

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/304458072>

A new method for extraction of image's features: Complex discrete Ripplet-II transform -- Görüntü Özelliklerinin Çıkarılması İçin Yeni Bir Metot: Kompleks Ayrık Ripplet-II Dönüşümü

Conference Paper · May 2016

DOI: 10.1109/SIU.2016.7496079

CITATIONS

0

READS

77

2 authors:



Hüseyin Yaşar

Ministry of Health of Turkey

25 PUBLICATIONS 142 CITATIONS

SEE PROFILE



Murat Ceylan

Konya Technical University

105 PUBLICATIONS 637 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Vision Analysis of Electronic Components [View project](#)

Görüntü Özelliklerinin Çıkarılması İçin Yeni Bir Metot: Kompleks Ayırık Ripplet-II Dönüşümü

A New Method For Extraction of Image's Features: Complex Discrete Ripplet-II Transform

Hüseyin Yaşar¹, Murat Ceylan²
¹T.C Sağlık Bakanlığı, Ankara, Türkiye
mirhendise@gmail.com

² KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye
murat.ceylan@karatay.edu.tr

Özetçe—Dalgacık dönüşümü, kaydırma ve ağırlıklandırma işlemleri ile sinyal veya görüntünün özelliklerini çıkarmaktadır. Bu dönüşümün görüntü işleme uygulamalarında avantajları olmakla birlikte dezavantajları da vardır. Dalgacık dönüşümünün önemli dezavantajlarından biri sınırlı yönelim sorunudur. Ridgelet dönüşümü daha fazla yönde analiz yaparak bu eksikliği ortadan kaldırmıştır. Yakın zamanda, ridgelet dönüşümünün derece (d) parametresi eklenerek geliştirilmesi ile sürekli ve ayırık ripplet-II dönüşümü tanımlanmıştır. Bu çalışma ile daha önce tanımlanan ripplet-II dönüşümünün kompleks ayırık formu tanımlanarak literatüre kazandırılmıştır. Ayrıca, kompleks ayırık ripplet-II dönüşümünün medikal görüntü sınıflama uygulamalarındaki performansının test edilmesi amacıyla YSA kullanılarak karaciğer MR görüntülerinden karaciğerde en fazla görülen benign lezyonlar olan kist ve hemanjiomların sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları; kompleks ayırık ripplet-II dönüşümünün imajiner değerli katsayıları ile elde edilen sınıflandırma başarılarının, reel değerli katsayıları ile elde edilen sınıflandırma başarılarından daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler — ridgelet dönüşümü; ripplet-II dönüşümü; kompleks ayırık ripplet-II dönüşümü; kist; hemanjiom; karaciğer sınıflandırma.

Abstract—Wavelet transform extracts the features of a signal and image via shifting and weighting methods. This transform has either advantages or disadvantages on image processing applications. One of important disadvantage of wavelet transform is limited orientation problem. This problem has been solved by different orientation with ridgelet transform. Ripplet-II transform is defined by recently generalising of the ridgelet transform by adding parameter degree (d). Complex discrete form of ripplet-II transform defined by this study and added to the literature. Also, complex discrete Ripplet-II transform was tested on medical image classification application. For this, the most

common benign lesions in liver MR are classified as cyst and hemangioma using complex discrete Ripplet-II transform and ANN. Obtained results shown that, classification success of complex discrete Ripplet-II transform with complex-valued coefficients is higher than real-valued coefficients.

Keywords — ridgelet transform; ripplet-II transform; complex discrete ripplet-II transform; cyst; hemangioma; liver classification.

I. GİRİŞ

Ayırık dalgacık dönüşümü, frekansı zaman içinde değişen düzensiz sinyallerin analiz edilmesinde etkili bir yöntemdir. Dönüşüm, kaydırma ve ağırlıklandırma işlemleri ile sinyalin özelliklerini çıkarmaktadır. Görüntüler iki boyutlu sinyallerdir. Ayırık dalgacık dönüşümü iki boyutlu versiyonunun geliştirilmesiyle, görüntü analizinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Dalgacık dönüşümünün önemli dezavantajlarından biri faz bilgisinin eksikliğidir. Lawton [1] ve Lina [2], ayırık dalgacık dönüşümün kompleks formda uygulanabileceğini göstermiştir. Selesnick ve arkadaşları [3]'nın, çift-ağaç ayırık tabanlı kompleks dalgacık dönüşümünü tanımlamasıyla, reel değerli dalgacık dönüşümünün faz bilgisi eksikliği sorununu aşmaya yönelik bir çalışma ortaya konmuştur.

İki boyutlu ayırık dalgacık dönüşümünde, görüntü üzerinde sadece yatay (0^0), dikey (90^0) ve diyagonal (45^0) yönleri için analiz yapılmakta olup bu durum önemli bir sınırlı yönelim sorunu oluşturmaktadır. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için farklı açısız çizgiler üzerinde işlem yapabilen ridgelet dönüşümü, Candes ve Donoho [4] tarafından ortaya atılmıştır. Ridgelet dönüşümü, genel olarak birden fazla yön için dalgacık dönüşümü uygulaması olarak tanımlanabilir. Zaman içinde, ridgelet dönüşümü uygulamalarında yararlanılan dalgacık dönüşümünün kompleks nitelikte seçilmesi ile

kompleks ridgelet dönüşümü oluşturulmuştur [5, 6]. İlerleyen yıllarda ridgelet dönüşümünün kullanıldığı birçok görüntü işleme uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Xu ve Wu [7] tarafından 2012 yılında ridgelet dönüşümünün derece (d) parametresi kullanılarak geliştirilmesi ile ripplelet-II dönüşümü tanımlanmıştır. 2013 yılında Quraishi ve arkadaşları [8] kimlik ve imza doğrulama için ripplelet-II dönüşümünden yararlanmıştır. 2015 yılında Öztürk ve arkadaşları [9] tarafından gerçekleştirilen karaciğer dokularının sınıflandırması çalışmasında ripplelet-II dönüşümü kullanılmıştır. Aynı yıl Öztürk [10] tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasında kompleks ortogonal ripplelet-II dönüşümü tanımlanmıştır.

II. YÖNTEMLER

A. Sürekli ve Ayrık Ripplelet-II Dönüşümü

Ridgelet dönüşümü birden fazla yön için dalgacık dönüşümü uygulaması olarak tanımlanabilir. Ψ ridgelet fonksiyonu olarak adlandırılır. Sürekli ridgelet fonksiyonu Denklem (1) ile ifade edilebilir [4].

$$\Psi_{a,b,\theta}(\delta,\phi) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{\delta \cos((\theta - \phi) - b)}{a}\right) \quad (1)$$

Burada verilen, ölçekleme faktörü $a > 0$, konum $b \in R$ ve yön operatörü $\theta \in [0, 2\pi]$ olmak üzere fonksiyon $R^2 \rightarrow R^2$ 'ye tanımlıdır.

Sürekli ridgelet dönüşümü, sürekli radon dönüşümü ve bir boyutlu sürekli dalgacık dönüşümünün sırası ile birlikte kullanılması ile oluşturulabilir [4]. Denklem (2) ve (3)'de sırasıyla sürekli radon ve bir boyutlu sürekli dalgacık dönüşümü fonksiyonları verilmiştir.

$$r = \delta \cos((\theta - \phi)) \quad (2)$$

$$\psi(a,b)(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (3)$$

Sürekli radon dönüşümünden sonra kullanılan sürekli dalgacık dönüşümünün iki boyutlu seçilmesi durumunda sürekli ortogonal ridgelet dönüşümü tanımlanmış olur [4].

Sürekli ridgelet dönüşümünün d derece parametresi kullanılarak geliştirilmesi ile sürekli ripplelet-II dönüşümünün tanımlanması mümkündür [7]. Bunun için öncelikle sürekli radon dönüşümünün geliştirilmesi gerekmektedir. Denklem (4)'de sürekli radon dönüşümünün d derece parametresi kullanılarak geliştirilmiş hali görülmektedir.

$$r^{1/d} = \delta^{1/d} \cos\left(\frac{1}{d}(\phi - \theta)\right) \quad (4)$$

Sürekli radon dönüşümünün geliştirilmiş haline bir boyutlu sürekli dalgacık dönüşümü uygulanarak sürekli ripplelet-II dönüşümü tanımlanmış olur. Sürekli ripplelet-II dönüşümü fonksiyonu φ 'nin genel ifadesi Denklem (5)'de verilmiştir [7].

$$\varphi_{a,b,d,\theta}(\delta,\phi) = a^{-1/2} \varphi\left(\frac{\delta \cos^d((\theta - \phi)/d) - b}{a}\right) \quad (5)$$

Bu denklemlerden de görüleceği gibi $d=1$ için ripplelet-II dönüşümü, ridgelet dönüşümünü ifade etmektedir. Ridgelet dönüşümüne benzer şekilde; geliştirilmiş radon dönüşümünden sonra uygulanan sürekli dalgacık dönüşümünün iki boyutlu seçilmesiyle sürekli ortogonal ripplelet-II dönüşümü tanımlanabilir [7].

Sürekli ripplelet-II dönüşümü katsayıları hesaplanırken kutupsal koordinat sisteminde eşit açı aralıkları ile sınırsız işlem yapmak mümkünken kartezyen koordinat sisteminde mümkün değildir. Radon ve dalgacık dönüşümünün ayrık versiyonlarının kullanılması ile ayrık ripplelet-II dönüşümü tanımlanmış olur [7].

B. Kompleks Ayrık Ripplelet-II Dönüşümü

Sürekli dalgacık dönüşümde özellik katsayılarını her olası durum için hesaplamak çok fazla işlem yapmayı gerektirir. Dalgacık katsayıları hesaplanırken ikinin katlarını temel alacak bir şekilde ağırlıkları ve pozisyonu seçilerek dönüşümün ayrık versiyonu tanımlanabilir. $a_0 > 1$ genişletme adımı ve $b_0 \neq 0$ ise çevirme adımı olmak üzere ayrıklaştırma işlemi ve ayrık dalgacık dönüşümü Denklem (6)'da görülmektedir. $a = a_0^j$ ve $b = k a_0^j b_0$ ($j, k \in Z$).

$$\psi_{j,k}(t) = a_0^{-j/2} \psi(a_0^{-j} t - k b_0) \quad (6)$$

Ayrık dalgacık dönüşümü ayrık analitik filtrelerin kullanılması ile de oluşturulabilir.

Gabor [11], Hilbert dönüşümünü sinyal teorisi içerisinde ilk kez 1946 yılındaki çalışması ile ortaya koymuş ve reel bir $f(t)$ sinyalinin kompleks hale genişletilmesini Denklem (7) ile tanımlamıştır.

$$x(t) = f(t) + jg(t) \quad (7)$$

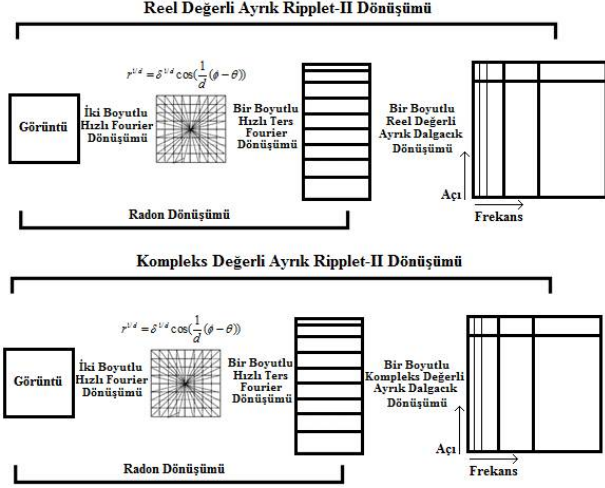
Burada; $g(t), f(t)$ 'nin Hilbert dönüşümüdür. $H\{f(t)\}$ olarak gösterilmektedir ve $j = (-1)^{1/2}$ 'dir. $g(t)$ sinyali, $f(t)$ 'nin 90° kaymış versiyonudur. Analitik $x(t)$ sinyalinin reel kısmı $f(t)$ dir. $x(t)$ sinyalinin imajiner kısmı olan $g(t)$, Hilbert uzayında orijinal reel $f(t)$ sinyalinin izdüşümü olarak adlandırılır. $g(t)$ sinyali, $f(t)$ sinyaline ortogondur (dik açıdadır). Zaman kümesinde $g(t)$ 'nin matematiksel ifadesi Denklem (8) ile verilmiştir [12].

$$g(t) = H\{f(t)\} = \frac{1}{\pi} \int \frac{f(\tau)}{t-\tau} d\tau = f(t) \cdot \left(\frac{1}{\pi\tau}\right) \quad (8)$$

Hilbert dönüşümü kullanılarak reel analitik filtrelerden kompleks analitik filtreler tanımlanabilir. Kompleks analitik filtrelerin kullanılması ise kompleks ayrık dalgacık dönüşümü katsayıları elde edilir.

Daha önce ayrık ridgelet dönüşümünün inşası sırasında ayrık radon dönüşümünden sonra kullanılan bir boyutlu ayrık dalgacık dönüşümünün kompleks şekilde kullanılması ile kompleks değerli ayrık ridgelet dönüşümü oluşturulmuştur [5, 6]. Buna benzer şekilde ayrık ripplelet-II

dönüşümünde, ayırık genelleştirilmiş radon dönüşümünden sonra kullanılan bir boyutlu ayırık dalgacık dönüşümünün kompleks şekilde kullanılması kompleks ayırık ripplelet-II dönüşümünü tanımlamamızı sağlar. Şekil 1, reel ve kompleks ayırık ripplelet-II dönüşümünü, genel olarak anlatmaktadır.



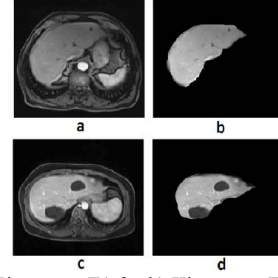
Şekil 1. Reel ve kompleks değerli ayırık ripplelet-II dönüşümünün inşası

III. DENEYLER VE SONUÇLAR

Bu çalışma ile daha önce tanımlanan ripplelet-II dönüşümünün kompleks ayırık formu tanımlanmıştır. Ayrıca, kompleks ayırık ripplelet-II dönüşümünün medikal görüntü sınıflama uygulamalarındaki performansının test edilmesi amacıyla YSA kullanılarak MR görüntülerinden karaciğerde en fazla görülen benign lezyonlar olan kist ve hemanjiomların sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırma çalışmasının alt yapısı, daha önce Yaşar ve arkadaşları [13] tarafından reel değerli dalgacık dönüşümü ve YSA kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Karaciğerde görülen kist ve hemanjiom lezyonlarının özellikleri, bu lezyonların görüntülenme yöntemleri, MR görüntülemenin diğer görüntüleme yöntemlerine göre üstünlüğü, literatürde gerçekleştirilen sınıflandırma çalışmalarında elde edilen çalışma sonuçları ve bu sonuçların karşılaştırılması [13]’de detaylıca incelenmiştir.

A. Çalışmada Kullanılan Görüntüler

Çalışmada Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinden elde edilen 46 hemanjiom ve 14 kist MR görüntüsünden yararlanılmıştır. Görüntüler pre-contrast T1, arterial T1, venöz T1 ve geç T1 fazlarını içermektedir. Bu çalışmada; kist ve hemanjiom sınıflandırmada ayırt edici özelliklerin en belirginleştiği venöz T1 fazından yararlanılmıştır. JPEG formatındaki görüntülerin boyutları 320×260’dır. Görüntülerden karaciğer dokusunun segmentasyonu uzman radyolog tarafından manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 2’de bir adet kist ve hemanjiom görüntüsünün venöz T1 fazları ile segmente edilmiş halleri görülmektedir [13].



Şekil 2. a) Kist venöz T1 faz b) Kist venöz T1 faz (manuel segmentasyon) c) Hemanjiom venöz T1 faz d) Hemanjiom venöz T1 faz (manuel segmentasyon)

B. Yapay Sinir Ağı (YSA)

Yapay sinir ağı (YSA), biyolojik sinir sistemlerinin özelliklerinden yararlanarak, bir sisteme ait çeşitli parametrelere bağlı olarak belirlenen girişler ve çıkışlar arasında ilişki kurabilir. Bu ilişkide reel parametreler kullanılarak reel değerli YSA elde edilebileceği gibi, kompleks parametreler kullanılarak kompleks değerli YSA da elde edilebilir [14]. Bu çalışmada ileri besleme geri yayımlı tek gizli katmanlı YSA kullanımı tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan YSA’nın hata hedefi 1e-20, gizli düğüm sayısı 100, öğrenme oranı 0.05, momentum sabiti 0.2, maksimum iterasyon sayısı 1000’dir.

C. Alıcı İşlem Karakteristiği (AİK) Analizi

Çalışmada sonuçlarının incelenmesinde alıcı işlem karakteristiği (AİK) analizinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda kullanılan DP, DN, YP ve YN değerlerinin belirlenmesi Tablo 1’e göre yapılmıştır.

Sistem Çıktısı	Gerçek Sınıf	Gerçek Sınıf	
		Kist	Hemanjiom
Kist	DP	DP	YP
	Hemanjiom	YN	DN

Tablo 1. DP, YP, YN ve DN’lerin tespiti

Duyarlılık ve özgüllük değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller Denklem (9)’de verilmiştir.

$$\text{Duyarlılık} = \left(\frac{DP}{DP + YN} \right) \quad \text{Özgüllük} = \left(\frac{DN}{DN + YP} \right) \quad (9)$$

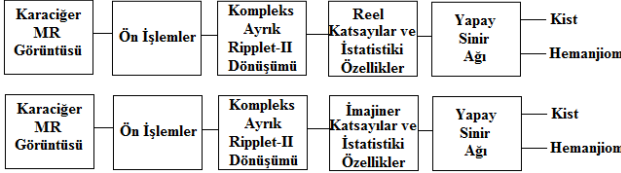
Alıcı işlem karakteristiği eğrisi, bir sistemin olası minimum ve maksimum çıkış değeri arasında yer alan bütün karar noktaları (cut off) için duyarlılık ve özgüllük değerlerinin birbirine göre değişimlerini yansıtır. Bu eğri altında kalan alanın (A_z) 1’e yaklaşması sınıflandırmanın mükemmel derecede sonuçlandığını gösterir [15].

D. Deneyler

Çalışmanın ilk aşamasında uzman radyolog tarafından 14 kist ve 46 hemanjiom MR görüntüsünün venöz T1 fazı üzerinden manuel karaciğer segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, doku bilgisi içermeyen piksellerin azaltılması için otomatik pencereleme yapılmıştır. Otomatik pencerelenen karaciğer görüntüleri

histogram eşitleme ile normalize edilmiştir. Normalize edilmiş karaciğer görüntülerine kompleks değerli ripplelet-II dönüşümü uygulanmıştır. Bu uygulama derece (d) parametresi 1, 2 ve 3 olacak şekilde tekrarlanmıştır. Elde edilen özellik matrisleri reel ve imajiner katsayılarına ayrılmıştır. Bu katsayıların ayrı ayrı standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

Önerilen sistemin son aşamasında YSA kullanılarak görüntülerin sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada birini dışarıda bırak çapraz doğrulama (leave-one-out cross-validation) yöntemi kullanılarak sonuçların güvenilirliği artırılmıştır. Sinir ağlarının eğitiminde kist için hedef olarak "0", hemanjiom için hedef olarak "1" değeri atanmıştır. İşlemler 60 görüntü için tekrarlanarak sayısal sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3, sistemin genel çalışmasını anlatmaktadır.



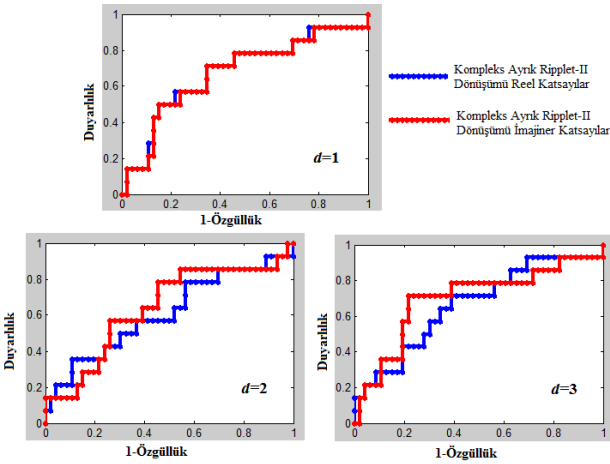
Şekil 3. Önerilen sistemin blok gösterimi

E. Sonuçlar

Çalışmada elde edilen A_z sonuçları Tablo 2'de; AİK eğrileri ise Şekil 4'de verilmiştir.

Kompleks Ayrık Ripplelet-II Dönüşümü Reel Katsayılar	Derece (d)	1	2	3
	A_z		0.678	0.611
Kompleks Ayrık Ripplelet-II Dönüşümü İmajiner Katsayılar	Derece (d)	1	2	3
	A_z		0.673	0.641

Tablo 2. Çalışma sonuçları



Şekil 4. Çalışma sonucunda elde edilen AİK eğrileri

IV. TARTIŞMA

Bu çalışma ile yakın zamanda ortaya atılan ripplelet-II dönüşümünün kompleks ayırık şekli tanımlanmış ve ilk kez bir görüntü işleme uygulamasında kullanılmıştır. Tablo 2'de verilen sınıflandırma sonuçlarına göre, en yüksek başarı derece (d) parametresinin 3 olması durumunda elde edilmiştir. Bu durum, ridgelet dönüşümünün ($d=1$) genelleştirilmesi ile oluşturulan ripplelet dönüşümünün literatüre olan katkısını bir kez daha ortaya koymaktadır. Ayrıca Tablo 2'de verilen sınıflandırma sonuçları, genel olarak kompleks ayırık ripplelet-II dönüşümünün imajiner değerli katsayıları ile elde edilen sınıflandırma başarılarının, reel değerli katsayıları ile elde edilen sınıflandırma başarılarından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, dönüşümün imajiner katsayıların reel katsayılarla birlikte kullanılmasının bir çok kompleks değerli görüntü işleme uygulamasına olumlu katkılar sağlayabileceği anlamına gelmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, Proje No: 113E184) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Lawton, W., "Applications of complex valued wavelet transforms to subband decomposition", *IEEE Trans. Sig. Proc.*, 41(12):3566-3568, 1993.
- [2] Lina, J. M., "Complex Daubechies wavelets: filter design and applications", *International Society for Augmentative and Alternative Communication*, Singapur, 1-18, 1997.
- [3] Selesnick, I. W., Baraniuk, R. G. and Kingsbury, N. G., "The dual-tree complex wavelet transform", *IEEE Signal Processing Magazine*, 22(6):123-151, 2005.
- [4] Candes, E. J. and Donoho, D. L., "Ridgelets: A the key to higher-dimensional intermittency", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical. Physical and Engineering Sciences*, 357:2495-2509, 1999.
- [5] Chen, G. Y. and Kegl, B., "Image denoising with complex ridgelets", *Pattern Recognition*, 40(2):578-585, 2007.
- [6] Jianga, X., Zenga, W., Scottb, P., Maa, J. and Blunta, L., "Linear feature extraction based on complex ridgelet transform", *Wear*, 264(5-6):428-433, 2008.
- [7] Xu, J. and Wu, D., "Ripplelet-II Transform For Feature Extraction", *IET Image Processing*, 6(4):374-385, 2012.
- [8] Quraishi M. I., Das A. and Roy S., "A novel signature verification and authentication system using image transformations and artificial neural network", *Congress on Computer and Information Technology*, 1-6, 2013.
- [9] Öztürk, A. E., Ceylan, M. and Kıvrak, A. S., "A new approach for liver classification using ridgelet/ripplelet-II transforms, feature groups and ANN", *European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering*, 45:130-133, 2015.
- [10] Öztürk, A. E., "Ripplelet, tetrolet ve ridgelet dönüşümleri kullanılarak karaciğer fokal lezyonlarının belirlenmesi", MSc, The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University, 2015.
- [11] Gabor, D., "Theory of Communication", *Journal of the IEE*, 93:429-457, 1946.
- [12] Hahn, S., *Hilbert Transforms in Signal Processing*, Artech House, Boston, 1996.
- [13] Yaşar H., Akın M. and Ceylan M., "Karaciğer MR görüntülerinden dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağı kullanılarak kist ve hemanjiomların sınıflandırılması", *Çankaya Üniversitesi 8. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu*, 213-217, 2015.
- [14] Ceylan R., Ceylan M., Özbay Y. and Kara S., "Fuzzy clustering complex-valued neural network to diagnose cirrhosis disease", *Expert Systems with Applications*, 38(8):9744-9751, 2011.
- [15] Gribskova M., Robinson N. L., "Use of receiver operating characteristic (ROC) analysis to evaluate sequence matching", *Computers & Chemistry*, 20(1):25-33, 1996.