

Melanom Otomatik Teşhisi İçin Dermoskopik Görüntülerden Bir Görüntü İşleme Sistemi Geliştirilmesi: Ön Çalışma

Development of an Image Processing System for Automatic Melanoma Diagnosis from Dermoscopic Images: Preliminary Study

Murat Borlu, M.Emin Yüksel¹

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dermatoloji Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye
¹Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Bölümü, Kayseri, Türkiye

Özet

Amaç: Dermoskopik görüntülerin analizini gerçekleştirerek melanom tipi deri kanserlerinin teşhisinde hekime karar desteği sağlayacak bir tıbbi otomatik görüntü işleme sisteminin tasarlanması ve gerçekleştirilmesi için gerekli görüntüleme ve değerlendirme aşamalarının oluşturulması.

Yöntemler: Sayısal imge işleme yöntemleri yardımıyla pigment lezyonun görsel nitelikleri ölçülebilir sayısal verilere dönüştürülmekte ve bu verilere dayanılarak melanom teşhisine yönelik sınıflandırma yapılmaktadır.

Bulgular: Kullanılan sistemle pigment lezyon üzerinde bölütleme, imge histogram ve eşikleme işlemi, dış bükey zarf yöntemi ve renk öbeklenme, nicelendirme ve dağılım inceleme işlemleri ile lezyon asimetri, kenar ve renk özellikleri incelenmiş ve sayısal değerler elde edilmiştir.

Sonuç: Geliştirilmekte olan sistem hekimin karar verme sürecini hızlandırmaktadır. Buna ek olarak, tanının daha öznel verilere dayandırılmasına olanak sağlamaktadır. (*Türk Dermatoloji Dergisi 2008; 2: 111-5*)

Anahtar kelimeler: İmge işleme, dermoskopik görüntüleme, deri kanserleri, melanom

Abstract

Objective: Design and implementation of a medical image processing system that will provide decision support to the clinician in the diagnosis of melanoma type skin cancers by performing the analysis of dermoscopic images.

Methods: Visual features of pigmented lesions are converted into measurable numerical quantities by employing digital image processing methods and a classification regarding melanoma diagnosis is performed based on these quantitative data.

Results: We achieved numerical results showing asymmetry, border and color features of the pigmentary lesions by using segmentation, image histogram, thresholding, convex hull, color clustering, color quantization and distribution methods.

Conclusion: The system under development speeds up the decision process of the clinician. In addition, it allows the diagnosis to be based on more objective data. (*Turkish Journal of Dermatology 2008; 2: 111-5*)

Key words: Image processing, dermoscopic imaging, skin cancers, melanoma

Giriş

Son yıllarda beyaz ırkta melanom tipi deri kanserinde düzenli bir artış görülmektedir. Bu yüzden melanoma kaynaklı ölümleri ve melanoma tedavisi için harcanacak giderleri en aza indirmek için melanomanın erken teşhisi son derece önem kazanmaktadır. Bu amaçla yapılan ça-

lışmalarda, dermoskopi en önemli tarama ve tanı yöntemi olarak kabul edilmektedir. Dermoskopinin en dezavantajlı tarafı, değerlendirmenin değerlendiren kişinin bilgisine, tecrübesine ve diğer etkilere bağlı olarak değişmesi ve uygulayan kişilere göre farklı sonuçlara gidebilmesidir. Bunun doğal bir sonucu olarak otomatik melanom teşhisi gerçekleştirme amaçlı akıllı yapay sistemlerin

geliştirilmesi düşünülmüştür. Bu türden sistemler genellikle deri üzerinde pigmente lezyon görüntüsünü almaya yönelik özel bir kamera, bunun bağlı olduğu uygun bir bilgisayar sistemi ve bu bilgisayar üzerinde çalışan bir sayısal görüntü işleme yazılımından oluşmaktadır. Bu sistemlerde kamera ile alınan pigmente lezyon görüntüsü bilgisayar üzerinde çalışan görüntü işleme yazılımı yardımıyla işlenerek, konunun uzmanlarının melanom muayenesi esnasında yaptıkları işleme benzer bir şekilde, pigmente lezyon görüntüsü üzerinde melanom şüphesi çağrıştıracak görsel niteliklerin tespit edilmesine çalışılmaktadır.

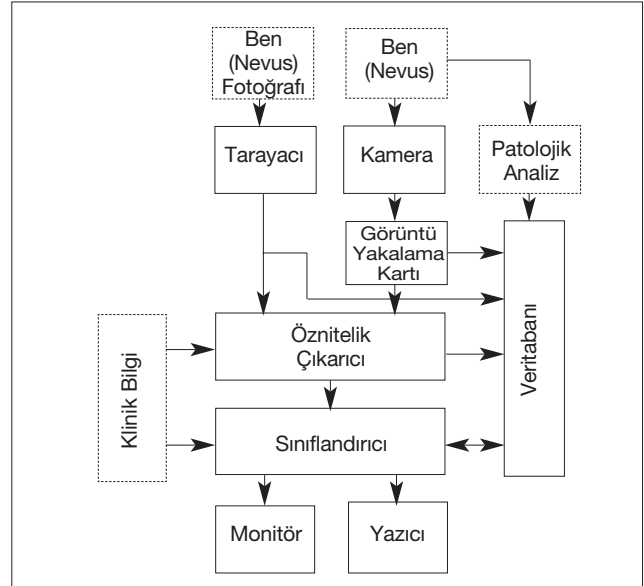
Dermoskopik yöntemlerdeki görüntüleme başlıca iki şekilde yapılmaktadır. Epiluminesans mikroskopisi teriminin kullanıldığı ilk yöntemde, incelenecek pigmente lezyon üzerindeki kıllar temizlenir ve lezyonun yer aldığı bölgeye yağ damlatıldıktan sonra lezyon üzerine cam bir düzlem bastırılarak lezyon bir dermoskop veya bir mikroskop yardımıyla incelenir. Bu tekniğin dezavantajlarından birisi cam ile deri arasında hava kabarcıkları kalmasıdır (1-5). Diğer yöntemde ise pigmente lezyonun bulunduğu bölge, polarize ışıkla aydınlatılır ve yansıyan ışık yine polarize bir filtreden geçtikten sonra bir görüntüleme sistemine alınır. Bu teknik öncekine göre daha karmaşık ve uygulanması daha zordur (6). Her iki teknik de benzer sonuçlar üretmektedir.

Bu çalışmada Mühendislik Fakültesi ve Tıp Fakültesi tarafından ortaklaşa yürütülen bir araştırma projesi kapsamında geliştirilmekte olan bir dermatolojik görüntüleme sistemi tanıtılmakta ve sistemin pigmente lezyon imgelerinin melanom açısından analizi ile ilgili kısmı incelenmektedir. Pigmente lezyonun görsel niteliklerinin melanom açısından değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen ABCDE (Asymmetry, Border, Color, Diameter, Elevation) kuralı klinik gözleme dayalıdır. Buradan esinlenerek geliştirilen dermoskopik ABCD (Asymmetry, Border, Color, Differential structures) yöntemi en çok ve en uzun süreli kullanılan dermoskopik algoritmadır (7). Bilgisayarlı yöntemde ise ABCD algoritmasının kabaca ABC'sine karşılık gelen sadece asimetri, kenar özelliği ve renk analizi ile ilgili sonuçlar sunulmuştur.

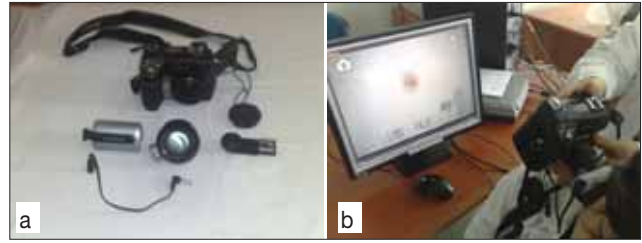
Yöntem ve Bulgular

Sistemin Yapısı

Şekil-1 de geliştirilmekte olan dermoskopik görüntüleme sisteminin blok şeması, Şekil-2 de ise sistemin görüntüleme kısmını oluşturan parçalar ile sistemin kullanımı görülmektedir. Sistem, yüksek işlem hızı ve güvenli veri saklama özelliklerine sahip bir sunucu bilgisayar, buna bağlı amaca uygun özel bir kamera ve bu donanım ile birlikte çalışan bir yazılımdan oluşmaktadır. Kamera aracılığıyla alınıp uygun formatta sunucu bilgisayara kaydedilen pigmente lezyon görüntüsü bilgisayarda çalışmakta olan uygulama yazılımı yardımıyla gerçek zamanda işlenmektedir. Yazılım iki ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım alınan görüntüyü işleyerek bu görüntüde melanoma ile ilgili görsel niteliklerin varlığını belirlemekte; bir uzman sınıflandırıcı olan ikinci kısım ise birinci kısmın ürettiği öznelik bilgisine dayanarak incelenmekte olan pigmente lezyonun melanoma olma olasılığını belirlemektedir.



Şekil 1. Geliştirilmekte olan dermoskopik görüntüleme sisteminin blok şeması



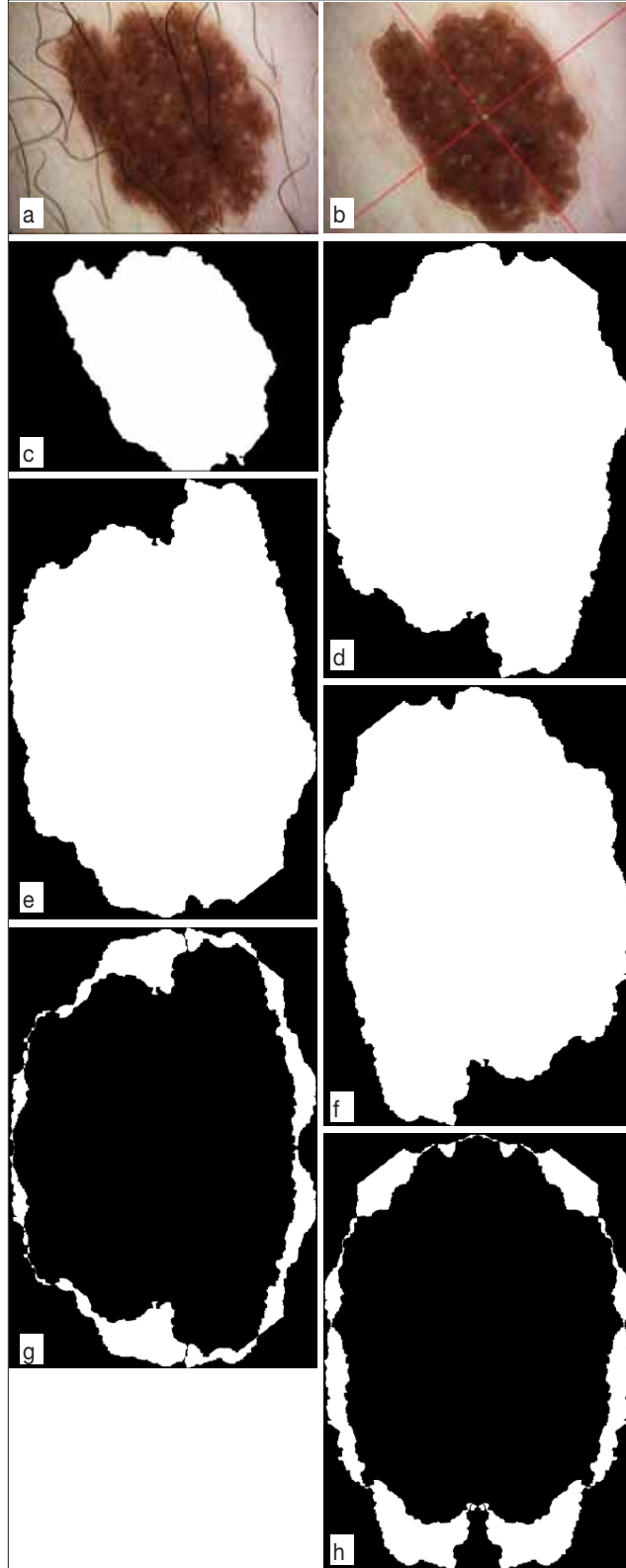
Şekil 2. (a) Görüntüleme sisteminin kamerası. (b) Sistemin kullanımı

Dermoskopik lezyon imgelerinin bölütlenmesi ve pigmente lezyon sınırlarının doğru bir şekilde belirlenmesi için kullanılan yöntem aşağıdaki ana adımları kapsamaktadır.

Asimetri Analizi

Lezyon asimetrisinin değerlendirilmesi, pigmente lezyon analizinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Bu amaçla, lezyondan elde edilen parçalanma indeksi, yuvarlaklık faktörü, asimetri indeksi, hacimlilik skoru gibi niteliklerden yararlanılır (8-11). Asimetrisinin otomatik değerlendirilmesindeki temel işlem lezyonun üzerinde yer aldığı deriden doğru bir şekilde bölütlenmesidir (segmentation). Lezyon bölütlenmesinde kullanılan yaygın yaklaşım imge histogram bilgisinden yararlanarak gerçekleştirilen eşikleme (thresholding) işlemidir. Eşikleme işlemi genellikle nevus imgesinin önce gri seviyeye dönüştürülmesi ve ardından bu gri renk histogramı üzerinde eşik seviyesinin tespiti şeklinde uygulanmaktadır.

Şekil-3 a ve b'de pigmente lezyon ve iki asimetri eksenini gösterilmekte, Şekil-3 c,d,e ve f'de bölütleme ve döndürme işlemleri görülmektedir. Şekil-3 g ve h'deki görüntülerde asimetri yoksa tüm alan siyah renkte olacaktır ve beyaz alanların yoğunluğu asimetrisinin büyüklüğünü bize göstermekte ve rakamsal olarak belirtilmektedir (Tablo-1) (Şekil-3).



Şekil 3. Nevus asimetrisinin değerlendirilmesi. Nevusun asimetrisi arttıkça (g) ve (h) deki beyaz piksel sayısı artacaktır.

Kenar (Sınır) Düzensizliği Analizi

Klinik kenar düzensizliği terimi şeklen kenarlarda girintili çıkıntılı pigmentasyonu şüpheli lezyon özelliği kabul eder. Dermoskopik ABCD algoritmasında ise lezyon kenarlarında rengin soluklaşarak sonlanması beklenir. Lezyon sekiz eksen bölünerek buna uymayan kenar sayısı ile katsayı çarpılarak puanlama yapılır. Bilgisayarlı yöntemimizde kenar düzensizliği çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Dışbükey zarf (convex hull) yönteminde iki boyutlu düzlemde yayılmış noktalar kümesini saran en küçük kapalı dışbükey çokgen, dışbükey zarf olarak adlandırılır. Şekil-4 a ve b'de dışbükey zarf yöntemi Şekil-4 c'de ise bu yöntemle yazılımın ortaya koyduğu lezyon ile onun dışbükey zarfı arasındaki fark kenar düzensizliği görülmekte ve sayısal olarak ifade edilmektedir. Ayrıca yapılan renk analizinde koyu renkler ortada yoğun olarak bulunduğu merkezden kenarlara renk halkaları görünmesi normal lezyonların özelliği iken kenarlarda düzensiz farklı renklerin görülmesi pigmentasyon açısından kenar düzensizliğini gösterecektir. Burada hem şekil hem de pigmentasyonun yoğunluğu açısından kenar özellikleri değerlendirilmiştir (Tablo-2) (Şekil-4).

Renk Düzensizliği Analizi

Renk düzensizliği, lezyonun kötü huyluluğu ihtimalini arttıran en önemli özelliklerden birisidir. Sağlıklı lezyonlarda renk dağılımı genellikle düzenli, sağlıklı lezyonlarda ise düzensiz renk öbekleri şeklindedir. Dermoskopik ABCD değerlendirme yönteminde ise temel alınan altı renkten hangileri olduğu sayılır ve bu sayı ile katsayı çarpılarak puanlama yapılır. Yani ne kadar çok renk görülürse o kadar yüksek puan ve şüpheli lezyon olduğu kabul edilir. Bilgisayarlı yöntemde renk düzensizliğinin analizinde önce analizin yapılacağı renk uzayı seçilir. Bunu takiben benzeri renk topluluklarının öbeklenmesi (clustering) ve bu renk öbeklerine göre kuantalama işlemi yapılır. Son olarak renk öbeklerinin nevus merkezine göre dağılımı incelenerek renk düzensizliği değerlendirilir. Böylece sadece ne kadar farklı renk olduğu değil onları dağılımındaki homojenite ve asimetri de gösterilmiş olunur. Şekil-5'de renk çeşitliliği ve dağılımı gösterilmektedir. Bu şekilde hem asimetri, hem kenar, hem de renk çokluğu açısından fikir verebilen bir işlem yapılmıştır (Tablo-3) (Şekil-5).

Tartışma

Klinik ve dermoskopik algoritmalarda ABCD harflerinden her biri nevusun melanoma açısından önem taşıyan niteliklerini temsil etmektedir. İncelenmekte olan pigmente lezyonda bu niteliklerin ne miktarda olduğuna bağlı olarak ağırlıklı bir sayısal skor oluşturulur ve bu skora göre melanom riski belirlenir.

Klasik uygulamada asimetri yok, var ve iki eksen de var şeklinde yorumlanıp sadece 0, 1.3 ve 2.6 rakamsal değerleri verilebilmekte iken bilgisayarlı yöntemde ana eksen ve buna dik olan minör eksenler lezyon imgesinin yönelim açısından bulunması ile hesaplanabilmekte, ağırlık merkezinden geçen eksenlerin tümünün oluşturduğu tarama sonucu asimetrik yapılar ortaya konmakta, buna bağlı olarak Şekil-3'de görüldüğü gibi asimetrik yoğunluk hesaplanmaktadır. Asimetri in-

Tablo 1. Şekil-3'teki lezyonda asimetrinin klinik-dermoskopik-bilgisayarlı yöntemle değerlendirilmesi

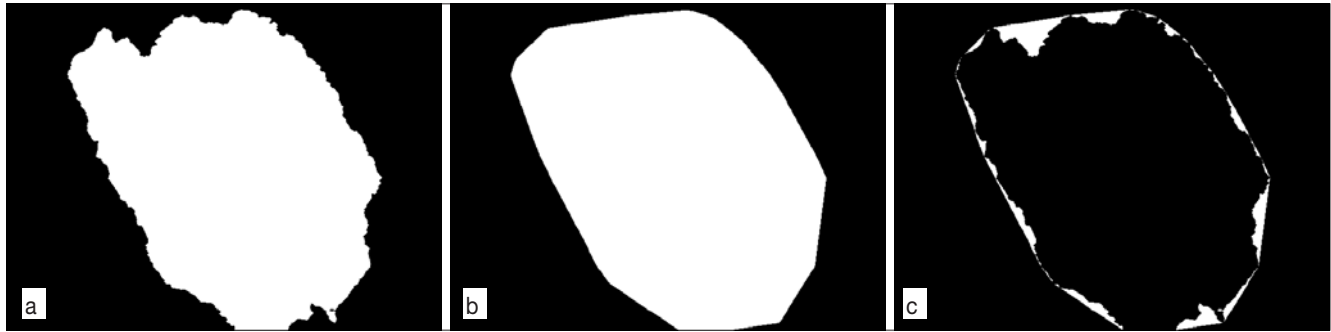
	Klinik (ABCDE)	Dermoskopik (ABCD)	Bilgisayarlı yöntem
Alabileceği değerler	simetrik-asimetrik	0-1-2 ekseninde asimetri	Asimetri indeksi
Lezyon (Şekil-3)	Simetrik	1 (veya 2) ekseninde asimetri	Beyaz alanların yoğunluğu
Sonuç-skor	Simetrik lezyon	1.3 veya 2.6 (1-2 x 1.3)	0.421

Tablo 2. Şekil-3'teki lezyonda kenar özelliklerinin klinik-dermoskopik-bilgisayarlı yöntemle değerlendirilmesi

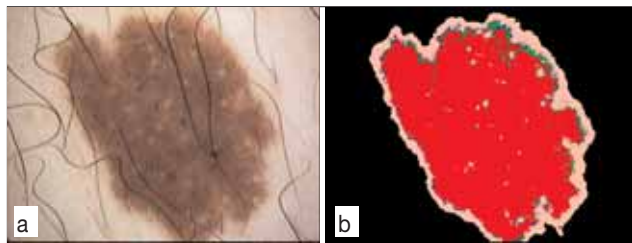
	Klinik (ABCDE)	Dermoskopik (ABCD)	Bilgisayarlı yöntem
Alabileceği Değer	Düzenli-düzensiz	0-8 ekseninde ani pigment sonlanması	Dış bükey zarf yöntemi,
Lezyon (Şekil-3)	Düzensiz	3 veya 4 ekseninde ani pigment sonlanması	Şekil-4c'de beyaz alan yoğunluğu,
Sonuç-skor	Düzensiz	0.3 veya 0.4 (3-4x0.1)	0.066

Tablo 3. Şekil-3'teki lezyonda renk özelliğinin klinik-dermoskopik-bilgisayarlı yöntemle değerlendirilmesi

	Klinik (ABCDE)	Dermoskopik (ABCD)	Bilgisayarlı yöntem
Alabileceği Değer	Açık-koyu-karışık renkli	6 renk açık-koyu kahverengi-siyah-mavi-kırmızı-beyaz	4 ana renkle yapılan renk analizi
Lezyon (Şekil-3 için)	Koyu kahverengi	Açık-koyu kahverengi	Şekil-5b
Sonuç-skor	Koyu renkli lezyon	1 (2x0.5)	0.861



Şekil 4. (a) Bölütlenmiş nevus imgesi, (b) Dışbükey zarf, (c) Fark. Nevus kenar düzensizliği arttıkça c'deki beyaz piksellerin sayısı artar



Şekil 5. Nevus imgesindeki renk düzensizliğinin değerlendirilmesi

deksi, ana ve minör eksenlerin her iki yanındaki benzemezliliğin ölçüsüdür. Bilgisayarlı yöntemde asimetri sadece şekil açısından değil renk analizi ile yapısal asimetri açısından da değerlendirilmiş olmaktadır.

Sınır düzensizliği, lezyonun histolojik kararsızlığını yansıtmaması sebebiyle kanseri çağrıştıran önemli özelliklerden birisidir. Lezyon sınırları dikkatlice incelendiğinde, dokusal ve yapısal düzensizlikler olmak üzere iki tip düzensizlik göze çarpar. Dokusal düzensizlikler lezyon sınırındaki küçük değişimleri ifade eder. Lezyonun tümünde etkileri gözlemlenen taş-

malar ve girintiler ise yapısal düzensizlikler olarak adlandırılır (11-13). Yapısal düzensizlikler melanom hücrelerinin artarak yayılması veya azalarak gerilemesi sonucu ortaya çıkan belirtilerdir ve melanom teşhisinde etkin bir araçtır. ABCD algoritmasında sınır düzensizliği sadece pigmentasyon açısından ele alınırken bilgisayarlı yöntemle sınır düzensizliği niteliğini elde etmek için yoğunluk indeksi, fraksiyon boyutu ve düzensizlik indeksi gibi nitelikler kullanılmakta (14-18), ayrıca renk analizi ile birlikte düşünüldüğünde; sınırlar hem şekil hem yapı açısından değerlendirilmiş olmaktadır.

Renk düzensizliği, lezyonun melanom olması ihtimalini arttıran en önemli göstergelerden birisidir (19,20). Sağlıklı nevuslarda renk dağılımı genellikle düzenli ve tek renk baskınlığı bulunurken, sağlıklı nevuslarda ise çok renkli ve düzensiz renk adacıkları şeklindedir. Klinik açıdan sadece karışık renkli ve koyu renkli nevusların kabaca şüpheli olduğu kabul edilir, dermoskopik ABCD de ise, renk çokluğu değerlendirilmekte renklerin dağılımı yapısal asimetri içinde ele alınmaktadır. Bilgisayarlı yöntemin üstünlüğü renkleri ton farklarını da gözeterek açıkça göstermesi ve haritalandırma yaparak yapısal ve renksel asimetriyi de ortaya koymasındır.

ABCD yaklaşımının şu ana kadar bahsedilen üç ana aşaması melanoma teşhisi için gerekli olan bilgiyi büyük oranda sağlamaktadır. Dördüncü aşama olan yapısal özellikler (differential structures) aşaması ilk üç aşamada elde edilen bilgiye destek niteliğinde olan çeşitli görsel niteliklerin varlığının araştırılmasını kapsamaktadır. Bu nitelikler arasında bulutsu yapılar, globüller, mavi/beyaz noktalar, özel pigmente yapılar, vb. sayılabilir. Burada standart bir yöntem olmayıp aranan niteliğin türüne göre kullanılan analiz yöntemleri farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden dördüncü aşama yazılımın şu andaki sürümüne dahil edilmemiş ve değerlendirme işleminin hekim tarafından yapılması daha uygun görülmüştür.

Bu çalışmada melanom tipi deri kanserlerinin otomatik ve hızlı teşhisine yönelik bir sistemin görüntü işleme ile ilgili kısmı tanıtılmıştır. Bu yazılım tarafından tespit edilen ve bu makalede konu edilen nitelikler aynı yazılımın diğer bir modülü olan bir uzman sınıflandırıcı yardımıyla değerlendirilerek incelenen lezyonun malin olma durumu ortaya koyulmaktadır. Burada kullanılan sınıflandırıcı işlemsel zeka (computational intelligence) tabanlı eğitilebilir bir matematiksel operatördür. Gerek detaylıca ele alınması gereken kapsamlı bir matematiksel yöntem olması, gerekse konu olarak bu makalenin kapsamı dışında olması sebebiyle bu çalışmada sınıflandırıcı hakkında bilgi verilememiştir. Sınıflandırıcının ve sınıflandırma işleminin ayrı bir çalışmada ele alınması düşünülmektedir.

Sistem temelde bir karar destek sistemi olup hekimin tanı koymadaki karar sürecini desteklemekte ve hızlandırmaktadır. Buna ek olarak; pigmente lezyona ait görsel niteliklerin ölçülebilir sayısal verilere dönüştürülmesi ve tanının bu verilere dayandırılması karar süreci esnasında sübjektiviteyi ve kişisel faktörleri en aza indirmektedir. Sistemi geliştirme çalışmaları halen devam etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma halen devam etmekte olan tıbbi görüntü işleme konusunda geniş kapsamlı bir araştırma faaliyeti esnasında elde edilen sonuçlardan bir kısmını sunmakta olup araştırmanın değişik aşamaları farklı projeler kapsamında Erciyes Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projeleri Birimi (02-012-4), Devlet Planlama Teşkilatı (DPT-05-01) ve TÜBİTAK (106E162) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Andreassi L, Perotti R, Burrioni M, et al. Computerized image analysis of pigmented lesions. *Chronica Dermatologica* 1995; 5: 11-24.
2. Bahmer FA, Fritsch P, Kreusch J, et al. Terminology in surface microscopy. *J Am Acad Dermatol* 1990; 23: 1159-62.
3. Binder M, Schwarz M, Winkler A, et al. Epiluminescence microscopy: a useful tool for the diagnosis of pigmented skin lesions for formally trained dermatologists. *Arch Dermatol* 1995; 131: 286-91.
4. Kenet RO, Kang S, Barney JK, et al. Clinical diagnosis of pigmented lesions using digital epiluminescence microscopy. *Arch Dermatol* 1993; 129: 157-74.

5. Seidenari S, Burrioni M, Giordana DE, et al. Computerized evaluation of pigmented skin lesion images record by a videomicroscope: comparison between polarizing mode observation and oil/slide mode observation. *Skin Research and Technology* 1995; 1: 187-91.
6. Seidenair S, Pellacani G, Pepe P, Digital videomicroscopy improves diagnostic accuracy for melanoma. *J Am Acad Dermatol* 1998; 39: 175-81.
7. Nachbar F, Stolz VW, Merkle T, et al. The ABCD rule of dermatoscopy. High prospective value in the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions. *J Am Acad Dermatol* 1994; 30: 551-9.
8. Gren A, Martin N, Pfitzner J, et al. Computer image analysis in the diagnosis of melanoma *J Am Acad Dermatol* 1994; 31: 958-64.
9. Cascinelli N, Ferrario M, Bufalino R, et al. Results obtained by using a computerized image analysis system designed as an aid to diagnosis of cutaneous melanoma. *Melanoma Res* 1992; 2: 163-70.
10. Stoecker WV, Li WW, Moss RH, Automatic detection of asymmetry in skin tumors. *Computerized Med Imag Graph* 1992; 16: 191-7.
11. Claridge E, Hall PN, Kefe M, et al. Shape analysis for classification of malignant melanoma. *J. Biomed. Eng* 1992; 14: 229-34.
12. Ganster H, Gelautz M, Pinz A, et al. Initial results of automated melanoma recognition. In: Borgefors G, editor. 1995; Proceedings of the 9th Scandinavian Conference on Image Analysis, Uppsala, Sweden: Swedish Society for Automated Image Analysis, 209-18.
13. Gutkowitz-Krusin D, Elbaum M, Szwaykowski P, et al. Can early malignant melanoma be differentiated from atypical melanocytic nevus by in vivo techniques? Part II: Automatic machine vision classification. *Skin Res Technol* 1997; 15-22.
14. Golston JE, Stoecker WV, Moss RH, et al. Automatic detection of irregular borders in melanoma and other skin tumors. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 1992; 16: 199-203.
15. White R, Rigel DS, Friedman R. Computer applications in the diagnosis and prognosis of malignant melanoma. *Dermatol Clin* 1992; 9: 695-702.
16. Claridge E, Morris J, Smoth D, et al. Evaluation of border irregularity in pigmented skin lesions against a consensus of expert clinicians. In: *Medical Image Understanding and Analysis*, 1998, Leeds, U.K.
17. Ng V, Lee T. Measuring border irregularities of skin lesions using fractal dimensions. *SPIE Photonics China*, 1996; *Electronic Imaging and Multimedia Systems* 2898: 64-72.
18. Lee T, Atkins M. A new approach to measure border irregularity for melanocytic lesions. in *Proceedings of SPIE in Medical Imaging*, K. M. Hanson, editor, 2000; 3979: 668-75.
19. Hance G, Umbaugh S, Moss R, et al. Unsupervised color image segmentation with application to skin tumor borders. *IEEE Eng Med Biol* 1996; 15: 104-11.
20. Umbaugh SE, Moss RH, Stoecker WV. Automatic color segmentation of images with application to detection of variegated coloring in skin tumors. *IEEE Eng Med Biol* 1989; 43-50.