ritmik çeşitliliği sağlar. Kullanıcının isteğine göre bu genlerin tüm genler içindeki oranı, bu özellik ile istenen (bu örnekte 0.3) seviyeye getirilir.



**Başlangıç Notası:** Bir melodinin başlangıç notasının, uygun gamın kök notası olmasını sağlar.

**Bitiş Notası:** Bir melodinin bitiş notasının, uygun gamın kök notası olmasını sağlar.

**Desen Eşleştirmesi:** Bu özellik, kullanıcı istediğinde devreye girer. Melodi içerisinde benzer nota grupları oluşturmak için kullanılır. Dinlediğimiz şarkılardaki nakaratlar gibi.

Üçerli benzer nota desenleri (aynı nota, değişik süre)



Üçerli benzer nota desenleri (aynı nota, aynı süre)



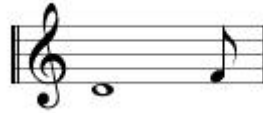
**Beşlisinden Fazla:** Ard arda gelen iki nota arasındaki özel bir ilişkiyi cezalandırıyor.

Do majör gamında “beşlisinden fazla” örneği



**Şiddetli Süre Değişimi:** Ard arda gelen iki nota arasındaki fazla süre değişimini cezalandırır.

Şiddetli süre değişimi örneği





## TESTLER VE SONUÇLARI

Bu bölümde, bir anketin sonuçları açıklanmakta. Farklı üniversitelerden 20 yaş civarı öğrencilerin katılımıyla gerçekleşen bir anket.

Anket, iki bölümden oluşuyor. İlk bölüm bir çeşit Turing Test. Birinin AMUSE, diğerinin bir amatör müzisyen tarafından üretildiği iki farklı MIDI dosyasından hangisinin insan tarafından üretildiğini anlamaya çalıştı katılımcılar.

İkinci bölümde ise AMUSE'nin uygunluk fonksiyonunun özelliklerinin işe yarayıp yaramadığı test edildi. Bunun için de 10 tane MIDI dosyasını dinleyen katılımcılar bunları 10dan 1e doğru puanladılar. Bu 10 MIDI dosyasının 5i ilk jenerasyondan, 5i de 1000. jenerasyondan alındılar. 1000. jenerasyondan alınanlar doğal olarak daha yüksek uygunluk puanlarına sahiptiler.

Anket Sonuçları (Birinci Kısım)

MIDI dosyası	İnsan	AMUSE ( Uygunluk: 0.94 )
Katılımcı1	AMUSE	İnsan
Katılımcı2	İnsan	AMUSE
Katılımcı3	İnsan	AMUSE
Katılımcı4	İnsan	AMUSE
Katılımcı5	AMUSE	İnsan
Katılımcı6	AMUSE	İnsan
Katılımcı7	İnsan	AMUSE
Katılımcı8	AMUSE	İnsan
Katılımcı9	AMUSE	İnsan
Katılımcı10	İnsan	AMUSE
Katılımcı11	AMUSE	İnsan
Katılımcı12	AMUSE	İnsan
Katılımcı13	İnsan	AMUSE
Katılımcı14	İnsan	AMUSE
Katılımcı15	AMUSE	İnsan
Katılımcı16	AMUSE	İnsan
Katılımcı17	AMUSE	İnsan
Katılımcı18	AMUSE	İnsan
Katılımcı19	AMUSE	İnsan
Katılımcı20	AMUSE	İnsan

Anket Sonuçları (İkinci Kısım)

MIDI ismi	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Katılımcı1	10	7	1	2	9	8	5	6	4	3
Katılımcı2	10	7	8	9	5	3	6	4	1	2
Katılımcı3	2	1	3	4	8	7	10	9	6	5
Katılımcı4	2	1	3	4	10	5	8	6	7	9
Katılımcı5	9	7	1	6	8	3	10	2	4	5
Katılımcı6	3	4	9	10	7	8	1	2	5	6
Katılımcı7	10	9	6	7	8	5	2	1	4	3
Katılımcı8	9	10	3	4	5	6	7	8	1	2
Katılımcı9	3	1	2	4	9	8	10	7	5	6
Katılımcı10	10	4	3	6	9	2	8	1	7	5
Katılımcı11	6	5	3	7	4	2	8	4	1	3
Katılımcı12	3	4	6	5	8	9	2	1	10	7
Katılımcı13	9	3	6	7	8	2	10	4	1	5
Katılımcı14	10	6	3	4	9	5	8	1	2	8
Katılımcı15	4	3	6	5	8	7	9	10	1	2
Katılımcı16	2	1	4	3	10	9	6	5	8	7
Katılımcı17	7	2	5	8	10	1	9	3	4	6
Katılımcı18	4	1	7	8	10	2	9	3	5	6
Katılımcı19	9	6	8	7	10	3	5	4	1	2
Katılımcı20	9	8	1	3	7	2	10	5	4	6
Toplam Puan	131	90	88	113	162	97	143	86	81	98
Uygunluk Puanı	0.92	0.3	0.29	0.94	0.94	0.27	0.94	0.24	0.17	0.9

Bu sonuçlara bakılarak, katılımcıların insan ve AMUSE arasında ayırt edemedikleri görülüyor. Çünkü %65'i ilk soruya yanlış cevap vermiş. İkinci kısmın sonuçları da yine tatmin edici. Çünkü uygunluk değerleri yüksek olan melodiler, katılımcılardan da en yüksek puanları almışlar. Dolayısıyla, uygunluk fonksiyonunun etkisi de bu şekilde kanıtlanmış oluyor.

#### İkinci kısım genel sonuçları

MIDI ismi	Toplam Puan	Uygunluk Puanı (1 üzerinden)
e	162	0.94
g	143	0.94
a	131	0.92
d	113	0.94
j	98	0.9
f	97	0.27
b	90	0.3
c	88	0.29
h	86	0.24
i	81	0.17

## SONUÇ

Bu projenin amacı, dinlenebilir ve usta olmayan bir müzisyen ile karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmektir. Yapılan anketin sonuçlarından görüldüğü üzere, bu amaç tamamlanmış olarak görülebilir. AMUSE gerçekten ilgi çekici sonuçlar üretiyor. AMUSE'yi daha önce hiç dinlememiş sıradan bir dinleyici, amatör bir müzisyen tarafından yazılmış bir doğaçlama ile AMUSE'nin sonuçlarını kolay kolay ayırt edemiyor.

Genetik algoritmalar, daha önce de bu alanda kullanılmıştı. Bu proje, genetik algoritmaların müzik alanında gösterebileceği başarıyı, bir takım yenilikler de getirerek tekrar kanıtlamış oldu. Ama, yine de bulunan bu nokta pratik amaçlar için yeterli değildir. Bu haliyle AMUSE, daha çok bir araştırma aracı olarak kullanılabilir. Çünkü usta bir besteci, daha karmaşık detaylara ve daha gerçekçi sonuçlara ihtiyaç duyar.

Daha iyi sonuçlara ulaşmak ve AMUSE'yi bir araştırma aracından daha çok, pratik bir çözüm haline getirmek için; uygunluk fonksiyonu yeniden düzenlenmeli, yeni amaçlar eklenmeli, bu amaçlarla ortak çalışacak genetik operatörler yazılmalı, şu anki akor ve gam eşleşmeleri düzenlenip yenileri eklenmeli ve bu şekilde AMUSE'nin armonik dağılımı genişletilmelidir.