

# SAYISAL İMGELERDEKİ DÜRTÜ GÜRÜLTÜSÜNÜN GİDERİLMESİ İÇİN CCII TABANLI ANALOG DEVRE TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Pınar ÇİVİCİOĞLU<sup>1</sup> Mustafa ALÇI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Elektrik-Elektronik Bölümü,  
38039, Kayseri

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü,  
38039, Kayseri

<sup>1</sup>e-posta: civici@erciyes.edu.tr <sup>2</sup>e-posta: malci@erciyes.edu.tr

Anahtar sözcükler:Dürtü Gürültüsü, Analog Ortanca Süzgeçler, Akım Taşıyıcılar

## ABSTRACT

*In this paper, a new analog median filter has been proposed for the suppression of impulsive noise in digital images. The proposed filter is based on current conveyors, which are known as versatile current-mode analog building blocks. The impulsive noise suppression capability of the proposed filter has been examined over the Butterfly test image for the impulsive noise density of 10%. In order to evaluate the performance of the proposed filter, it is compared with the analog median filter circuit, which was proposed by Opris and Kovacs. The simulation results show that the proposed filter achieves noise suppression and detail preservation very well and the restoration performance of the proposed filter is better than the performance of the filter proposed by Opris and Kovacs.*

## 1. GİRİŞ

Gürültü, işaretlerin bozulmasına sebep olan istenmeyen etkilere dir. İmgeler üzerinde oluşan gürültü, imgenin kameraya alınması ve kanaldan iletimi sırasında işarete karışır. Ölçüm hatası, sensör gürültüsü, film parçalarının düzgün olmaması ve atmosferik olaylar nedeniyle oluşan dalgalanmalar gibi çok değişik etkenler gürültüye sebep olurlar [1].

Uzamsal süzgeçler, sayısal işaretlerde değişik tiplerdeki gürültülerin süzülmesinde başarıyla kullanılabilir. Uzamsal süzgeçler, genellikle 3x3'ten 11x11'e kadar olan küçük komşuluklarda çalışırlar. Uzamsal süzgeçlerin gürültü kaldırma için kullanılan başlıca iki çeşidi, sıralı (order) süzgeçler ve ortalama (mean) süzgeçlerdir. Sıralı süzgeçlerde, komşu pikseller gri-ölçek değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanırlar ve bu sıra kullanılarak doğru

değer seçilir. Ortalama süzgeçlerinde ise komşu piksellerin gri-ölçek değerlerinin ortalaması alınır. Ortalama süzgeçleri, Gauss gürültüsü ve düzgün dağılımlı gürültünün kaldırılmasında iyi sonuç verirken sıralı süzgeçler (özellikle ortanca süzgeç), tuz ve biber gürültüsü, negatif üstel gürültü ve Rayleigh gürültüsünün kaldırılmasında başarılıdırlar [2].

Sıralı süzgeçler içerisinde en kullanışlı olanı, ortanca süzgeçtir ve dürtü gürültüsünün kaldırılmasında başarılı sonuçlar verir. Ortanca süzgeç, küçükten büyüğe doğru sıralanmış pikseller içerisinde tam ortada bulunanı seçer [1].

Ortanca tipi süzgeçlerin imge işleme uygulamalarında dürtü gürültüsünün süzülmesinde kullanımının artmasıyla birlikte eşzamanlı uygulamalar için ortanca süzgeç yapılarının gerçekleştirilme gereksinimi ortaya çıkmıştır [3, 4]. Son zamanlarda ortanca süzgeçlerin dijital olarak gerçekleştirilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır, ancak analog ortanca süzgeç üzerinde yapılan çalışmalar çok azdır.

Dijital ortanca süzgeçler oldukça popüler olmalarına rağmen, eşzamanlı olarak gerçekleştirilmeleri pahalıdır çünkü bu tip süzgeçler, ortanca değer bulunurken her piksel için bir sıralama işlemi gerektirirler ve dolayısıyla ihtiyaç duydukları devre, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir [5]. Oysa analog ortanca süzgeç yapılarında işlem hızı daha fazladır ve gereken silikon alanı daha azdır. Ayrıca, analog ortanca süzgeçler yüksek hıza sahip pahalı A/D ve D/A konvertörlerin kullanımına gereksinim duymaz. Tek bir kırkık üzerine entegre edilebilirler ve daha az güç harcarlar [6, 7]. Bütün bu sebeplerden dolayı,

analog ortanca süzgeç yapıları dijital ortanca süzgeç yapılarına tercih edilebilir [8, 9].

Bu çalışmada, CCII tabanlı yeni bir analog ortanca süzgeç yapısı tasarlanmış ve bu devrenin imgelerdeki dürtü gürültüsünü süzme işleminde gösterdiği performans incelenmiştir. Tanıtılan devrenin imgelerde bulunan dürtü gürültüsünü giderme başarısı, literatürde Opris ve Kovacs tarafından tanıtılmış olan analog ortanca devrenin gösterdiği başarı ile kıyaslanmıştır.

Devre yapılarının benzetiminden elde edilen onarım sonucu, *MSE* (Karesel Ortalama Hata), *Corr* (Pearson Korelasyon Katsayısı) ve *PSNR* (Tepe Sinyal-Gürültü Oranı) performans ölçütleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Kullanılan *PSNR* ölçütü şöyle tanımlanır:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{I_{\max}^2}{MSE} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

$I_{\max}$  değeri, referans imgenin en büyük gri-ölçek değeridir. Karesel ortalama hata değerinin (*MSE*) hesaplanmasında,

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (Y_{i,j} - S_{i,j})^2 \quad (2)$$

ifadesi kullanılır. Burada  $M$  imgenin yatay boyutundaki,  $N$  ise dikey boyutundaki toplam piksel sayısıdır.  $S_{i,j}$  orijinal imge pikselleri,  $Y_{i,j}$  ise süzölmüş imge pikselleridir [8].

Pearson korelasyon katsayısı değeri *Corr*,

$$Corr = \frac{\sum \sum (S - \bar{S}) (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum \sum (S - \bar{S})^2 \sum \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

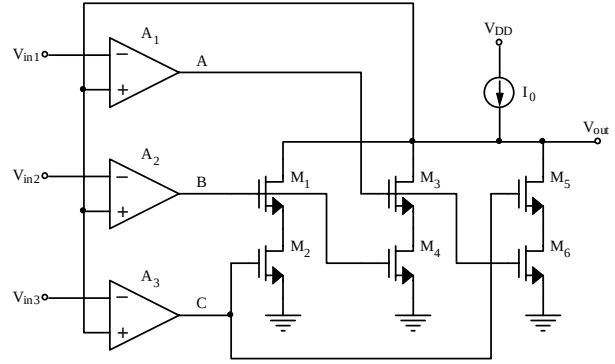
ile verilir. Burada,

$$\bar{S} = \frac{\sum \sum S}{M N} \quad \text{ve} \quad \bar{Y} = \frac{\sum \sum Y}{M N} \quad (4)$$

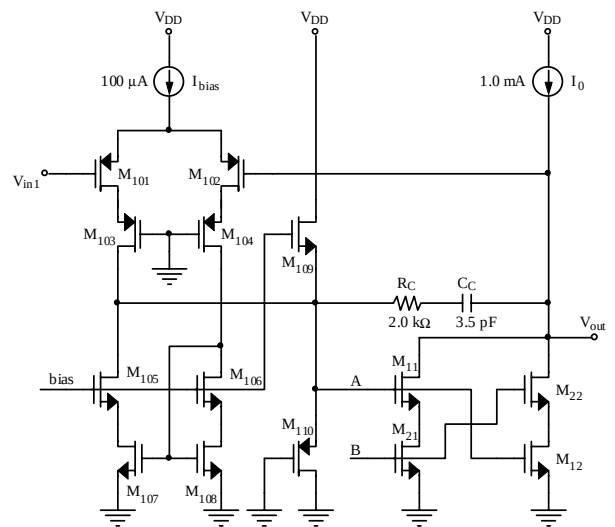
kullanılarak hesaplanır.  $S$  orijinal imge pikselleri,  $Y$  ise süzölmüş imge pikselleridir.

## 2. OPRIS VE KOVACS TARAFINDAN TANITILAN ANALOG ORTANCA SÜZGEÇ DEVRESİ

Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan analog ortanca süzgeç devresi [10], Şekil-1’de verilmiştir. Devrede, üç adet diferansiyel kuvvetlendirici,  $M_1$ - $M_6$  nMOS transistörlerinden oluşan ortanca değeri seçici devre ile geri beslemeli olarak bağlanmıştır. Şekil-2’de, tanıtılan devrenin ayrıntısı verilmiştir. Devrede, sadece bir adet diferansiyel kuvvetlendirici ve bir adet sıra seçici kol gösterilmiştir. Tamamen simetrik bir yapı elde etmek için her bir sıra seçici kol, 4 adet nMOS transistörü ( $M_{11}$ - $M_{12}$  ve  $M_{21}$ - $M_{22}$ ) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil-1’deki devreyi elde etmek için Şekil-2’deki devreden üç adet kullanmak gerekmektedir.



Şekil-1. Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan analog ortanca süzgece ait devre [10].



Şekil-2. Şekil-1’de verilen devrenin ayrıntılı şeması.

### 3. DÜRTÜ GÜRÜLTÜSÜNÜN GİDERİLMESİ İÇİN TASARLANAN ANALOG ORTANCA SÜZGEÇ DEVRESİ

Akım taşıyıcıların büyük band genişliği, yüksek hız ve doğruluk gibi sağlamış oldukları yüksek performans özelliklerinden dolayı, dürtü gürültüsünün giderilmesinde kullanılmak üzere tasarlanan devre yapıları, akım taşıyıcılar kullanılarak tasarlanmaya çalışılmıştır. Devre tasarımında sağlamış oldukları esneklikler sebebiyle CCII'lar tercih edilmiştir.

Giriş işaretlerinin ortancasını bulmak üzere tasarlanan devre yapısı, Şekil-3'te verilmiştir. Giriş işaretleri  $V_A$ ,  $V_B$  ve  $V_C$  olarak gösterilmiştir. Devrenin çalışması şu şekilde gerçekleşmektedir:

Devrenin girişinde kullanılan kıyaslayıcı (komparator)'lar, + giriş ucuyla - giriş ucu arasındaki işaretleri kıyaslamaktadır. + girişteki işaret, - girişteki işaretten büyük olduğunda kıyaslayıcının çıkışından +13 V, küçük olduğunda ise -13 V elde edilir. Bu durumda, toplama devresinin girişindeki işaretler +3 V ya da -3 V olur. Toplama devresinin diğer girişi sabit 3 V'luk kaynağa bağlı olduğundan x, y ve z düğümlerindeki gerilim işaretleri +6 V veya 0 V olur.

Çıkarma devresi, girişlerindeki işaretlerin farkını alarak doğrultucu devresinin girişine vermektedir. Yani, doğrultucu devrelerin girişlerindeki işaretler, 0 V, -6 V, veya +6 V'tur. Daha sonra doğrultucu

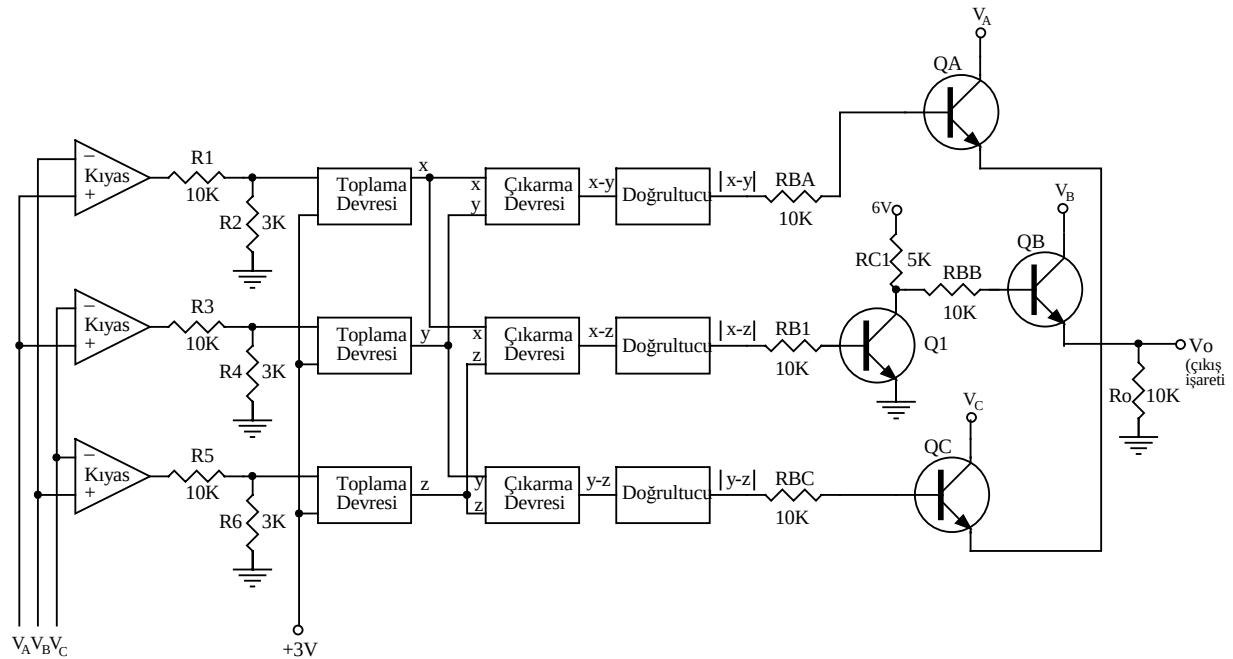
devreler fark işaretlerinin mutlak değerini alırlar ve çıkış işareti olarak ya 0 V ya da +6 V üretirler.

Doğrultuculardan birinin çıkışı, Q1 transistörüne bağlanmıştır. Bu transistörün görevi, girişindeki  $|x-z|$  işareti 0 V ise bunu +6 V'a, +6 V ise 0 V'a çevirmektir.

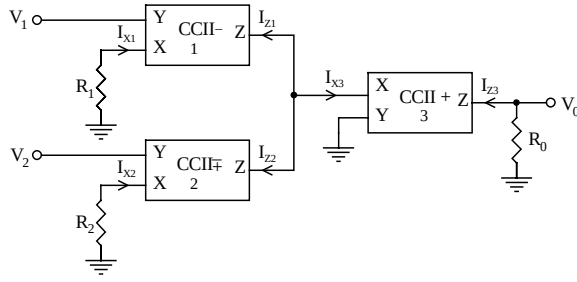
$Q_A$ ,  $Q_B$  ve  $Q_C$  transistörlerinin kollektörleri, giriş işaretlerine bağlanmıştır. Devrenin çıkış işareti  $V_0$  ise bu transistörlerin emiter ucundan alınmaktadır. Bu üç transistörden yalnızca bir tanesinin beyzi pozitif değer alacağından (yani +6 V olacağından) transistörlerden yalnızca bir tanesi iletme geçer ve kollektöründeki işareti çıkışa aktarır.

Şekil-4'te, tanıtılan analog ortanca süzgeç devresinde kullanılmak üzere tasarlanan toplayıcı/çıkarıcı devre yapısı verilmiştir. Bu devrenin toplayıcı olarak kullanılması durumunda 2 numaralı akım taşıyıcı devreye CCII- olarak, çıkarıcı olarak kullanılması istendiğinde ise CCII+ olarak bağlanmalıdır.

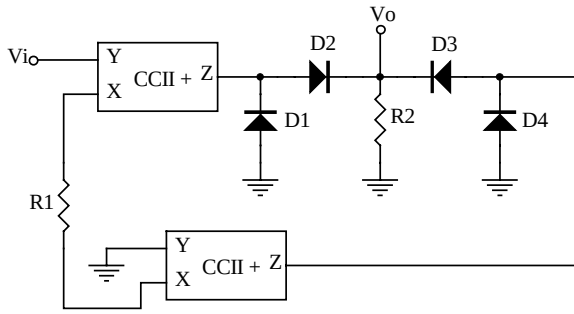
Şekil-3'te kullanılan doğrultucu devresi Şekil-5'te verilmiştir [11]. Giriş geriliminin pozitif alternansında  $D_2$  ve  $D_4$  diyotları iletimdedir ve akım  $D_2$  üzerinden  $R_2$  direncine ulaşır. Negatif alternansta ise  $D_1$  ve  $D_3$  diyotları iletimdedir ve akım  $D_3$  üzerinden  $R_2$  direncine akarak devrini tamamlar. Böylece  $V_i$  giriş gerilimi doğrultulmuş olarak  $R_2$  direncinin uçlarından elde edilir.



Şekil-3. Tasarlanan analog ortanca süzgeç devresi.



Şekil-4. Tasarlanan toplayıcı/çıkarıcı devre.



Şekil-5. Kullanılan doğrultucu devre [11].

#### 4. KIYAS DEVESİ VE TASARLANAN DEVRE İÇİN GERÇEKLEŞTİRİLEN BENZETİMLER

Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan analog ortanca süzgecin [10] ve tasarlanan analog ortanca süzgecin dürtü gürültüsünün süzülmesinde gösterdiği başarı, %10 oranında dürtü gürültüsüne sahip [256x256] piksel boyutlarındaki *Kelebek* imgesi üzerinde sınanmıştır. İmge, [3x1]'lik kayan pencerelere ayrılarak işlenmiştir.

Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan devrenin girişlerinden uygulanan işaretler [0 255] sahasındaki gri-ölçek değerleridir, ancak devrenin çalışma sahası 0.5 V-4.0 V arasında olduğu için devrenin girişinden uygulanan işaretler [0.5;4.0] arasına ölçeklenmiştir.  $V_{DD}=5$  V,  $V_{bias}=3$  V değerleri kullanılmıştır. Şekil-2'de kullanılan transistörlerin W/L oranları şöyledir:

$M_{11-12}$ ,  $M_{21-22}$  transistörleri için  $W/L = 400 \mu m / 2 \mu m$

$M_{101-104}$ ,  $M_{110}$  transistörleri için  $W/L = 200 \mu m / 2 \mu m$

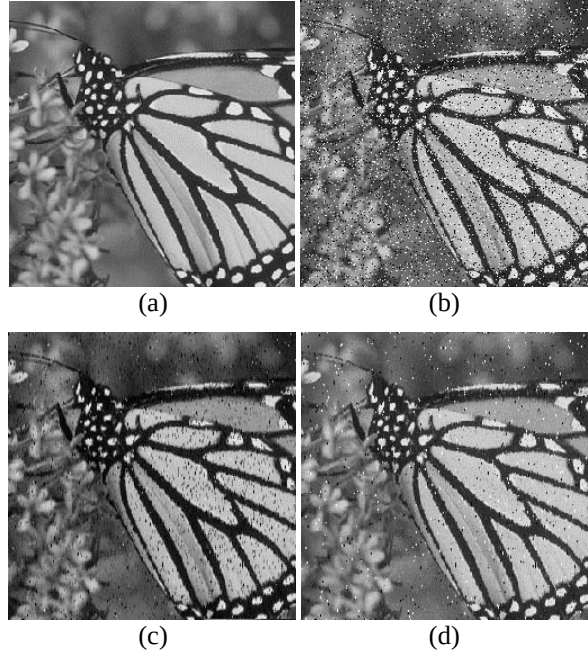
$M_{105-108}$ ,  $M_{109}$  transistörleri için  $W/L = 40 \mu m / 2 \mu m$

Tasarlanan analog ortanca süzgeç devresinin benzetiminde CCII+ yapısı için Analog Devices firması tarafından üretilen AD844 tümdevresinin yine Analog Devices firması tarafından tanımlanan makromodeli kullanılmıştır. CCII- devresini elde etmek içinse iki adet AD844 kaskad bağlanmıştır.

Devrenin girişlerinden uygulanan işaretler [0 255] sahasındaki gri-ölçek değerleridir, ancak devrenin çalışma sahası 0 V-5.6 V arasında olduğu için devrenin girişinden uygulanan işaretler [0;5.6] arasına ölçeklenmiştir.

Şekil-6(a)'da, bu çalışmada kullanılan *Kelebek* test imgesi, Şekil-6(b)'de ise %10 oranında dürtü gürültüsüne sahip *Kelebek* imgesi verilmiştir. Devrelerin dürtü gürültüsünü süzmede gösterdikleri performansı görsel olarak değerlendirebilmek amacıyla, Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan devrenin kullanılmasıyla elde edilen onarılmış *Kelebek* imgesi Şekil-6(c)'de, tanıtılan devrenin kullanılmasıyla elde edilen onarılmış *Kelebek* imgesi ise Şekil-6(d)'de verilmiştir. Benzetimlerde PSPICE programından yararlanılmıştır.

Şekil-6'dan görüldüğü gibi tasarlanan akım taşıyıcılı analog devrenin dürtü gürültüsünü giderme performansı, Opris ve Kovacs'ın tanıttığı devreye göre çok daha yüksektir. Opris ve Kovacs'ın tanıttığı devre, renklerin koyulaşmasına sebep olmaktadır. Oysa tanıtılan devrede bu tip bir etki ortaya çıkmamıştır ve dürtü gürültüsünü giderme başarısı çok daha yüksektir.



Şekil-6. (a) Orijinal *Kelebek* imgesi.

(b) %10 oranında dürtü gürültüsüne sahip *Kelebek* imgesi.

(c) %10 oranında dürtü gürültüsüne sahip *Kelebek* imgesinin Opris ve Kovacs, tarafından tanıtılan süzgeç devresi [10] ile süzülmesiyle elde edilen imge.

(d) %10 oranında dürtü gürültüsüne sahip *Kelebek* imgesinin tasarlanan ortanca süzgeç devresi ile süzülmesiyle elde edilen imge.

Devrelerin dürtü gürültüsünü gidermede gösterdiği başarıyı sayısal olarak değerlendirebilmek amacıyla *MSE*, *Corr* ve *PSNR* imge kalite ölçütlerinden yararlanılmıştır. Bu ölçütlere ait elde edilen değerler, Tablo 1’de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi tanıtılan devre, imge kalite ölçütlerinin üçüne göre de daha başarılı sonuçlar vermektedir. Tanıtılan devre kullanılarak *MSE* hata değeri Opris ve Kovacs’ın tanıttığı devreye göre oldukça fazla oranda düşürülürken *Corr* değeri ve *PSNR* değerleri istenildiği şekilde daha yüksek olarak elde edilmiştir.

Tablo 1. Elde edilen imge kalite ölçütlerine (İKÖ) ait değerler

|                                                | <i>MSE</i> | <i>Corr</i> | <i>PSNR</i> |
|------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|
| Gürültülü <i>Kelebek</i> imgesi                | 1905.05    | 0.75        | 14.98       |
| Opris ve Kovacs’ın devresine ait İKÖ değerleri | 1014.37    | 0.88        | 17.72       |
| Tanıtılan devreye ait İKÖ değerleri            | 403.09     | 0.95        | 21.82       |

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, imgelerde dürtü gürültüsünü eş zamanlı olarak bastırmak için yeni bir devre yapısı tanıtılmıştır. Tasarlanan devrenin yapısında sadece CCII’lar, op-amp’lar, transistörler, diyotlar ve dirençler kullanılmıştır. Tanıtılan devrenin başarısı, Opris ve Kovacs tarafından tanıtılan devrenin başarısı ile kıyaslanmıştır. Bu amaçla, *Kelebek* test imgesi kullanılmış ve devrelerin gürültü süzme başarısı hem görsel olarak hem de nicel olarak değerlendirilmiştir. Benzetim sonuçları göstermektedir ki tanıtılan devre, hem görsel olarak hem de nicel olarak kıyas devresinden daha başarılı sonuçlar vermektedir ve dürtü gürültüsünün eş zamanlı olarak bastırılmasında başarılı bir şekilde kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Umbaugh S.E. Computer Vision and Image Processing, Prentice Hall Inc., London, pp 153-171, 1998.
- [2] Çivicioğlu P., Alçı M., Görüntülerdeki Gauss Gürültüsünü Gidermek için Akım Taşıyıcılı Ortalama Alıcı Süzgeç Devresinin Tasarımı,

ELEKTRİK – ELEKTRONİK - BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ SEMPOZYUMU, ELECO’2002, Elektronik ve Bilgisayar Bildiri Kitabı, pp 70-73, Bursa, 18-22 Aralık 2002.

- [3] Vlassis S., Siskos S., CMOS Analogue Median Circuit, ELECTRONICS LETTERS, Vol 35, Iss 13, pp 1038-1040, 1999.
- [4] Tse C.K., Chun K.C., Design of a Switched-Current Median Filter, IEEE TRANS. ON CIRCUITS AND SYSTEMS-II: ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING, Vol 42, Iss 5, pp 356-358, 1995.
- [5] Diaz-Sanchez A., Ramirez-Angulo J., Lopez-Martin A., Sanchez-Sinencio E., A Fully Parallel CMOS Analog Median Filter, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS II: EXPRESS BRIEFS, Vol 51, Iss 3, pp 116-123, 2004.
- [6] Vlassis S., Siskos S., Current-Mode Analogue Median Filter, THE 6TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS, CIRCUITS AND SYSTEMS, ICECS '99, Vol 3, pp 1353-1356, 5-8 Sept. 1999.
- [7] Liu B.D., Tsay C.S., Chen C.H., Lu E.H., Lai C.S., An Analog Median Filter with Linear Complexity for Real-Time Processing, IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS, Vol 5, pp 2565-2568, 1991.
- [8] Çivicioğlu P., Alçı M., Noise Sensitive Median Filter: An Analog Approach, 2ND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRICAL, ELECTRONIC AND COMPUTER ENGINEERING, Proc. NEU-CEE 2004, Nicosia, KKTC, pp 32-37, 11-13 March 2004.
- [9] Çivicioğlu P., Alçı M., Sayısal İşaretlere Karışan Dürtü Gürültüsünün Bastırılmasında Akım Taşıyıcılı Analog Devrenin Kullanımı, KAYSERİ V. HAVACILIK SEMPOZYUMU, Kayseri, pp 171-175, 13-14 Mayıs 2004.
- [10] Opris I.E., Kovacs G.T.A., A High-Speed Median Circuit, IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, Vol 32, Iss 6, pp 905-908, 1997.
- [11] Toumazou C., Lidgley F.J., Chattong S., High Frequency Current Conveyor Precision Full-Wave Rectifier, ELECTRONICS LETTERS, Vol 30, Iss 10, pp 745-746, 1994.