

Cilt Kanseri Tanısında Tıbbi Görüntüleri Kıldan Temizlemek İçin Kullanılan İki Yeni Filtre

Bercestte YILMAZ*¹ ORCID 0000-0002-9424-9311

Amira TANDİROVİC GÜRSEL¹ ORCID 0000-0002-9219-3203

¹Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi:05.10.2023

Kabul tarihi:25.12.2023

Atıf şekli/How to cite: YILMAZ, B., TANDİROVİC GÜRSEL, A., (2023). Cilt Kanseri Tanısında Tıbbi Görüntüleri Kıldan Temizlemek İçin Kullanılan İki Yeni Filtre. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(4), 1139-1149.

Öz

Geleneksel dermoskopik cihazların pahalı olması nedeniyle ulaşılabilirliğinin düşük olması ve uzman hekimlerin mesleki deneyimlerinin yeterli olmayışı cilt kanserinin erken teşhisinde en engelleyici faktörlerdir. Ancak bu alanda daha önce yapılan çalışmalar, çekim sırasında daha az uzmanlık gerektirdiğinden daha ekonomik ve pratik olan dijital benzerlerinden ziyade ağırlıklı olarak yüksek kaliteli dermoskopik görüntülere odaklanmıştır. Bununla birlikte, gürültünün yüksek varlığı nedeniyle tanıda bunların kullanımı zordur ve bu da zahmetli bir filtreleme işlemine neden olur. Filtrelemeyle ilgili en büyük zorluklardan biri, renk, şekil ve kalınlıktaki büyük farklılıklar nedeniyle kılın temizlenmesidir. Kıl temizliği, teşhisin kendisini sabote edebileceğinden teşhis için çok önemli olan verilerin sıkı bir şekilde korunmasını dikkate alan kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Makalede bu amaç için tasarlanan iki yeni filtrenin ana hatları verilmekte ve bu alanda yaygın olarak kullanılan iki filtreye göre performansları incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cilt kanseri, Kıl temizleme, Dijital görüntü, Filtreler

Two Novel Filters for Cleaning Medical Images from Hair in Skin Cancer Diagnosis

Abstract

Low accessibility of traditional dermoscopic devices, since they are still expensive, as well as the lack of professional experience of expertized physicians, are the most obstructive factors in early diagnosis of skin cancer. Nevertheless, previous studies in this field have focused mainly on high-quality dermoscopic images rather than their digital counterparts, which are more economical and practical as they require less expertise during capturing. However, their exploitation in diagnosis is challenging due to the high presence of noise, resulting in an exhausting filtering process. One of the main difficulties regarding filtering is hair cleaning due to the wide variations in colour, shape, and thickness. Hair cleaning requires a comprehensive approach considering stringent data conservation, which is crucial in diagnosis as it may sabotage the

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Bercestte YILMAZ, ylmzberceste@gmail.com

diagnosis itself. The paper outlines two novel filters designed for this purpose and examines their performance with respect to two filters, which are extensively used in this field.

Keywords: Skin cancer, Hair removal, Digital image, Filters

1. GİRİŞ

Kanser; vücudun yapıtaşı olan hücrelerin bir anomali olduğunda veya yaşlandığında ölmeleri yerine hızla bölünmeye devam ederek tümör adı verilen kümeler oluşturması ve/veya komşu organ veya dokulara yayılması sonucu ortaya çıkan ve yaklaşık 200 alt türden oluşan bir hastalık grubudur. Kanser hastalığı dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunudur ve yakın gelecekte bu sorunun artarak devam edeceği konusunda güçlü emareler olduğu bildirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)- Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'nın GLOBACON Aralık 2022 yılında yayınlanan ve Türkiye Cumhuriyeti'ni de kapsayan raporuna göre, en son işlenmiş 2020 yılında yeni yıllık vaka sayısı 19,5 milyona ulaştığını ve bu sayı 2040 yılına gelindiğinde 29,4 milyona ulaşması beklendiği bildirilmektedir [1,2].

Geçmişteki raporlar incelendiğinde; cilt kanseri yakın zamana kadar hem insidans hem de mortalite bakımından diğer kanser türlerine göre daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Ancak sıralamada bazı yanlışlıklar olduğu ve bunun başlıca sebeplerinden birinin ise melanoma dışındaki türlerin güvenilir şekilde kaydedilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilim insanlarının dikkat çekmeye çalıştıkları başka hususlar ise; kanserin zamanla, çeşitlilik, eğilimler ve örüntü bakımından değişebilirliğini ve küresel bakımdan prevalanstaki varyasyonlar olmasıdır [2-5]. Bu anlamda özellikle; Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerdeki cilt kanserlerinin görülme sıklığının artmasına dikkat çekilmektedir. Bu kaygıların yersiz olmadığını gösteren Amerikan Kanser Derneği'nin (ACS) yıllık raporunda Amerika Birleşik Devletleri'nde melanoma tek başına beşinci sıraya yükselirken, tüm türleri birlikte ele alındığında, cilt kanseri birinci sıraya yerleşmektedir [6]. Cilt kanseri ağırlıklı olarak gelişmiş ülkelerde görülse de sağlık hizmetlerine erişimin daha iyi olması nedeni ile ölüm oranları daha düşüktür.

Tüm kanser türlerinde olduğu gibi; erken teşhis, yalnızca daha konforlu tedavinin kapısını açmakla kalmaz; aynı zamanda hastalığın seyrini de önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Hayati öneme sahip olması ve uzun vadede sağlık sistemi için daha tasarruflu olmasına rağmen, bilhassa az gelişmiş ülkelerde zaten zayıf olan sağlık sistemlerine kısa vadede yük bindirmesi nedeniyle periyodik kitlesel tarama programlarının azlığı, araç gereç pahalı oluşu, hekim mesleki deneyiminin azlığının yanı sıra lezyon tiplerinin benzerliği, erken teşhisin önündeki önemli engellerdendir. Lezyon teşhisinin ilk adımı dermatolog tarafından yapılan ve şüpheli durumda dermatoskop adlı mikroskop ile desteklenen görsel incelemesidir. Bu cihaz teşhis sırasında dermatoloğun çıplak göz ile belirlenmesi zor olan yapıları görerek daha doğru bir tespit yapmasını sağlayıp, lezyonların fotoğraflarını çekerek elektronik ortamda depolanmasına da olanak sağlar. Bazı araştırmalar dermatoskop kullanımı melanoma tanısında doğruluk oranının %65'ten %80'a kadar yükselttiğini göstermektedir [7]. Ancak, bu cihazın maliyetli olması ve kullanımının uzmanlık gerektiriyor olması yaygınlaşmasını engelleyip erken teşhis sürecini zorlaştırmaktadır. Bu sebeplerden dolayı daha ucuz, basit, ulaşılabilir ve hekim hatalarından arınmış erken teşhis sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda son zamanlarda makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay zekâ gibi bilgisayar destekli uygulamalardaki gelişmeler bütün medikal alanlarda olduğu gibi cilt kanseri görüntülerinin sınıflandırılmasında da büyük katkılar sağlamaktadır [7-9].

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde, cilt kanseri teşhisinde yapılan çalışmaların neredeyse tamamında dermoskopik görüntüler kullanılmıştır. Bunun başlıca nedeni hem sayı hem de çeşitlilik bakımından zengin olmasının yanı sıra veri kalitesi bakımından daha iyi olan dermoskopik veri setlerinin kolay ulaşılabilir olmasıdır. Bir başka hususu ise dijital resimlerin hem daha gürültülü hem de gürültü çeşitliliği bakımından daha zengin

olmasından kaynaklanan filtreleme işleminin daha zor olmasıdır. Bu anlamda; ışık yansımaları, kıl ve hava kabarcığı gibi gürültülerin var oluşu cilt kanser teşhisinde dijital görüntü kullanılması en büyük engellerindendir. Görüntü kullanarak yapılan bilgisayar tabanlı uygulamalarda görüntülerdeki lezyonların özgünlüğü, dokuları ve yapıları korunması amaçlanarak; kıl, hava kabarcığı gibi gürültüleri yok etmek doğru teşhis için önem taşımaktadır. Bu konuda bilinen ilk çalışma Lee ve arkadaşları tarafından 1997'de yapılan Dullrazor adlı algoritmadır. Bu algoritmada kılların lokasyonlarını bulmak için üç farklı yönlendirilmiş yapı elemanı yardımıyla morfolojik kapanım işlemi uygulanmıştır. Görüntüden çıkarılan kıl pikselleri ise bilinear enterpolasyon yöntemi ile doldurulmuştur. Ancak bu algoritma açık renkli ciltteki koyu renkli kılları temizleyebilirken açık renkli kıllarda istenilen başarıya sahip değildir [10].

Yaklaşık on yıl sonra ise ince tüylerin tespitini DullRazor'dan daha iyi gerçekleştiren yeni bir algoritma tanımlandı. Bu çalışmada, gri tonlamalı görüntülerde hem kalın hem de ince kılları tanımlamak için morfolojik kapanım tabanlı top-hat operatörleri kullanılmıştır. Daha sonra bu çalışmada önerilen uzatma fonksiyonu aracılığıyla kıl bölümleri çıkarılmıştır. Son olarak, görüntünün doğrusal geometri özelliğinin daha iyi korunması için kısmi diferansiyel denklem tabanlı iç boyamadan yararlanılmıştır [11]. Huang ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada dijital lezyon görüntüleri kullanılmış olup; ince kılları temizlemek için retina damarlarını segmentlere ayırmada kullanılan çok ölçekli uyumlu filtrelerin kullanımı önerildi. Daha sonra, saç rengi piksellerinin kısmi verilerinden saç tıkanmalarının eksik piksel değerleri, doğrusal diskriminant analizi (LDA) ve bölge büyütme algoritmaları ile kurtarılmıştır [12]. Ek olarak VirtualShave, kısmi diferansiyel denklem (PDE) tabanlı iç boyama uygulandıktan sonra kıllar blackhat filtresi aracılığıyla belirlenmiştir. Deneysel sonuçlara göre, bu çalışmada kıllar etkili bir şekilde yok edilmektedir [13].

Önceki çalışmalardan farklı olarak Attia ve arkadaşları tarafından bir dizi kıl segmentasyon yöntemi uygulanarak elde edilen zayıf etiketli

verilerle eğitilmiş, evrişimli ve tekrarlayan katmanları içeren hibrit bir ağ önerilmiştir. Diğer dijital kıl temizleme yöntemlerinin aksine bu çalışmada kullanılan segmentasyon işlemi tüm renk kanallarından faydalanılmıştır [14]. Ülkemizde ise Akyel ve arkadaşları tarafından 2020 yılında geleneksel görüntü işleme yöntemleriyle özgün maskeler oluşturulmuş ve U-net yapısı bu maskelerle eğitilmiştir. Dullrazor algoritması ile karşılaştırıldığında bu çalışmada daha yüksek başarı oranı elde edilmiştir [15]. Yine aynı araştırmacıların 2022 yılında yaptıkları çalışmada dermoskopik görüntüler $224 \times 224 \times 3$ olarak yeniden boyutlandırılmıştır. Daha sonra sırasıyla adaptif filtre, medyan filtre ve morfolojik operasyonlar sonucu elde edilen maskelerle FCN8 yapısı eğitilmiştir [16].

Bu çalışma; herhangi bir telefon kamerasıyla çekilebilen lezyon fotoğraflarından dijital görüntülerden oluşan yeni veri setinde kıl, hava kabarcığı gibi gürültülerden kurtulmakta kullanılan 2 adet yeni filtre tasarlanmıştır ve tasarlanan filtrelerin performansı çalışmalarda sıkça kullanılan iki filtre ile kıyaslanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Çalışmamızda kullandığımız veri setindeki dijital resimler Adana Alparslan Türkeş Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun (15.01.2021 tarihli ve 346 kurum sayılı karar) izini ile toplanmıştır. Veri setinde; 57 adet bazal hücreli karsinom, 3 adet skuamöz hücreli karsinom, 39 adet seboreik keratoz, 10 adet dermatofibrom, 290 adet nevüs ve 41 adet melanom lezyonlarından oluşan toplam 440 adet dijital görüntü bulunmaktadır.

2.2. Filtrelemeye Genel Bakış

Görüntü filtreleme görüntünün piksel değerlerinin değiştirilerek yeni bir görüntü elde edilmesidir. Filtreleme görüntülerdeki gürültülerden kurtulmak, kontrastı ayarlamak, istenilen bilgiyi (kenar, doku) çıkarmak gibi işlemler için kullanılmaktadır. Cilt kanseri görüntülerinde insan doğası gereği kıllar lezyonun çeşitli kısımlarında bulunabilmektedir.

Bundan dolayı bu görüntüler işlenirken lezyonun formu tam olarak belirlenememekte ve cilt kanseri teşhis programlarında yanlış teşhis konulmasına neden olabilmektedir.

Kıl temizleme filtreleri ise kılların temizlenip cilt kanseri teşhis programlarında teşhis doğruluğunu arttırmak için kullanılmaktadır. Şekil 1’de orjinal görüntüye kıl temizleme filtre uygulamasının genel bir şeması bulunmaktadır.



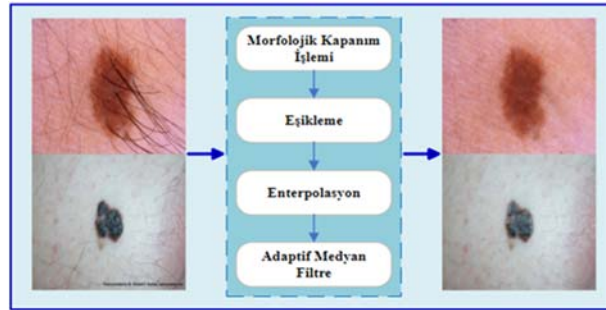
Şekil 1. Kıl temizleme filtrelerinin genel diyagramı

İdeal bir kıl temizleme filtresi; kıl piksellerinin tamamını yok ettikten sonra bu pikselleri lezyonun dokusuna uygun bir biçimde değişimini sağlamalıdır. Literatürde yaygın olarak kullanılan dermoskopik görüntüler olduğu için uygulanan filtreler bu yüksek kaliteli görüntülere uygun şekilde tasarlanmıştır. Ancak dijital kamera ile

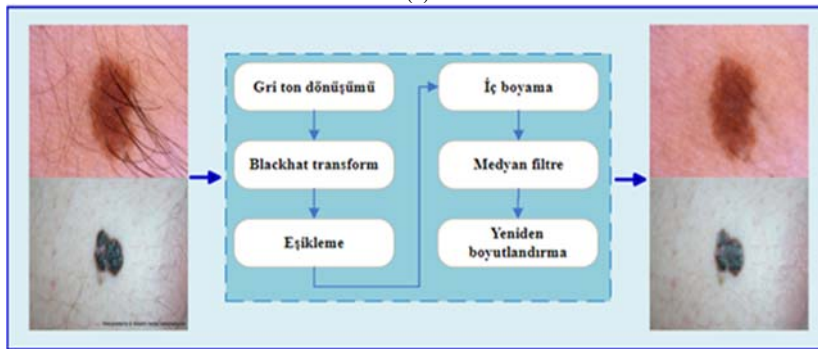
çekilmiş lezyon görüntülerine uygun yeterli bir sayıda filtre çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışmada filtreler karşılaştırılırken kullanılan dermoskopik görüntü ISIC 2019 veri setinden [9,17,18], dijital görüntü ise Amerikan Kanser Topluluğu’nun (American Cancer Society) internet sitesinden [19] alınmıştır.

2.2.1. Önceki Çalışmalarda Kullanılan Filtreler

Bu çalışmada sonuçları kıyaslamak için benzer çalışmalarda sıklıkla kullanılan Dullrazor ve evrişimsel sinir ağı tabanlı cilt kanseri teşhis sistemlerinde kullanılan görüntülerin görüntü kalitesinin artırılmasında kullanılan bir ön resim işleme yöntemi kullanmıştır [10,20]. Bu iki filtre daha kolay karşılaştırılabildikleri için seçilmiştir. Görüntüleme öncesinde yapılan jilette kılları temizleme yöntemi ise hem maliyetli hem de zaman kaybı olmasından dolayı 1997 yılında Lee ve arkadaşları tarafından Dullrazor adlı dermoskopik resimlerdeki kılları yok edebilen bir algoritma geliştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2. (a)Dullrazor algoritmasının dermoskopik (yukarıda) ve dijital görüntüye (aşağıda) uygulanması (b)Kullanılan diğer algoritmanın dermoskopik ve dijital görüntüye uygulanması

Sadece koyu renkli kılların yok edilmesini amaçlayan bu algoritma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada amaç koyu renkli kılların yerlerini tespit etmektir. Bunun için 0° , 45° ve 90° lik açılara sahip olan üç farklı yapı elemanı kullanılarak gri ton morfolojik kapanım işlemi uygulanmış, eşikleme işlemi ile ikili görüntü elde edilmiştir. Bir sonraki aşamada ise önceki adımda elde edilen ikili kıl maskesi kullanılarak enterpolasyon metoduyla görüntüdeki kıl piksellerinin yerine kıl olmayan komşu piksellerin değerleri alınarak kılların yok edilmesi amaçlanmıştır. Son olarak ise elde edilen resim adaptif medyan operatörü kullanılarak pürüleştirilmiştir. Ancak bu algoritmanın kıl yoğunluğunun çok fazla olduğu görüntülerde başarı oranı çok düşüktür [10]. Şekil 2'de bu filtrenin yapısı ve filtreden elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Bu algoritma şekilde de görüldüğü üzere dermoskopik resimde daha başarılıken dijital resimde ise lezyonun dokusunu bozmuştur. Bu çalışmada kullanılan ikinci filtre ise tasarlanırken dermoskopik görüntülerdeki kılları yok edip, görüntü kalitesini yükselterek bilgisayar tabanlı cilt kanseri teşhisinde daha iyi bir sonuç almak hedeflenmiştir. Bu filtrede ISIC 2019 yarışması için hazırlanan veri seti kullanılmıştır.

Eski çalışmalarda sıklıkla kullanılan diğer bir filtre olan ikinci filtrede, resimlere blackhat dönüşümü uygulanarak kılların lokasyonları belirlenmiştir. Daha sonra ise eşikleme ile kıl maskesi oluşturulup iç boyama yöntemi ile kıllar görüntülerden temizlenmiştir. En son adımda ise medyan filtre kullanılarak görüntüler gürültülerden arındırılmış ve bilgisayar tabanlı teşhis programı için yeniden boyutlandırılmıştır [20]. Şekil 2'de bu filtrenin adımlarının olduğu diyagram ve uygulandığı görüntülerin sonuçları verilmiş olup, dermoskopik resimde, filtre uygulanan lezyon üzerindeki kılların gözle görülür derecede azalmıştır ancak dijital resimdeki kılların iyi temizlendiği ve lezyon görüntüsünün bulanık olduğu görülmektedir.

2.2.2. Tasarlanan Filtreler

a. Blackhat Tabanlı Kıl Temizleme Filtresi

Bu çalışmada geliştirilen ilk filtre blackhat tabanlı

kıl temizleme filtresidir. Bu filtrede sırasıyla dijital görüntüdeki gürültüyü temizlemek için Wiener filtresi, kılların lokasyonlarını belirleyebilmek için blackhat dönüşümü daha sonrasında kıllar ile görüntü arasındaki kontrastı arttırmak için kontrast sınırlamalı adaptif histogram eşitleme filtresi, kılların maskesini elde etmek için adaptif ortalamalı eşikleme ve son olarak dijital görüntüdeki kıl piksellerinin yerini doldurmak için iç boyama yöntemi kullanılmıştır. Yukarıda bahsedilen blackhat tabanlı filtrelerden farklı olarak bu filtrede blackhat işleminden sonrasında elde edilen görüntü ile Wiener filtresi uygulanan görüntü arasındaki fark alınmaktadır. Bu sayede görüntüdeki kılların belirginliği daha da artmıştır. Ham dijital görüntülerin derin öğrenme tabanlı kanser teşhis algoritmasında daha güvenilir sonuç verebilmesi için öncelikle her iki filtremizin ilk adımı olarak resimler yeniden enterpolasyon yöntemi ile boyutlandırılıp daha sonrasında ise Wiener filtresi kullanılmıştır.

Wiener filtresi istatistiksel bir yaklaşıma sahip bir filtredir. İstenen frekans tepkisi için tasarlanan geleneksel filtreler aksine Wiener filtresi uygulanırken; orijinal sinyalin ve gürültünün spektral özellikleri hakkında bilgi sahibi olduğu varsayılmaktadır. Bu filtreyle, filtrelenmiş sinyalin orijinal sinyale mümkün olduğunca yakın olması; aralarındaki ortalama kare hatasının minimum düzeyde olması istenmektedir [21]. Bu hatanın ölçümü ise Eşitlik 1 ile ölçülmektedir.

$$e^2 = E \left\{ (f - \hat{f})^2 \right\} \quad (1)$$

Bu eşitlikte $E\{\cdot\}$ argümanın beklenen değerini temsil ederken, f bozulmamış görüntüyü ve \hat{f} filtrelenmiş görüntüyü temsil etmektedir. Görüntü ile gürültünün birbirlerinden bağımsız olduğu, her ikisinden birinin sıfır ortalamasının olduğu ve filtrelenmiş görüntüdeki gri düzeylerin bozulmuş görüntüdeki düzeylerin lineer fonksiyonu olduğu varsayımları yapıldığında Eşitlik 2 elde edilmektedir.

$$\hat{F}(u, v) = \left[\frac{1}{H(u, v)} \frac{|H(u, v)|^2}{|H(u, v)|^2 + \frac{S_n(u, v)}{S_f(u, v)}} \right] G(u, v) \quad (2)$$

Bu eşitlikte $H(u, v)$ bozulma fonksiyonu, $|H(u, v)|^2$ bozulma fonksiyonun konjügesi ile çarpımını, $S_n(u, v)$ gürültünün güç spektrumunu ve $S_f(u, v)$ bozulmamış görüntünün güç spektrumunu temsil etmektedir [22]. Bu çalışmada ise alternatif olarak görüntünün arka koşullu yasaının, gürültü gücünün ve görüntü frekans gücünün örneklerini çeken yinelemeli bir Gibbs örnekleyicisine dayanan gözetimsiz Wiener algoritması kullanılmıştır [23]. Daha sonrasında ise gürültüden arındırılan dijital lezyon görüntülerine blackhat dönüşümü uygulanarak kılların yerleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bir görüntünün morfolojik kapanımı ile bu görüntünün orjinal hali arasındaki farkından oluşan görüntü orjinal görüntünün blackhat dönüşümüdür. Eşitlik 3'te matematiksel olarak denklemi verilmiştir.

$$T_b(f) = f \circ b - f \quad (3)$$

Bu eşitlikte f orijinal görüntüyü, b yapı elemanını ve " \circ " morfolojik kapanım operatörünü temsil etmektedir. Blackhat dönüşümünde yapı elemanın yapısal özellikleri tespit edilmek istenen objeye göre seçilmektedir. Dönüşüm sonucu görüntüde ise yapı elemanından daha küçük ve çevresinden daha koyu objeler ortaya çıkmaktadır. Resim işlemede; göz damarlarını, cilt lezyonunu ve kanserli meme dokusunu tespit etmek gibi birçok kullanımı bulunmaktadır [24]. Resimdeki kılların daha da belirginleşmesi için gri tonlu görüntüden blackhat dönüşümü sonucu elde edilen resim çıkarılıp; kontrast sınırlı adaptif histogram eşitleme (CLAHE) tekniği uygulanmıştır. Medikal birçok alanda kullanılan bu görüntü iyileştirme tekniğinde; görüntü homojen ve kesişmeyen alt bölgelere ayrılır ve bu bölgelerin histogramları hesaplanıp, alt bölgelerin sınırlarındaki düzensizliği yok etmek için enterpolasyon uygulanmaktadır.

Histogramları kırmak için; kontrast genişlemesi amacıyla istenen sınıra dayalı olarak, bir kırpma limiti elde edilir. Daha sonra elde edilen histogramlar istenilen kırpma limit değerini geçmeyecek şekilde yeniden pay edilir ve gri tonlamalı haritalama için kontrastla sınırlı histogramlar için kümülatif dağılım fonksiyonları (CDF) uygulanır [25]. Görüntü kontrastını

arttırmak amacıyla meme mamografilerinde, hücre segmentasyonunda, kemik kırığı tespiti gibi medikal uygulamalarının yanı sıra tarım sistemlerinde, meyve segmentasyonunda ve sürüş sistemlerinde yaya veya araç tespitinde kullanılmaktadır [26-29]. Görüntü işleme yöntemlerinden biri olan eşikleme resimdeki istenen nesnenin maskesinin oluşumunu; belirlenen sabit piksel eşik değerinin altındaki piksel değerleri siyah, üstündeki piksel değerleri ise beyaz piksel olarak değiştirilerek sağlamaktadır.

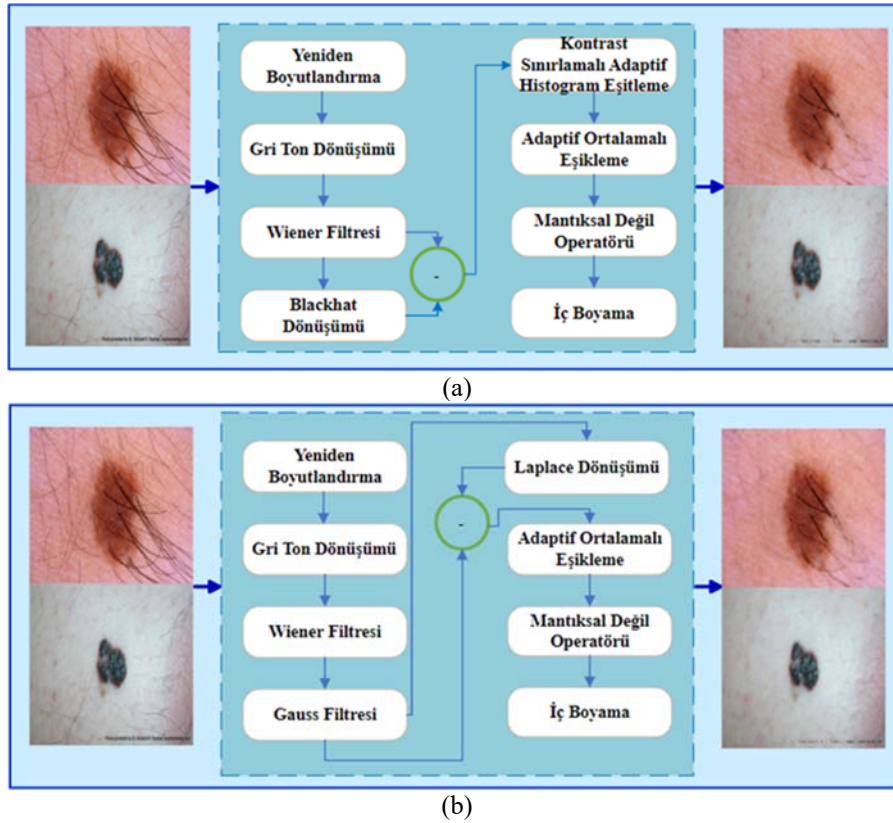
Bu çalışmada ikili kıl maskesini elde etmek için küresel eşikleme yönteminin yetersiz olduğu düzensiz arka plan aydınlatması olan görüntülerde kullanılan adaptif eşikleme yöntemi kullanılmıştır. Küresel eşikleme yöntemlerinde, seçilen eşik değeri tüm resme uygulanırken; adaptif eşikleme yöntemlerinde her pikselin komşusu olan piksellerin bir veya daha fazla belirlenmiş özelliğine dayalı olarak görüntüdeki her noktada bir eşik değeri hesaplanır. Bu çalışmadaki eşikleme yönteminde ise, komşu piksellerinin alan değerlerinin ortalamasından sabit bir değer çıkarılmasıyla elde edilmektedir [30].

Kıl temizlemede en sık kullanılan bir diğer yöntem ise iç boyamadır. Bu yöntem sayesinde görüntülerdeki komşu piksellerden gelen bilgiler kullanarak istenmeyen nesnelere ortadan kaldırılırken aynı zamanda görüntü bütünlüğü yeniden sağlanır. Dijital resimlerden nesne, metin çıkarma, yeniden görüntü oluşturma ve video restorasyonu gibi birçok uygulaması bulunmaktadır. Dermoskopik görüntülerde; kılların temizlenmesi için yapılan çalışmalarda doğrusal enterpolasyon metotların, kısmi diferansiyel denklem (PDE) bazlı difüzyon metotların ve örnek tabanlı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada diğer bilinen yöntemlerin aksine daha hızlı olduğu için hızlı yürüme temeline dayalı iç boyama tercih edilmiştir.

Görüntü gradyanı boyunca bir görüntü düzgünlüğü tahmin edicisinin yayılmasına dayanan bu teknik; görüntü düzgünlüğünü, iç boyama yapılacak pikselin bilinen bir görüntü komşuluğu üzerinden ağırlıklı ortalama olarak tahmin eder. Eksik bölgeleri seviye kümeleri olarak ele alınır ve

görüntü bilgisini yaymak için hızlı yürüyüş yöntemi (FMM) kullanılır [30,31]. Şekil 3'te hem blackhat tabanlı kıl temizleme filtresinin diyagramı hem de uygulandığı görüntüler verilmiştir. Dermoskopik

görüntüde kılların tamamı temizlenmemiş olsa da lezyon bütünlüğü korunmaktadır; dijital görüntüde ise kıl temizlemede daha başarılı olduğu görülmekte ve ayrıca lezyon yapısını korumaktadır.



Şekil 3. (a) Çalışmada tasarlanan blackhat tabanlı kıl temizleme filtresinin uygulanması. (b) Çalışmada tasarlanan Laplace of Gaussian (LoG) tabanlı kıl temizleme filtresinin uygulanması

b. Laplacian of Gaussian (LoG) Tabanlı Kıl Temizleme Filtresi

Bu çalışmada geliştirilen ikinci filtrede ise ilk geliştirilen filtredaki kılların lokasyonlarını tespit etmek için kullanılan blackhat dönüşümü yerine Laplace operatörü kullanılmıştır. Fakat bu operatörün gürültüye hassas olmasından dolayı öncesinde Gauss filtresi uygulanmaktadır. Kenar tespit yöntemlerinden biri olan Laplace operatörü ikinci türev tabanlı kenar operatörü olup; yalnızca gradyan değerlerinde yerel maksimumlara sahip noktaları kenar noktaları olarak tespit etmektedir. Böylece kenar noktalarında birinci türevde bir tepe

noktası ve ikinci türevde sıfır geçiş elde ederiz. Dolayısıyla ikinci türevin sıfır geçişe sahip olduğu noktalar kenar noktaları olarak kabul edilir. Laplace hesaplamasıyla ikinci türev Eşitlik 4'teki gibi belirlenmektedir [31,32].

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right) \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitlik tekrar yazılırsa;

$$\nabla^2 f = \nabla_x (f(x+1, y) - f(x, y)) + \nabla_y (f(x, y+1) - f(x, y)) \quad (5)$$

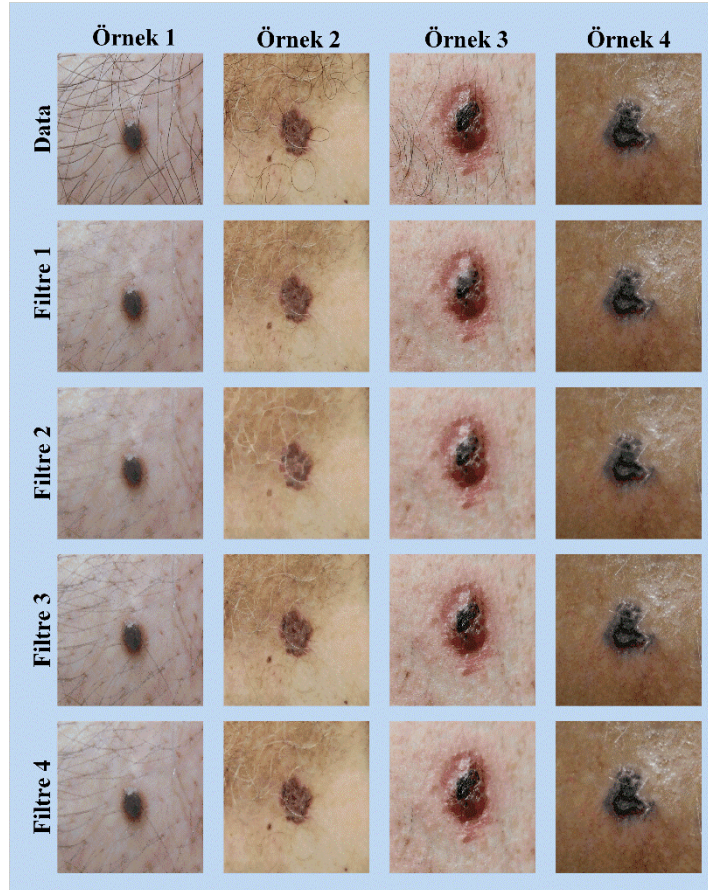
Eşitlik 5 elde edilir. Daha sonrasında ise;

$$\nabla^2 f = f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y) \quad (6)$$

Yukarıda gösterilen ifadeye ulaşılmaktadır. Şekil 3'te dermoskopik görüntüye filtre uygulandığında kılların görünümünün azaldığı ancak tam olarak temizlenemediği görülmüştür. Dijital görüntüye uygulandığında ise lezyon yapısının kısmen bozulduğu ancak kılların temizlendiği görülmektedir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Örnek çalışmalar açık veri setlerde yapıldıktan sonra kullanılan filtreler toplanan dijital görüntülerde denenmiştir. Şekil 4'te veri setindeki dört adet görüntüye bu çalışmadaki filtrelerin uygulama sonuçları verilmektedir. Veri setindeki orijinal görüntüye uygulanan Filtre 1 olarak adlandırılan Dullrazor [10], Filtre 2 olarak adlandırılan blackhat tabanlı filtre [20], Filtre 3 olarak adlandırılan çalışmada tasarlanan blackhat tabanlı kıl temizleme filtresi ve Filtre 4 olarak adlandırılan çalışmada tasarlanan LoG tabanlı kıl temizleme filtrelerinin sonuçlarıdır.



Şekil 4. Toplanan dijital görüntülerden rastgele seçilmiş 4 örnekte Filtre 1 olarak Dullrazor [10], Filtre 2 olarak blackhat tabanlı filtre [20], Filtre 3 olarak çalışmada tasarlanan blackhat tabanlı kıl temizleme filtresi ve Filtre 4 olarak çalışmada tasarlanan LoG tabanlı kıl temizleme filtrelerinin sonuçları

İlk sütundaki görüntülere baktığımızda kılların ilk iki filtre yardımıyla iyi bir şekilde temizlenmiş olduğu ancak lezyon dokusunda bozulmalara yol açtığı gözlemlenmiştir. Çalışmada tasarlanan filtrelerde ise kılların görünümü kısmen azaltılmış olup, ilk iki filtredeki gibi lezyonda bulanıklaşmaya neden olmadığı görülmektedir. İkinci sütunda ise görüntüde hem beyaz hem koyu renkli kılların olduğu görülmektedir. İlk iki filtrenin lezyonların yapısında bozulma yaptığı, beyaz kılların temizlenmesinde de yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Tasarlanan filtrelerde beyaz kılları temizlemede başarılı olmamış ancak lezyon yapısı daha net bir şekilde korunmuştur.

Üçüncü sütundaki dijital lezyon görüntüsünde uygulanan tüm filtreler kılları iyi derecede temizlemiştir. İlk iki filtre lezyondaki kabuğun dokusunu gözle görülür derecede bulanıklaştırmış ancak diğer filtrelerde ise bulanıklaştırma yok denecek kadar azdır. Kılların temizlenmesi ve lezyonun yapısının korunması açısından üçüncü filtre bu görüntüde en iyi sonucu vermiştir. Dördüncü sütundaki orijinal görüntüye uygulanan ilk iki filtre koyu renkli kılların temizlenmesi iyi derecede yapsa da beyaz kıllarda başarılı olamamıştır ek olarak lezyondaki kabuk görüntüsünün de bulanıklaşmasına neden olmuşlardır. Çalışmada geliştirilen iki filtre ise kıllar konusunda ilk iki filtreye yakın performans göstermiştir ancak kabuk yapısını diğer filtreler kadar bulanıklaştırmamıştır. Görüntü bütünlüğünü koruyan ve kılları en iyi temizleyen filtre üçüncü filtre iken diğer filtreler bu hususlarda yeterli olamamışlardır.

4. SONUÇLAR

Cilt kanseri ciddi bir hastalık ama erken evrede yakalandığında hastanın sadece yaşama şansı artmıyor hasta tamamen iyileşebiliyor. Erken teşhisi çok önemli olmasına rağmen bu değerli zaman çeşitli sebeplerle kaçırılabilir. Bu sebeplerden en önemlileri altın standart olarak kabul edilen dermoskopik görüntüleme yöntemin hem pahalı hem de uzmanlık gerektiriyor olup sadece büyük merkezlerde yapılıyor olmasıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda çok daha ucuz ve toplanması daha kolay olan dijital görüntünün az

kullanıyor olmasının en büyük sebebi ise görüntü çeşitlerinin fazlalığından kaynaklanan filtreleme işlemi daha zahmetli olmasıdır. Bu anlamda en önemli zorluklardan biri ise veri korunması hayati önemi olan cilt lezyonlarının kıllardan temizlenmesidir. Kıl temizlenmesi problemi oldukça kompleks olduğundan dolayı bir filtre her problemde en iyi çözüm vermemektedir. Bu sebeple adaptif filtreye ihtiyaç vardır. Adaptif filtreler yapı itibarı ile çeşitli filtrelerden oluşmaktadır ve çıkışı bu filtreler arasında en iyi sonuçtur. Bu çalışmada yeni bir adaptif filtre iki adet özgün filtre üretilmiş olup sıkça kullanılan filtreleme algoritmaları ile kıyaslanmıştır.

Bu çalışmada tasarlanan filtreler ise karşılaştırılan diğer filtrelere göre kılların tamamen yok edilemediği ancak görünürlüklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Dijital lezyon görüntülerinde kabuk içerip içermemesine bakılmaksızın lezyon dokularının korunduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan tüm filtrelerin beyaz kılları yok edemediği tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarda kullanılan filtrelerin ise kılları iyi temizlediği fakat kabuklu lezyonların yapısını bozduğu görülmüştür. Bu çalışmada tasarlanan filtrelerin ise kıl temizliğinde diğer iki filtreden daha az başarılı olduğu ancak kabuklu lezyonların yapısını koruyabildiği gözlemlenmiştir. Cilt kanser teşhis programları göz önüne alındığında tasarlanan filtrelerin daha iyi bir sonuç vereceği düşünülmektedir.

Bütün filtreler görüntüden görüntüye farklı performans gösterildiği görülmektedir. Bundan dolayı daha sonraki çalışmalarımızda ise tasarlanan filtrelerin geliştirilmesi ve adaptif filtreler üzerine olması planlanmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya tıbbi katkılarından dolayı sayın Prof.Dr. Murat Durdu'ya çok teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

1. The International Agency for Research on Cancer (IARC), 2020. WHO-All Cancers, The Global Cancer Observatory. <https://gco.iarc.fr>

- [/today/fact-sheets-cancers](#), Erişim tarihi: 01.02.2023, Lyon, France.
2. Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., Bray, F., 2021. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries, CA: A Cancer Journal for Clinicians, 71(3), 209-249.
 3. Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2018 Yılı Türkiye Kanseri İstatistikleri, https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanserdb/Dokumanlar/Is_tatistikler/Kanser_Rapor_2018.pdf, Erişim tarihi: 12.03.2023, Ankara.
 4. Açıkgöz, A., Çımrın, D., Ergör, G., 2018. Determination of Breast, Prostate, Colorectal and Lung Cancer Environmental Risk Factors and Risk Levels: Case-Control Study. Cukurova Medical Journal, 43(2), 411-421.
 5. Gültop, F., Özkan, S., 2022. The Importance of Health Literacy in Cancer Awareness. Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology, 79(3), 579-586.
 6. Siegel, R.L., Miller, K.D., Fuchs, H.E., Jemal, A., 2022. Cancer Statistics 2022, CA: A Cancer Journal for Clinicians, 72(1), 7-33.
 7. Demir, F., 2021. Derin Öğrenme Tabanlı Yaklaşımla Kötü Huylu Deri Kanserinin Dermatoskopik Görüntülerden Saptanması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 33(2), 617-624.
 8. Bisla, D., Choromanska, A., Berman, R.S., Stein, J.A., Polsky, D., 2019. Towards Automated Melanoma Detection with Deep Learning: Data Purification and Augmentation. 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), Long Beach, 1-11.
 9. Codella, N.C., Gutman, D., Celebi, M.E., Helba, B., Marchetti, M.A., Dusza, S.W., 2018. Skin Lesion Analysis Toward Melanoma Detection: A Challenge at the 2017 International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), Hosted by the International Skin Imaging Collaboration (ISIC). 2018 IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI'2018), Washington DC, 168-172.
 10. Lee, T., Ng, V., Gallagher, R., Coldman, A., McLean, D., 1997. Dullrazor®: A Software Approach to Hair Removal from Images, Computers in Biology and Medicine, 27(6), 533-543.
 11. Xie, F.Y., Qin, S.Y., Jiang, Z.G., Meng, R.S., 2009. PDE-Based Unsupervised Repair of Hair-Occluded Information in Dermoscopy Images of Melanoma, Computerized Medical Imaging and Graphics, 33(4), 275-282.
 12. Huang, A., Shun-Yuen, K., Wen-Yu, C., Min-Yin, L., Min-Hsiu, C., Gwo-Shing, C., 2013. A Robust Hair Segmentation and Removal Approach for Clinical Images of Skin Lesions. 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Osaka, 3315-3318.
 13. Fiorese, M., Peserico, E., Silletti, A., 2011. VirtualShave: Automated Hair Removal from Digital Dermatoscopic Images. 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Boston, 5145-5148.
 14. Attia, M., Hossny, M., Zhou, H., Nahavandi, S., Asadi, H., Yazdabadi, A., 2019. Digital Hair Segmentation Using Hybrid Convolutional and Recurrent Neural Networks Architecture. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 177(2019), 17-30.
 15. Akyel, C., Arıcı, N., 2020. Cilt Kanserinde Kıl Temizliği ve Lezyon Bölütlemesinde Yeni Bir Yaklaşım. Politeknik Dergisi, 23(3), 821-828.
 16. Akyel, C., Arıcı, N., 2022. Hair Removal and Lesion Segmentation with FCN8-ResNetC and Image Processing in Images of Skin Cancer. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 15(2), 231-238.
 17. Tschandl, P., Rosendahl, C., Kittler, H., 2018. The HAM10000 Dataset, A Large Collection of Multi-Source Dermatoscopic Images of Common Pigmented Skin Lesions. Scientific Data, 5(1), 1-9.
 18. Combalia, M., Codella, N., Rotemberg, V., Carrera, C., Dusza, S., Gutman, D., Helba, B., Kittler, H., Kurtansky, N.R., Liopyris, K., Marchetti, M.A., Podlipnik, S., Puig, S., Rinner, C., Tschandl, P., Weber, J., Halpern, A., Malvey, J., 2022. Validation of Artificial Intelligence Prediction Models for Skin Cancer Diagnosis Using Dermoscopy Images: the 2019

- International Skin Imaging Collaboration Grand Challenge. The Lancet Digital Health, 4(5), e330-e339.
19. American Cancer Society, Skin Cancer Image Gallery, <https://www.cancer.org/cancer/types/skin-cancer/skin-cancer-image-gallery.html>, Erişim tarihi: 04.06.2023.
 20. Gürsel, A.T., Yalçın, T., 2021. Improving Digital Image Quality for Convolution Neural Network Based Computer-Aided Diagnosis (CNN-CAD) of Skin Cancer. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(4), 1099-1110.
 21. Kumar, S., Kumar, P., Gupta, M., Nagawat, A. K., 2010. Performance Comparison of Median and Wiener Filter in Image De-noising. International Journal of Computer Applications, 12(4), 27-31.
 22. Gonzalez, R., Woods, R., 2002. Digital Image Processing. Prentice Hall, New Jersey, 261-266.
 23. Orioux, F., Giovannelli, J.F., Rodet, T., 2010. Bayesian Estimation of Regularization and Point Spread Function Parameters for Wiener-Hunt Deconvolution. Journal of the Optical Society of America A, 27(7), 1593-1607.
 24. Kushol, R., Kabir, Md. H., Salekin, M.S., Rahman, A.B.M.A., 2017. Contrast Enhancement by Top-Hat and Bottom-Hat Transform with Optimal Structuring Element: Application to Retinal Vessel Segmentation. Image Analysis and Recognition (ICIAR'2017), Montreal, Canada, 533-540.
 25. Zuiderveld, K., 1994. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. Graphics Gems IV. Academic Press Professional, Inc., USA, 474-485.
 26. Pisano, E.D., Zong, S., Hemminger, B.M., DeLuca, M., Johnston, R.E., Muller, K., Braeuning, M.P., Pizer, S.M., 1998. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Image Processing to Improve the Detection of Simulated Spiculations in Dense Mammograms. Journal of Digital Imaging, 11(4), 193-200.
 27. Parveen, N.R.S., Sathik, M.M., 2009. Enhancement of Bone Fracture Images by Equalization Methods. 2009 International Conference on Computer Technology and Development (ICCTD), Kota Kinabalu, 391-394.
 28. Murillo-Bracamontes, E.A., Martinez-Rosas, M.E., Miranda-Velasco, M.M., Martinez-Reyes, H.L., Martinez-Sandoval, J.R., Cervantes-de-Avila, H., 2012. Implementation of Hough Transform for Fruit Image Segmentation. Procedia Engineering, 35(2012), 230-239.
 29. Kohli, P., Chadha, A., 2019. Enabling Pedestrian Safety Using Computer Vision Techniques: A Case Study of the 2018 Uber Inc. Self-driving Car Crash. Future of Information and Communication Conference (FICC 2019), San Francisco, CA, USA, 261-279.
 30. OpenCV, Image Thresholding, https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html, Erişim Tarihi: 13.09.2023.
 31. Bouganssa, I., Sbihi, M., Zaim, M., 2019. Laplacian Edge Detection Algorithm for Road Signal Images and FPGA Implementation. International Journal of Machine Learning and Computing, 9(1), 57-61.
 32. Dhar, R., Gupta, R., Baishnab, K.L., 2014. An Analysis of CANNY and LAPLACIAN of GAUSSIAN Image Filters in Regard to Evaluating Retinal Image. 2014 International Conference on Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCCE'2014), Coimbatore, 1-6.

