Meşcere Tiplerinin Uydu Verileri ile Belirlenmesinde Farklı Doku Ölçütlerinin Değerlendirilmesi

Z. Damla Uça Avcı[1], Bahriye Kuşak[2], Lütfiye Kuşak[3]

[1] İstanbul Teknik Üniversitesi, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi, İstanbul

[2] İstanbul Aydın Üniversitesi, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, İstanbul

[3] İstanbul Aydın Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı ve Kentsel Tasarım Bölümü, İstanbul

damla@cscrs.itu.edu.tr, bahriyekusak@aydin.edu.tr, lutfiyekusak@aydin.edu.tr

Özet: Son yıllarda meşcere tiplerinin uydu görüntülerinden belirlenmesinde spektral özelliklerin yanı sıra doku özellikleri de kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, ormanlık bir bölgede meşcere tiplerinin ayırt edilmesinde farklı doku ölçütlerinin en verimli şekilde kullanılabilmesi için farklı ağaç türleri arasında en belirgin ayırt edici doku ölçütlerinin tespit edilmesidir. Bu çalışmada, İstanbul il sınırları içerisinde bulunan Atatürk Arboretumu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bölgeye ait 30 Temmuz 2013 tarihli Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmış, segmente edilmiş görüntü için 8 farklı GLCM doku ölçütü ile üretilmiş ağırlık görüntüleri elde edilmiş ve sonuçlar bölgenin amenajman planı verileri ile karşılaştırılarak, bu bölgedeki ağaç tiplerini ayırt etmede en etkili sonuç veren doku ölçütleri ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Meşcere, Doku Analizi

Evaluation of Texture Analysing Methods for Forest Stand Type Identification

Abstract: In the recent years, in addition to spectral properties, textural properties have been used for determination of forest stand types (FST) using satellite images. The aim of this study was to use various texture measures in order to discriminate different FSTs and to obtain the most effective ones for FST pairs. As the study area, Atatürk Arboretum (İstanbul) was selected. Landsat 8 image, acquired on July 30, 2013 was used as satellite data. First, the image was segmented and then, 8 different GLCM texture measures were calculated. Produced texture images were compared with the map of forest management plan of the region and the most effective texture measures were outlined.

Keywords: Remote Sensing, Forest Stand, Texture Analysis

1. Giriş

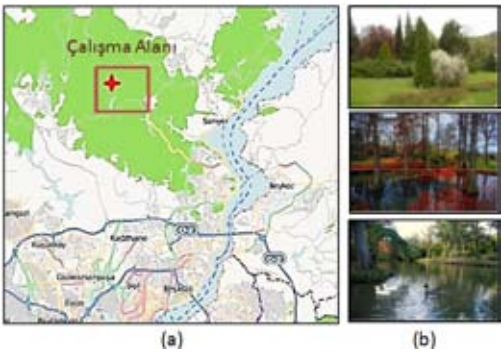
Gerek orman amenajmanı çalışmalarında gerekse silvikültürel çalışmalarda meşcere tespiti büyük önem taşımaktadır [1], [2]. Meşcere kavramı, bazı orman çalışmalarının kolaylıkla yürütülebilmesi için tanımlanmış olup, özellikle ağaç türü, ağaç türü kombinasyonu, yaş, büyüme (keskin bonitet değişimi), kuruluş şekli gibi özelliklerin bir kısmı veya hepsi ile çevresinden belirgin olarak ayrılan ve en az bir hektar büyüklüğünde olan orman parçasına verilen isimdir [1], [3]. Meşcereler, aynı yaşlı ve değişik yaşlı meşcere olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmektedir [4]. Ülkemizde, 2008 yılında resmi gazetede yayınlanan amenajman yönetmeliği kapsamında aynı yaşlı ve maktalı meşcere tiplerinin ayrılmasında ağaç türleri, meşcere gelişim çağları, kapalılık ve katlılık olmak üzere dört farklı kriter göz önünde bulundurulmaktadır [3]. Meşcere tipleri amenajman planlarında genel olarak bu gibi özelliklerini tanımlayan belli sembollerle ifade edilirler [5].

Türkiye'de meşcere tespiti de dahil olmak üzere pek çok ormancılık çalışması, geçmişten günümüze, klasik envanter yöntemlerinin uygulanması, hava fotoğraflarının kullanımı ve son dönemlerde de uydu görüntülerinin analizi ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 1955 ve 1962 yılları arasında, modern envanter metodlarını uygulamak amacı ile hava fotoğraflarından faydalanılması gündeme gelmiş, ancak teknik eksiklikler nedeni ile sonuçlandırılamamıştır. Ancak 1963 yılından sonra hava fotoğraflarının etkin biçimde kullanıldığı söylenebilir [6]. Özellikle 1991 yılından sonra, kızıl ötesi hava fotoğrafları yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve özellikle meşcere tiplerinin tespitini oldukça kolaylaştırmıştır. Günümüzde ise, meşcere tipi ve parametrelerinin belirlenmesi işlemini kolaylaştırmak ve desteklemek amacı ile değişik spektral bant aralıklarına sahip uydu görüntülerinden yaygın olarak faydalanılmaktadır [7]. Uzaktan algılama veri ve teknolojisinin kullanımı, envanter çalışmalarında iş yükünü azaltmak bakımından çok avantajlıdır [8], [9].

Literatür incelendiğinde, meşcere tiplerinin uydu verileri ve uzaktan algılama teknolojisi ile belirlenmesinde son yıllarda spektral özelliklerden faydalanılmasının yanı sıra doku özelliklerinden de yararlanıldığı görülmektedir. Lennartz ve Congalton, (2004) ile Kim vd., (2009) yaptıkları çalışmalarda doku analizinin meşcere sınıflandırmasında toplam doğruluğu arttırdığını göstermişlerdir [10], [11]. Özdemir ve Karnieli, (2011), uydu görüntüsünden elde edilen doku ölçütleri ile orman yapısal parametreleri (ağaç sayısı, dip kaplama alanı, gövde hacmi, Clark- Evans indeksi, Contagion indeksi gibi) arasındaki ilişkiyi korelasyon analizi ile incelemiş ve yapısal parametrelerin tahmini ve haritalanmasında doku özelliklerinin kullanılması için yeterli bir ilişki ve makul bir doğruluğun elde edildiğini belirtmişlerdir [12]. Bahsedilen ve benzeri daha pek çok çalışmanın sonuçları ve doğruluk analizleri incelendiğinde, UA kullanımının meşcere tespitinde etkin bir yöntem olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, seçilen ormanlık bir bölgede meşcere tiplerinin ayırt edilmesinde farklı doku ölçütlerinin en verimli şekilde kullanılabilmesi için farklı ağaç türleri arasında en belirgin ayırt edici doku ölçütlerinin tespit edilmesidir.

2. Çalışma Alanı



Şekil 1. Atatürk Arboretumu
(a) konumu, (b) fotoğrafları [13].

Çalışmada, İstanbul ili Belgrad Ormanı içinde yer almakta olan Atatürk Arboretumu çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). 1953 yılında koruma ormanı kapsamına alınan Belgrad ormanında yapraklı ağaçlar hakimdir. Belgrad ormanında meşe, orman alanının % 75'lik kısmını kaplamaktadır. Bunun yanı sıra, ormanın kuzeye bakan yamaçlarında kayın, iç kısımlarına doğru gürgen, güney yamaçlarında kestane ağaçları görülmektedir. Atatürk Arboretumu Belgrad Ormanı'nın güneydoğu bölgesinde kalmaktadır. Sarıyer ilçesine yakın bir konumda olan Arboretum, coğrafi konum olarak 41° 09' 48" - 41° 10' 55" kuzey enlemleriyle, 28° 57' 27'' - 28° 59' 27" doğu boylamları arasında bulunmakta, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'nün Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı olup 296 hektardan oluşmaktadır [13], [14]. Atatürk Arboretumu aynı yaşlı meşcere tipi özelliğini taşımaktadır. Bu nedenle buraya ait meşcere tipi tespitinde ağaç türü, meşcere gelişim çağları ve kapalılık kriterleri göz önünde bulundurulmuştur [13]. Buna göre 2003–2012 yıllarını kapsayan Bentler Orman İşletme Şefli-

ği, Orman Amenajman Planı verilerinde de yer aldığı şekilde 16 bölmeden oluşmaktadır.

3. Materyal

3.1. Uydu Verisi

Çalışmada, öngörünümü Şekil 2'de verilen Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kullanılan uydu görüntüsünün dokuz bandına ait spektral ve mekansal karakteristikler Tablo 1'de, görüntü özellikleri ise Tablo 2'de verilmiştir. Görüntünün 9. bandı bozuk olduğundan ilk 7 band kullanılmıştır. Görüntü alım tarihi 30 Temmuz 2013 olup orman alanlarında yaprakların gelişmesinin tamamlandığı dönem tercih edilmiştir.

Şekil 2. Landsat tüm çerçeve öngörünümü.

Spektral Aralık	Dalgaboyu Aralığı (µm)	Mekansal Çözünürlük (m)
Band 1	0,43 – 0,45	30
Band 2	0,45 – 0,51	30
Band 3	0,53 – 0,59	30
Band 4	0,64 – 0,67	30
Band 5	0,85 – 0,88	30
Band 6	1,57 – 1,65	30
Band 7	2,11 – 2,29	30
Band 8 (pank)	0,50 – 0,68	15
Band 9	1,36 – 1,38	30

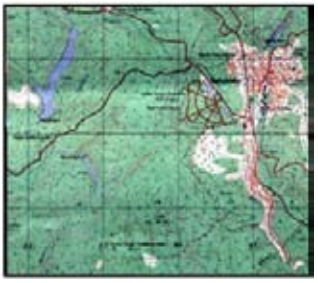
Tablo 1. Landsat 8 görüntü özellikleri [15].

Parametre	Değer
Görüntü ID	LC81800312013211LGN00
Hücre Adresi	180/31
Alım Açısı	NADİR
Veri İşleme Seviyesi	Level 1T
Alım Tarihi	30 Temmuz 2013
Bulut Oranı	0.04
Merkez Enlem	41°45'34.34"N
Merkez Boylam	29°06'26.14"E

Tablo 2. Kullanılan uydu verisinin özellikleri.

3.2. Meşcere Haritası

Yardımcı veri olarak ormanlık bölgeye ait farklı ağaç gruplarını gösteren meşcere haritasından faydalanılmıştır. Bu amaçla 2012-2031 yılları arasını kapsayan, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü, Atatürk Arboretumu Şefliği tarafından tamamlanan fonksiyonel amenajman planından alınan meşcere haritasından yararlanılmıştır. Altlık olarak müdürlüğün hazırlamış olduğu plan raporunda gösterilen bölgeye ait 1/25000 ölçeğindeki meşcere haritası kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. 1/25000 ölçekli meşcere haritası[13].

4. Yöntem

4.1. Geometrik Düzeltme

Öncelikle Landsat 8 uydu verisinin geometrik doğruluğu, Google Earth programında daha yüksek çözünürlüklü uydu verilerinden yararlanılarak ve seçilen 10 yer kontrol noktası rektifikasyonu ile değerlendirilmiş, tespit edilen ortalama karekök hata oranı 0.6 olarak bulunmuştur. Orman çalışması için yeterli bulunan doğruluktaki veri WGS84 datumuna çevrilerek çalışılmıştır.

Kızılötesi verilerde ağaç türleri arasındaki yansıtım farkı daha belirgin görülmekte ve bu sebeple meşcere tiplerini ayırt etmede, bonitet farkının ve sağlıklı/hasta ağaçların tespitinde etkin olarak kullanılabilmektedirler. Bu nedenle görsel analizlerde (Kırmızı, Yeşil, Mavi: 5, 6, 7) kombinasyonu kullanılmıştır. Çalışmada görüntü zenginleştirme işlemi olarak % 1 standart sapma düzeltmesi uygulanmıştır.

Görüntü, çalışma alanını kapsayacak şekilde kesilerek veri segmentasyona hazırlanmıştır.

4.2. Meşcere Verileri

Aynı yaşlı ormanlarda meşcere kategorileri gelişme çağları bakımından Tablo 3'te ve kapalılık sınıflandırması olarak Tablo 4'te verilmiştir [13]:

Gelişim Çağı	D1.30'daki Çap Sınıfı Sınırları	Sembol
Gençlik ve sıklık	7.9 cm.'e kadar	A
Sırıklık ve direklik	8-19.9 cm. arası	B
İnce ağaçlık	20-35.9 cm. arası	C
Orta ağaçlık	36-51.9 cm. arası	D
Kalın ağaçlık	52 cm. ve yukarısı	E

Tablo 3. Çapa göre ağaçlık sınıfları.

Kapalılık Sınıfı	Tepe Kapalılığı Sınırları	Simgesi
Boşluklu kapalı	% 10 ve daha az	0
Gevşek kapalı	% 11 – 40 arası	1
Orta kapalı	% 41 – 70 arası	2
Tam kapalı	% 71- 100 arası	3
Sıkışık veya girift kapalı	% 100'den fazla	4

Tablo 4. Kapalılığa göre ağaçlık sınıfları.

Bölgenin meşcere haritasından yararlanarak çalışma alanına ait vektörel meşcere haritası üretilmiştir. Bu haritada her poligon İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı olarak Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü Atatürk Arboretumu Şefliği'nin hazırladığı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı raporu bilgileri referans alınarak yukarıdaki tablolarda verilen kategorilere göre isimlendirilmiş olup çalışma alanı için 26 poligon (meşcere tipi bölgesi) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 5).

Şekil 4. Farklı meçcere tipi alanları.

Alandaki meşcere tipleri Tablo 5'te verilmiştir. Karışık meşcere sahibi bölgelerde bulunan ağaç sınıflarının yazım sırası, aynı zamanda hangi ağaç türünün baskın/ağırlıklı olduğuna dair bilgi vermektedir.

Sınıf Adı	Meşcere Tipi	Çap	Kapalılık
MGnKscd3	Meşe-Gürgen-Kestane	cd	3
GnMc3	Gürgen-Meşe	c	3
MGnc3	Meşe-Gürgen	c	3
MKncd3	Meşe-Kayın	cd	3
KnMGncd3	Kayın-Meşe-Gürgen	cd	3
KnMcd3	Kayın-Meşe	cd	3
MKnGncd3	Meşe-Kayın-Gürgen	cd	3
CkMc3	Karaçam-Meşe	c	3
CkMDIYa3	Karaçam-Meşe-Diğer	a	3
MGnbc3	Meşe-Gürgen	bc	3

Tablo 5. Alanda tanımlı karışık meşcere tipleri.

10 tip karışık meşcere alanı olup, çalışmada bu alanlara ait poligonlar kullanılmış ve gezi/park alanını içeren poligon uygulamadan çıkartılmıştır.

4.3. Arazi Çalışması

Arazi çalışması yapılarak, karışık meşcere alanları incelenmiş ve bu alanlarda bulunan ağaç türleri belirlenmiştir.

4.4. Segmentasyon

Segmentasyon işlemi ile, pikseller yerine birbirine yakın özellik gösteren piksel grupları üzerinde çalışılması ve meşcere tiplerini ayırt etmede doku özelliklerinden yararlanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla görüntü, Definiens yazılımına entegre edilmiş olan segmentasyon algoritması kullanılarak, görüntü nesnelerine ayrılmış, uydu verileri segmentasyonunda aşağıdan yukarıya alan birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

Girdi olarak segmentasyon ölçeği, renk, şekil, bütünlük ve geçişlilik parametreleri kullanılmıştır. Bu yöntemde renk ve şekil parametreleri ile bütünlük ve geçişlilik parametreleri birbirlerini 1'e tamamlayıcı değerler almaktadırlar [16]. Uygun parametre değerlerinin bulunması için segmentasyon parametrelerine pek çok değer kombinasyonu atanmış ve yapılan görsel analiz ile karara varılmıştır. Görsel analizde bölge için elde edilen meşcere haritasındaki poligonlar ile görüntü nesnelerinin alansal ve

şekilsel uygunluğu değerlendirilmiş, meşcere tipi farklı bölgeleri en iyi ayıran segmentasyonların kullanımı tercih edilmiştir.

4.5. Doku Analizi

Doku düzenli bir frekansta tekrar eden desen ve/veya desen kombinasyonudur. Doku analizi, şekil, yoğunluk ve düzen yönü hakkındaki dokusal özelliğin kullanılarak görüntünün segmentasyonu veya sınıflandırılması olarak tanımlanabilmektedir [17]. İstatistiksel yaklaşım, doku analizinde sık olarak kullanılmakta olup, bir bölge içerisindeki özellik dizilimlerinin sayısal olarak hesaplanmasıdır [18].

Doku analizi ile üretilen yeni görüntüler, tek bantlı uydu verisinin boyutunu arttırmakta ve hem bazı ilgi sınıflarının ayırt edilmesini hem de verinin çoğu sınıflandırma algoritmaları için uyumlu duruma gelmesini sağlayabilmektedir[19].

Matematiksel doku ölçütü olarak farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Temel ölçülerden biri Gri Düzey Eş Oluşum Matrisleri (Grey Level Co-occurance Matrix, GLCM)'dir. Türkçe literatürde 'Gri Seviyesi Birlikte Oluş Matrisleri' ve 'Gri Seviyesi Bağımlılık Matrisleri' olarak da geçmektedir [20], [21]. GLCM, görüntüde farklı yansıtım değerlerine sahip piksel kombinasyonlarının meydana gelme sıklığının ölçüsüdür.

GLCM Doku Ölçütü	Formül
Tek türdülük (homojenlik)	$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1+(i-j)^2}$
Kontrast	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(i-j)^2$
Benzersizlik	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}\lvert i-j\rvert$
Entropi	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(-\ln P_{i,j})$
Açısal 2. Moment	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}^2$
Ortalama Değer	$\mu_{i,j} = \frac{\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}}{N^2}$
Varyans	$\sigma_{i,j}^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(i,j-\mu_{i,j})$
Karşılıklı İlişki (korelasyon)	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}\left\lvert\frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}}\right\rvert$

Tablo 6. Kullanılan GLCM doku ölçütleri.

Doku ölçütlerinin büyük bir kısmı GLCM' den doğrudan doğruya hesaplanmakta olup bazı doku ölçüleri ise GLCM'den türetilen gri seviyesi fark vektöründen elde edilmektedir. Bu uygulamada kullanılan sekiz farklı GLCM doku ölçütünün formülleri Tablo 6'da verilmiştir.

5. Uygulama

5.1. Görüntüye coğrafi kayıt işlemi

Arboretum'a ait vektörel dosya görüntüyle aynı geometrik sisteme çevrilmiş olup, Şekil 5'te çakıştırılmış olarak gösterilmektedir. Bu adımın devamında her bir görüntü parçasının doku ölçütleri hesaplanarak meşcere sınıfları ile ilişkilendirilebilecektir.

Şekil 5. Uydu verisi üzerinde meşçere alanları vektörel katmanı.

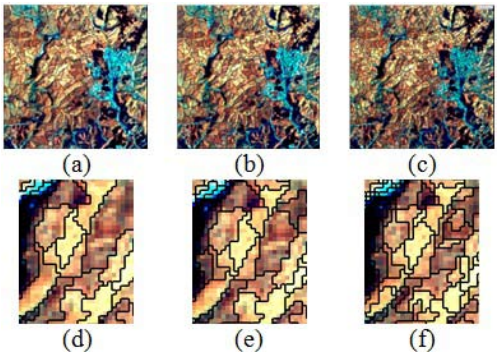
5.2. Arazi Çalışması

Arazi çalışmasında karışık meşcere olarak belirlenen bazı bölgelerde ağaç türlerinin homojen bulunmadığı fakat farklı türlerin bölgesel olarak ağaçların yer aldığı gözlenmiştir. Dağılımın homojen olmaması nedeni ile çalışmada segmentasyonun referans meşcere haritasındaki bölgeler ile çakışan ölçekte uygulanmasının yanı sıra saf meşcere bölgeleri için de daha küçük segmentasyon ölçekleri denenerek hazırlanmasına karar verilmiştir.

5.3. Segmentasyon

Segmentasyon ölçeği olarak öncelikle meşcere haritasındaki orman bölgelerini en iyi karşılayan değer araştırılmıştır. Yapılan testler sonucu segmentasyon ölçeği 20'nin en iyi sonuç verdiği görülmüştür. Renk, şekil, geçişlilik ve bütünlük parametreleri olarak sırası ile 0.1, 0.9, 0.8 ve 0.2 değerlerinin en iyi sonuç verdiği görülmüştür.

İkinci aşama olarak, saf meşcere bölgelerini ayırt etmede kullanılabilecek segmentasyon değerleri araştırılmıştır. Bazı türler için 15 ve daha küçük alan kaplayan bazı türler için de 10 segmentasyon ölçeği uygun bulunmuştur. Şekil 6a, b ve c'de çalışma alanını için sırası ile 20, 15 ve 10 segmentasyon ölçeği kullanılarak elde edilmiş görüntüden bir bölge; şekil 6d, e ve f'de ise sırası ile a, b ve c seviyesindeki segmentasyon sonuç görüntülerinden detay verilmiştir.



Şekil 6. Görüntü nesneleri (RGB:5,6,7 üzerinde).

5.4. Doku Analizi

Segmente edilmiş görüntüdeki her görüntü nesnesi için GLCM doku ölçütü değeri elde edilmiştir. Definiens yazılımı ile yapılan bu işlemin segmentasyon ölçeği 20 kullanılarak üretilen görüntü için tüm doku ölçütü sonuçları Şekil 7'de verilmiştir. Burada kullanılan GLCM doku ölçütleri sırası ile (a) tek türlülük, (b) kontrast, (c) benzersizlik, (d) entropi, (e) açısal 2. moment, (f) ortalama değer, (g) varyans, (h) karşılıklı değer'dir. Ölçüt hesaplarında tüm yönlere (açılara) göre hesaplama yapılmıştır.

Aynı şekilde 15 ve 10 segmentasyon ölçekleri için de doku görüntüleri oluşturulmuştur. Üretilen görüntülerden 20 segmentasyon ölçeği ile oluşturulan görüntü nesneleri, meşcere tipi poligonları ile eşleştirilerek, bu alanlardaki karışık meşcere tipi ve farklı doku ölçütlerinin değerleri kaydedilmiştir. Daha küçük segmentasyon ölçeği görüntülerinden yararlanarak, aynı şekilde bir değer tablosu daha elde edilmiştir.

Birinci tablo, büyük ölçekli segmentasyon ile elde edilen ve karışık meşcere alanlarını temsil eden görüntü nesnelerinin doku ölçütü verilerinin kaydı olup, ikinci tablo saf türü temsil ettiği bilinen bölgeler için aynı değer tablosunun oluşturulması amacı ile hazırlanmıştır.

Bölgedeki her saf tür için, ikinci tablodan yararlanılarak ortalama doku ölçüt değerleri hesaplanmış olup Şekil 8a, b, c, d, e, f, g, h'de grafik olarak gösterilmiştir.

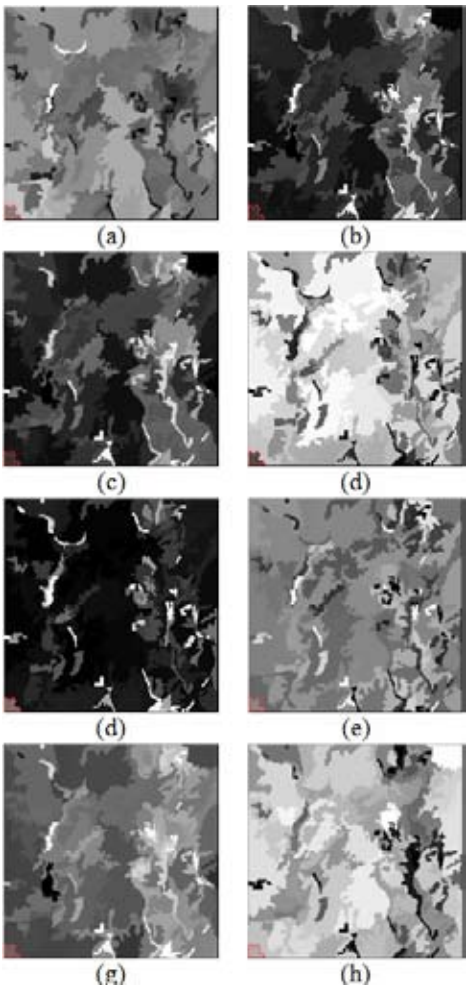
Veriler incelendiğinde, Kestane ile Karaçam'ın açısal 2. moment; Kayın ile Karaçam'ın ortalama değer; Karaçam ile Gürgen'in kontrast, Meşe, Gürgen, Kestane, Kayın ve Karaçam'ın Diğer Yapraklı Ağaçlar ile korelasyon doku ölçütleri ile iyi ayırt edildiği görülmektedir. Tüm ağaç türlerini ayırt etmede benzersizlik, entropi ve varyans ölçütleri çok ayırt edici olmayacaktır.

6. Sonuç

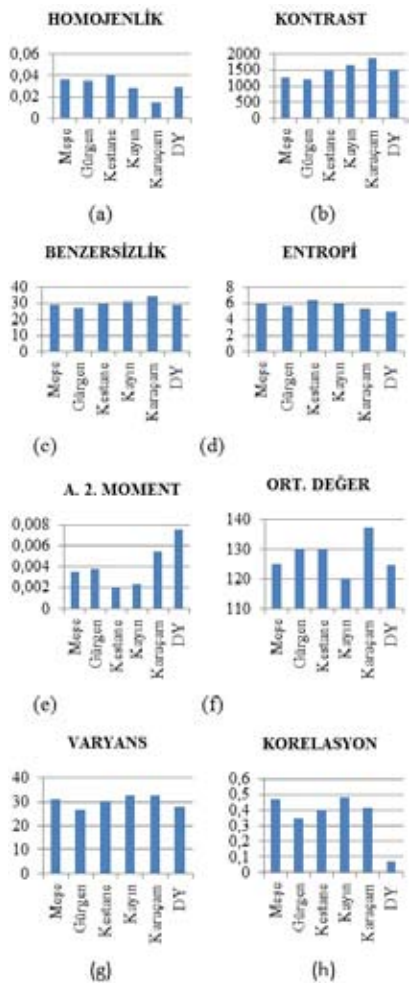
Bu çalışmada her bir doku ölçütünün farklı tipte meşcere bölgeleri ile ilişkileri incelenerek, performansları değerlendirilmiştir. Doku özellikleri hakkında bilgi içeren farklı ölçüt görüntülerden hiçbirinin bölgenin özgün doku özelliğini temsil ettiği söylenememekle birlikte, her birinin farklı ağaç türleri için analiz edilerek meşcere tiplerini ayırt etmede yardımcı veri olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Karışık meşcere bölgeleri için, saf meşcere bölgeleri için ortaya konduğu şekilde net sonuçların elde edilememesi, meşcere bölgelerinde ağaç türlerinin homojen dağılıma sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmanın ikinci adımı olarak yapılacak çalışmada, saf meşcereler için tespit edilen ortalama doku ölçütü değerleri kullanılarak, karışık meşcere doku ölçütü değerlerinin elde edilmesine yönelik bağıntıların çıkartılması planlanmıştır.

Uydu verilerinden meşcere tipi ayırt etme çalışmalarında, daha yüksek çözünürlüklü verilerin kullanılması ve/veya çok-zamanlı veri-



Şekil 7. GLCM ile üretilen görüntüler



Şekil 8. Karşılaştırmalı ortalama doku ölçü değerleri

lerden yararlanılarak, ağaçların yaprak dökme dönemlerindeki farklılaşmaların ayrı bir doku katmanı olarak kullanılması önerilebilir.

7. Kaynaklar

[1] Saatçioğlu F., Silvikültür I (Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri), İÜ Orman Fakültesi Yayını, No.2187/222, İstanbul, (1976).

[2] Zimble, D.A., Evans, D.L., Carison, G.C., Parker, R.C., Grado, S.C., Gerard, P.D., "Characterizing vertical forest structure using small-footprint airborne lidar", Remote Sensing of Environment, 87(2-3):171-182 (2003).

[3] Anonim, Orman Amenajman Yönetmeliği, Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara (2008).

[4] Genç, M., Kasarcı, E., Kaya, C., "Meşcere Kuruluşu Araştırmaları Üzerine Silvikültürel Bir Değerlendirme", Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2):291-303 (2012).

[5] Cemil ÜN, "İstanbul İli Orman Kaynaklarında Meydana Gelen Zamansal Değişimin

Uzaktan Algılama Ve Cbs İle Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi (2006).

[6] Eraslan, İ., "Türkiye'de Orman Amenajmanı'nın 128 Yıllık Tarihsel Gelişimi", İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, s. 15-19, İstanbul (1985).

[7] Günlü, A., Ercanlı, İ., Başkent, E. Z., Şenyurt, M., "Quickbird ve Landsat 7 ETM+ uydu görüntüleri kullanılarak Ayancık – Göldağ kayın (Fagus orientalis Lipsky) meşcerelerinde hacim tahmini", SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, SDU Faculty of Forestry Journal, 14:24-30 (2013).

[8] Sivrikaya, F., "The importance of spatial accuracy in characterizing stand types using remotely sensed data", African Journal of Biotechnology, 10(66):14891-14906 (2011).

[9] Yeşil, A., Musaoğlu, N., Kaya, Ş., Coşkun, G., Asan, Ü., Örmeci, C., "Statistical modelling and stand type forest mapping selected area around Istanbul using Landsat-TM and Spot data", International Symposium on Remote Sensing and Integrated Technologies Proceedings, 291-300, Istanbul, Turkey (2002).

[10] Lennartz, S. P., Congalton R. G., "Classifying and Mapping Forest Cover Types Using Ikonos Imagery in the Northeastern United States", ASPRS Annual Conference Proceedings, Denver, Colorado, May (2004).

[11] Kim, M., Madden, M., Warner, T. A., "Forest Type Mapping Using Object-Specific Texture Measures from Multispectral Ikonos Imagery: Segmentation Quality and Image Classification Issues", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 75, No. 7, pp. 819-829 (2009).

[12] Özdemir, İ., Karnieli, A., "Predicting Forest Structural Parameters Using the Image Texture Derived from WorldView-2 Multispectral Imagery in a Dryland Forest, Israel", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 13 701-710 (2011).

[13] Anonim, Atatürk Arboretumu Şefliği, Fonksiyonel Amenajman Planı (2012-2031). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, (2012).

[14] Şengönül S., Yılmaz H., Atatürk Arboretumu Ağaç ve Çalıları. 486 s. OGM Atatürk Arboretumu Yayın No. 01. ISBN. 978-975-6691-56-4, İstanbul (2008).

[15] http://landsat.usgs.gov

[16] Tian, J., Chen, D. M., "Optimization in Multi-Scale Segmentation of High-Resolution Satellite Images for Artificial Feature Recognition", International Journal of Remote Sensing, Vol. 28, No. 20, 4625–4644 (2007).

[17] Ojala, T., Pietikäinen, M., "Texture Classification", Ders Notları, Machine Vision and Media Processing Unit.

[18] Haralick, R. M., "Statistical and Structural Approaches to Texture", Proceedings of the IEEE, Vol. No 67, No. 5, May (1979).

[19] Haralick, R. M., Shanmugan, K., Dinstein, I., "Textural Features for Image Classification", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-3, No. 6, sf. 610-621 (1973).

[20] Demirhan A., Güler, İ, "Özörgütlemeli Harita Ağları ve Gri Düzey Eşoluşum Matrisleri ile Görüntü Bölütleme", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 25, No 2, 285-291 (2010).

[21] Alparslan, E., "ERS-1 SAR Uydu Görüntülerinden Türetilen Doku Parametrelerinin Eğitimli Sinir Ağı Yöntemiyle Sınıflandırılmasıyla 1992-1995 Zaman Aralığında İstanbul İlindeki Kentsel Değişikliklerin İzlenmesi", URSİ Birinci Ulusal Kongresi, İTÜ, 18-20 Eylül (2002).