

Voksel Tabanlı Morfometri ile “Maraş Otu” Kullananların Gri ve Beyaz Cevher Hacimlerinin Hesaplanması

Calculation of Gray and White Matter Volumes of People Using “Maraş Otu” with Voxel-Based Morphometry

İbrahim EFEOĞLU¹ , Adil DOĞAN² , Sinan ALTUN¹ . Ahmet ALKAN^{*1} ,

¹Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

²Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye

(icbm46@gmail.com, dradildogan@hotmail.com, s.altun@yaani.com, aalkan@ksu.edu.tr)

Received: Sep.1,2021

Accepted: Sep.26,2021

Published: Oct.20, 2021

Özetçe— “Maraş Otu”, ülkemizde Güneydoğu’da, özellikle Kahramanmaraş ve Gaziantep çevresinde kullanılmaktadır. “Maraş Otu”; ‘Nicotina rustica linn’ adı verilen yüksek nikotin içeren ve halk arasında deli tütün olarak adlandırılan tütünü toz haline getirerek; meşe, ceviz veya asma ağaçlarından elde edilen kül ile yarı yarıya karıştırılması ile elde edilir. Sigara kâğıdına konularak veya kağıtsız bir şekilde alt dudak ile çene arasına yerleştirilip ağızda belirli bir süre bekletilerek kullanılan bir bağımlılık maddesidir. 10 ila 25 dakika bekletilince kılcal damarlardan emilip çeneyi uyuşturan otun, sigara gibi bağımlılık yaptığı belirtilmektedir. “Maraş Otu”, gizli bir şekilde kullanılabilirdiğinden ve duman çıkarmadığından dolayı orta öğretim öğrencileri arasında da yaygındır. Piyasada açık bir şekilde, hiçbir engelleme olmadan satışı mümkün olan bu ürünü kullananlar kolay bir şekilde elde edebiliyorlar. Bu maddeyi kullananların okul, otobüs, park, yol, kafeterya gibi kapalı ve açık alanlarda, rahat bir şekilde çekinmeden kullandıklarına şahit olunmaktadır. Sanki masum, yerel bir kültürel faaliyet şeklinde algının oluşturduğu ve bu algının gençlerde alışkanlık riskini arttırdığı da gözlenmektedir. Bu makalede de ağız yoluyla alınması sebebiyle beyni doğrudan etkileyen “Maraş Otunun” Gri/Beyaz cevher hacmini nasıl etkilediği gösterilmek istenmiştir. Hacim hesabında literatürde sıkça çalışılan ve kabul görmüş Voksel Tabanlı Morfometri (VTM) kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler : *Voksel tabanlı morfometri, gri cevher, beyaz cevher, Maraş Otu*

Abstract— "Maraş Otu" is used in the Southeast of our country, especially around Kahramanmaraş and Gaziantep. "Maraş Otu"; By pulverizing the tobacco called 'Nicotina rustica linn', which contains high nicotine and is popularly called crazy tobacco; It is obtained by mixing half and half with the ash obtained from oak, walnut or vine trees. It is an addictive substance used by placing it on cigarette paper or without a paper between the lower lip and the chin and keeping it in the mouth for a certain period of time. It is stated that the herb, which is absorbed from the capillaries and numbs the jaw when left for 10 to 25 minutes, is addictive like cigarettes. "Maraş Otu" is also common among secondary school students as it can be used discreetly and does not produce smoke. Those who use this product, which can be sold openly in the market without any hindrance, can easily obtain it. It is witnessed that those who use this substance use it comfortably and without hesitation in closed and open areas such as schools, buses, parks, roads and cafeterias. It is also observed that the perception created as an innocent, local cultural activity and this perception increases the risk of habituation in young people. In this article, it is aimed to show how "Maraş Grass", which directly affects the brain due to its oral intake, affects the volume of Gray / White matter. Voxel Based Morphometry (VBM), which is widely studied and accepted in the literature, will be used in volume calculation.

Keywords: *Voxel based morphometry, gray matter, white matter, Maraş Otu*

1.Giriş

Bağımlılık yapan maddeler ve bu maddelerle mücadele her geçen gün önem kazanmaktadır. Devletler bu mücadele için artan miktarda bütçeler ayırmakla birlikte, maalesef birçok sosyo-ekonomik sebeplerle bu maddelere olan ilgi de o nispette artmaktadır. Ülkemizde de başta sigara, alkol ve madde bağımlılığı olmak üzere bu tür zararlı/bağımlılık yapan alışkanlıklarda yaygınlık hızla artarken, kullanıcı yaşı da düşmektedir.

Ulaşılması kolay ve dumansız yapısıyla bağımlılık yapan maddelerden birisi de, ülkemizin Kahramanmaraş merkezli geniş bir alanında yaygın olarak kullanılan Maraş otudur. Önerilen projeye amacımız, Maraş otunun beyindeki sinir hücrelerinin gövdelerinden oluşan gri cevher bölgesi üzerindeki etkisini bilimsel tekniklerle gözlemlemek ve analiz etmektir. Maraş Otu (ağız otu); Nicotina Rustica Linn (deli tütün) adı verilen yüksek nikotin içeren tütünden elde edilir. Literatürde dumansız sigara diye de adlandırılır.

Sigara kullanımıyla, merkezi sinir sisteminin önemli bölümü olan beyindeki, sinir hücrelerinin gövdelerinin bulunduğu gri cevher hacminin azalmaya uğradığını yapılan çalışmalar göstermektedir. Metamfetamin, eroin gibi bağımlılık maddeleri de gri cevher hacmini azalttığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bu yapılan çalışmalarda gri cevherin hacminin azalmasında, etkili maddenin nikotin olduğu ifade edilmektedir. Makalede daha önce gri cevhere etkisi üzerinde çalışma yapılmayan, Maraş otunun gri cevher hacmi üzerindeki etkisi beyin MR görüntüleri kullanılarak incelenecektir.

Maraş Otu kullananlar ile karşılaştırma yapılabilmesi için 20 Maraş Otu kullananlara karşı 20 “Maraş Otu” kullanmayan ve başka bir nörolojik rahatsızlığı bulunmayan hasta görüntülerinde hacim hesabı yapılacaktır. Hesaplama literatürde sıkça çalışılan ve kabul gören Statistical Parametric Mapping (SPM) ile yapılacaktır. Bu Matlab’ in bir eklentisi gibi çalışıp kurulması ve kullanılması görsel ara yüzü sayesinde oldukça kolaydır.

2. Literatür Araştırması

Ghulam Gilanie ve arkadaşları çalışmalarında T2 ağırlıklı beyin MR görüntülerinden, beynin temel kısımları olan gri cevher (GC), beyaz cevher (BC) ve beyin omurilik sıvısını (BOS) bölütlemek için histogram tabanlı gradyan hesaplamalı görüntü işleme yöntemini önermişlerdir (Gilanie vd., 2013).

G.Çiçek ve A.Akan çalışmalarında dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu hastalığının tespitinde önemli olan beyindeki gri cevher ve beyaz cevher oranını ölçmek için beyin MR görüntülerindeki gri cevher ve beyaz cevheri bölütlemişlerdir. Önerilen yöntem 3 algoritmadan oluşmaktadır. Algoritma 1, K-Ortalamlar (K-means) kümeleme algoritmasını ve beyaz ve gri cevherin hangi kümede olduğunu tespit etmek için etiketleme yöntemini (bwnlabel) içermektedir. Algoritma 2, etiketlenen ikili görüntülerden bağlı elemanların büyüklüklerinden faydalanılarak üç ayrı bölgeyi tespit etmektedir ve hist fonksiyonunu içermektedir. Algoritma 3’te ise bazı morfolojik işlemler vardır ve istenmeyen kafatası bölgesi çıkarılmıştır (Çiçek ve Akan 2018).

S.Ökdem çalışmasında Oksijensizliğe bağlı beyin hasarı olan hastalardan ve sağlıklı kimselerden alınan MR görüntülerini kullanarak gri cevher, beyaz cevher ve beynin tüm alanı arasındaki ilişkileri incelemiştir. Gri cevher ve beyaz cevheri bölütlerken K-means ve fuzzy C-means algoritmalarını kullanmıştır. Görüntüyü netleştirmek için bazı morfolojik işlemler uygulanmıştır (Ökdem, 2013).

S. İçer ve arkadaşları çalışmalarında T2 ağırlıklı beyin MR görüntüsünden gri ve beyaz cevher alanlarını belirlemişlerdir. Ön işleme olarak görüntüleri gidermek için çok seviyeli dalgacık dönüşümü kullanmışlardır. Daha sonra gri ve beyaz cevher için alt ve üst yüzdelik dilimleri belirlemişlerdir. Bölgelerin tayini için üst yüzdelik dilimlerinden alt yüzdelik dilimleri çıkarılmış ve alan hesap ve oranları bulunmuştur. Önerilen yöntemle beyaz ve gri cevher hasarları kaynaklı hastalık durumlarında hastalığın teşhisi ve takibi yapılabileceği ifade edilmektedir (İçer vd., 2010).

A.Goyal ve arkadaşları çalışmalarında nörolojik dejenerasyon hastalıklarının bilgisayar tabanlı tespiti için gri ve beyaz cevheri bölütlemişlerdir. Öncelikle kafatası ana hatlarını çıkarmak için Hough dönüşümü kullanılmıştır. Kafatası çıkarılmış görüntüye, Bulanık C-ortalama (Fuzzy C-means) kümeleme yöntemi uygulanmıştır. Kümelenebilir gri ve beyaz cevher görüntüleri, bağlı bileşen etiketleme kullanılarak bağlı bölgelere ayrılmıştır. Yapılan bölütleme; bunama, Alzheimer ve zihinsel bozulma

hastalıklarının ve derecelerinin tespiti için bir algoritma içerisine yerleştirilmiştir ve fikir olarak sunulmuştur (Goyal vd., 2017).

3. Materyal Metot

Çalışmada 20 Maraş Otu kullanan ve 20 kontrol grubu olmak üzere toplam 40 hastanın MR görüntüsü kullanılacaktır. Daha doğru bir sonuç alabilmek için hasta ve kontrol grubunun yaşları 30-35 arasında değişmektedir. Gerekli Etik Kurul İzni Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesinden alınmıştır.

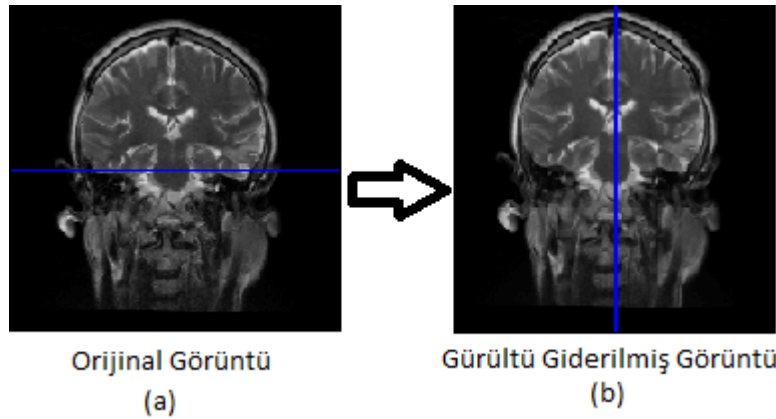
3.1. Önışleme:

Genel olarak, medikal görüntüler üzerindeki gürültüler görüntülerin kalitesini düşürerek tanıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Görüntülerden gürültülerin yok edilmesi, analiz işlemlerini olumlu yönde etkileyecektir (Coupé vd., (2012). MR görüntüleri de ortamda bulunan parazit oluşturabilecek durumlar ve görüntü çekimi sırasındaki oluşabilecek çeşitli gürültü kaynaklarından etkilenecek, görüntü kalitesinde kayıplar oluşabilmektedir (Zhang ve Gunturk, 2008). Bu sebeplerle bu görüntülerin analizi yapılmadan önce başarılı bir bölütleme işlemi için, ön işleme tabi tutulmalıdır. Bu önışleme aşaması yapılmazsa görüntüde istenmeyen gürültüler olduğu için bölütleme düzgün bir şekilde yapılamayacaktır. Gürültü giderme işleminde anlamlı sınırları silmeyecek, görüntünün aslını bozmadan gürültüyü giderebilecek, amaca uygun bir algoritma seçilmelidir. Çünkü bu aşamada yapılacak herhangi bir hata diğer aşamalarda artarak devam eden bir hata etkisi gösterecektir.

Projeye göre MR görüntülerinin karşılaştırılabilmesi için tüm görüntülerin ortak bir uzaya çakıştırılması da gerekli bir önışleme adımlarındandır. Bu amaçla farklı deneklerden alınan MR görüntülerinin aynı koordinat sistemine çakıştırma işlemi (normalizasyon) ve yoğunluk standardizasyonu yapılabilir (Loizou vd., 2009; Solomon ve Breckon, 2011; Öziç, 2013). Önışleme duruma göre kullanılacak birçok işleme gerçekleştirilebilmektedir.

3.1.2. Nonlocal Means Filter (Yerel olmayan ortalamalar filtresi)

Görüntü işlemede bazı detayların ve dokuların korunmasını önemlidir. Görüntü içindeki detaylar ve önemli yapılar fonksiyonel yönlerden gürültü gibi davrandığı için bu tür önemli ayrıntılar da kaybedilmektedir. Bu yöntemde bütün piksel değerlerinin ortalaması alınmaktadır. Bu değer tüm piksellerin hedef piksele benzerliğine bağlı olarak ağırlıklandırılmaktadır. Böylelikle görüntüde daha az detay kaybı olmaktadır (Akar vd., 2015; Buades vd., 2005). Çalışmada NLM filtresi kullanılacaktır. Şekil 1'de bir MR görüntüsünün gürültüden temizleme işlemi gösterilmektedir.

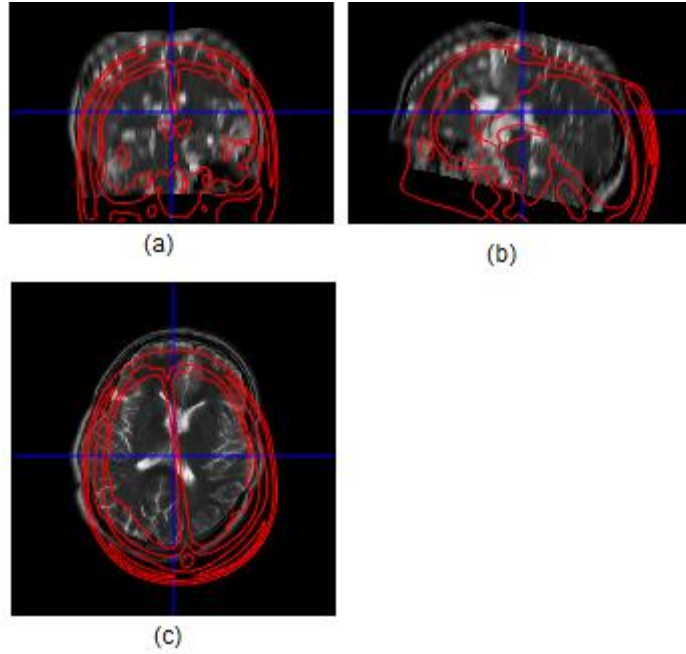


Şekil 1. a) gürültülü MR görüntüsü, b) Gürültüden arındırılmış görüntü

3.1.3. Affine Dönüşümü

Normalizasyon MR görüntülerinin tüm katmanlarının aynı koordinat sistemine (Standart Şablona) çakıştırma işlemidir. Affine Dönüşümü bir normalizasyon işlemidir. Bu işlem temelde görüntülerdeki referans noktalarının bulunması, bulunan referans noktalarının eşlenerek dönüşüm fonksiyonunun

oluşturulması, karşılaştırılacak görüntünün dönüştürülmesi ve tekrar örnekleme aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmada kullanılacak MR görüntülerinde affine dönüşümü kullanılarak kafa şekli ve pozisyonundaki temel farklılıklar düzeltilir. MR görüntülerinin üç boyutlu olmasından dolayı temel dönüşümlere z eksenine de dahil edilir. Bu sebeple MR görüntülerinde her bir temel dönüşümde üçer parametre olacak şekilde 12 parametrelili affine dönüşüm kullanılarak ham görüntü ile referans görüntü üst üste karşılaştırılır. Yer değiştirme, ölçekleme, döndürme, kırma değişikliklerinin hepsini göz önüne alır (Öziç, 2013). Şekil 2’de normalize etme işlemi gösterilmektedir. Kırmızı kontur affine işlemi sonrası görüntünün Montreal Neurological Institute (MNI) standartlarına gelmesi gereken iz düşümünü göstermektedir. Çalışmada kullanılacak olan bu MR görüntüsü affine işlemi sonrası kırmızı konturla işaretlenmiş konuma getirilmiştir.



Şekil 2. (a) Ham görüntü (b) Referans Görüntü (c) Referans görüntü düzlemine normalize edilmiş görüntü.

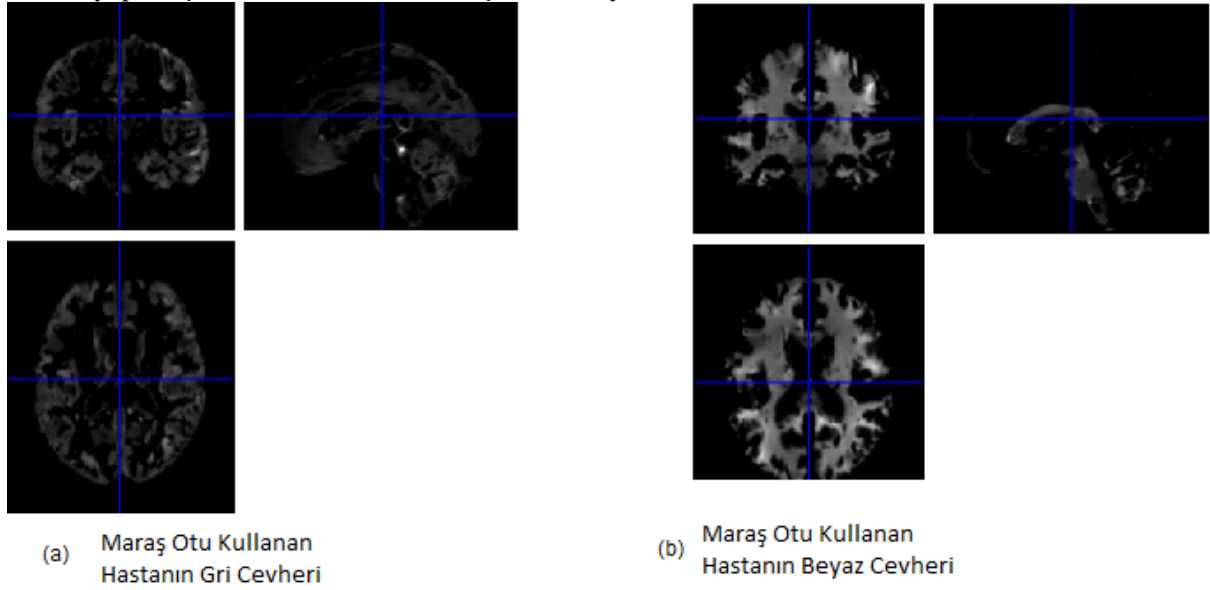
3.2. Bölütleme

Görüntü bölütleme, üzerinde çalışılan bir görüntüyü benzer özellik ya da özellikler taşıyan alanlara ayırmak olarak tanımlanabilir. Bu işlem ya piksellerin birbirlerine olan benzerliklerine ya da farklılıklarına göre yapılmaktadır. Görüntü bölütleme de amaç, görüntüyü her biri içerisinde farklı özelliklerin bulunduğu anlamlı alt bölgelere ayırmaktır. Görüntüdeki benzer tonlar ve parlaklık değerleri bu özelliklerden sayılabilir. Bu tonlar ile ilgili görüntünün farklı bölgelerindeki nesnelere temsil edilir. Görüntü içerisinde aynı tonlara sahip nesne parçacıklarının bölütlenmesi, sınıflandırma ve tanılama amacı için birçok farklı uygulamada anlamlı olabilir. Ancak, her görüntüye uygulanabilecek genel/başarılı bir bölütleme yöntemi olmayıp, hiçbir bölütleme metodu mükemmel değildir. Başka bir deyişle, görüntü iyileştirme ve onarma problemlerinde olduğu gibi görüntü bölütleme için tasarlanan yöntemler ve bu yöntemlerden elde edilen başarılar, görüntüden görüntüye ve uygulamaya dayalı olarak değişiklik arz etmektedir. Genellikle gri-seviye görüntülerde bölütleme algoritmaları, gri seviye değerlerinin iki temel özelliğinden birine dayalı olarak tasarlanırlar. Bu özellikler, görüntü içerisindeki gri seviye değerlerindeki süreksizlik ve benzerlik ile ilgilidir (Ceccarelli vd., 2008; Kızılkaya, 2008).

3.2.1. Gauss karışım modeli (Gaussian Mixture Model)

GMM kümeleme temelli bölütleme yöntemidir. Görüntüdeki her bir kümenin frekans-şiddet dağılımını normal dağılıma uydurarak belirlenen k adet kümeyi farklı gauss dağılımı olarak bölütler ve k adet bölge çıkarmış olur. Bu yöntemle beyin gri cevher, beyaz cevher ve beyin omurilik sıvısı

bölgeleri bölümlenebilmektedir (Öziç, 2018). Çalışmada Matlab-SPM’ de GMM yöntemini kullanarak bölütleme yapılmıştır. Örnek bir bölütleme Şekil 3’ te yer almaktadır.



Şekil 3. (a) Gri cevher (b) Beyaz cevher

4. Deneysel Çalışmalar

Yapılan hesaplamalar neticesinde 5 Maraş Otu kullanan birey “M” ile etiklenerek 5 kontrol grubu hastası “K” ile etiklenerek hacim bilgileri Tablo 1’de yer almaktadır. Hesaplamalar oldukça zaman almış olup bireyler arasındaki hacim farklılıkları da dikkat çekmektedir. Bu nedenle daha iyi bir yorum sağlaması adına gri ve beyaz cevher hacminin oranları da Tablo 2’ de verilmiştir. Tablo incelendiğinde kullanan ve kullanmayanlar arasındaki fark görülebilmektedir.

Tablo 1. Maraş Otu kullananlar

| Hasta No | Gri Cevher Hacmi | Beyaz Cevher Hacmi | Gri/Beyaz Hacim |
|----------|------------------|--------------------|-----------------|
| M1 | 517 | 513 | 1.007797 |
| M2 | 528 | 448 | 1.178571 |
| M3 | 528 | 505 | 1.045545 |
| M4 | 530 | 565 | 0.938053 |
| M5 | 560 | 434 | 1.290323 |
| K1 | 683 | 476 | 1.434874 |
| K2 | 684 | 489 | 1.398773 |
| K3 | 691 | 476 | 1.451681 |
| K4 | 694 | 475 | 1.461053 |
| K5 | 714 | 488 | 1.463115 |

Tablo 2’ de veri setimiz de yer alan 20 Maraş Otu kullanan ve 20 kontrol grubunun hacim ve oran bilgilerinin ortalaması yer almaktadır. Bu çalışmada ortalama bilgiler verilmiş olup sadece iki grup arasındaki fark kabaca gösterilmek istenmiştir. İstatistiki olarak da çalışma derinleştirilip aradaki korelasyon hesaplanabilir. Ancak bu farklı bir disiplin içerisinde yer aldığından çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Tablo 2. Genel ortalamalar

| | Gri Cevher Hacim Ortalaması | Beyaz Cevher Hacim Ortalaması | Gri/Beyaz Oranın Ortalaması | Gri Cevher Standart Sapması | Beyaz Cevher Standart Sapması | Gri Cevher Mod | Beyaz Cevher Mod |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|
| Maraş Otu Kullananlar | 638.55 | 465.95 | 1.39583 | 74.9663 | 54.7698 | 528 | 409 |
| Kontrol Grubu | 700.35 | 452.35 | 1.68271 | 61.1136 | 105.698 | 681 | 476 |

5. Sonuç

Bağımlılık yapan maddeler yalnızca ülkemizde değil dünyamızda maalesef hızlıca yayılmaktadır. Daha da vahim olanı ise bu maddelerin kullanım yaşının küçük yaşlara kadar düşmesidir. Devletler zararlı maddeler ile mücadelelere ciddi fon ayırmasının yanı sıra kaybolan iş gücünde cabasıdır. Bu alanda yapılan her çalışma mücadeleye pozitif katkı sunmaktadır. Bu çalışmalar sayesinde yönetimler mücadelede yeni yöntemler keşfedebilmekte, insanları zararları hakkında bilgilendirmek için çok daha fazla kanıtlanmış bilgiye sahip olmaktadır.

Maraş Otu maalesef günümüzde hala masum görülebilen bir bağımlılık maddesidir. Ona ulaşım oldukça kolay olup adeta farkında olmadan küçük yaştakileri davet eder gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Literatür incelendiğinde maalesef Maraş Otu ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu alanda yapılacak her çalışma bir binanın tuğlaları gibi yükselerek mücadeleye önemli katkılar sunacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar hem bu alanda çalışacaklara önemli bir kaynak oluşturacak olup hem de yöneticilerin Maraş Otu ile mücadelesine katkı sunacağını düşünüyoruz. Toplam 40 adet hasta görüntüsünün işlenerek genel bir yargıya varmak elbette mümkün değildir. Ancak bu bir başlangıç olup sayının çok daha artırılarak daha objektif sonuçların oluşturulmasını hedefliyoruz. Ayrıca ilerleyen çalışmalara, geleceğimizin tıptan üretime her alanında yer alacak Yapay Zeka 'nın alt dalları olan makine öğrenmesi ve derin öğrenmeyi dahil etmeyi hedefliyoruz.

Teşekkürler

Bu çalışma 121E053 numaralı "Maraş Otu Kullanımının Gri Cevher Üzerinde Etkisinin Beyin MR Görüntülerinden Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak İncelenmesi" isimli projeye TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çalışmada kullanılan veri seti için Etik Kurul İzni Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesinden (15.06.2021 tarihli 7 nolu karar) alınmıştır.

Kaynaklar

Akar, E., S. Kara, H. Akdemir ve A. Kırış (2015). "Görüntü Filtreleme Metotlarının Kolay Uygulanması ve Karşılaştırılmasına Yönelik MATLAB Ara Yüz Programı A MATLAB Tool for an Easy Application and Comparison of Image Denoising Methods.", TIPTEKNO'15: 459-462.

Buades, A., B. Coll ve J.-M. Morel (2005). "A non-local algorithm for image denoising.", 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), IEEE.

Ceccarelli, A., M. A. Rocca, E. Pagani, B. Colombo, V. Martinelli, G. Comi ve M. Filippi (2008). "A voxel-based morphometry study of grey matter loss in MS patients with different clinical phenotypes.", *Neuroimage* 42(1): 315-322.

Cicek, G. ve A. Akan (2018). "Gray and white matter segmentation method in MRI images for ADHD detection."

- Coupé, P., J. V. Manjón, M. Robles ve D. L. Collins (2012). "Adaptive multiresolution non-local means filter for three-dimensional magnetic resonance image denoising.", *IET image Processing* 6(5): 558-568.
- Gilanie, G., M. Attique, U. Hafeez, S. Naweed, E. Ahmed ve M. Ikram (2013). "Object extraction from T2 weighted brain MR image using histogram based gradient calculation.", *Pattern Recognition Letters* 34(12): 1356-1363.
- Goyal, A., M. K. Arya, R. Agrawal, D. Agrawal, G. Hossain ve R. Chaloo (2017). "Automated segmentation of gray and white matter regions in brain MRI images for computer aided diagnosis of neurodegenerative diseases.", 2017 International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT).
- İçer, S., F. Latifoğlu, A. Coşkun ve S. M. Uzunoğlu (2010). "Determining of brain gray and white matter regions in magnetic resonance images", 2010 15th National Biomedical Engineering Meeting.
- Keten, H. S., S. Ölmez, H. Üçer, O. Işık, F. Yıldırım ve M. Çelik (2017). "Maraş otu (dumansız tütün) kullanımının kan basıncı ve kalp hızı üzerine akut etkileri.", *Cukurova Medical Journal* 42(2): 210-215.
- Kızılkaya, A. (2008). "görüntü işleme/bölütleme teknikleri.", from akizilkaya.pamukkale.edu.tr › Bölüm4_goruntu_isleme.
- Loizou, C. P., M. Pantziaris, I. Seimenis ve C. Pattichis (2009). "Brain MR image normalization in texture analysis of multiple sclerosis.", 2009 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine, IEEE.
- Okdem, S. (2013). MR Görüntülerinden Beyin Bölümlerinin Segmentasyonuna Dayalı Beyaz ve Gri Cevher Bölümlerinin Değerlendirilmesi Yüksek lisans, Erciyes Üniversitesi.
- Öziç, M. Ü. (2013). "MR görüntülerinde alzheimer hastalığının özneliklerinin belirlenmesi", Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öziç, M. Ü., Özşen S. (2018). "3B Alzheimer MR Görüntülerinin Hacimsel Kayıp Bölgelerindeki Voksel Değerleri Kullanılarak Sınıflandırılması", *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* Cilt: 7, No: 3, 2020 (1152-1166)
- Solomon, C. ve T. Breckon (2011). "Fundamentals of Digital Image Processing: A practical approach with examples in Matlab", John Wiley & Sons. Canterbury,UK.
- Zhang, M. ve B. K. Gunturk (2008). "Multiresolution bilateral filtering for image denoising.", *IEEE Transactions on image processing* 17(12): 2324-2333.