

# FPGA ÜZERİNDE GERÇEK ZAMANLI BİR İZGESEL KONUŞMA İYİLEŞTİRİCİ GERÇEKLEMESİ

## IMPLEMENTATION OF A FPGA BASED REAL-TIME SPECTRAL VOICE ENHANCER

Ramazan Yeniçeri, Burak Gönen, Müştak E. Yalçın

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
{yenicerir,gonen,yalcinmust}@itu.edu.tr

### ÖZETÇE

Bu çalışmada konuşma işaretinden gürültü giderme yöntemlerinden biri olan izgesel bastırmanın gerçek zamanlı bir sayısal sistem olarak gerçekleştirilmesi açıklanmaktadır. Çalışmada daha önceden tasarlanmış bir izgesel bastırıcı çekirdeğine ses giriş-çıkışının oluşturulması için gereken mikrofon, hoparlör, ADC, filtre ve kuvvetlendirici donanımları ile giriş-çıkış arayüzü olacak sayısal devre blokları eklenmiştir. Sistemin sayısal blokları FPGA üzerinde, analog kısımları ve dönüştürücüleri FPGA kartına bağlanan genişletme kartları halinde kurulmuştur. Sistem gerçek zamanda çalışmakta ve mikrofondan alınan konuşma işaretindeki ortam gürültüsünü bastırmakta ve iyileştirilmiş sesi hoparlör ya da kulaklığa çıkartmaktadır.

### ABSTRACT

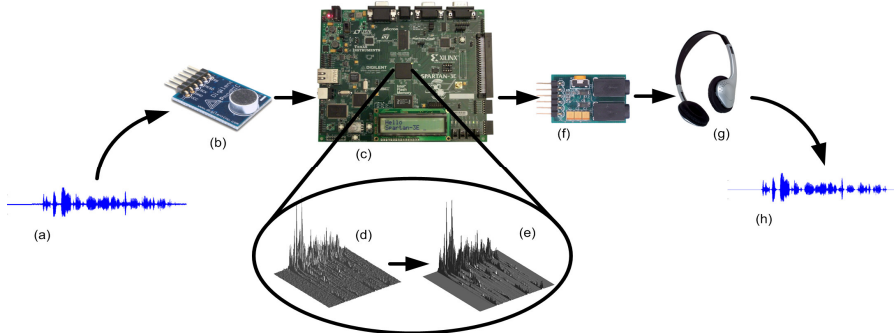
In this paper, the implementation of spectral suppression, which is one of the noise removal methods from voice signal, as a real-time digital system is described. Microphone, speaker, ADC, filter and amplifier hardware that is required for voice input-output and digital interface blocks are added to a pre-designed spectral suppressor core. The digital blocks of the system are implemented on an FPGA while the analog parts and converters are ready on expansion boards and plugged to the FPGA board. The presented system works in real-time. System suppresses the ambient noise within the input voice signal taken from the microphone, and outputs the enhanced voice via the speaker or earphone.

### 1. İZGESEL KONUŞMA İYİLEŞTİRİCİ

Sistemin bileşenleri Şekil 1’de gösterilmiştir. İzgesel gürültü bastırıcı çekirdeği [1] FPGA üzerinde (Şekil 1c) bulunmaktadır [2]. Bu çekirdek mikrofon modülünün (Şekil 1b) sağladığı giriş ses işaretleri (Şekil 1a) ile giriş belleğini doldurur [3]. Giriş belleğinde biriktirilen giriş işaretlerinden oluşturulan bir çerçevenin Hızlı Fourier Dönüşümü (Fast Fourier Transform – FFT) ile izgesi tespit edilir (Şekil 1d). Bu izgeden gürültü kestirimine ait izge çıkartılır ve elde edilen gürültüsü bastırılmış izge (Şekil 1e) ters FFT’ye tabi tutulur. Zaman domenine geçilerek elde edilen çıkış işaretleri Darbe Genişlik Modülasyonu (Pulse Width Modulation – PWM) ile çıkış katındaki filtreye oradan da kuvvetlendiriciye (Şekil 1f) gönderilir [3]. Kuvvetlendirilmiş işaret bir kulaklık ya da hoparlörü (Şekil 1g) sürer. Çıkışta duyulan ses (Şekil 1h), mikrofonu aktarılan sesin ortam gürültüsü bastırılmış halidir.

### 2. KAYNAKÇA

- [1] Gönen B., Yeniçeri R., Ayhan T., Yalçın M.E., “FPGA Üzerinde İzgesel Bastırma Yöntemi ile Konuşma İşaretinden Gürültü Giderme,” *IEEE 19. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SİU 2011)*, Antalya, 20-22 Nisan 2011, gönderilen bildiri.
- [2] “Spartan-3E Embedded Processing Development Kit - SP3E1600E MicroBlaze Edition Documentation,” <http://www.xilinx.com/products/devkits/DO-SP3E1600E-DK-UNI-G.htm> adresinden 20 Ocak 2011’de alınan.
- [3] “PmodMIC - Microphone with digital interface and PmodAMP1 - Speaker/headphone amplifier documentation,” <http://www.digilentinc.com/> sitesinden 20 Ocak 2011’de alınan.



Şekil 1: Konuşma iyileştirici sistemin bileşenleri ve işaret akışı: a) gürültülü giriş konuşma işareti, b) mikrofon ve ADC kartı, c) FPGA kartı, d) zamanla değişen gürültülü konuşma izgesi, e) zamanla değişen gürültüsü bastırılmış konuşma işareti izgesi, f) analog filtre ve kuvvetlendirici kartı, g) kulaklık, h) gürültüsü bastırılmış çıkış ses işareti.