

ÖZET**DAĞITIK AKUSTİK ALGILAMA SİSTEMLERİNDE KANAL FARKLARINI TELAFİ
ETMEK İÇİN FREKANS YANIT KESTİRİM METODU**

5

Buluş, dağıtık akustik algılama sistemlerinde kanal farklarını telafi etmek için bir frekans yanıtı kestirim metodu önermektedir. Metotta, sinir ağlarına bir girdi olarak, standartlaştırılmış mel-frekans öznitelikleri üretmek için, çevrim içi ve çevrim dışı olmak üzere iki telafi algoritması sunulmaktadır. Bu yöntemlerle mel-frekans öznitelik uzayının varyansı azaltılır ve farklı kanallar standartlaştırılır. Bu durum, daha az eğitim verisi gerektirirken, sınıflandırma ve anormal olay algılama görevleri için daha küçük mimariler kullanmamıza olanak sağlar.

10

İSTEMLER

1. Dağıtık akustik algılama sistemlerindeki kanal farklılıklarını telafi etmek için frekans yanıtı kestirim metodu olup, **özelliği**; aşağıdaki adımları ihtiva etmesidir:

- 5
- her bir kanalın mel-frekans yanıtını, çevrim dışı ya da çevrim içi metot ile kestirmek sureti ile mel-frekans dönüşüm katsayılarının hesaplanması,
 - her bir kanal için mel-frekans özniteliklerinin hesaplanması ve karşılık gelen mel-frekans dönüşüm katsayılarının elde edilmesi,
 - kanalın standartlaştırılmış mel-frekans yanıtı gösterimini elde etmek için her
- 10
- bir mel-frekans özniteliklerinin karşılık gelen mel-frekans dönüşüm katsayısı ile bölünmesi.

2. İstem 1'e göre çevrim dışı mel-frekans dönüşüm katsayıları hesaplama metodu olup, **özelliği**; aşağıdaki adımları ihtiva etmesidir:

- 15
- her bir kanal için ani darbeleri olayların kayıtlarının alınması,
 - her bir kayıt için, ani darbeleri olayın meydana geldiği anlardaki mel-frekans özniteliklerinin hesaplanması,
 - kayıtların alındığı her bir kanal için, farklı ani darbeleri olaylar için mel-frekans özniteliklerinin ortalamasının alınması,
- 20
- fiber optik kablo boyunca tüm kanalları kapsayabilmek için, kanal eksenini boyunca fiber boyunca bir kayıt almak için kullanılan kanal aralığı numarası ile, hesaplanmış olan mel-frekans özniteliklerinin enterpolasyonunun yapılması,
 - her bir kanal için mel-frekans dönüşüm katsayıları değerlerinin
- 25
- hesaplanması, böylece aynı kanala karşılık gelen hesaplanmış mel-frekans öznitelikleri ile bölündüğü zaman, merkez kanala ait mel-frekans öznitelikleri üretilmesi.

3. İstem 1'e göre çevrim içi mel-frekans dönüşüm katsayıları hesaplama metodu olup, **özelliği**; aşağıdaki adımları ihtiva etmesidir:

- 30
- her bir kanal için her pencerede mel-frekans özniteliklerinin hesaplanması,
 - Son rastgele seçilen sayıda pencere için hesaplanan mel-frekans özniteliklerinin depolanması,

- son seçilen sayıda pencerede, oluşturulan mel-frekans öznitelikleri verilerini kullanarak her bir kanalın medyan mel-frekans öznitelik gösteriminin bulunması.

TARİFNAME

DAĞITIK AKUSTİK ALGILAMA SİSTEMLERİNDE KANAL FARKLARINI TELAFİ ETMEK İÇİN FREKANS YANIT KESTİRİM METODU

5

Teknik Alan

Mevcut buluş, dağıtık akustik algılama sistemlerindeki kanal farklılıklarını telafi etmek için frekans yanıtı kestirim metodu ile ilgilidir.

10

Tekniğin Bilinen Durumu

Tekniğin bilinen durumunda, kanallar birbirinden bağımsız olarak işlenmektedir. Bu teknikler ile oluşturulan sinir ağı modelleri, alanda karşılaşılabilecek olan varyasyonu kapsayabilmek için çok fazla veri gerektirmektedir. CN112147590A numaralı başvuru, yanıt kestirimi frekans bölgesini uydurmaya dayalı bir kanal denkleştirme metodunu açıklamaktadır. Metot, tüm sinyal alıcı kanalların tutarsızlığını hesaba katar, gürültünün kanal yanıtı üzerindeki etkisini azaltır ve frekans bölgesi bölüm işleminde sıfır bölen ve güçlendirilmiş bant dışı gürültü sorunlarını ortadan kaldırır. Kanal denkleştirme metodu, tüm kanallardan elde edilen verilerin, bunlar sanki tek bir kanaldan alınmış gibi standart bir versiyon haline dönüştürülmesinden bahsetmemektedir, bu nedenle de metot, kanalların birbirinden bağımsız olarak işlendiği sinir ağı modellerinin gerektirdiği çok fazla veri kullanma sorununu çözmekte yetersiz kalır.

25

Buluşun Kısa Açıklaması

Buluş, dağıtık akustik algılama sistemlerinde kanal farklarını telafi etmek için frekans yanıtı kestirim metodunu önermektedir. Metotta, sinir ağlarına girdi olarak kullanılan standartlaştırılmış mel-frekans özniteliği oluşturmak için iki telafi algoritması önerilmektedir. Bu yöntemlerle mel-frekans öznitelik uzayının varyansı azaltılır ve farklı kanallar standartlaştırılır. Bu durum, daha az eğitim verisi gerektirirken, sınıflandırma ve anormal olay algılama görevleri için daha küçük mimariler kullanmamıza olanak sağlar.

30

Şekillerin Kısa Açıklaması

Şekil 1, bir araç geçişi sırasında SNR (Signal to Noise Ratio - Sinyal Gürültü Oranı-) değerleri kullanılarak görselleştirilmiş DAS (Distributed Acoustic Sensing – Dağıtık Akustik Algılama-) verilerinin bir örneğini göstermektedir.

Şekil 2, çevrimdışı frekans yanıtı kestirimi algoritması için blok diyagramı göstermektedir.

Şekil 3, kanal 280'deki (kayıt başlangıcı kanal 229) kazma etkinliğinin mel-spektrogram görüntüsünü gösterir.

Şekil 4, kanal 327'deki (kayıt başlangıcı kanal 276) kazma etkinliğinin mel-spektrogram görüntüsünü gösterir.

Şekil 5, çevrimiçi frekans yanıtı kestirimi algoritması için blok diyagramı göstermektedir.

Şekil 6, frekans yanıt farkı telafi bloğu için blok diyagramı göstermektedir.

Şekil 7, Mel-frekans öznelikleri standartlaştırmasının (çevrimiçi telafi algoritması ile) etkisini görselleştirmektedir.

Detaylı Açıklama

Dağıtık akustik algılama (DAS) sistemleri, fiber optik kablodan gönderilen yüksek eşevreli ışınların Rayleigh saçılımlı yansımalarını doğru bir şekilde ölçme prensibine dayanmaktadır. Sorgulayıcıda Rayleigh saçılımı sonucu yansıyan lazer ışınının seviyesi periyodik olarak ölçülür. Her ölçüm fiber boyunca bir konuma karşılık gelir. Bundan sonraki kısımda bu konumlar kanal olarak adlandırılacaklardır. Her 100 ns'de (nano saniye) bir geri saçılmış lazer ışını ölçülür, bu nedenle her bir kanal, fiber boyunca 10 m aralığı kapsamaktadır (bu sonuç ışığın camdaki hızı kullanılarak elde edilebilir). 10 km boyunda fiberin kurulu olduğu bir sahada 1000 kanallık sinyal elde edilir. Sensörden gönderilen lazer ışını fiber optik kablonun ucundan geri döndüğü zaman yeni bir lazer ışını gönderilir. Daha sonra yeni zaman noktası için ölçümler alınır. Bu husus, kurulumu yapılan fiber optik kablo boyunca akustik titreşimleri tespit etmemize olanak sağlar. Aktivite olmayan kanallarda farklı anlarda yakın ölçüm değerleri alınırken; aktivite gerçekleşen kanallarda, farklı anlarda büyük farklılıklar görülür.

Şekil 1'de, SNR (Sinyal - Gürültü Oranı) değerleri kullanılarak görselleştirilen DAS verilerinin bir örneği verilmiştir. Şekil 1'de; 2500 m'lik bir rotada araba geçişi görmekteyiz. Beyaz çizgiler (yüksek SNR) aracın geçtiği hatta karşılık gelmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, araç hareketi sırasında fiber optik kablo boyunca akustik titreşimler

artmaktadır. Bu nedenle, araba geçerken yakındaki kanallarda yüksek SNR elde edilmektedir.

Fiber optik kablo boyunca ilerledikçe DAS sistemlerinin hassasiyeti azalmaktadır. Bu durum, her kanal için farklı frekans yanıtları elde edilmesine yol açmaktadır. Her kanalın frekans yanıtını kestirmek yöntemi ile fiber boyunca azalan hassasiyeti telafi etmek için iki metot önermekteyiz. Birinci metot, her kanalın frekans yanıtını kestirmek için çevrimdışı bir algoritma kullanmaktadır, ikinci metot ise bunu yapmak için çevrimiçi bir algoritma kullanmaktadır.

Farklı kanalların frekans yanıtını kestirmek için, çevrimdışı frekans yanıtı kestirim algoritması ardışık olarak aşağıda yer alan işlemleri uygulamaktadır. Çevrimdışı frekans yanıtı kestirim algoritmasının blok diyagramı Şekil 2'de görülebilmektedir.

- L kadar kanalda (fiber optik kablo üzerinde her K inci kanal -K ne kadar küçük olursa, o kadar iyi olacaktır-) kazma gibi ani darbeleri bir olayın N kaydını alın. Şekil 3 ve Şekil 4'te, sırası ile kanallar 280 ve 327'de bir kazma aktivitesi için mel-spektrogram görüntüsünü görebilmekteyiz.
- Her bir kayıt için, ani darbeleri olayın meydana geldiği anlardaki mel-frekans özniteliklerini hesaplayın. Bu mel-frekans öznitelikleri, ani darbenin frekans yanıtını modeller. Bu adımdan sonra, $N \times M$ 'lik (N, kaydın ihtiva ettiği ani darbeleri olay numarasıdır. M mel-frekans öznitelik boyutudur.) mel-frekans öznitelikleri elde ederiz. Eğer Şekil 3'teki kayıt bu analiz için kullanılsa idi, kanal 280'in frekans yanıtının temsili için 8×48 'lik mel-frekans öznitelikleri elde ederdik.
- Kayıtların alındığı her kanalda, farklı ani darbeleri olaylar için mel-frekans özniteliklerinin ortalamasını alın. Her bir kanal için, bu adım, daha önceki adımda oluşturulan $N \times M$ 'lik mel-frekans özniteliklerinden $1 \times M$ 'lik ortalama mel-frekans özniteliklerini üretir (Eğer bu adımı Şekil 3'teki kayda uygulayacak olursak, kanal 280'in frekans yanıtını temsil etmek için, 8×48 'lik mel-frekans özniteliklerinden 1×48 'lik ortalama mel-frekans özniteliği elde ederiz). Bu işlemi toplam L kanal için yaptıktan sonra, farklı kanallar için ani darbeleri aktivitenin frekans yanıtını temsil eden $L \times M$ boyuta sahip olan mel frekans öznitelikleri elde ederiz.
- Fiber optik kablo boyunca tüm kanalları kapsayabilmek için, daha önce hesaplanmış olan mel-frekans öznitelikleri ($L \times M$ boyutuna sahip olan) kanal ekseni boyunca K (analiz sırasında fiber boyunca bir kayıt almak için kullanılan kanal aralığı numarası) ile enterpolasyon yapın. Bu adım, $C \times M$ 'lik (C, sahadaki

toplam kanal sayısıdır.) mel-frekans öznitelikleri (her bir kanalın frekans yanıtının kestirimi) üretecektir.

- Daha sonra her kanal için mel-frekans dönüştürme katsayı değerlerini ($1 \times M$ boyutuna sahip olan) hesaplayın. Katsayı değerlerini, her kanalın daha önce hesaplanmış olan mel-frekans öznitelikleri ile bölündüğü zaman, $C/2^{\text{inci}}$ kanal (merkez kanal) için mel-frekans özniteliklerini üretecek şekilde hesaplayın. Bu işlem, her kanalın frekans yanıtını $C/2^{\text{inci}}$ kanalın frekans yanıtına dönüştürmek için gerekli mel-frekans dönüşüm katsayılarını bulur. Bu adımdan sonra her bir kanal için $1 \times M$ 'lik mel-frekans dönüşüm katsayılarını elde edeceğiz. (Tüm kanallar için toplam $C \times M$ 'lik mel-frekans dönüşüm katsayıları).

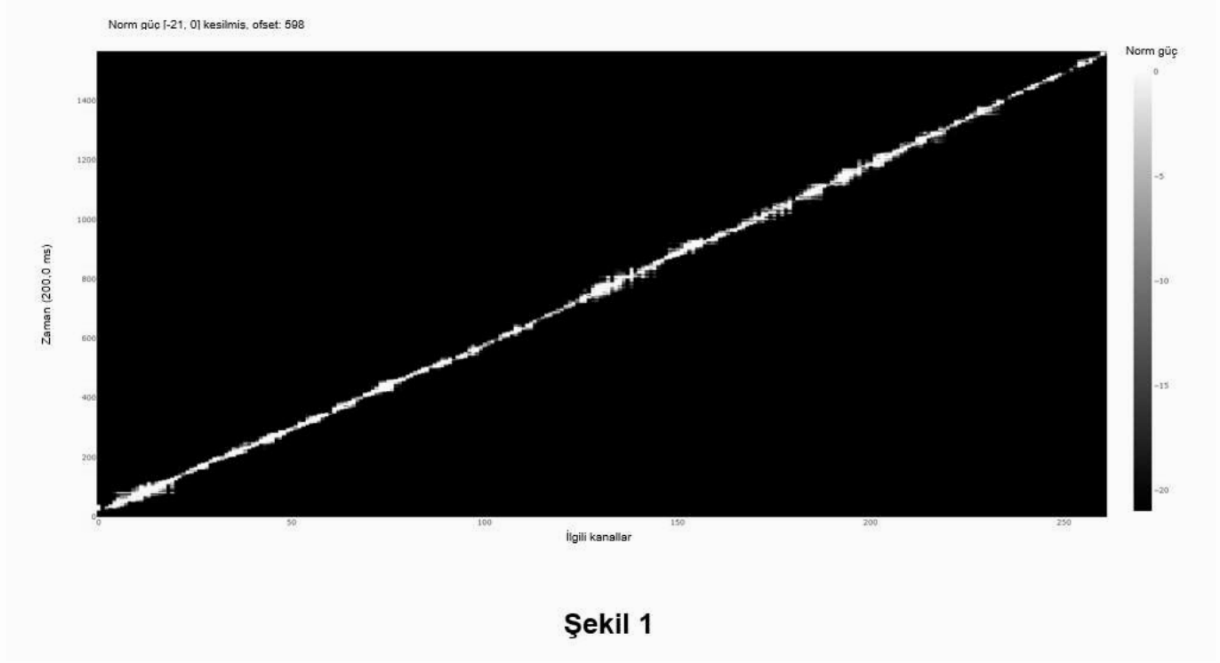
Farklı kanalların frekans yanıtını kestirmek için, çevrimiçi frekans yanıtı kestirim algoritması ardışık olarak aşağıda yer alan işlemleri uygulamaktadır. Çevrimiçi frekans yanıtı kestirim algoritmasının blok diyagramı Şekil 5'te görülebilmektedir.

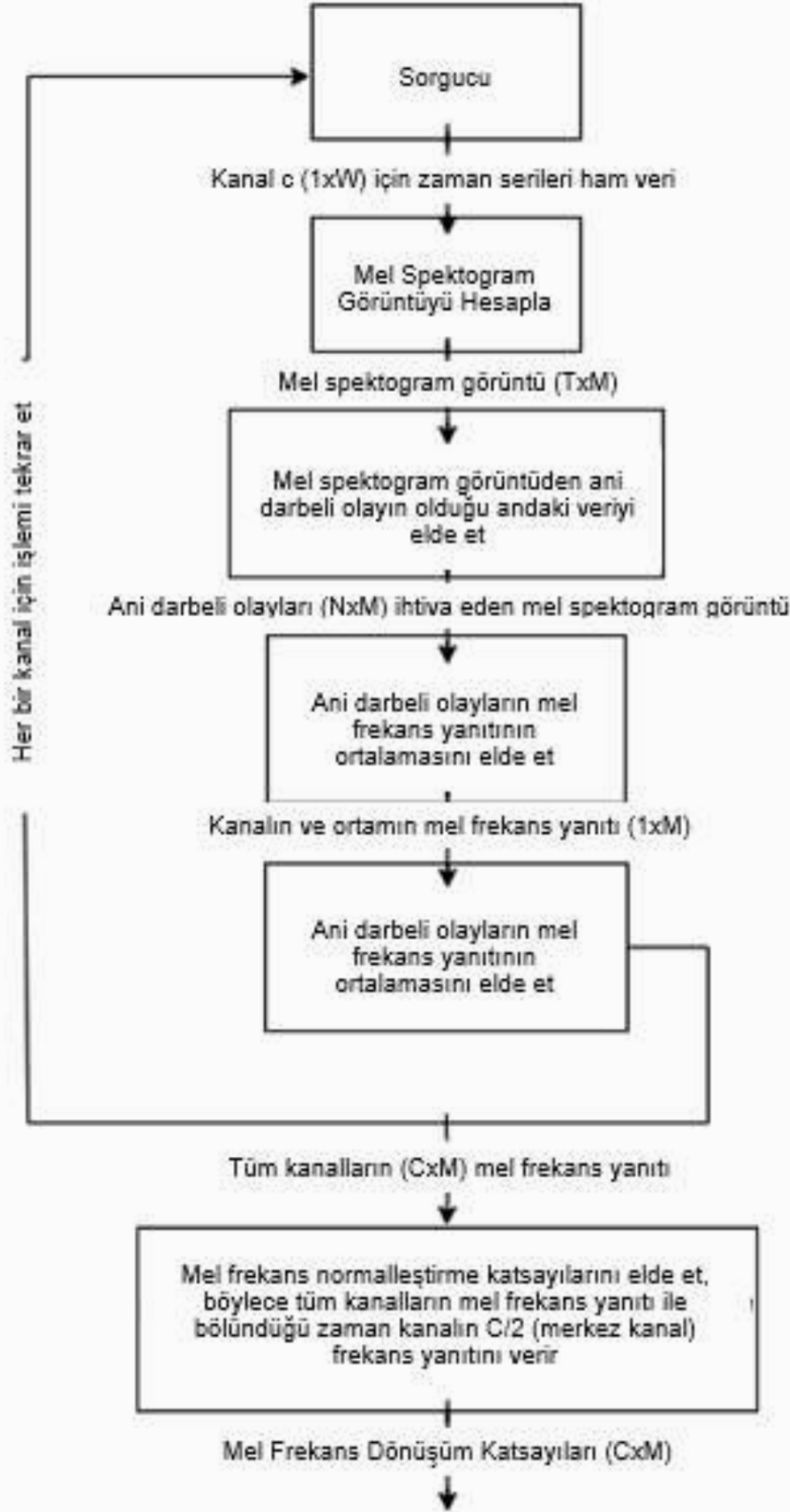
- Her bir kanal için, her pencere uzunluğundaki (W) mel-frekans özniteliklerini hesaplayın. Bu adım, her bir kanal için $1 \times M$ 'lik mel-frekans öznitelikleri üretecektir. Her pencerede tüm kanallar için (C , sahadaki toplam kanal sayısıdır) toplam $C \times M$ 'lik mel-frekans öznitelikleri elde ederiz.
- Son N pencere için önceki adımda hesaplanan mel-frekans özniteliklerini saklayın. Bellekte, her bir kanal için $N \times M$ 'lik mel-frekans özniteliklerine ve tüm kanallar için toplam $C \times N \times M$ 'lik mel-frekans özniteliklerine sahip olacağız.
- Son N pencerede oluşturulan mel-frekans öznitelikleri verilerini kullanarak her bir kanalın medyan mel-frekans öznitelik temsilini bulun. Bu adım, her bir kanal için son N pencerede oluşturulan $N \times M$ 'lik mel-frekans özniteliklerinden $1 \times M$ 'lik medyan mel-frekans özniteliklerini (kanalın frekans yanıtının kestirimi) üretecektir.
- Tüm kanallar için yukarıdaki işlemleri yaptıktan sonra, medyan mel-frekans özniteliklerini elde edeceğiz ($C \times M$ boyutuna sahip olan, burada C kanal numarasıdır). Kanallar arasındaki frekans yanıtı farklılıklarını telafi etmek için bu parametreleri mel-frekans dönüşüm katsayıları olarak kullanacağız.

Mel-frekans dönüşüm katsayıları tüm kanallar için çevrim dışı ya da çevrim içi metot ile hesaplandıktan (her bir kanalın mel-frekans yanıtını kestirmek sureti ile) sonra, kanallar arasındaki frekans yanıtı farklarını telafi etmek için çalışma zamanında aşağıdaki işlemleri yapın. Telafi algoritmasının blok şeması Şekil 6'da görülebilir.

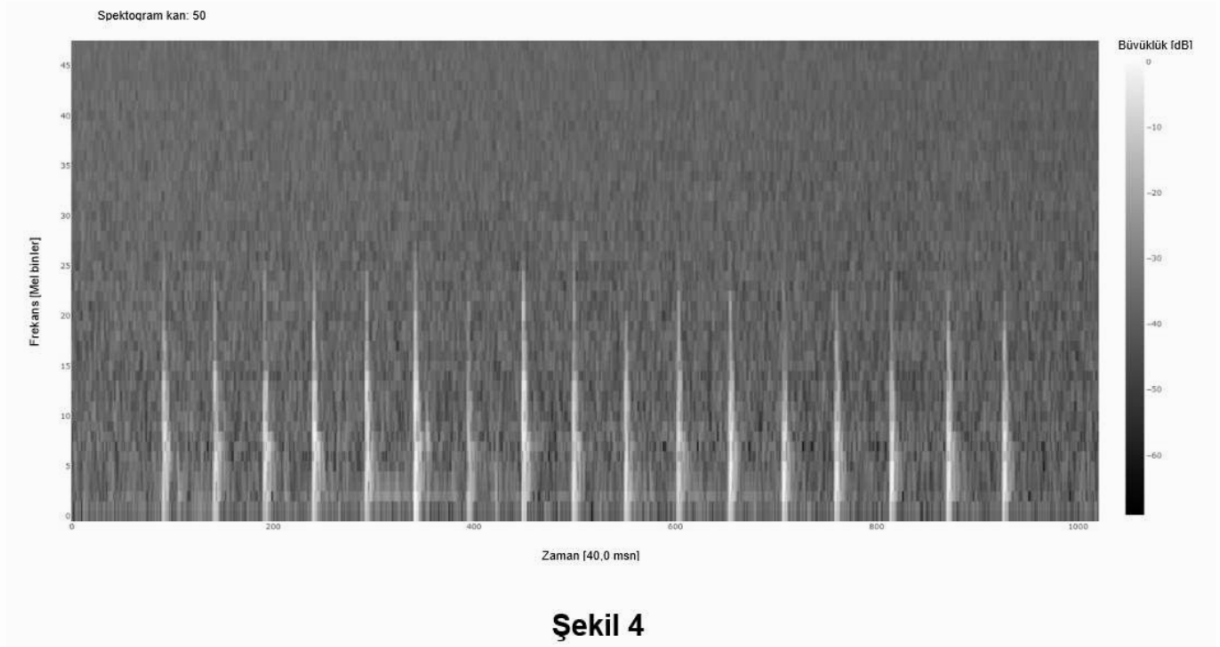
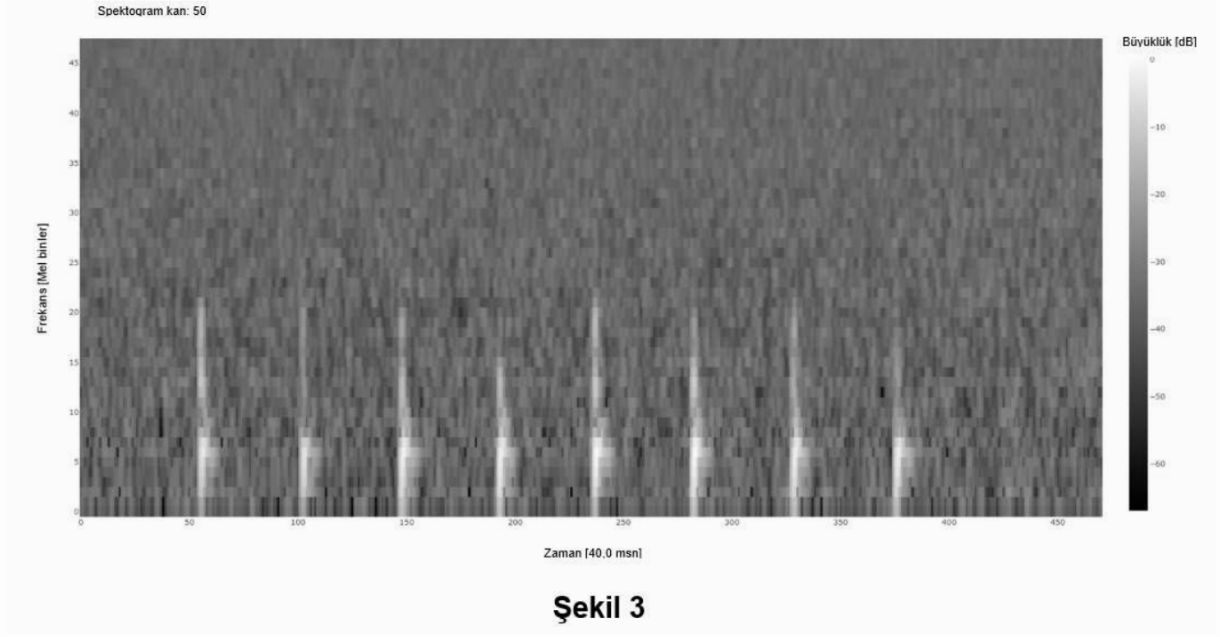
- Her kanal için her zamanki gibi mel-frekans özniteliklerini hesaplayın. Daha sonra her kanal için, karşılık gelen mel-frekans dönüşüm katsayılarını ($1 \times M$ boyutuna sahip olan) alın.
- Her bir kanalın frekans yanıtı arasındaki farklılıkları telafi etmek için (diğer bir deyişle kanalın standartlaştırılmış mel-frekans yanıtı gösterimini elde etmek için) her bir mel-frekans özniteliğini karşılık gelen mel-frekans dönüşüm katsayısı ile bölün.
- Şekil 7'de, bir tren geçişi sırasında, tarif edilmiş olan çevrimiçi telafi algoritmasının sonucunu görebiliriz. Şekil 7'deki üstteki görüntü, standartlaştırılmamış (telafi işlemi uygulanmamış) mel-frekans özniteliklerini, alttaki görüntü ise standartlaştırılmış (telafi işlemi uygulanmış) mel-frekans özniteliklerini temsil etmektedir. Şekilden de görülebileceği gibi, telafi şemasından sonra arka plan gürültüsü ve ön plandaki aktivite net bir şekilde ayrılabilir.

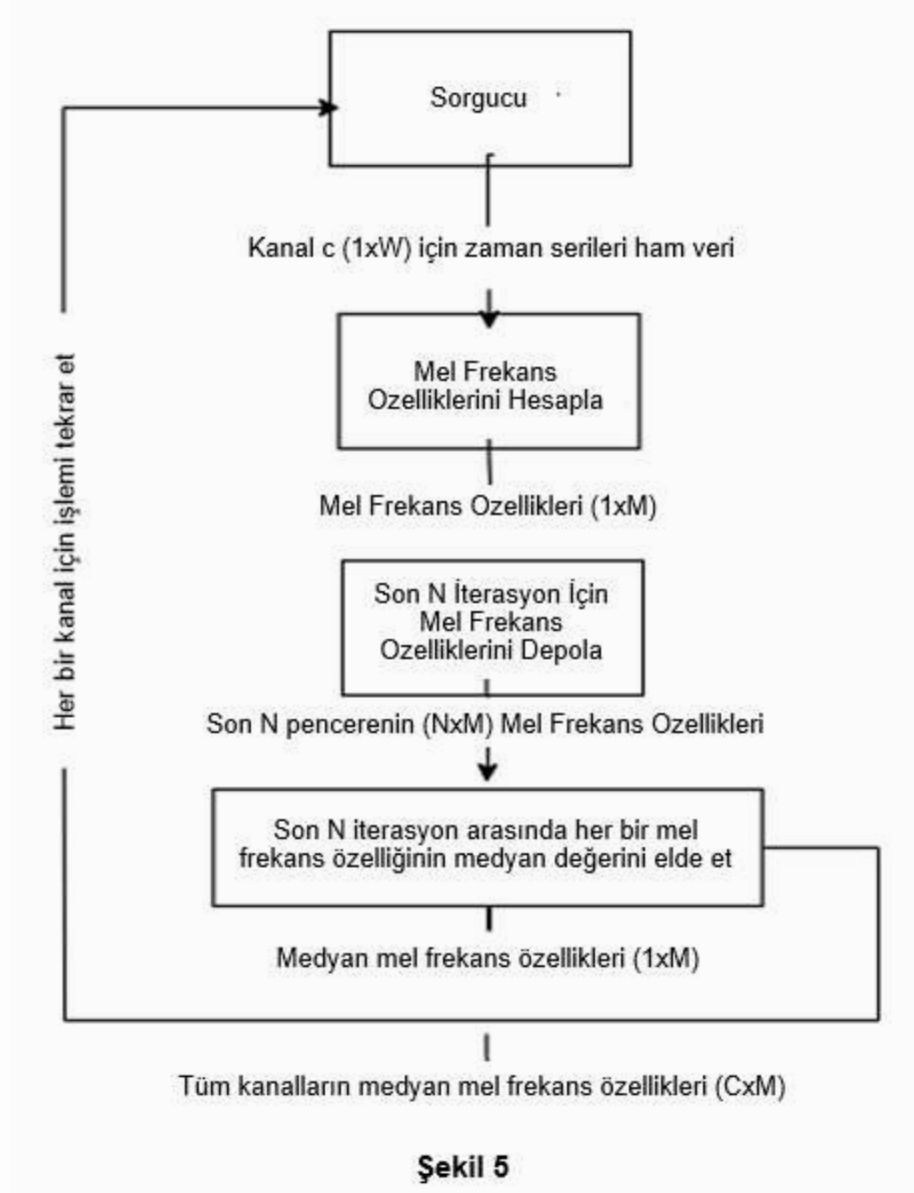
Sinir ağlarına bir girdi olarak, standartlaştırılmış mel-frekans öznitelikleri oluşturmak için bu iki telafi algoritmasının herhangi birini uygulayabiliriz. Bu yöntemlerle, mel-frekans öznitelik uzayının varyansını azaltırız ve farklı kanalları standartlaştırırız. Bu durum, daha az eğitim verisi gerektirirken, sınıflandırma ve anormal olay algılama görevleri için daha küçük mimariler kullanmamıza olanak sağlar.

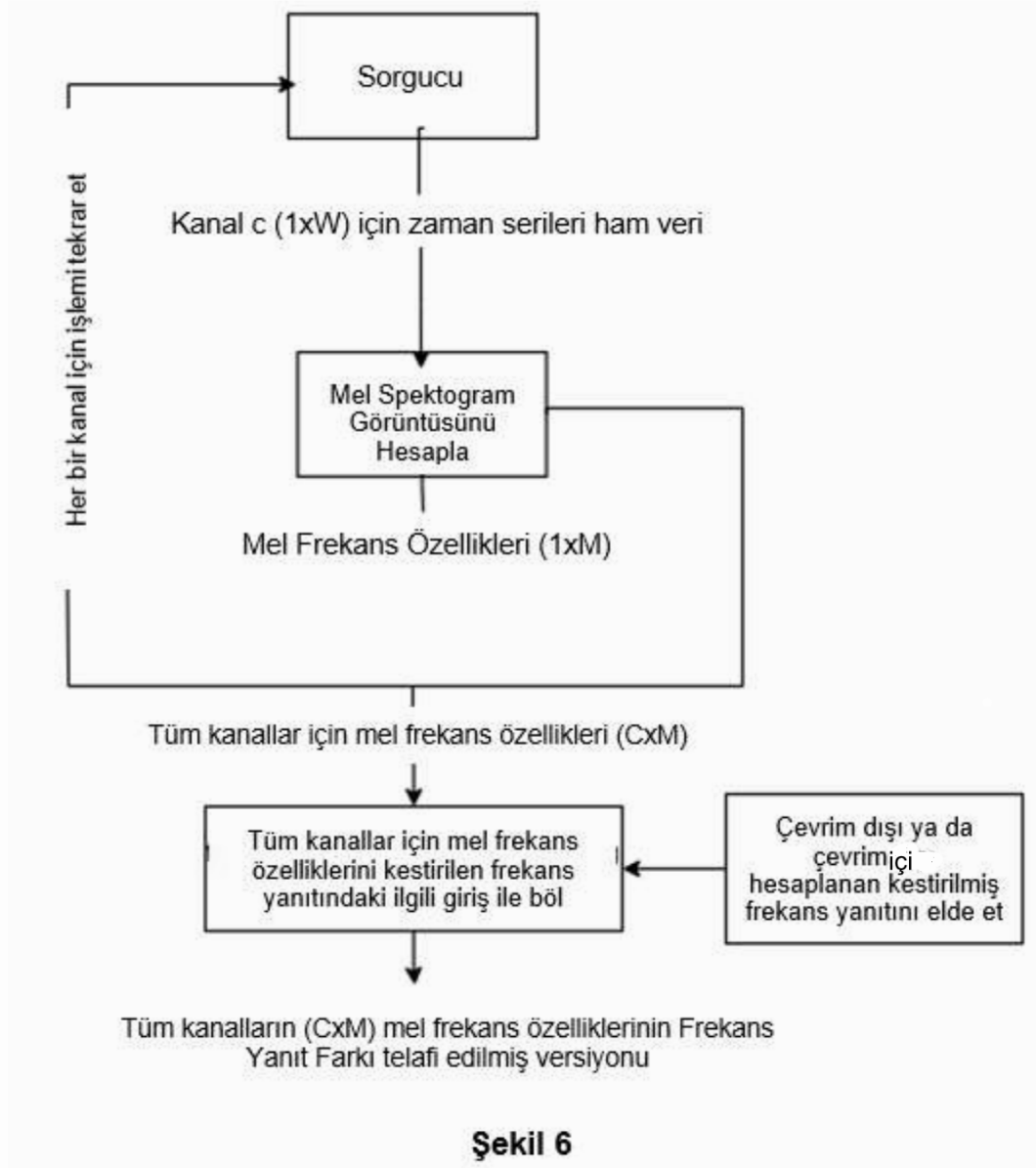


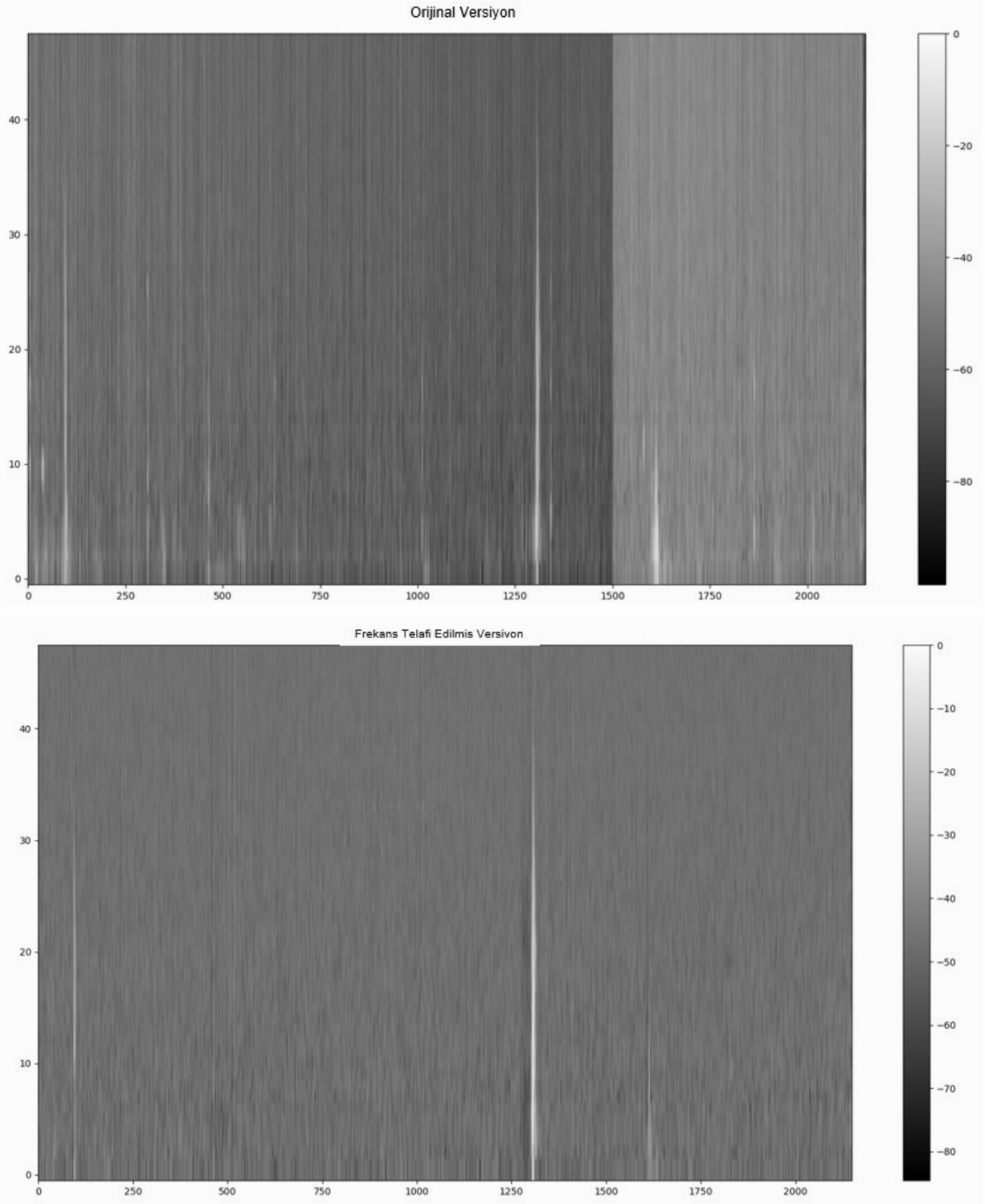


Şekil 2







**Şekil 7**