

GÖRÜŞ ÖTESİ

NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

09 ŞUBAT 2026

ELAZIĞ





▶ **AKUSTİK GÖZ**

▶ **Görüş Alanı Dışı (NLOS) Ortamlarda Ses Sinyalleri Kullanılarak İsi Haritalandırması ile Canlı Varlık Tespiti**

▶ **Alperen KAÇAR (Doktora Öğrencisi, Bursiyer)**
Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yazılım Mühendisliği Anabilim Dalı

PROJE AMAÇ VE HEDEFLERİ

NLOS (Görüş Dışı) probleminin tanımı, kuramsal çerçeve ve projenin temel çözüm vizyonu.

01

FİZİKSEL MODÜL KATMANI

Çok kanallı akustik sensör dizisi, donanım mimarisi ve deneysel veri toplama ortamı.

02

SİNYAL ÖN İŞLEME

Ham sinyallerin filtrelenmesi, gürültüden arındırılması ve sürdürülen-onset (ToA) analizi.

03

ÖZNETELİK ÇIKARIMI

İşlenmiş sinyallerden ayırt edici enerji, zaman ve frekans karakteristiklerinin elde edilmesi.

04

ISI HARİTALANDIRMA

Veri füzyonu ile elde edilen özneteliklerin uzaysal akustik yoğunluk matrislerine dönüştürülmesi.

05

SINIFLANDIRMA

Oluşturulan ısı haritaları üzerinden Derin Öğrenme (CNN) modelleriyle hedef ve canlı tespiti.

06

PROJENİN YAYGIN ETKİSİ

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, akademik katkılar ve potansiyel kullanım alanları.

07





BÖLÜM

01

PROJE AMAÇ VE HEDEFLER



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

AKUSTİK SES SİNYALLERİ

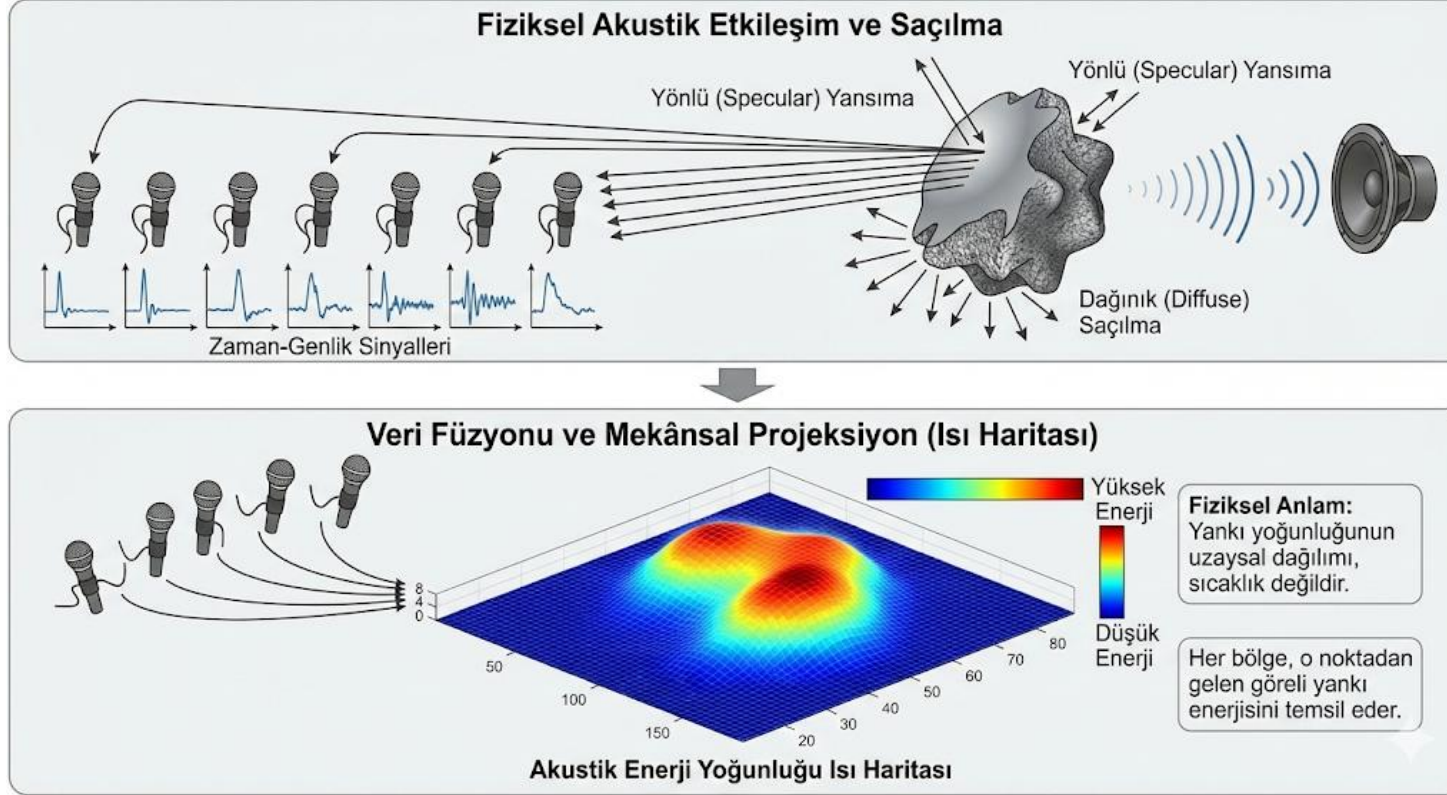
Ses dalgaları, yayılım süreçleri sırasında çevredeki nesnelere etkileşime girerek **yansımaya, kırınım ve soğurulma** gibi temel fiziksel olaylara maruz kalır.

Bu etkileşimler, **ortamın geometrik ve malzeme** özelliklerine bağlı olarak ses dalgalarının **zamansal ve mekânsal karakteristiklerini** belirler.

Söz konusu fiziksel prensipler, yalnızca klasik akustik problemlerde değil, aynı zamanda çevresel algılama ve konum belirleme süreçlerinde de kritik bir rol oynamaktadır.

Özellik	Yansımaya (Reflection)	Saçılma (Scattering)	Kırınım (Diffraction)
Yüzey/Engel Yapısı	Düzensiz, pürüzsüz, geniş yüzeyler.	Pürüzlü yüzeyler veya küçük nesnelere.	Keskin kenarlar, köşeler veya yarıklar.
Yönelim	Belirli bir yöne (Açı kuralına uyar).	Çok yönlü, dağınık ve rastgele.	Engelin arkasına doğru bükülme.
Enerji Yoğunluğu	Yüksek (Enerji korunur).	Düşük (Enerji geniş alana yayılır).	Mesafeyle hızla azalır.
Proje Karşılığı	Alüminyum Levha (Ayna Etkisi)	İnsan Hedefi (Doku Etkisi)	Sesin Engel Arkasına Sızması

AKUSTİK SES SİNYALLERİ



Akustik ses dalgaları, bir hedef yüzeyle etkileşime girdiklerinde, yüzeyin geometrik ve yapısal özelliklerine bağlı olarak farklı yansımaya karakteristikleri sergilemektedir.

Düzgün ve sert yüzeylerde yansımaya büyük ölçüde yönlü (specular) bir davranış gösterirken;

canlı dokular veya geometrik olarak düzensiz yüzeyler, enerjinin daha geniş açılara dağıldığı dağınık (diffuse) yansımalara neden olmaktadır.

Bu fiziksel farklılık, geri dönen yankı sinyallerinin uzay-zaman dağılımını doğrudan etkilemektedir.

BİYOLOJİK YAŞAM İLHAMI- BİYOTAKLİT

Doğada bazı canlı türleri, özellikle **yarasalar**, çevrelerini görsel algı yerine **ekolokasyon** adı verilen biyolojik bir mekanizma ile algılamaktadır.

Bu canlılar, yayımladıkları ses dalgalarının çevredeki nesnelere yansıyan bileşenlerini analiz ederek nesnelerin konumunu, mesafesini ve yapısal özelliklerini ayırt edebilmektedir.

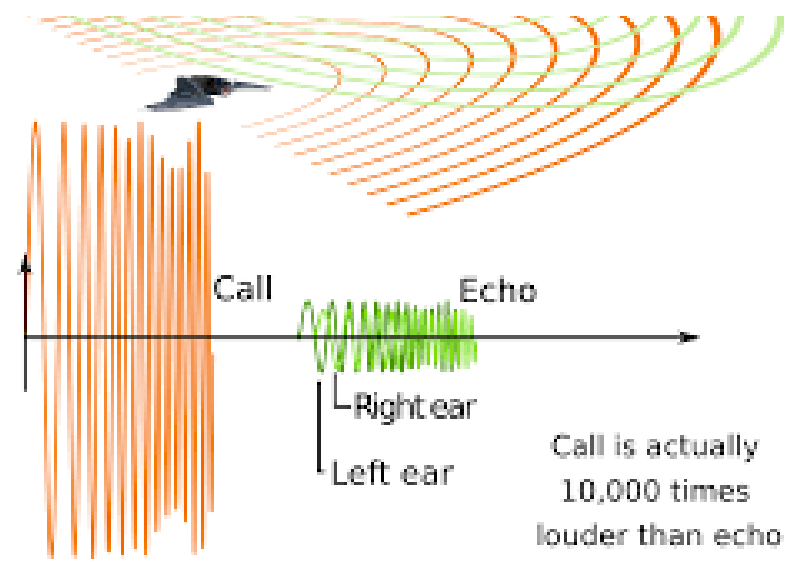
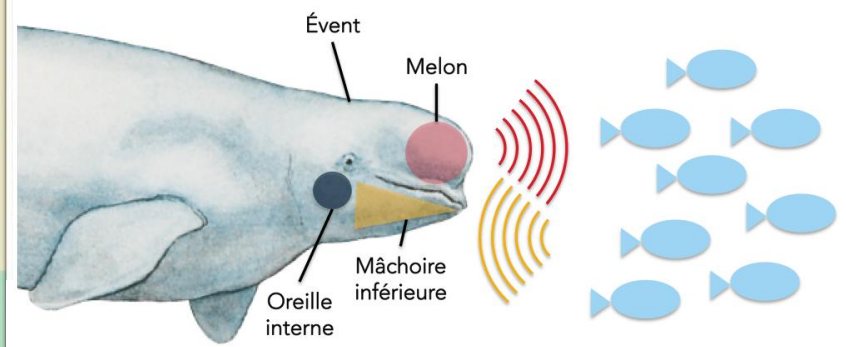
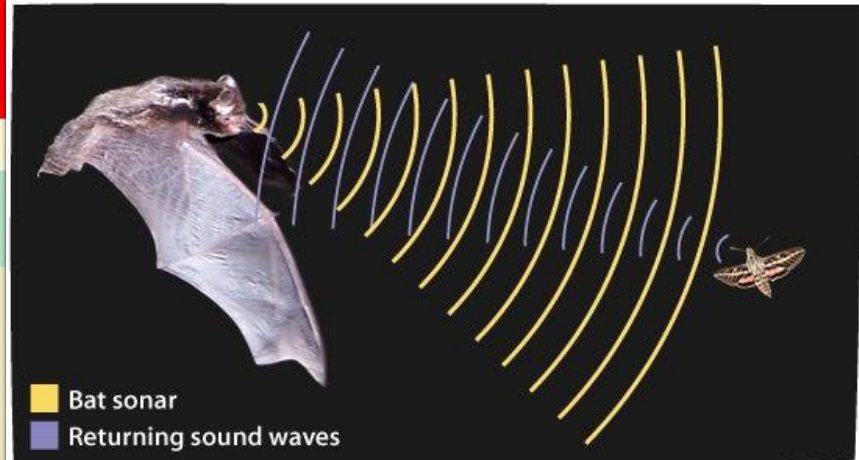
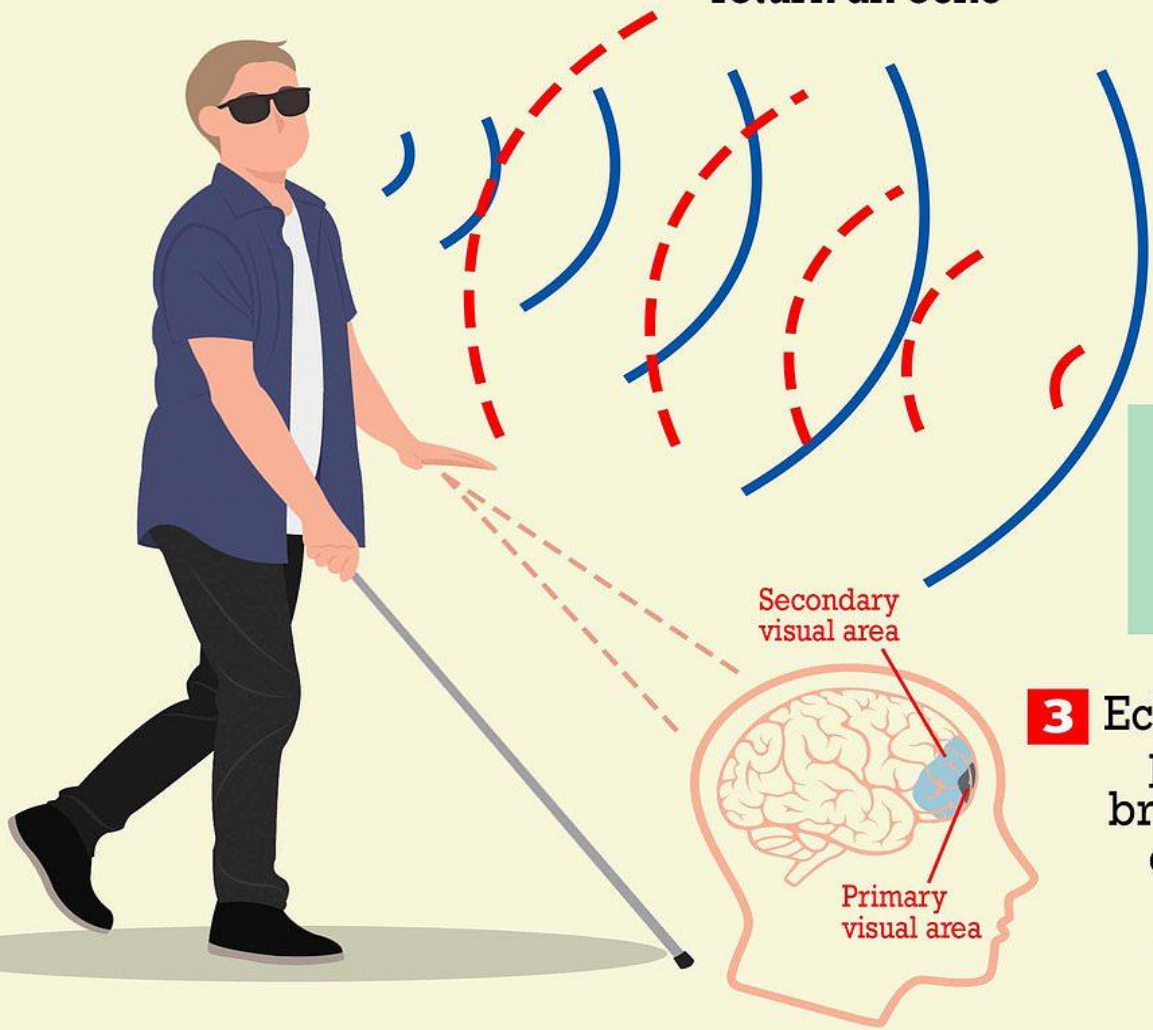
Bu biyolojik süreç, mühendislik literatüründe biyotaklit (biomimetics) yaklaşımı kapsamında ele alınmakta ve doğadaki etkin algılama mekanizmalarının mühendislik sistemlerine uyarlanmasına ilham vermektedir.

How does 'click echolocation' work?

1 The clicking noise from a person's tongue creates sound waves

2 These then bounce off objects in the environment and return an echo

3 Echo activates the visual processing area in the brain and allows trained echolocators to create three-dimensional 'images' in their mind



TEMEL AMAÇ



Bu biyolojik prensipten esinlenen bu çalışma, doğrudan görüş hattı bulunmayan (Non-Line-of-Sight, NLOS) ortamlarda, ses dalgaları kullanılarak canlı veya nesne varlığının tespit edilmesini amaçlayan yenilikçi bir akustik algılama yaklaşımı sunmaktadır.

Sistem kapsamında, (1) aktif olarak üretilen akustik sinyaller bir (2) yansıtıcı yüzey aracılığıyla görüş hattı dışındaki bölgelere yönlendirilmekte; bu bölgede bulunan (3) potansiyel hedeflerden geri dönen yankılar (4) çoklu mikrofön dizileri kullanılarak kaydedilmektedir.

GENEL AMAÇ

Akustik algılama, veri füzyonu ve yapay zekâyı hem teorik hem de deneysel düzeyde entegre etmek.

Genel hedef, akustik algılama süreçlerini veri füzyonu ve yapay zekâ yöntemleriyle bütünleştirerek bu üç alanın teorik temellerini deneysel doğrulamalarla bir araya getiren kapsamlı bir çerçeve oluşturmaktır.

Bu entegrasyon, çoklu sensörlerden toplanan akustik yankı verilerinin bütüncül analizini mümkün kılarak, karmaşık ve görüş hattı dışı ortamların daha güvenilir, ölçeklenebilir ve yorumlanabilir şekilde modellenmesini amaçlamaktadır.

PROBLEM TANIMI VE MOTİVASYON: NLOS ZORLUĞU

Görüş hattı bulunmayan (Non-Line-Of-Sight, NLOS) ortamlarda ses sinyallerinin geri yansıma yoluyla elde edilmesi, çoklu yansıma, saçılma ve gürültü etkileri nedeniyle yüksek belirsizlik içeren bir canlı varlık tespiti problemine yol açmaktadır.

Akustik ölçümler, farklı fiziksel algılama mekanizmalarına sahip olmalarına rağmen, tekil sensör veya tekil sinyal temelli yaklaşımlar kullanıldığında bu belirsizliği yeterince azaltamamaktadır. Mevcut çalışmalarda, geri yansıma verilerinin birlikte değerlendirilmesine yönelik veri füzyon yaklaşımları sınırlı kalmakta ve bu verilerin hangi seviyede (veri, özellik veya karar) nasıl bütünleştirileceğine dair yöntemsel bir netlik bulunmamaktadır.

Dolayısıyla temel problem, NLOS koşullarında elde edilen akustik geri yansıma verilerinin belirsizliği azaltacak, tamamlayıcılığı arttıracak ve güvenilir canlı varlık tespiti sağlayacak biçimde veri füzyon süreci içerisinde nasıl entegre edilmesi gerektiğinin açık olmamasıdır.



BÖLÜM

02

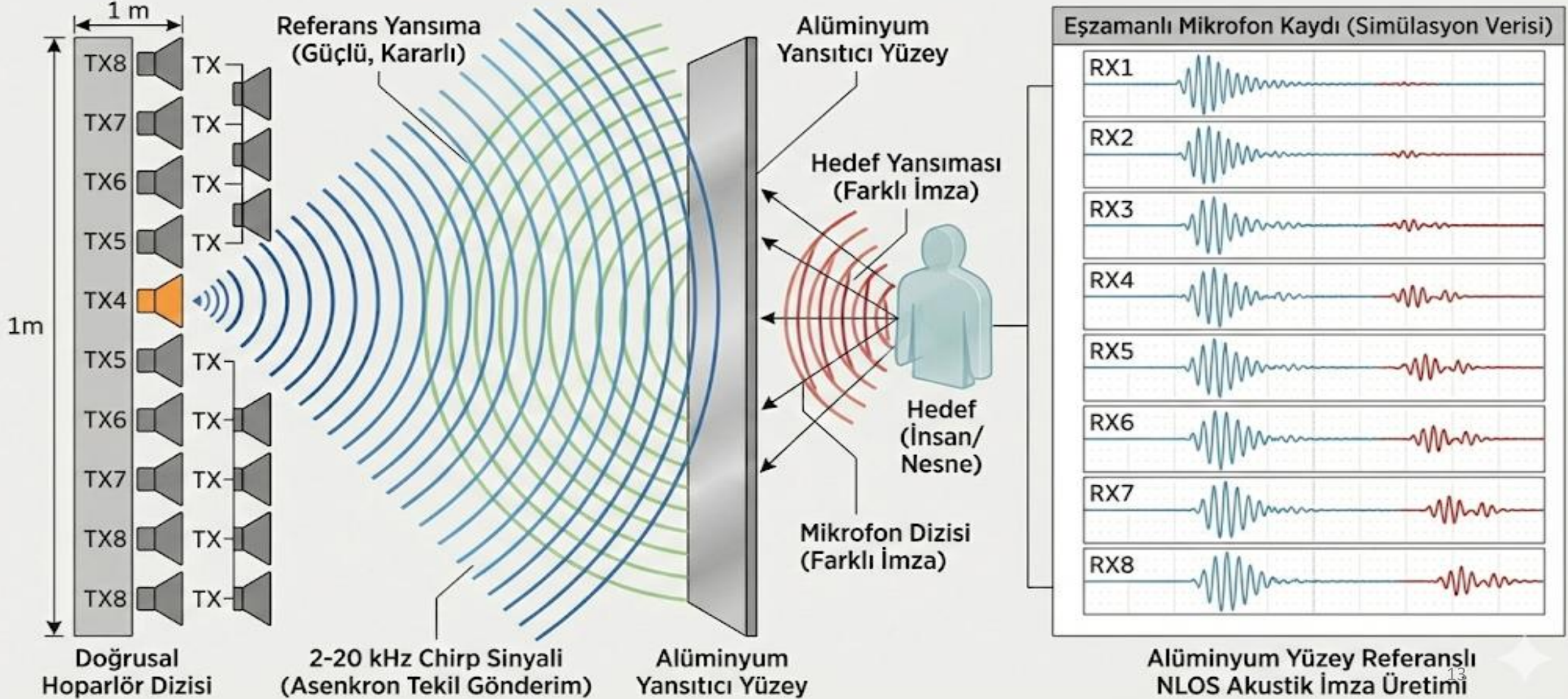
FİZİKSEL MODÜL KATMANI



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

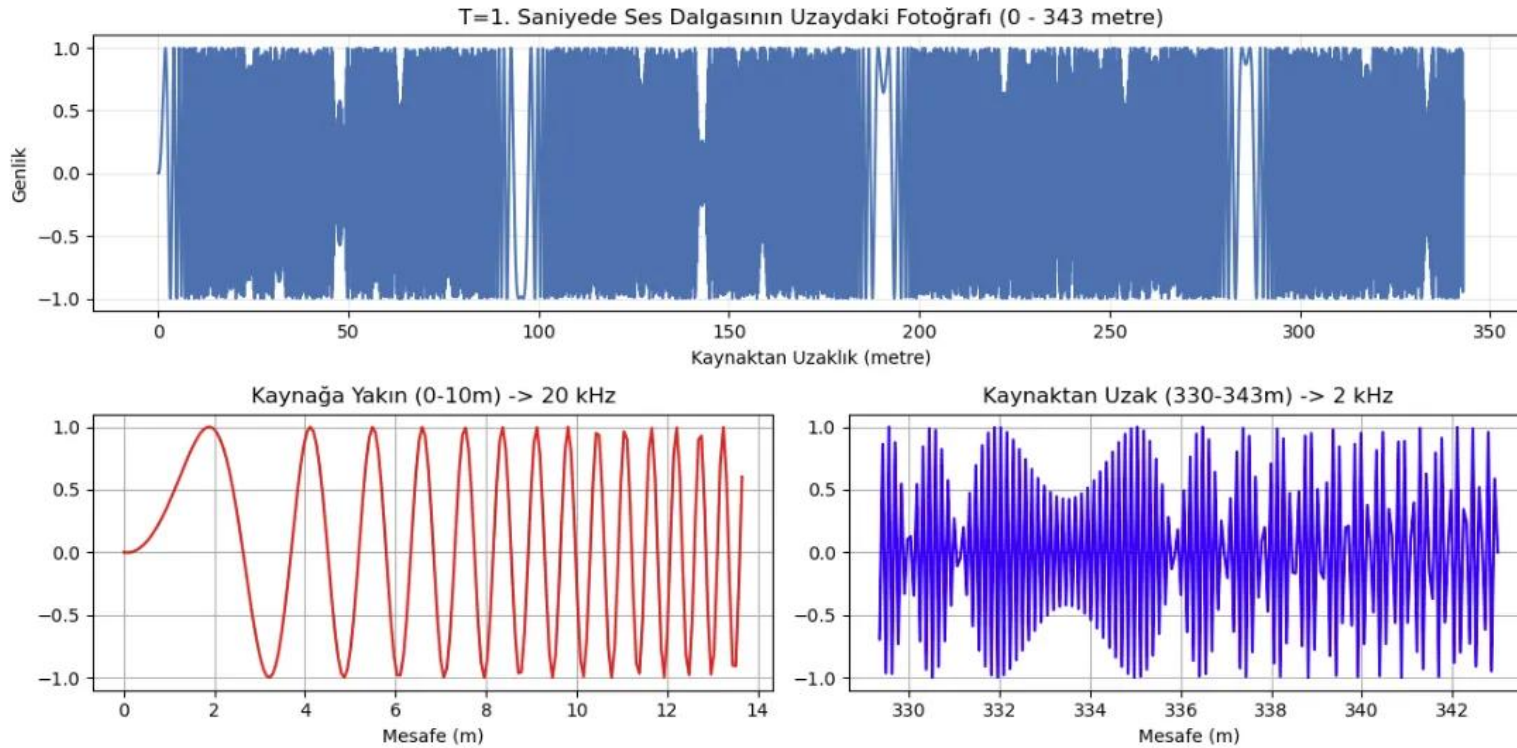
GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

Akustik Etkileşim Üretimi



AKUSTİK SİNYAL ÜRETİMİ

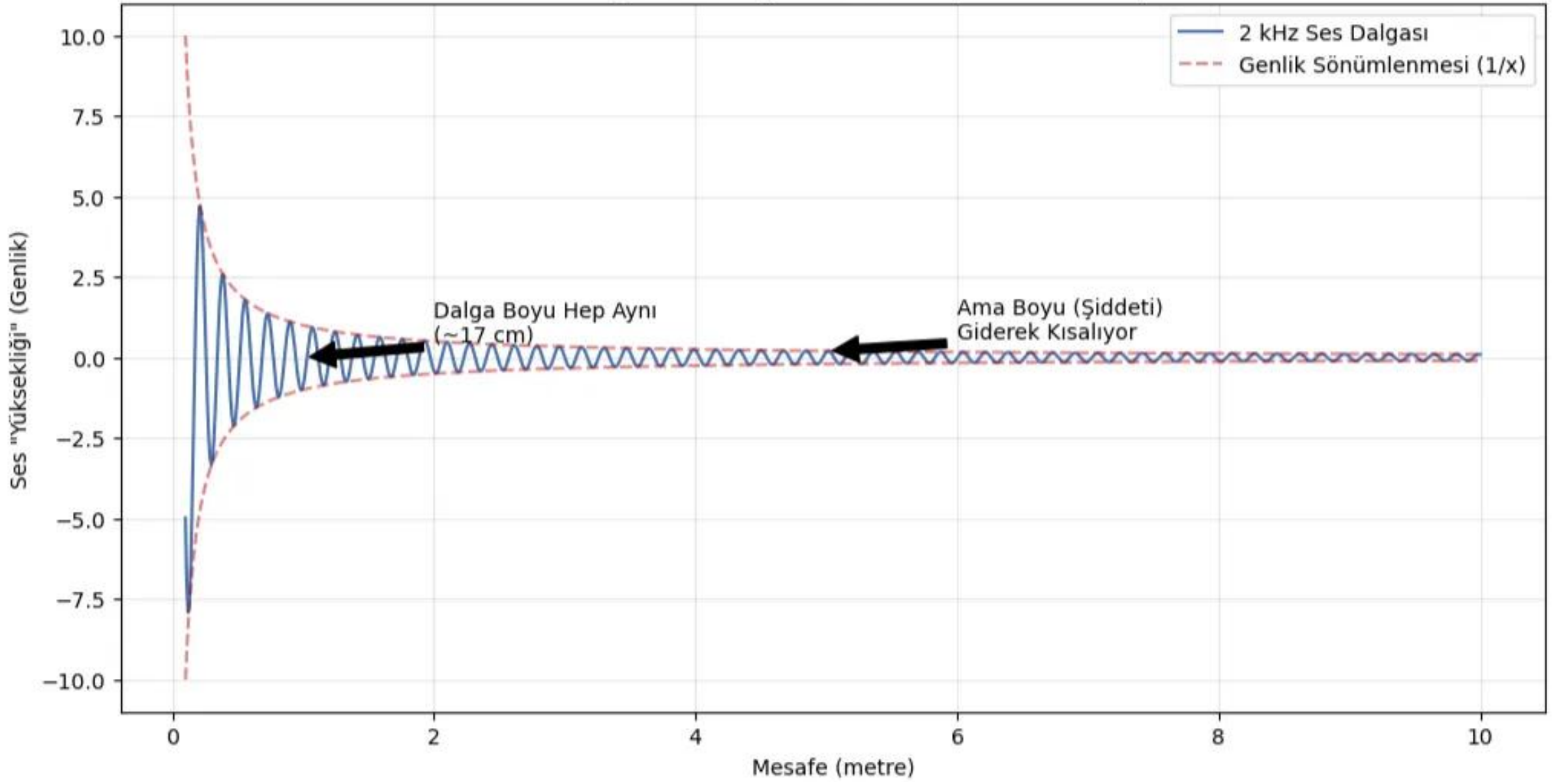
Veri üretim aşamasında, **1 metre uzunluğunda doğrusal bir düzlem üzerine yerleştirilmiş sekiz adet hoparlörden kısa süreli chirp sinyalleri gönderilmiştir. Gönderim süreci, her bir hoparlörün belirli zaman aralıklarında tekil olarak aktif hâle getirildiği asenkron bir olay döngüsü şeklinde tasarlanmıştır.** Bu yapı sayesinde her gönderim olayında yalnızca bir hoparlör ses üretirken, sekiz mikrofon eşzamanlı olarak yankı sinyallerini kaydetmiştir.



2Khz - 20 KHz sinyal gönderiminin temel amacı nedir ?

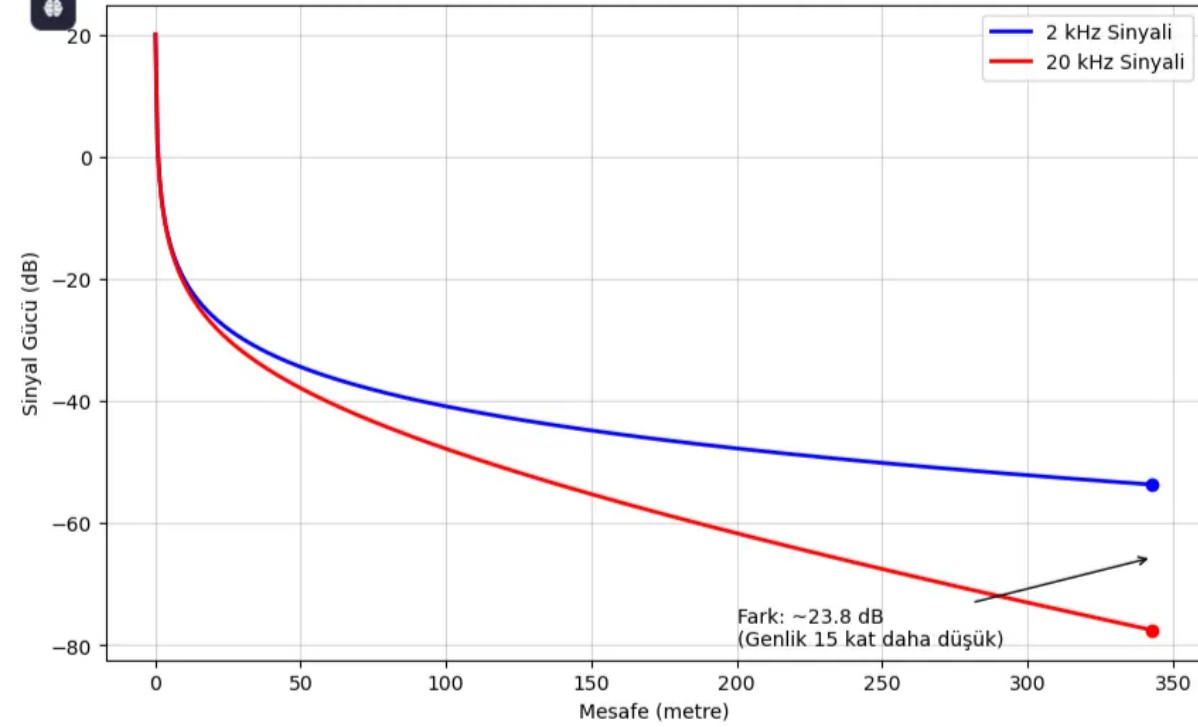
“2-20 kHz frekans aralığında üretilen chirp sinyalleri, yüksek zaman çözünürlüğü, artırılmış işleme kazancı ve hedef-yüzey etkileşimlerine duyarlı akustik imza üretimi sağlayarak, NLOS koşullarında yankıların güvenilir biçimde ayrıştırılmasını amaçlamaktadır.”

Ses Dalgasının Uzaydaki Hareketi (Sabit Frekans)

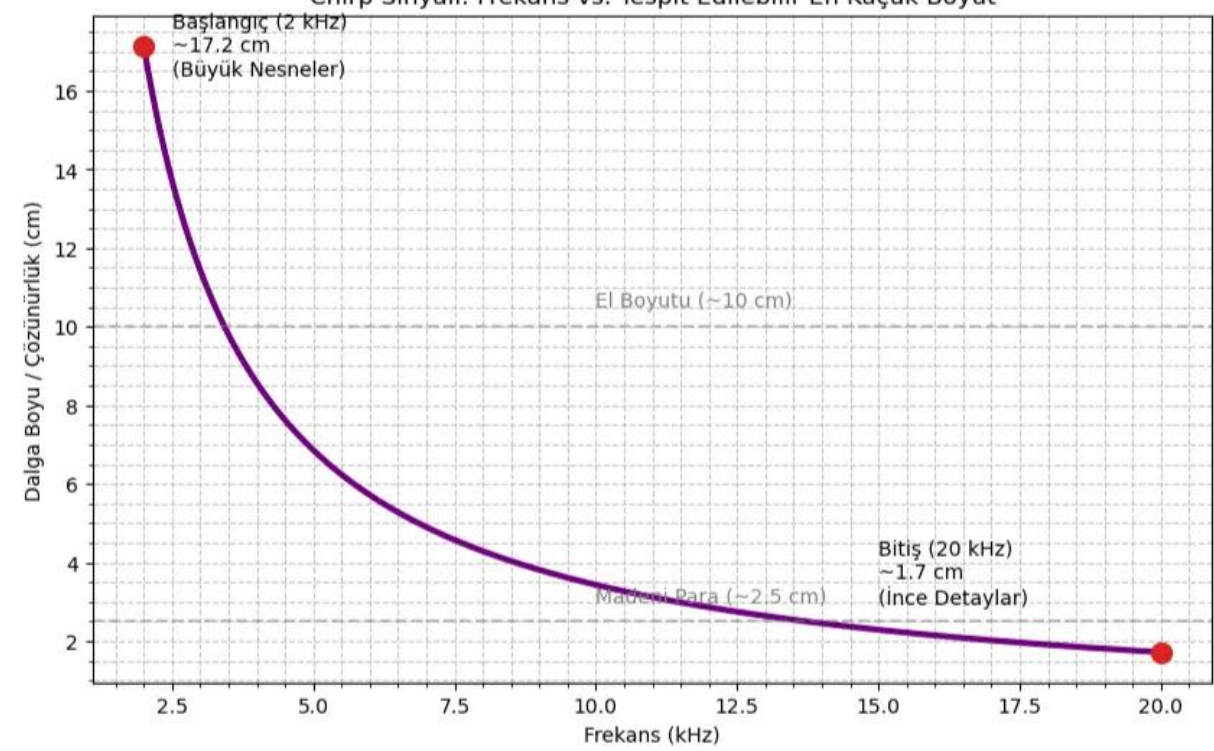


Hesaplanan Dalga Boyu: 17.15 cm
1. Metredeki Güç: 1.0 birim ise
343. Metredeki Güç: 0.00292 birim

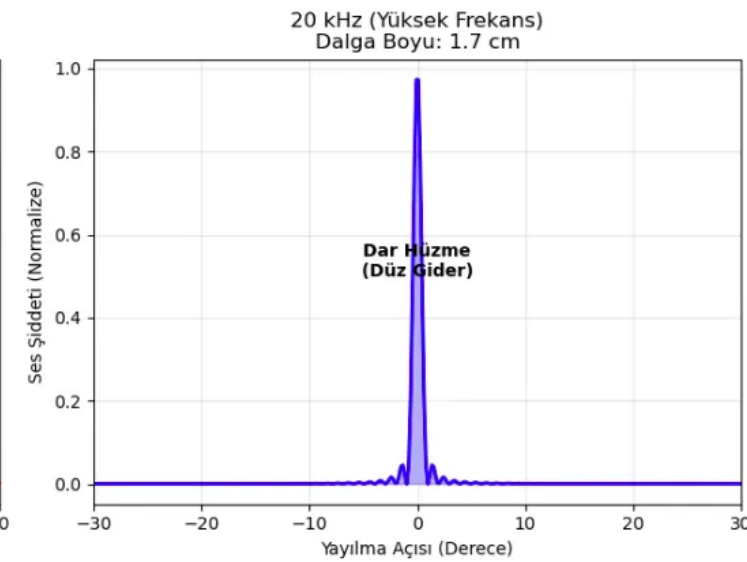
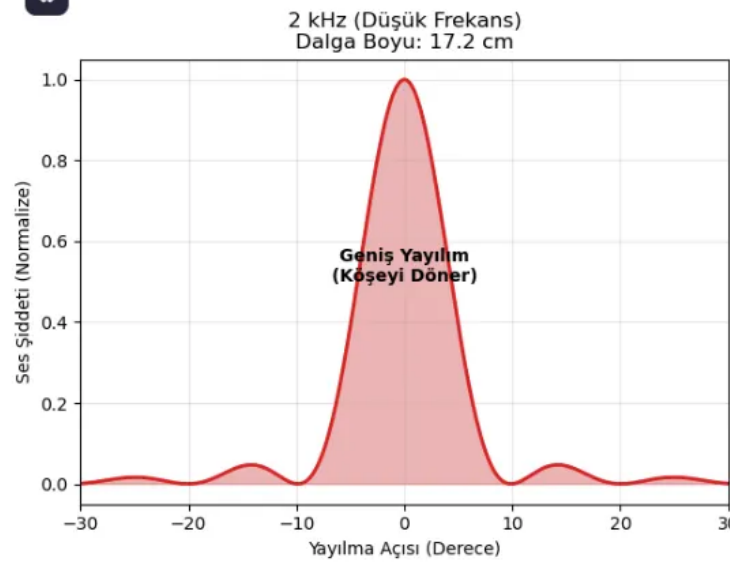
1 Saniyelik Yolculukta Sinyal Gücü Kaybı (2 kHz vs 20 kHz)



Chirp Sinyali: Frekans vs. Tespit Edilebilir En Küçük Boyut



1 Metrelik Kapıdan Geçen Sesin Yayılımı (Kırınım)



AKUSTİK ETKİLEŞİM ÜRETİMİ

Alüminyum Yansıtıcı Yüzey ve Hedeften Yansıma

Akustik etkileşim süreci, önerilen sistemin temel çalışma mekanizmasını oluşturmaktadır. **Hoparlör dizisi tarafından üretilen chirp tipi ses sinyalleri, deney ortamında konumlandırılmış alüminyum yansıtıcı yüzeye ulaşarak yansıma ve saçılma olaylarına maruz kalmaktadır. Bu yüzey, bir yandan güçlü ve kararlı bir referans yansıma kaynağı oluştururken, diğer yandan ses dalgalarının görüş hattı dışı (Non-Line-of-Sight, NLOS) bölgelere yönlendirilmesini sağlayan ikincil yayılım yollarının oluşumuna aracılık etmektedir.**

Yansıma süreci boyunca ses sinyalinin enerji dağılımı, varış zamanı (Time-of-Arrival, ToA) ve faz karakteristiklerinde meydana gelen değişimler, ortamda bir hedefin (insan veya nesne) varlığına ve konumuna ilişkin dolaylı bilgiler içermektedir. Özellikle hedef yüzeylerinden geri dönen yankılar, alüminyum yüzeyden elde edilen temel yansımalarla karşılaştırıldığında farklı genlik ve faz özellikleri sergileyerek ayırt edici bir akustik imza farklılığı oluşturmaktadır.

VERİ TOPLAMA VE KAYIT

8 Mikrofon ile Eşzamanlı Kayıt Süreci

Akustik yansımaların güvenilir biçimde değerlendirilebilmesi için, ortamdaki geri dönen sinyallerin senkronize olarak kaydedilmesi kritik öneme sahiptir.

Bu amaçla, 1 metre uzunluğundaki platform üzerine yerleştirilmiş sekiz adet mikrofon kullanılarak, hoparlör dizisi tarafından üretilen chirp sinyallerinin yansımaları eşzamanlı olarak kaydedilmiştir.

Her mikrofon kanalı, aynı fiziksel olayın farklı bir uzaysal perspektifini temsil eden bağımsız bir akustik iz üretmektedir.



BÖLÜM

03

SİNYAL ÖN İŞLEME



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

SİNYAL ÖN İŞLEME

Akustik olay analizinde standart ve kritik bir ön işleme (pre-processing) adımıdır. Sinyali TOA (varış zamanı) tespiti ve enerji özniteliklerinin çıkarılması için hazırlar.

A-1. Butterworth Band-pass Filtresi

Mikrofonlar aracılığıyla kaydedilen akustik sinyaller, hedef olaya ait yankı bileşenlerinin yanı sıra çevresel ve sistem kaynaklı çok sayıda istenmeyen frekans bileşeni de içermektedir. Bu çalışmada gönderilen uyarım sinyali 2–20 kHz frekans aralığında tanımlı bir chirp dalgası olduğundan, yararlı akustik bilginin de bu bant içerisinde yer aldığı kabul edilmiştir.

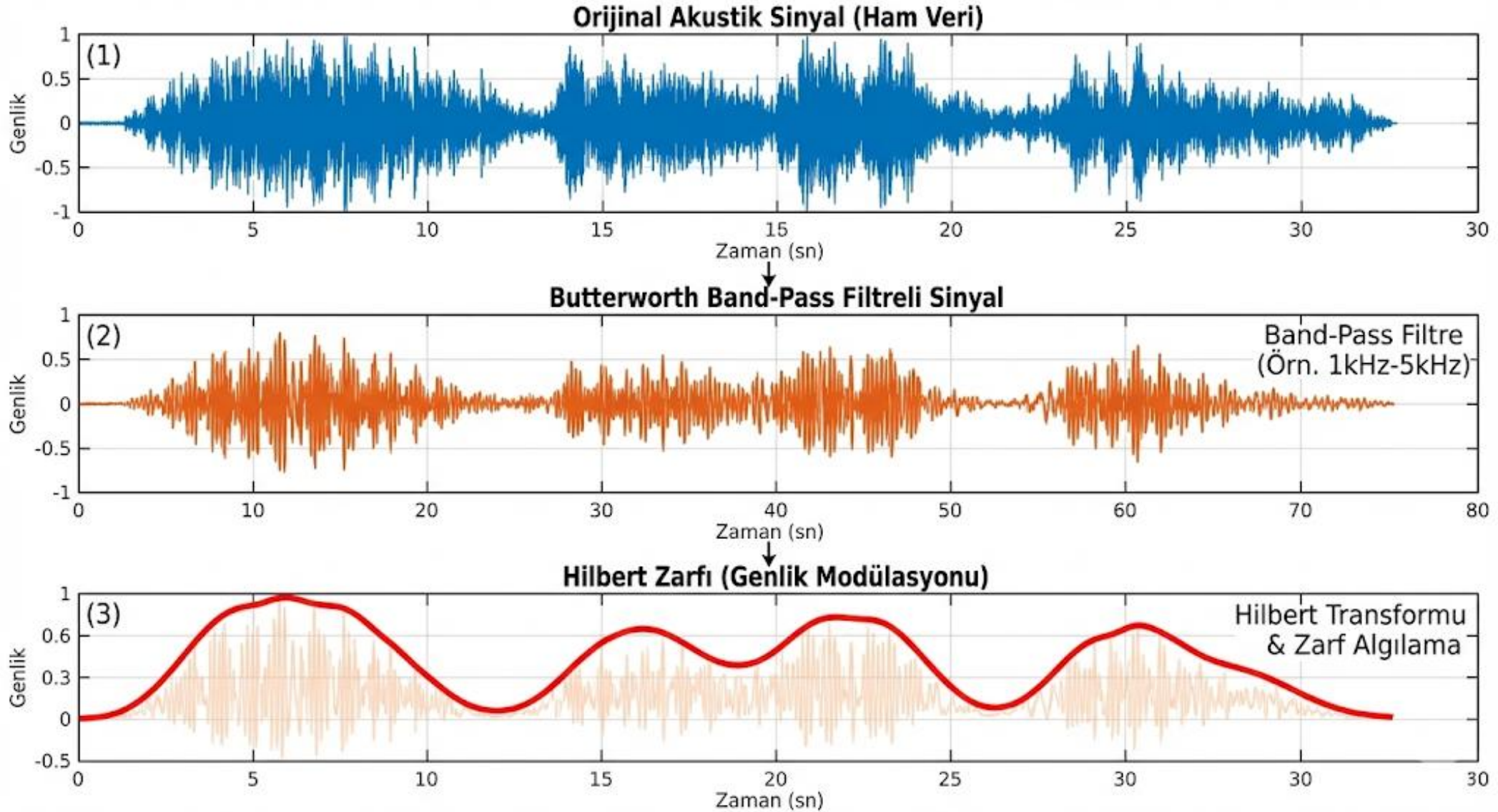
Neden önemli:

- Gürültü azaltımı: İlgisiz düşük/yüksek frekanslı bileşenleri kaldırır.
- Sinyal-tabanlı tutarlılık: Tüm mikrofon kanallarının analizini aynı spektral temel üzerine oturtur.
- Hilbert zarfının güvenilirliği: Hilbert işlemi genellikle “dar bantlı” sinyallerde anlamlıdır; bu filtreleme bunu garanti eder.

A-2. Hilbert Zarfı (Enerji Profilini Çıkarmak)

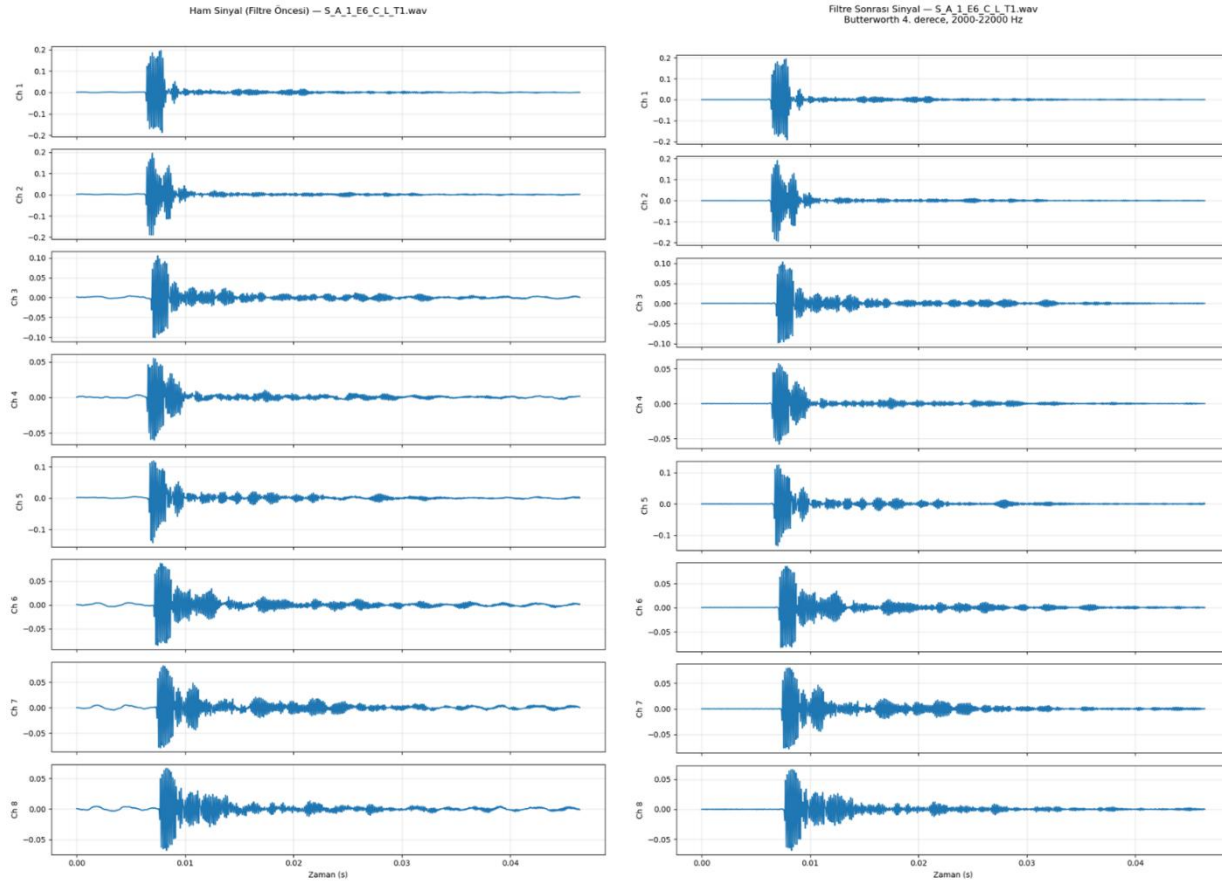
Sinyalin taşıdığı bilginin daha anlamlı bir temsiline ulaşmak amacıyla, Hilbert dönüşümü kullanılarak sinyalin anlık genlik bileşeni, diğer bir ifadeyle enerji zarfı (envelope) elde edilmiştir.

Hilbert zarfı, filtrelenmiş sinyalin karmaşık analitik gösteriminden türetilen ve her zaman pozitif değerler alan bir genlik profili sunarak, enerjinin zaman içerisindeki dağılımını açık biçimde ortaya koymaktadır.

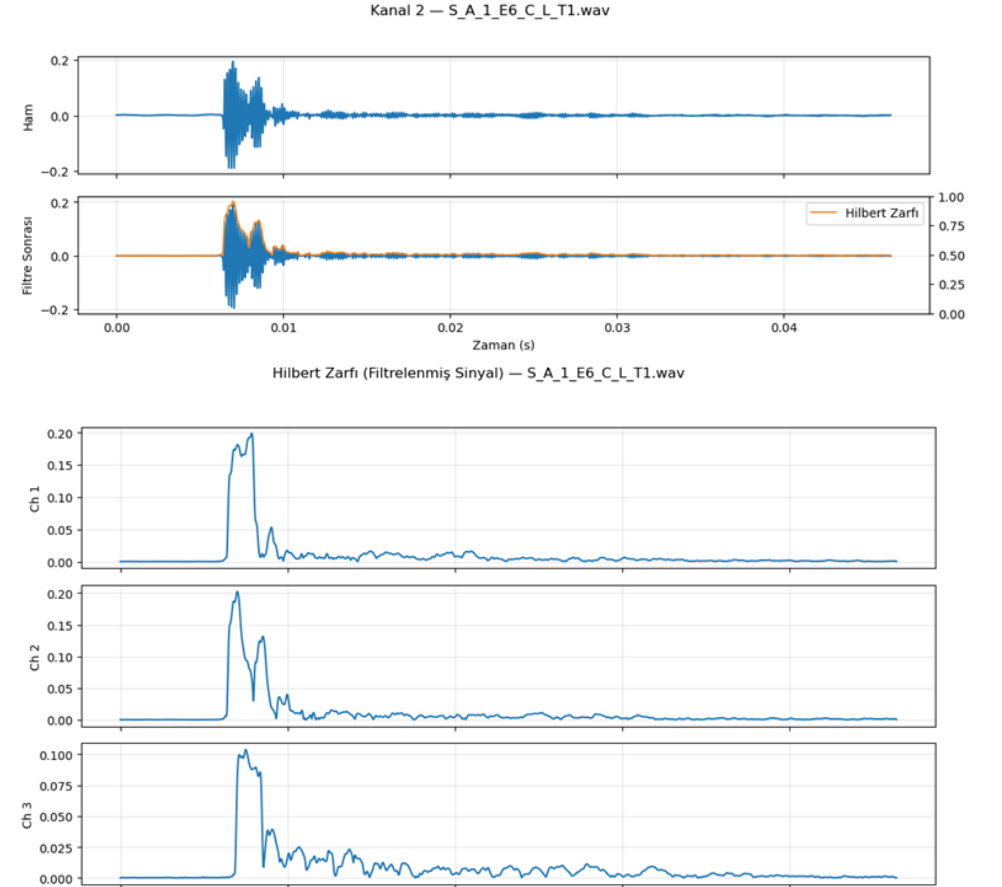


SİNYAL ÖN İŞLEME

A-1. Butterworth Band-pass Filtresi



A-2. Hilbert Zarfı (Enerji Profilini Çıkarmak)





BÖLÜM

04

ÖZNİTELİK ÇIKARIMI



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

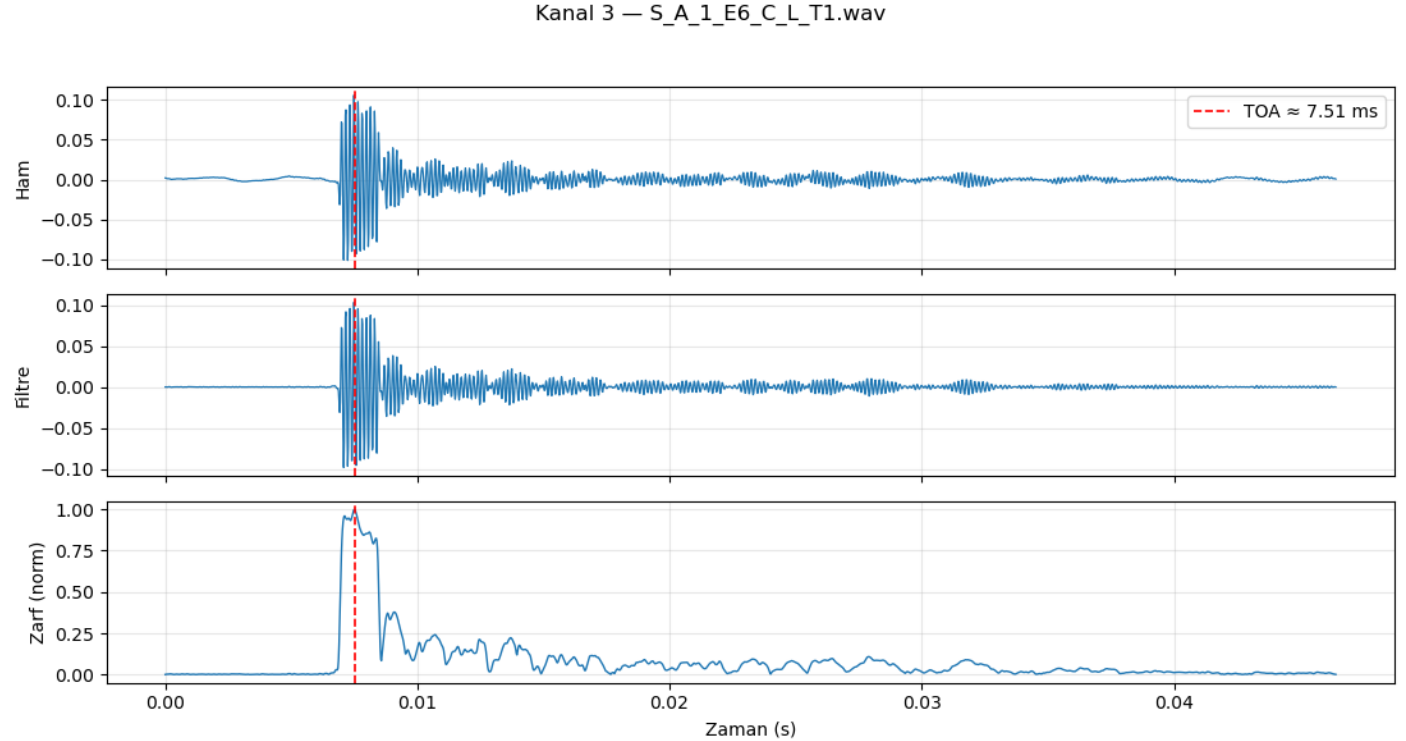
GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

SİNYAL VARIŞ ZAMAN TESPİTİ (SÜRDÜRÜLEN ONSET-TOA)

Variş zamanı (Time of Arrival, ToA) tespiti, akustik algılama sistemlerinde yankı kaynaklı olayların zamansal konumunun belirlenmesi açısından kritik bir adımdır.

Bu çalışmada ToA belirleme işlemi, **sinyal zarfı (envelope)** üzerinde gerçekleştirilen ve yalnızca ani genlik artışlarını değil, belirli bir süre boyunca devam eden enerji artışlarını dikkate alan sürdürülen-onset (sustained onset) yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır.

Bu yöntem, ToA tespitini ham sinyal üzerindeki ilk sıçrama veya en yüksek tepe noktasına dayandıran geleneksel eşik veya tepe bulma algoritmalarından ayrılmaktadır.



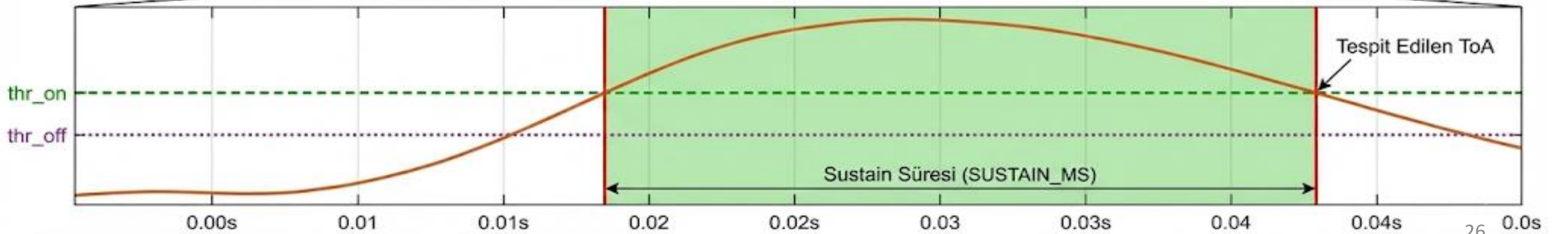
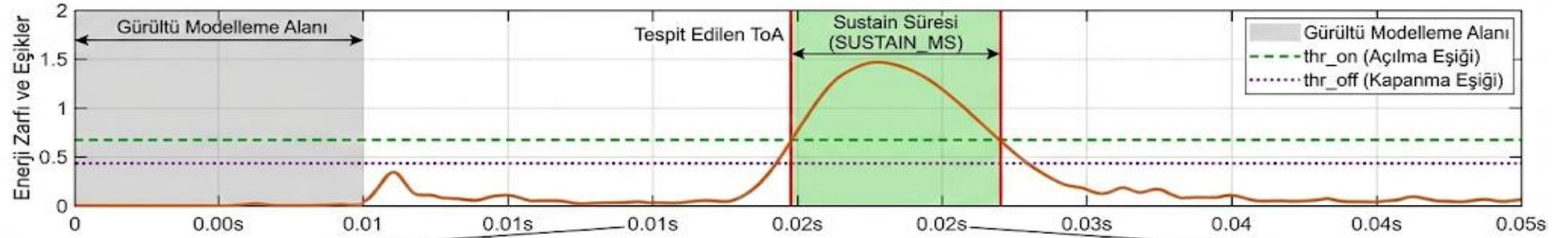
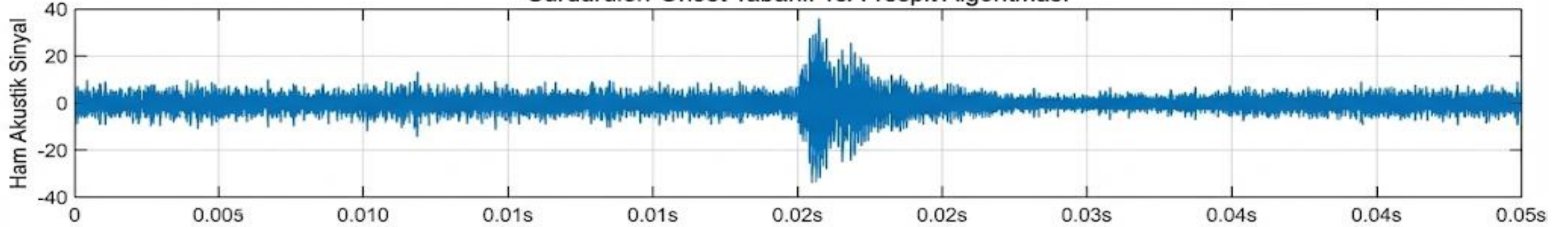
SİNYAL VARIŞ ZAMAN TESPİTİ (SÜRDÜRÜLEN ONSET-TOA)

- **Geleneksel Yöntemlerin Zafiyeti:** Klasik tepe/eşik bulma algoritmaları, düşük SNR ve çok yollu (multipath) NLOS ortamlarda anlık gürültü sıçramalarına aldanarak yüksek oranda yanlış alarm üretir.
- **Sürdürülen-Onset (Sustained-Onset) Yaklaşımı:** Zaman tespiti anlık genlik artışlarına (impulsif seslere) değil; sinyal zarfı (envelope) üzerindeki sürekli ve kararlı enerji yükselişlerine dayandırılır.
- **Adaptif Eşik ve Süreklilik Kriteri:** Fiziksel bir olayın tespiti için enerjinin adaptif eşiği (örn. gürültü ortalaması + $k\sigma$) aşması yetmez; bu seviyeyi önceden tanımlı bir sustain (sürdürme) süresi boyunca koruması şart koşulur.

Sisteme Sağladığı Avantajlar: * Gürültü kaynaklı yalancı tetiklemeleri (yanlış pozitifleri) bastırır.

- Zayıf yankıların olduğu karmaşık NLOS koşullarında güvenilir ve tekrarlanabilir zamanlama sağlar.
- Sonraki uzaysal analiz ve enerji öznitelik çıkarımı aşamalarının doğruluğunu güvence altına alır.

Sürdürülen-Onset Tabanlı ToA Tespit Algoritması

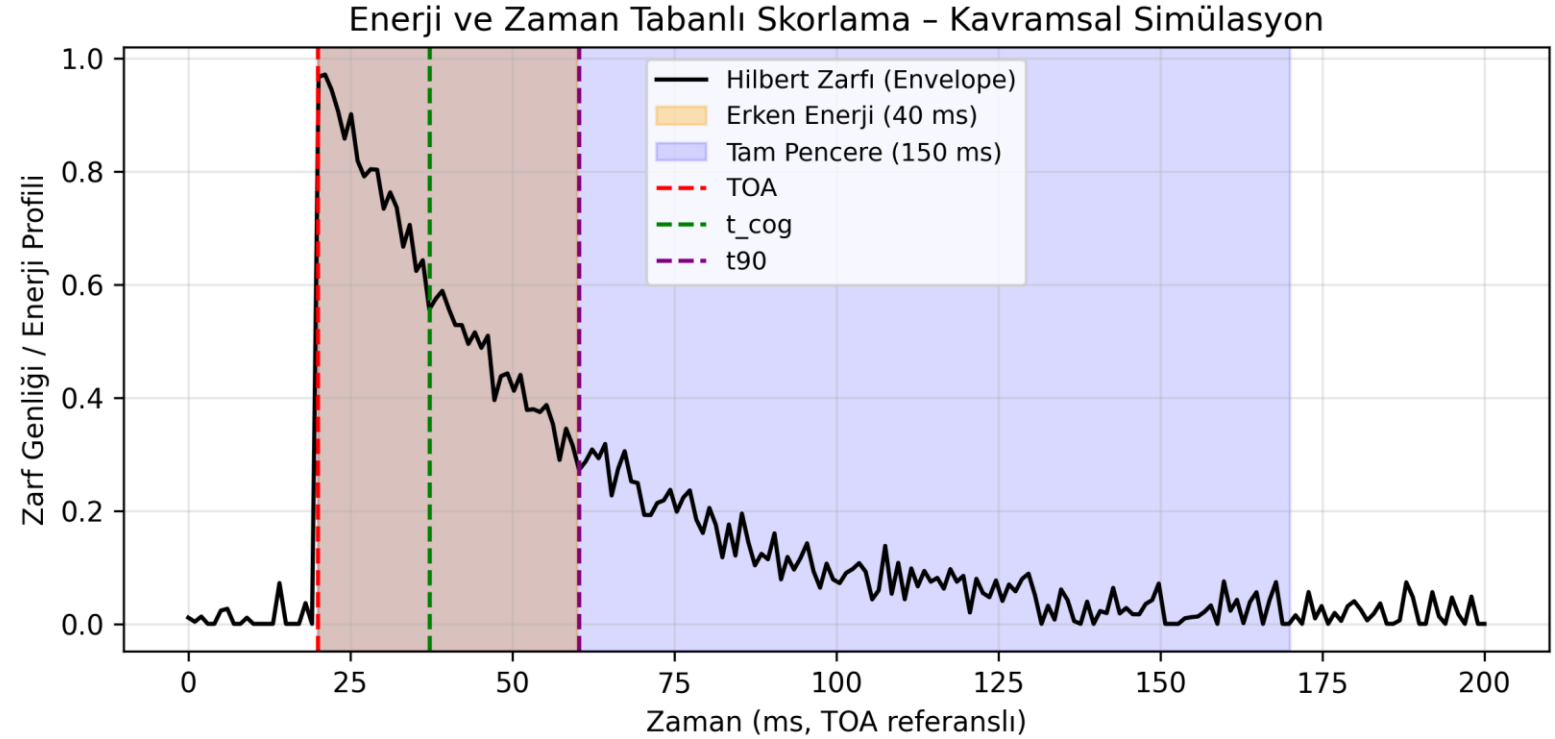


TOA SONRASI ENERJİ VE ZAMAN YAYILIM METRİKLERİ

“Bir mikrofon kanalında TOA’dan sonra gözlenen yankı ne kadar güçlü, ne kadar erken ve ne kadar kararlı?”

Bu yüzden süreç üç katmanlıdır:

- Ham enerji ve zaman metrikleri çıkarılır
- Bu metrikler normalize edilip anlamlı biçimde birleştirilir
- Enerji-zaman dengesi kurularak tek bir skor üretilir



TOA SONRASI ENERJİ VE ZAMAN YAYILIM METRİKLERİ

1. Temel Enerji Metrikleri (Büyükük ve Yoğunluk)

Toplam Enerji (*E_{full}*): Analiz penceresindeki toplam enerji birikimi.

Sağlamlaştırılmış Enerji (*E_{trim}*): Uç değerlerin etkisinin azaltıldığı (Winsorize edilmiş), daha kararlı enerji ölçümü.

Tepe Yoğunluğu (*peak95*): Tekil sıçramalardan arındırılmış, yankı yoğunluğunu temsil eden %95 persentil pik değeri.

2. Zamansal Karakteristikler (Yayıım ve Süre)

Erken Yansıma Enerjisi (*winEms40*): Olayın ilk 40 ms'sindeki enerji; doğrudan yansıma bilgisini taşıyan en kritik bileşendir.

Enerji Ağırlık Merkezi (*tcog*): Enerjinin zaman ekseninde yoğunlaştığı merkez nokta; yayılım (saçılma) bilgisini verir.

Olay Süresi (*t90*): Toplam enerjinin %90'ının biriktiği süre; yankının ne kadar sürdüğünü (sönümlenme hızını) gösterir.

3. Kalite ve Skorlama (Karar Destek Metrikleri)

Sinyal Kalitesi (*SNR_{db}*): Tespit edilen olayın sinyal-gürültü oranı.

Enerji Skoru (*E_{score}*): Erken enerji, tepe değeri ve sağlam enerjinin ağırlıklı birleşimi ile elde edilen "netlik" puanı.

Zaman Ağırlığı (*W_t*): Erken gelen sinyallere daha yüksek öncelik veren üstel ağırlıklandırma.

Nihai Skor (*FinalScore*): Enerji büyüklüğü ile zamansal erkenliğin dengelenmesi sonucu elde edilen bileşik başarı puanı.

VERİ FÜZYON SÜRECİNE YÖNELİK İŞLEM

Score parametresi, bir kanaldaki sinyalin "**önemini**" veya "**güvenilirliğini**" belirlemek için iki farklı türde bilgiyi birleştiren (füzyon yapan) nihai bir puandır.

Aşama 1: E_score (Enerji Özelliklerinin Füzyonu)

İlk olarak, sinyalin "enerjisi" ile ilgili üç farklı öznitelik, tek bir enerji skorunda birleştirilir. Bu, bir öznitelik seviyesinde füzyondur.

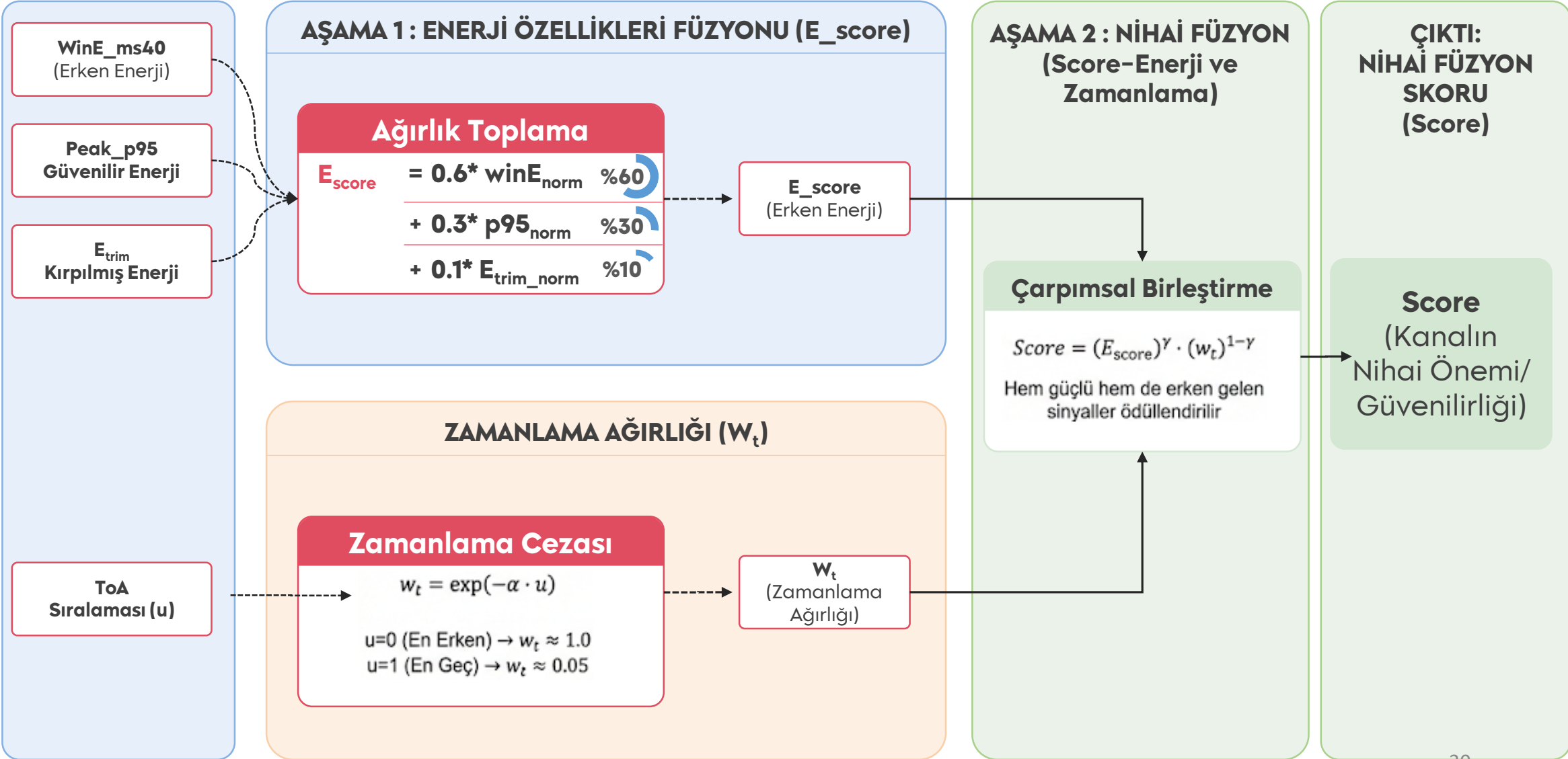
1. **winE_ms40** (Erken enerji - ilk 40ms)
2. **peak_p95** (Güvenilir tepe noktası - 95. persentil)
3. **E_trim** (Kırılmış/sağlamlaştırılmış toplam enerji)

Bu, sinyalin ne kadar "enerjik" olduğuna dair tek bir puan oluşturur ve bu puanda en büyük ağırlık (%60) "erken" enerjiye verilir.

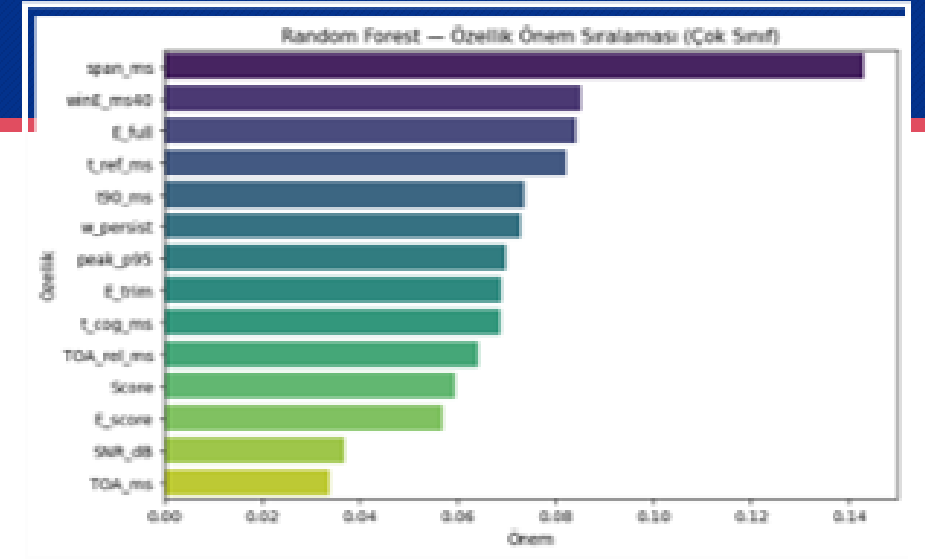
Aşama 2: Score (Enerji ve Zamanlamanın Füzyonu)

İkinci ve asıl füzyon işlemi burada gerçekleşir. Score, az önce hesaplanan enerji bilgisini (E_score) ve zamanlama bilgisini (w_t) birleştirir.

1. **Enerji Bilgisi:** E_score (Yukarıda hesaplandı).
2. **Zamanlama Bilgisi:** w_t (Zamanlama Ağırlığı).
 - Bu ağırlık, sinyalin 8 kanal arasındaki varış zamanı (TOA) sırasına bakar.
 - En erken gelen kanal ($u=0$) '1'e yakın bir ağırlık ($w_t = \exp(0) = 1.0$) alır.
 - En geç gelen kanal ($u=1$) ise 0'a yakın, cezalandırılmış bir ağırlık ($w_t = \exp(-3.0) \approx 0.05$) alır.

8 KANAL İÇİN HAM METRİKLER & TOA SIRALAMASI
(Her Kanal için Ayrı Ayrı)

FÜZYON VE DOĞRULAMA



Çıkarılan özniteliklerin ("CANLI VAR / YOK" sınıflandırmasındaki) etkisi, bir Random Forest modeli ile test edilmiştir. Enerji ve Zamanlama özniteliklerinin veri füzyonu yaklaşımıyla birleştirilmesi, modelin performansını maksimize etmiştir.

Bu yöntemle elde edilen %96 Başarı Oranı, çıkarılan özniteliklerin ve füzyon sürecinin hedefleri tespit etmedeki yüksek kalitesini doğrulamıştır.



BÖLÜM

05

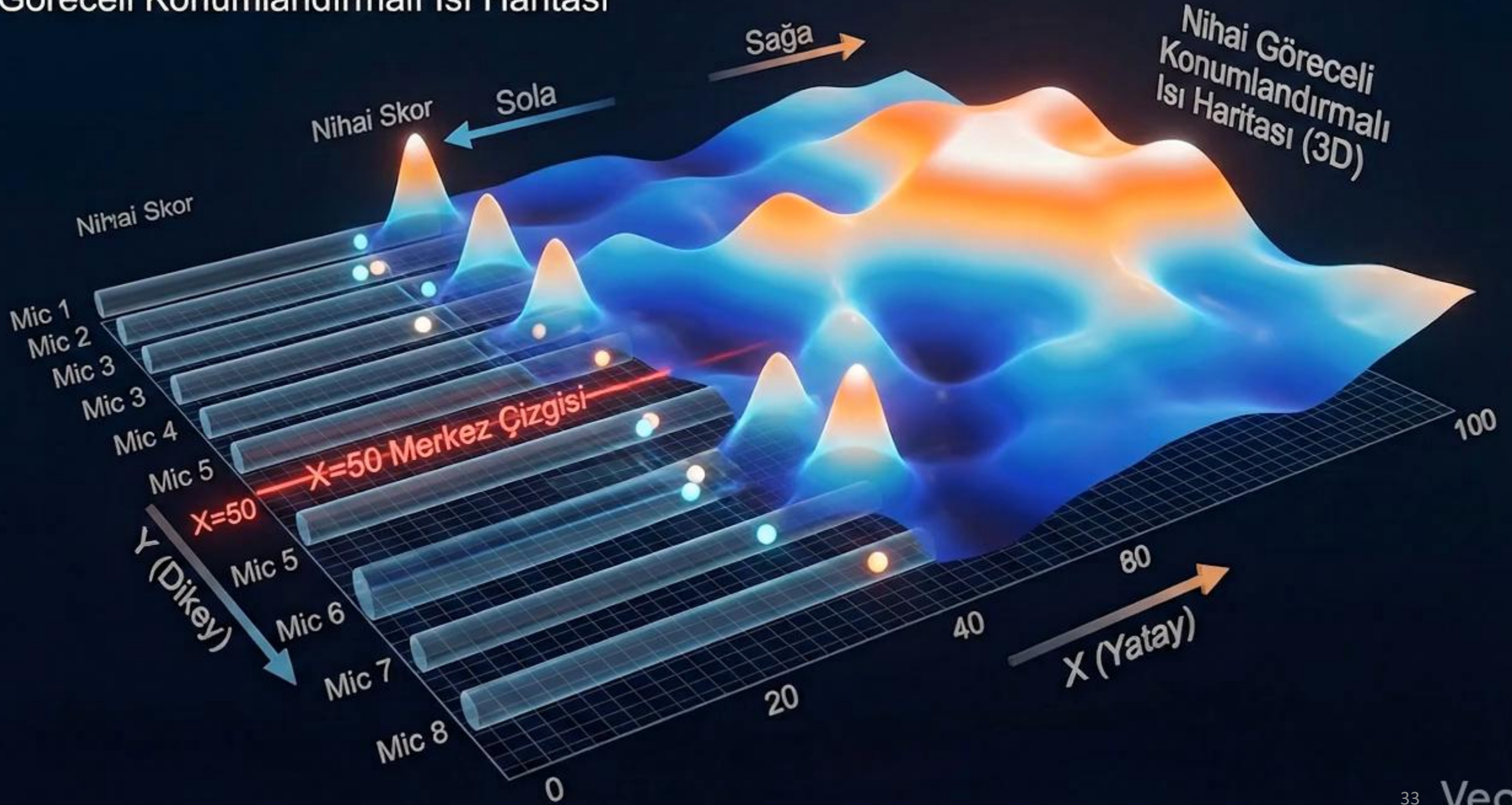
ISI HARİTALARI



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

Göreceli Konumlandırılmalı Isı Haritası



ISI HARİTALANDIRMA SÜRECİ

1. Amaç ve Dönüşüm

- Ham sinyal verileri (TOA ve Skorlar), CNN modelinin işleyebileceği 80x100 boyutunda 2D matrislere dönüştürülür.
- Bu matris, mutlak bir geometrik harita değil; yankıların mikrofona dizisi üzerindeki görecül uzaysal ve zamansal dağılımını temsil eder.

2. Matris Yapısı ve Eksenler

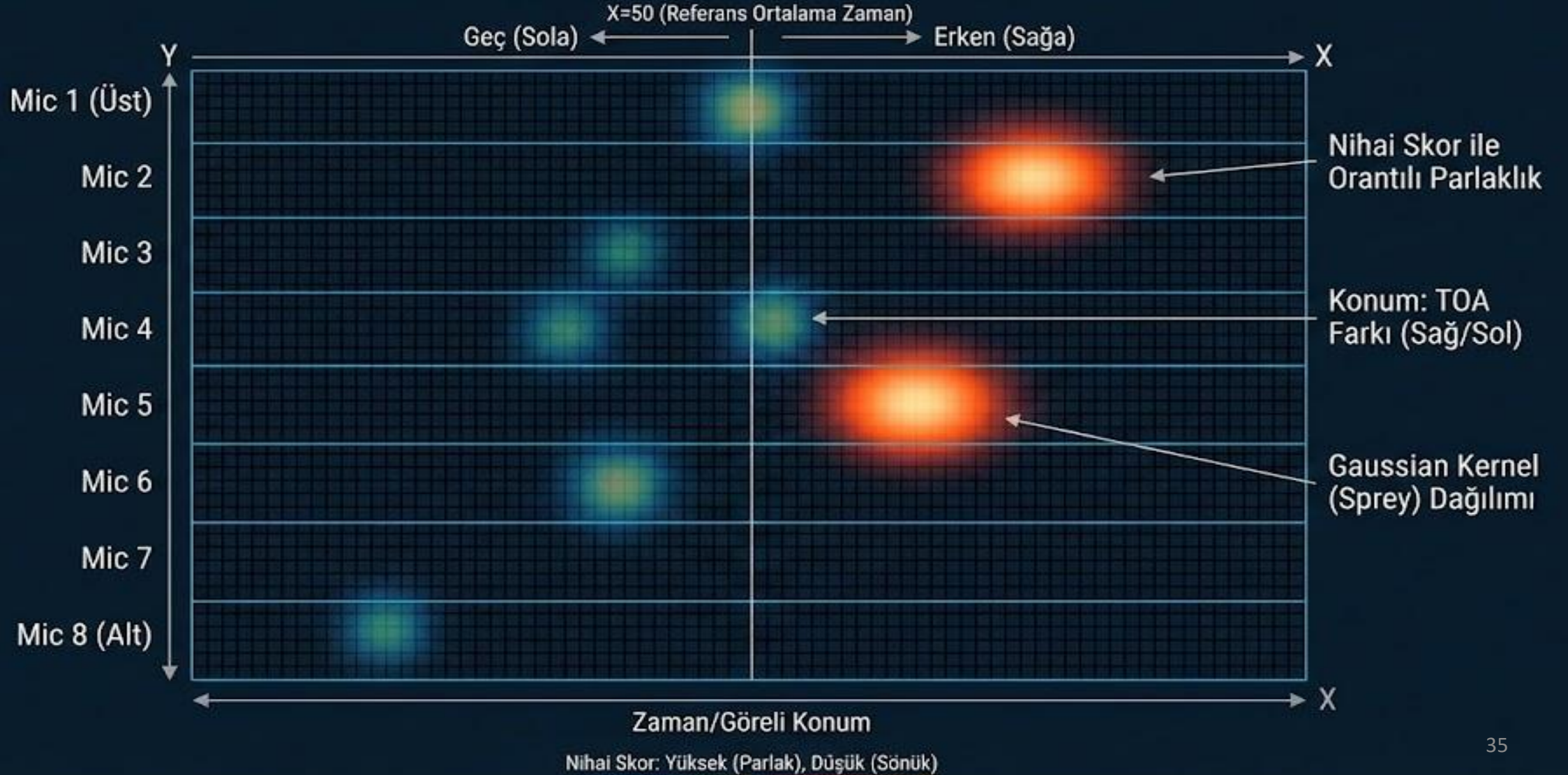
- **Dikey Eksen (Y - Uzaysal Konum):** En üst satırlar Mic 1, en alt satırlar Mic 8'e karşılık gelir.
- **Yatay Eksen (X - Görecül Zaman):** Yankıların varış zamanındaki "erkenlik-geçlik" durumunu gösterir.
- **Referans Nokta (X=50):** 8 kanalın ortalama varış zamanı merkez kabul edilir.

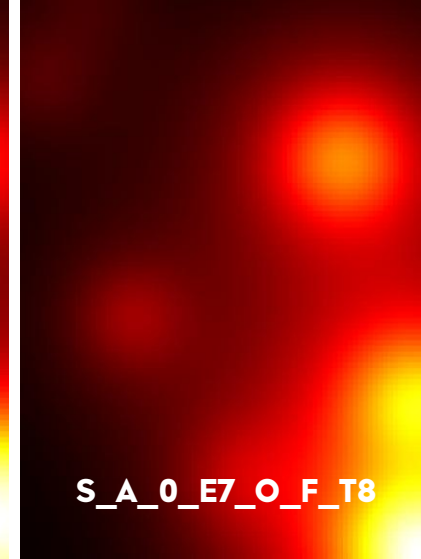
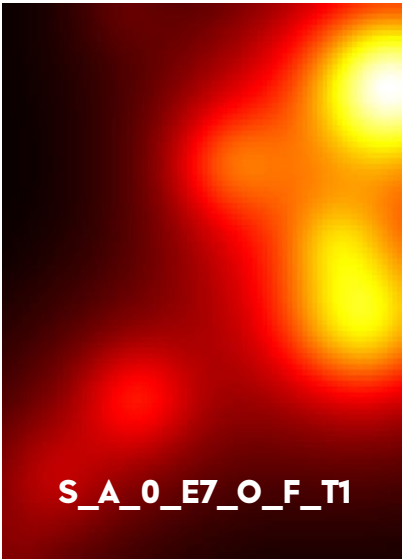
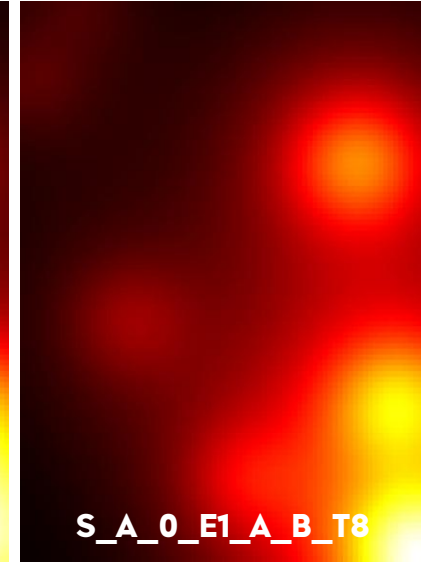
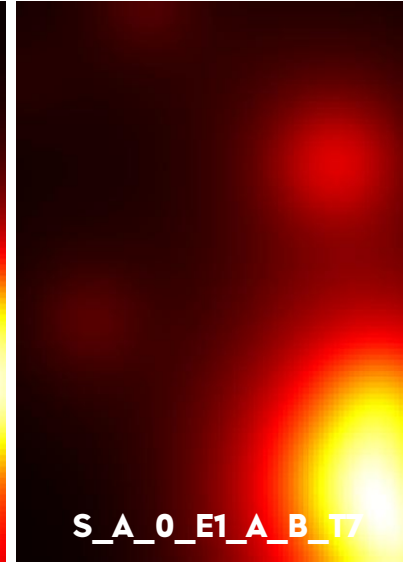
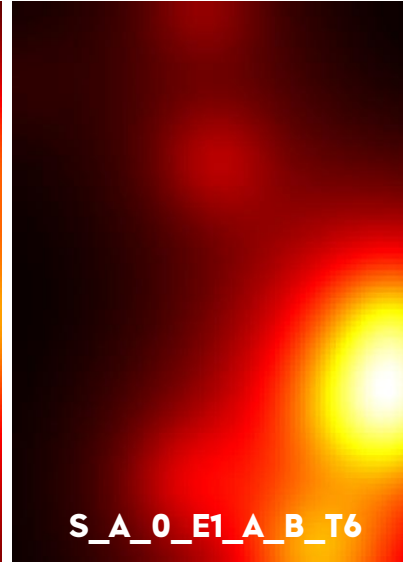
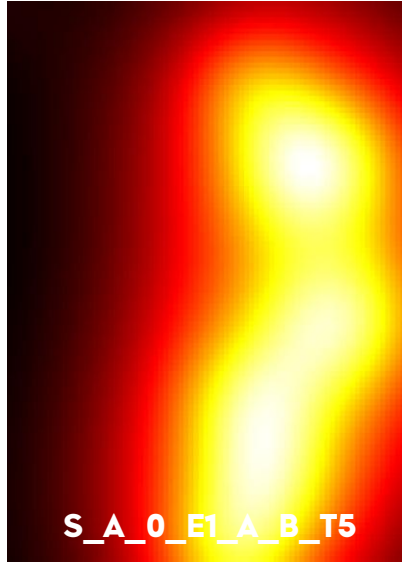
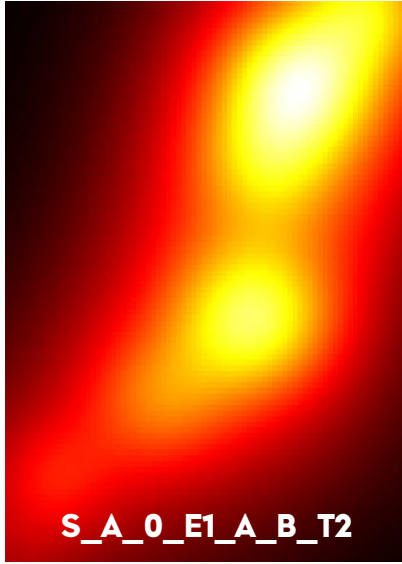
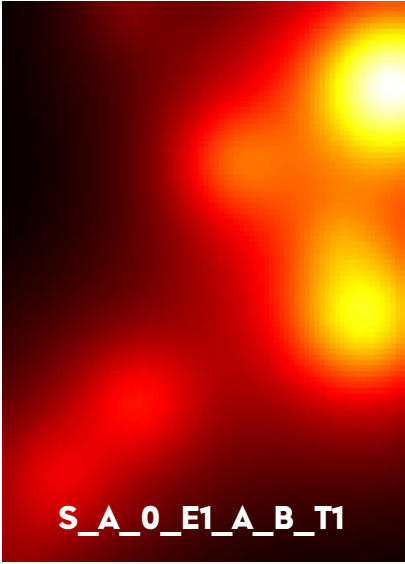
Ortalamadan erken gelen yankılar merkezin sağına, geç gelenler soluna konumlandırılır.

3. Görselleştirme Tekniği (Gaussian Kernel)

- **Parlaklık (Yoğunluk):** Her noktanın parlaklığı, hesaplanan Nihai Skor (Güç + Kararlılık) ile doğru orantılıdır.
- **Sprey Modeli:** Tekil noktalar yerine Gaussian Çekirdek (Sprey) yöntemi kullanılır.
 - *Neden? Ölçüm belirsizliklerini yumuşatmak ve fiziksel yansıma davranışını taklit eden pürüzsüz, bütünleşik bir görüntü elde etmek için.*

Göreceli Konumlandırılmalı Isı Haritası Proses





ISI HARİTALANDIRMA SÜRECİ

Sonuç olarak elde edilen ısı haritası, farklı mikrofonlardan gelen yankıların göreceli zamanlama ve güç bilgilerini, tek bir uzaysal temsilde birleştirmektedir.

Bu temsil, doğrudan **bir konum rekonstrüksiyonu sunmaktan ziyade, olayın mikrofon dizisi boyunca nasıl algılandığını, hangi bölgelerde daha güçlü ve erken yankılar oluştuğunu sezgisel biçimde göstermektedir.**

Bu nedenle görselleştirme, hem analiz hem de sonraki makine öğrenmesi aşamaları için anlamlı, kararlı ve yorumlanabilir bir ara temsil olarak kullanılmaktadır.



BÖLÜM

06

SINIFLANDIRMA

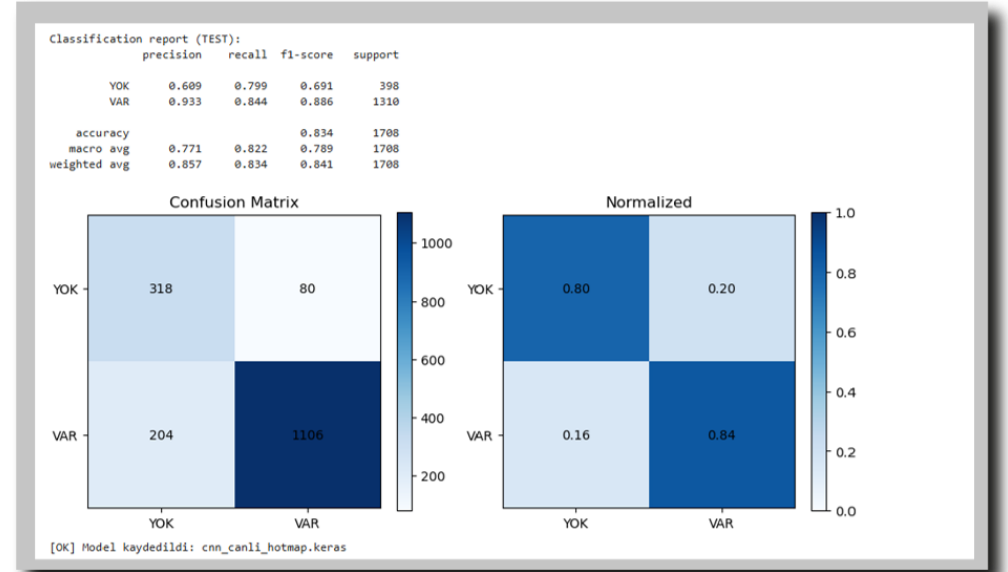
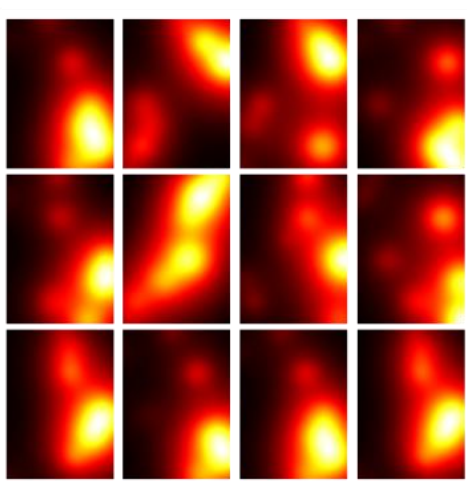


09
ŞUBAT
PAZARTESİ

GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

CNN İLE ANALİZ

- Proje kapsamında oluşturulan akustik ısı haritası görsellerinin sınıflandırılması amacıyla bir Evrişimli Sinir Ağı (CNN) modeli eğitilmiş ve test edilmiştir. Model, test veri seti üzerinde %83.4 genel doğruluk (accuracy) oranına ulaşarak, canlı varlığını tespit etme konusunda kayda değer bir başarı sergilemiştir.



- Elde edilen bulgular, geliştirilen veri füzyonu tabanlı ısı haritalandırma yaklaşımının, ses verilerinden görsel temsil üretme açısından güçlü bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.
- CNN modeli, bu görsellerdeki zamansal-enerjik örüntüleri öğrenerek canlı varlık tespitini gerçekleştirmiştir. Özellikle VAR sınıfında %93 precision değeri, sistemin yanlış alarm üretme olasılığının oldukça düşük olduğunu göstermektedir.



09
ŞUBAT
PAZARTESİ

GÖRÜŞ ÖTESİ
NON LINE OF SIGHT (NLOS)
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

TEŞEKKÜRLER