

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE AĞAÇLARIN BOY, TEPE ÇAPI VE TEPE HACİMLERİNİN BELİRLENMESİ

V. Yılmaz^a, O. Güngör^a, A. İ. Kadioğulları^b

^aKaradeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye.

^bKaradeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye.
(volkanyilmaz.jdz, oguzgungor, alihsan33@gmail.com)

ANAHTAR KELİMELER: Ağaç Tespiti, Hough Dönüşümü, Amenajman Planı, Tepe Çapı, Kapalılık, Ağaç Boyu

ÖZET:

Ülkemizde kesin meşcere haritaları üretilirken envanter çalışmalarında ağaç türü karışımı, kapalılık, çap, yaş ve boy gibi çeşitli meşcere parametreleri yersel ölçümlerle toplanmaktadır. Meşcerelerdeki türlerin çap dağılımlarının belirlenebilmesi için, ağaç tepe çapı ile gövde çapı arasında istatistiksel bir ilişkiden yararlanılabilmektedir. Ağaç tepe çapı bir ağacın tepe genişliğinin izdüşümü alınarak ölçülen çap olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle ağaçların çapları belirlenirken tepe çaplarından faydalanılabilmektedir. Ağaçların tepe çatılarının toprağı örtme derecesi kapalılık oranını ifade etmektedir. Kapalılık oranı % 11 ile % 40 arası olan meşcereler 1 kapalı, % 41 ile % 70 arası olan meşcereler 2 kapalı ve % 71' den fazla olan meşcereler ise 3 kapalı meşcere olarak nitelendirilmektedir. Ağacın tepe hacmi ise ağacın tepeden bakıldığında yeryüzünde kapladığı alanı ifade etmektedir. Ağaçların boylarının, tepe çaplarının ve tepe hacimlerinin toprağı örtme derecesinin bizzat ilgili bölgeye gidilerek belirlenmesi ise zor bir işlem olup fazla zaman kaybına neden olmaktadır. Bu çalışmada, seçilen pilot bölgedeki ağaçların boyları Harita Genel Komutanlığı tarafından sağlanan stereo görüntülerden elde edilen nokta bulutu kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, ağaçların tepe çapları ve hacimleri Matlab programlama dilinde geliştirilen yazılım ile otomatik olarak belirlenmiştir. Ağaçların tepe çaplarının ve hacimlerinin belirlenebilmesi için görüntülerdeki detayları çıkarmada sıklıkla kullanılan Hough dönüşümünden yararlanılmıştır. Pilot bölgede gerçekleştirilen uygulama ile 1 kapalı bölgedeki ağaçlar % 90' ın üzerinde doğrulukla tespit edilebilmiştir.

KEY WORDS: Tree Detection, Hough Transformation, Forest Management Plan, Top Diameter, Canopy Closure, Tree Height

ABSTRACT:

In Turkey, stand parameters such as type, closure, diameter, age and top diameter, are determined by using terrestrial surveying techniques in production of stand type maps. Tree top diameter is the diameter of a tree which is projected on the ground. There is a statistical relationship between the tree top diameter and tree trunk. Hence, tree top diameter can be used to determine the age of a tree. Canopy closure is defined as the closeness of trees. Closure ratio between 11% and 40% indicates sparse density while closure ratio between 41% and 70% indicates normal density of trees. A ratio higher than 71% shows that the density of trees is high. Tree crown is the area of a tree seen from above. Determining the heights, top diameters and crowns of trees using terrestrial techniques is a very hard and time consuming process. In this study, the heights of the trees are determined using the point clouds produced with the stereo images provided from the General Command of Mapping. A Matlab script has also been developed to determine the top diameters and crown of the trees automatically. Hough transformation, which is used for feature extraction, has been used to determine the top diameter and crown of the trees. As a result, the trees in the study area are detected with accuracy more than 90%.

1. GİRİŞ

Ormanların insanlar için gerekli olan oksijen üretmelerinin yanı sıra toprak kayması ve erozyonu önlemeleri, bağıl hava nemini yükseltmeleri, sıcaklıkların olumsuz etkilerini minimum düzeye indirmeleri gibi birçok önemi bulunmaktadır (Eraslan, 1973; Kalıpsız, 1982).

Orman alanlarının yönetimi ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için ormanlar ile ilgili bilgilerin sağlıklı ve güvenilir veritabanlarında saklanmaları gerekmektedir. Ormanlar için üretilen amenajman planları orman alanlarının yönetimi açısından oldukça önemlidir. Bu planların üretilmesi aşamasında ormanları oluşturan ağaçların tür, yükseklik, tepe çapı, yaş ve kapalılık gibi özellikleri belirlenmektedir. Bu özellikler ilgili bölgelere gidilerek bizzat arazi üzerinde gerçekleştirilen gözlem ve ölçümlerle toplanmaktadır. Arazide gerçekleştirilen bu işlemler oldukça fazla zaman ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Bu çalışmada yükseklik, tepe çapı ve tepe hacmi gibi meşcere parametreleri görüntü işleme teknikleri

ile belirlenerek bu zaman kaybının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Hough dönüşümü ilk defa Paul Hough (1962) tarafından doğruların tespit edilebilmesi amacıyla tanıtılmıştır. Daha sonra bu dönüşüm çemberlerin (Davies, 1987), elipslerin (Yip vd. 1992) ve rastgele şekillerin (Pao vd. 1992) belirlenmesinde kullanılmıştır (Ioannou vd. 1999). Dairesel Hough dönüşümü göz bebeği sınırlarının belirlenmesi (Moukhtar vd. 2005), çember şeklindeki bozuk paraların tespiti (Jain ve Jain, 2012) ve parmak ucu tespiti (Tong vd. 2006) gibi birçok uygulamada kullanılmıştır.

Görüntüdeki gürültülerden bağımsız olarak başarılı sonuçlar verebilmesi Hough dönüşümünün temel avantajıdır. Hough dönüşümü içerdiği parametreler sayesinde görüntüdeki nesnelerin sınırlarını belirleyen noktaların aranması sırasında geçen zamanı azaltmaktadır. Bu avantajlarına rağmen Hough

dönüşümünün bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Büyük boyutlu görüntülerdeki veri yoğunluğu fazla olduğundan dolayı görüntüdeki nesnelere tespiti uzun zaman alabilmektedir (Jain ve Jain, 2012).

- Hough dönüşümünde öncelikle görüntüdeki kenarlar belirlenir.
- Daha sonra bir eşikleme yöntemi kullanılarak görüntü ikili (siyah-beyaz) hale getirilir.
- Kenarlara ait her bir piksel için noktanın dâhil olması muhtemel çemberlerin kutupsal koordinatlarla ifade edilen değerleri kullanılan bir akümülatör matrisi üzerinde birer artırılır ve böylece her bir kenar pikselinin olası şekilleri oylaması sağlanır.
- Akümülatör değeri en yüksek olan şekiller en çok oy alan şekiller olduklarından dolayı görüntü üzerinde bulunma ihtimalleri en yüksek olmaktadır [URL-1].

Bir çember;

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \quad (1)$$

şeklinde tanımlanır. Burada a ve b sırasıyla çemberin merkezinin x ve y yönündeki koordinatlarını göstermektedir. Bir çemberin parametrik temsili ise aşağıdaki denklemdeki gibidir.

$$\begin{aligned} x &= a + r \cos \theta \\ y &= b + r \sin \theta \end{aligned} \quad (2)$$

2 numaralı denklemde görüldüğü gibi bir çember 3 (a , b ve r) parametre ile tanımlanmaktadır. Buradaki r çember yarıçapını ifade etmektedir. Hough uzayı Z ekseninin çember yarıçapını temsil ettiği 3 boyutlu bir uzaydır.

Hough dönüşümü görüntü üzerindeki olası çemberlerin yarıçaplarının görüntü üzerinde aranması ile gerçekleştirilir. Görüntüdeki en küçük ve en büyük çemberin yarıçapları arasında yarıçapa sahip olan bütün çemberler sırasıyla taranır ve tüm çemberler tespit edilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

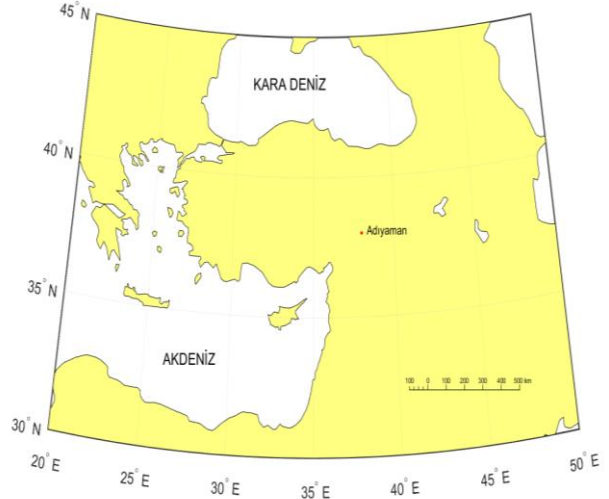
2.1 Çalışma Bölgesi

Bu çalışmada pilot bölge olarak seçilen alan Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Adıyaman ilinin Kâhta ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Adıyaman ili ve çalışma bölgesi Şekil 1’de gösterilmiştir.

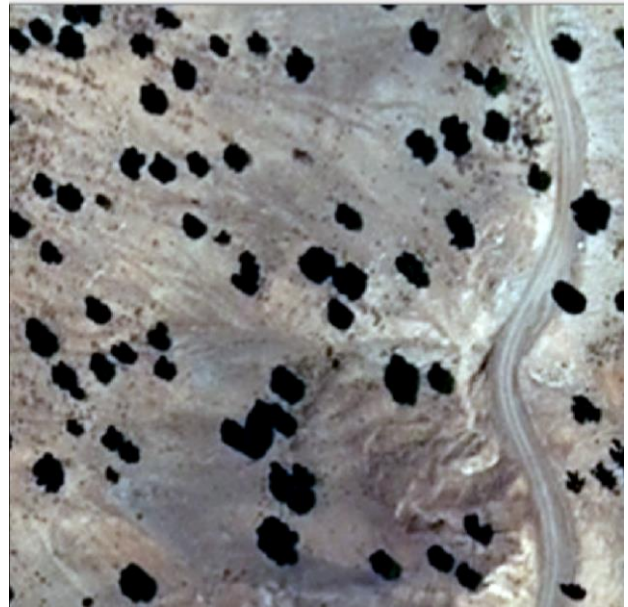
2.2 Uygulama

Çalışma kapsamında Harita Genel Komutanlığı tarafından sağlanan stereo görüntüler kullanılmıştır. Bu görüntüler kullanılarak nokta bulutu ve çalışma bölgesine ait 35 cm konumsal çözünürlüklü ortofoto harita üretilmiştir.

Üretilen nokta bulutu ağaçların yüksekliklerinin belirlenmesinde kullanılırken ortofoto ise ağaçların tepe çapı ve hacimlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Nokta bulutundan üretilen ortofoto harita Şekil 2’de gösterilmiştir.

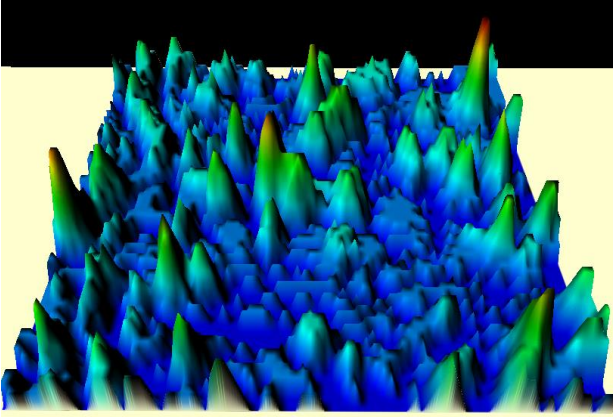


Şekil 1. Çalışma bölgesi



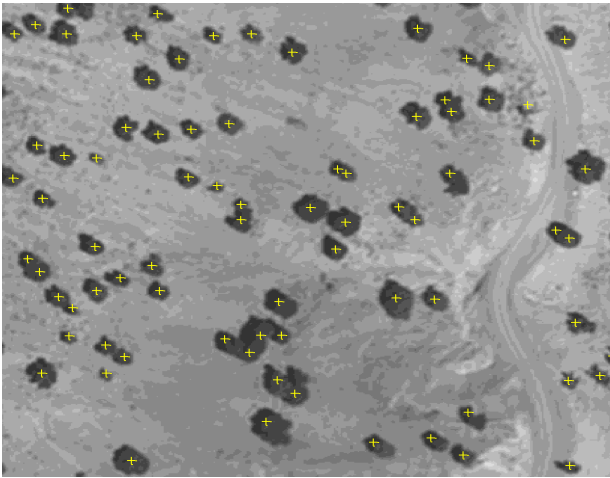
Şekil 2. Çalışma bölgesi için üretilen ortofoto harita

Stereo görüntülerden elde edilen nokta bulutu kullanılarak çalışma bölgesine ait Sayısal Yükseklik Modeli ve Sayısal Arazi Modeli üretilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli ile Sayısal Arazi Modeli arasındaki fark ağaç yüksekliklerini vermektedir. Sayısal Arazi Modelinin üretimi Sayısal Yükseklik Modelinin filtrelenerek zemin üzerindeki yükseltilerin ortadan kaldırılması ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen 3 boyutlu ağaç yükseklik haritası Şekil 3’de gösterilmiştir. Detay çıkarma uygulamalarında sıklıkla kullanılan Hough dönüşümü kullanılarak ortofoto haritadaki ağaçların tepe çapları ve tepe hacimleri belirlenmiştir. Bir ağacın tepe hacmi tam tepeden bakıldığında ağacın yeryüzünde kapladığı alanı ifade etmektedir.



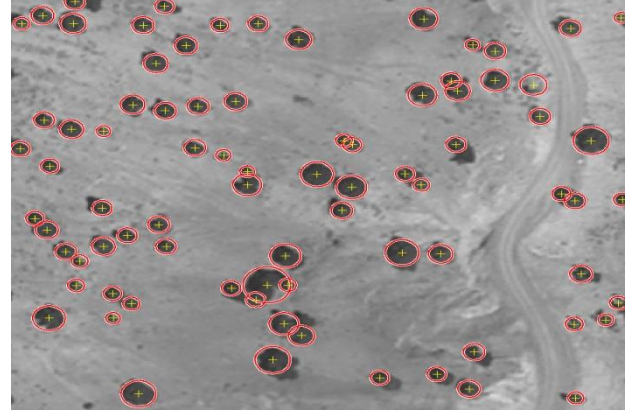
Şekil 3. Ağaç yükseklik haritası

Ortofoto haritada görüldüğü üzere çalışma bölgesindeki ağaçlar tepeden bakıldığında çember şeklinde gözükmetedirler. Bu nedenle görüntüdeki çember şeklindeki detayların belirlenmesi ile ağaçlar tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle görüntüdeki ağaç dışındaki bütün detaylar filtrelenerek çıkartılmıştır. Matlab ortamında geliştirilen kod görüntüdeki çember şeklindeki detayları aramaktadır. Detaylar aranırken görüntüdeki en küçük ve en büyük yarıçaplı çemberler baz alınmıştır. Görüntü üzerinden ölçülen en küçük ve en büyük yarıçaplı çemberlerin yarıçapları sırasıyla 2 ve 15 pikseldir. Algoritma, yarıçapı en küçük ve en büyük yarıçaplar arasında olan her bir çember şeklindeki detayı bularak bu detayların birer ağaç olduğunu tespit etmektedir. Tespit edilen ağaçlar Şekil 4’ de gösterilmiştir.



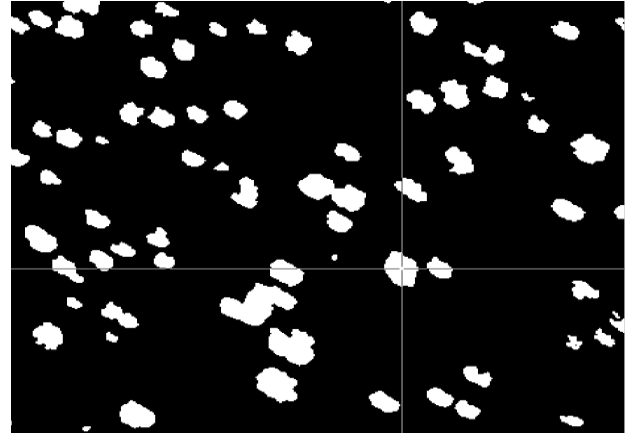
Şekil 4. Tespit edilen ağaçlar

Bölgedeki ağaçların kaç tanesinin doğru olarak tespit edilebildiğinin irdelenmesi amacıyla çalışma bölgesindeki ağaçların toplamda kat tane olduğu görsel olarak belirlenmiştir. Buna göre, çalışma bölgesindeki 89 ağacın 81 tanesinin tespit edilebildiği belirlenmiştir. Görüntüdeki çember şeklindeki detayların taranması ile belirlenen ağaçlar Şekil 5’ de gösterilmiştir. Bu şekilde, merkezi tespit edilen her bir ağacın yarıçapı kadar mesafe uzağından geçen çemberler kırmızı renkle gösterilmiştir.



Şekil 5. Ağaçların tepe çaplarından geçen çemberler

Çalışma bölgesinde yer alan ağaçların tepe hacimlerinin belirlenmesi yine Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan kod her bir ağacın tepeden bakıldığında yeryüzünde kapladığı alanı göstermektedir. Kullanıcı tepe hacmini belirlemek istediği ağacın üzerindeki herhangi bir yere tıkladığında algoritma kullanıcıya o ağacın yeryüzünde kapladığı alanı otomatik olarak göstermektedir. Algoritma ikili görüntüler üzerinde çalışmaktadır. Temel olarak bu algoritma her bir kümedeki (ağaç) bir pikseli tespit etmektedir. Daha sonra bu pikselin aynı gri değere sahip kaç tane komşusunun olduğu belirlenmektedir. Çalışma bölgesinde yer alan ve tepe hacmi belirlenmek istenen her hangi bir ağaç Şekil 6’ da gösterilmiştir.



Şekil 6. Tepe hacmi belirlenmek istenen örnek ağacın seçimi



Şekil 7. Örnek ağacın tepe hacminin belirlenmesi

Örnek ağacın üzerine tıklandığında açılan pencerede ağacın tepe hacminin ne kadar olduğu görülmektedir. Buna göre seçilen ağacın tepe hacmi 60.64 metrekaredir. Bu şekilde çalışma bölgesindeki ağaçların tümünün tepe hacimlerinin otomatik olarak belirlenmesi mümkündür.

3. SONUÇLAR

Geçleştirilen uygulama sonucunda Hough dönüşümünün görüntüler üzerindeki çember şeklindeki detayları bulmakta oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada 1 kapalı alanlardaki ağaçlar tespit edilerek tepe çapları ve hacimleri belirlenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda 2 ve 3 kapalı alanlar için meşcere parametreleri belirlenecektir. Belirlenen bu parametreler meşcerelerin boy değerleri ile de ilişkilendirilerek meşcereyi oluşturan ağaçların çap dağılımları ve meşcere tipi tayini daha az hata ile tahmin edilebilecektir. Bu sayede daha geniş alanların planlanması sırasında meşcerelerin yapısında meydana gelen değişim zamansal olarak tespit edilebilecektir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmada kullanılan stereo görüntülerin temini için Harita Genel Komutanlığına ve Orman Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Davies, E.R., 1987. A modified Hough scheme for general circle location, *Pattern Recognition Letters*, 7, 37–43.

Eraslan, İ., 1973. Türkiye'deki Devlet Ormanlarında İdare Amaçları Tespitinin Hukuki, Teorik ve Pratik Esasları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 1843/194, 179.

Hough, P.V.C., 1962. Method and means of recognizing complex patterns, US patent 3069654.

Ioannou, D., Huda, W., ve Laine, A. F., 1999. Circle recognition through a 2D Hough transform and radius histogramming, *Image and vision computing*, 17(1), 15-26.

Jain, N., ve Jain, N., 2012. Coin recognition using circular Hough transform. *Int. J. Electron. Commun. Comput. Technol*, 2(3), 1.

Kalipsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3052/329, 349.

Pao, D.C.W., Li, H.F., ve Jayakumar, R., 1992. Shapes recognition using the straight line Hough transform: theory and generalizaion, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14, 1076–1089.

Tong, Y., Wang, H., Pi, D., ve Zhang, Q., 2006. Fast algorithm of Hough transform-based approaches for fingerprint matching. In *Intelligent Control and Automation, WCICA 2006. The Sixth World Congress on (Vol. 2, pp. 10425-10429)*. IEEE.

URL-1, <http://www.isikdogan.com/turkce-blog/hough-donusumu-ile-dairesel-sekil-tespiti.html>

Yip, R.K.K., Tam, P.K.S., ve Leung, D.N.K., 1992. Modification of Hough transform for circles and ellipses detection using a 2-dimensional array, *Pattern Recognition*, 25, 1007–1022.