

*frekans modülasyonu sentezleyicisi*

HAZIRLAYAN

Adı Soyadı : berna lara kasar

Öğrenci Numarası : 120180502

Teslim tarihi : 20/06/2021

DERS ADI : MÜZİK TEKNOLOJİLERİNDE TASARIM VE GELİŞTİRME

DERS YÜRÜTÜCÜSÜ : sair sinan kestelli

İÇİNDEKİLER

[GİRİŞ 2](#_Toc75093504)

[PROJE HAKKINDA TEMEL BİLGİLER 2](#_Toc75093505)

[MODÜLASYONUN TANIMI, TEMEL PARAMETRELERİ VE ÇEŞİTLERİ 3](#_Toc75093506)

[TANIMI 3](#_Toc75093507)

[TEMEL PARAMETRELERİ 3](#_Toc75093508)

[Modülasyon Frekansı 3](#_Toc75093509)

[Modülasyon Derinliği 3](#_Toc75093510)

[Modülasyon Aralığı 4](#_Toc75093511)

[ÇEŞİTLERİ 4](#_Toc75093512)

[FREKANS MODÜLASYONU NEDİR? 4](#_Toc75093513)

[FREKANS MODÜLASYONU (FM) SENTEZİ NEDİR? 5](#_Toc75093514)

[MAX MSP ÜZERİNDE FM SENTEZLEYİCİSİ 5](#_Toc75093515)

[ÇIKTI VE DEĞERLENDİRME 8](#_Toc75093516)

[SONUÇ 9](#_Toc75093517)

[KAYNAKÇA 10](#_Toc75093518)

# 

# GİRİŞ

Bu projeye başlamam Google’ın tasarladığı Tone/Transfer ([URL](https://sites.research.google/tonetransfer)) projesine olan ilgimle gelişti. Bu projenin ünlü vokalistler için yapılmasını ve şan eğitiminde kullanılmasını hayal ediyordum. Seslerin değişime uğraması konusu ilgimi çekiyordu. Bunun üzerine Dr. Öğr. Üyesi Sair Sinan Kestelli hocamın tavsiyesiyle en çok kullanılan sentez yöntemlerinden biri olan frekans modülasyonu sentezini araştırmaya başladım.

# PROJE HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

Başlığı: Frekans Modülasyonu Sentezleyicisi

Kısa Açıklaması:Çokça kullanılan sentezleme yöntemlerinden biri olan frekans modülasyonu sentezini başlangıç seviyesi kullanıcıların basitçe uygulayabileceği bir arayüz.

Hedefi:Ses oluşturma süreçlerini daha iyi tanıyarak kullanıcının frekans modülasyonu sentezine kullanışlı ve basit bir giriş yapmasını sağlamak. Öğretici bir araç olması hedeflenmektedir. Ev, stüdyo, sahne gibi birçok yerde kullanılabilir. Kompozisyon, performans gibi alanlarda kullanılabilir.

Bilimsel, Teknolojik ve Sanatsal Ayakları:

Bilimsel Ayağı: Sentezleme yönteminin araştırılması, dijital olarak uygulanması

Teknolojik Ayağı: Fiziksel arayüz tipinin belirlenmesi.

Sanatsal Ayağı: Bu aracın kullanım alanı her yer olabilir. Her yerde istenildiği gibi FM sentezi yapılmasını sağlar.

# MODÜLASYONUN TANIMI, TEMEL PARAMETRELERİ VE ÇEŞİTLERİ

# TANIMI

Modülasyon, bir şeyi değiştirmeyi veya kontrol etmeyi sağlayan bir etki oluşturulmasıdır. Dolayısıyla ses sentezlemek, sinyal oluşturmak ve efekt oluşturmak gibi birçok farklı işlemde kullanılabilir.

Modülasyon, temelinde, bir *carrier signal (taşıyıcı sinyal***)** ile bilgi iletecek olan *modülasyon sinyali*ni birleştirerek varyasyon yaratan bir yöntemdir. Modülasyon sinyali, bir mikrofondan gelen bir ses sinyali, basamaksal yapıya sahip dijital bir sinyal, video sinyali olabilir. Modülasyonun amacı taşıyıcı sinyaldeki bilgide iz bırakıp, taşıyıcı sinyalin bilgiyi başka bir yere taşımasını sağlamaktır. Taşıyıcı frekansın ana karakterinin işleme yansıması için modülasyon frekansları taşıyıcı frekansların altında değerlerde olur.

# TEMEL PARAMETRELERİ

Modülasyonun temel parametreleri üçe ayrılabilir. Bu parametreler modülasyon frekansı, modülasyon derinliği ve modülasyon aralığıdır.

## Modülasyon Frekansı

Modülasyon frekansı, değiştirilmek istenen sinyalin saniyede kaç defa gidip geldiğini, salındığını ifade eder.

## Modülasyon Derinliği

Modülasyon derinliği, salınan sinyalin hangi değerler arasında salınacağını belirlediğimiz değerdir. Örneğin bir sürekli -1 ve +1 arasında salınan sinüs dalgasını 10 ile çarparsak -10 ve +10 arasında salınmaya başlar. Bu durumda modülasyon derinliğimiz 10’dur.

## Modülasyon Aralığı

Modülasyon aralığı, salınan sinyalin salındığı aralıktır. Üstteki örnekteki gibi, bir sürekli -1 ve +1 arasında salınan sinüs dalgasını 10 ile çarparsak -10 ve +10 arasında salınmaya başlar. Bu durumda modülasyon derinliğimiz 10 iken modülasyon aralığımız -10 ve +10 aralığıdır.

## ÇEŞİTLERİ

Birçok modülasyon çeşidi vardır. Bu çeşitler aşağıda görüldüğü gibidir:

A picture containing text

Description automatically generated

En erken modülasyon yöntemleri “amplitude modulation” ve “frequency modulation”dır. Amplitude modulation (genlik modülasyonu) yönteminde, taşıyıcı sinyalin genliği modülasyon sinyali tarafından belirlenir. Frekans modülasyonunda ise taşıyıcı sinyalin frekansı modülasyon sinyali tarafından belirlenen faktördür.

# FREKANS MODÜLASYONU NEDİR?

Frekans modülasyonu (FM), modülasyon sinyalinin, taşıyıcı sinyalin anlık frekans değerini belirlediği bir analog modülasyon çeşididir. Telekomünikasyon, radyo, sinyal işleme gibi birçok alanda kullanılır. Dijital ortamda ise *frequency-shift keying* yöntemi ile frekans modülasyonu yapılabilir.

FM genel olarak radyo yayıncılığında kullanılır. AM’den daha çok kullanılmasının sebebi signal-to-noise ratio’sunun daha büyük olması, dolayısıyla da *radio-frequency interference (aka. electromagnetic interference) (radyo frekans paraziti)* durumlarına rastlamamasıdır. Bu sebeple çoğu müzik yayını FM üzerinden yapılır.

# FREKANS MODÜLASYONU (FM) SENTEZİ NEDİR?

Frekans modülasyonu sentezi, bir sesin frekansını başka bir ses ile modüle ederek karmaşık ton elde etmeye yarayan bir sentezleme yöntemidir. Algoritması 1967’de Stanford Üniversitesi’nde çalışan John Chowning tarafından geliştirilmiştir. Bu algoritma, Yamaha tarafından lisanslanmış, 1974’te ilk prototipte, ilk ticari ürün olarak da 1980’de GS-1 sentezleyicisinde kullanılmıştır. Daha sonra 1983’te Yamaha DX-7 sentezleyicisinde kullanılması ile beraber popülerleşmiştir.

Eksiltmeli (subtractive) sentezlemelerde dalga üreten bir osilatör, frekansları ayıran bir filtre ve sese ana özelliklerini veren bir zarf değeri vardır. FM’de ise birçok dal vardır ve ses, bu dallarla birbirine geçer. FM sentezinde algoritma değiştirildiğinde, sinyal yolu da değiştirilmiş olur. Bu durumda hem armonik hem de inarmonik sesler elde edilebilir. Armonik sesler elde edebilmek için taşıyıcı sinyal ile modülasyon sinyalinin arasında armonik bir ilişki olması gereklidir. Frekans modülasyonu oranı arttıkça ses karmaşıklaşır.

# MAX MSP ÜZERİNDE FM SENTEZLEYİCİSİ

Proje için ilk yapılan çalışma Max MSP üzerinde frekans modülasyonu sentezleyicisi yapılması ve sesler üzerinde çalışılmasıdır. 20 adet *preset* hazırlanmıştır. Bunların ilk 10’unun değişkeni *harmonicity* değeridir. 1’den 10’a kadar harmonicity birer birer artmaktadır. Modülasyon indeksi ve genlik değerleri ilk bakışta sabit olup kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Taşıyıcı frekans, dalga tipi, süre gibi parametrelerin değişimi kullanıcının inisiyatifine bırakılmıştır. Sonraki 10 parametrenin Diagram

Description automatically generateddeğişkeni modülasyon indeksinin şeklidir.

Bu ilk çalışmadan sonra hazırlanacak *preset*lerin türleri belirlenmiş, kullanılacak değişkenler seçilmiştir. Ses zarfının hem line~ hem de adsr~ objesi ile kontrol edilebilme imkânı sağlanmıştır. line~ objesi de adsr~ objesi de genlik zarfı oluşturmaya yarar. line~ objesine bir mesaj verildiğinde o değere, mesajda belirtildiği sürede gider. line~ objesi function objesi ile çalışabilir. function objesi çizerek genlik belirlemeye yarar. adsr~ objesinde attack, decay, sustain, release olmak üzere dört adet değer yazarak zarf belirlenir. adsr~ tetiklenme ile çalışır. 1 gönderince sustain’e kadar gider, çekince release’e iner. Yani line~ objesinin aksine iki farklı mesajla çalışır. Bu iki obje de durumlara göre diğerinden daha kullanışlı olabilir. Bu sebeple sentezleyicide bu iki dinamiğin de kontrol edilebilir olması kullanışlılık açısından değerlendirildiğinde gerekli görülmüştür.

Kullanıcıya ses üretiminde basit bir başlangıç noktası hazırlamak adına her birinde 10 adet preset bulunan 6 kategori hazırlanmıştır. *FM tone settings* başlığı altındaki ilk kategoride presetler soldan sağa *Dull* ve *Bright* skalası arasında ilerlemektedir. Sesler soldan sağa mattan parlağa gitmektedir. İkinci kategori *Low modulation index* ve *High modulation index* arasında ilerlemektedir. Arayüzün sol üstündeki *Modulation Index* parametresinin her preset’te artması sonucu oluşturulmuştur. Üçüncü kategoride presetler *Short Duration* ve *Long Duration* arasında ilerlemektedir. Yine arayüzün sol üstünde bulunan *Duration* parametresinin her preset’te artması sonucu oluşturulmuştur.

*Sound type settings* başlığı altındaki *Iterative Sounds* kategorisinde *Play a note* ile tetiklendiği durumda tekrarlı olacak sesler bulunmaktadır. Klavye de kullanılabilmektedir fakat şu an line~ objesinin tetiklediği zarf için tasarlanmıştır. İkinci kategori *Sustained Sounds*’da sürekli sesler bulunmaktadır. Üçüncü kategori *Impulsive Sounds*’da ise düşük ataklı sesler bulunmaktadır. *Sound type settings*, *FM tone settings*’in aksine belli bir sıra ve düzenle gitmemektedir. Buradaki seslerin amacı kullanıcıya basit bir başlangıç noktası vermektir.

Kullanıcının kullanımına sunulan parametreler tetiklenmesi durumunda seçilen notayı çalan *Play a note*, bu notanın süresini belirleyen *Duration*, modülasyon indeksini belirleyen *Modulation Index*, aynı parametrenin çizilebilen versiyonu, yine *Modulation Index*, genlik zarfının çizilmesini sağlayan *Amplitude*, adsr~ objesinin değerlerini kontrol eden *Attack*, *Decay*, *Sustain* ve *Release*, dalga tipinin seçilmesini sağlayan *off*, *saw*, *tri* ve *cycle*, klavye, presetler, volüm ve mute/unmute parametreleridir. Bunlar için Adobe XD programında taslak bir arayüz tasarımı hazırlanmıştır.

Graphical user interface, text

Description automatically generated

*Adobe XD programında hazırlanan arayüz.*

Sentezleyicinin kullanıcı kullanımına çıktığı takdirde kullanılmasının düşünüldüğü bu arayüzden yola çıkarak Max MSP programının *Presentation Mode* kısmında kullanılabilir bir arayüz tasarlanmıştır.

Graphical user interface, application

Description automatically generated

*Max MSP Presentation Mode üzerindeki arayüz.*

# ÇIKTI VE DEĞERLENDİRME

**Proje Dosyası Klasörü**

<https://drive.google.com/drive/folders/1WsDNsmAubaj_QFuwqqYP3abgZn9hiGm5?usp=sharing>

Projedeki parametrelerin ve kullanıcıya sunulan değişkenlerin yeterli olduğunu, presetlerde oluşturduğum seslerin onlardan yola çıkılarak yeni sesler oluşturmaya teşvik edici olduğunu düşünmekteyim. Projeyi başlangıç seviyesindeki bir kullanıcının kolayca kavrayabileceği bir sentezleyici olarak planlayarak başlamıştım fakat başlangıç seviyesinden daha karmaşık olduğu varsayımında bulunmaktayım. Presetlerdeki sesleri beğensem de eksik olduklarını ve geliştirilebileceklerini düşünmekteyim.

# SONUÇ

Frekans modülasyonu sentezleyicisi tasarlama projesinin tasarım sürecinde modülasyonun ve frekans modülasyonun ne olduğu, modülasyon çeşitleri ve parametreleri, frekans modülasyonu sentezinin temel prensipleri, nasıl yapıldığı, bu sentezin ne gibi sesler oluşturabildiği, frekans modülasyonu sentezi yapan sentezleyici örnekleri, Max MSP üzerinden yapımı, kullanıcı arayüzü tasarımı, kullanıcı tecrübesi için neler yapılabileceği gibi konular hakkında bilgi sahibi oldum.

Sentezleyicinin tasarımının ilerletilmesi ve sentezleyicinin kullanıma çıkması durumundapresetlerin genişletilmesi, *Iterative Sounds* kategorisinin klavye ile de çalınabilecek bir hale getirilmesi, tüm yapılanların Adobe XD programında tasarlanan arayüze atanması ve kullanımının kolaylaştırılması gibi ilerlemeler uygulamayı düşünmekteyim.

# KAYNAKÇA

URL-1: <https://www.taitradioacademy.com/topic/how-does-modulation-work-1-1/>

URL-2: <https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_modulation>

URL-3: <https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_modulation_synthesis>

URL-4:<https://support.apple.com/guide/logicpro/frequency-modulation-fm-synthesis-lgsife418213/mac>

URL-5: <https://www.musictech.net/guides/essential-guide/how-fm-synthesis-works/>

URL-6: <https://www.youtube.com/watch?v=OOdCH_h6A8s>

URL-7: <https://cdn.korg.com/us/support/download/files/f160e38a8112b463f6546dad35091bd5.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%2A%3DUTF-8%27%27volca_fm_OM_EFGSCJ5.pdf&response-content-type=application%2Fpdf%3B>

URL-8: <https://usa.yamaha.com/files/download/other_assets/5/1162395/modx6_modx7_modx8_en_om_a0.pdf>