

SAYISAL SİNYAL İŞLEME YÖNTEMLERİ VE BİR UYGULAMA: ATATÜRK'ÜN 10. YIL NUTKUTNUN GÜRÜLTÜDEN ARINDIRILMASI

Pertev CİNALIOĞLU

Çağımızın önemli kilometre taşlarından biri sayısal sinyal işleme yöntemlerinin ve ilgili teknolojinin gelişmesidir. Ondan sonradır ki; işlem hızı ve bellek kapasitesi çok yüksek bilgisayarlar geliştirilmiş, cepte taşınabilecek bilgisayarlar üretilmiş, hemen her alanda sayısal sinyal işleme yöntemleri uygulamaya konmuştur. İnsan yaşamının bir parçası olan ses iletişimi de bu alanlardan yalnızca birisidir.

Ses iletişiminde günümüzdeki sayısal sinyal işleme uygulamaları şöyle özetlenebilir:

1- Sesin sayısal iletimi ve saklanması:

Ses işlemenin önemli ve ilk uygulamalarından birisi 1930' larda Home Dudley tarafından geliştirilen VOCODER (Voice Coder- Ses Kodlayıcı)'dır. Vocoder, çeşitli uygulamalarda ses sinyali iletişim bandını daraltmak için kullanılır. Ayrıca, ses işaretinin çok gelişmiş kodlama yöntemleriyle şifrelenmesi, birçok uygulamada ses işaretlerinin sayısal iletimini çekici yapmıştır.

2- Ses birleşim (sentez) sistemleri:

Günümüzde bilgisayarlar artık konuşmaktadır. Bu, ancak ses bilgisinin bilgisayar belleğinde sayısal olarak saklanmasıyla gerçekleşmiştir. Gerçekleştirilen ses birleşim sistemleri aynı zamanda insanın ses üretmesini anlamada önemli bir rol oynamaktadırlar.

3- konuşmacıyı tanıma ve doğrulama sistemleri:

Belli birtakım bilgilere ulaşmayı veya yasak bir bölgeye girişi denetleyen sistemlerde konuşmacı doğrulama sistemleri kullanılabilir. Evinizin kapısını yalnızca sizin sesinizle açacak bir sistem olasıdır. Konuşmacıyı tanıyan sistemler ise birçok konuşmacı arasından konuşmayı yapan kişiyi seçebilir.

4- Ses tanıma (recognition) sistemleri :

Ses tanıma, genel olarak, bir konuşma dizisinin aynı bilgiyi taşıyan yazıya dönüştürülmesidir. Olası uygulamalar, sesle işleyen daktilo ve bilgisayarlarla tuş takımı yerine sesle bilgi alışverişidir.

5- Özürlülere yardım sistemleri :

Bu sistemlerle, ses işareti bilgiyi özürlü insanlar için daha uygun bir biçime sokmak için işlenir, örneğin, kayıtların değişebilir hızda dinlenebilmesi görme engellilerinin

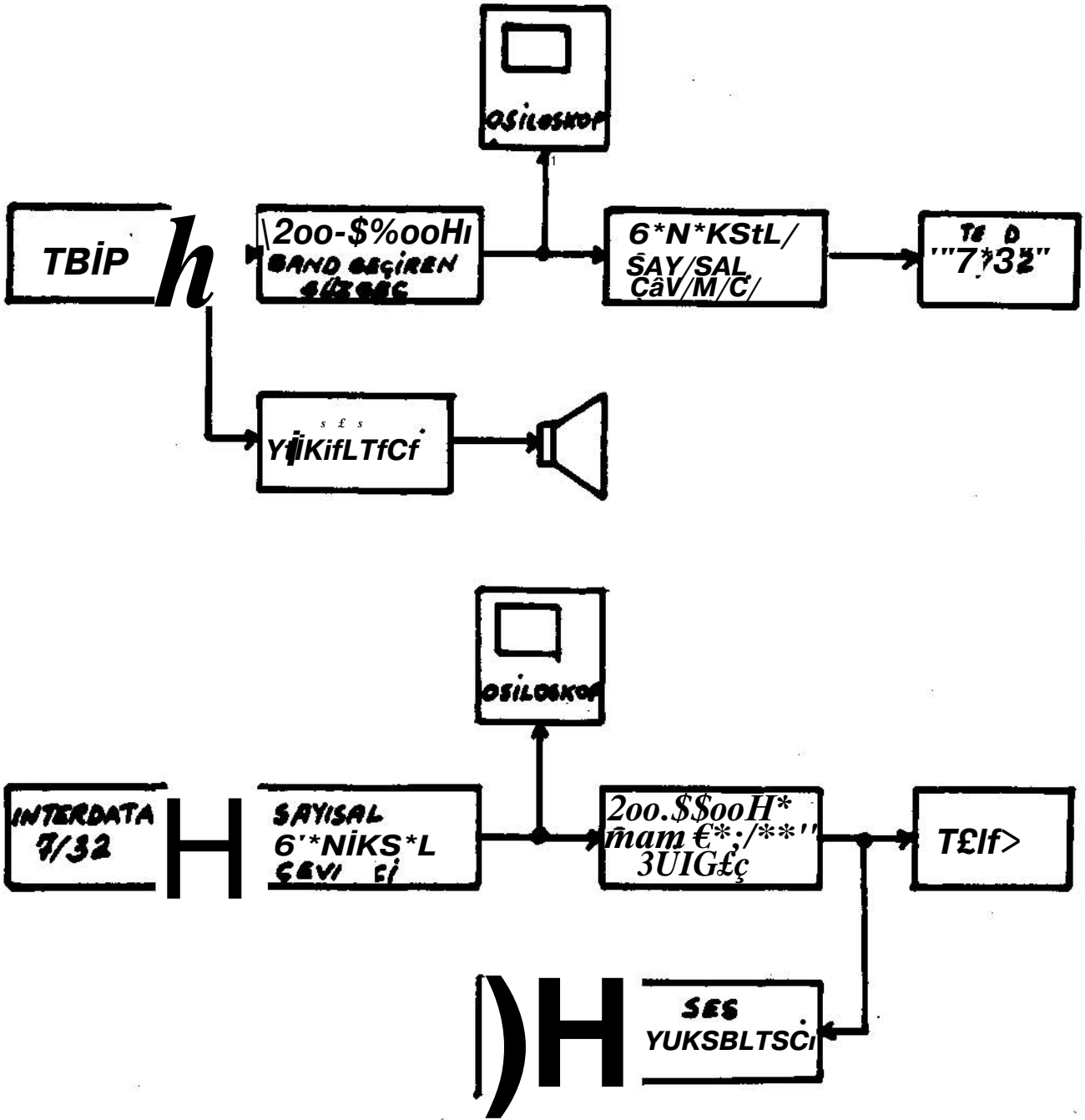
verilen ses bilgisini istediği şekilde dinlemesini sağlar. Ayrıca, işitme engelliler için ses bilgisinin görüntüye çevrilmesinde birçok değişik sinyal işleme yöntemi kullanılır.

6- Sinyal kalitesinin artırılması:

Sayısal ses işleme yöntemleri, kulakları sağır edecek kadar gürültülü bir ortamda • örneğin helikopter kabininde- yapılan konuşmanın veya sokak gürültüsü varken yapılan konuşmanın veya helium-oksijen kullanan dalgıçların konuşmasının ses kalitesini ve anlaşılabilirliğini arttırmak için kullanılmaktadır. Ayrıca, eski ses kalitesi ve anlaşılabilirliği sayısal ses işleme yöntemleri ayrımları artırabilmektedir. Bu konuda, 1983 yılında ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ Elektrik Mühendisliği Bölümü' nde bir çalışma yapılmış ve eski ses kayıtlarındaki dip gürültüyü bastırmak için bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntem, Mustafa Kemal Atatürk'ün Cumhuriyetimizin 10. Kuruluş yıldönümünde yaptığı konuşmaya uygulanmıştır. Yapılan çalışma, Mustafa Kemal'in önemli mesajının yeni nesillere gürültüden arındırılmış biçimiyle ulaşmasını sağlayacaktır. Aşağıda, anılan çalışmanın bir özetini bulacaksınız.

ATATÜRK'ün 10. yıl Nutku'na uygulanan yöntem, Nutuk'ta varolan dip gürültüyü bastırıp asıl konuşmanın kalitesini yükseltmektedir. "GÖRÜNTÜSEL ÇIKARMA" olarak adlandırılan bu yöntem ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde INTERDATA 7/32 mini bilgisayarı ve çevre birimlerini kullanarak uygulanmıştır. Bunun için, gürültülü ses kaydı 200 Hz - 3800 Hz band geçiren süzgeçten geçirilip, ömekselsayısal (Analog/Dijital) çevrici kullanılarak bilgisayar belleğine yüklenmiş, geliştirilen sayısal ses işleme yöntemi uygulanmış ve elde edilen gürültüden arındırılmış sayısal ses bilgisi sayısal/örneksel çevirici ve 200 Hz - 3800 Hz band geçiren süzgeçten geçirilerek yeniden kaydedilmiştir. Şekil 1 bilgisayar belleğine sayısal dönüşürülmüş kaydı yüklemek ve yöntem uygulandıktan sonra gürültüden arındırılmış sayısal ses işaretini kaydetmek için kullanılan düzenekleri göstermektedir.

"Görüngeşel Çıkarma" yöntemi, ses kaydının yalnızca gürültü bulunan kısımlarında gürültünün genlik görünüşü (amplitude spectrum) kestirimi yapılarak, gürültüsüz ses işaretinin genlik görünüşü kestirimini elde etmek için, kayıttaki gürültülü sesin genlik görünüşünden çıkartılmasına dayanır. Çıkarma sonucu kalan gürültünün etkisi ikincil işlemlerle azaltılmıştır. Son olarak, elde edilen görünüş kestirimi gürültülü sesin evre bilgisiyle birleştirilerek ses işaretini oluşturmak üzere ters dönüşümü alınmıştır. Ses kaydının yalnızca gürültü bulunan kısımlarını bulmak için, kısa süreli ses enerjisinin, hesaplanmasına

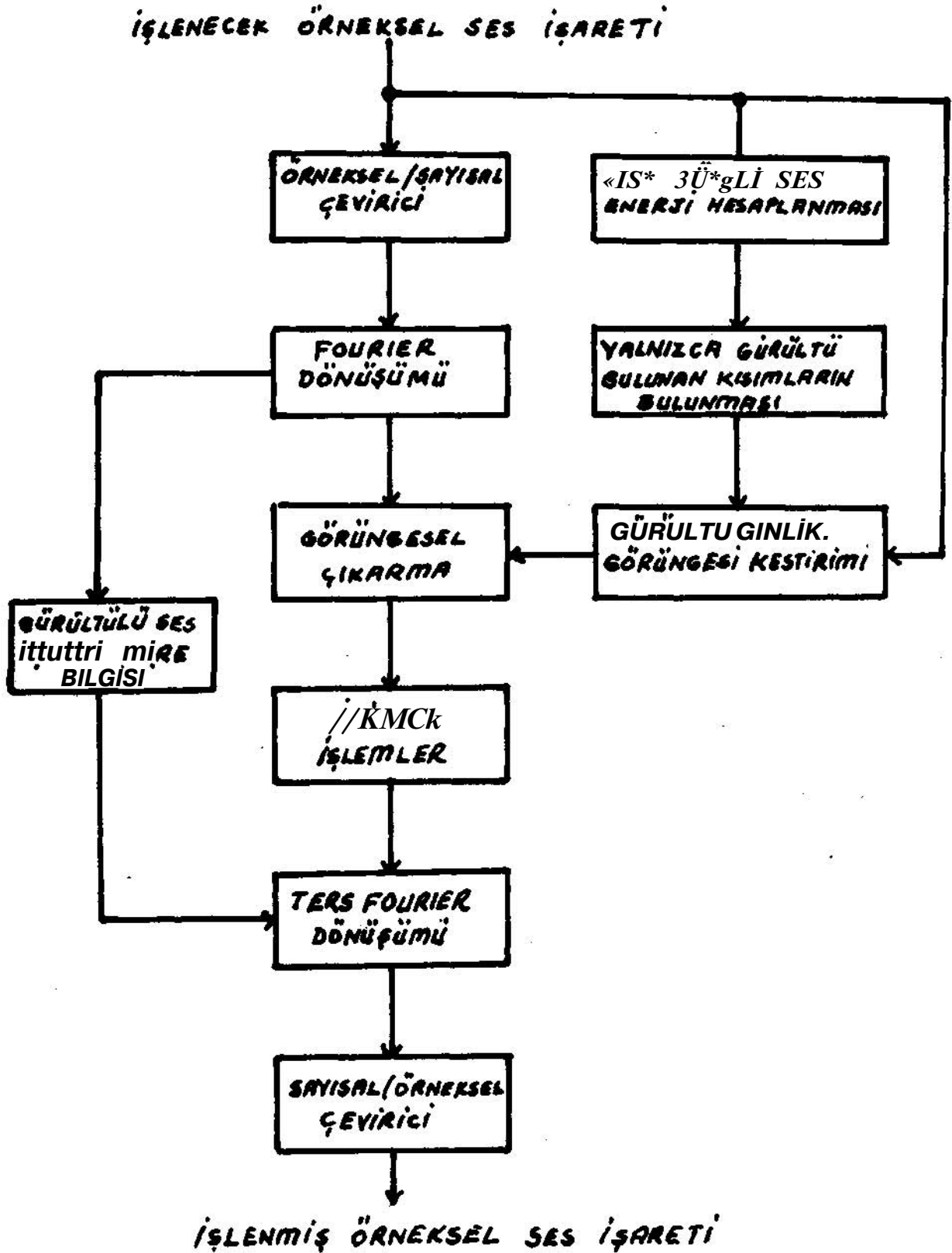


ŞEKİL 1. Bilgisayar belleğine sayısal ses işaretini yüklemek ve bellekten gürültüden arındırılmış örnek sel ses işaretini kaydetmek için kullanılan düzenekler.

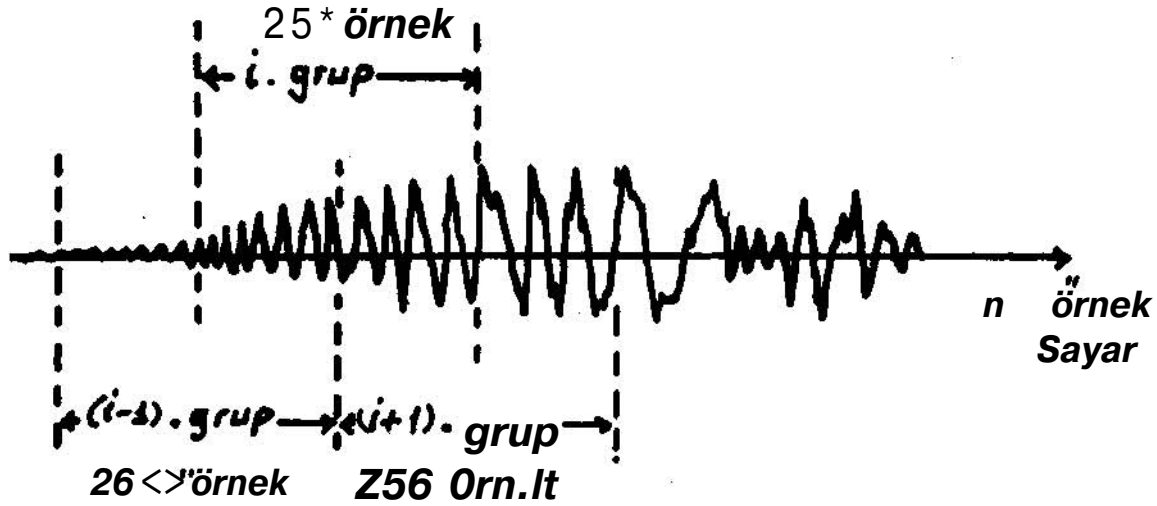
dayanan bir algoritma geliştirilip kullanılmıştır. Yöntem öbek çizimi Şekil 2'de gösterilmiştir.

Anılan çalışmada, gürültülü örnek sel ses sinyalinin, gürültüsüz ses işareti ile ilişkisiz toplamsal dip gürültüden

(uncorrelated additive background noise) oluştuğu kabul edilir. Ornekselden sayısala çevirmeden önce, gürültülü ses sinyali, alçak sıklık gürültüsü (hum) ve Nyquist sıklığından daha yüksek sıklıklardaki gürültüyü bastırmak için band geçiren süzgeçten geçirilir. Örnekleme sıklığı 7.8



ŞEKİL 2. Geliştirilen yöntemin öbek çizimi



ŞEKİL 3. Sayısal bilginin yarısı çalışan 256 örneklilik gruplara ayrılması

kiloHertz'dır. Sayısal dönüştürülen işaret kısa süreli olarak işlenir. Bunun nedeni, ses sinyallerinin özelliklerinin, örneğin enerji, korelasyon, sıfır geçme sayılarının, 10ms-30 ms zaman süresince değişmemesidir. Kısa süreli sinyal işlemede sayısal zaman dizileri pencere işleviyle çarpılır. Analiz için, gürültülü ses sinyaline ait zaman dizisi 128 noktası çakışan 256 noktalık bilgi gruplarına bölünüp her grup 256 noktalık Hanning pencere işleviyle çarpılır. Şekil 3'de sayısal bilginin 256 örneklilik gruplara bölünüşü görülmektedir.

Pencere işleviyle çarpılan bilgi gruplarının 256 noktalık ayrık Fourier Dönüşümü (Discrete Fourier Transform) AFD alınır ve gürültülü sese ait zaman dizisinin genlik görüngesi bulunur.

Gürültünün genlik görüngesi kestirimi, kayıta konuşmanın bulunmadığı aralıkların bulunarak, bu aralıklarda 256 noktalık genlik görüngelerinin zaman ortalaması olarak elde edilir.

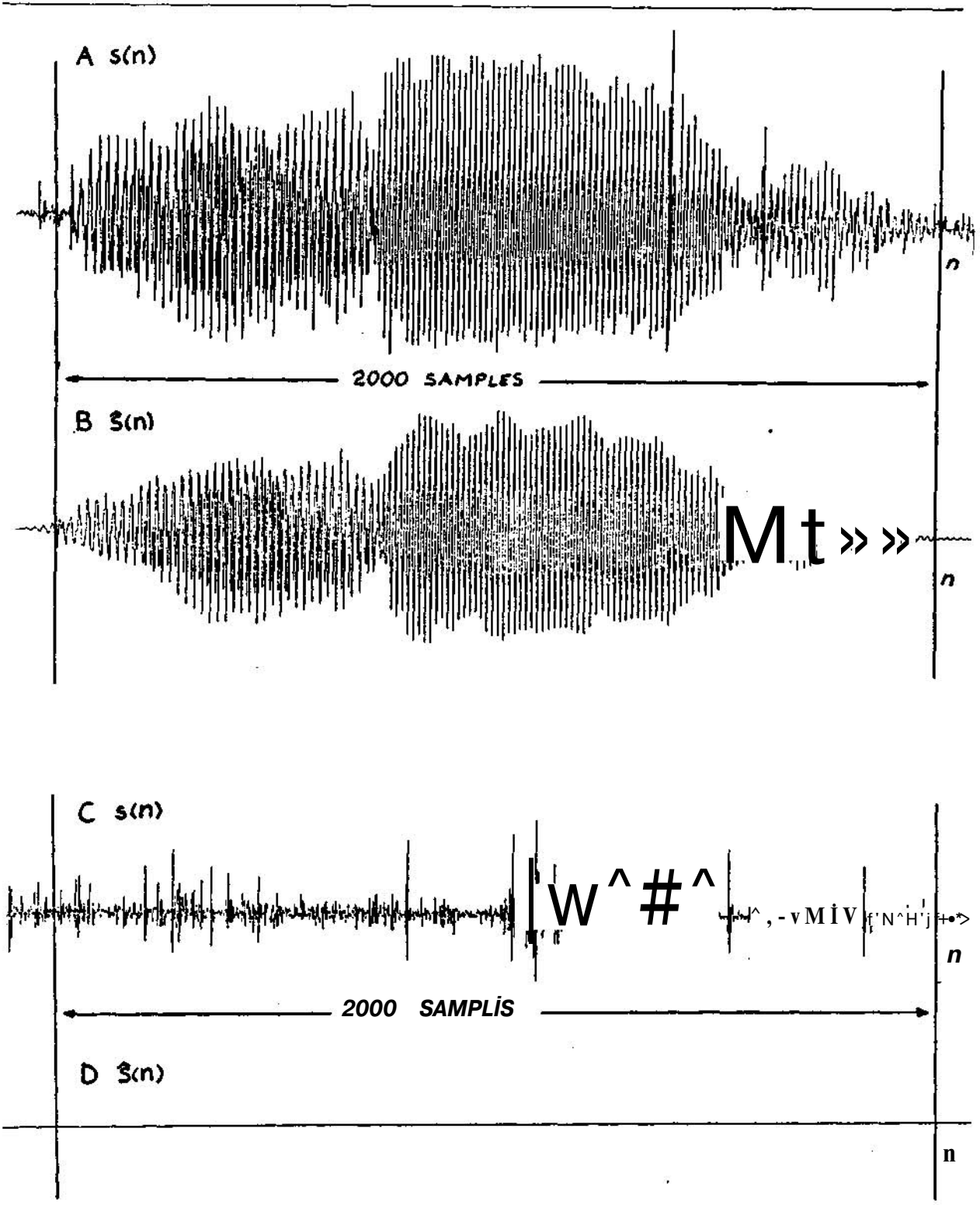
Gürültüden arındırılmış ses sinyalinin genlik görüngen kestirimi ise, gürültülü ses sinyalinin genlik görüngesinden, gürültünün genlik görüngesi kestiriminin çıkarılmasıyla elde edilir. Kalan gürültünün cuyulur etkilerini azaltmak için, ikincil işlemler uygulanır. Bunlardan birisi, çıkarma sonucu sıfırdan küçük olarak elde edilen genlik görüngesi değerlerini sıfıra eşitlemektir. İkincil işlemlerden **sonra, gürültülü ses** $s(n)/y(n)$ ine ait evre bilgisi ile elde edilen

genlik görüngesi kestirimi birleştirilip Ters AF Dönüşümü (Inverse Discrete Fourier Transform) alınıp gürültüsüz sese ait 256-örneklilik bilgi grubunun zaman dizisi kestirimi elde edilir. Sayısal/örneksel çeviriciden ve band geçen süzgeçten geçirilen gürültüsüz ses sinyali kestirimi yeniden kaydedilir.

SONUÇ

işlemin gürültülü ses sinyaline etkisini görmek için "Ne Mutlu Türk'üm Diyene" cümlesine ait işlenmemiş (gürültülü) ve işlenmiş (gürültüden arındırılmış) ses sinyali zamana karşı bir çizici yardımıyla çizdirilmiştir. Kısa bir cümle için yaklaşık 3 metre çizim kağıdı gerektiği için çizim yalnızca bir cümle için gerçekleştirilmiştir. İşlenmemiş ses sinyaline ait çizimde; birisi konuşma bulunan birisi de konuşma bulunmayan aralıkta olacak şekilde iki tane 2000. örneklilik bilgi grubu seçilip aynı bilgi grupları işlenmiş ses sinyaline ait çizimde işaretlenmiştir. Bu bilgi gruplarına ait çizimler Şekil 4'de görülmektedir.

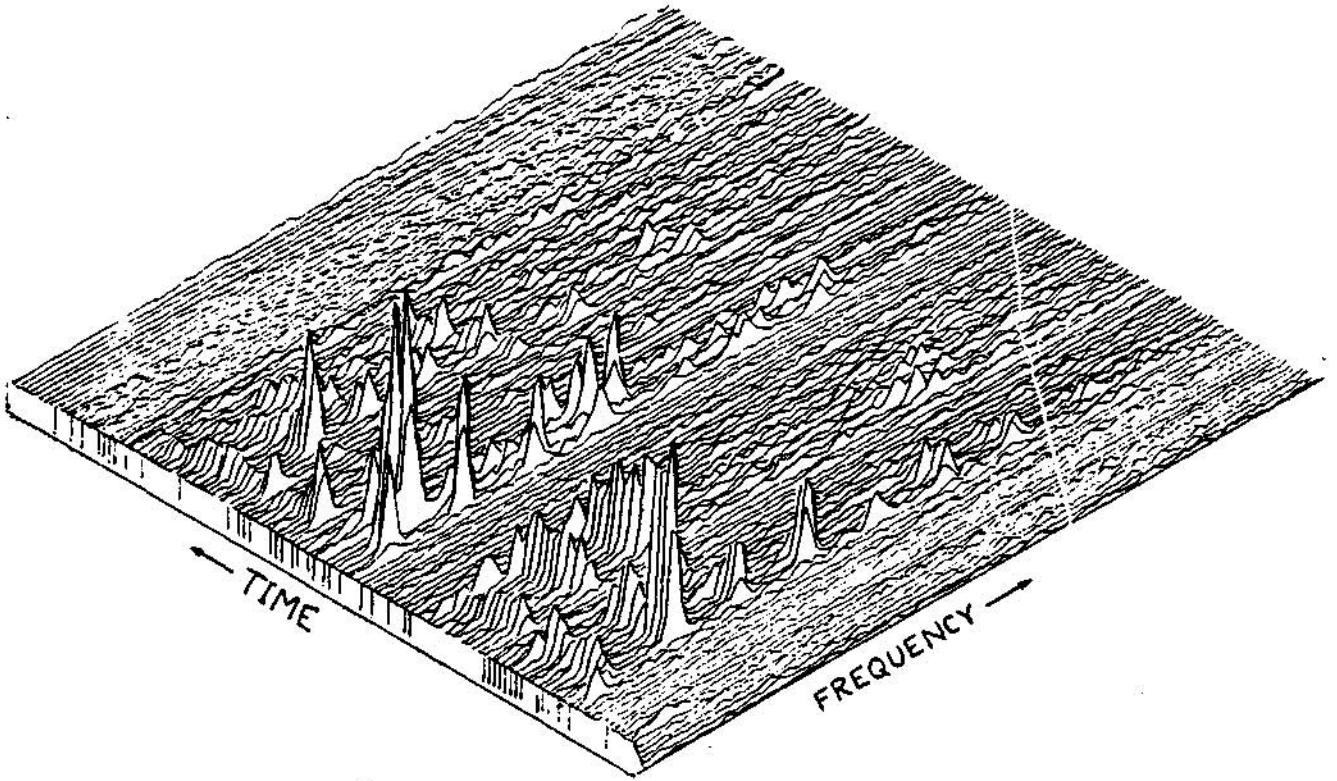
B ile gösterilen çizim, A çiziminin, D ile gösterilen çizim ise C çiziminin işlenmiş çizimleridir. A ve C çizimleri sırasıyla, gürültülü ses sinyalinde konuşma bulunan ve bulunmayan zaman aralıklarına karşılık gelmektedir. C ile D çizimi karşılaştırıldığında, kayıta konuşma bulunmayan zaman aralıklarındaki gürültünün tümüyle silindiği görülmektedir.



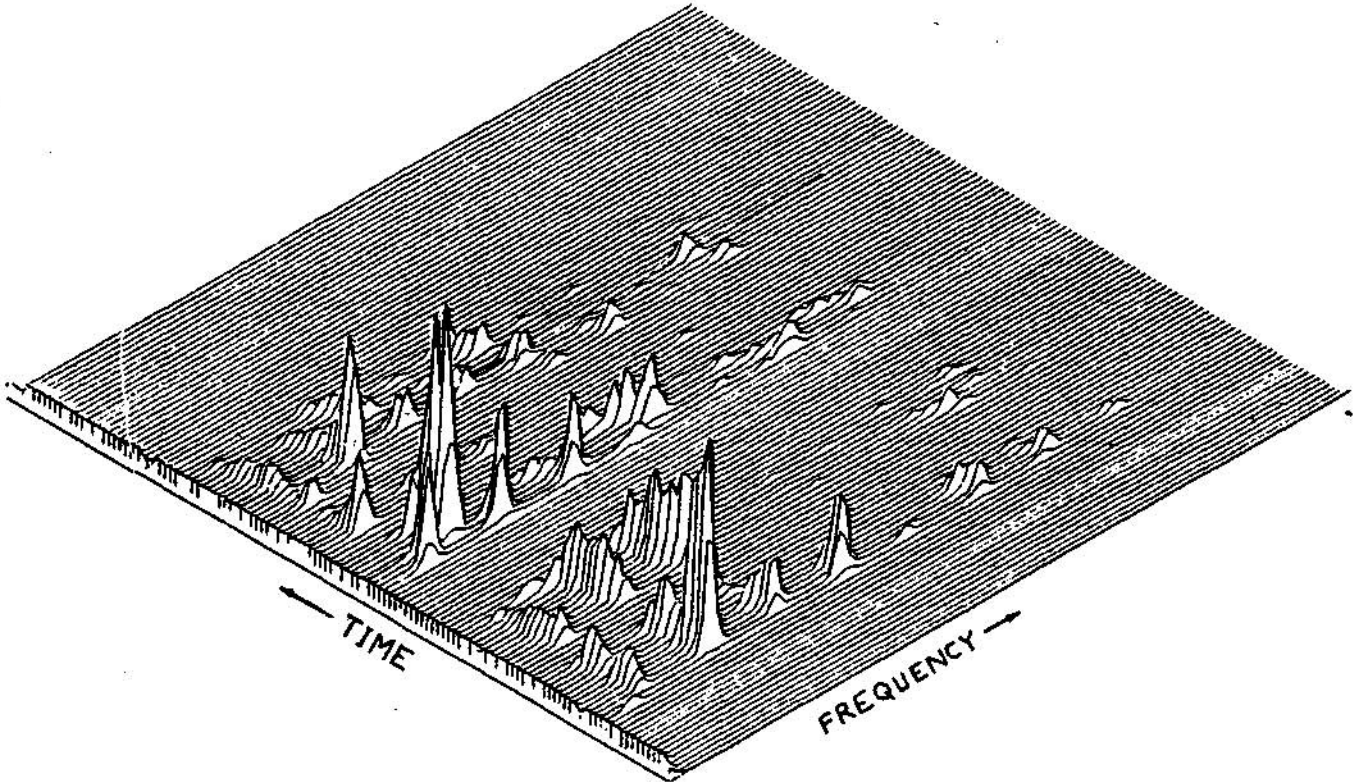
n = örnek Sayısı, 2000 samples (2000 örnek)

fi: **Sample Number**

ŞEKİL 4. İşlemenin gürültülü ses işaretine etkileri



ŞEKİL 5. 4 saniye süren gürültülü ses parçası "Ne Mutlu Türküm Diyene!"nin kısa süreli genlik görüncesi



ŞEKİL 6. "Ne Mutlu Türküm Diyene!" ses işareti parçasının gürültüsüz ses kestiriminin kısa süreli genlik görüncesi

Ayrıca, yapılan işlemlerin gürültülü ses sinyalinin genlik görüngesine etkisini görebilmek için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu program kullanılarak, genlik görüngesinin sıklık ve zamana karşı izometrik çizimleri yapılmıştır. Şekil 5 ve 6, "Ne Mutlu Türk'üm Diyene" cümlesine ait işlenmeden önce ve sonraki çizimleri göstermektedir. Her çizgi 256 noktalık sıklık analizini göstermektedir. Zaman aşağıdan yukarıya doğru, sıklıkça soldan sağa doğru artar.

Şekil 5 ve 6 karşılaştırıldığında

1- Konuşma olmayan aralıklarda sinyalin çok fazla bastırıldığı,

2- Kısa süreli genlik görüngesinde yüksek sıklık bileşenlerinin alçak sıklık bileşenlerine göre çok fazla bastırıldığı görülür.

Çalışma sonunda iki grup Elektrik Mühendisliği Bölümü öğrencisine orijinal ve gürültüden arındırılmış kayıtlar (hangisinin işlenmiş hangisinin orijinal kayıt olduğu belirtilmeden) dinlettirilip bir anket düzenlenmiştir. 1 nci gruba önce işlenmiş, sonra orijinal kayıt dinletilmiş, 2 nci grup ise ters sırada dinletirilmiştir. Anket sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Grup No.	Hangi kayıt kulağa daha hoş gelmektedir?		Hangi kayıt daha anlaşılabilirdir?		Ankete katılan dinleyici sayısı
	Orijinal	İşlenmiş	Orijinal	İşlenmiş	
i	2	7	4	5	9
II	1	11	4	8	12
I + II	3	18	8	13	21

Elektrik

«S3»

Hizmetinde

7. Yıl

- .Pratiğe Yönelik Teknik Yazılar
- .Başlıca Üretici Firmaların Tanıtım
- .Malzeme Fiyat Listeleri
- .Kuşe Kağıt 5 renkli ofset baskı

Dördüncü Cilt Çıktı

AJANS KAYNAK Koli. Şişli-Tepebaşı. Meşrutiyet Cad. 129/b

İletişim: 42 Beyoğlu-İSTANBUL

Mühendisinin

Üreticinin, Tüketicinin



Ücretsiz örnek sayı isteyiniz