

Kemik Kırıklarının Görüntü İşleme Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları ile Tespiti

Detection of Bone Fractures using Image Processing Techniques and Artificial Neural Networks

Özgür Öztürk
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Karabük Üniversitesi
Karabük, Türkiye
ozgurozturk1994@gmail.com

Hakan Kutucu
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Karabük Üniversitesi
Karabük, Türkiye
hakankutucu@karabuk.edu.tr

Özet—Tıbbi bilimlerde bilgisayar teknolojisinin kullanımı teknoloji ile birlikte yaygınlaşmaktadır. Bilgisayarların özellikle görüntülemelerde kullanımı hekimler için üçüncü bir göz olmuştur. Ortopedik cerrahide kırık tespitinde basit röntgenogramlardan sonra bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonansın kullanıma girmesi kırık tespitinde, tiplendirilmesinde dolayısı ile hastanın uygun tedavi almasında büyük kolaylık sağlamıştır. Gelişen teknoloji röntgenogramlardaki görüntü kalitesini arttırmış, artefaktları azaltmış ve digital ölçüm yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu çalışmada görüntü işleme ve öğrenme teknikleri kullanarak uzun kemik kırıklarının tanınması sağlanmıştır. Önerilen yapay sinir ağı ile %89 başarı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler—Kırık kemik tespiti, tıbbi görüntü işleme, bölütleme, yapay sinir ağları.

Abstract—The use of computer technology in medical sciences is spreading with technology. The use of computers especially for imaging has become a third eye for physicians. In orthopedic surgeons, after simple roentgenograms for fracture detection, the use of computerized tomography and magnetic resonance has provided great convenience in the detection of fracture, typing, and therefore the appropriate treatment of the patient. The advancing technology has increased the quality of the images in the x-rayograms, reduced artifacts and enabled digital measurements. In this study, image processing and learning techniques were used to diagnose long bone fractures. The proposed artificial neural network has 89% success rate.

Keywords—Detection of bone fractures, medical image processing, segmentation, artificial neural networks.

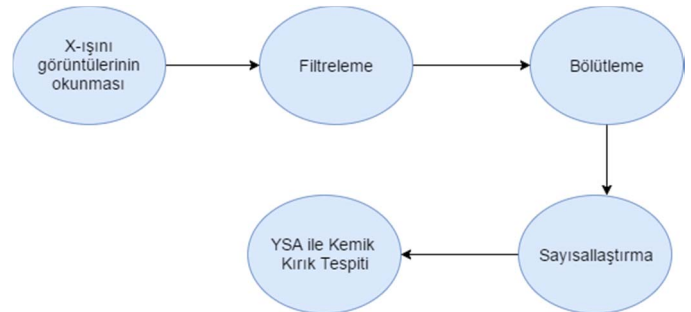
I. GİRİŞ

Günümüzde hekimler veya radyologlar röntgen, manyetik rezonans, sintigrafi, bilgisayar tomografisi gibi cihazları kullanarak kırıkları tespit etmektedir. Ama bazen bu cihazlardan alınan görüntülerde kemik kırıklarının veya çatlaklarının görüntülenmesi güç olabilmektedir. Bu yüzden hem hekimler hem de hastalar bu konuda mağdur olabilmektedirler.

Gelişen teknoloji çağında bir çok çalışma çeşitli hastalıkların bilgisayar teknolojisi kullanılarak, bu hastalıkları tanılamak ve teşhisini kolaylaştırmak üzerine yoğunlaşmıştır. Bu sayede hem hastaların artık eksik tedavi edilmesindeki oranı azaltmak hem de hekimlerin yanlış tedavi uygulamalarını önlemek ve bu tedaviler için açılan davaların oranını azaltılması sağlanabilir. Bu çalışmanın amacı da uzun kemik kırıklarının tespit başarısını yükseltmede bilgisayar teknolojisinin etkili ve efektif bir şekilde kullanılmasıdır.

Bulut ve arkadaşları X-ışını görüntülerinde segmentasyon ve kırık tespiti için yeni bir algoritma önermişlerdir [1]. Ancak algoritmaları etkili bir sonuç verememektedir. Chai ve arkadaşları gray level co-occurrence matrix yöntemini kullanarak kırık kemik tespiti ve sınıflandırılmasını gerçekleştirmişlerdir [2]. Mahendran ve Baboo görüntü işleme ve sınıflama tekniklerinden yararlanarak kaval kemiği kırıklarını tespit etmişlerdir [3]. Ekşi ve arkadaşları ise kırıkların otomatik olarak teşhisi için Yapay Sinir Ağları kullanarak kırık tespit sistemi tasarımı gerçekleştirmişlerdir [4].

Bu çalışmada X-ışını görüntülerinin okunması, filtreleme, bölütleme ve sayısallaştırma kısımları C# kullanılarak yapılmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA) tabanlı kırık kemik tespiti kısmı ise MATLAB kullanılarak yapılmıştır. Bu işlemlerin akış şeması Şekil 1 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Önerilen metodun akış şeması.

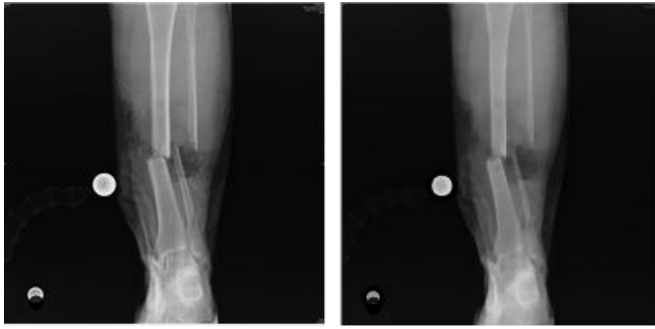
A. X-Işını Görüntülerinin Okunması

Yapılan çalışmada ilk adım X-ışını görüntülerinin okunmasıdır. Az yer kapladığı ve performansı yükseltmek için jpg uzantılı X-ışını görüntüleri kullanılması tercih edilmiştir. Görüntüler okunduktan sonra üzerinde bulunan gürültüleri yok etmek için filtreleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtreleme işlemi gerçekleştirildikten sonra kemik dokuyu diğer dokulardan ayırmak için bölütleme işlemi yapılmıştır. Bölütleme işlemi yapıldıktan sonra veriler sayısallaştırılmış ve eğitilmesi için YSA ya gönderilmiştir.

B. Filtreleme

Filtreleme işlemleri yapılarak seçilen görüntü üzerindeki cihazlardan veya çevreden kaynaklanan gürültülerden arındırmak, kenarlarını keskinleştirmek ve görüntüyü yumuşatmak için kullanılır [5,6]. Filtreleme kullanılmasının asıl amacı bölütleme yapılırken kemik dokuyu daha net bir şekilde ortaya çıkarabilmektir. Filtreleme işleminde boyutlarını belirlediğimiz bir matris oluşturulmuş ve bu matrisi görüntü üzerinde gezdirerek istediğimiz amaca göre görüntü iyileştirilmiştir.

Bu çalışmada medyan filtre kullanılmıştır. Medyan filtre ile filtrelenen bir röntgen görüntüsü Şekil 2 de gösterilmektedir.



(a) Orjinal Görüntü (b) Filtrelenmiş Görüntü
Şekil 2 Kırık kemik dokusunun medyan filtre ile filtrelenmesi.

C. Bölütleme

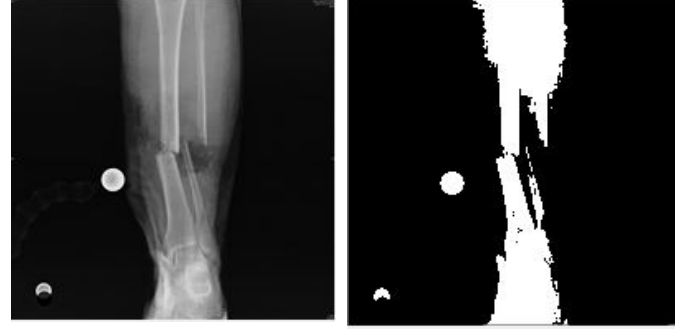
Kemik dokusunun diğer dokulardan ayırt edilmesi çalışma için önemli bir kısımdır. X-ışını görüntülerinde kemik doku ile diğer dokuların renk tonları birbirlerine oldukça yakındır. Kemik doku ile diğer dokuların başarılı bir şekilde bir birlerinden ayrılması kırık tespiti için önemli bir adım olmuştur.

D. K-ortalama

Kemiği diğer dokulardan ayırmak için K-ortalama kullanılır. K-ortalama, kemiği diğer dokulardan ayrılması için başarımlı diğer bölütleme tekniklerine göre yüksek olan bir bölütleme tekniğidir. Büyük ölçekli verileri etkin ve hızlı bir şekilde kümeleyebilir. Verilerin benzer özelliklerini göz önüne alarak belirtilen n adet kümeye ayırarak yapılır. Amaç, gerçekleştirilen bölütleme işlemi sonunda elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerinin ise minimum olmasını sağlamaktır.

Tekrarlı bölümleyici yapısı ile K-ortalama algoritması, her verinin ait olduğu kümeye olan uzaklıkları toplamını küçültmektedir. K-ortalama ile kümenin içindeki benzerlikler büyük, kümeler arası benzerlik ise küçük olduğu durumlarda kümenin doğruluğundan söz edilebilir [7].

Şekil 3 te uzun kemik kırığına ait röntgen görüntüsünün orijinal hali ve K-ortalama algoritması ile bölütlenmiş hali gösterilmektedir. Şekil 4 te ise uzun sağlam bir kemiğe ait röntgen görüntüsünün orijinal hali ve K-ortalama algoritması ile bölütlenmiş hali gösterilmektedir



(a) Orjinal Görüntü (b) Bölütlenmiş Görüntü
Şekil 3. Uzun kırık kemiğin K-ortalama algoritması ile bölütlenmiş hali.



(a) Orjinal Görüntü (b) Bölütlenmiş Görüntü
Şekil 4. Uzun sağlam kemiğin K-ortalama algoritması ile bölütlenmiş hali.

E. Sayısallaştırma

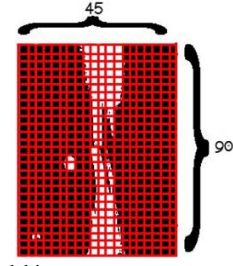
Bu kısımda X-ışını görüntüleri ile kemik kırık tespiti yapabilmesi ve yapay sinir ağlarında çalışabilmesi için görüntülerin sayısallaştırılması gerekmektedir. Görüntü boyutları yapay sinir ağları için büyük olduğundan görüntüleri 45x90 piksel boyutlarına kadar küçültülmüştür ve küçültülen her bir görüntü için 5x10'lik boyutlarda alt parçalara ayrılmıştır.

Ayrılan parçaların ortalama renk değerleri ağa giriş olarak verilmiştir. Ortalama renk değerleri denklem 1 kullanılarak bulunmuştur. Bu sayede 5x10 boyutlarına sahip 9x9=81 adet giriş değeri bulunmaktadır. Böylelikle 45x90=4050 pikseli YSA ya giriş olarak vermektense 9x9=81 adet giriş değeri YSA ya verilmiştir.

$$Av = \frac{\sum_{i=1}^{50} R_i}{50} \quad (1)$$

Denklem 1 de A_v alt parçadaki ortalama renk değeri, R ise i . pikselin renk değeridir.

Şekil 5 te gösterildiği gibi parçalara ayrılan her bir parça 5×10 boyutundan oluşmaktadır. Röntgen görüntüsünün her bir parçası denklem 1 ile hesaplanıp her bir parça girdi olarak YSA ya gönderilmektedir. YSA 81 girişten ve iki çıkıştan oluşmaktadır. Tablo 1 de giriş ve çıkışlar ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 5 45x90 boyutundaki röntgen görüntüsünün alt parçalara bölünmesi.

TABLE I. RÖNTGEN GÖRÜNTÜLERİNİN SAYISALLAŞTIRILMASI

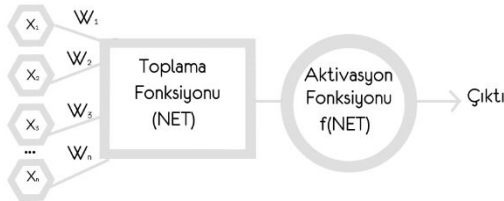
I1	I2	I3	I4	I5	I78	I79	I80	I81	O1	O2
0	0	0	0,02	0,44	0,52	0,62	0,12	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0,7	0,74	0	0	0	1	0
0	0,24	0,94	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0
0,06	0	0	0	0	0	0	0,02	0,9	0,52	1	0
0	0	0	0	0,7	1	1	0,34	0	0	1	0
0	0	0	0,58	1	1	0,32	0	0	0	1	0
0	0	0,44	0,96	0,58	0,02	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0,56	0,68	0,4	0	0	0	1	0
0	0	0,26	0,82	0,92	0,94	0,38	0	0	0	1	0
0	0	0,12	1	1	1	1	0,18	0	0	1	0
0	0,44	1	1	0,78	0	0	0	0	0	1	0
0	0,02	0,56	0,86	0,86	0,86	0,12	0	0	0	1	0
0	0,3	0,78	0,88	0,88	0,04	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0,44	0,76	0,92	0,5	0	0,02	1	0
0	0	0,22	0,94	0,82	0,16	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0,78	0,4	0	0	0	1	0
0	0	0	0,26	1	0,98	0,02	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0,4	0,96	0,66	0	0,02	0	1	0

II. YSA TABANLI KIRIK KEMİK TESPİTİ

Yapılan çalışmada kırık kemik tespitini bilgisayar teknolojilerini kullanarak tespit etmek için YSA tercih edilmiştir. YSA'nın tercih edilmesinin sebebi hakkında fazla kaynak bulunması ve öğrenme kabiliyetlerinin çok iyi olmasıdır.

A. Yapay Sinir Ağları(YSA)

Yapay sinir ağları tasarlanırken insan beyninin biyolojik sinir hücreleri esas alınarak tasarlanmıştır. Günümüzde sınıflandırma, karakter tanıma, tahmin etme gibi birçok uygulamaları vardır. İnsan beyninin biyolojik sinir hücrelerinde olduğu gibi birbirine hiyerarşik olarak bağlı olmasından dolayı en fazla tercih edilen YSA olmuştur. Şekil 6 da gösterilen nöronlardan meydana geldiği için öğrenme ve öğrenilen bilgilere karar verme mekanizması gelişmiştir.



Şekil 6 YSA sinir hücresi(nöron).

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ YSA'nın giriş değerlerini $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ ise YSA'nın ağırlık değerlerini göstermektedir. YSA ya gelen net girdi değerleri toplam fonksiyonundan (NET) hesaplandıktan sonra aktivasyon fonksiyonuna ($f(NET)$) girdi olarak girilerek üretilen çıktı değerleri belirlenmiştir [8].

Yapılan bu çalışmada yapay sinir ağları çok katmanlı algılayıcı şekilde tasarlandığı için genel olarak sigmoid fonksiyonu tercih edilmiştir. Genel olarak YSA üç kısımdan oluşur:

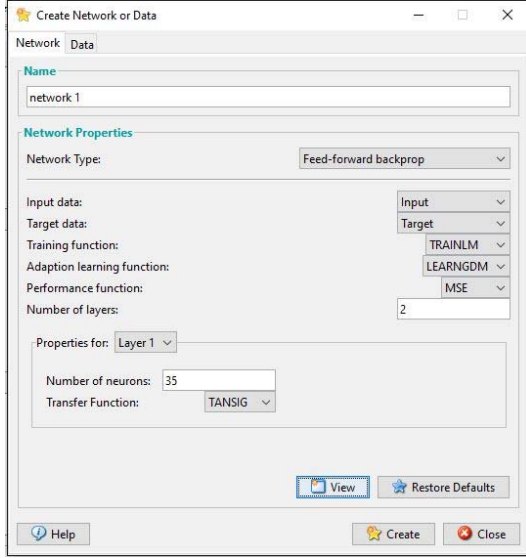
1. Giriş Katmanı: Giriş bilgilerini gizli katmana ulaştırmakla yükümlüdür.
2. Gizli Katman: Giriş katmanı ile çıkış katmanı arasında bulunan katmandır. Giriş katmanından gelen verileri işleyerek çıkış katmanına ulaştırmakla yükümlüdür.
3. Çıkış Katmanı: Çıkış katmanında üretilen çıkışlar ise var olan problemin çözümünü içermektedir.

B. Kırık Kemik Tespiti

Kırık kemik tespiti için kullanılan X-ışını görüntüleri filtreleme, bölütleme ve sayısallaştırma aşamalarından geçtikten sonra sonuç almak için MATLAB kullanılarak YSA da eğitilmiştir. Kırık tespiti için sayısallaştırılan toplam 694

görüntü bulunmaktadır. Bu görüntüler için 515 tanesi sağlam kemik sınıflandırılmasındadır, 179 kemik görüntüsü ise kırık sınıflandırılmasındadır.

Excelde bulunan 694 tane sayısallaştırılmış görüntüyü MATLAB çalışma alanına getirerek YSA için çalışılmıştır. YSA eğitmek için 81x694 boyutunda bir input ve 2x694 boyutunda bir target tanımlanmıştır. X-ışını görüntüleri YSA ya girilirken kullanılan giriş, çıkış parametreleri ve öğrenme fonksiyonu Şekil 7 de görülmektedir.



Şekil 7. YSA için kullanılan parametre değerleri

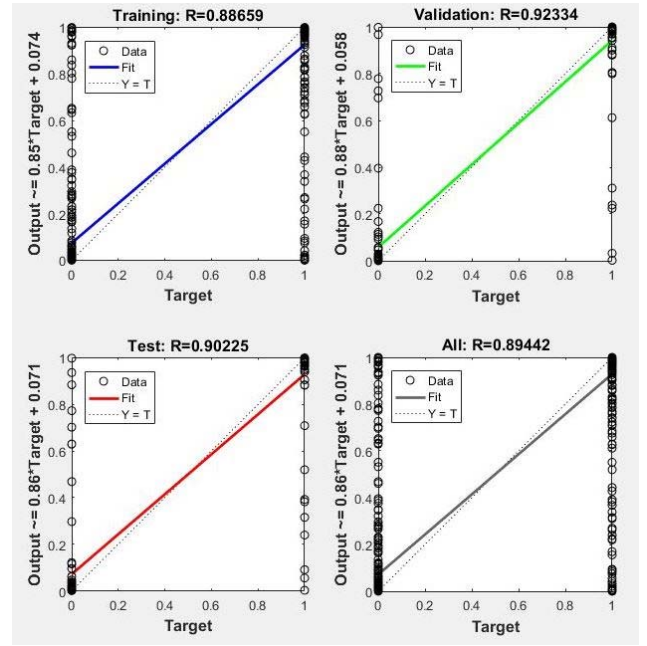
Kırık kemiklerin tespiti için YSA da 81 giriş ve iki çıkış parametresi, gizli katmanda ise 35 nöron kullanılarak en iyi performans elde edilmiştir.

III. YSA TABANLI KEMİK KIRIKLARININ GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TESPİT SİSTEMİNİN BAŞARIM DEĞERLENDİRİLMESİ

Kırık kemik tespit sistemi için 694 tane X-ışını görüntüsü kullanılmıştır. Bunların 515 tanesi sağlam kemik sınıflandırılmasında bulunurken, 179 tanesi ise kırık kemik sınıflandırılmasında bulunmaktadır.

X-ışını görüntüleri 45x90 boyutlarına getirilerek 5x10 parçalara bölünerek 9x9=81 giriş üretilmiştir. Elimizde kırık ve sağlam olarak iki çeşit veri bulunduğu için 2 çıkış bulunmaktadır. Sağlam kemiklere '1' kırık kemiklere ise '0' çıkış değeri verilmiştir. Kırık kemik tespit sisteminde kullanılan görüntüler farklı özelliklere sahip uzun kemiklerdir. Çalışmanın güvenliği ve doğruluğu açısından farklı açılardan çekilmiş, farklı boyutlarda olan ve farklı özellikleri olan X-ışını görüntüleri tercih edilerek başarımlar değerlendirilmiştir. Filtreleme, bölütleme, sayısallaştırma adımlarında C#, YSA çalışmalarında ise MATLAB kullanılmıştır.

Yapılan çalışmanın performans analizi gerçekleştirildiğinde Şekil 8 de gösterildiği üzere Eğitim: R=0.88659, Sağlaması: R=0.92334, Test: R=0.90225, Hepsi: R=0.89442 oranları alınmıştır.



Şekil 8. Performans Analiz değerler grafiği

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ortopedi alanında bulunan kemik kırıklarının tespitine yönelik uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada veri olarak X-ışınları görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma temel olarak görüntü işleme ve yapay sinir ağları olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Görüntü işleme kısmında filtreleme olarak medyan filtre kullanılmıştır. Bölütleme olarak ise K-ortalama kullanılmıştır. Sayısallaştırma işlemi için ise bölütlenen resimler uygun boyuta indirgenmiş ve Microsoft Excel ile sayısallaştırılıp kayıt edilmiştir. Sayısallaştırılan veriler MATLAB kullanılarak YSA da kullanılmak üzere input ve output değerleri olarak ayrılmış ve YSA parametreleri için kullanılmıştır. Yapılan analizde Eğitim: R=0.88659, Sağlaması: R=0.92334, Test: R=0.90225, Hepsi: R=0.89442 oranları tespit edilmiştir.

Çalışmada daha fazla veri kullanılarak ve kemik görüntülerinde oluşan ışık ve diğer çevresel faktörler azaltılarak farklı filtreler kullanıp kemik görüntüsünü bölütlerken daha iyi sonuçlar elde edilerek çalışmanın başarımlar yüzdesi artırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Bulut, A. Özçınar, Ç. Çiftioğlu and A. Akpek, "A new algorithm for segmentation and fracture detection in X-ray images," 2015 Medical Technologies National Conference (TIPEKNO), Bodrum, 2015, pp. 1-4.
- [2] Chai, H.Y., Wee, L.K., Swee, T.T., Salleh, H., Ariff, A.K., Kamarulafizam, Gray-Level Co-occurrence Matrix Bone Fracture Detection, American Journal of Applied Sciences 8 (1): 26-32, 2011.
- [3] Mahendran, S.K., Baboo, S.S., An Enhanced Tibia Fracture Detection Tool Using Image Processing and Classification Fusion Techniques in X-Ray Images, Global Journal of Computer Science and Technology, Volume 11 Issue 14, 2011.

- [4] Z. Ekşi, E. Dandıl and M. Çakıroğlu, "Computer aided bone fracture detection," 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Mugla, 2012, pp. 1-4.
- [5] F. Meyer, S. Beucher, Morphological segmentation, journal of visual communication and image representation 21-46, 1990
- [6] Gonzalez, R.C., and Woods, R.E., Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2002.
- [7] Görüntü İşleme Teknikleri Ve Medikal Uygulamaları, Selçuk Orhan DEMİREL
- [8] Haykin, S., Neural Networks and Learning Machines (Third Edition), Pearson Prentice Hall, Inc., 2009.