

[1340]

# TÜM GÖKYÜZÜ KAMERA SİSTEMİ

Nazım AKSAKER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, 01330, Adana, [naksaker@cu.edu.tr](mailto:naksaker@cu.edu.tr)

## ÖZET

*Bulutluluk, atmosferik parametreleri (sıcaklık, nem vb.) ve fotosentezi etkilemesi bakımından tarım uygulamalarında önemli bir parametredir. Şimdiye kadar bu veri meteorolojik istasyonlarda insan bağımlı olarak veya uydu verileri yardımıyla belirlenmektedir. Ancak her iki yöntemde de güvenilirlik ve zamansal çözünürlük oldukça düşük durumdadır. Bu nedenle tamamen otomatik ve güvenilir bir yöntem olarak tüm gökyüzü kamera sistemlerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.*

*Bu çalışmada Çukurova Üniversitesi kampüsünde bulunan Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma Uygulama Merkezi (UZAYMER) de kurulan tüm gökyüzü kamera sistemi hedeflenmiştir. Sistem; kabin, DLSR kamera, Balık gözü mercek, mini bilgisayar ve yazılımlardan oluşmaktadır. Sistem sayesinde tüm gökyüzü gün boyunca her 5 dakikada bir görüntü alınmakta ve arşivlenmektedir. Bu çalışmada 2015 yılına ait ve sadece gündüz alınan görüntüler üzerine odaklanılmıştır. Kamera sisteminin hava şartları dolayısıyla buğulanması, kırmızılaşması gibi durumlar ve kamera üzerindeki yağmur etkileri çalışma dışında tutulmuştur. Görüntüler RGB uzayında bulunmaktadır. RGB görüntüler üzerinde farklı teknikler ile bulutluluğun belirlenmesine çalışılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Görüntü İşleme, Algoritma, Tüm gökyüzü

## ABSTRACT

### ALL SKY CAMERA SYSTEM

*Cloudiness, is a important factor in terms of agriculture which effect atmospheric parameters (temperature, humidity, etc.), and photosynthesis. So far, these data are taken by human dependent in meteorological station or satellite data is determined with lower temporal resolution. However, reliability and temporal resolution of both methods is very low status. Therefore, it is entirely increasing day by day use of all-sky camera system automatically and reliable method.*

*In this study, a All-sky camera system installed at Space Science and Solar Energy Research Center (UZAYMER) campus located in Cukurova University is aimed. The System are made of cabin, DLSR camera, fish eye lens, mini computers and software. The images are taken by every 5 minutes a day throughout the entire sky and archived by the system. In this study we are only focused on the images taken in 2015 year and during the daytime. Weather conditions due to fog of the camera system, such as redness and conditions are excluded from studies. There are images in RGB space. RGB images were studied to determine the cloudiness with different techniques and the results were discussed.*

**Keywords:** Image Processing, Algorithm, Allsky.

## 1. GİRİŞ

Tüm gökyüzü kamera sistemleri meteor gözlemleri, iklim modelleri, hava tahmini, yenilenebilir enerji üretim merkezlerinin belirlenmesi uydu haberleşmesi ve tarım uygulamaları gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Gündüz yapılan bulutluluk görüntülemeleri son bir kaç on yıldır oldukça yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Bulut yapılarının araştırılması bize hava bilgisi, yağış durumu, buharlaşma miktarı ve meteorolojik uygulamalarla ilgili hassas bilgiler vermektedir. Bulutluluk temelde yukarıdan- aşağıya (uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları) ve aşağıdan-yukarıya (meteorologlar, Detection and Ranging veya Laser Imaging Detection and Ranging-LIDAR) olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Bu noktada bulutluluğun belirlenebilmesi için yüksek zamansal, uzaysal çözünürlük ve güvenilir bir tekniğe ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak tüm gökyüzü görüntüleme sistemleri bizim ihtiyaçlarımıza bir çözüm olarak durmaktadır.

Dünyada çok çeşitli tüm gökyüzü görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır. Örneğin tüm gökyüzü görüntüleyicisi (Li et al. 2004), toplam gökyüzü görüntüleyicisi (Long et al. 2006) ve özel yapım görüntüleyicileri gibi. Tüm bu aletler görüntüleri yakalamak için CCD, CMOS ve dijital video recorder kullanılmaktadır. Bu algılayıcılar yakaladıkları görüntüleri genellikle RGB uzayında saklamaktalar. 3 band yapısı sayesinde atmosferik şartlar tahmin edilebilmektedir. Otomatik bulutluluk tespiti çalışmalarındaki gelişmeler nedeniyle şu an altın çağını yaşamaktadır.

Atmosfer birçok molekül ve atomdan meydana gelmektedir. Eğer güneşten gelen ışığın dalgaboyu atmosferdeki molekül ve atom seviyesinde ise Rayleigh saçılması oluşmakta ve beyaz (bulut) olarak görmekteyiz. Diğer durumda mie saçılımı oluşmakta ve böyle mavi (gökyüzü) görünmektedir. Görüldüğü gibi görüntülerdeki bulut/gökyüzü ayrımı oldukça zor bir iştir. Burada bulut/gökyüzü ayrımı için RGB bantları kullanılmaktadır. Bu bantların farklı kombinasyonları bu ayrımı yapmak için kullanılmaktadır. Bu amaçla görüntü sınıflandırma teknikleri çoğunlukla kullanılmaktadır. Bu çalışmada literatürde kullanılan teknikler (sabit eşik değer, değişken eşik değer, yapay sinir ağları vb.) incelenmiş ve Digital Single-lens Reflex cameras (DSLR)'dan oluşan tüm gökyüzü görüntüleme sistemleri karşılaştırılarak için en uygun tekniğin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yukarıda bahsedilen amaçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

## 2. SİSTEM

Bu çalışmada kullanılan görüntüleri Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi-UZAYMER (37.06° N,35.35° E)' de kurulan tüm gökyüzü kamera sisteminden gelmektedir. Sistemin bileşenleri, geniş görüş alanı elde edebilmek amacıyla 3.5/8mm balık gözü mercekle DSLR dijital kamera, Raspberry Pi I B+ (RPi) kamera ve IP66 standardında koruma standardı olan bir kutudan oluşmaktadır. Kamera 700 MHz de çalışan Rpi (rasbian işletim sistemi)'indeki USB bağlantısı ile 5 dakikada bir görüntü alacak şekilde kontrol edilmektedir. Kabin içerisindeki sıcaklık 2 adet 5W'lık fan ile düzenlenmektedir. Görüntüler Güneş doğuş ve batış zamanı aralığında 1/2500 s poz süresi, ISO100, RGB ve JPEG formatında 5472x3648 pixel olarak kaydedilmektedir. Dolayısıyla toplam görüş alanı ~1.5 km<sup>2</sup> dir

Sistem 24 saat çalışmaktadır. Bu nedenle gece daha uzun poz süresi ile de görüntüler almaktadır. Gece alınan görüntülerden yıldızlar arasındaki uzaysal mesafe kullanılarak sistemin uzaysal çözünürlüğü 167 açı saniyesi/pixel olarak bulunmuştur. Ortalama kümülüs bulut yüksekliği 1000m olarak kabul edilirse tam tepedeki pixeller için pixel çözünürlüğü 40m/pixel olarak hesaplanabilir. Bu yüksek çözünürlük bize bulut ayrıntılarını çalışmak için büyük bir fırsat sunmaktadır. Oluşturulan sistem ve alınan bir görüntü şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** UZAYMER'in çatısında bulunan tüm gökyüzü görüntüleme kamerası ve güneş çalışmalarında kullanılan diğer aletler.

Bu çalışmada güneş ufkun hemen üzerinden başlayarak alınan görüntüler kullanılmıştır. Sistemden alınan görüntüler internet ağı aracılığıyla bilgi işlem merkezinde bulunan bir sunucuya anlık gönderilmekte ve orada arşivlenmektedir. 29 Nisan 2016 tarihinden itibaren 23000' den fazla görüntü alınmıştır. Günlük ortalama 288 adet görüntü

almaktadır. Güneşin alınan görüntü sayısı günün uzunluğuna göre değişmektedir. Çalışmalarda kullanılan görüntüler göz ile 19 Mayıs 2016 tarihinden seçilmiştir. Bu günün seçilmesinin amacı yoğun bir yağıştan sonraki gün olmasıdır. Böylece hava partiküllerden temizlenmiş ve iyi bir görüş kalitesi oluşmuştur. Gökyüzü sabahtan öğleye kadar parçalı bulutlu ve öğleden sonra açık olarak geçmiştir.

### 3. YÖNTEM

Sistemden sunucuya (64-Bit işlemci mimarisi üzerinde Fedora 24 Linux işletim sistemi) gelen veriler günlük olarak dosyalanmakta ve arşivlenmektedir. Bu çalışmada yapılan tüm analizler Linux ortamında çalışan Interactive Data Analysis (IDL) V7.0.6 programı içerisinde yazılan betikler ile yapılmıştır. Tüm görüntüler maskeleyiş işlemi yapıldıktan sonra analizlere seçilmiştir. Görüntülerin RGB bant formatında bulunması nedeniyle analizler bu RGB bantları üzerinden yapılmıştır. Bulutluluk belirlenmesi için RGB bantlarında bulunan pixel değerleri kullanılarak aşağıdaki yöntemler test edilmiştir.

#### 3.1. Long et al. 2006

Mavi (B) ve Kırmızı (R) bantlarının pixel değerler birbirlerine oranlanarak bulutlu pixeller gökyüzü pixellerinden ayrılmaya çalışıldığı teknik birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Koehler et al. (1991), Long et al. (2006) ). Bu sayede RGB renk uzayından tek boyutlu R/B uzayına geçilmektedir. Oluşan sonuç görüntü 0-255 aralığında değerler almaktadır. Bu oran görüntüsünde yüksek değerler açık gökyüzünü gösterirken düşük değerler beyaz veya griyi temsil etmektedir. Burada asıl sorun bulutluluğun nasıl ayrılacağıdır. Bunun için sabit bir eşik değer olarak 0.6 dan büyük değerler bulutluluğu temsil ettiğini önermiştir Long et. al. (2006.). Bir başka çalışmaya göre ise bu değer 0.82 olarak önerilmiştir (Li et al. 2011).

#### 3.2. Heinle et al. 2010

Bir başka fonksiyon ise Heinle et al. 2010  $R - B = 30$  sabit bir eşik olarak bulutluluğu belirlemektedir. Sonuç görüntüdeki değerler -255 ile 255 aralığında değişmektedir. Bu çalışmada k-nearest-neighbour (kNN) sınıflandırma mantığı test edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada sadece bulut değil farklı bulut tipleri de sınıflandırılmıştır.

#### 3.3. Yamashita et al. 2004

Yamashita ve ark. 2004 çalışmasında gökyüzü indisi (SI) ve parlaklık indisi (BI) tanımlanmış ve bu indisler gökyüzü şartlarını belirlemek için kullanılmıştır. Buna göre  $SI = (B - R) / (B + R)$  ve  $BI = (R + G + B) / 3$  olarak tanımlanmıştır. Bu sınıflandırmalar yapıldıktan sonra SI; -1.0 ile 1.0 aralığında değişmektedir. Yüksek SI değerleri gökyüzünü ve düşük değerler ise bulutu veya güneşi belirlemektedir. BI; 0.0 ile 1.0 aralığında değişmektedir. Buna göre  $BI = 1$  ve  $SI = 0$  için güneş bulunan pixeller belirlenmektedir. Bu sistemde SI 0.2'den küçük değerler bulut olarak belirlenmektedir.

#### 3.4. Souza-Echer et al. 2006

Bu çalışmada RGB renk uzayı yerine Intensity- Hue-Saturation (IHS) renk uzayı kullanılmıştır. Buna göre düşük S değerleri bulutluluğu temsil etmektedir. Bu çalışmada bulutluluk için eşik değer ortalama 12.7 standart sapma ise 3.7 ve açık gökyüzü değeri için ortalama 45.3 ve standart sapma 4.4 olarak verilmiştir. Li et al. 2011 çalışmasında saturation için eşik değer olarak 0.25 (tüm değerler 1 e normalize edildikten sonra) belirlenmiştir. Ayrıca açık gökyüzü, bulut ve 3. bir sınıf daha yapılabilmektedir.

#### 3.5. Sylvio et al. 2010

Bu çalışmada Euclidean geometric distance (EGD) tekniğı kullanılmıştır. Buna göre R G B bantlarının kombinasyonu ile oluşturulan bir boyutlu pixel değerleri uzayında bulutlu pixeller düşük ve gökyüzü pixelleri yüksek EGD değeri almaktadır. Bu algorithmada 55.43 değerinin altındaki değerler bulutlu pixeller olarak alınmıştır (Li et. al. 2011).

#### 3.6. Kazantzidis et al. 2012

Bu çalışmada ilk kez çok bandlı eşik değeri kullanılmıştır. Buna göre  $B < R + 20$ ,  $B < G + 20$  ve  $B < 60$  şartlarına uyan pixeller bulutluluğu vermektedir. Ayrıca bu çalışmada güneş civarında oluşan disk yapısındaki parlak pixeller içinde bir kriter belirlenmiştir. Güneş diski için kriter;  $R > 140$ ,  $R < G + 70$  ve  $R < B + 120$  olarak verilmiştir.

### 3.7. Blazek-Pata 2015

Bu çalışmada DSLR kameralar için farklı renk uzayları kullanılarak bulutluluğun belirlenmesi için bir kriter geliştirmişlerdir. CIELAB veya CIE L\*a\*b\*, parlaklık ile renk bantlarını ayırmaktadır. Burada L\*a\*b\* uzayında  $b^* > -8.5$  kriterine uyan pixeller bulut olarak sınıflandırılmaktadır.

### 3.8. Krinitskiy-Sinitsy 2016

En son yapılan bu çalışmaya göre Grayness Indis (GI) =  $1 - \text{StdDev}(R, G, B) / Y$  olarak tanımlanmaktadır. Burada Y renk parlaklığı olarak verilmektedir. GI idisi 0-1 aralığında değerler almaktadır. Burada bulutluluk, güneş civarındaki disk, görüntüdeki yabancı cisimler ve güneş disk yapısı ile açık gökyüzü değeri arasında kalan pixeller farklı olarak sınıflandırılmaktadır.

### 3.9.kNN

Son dönemlerde bulut sınıflandırılmasında dâhil olmak üzere birçok görüntü işleme yönteminin içerisinde k-nearest neighbor (kNN), artificial neural networks (ANN) ve support vector machine (SVM) gibi yapay zekâ modelleri kullanılmaktadır. Singh ve Glennen (2005) çalışmasında beş farklı hava şartında alınmış sayısal görüntülerde bulut yapıları araştırılmıştır. Bu çalışmada her ne kadar DSLR kamera ile alınmış olsa da geniş görüş alanı olan balıkgözü mercekle kullanılmamıştır.

### 3.10.Otsu Metodu

Şimdiye kadar anlatılan yöntemler sabit bir eşik değeri kriteri kullanılmıştır. Ancak burada değişken eşik değeri yöntemi kullanılmaktadır. Bir görüntünün histogramındaki dağılımı kullanarak görüntüdeki bir özelliği bulmak için en uygun eşik değerini bulunmasını sağlar (Otsu 1979). Yang et al. 2009 çalışmasında otsu yönteminin R/B yöntemine göre bazı bulut tipleri için daha doğru sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

### 3.10.Yang et al. 2015

Bu yöntemde geleneksel yöntemler yerine yeşil (G) bant değerlerinden bir fon değeri çıkartılarak bulutların belirlenmesine çalışılmıştır. Bu yöntemin diğer yöntemlerden daha tatmin edici sonuçlar verdiği iddia edilmiştir. Yeşil bantta 250 den büyük değere sahip pixeller güneş olarak kabul edilmiştir.

### 3.11.YUV ve Luma Renk Uzayları

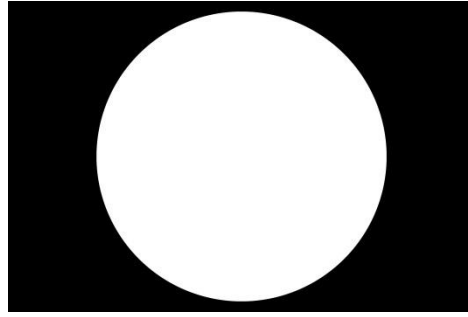
3 Boyutlu RGB pixel değerleri kullanılarak bir boyutlu gri renk uzayına YUV veya Luma renk dönüşümleri ile olabilmektedir. Bu nedenle aşağıdaki dönüşümler kullanılmıştır.

$$YUV = 0.30 R + 0.59 G + 0.11 B$$

$$Luma = 0.21 R + 0.72 G + 0.07 B$$

### 3.12.Görüntü Maskesi

Sistemden alınan görüntüler geniş formatta olması nedeniyle kenarlarının ve ufuk çizgisinin hemen altına kadar olan bölgenin kesilmesi gerekmektedir. Bu nedenle görüntünün sadece merkez 1700 pixel çaplı bölgesi alınmıştır. 19 Mayıs 2016 tarihinde saat 16:10:05'de alınmış örnek bir görüntü ve kullanılan maske şekil 2'de verilmiştir. Bu sayede çalışma alanı belirlenmiştir.



Şekil 2. Sistemde kullanılan maske.

### 3.13. Güneş Etkisinin Görüntülerden Çıkarılması

Yukarıda açıklanan yöntemler incelendiğinde doğru bir bulutluluk bilgisi için ilk olarak güneş ve civarındaki parlamanın etkisinin giderilmesi/çıkarılması gerekmektedir. Bu amaçla Güneşi belirleyen 3.3., 3.6., 3.8 ve 3.10 yöntemler incelenmiştir. 3.6. yöntemindeki kriterler güneş kriteri çalışmamış bu nedenle aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir. Buna göre;

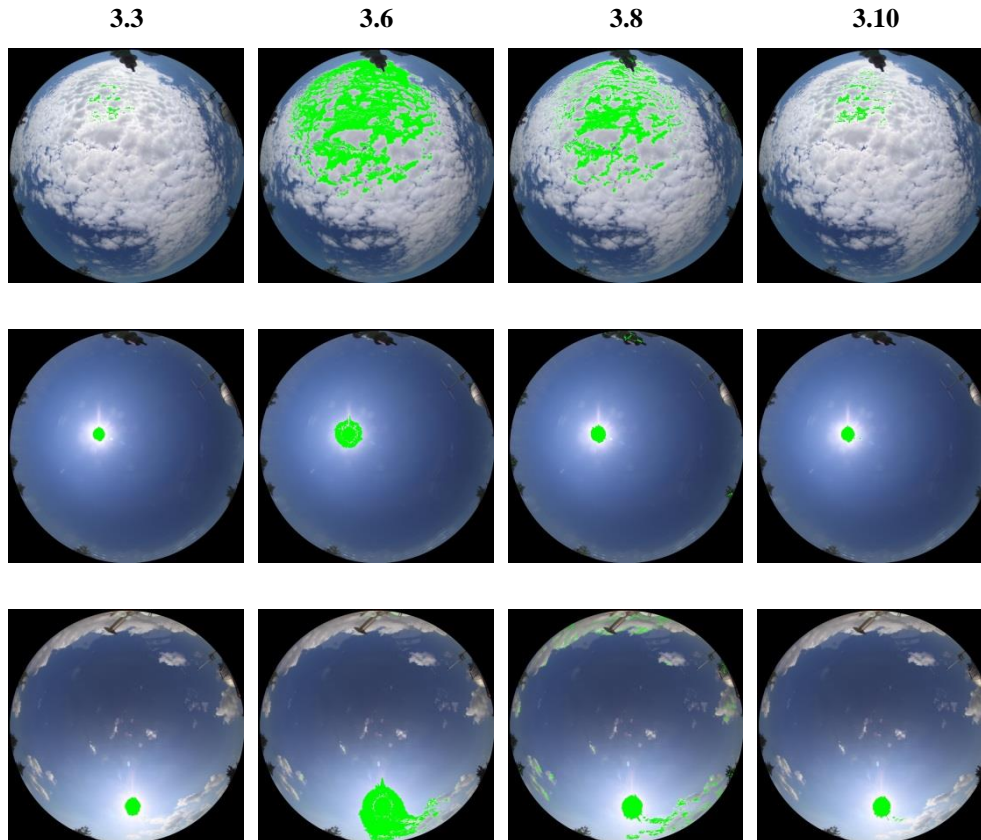
3.3 -  $BI = 1$  ve  $SI = 0$

3.6 -  $R > 205$ ,  $R < G + 5$  ve  $R < B + 55$

3.8 -  $GI > 0.95$

3.10 -  $G > 250$

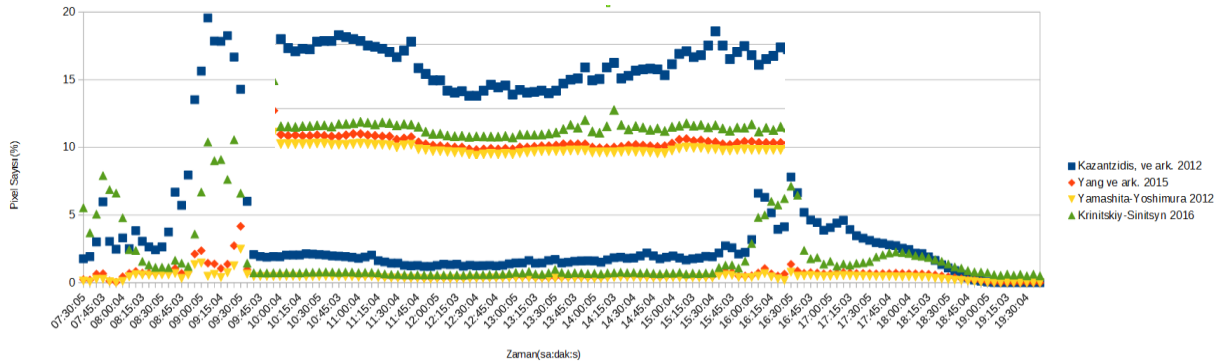
kriterine uyan pixeller güneş olarak seçilmiştir. Buna göre işaretlenen pixeller Şekil 3'de tablo olarak sırasıyla 3 farklı örnek için gösterilmiştir. Ayrıca bu 4 yöntemin 19 Mayıs 2016 tarihinde alınan verilere uygulanmış ve güneş olarak seçilen pixellerin tüm pixellere oranı aşağıdaki Şekil 4 de verilmiştir.



Şekil 3. Güneş olarak belirlenmiş pixeller farklı algoritmalar ile belirlenmesi.

Şekil 3 incelendiğinde güneş bulut tarafından sönmüldüğünde 3.6 ve 3.8 yöntemlerinin bulutları güneş olarak algıladığı görülmektedir. Ayrıca açık havalarda da bulutlu pixelleri güneş olarak seçmektedir. Benzer olarak şekil 3

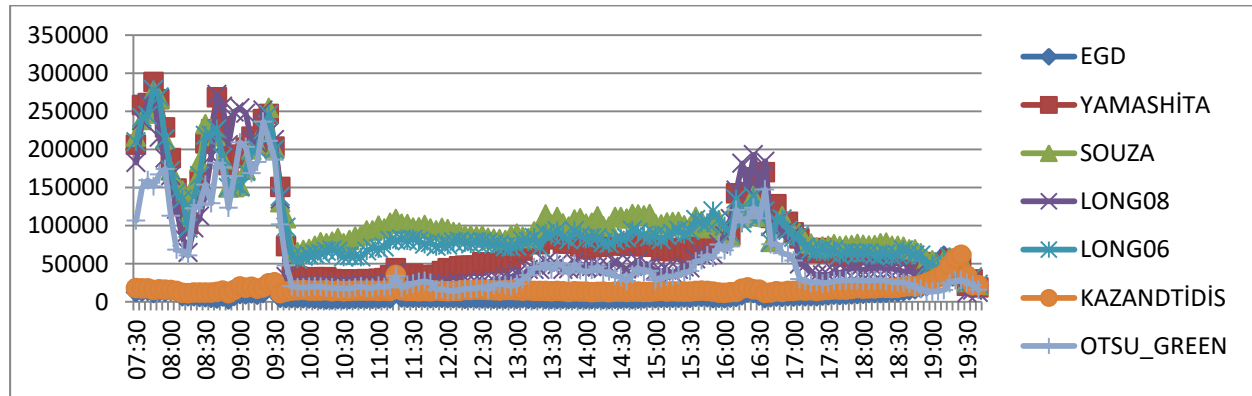
de 3.6 yöntemi diğer yöntemlerden çok daha fazla pixeli güneş olarak seçmiştir. Dolayısıyla bu yöntemler güneş maskesi için uygun değildir. 3.3 ve 3.10 yöntemleri bulutlu havalarda daha doğru sonuçlar vermektedir. Ayrıca açık gökyüzünde de güneşi doğru bir şekilde seçmekte ve birbirine çok yakın sonuçlar verebilmektedir. 3.3 ve 3.10 yöntemlerinden hangisinin güneşi belirlemek için kullanılacak yöntem olduğunu bulmak için şekil 4’deki ayrıntılı grafik incelendiğinde 3.10 yönteminin 3.3 yönteminden daha fazla pixeli güneş olarak belirlemekte bu da bulutlu havalarda bulut oranına etki edeceğinden 3.3 yönteminin güneşi belirlemek için kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 4. Güneşli olarak seçilmiş pixellerin farklı algoritmalarındaki değişimi.

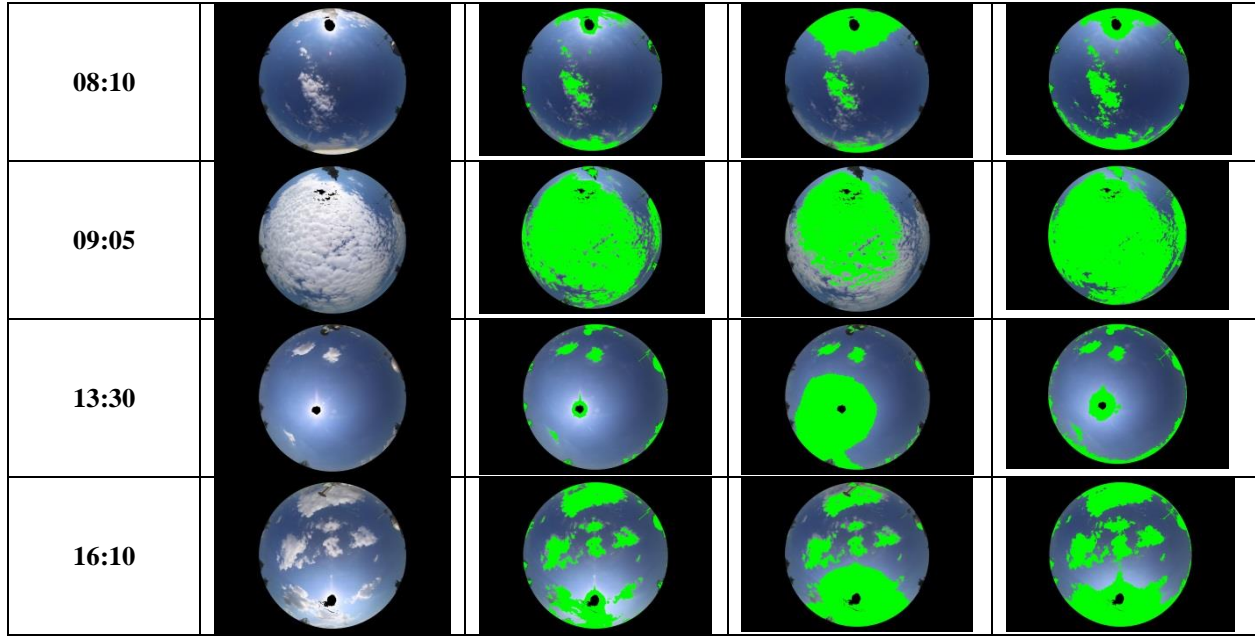
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bulutluluğun belirlenmesi amacıyla yukarıda sıralanmış yöntemler denenmiştir. Buna göre yöntemde bahsedilen kriterler çerçevesinde öncelikle güneş olan pixeler çıkarılmış görüntüler kullanılmak üzere kriterlere uyan pixeler yeşil renk atanmış böylece bulutlu pixeler belirgin hale getirilerek \*.jpg olarak kaydedilmiştir. Daha sonra bir IDL programı ile bu yeşil pixelerin sayısı belirlenmiş ve şekil 5’ de karşılaştırmalı olarak tüm yöntemlerden elde edilen pixel sayıları karşılaştırılmıştır.



Şekil 5. Bulutlu olarak farklı algoritmalarla seçilen pixelerin görüntülerdeki sayısına karşılık zaman grafiği.

Bu şekile göre 07:30 ile 09:45 arası değişken olmakla birlikte bulutlu geçmiştir. Saat 16:00 ya kadar herhangi bir bulutluluk gözlenmemiştir. 16:30 civarında bulutluluk yeniden artmış ancak bir önceki seviyeye ulaşmamıştır. 19:00 dan sonra güneşin etkisini kaybetmesi ile algoritmalar doğru sonuç verememektedir. Bu nedenle kullanılacak algoritmalar her zaman güneş doğuş-batış arasında çalıştırılması gerekliliği belirlenmiştir. Kazantidis ve EGD yöntemi günün tüm bulutlu zamanlarında tepki vermemiştir. Bu nedenle sonraki analizler kullanılması anlamsızdır. Diğer 5 yöntem bulutluluğa hassas bir şekilde tepki vermektedirler. Souza yönteminde bulutsuz güneşli havalarda en fazla bulutluluğu göstermektedir. Dolayısıyla bu bizi yanlış sonuçlara götürdüğü için bulutluluk belirlenmesinde belirli seviyede başarı sağlamıştır. Long06 ve Long08 farklı eşik seviyesi kullanılmasına karşın aynı algoritmayı kullanmaktadır. Bu iki yöntem arasından Souza’ya benzer olarak long06 yöntemi hatalı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemlerden geriye long08, Otsu ve yamashita yöntemi kalmıştır. Bu 3 yöntemin içerisinde en başarılı yöntemi bulmak amacıyla bu 3 yöntemin gün içerisindeki farklı zamanda alınmış görüntüleri aşağıdaki şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Bulutlu pixellerin farklı algoritmaya göre oluşan görüntüler.

Şekil 6'da de 3 farklı yöntem kullanılarak elde edilen bulutluluk durumları verilmektedir. Bu şekle göre yeşil band üzerine uygulanmış otsu yöntemi güneş diski civarında fazla hassas davrandığı için bulutsuz bölgeleri bulutlu olarak işaretlemiştir. Long08 ve yamashita yöntemleri birbirlerine tüm durumlarda çok yakın sonuç vermekte olduğu hem şekil 5 de hem de şekil 6 da görülmektedir. Saat 16:10 daki görüntüler incelendiğinde güneş batışı sırasında yamashita yöntemi güneş civarını bulut olarak işaretlerken long08 yöntemi işaretlememiştir. Dolayısıyla DSLR kameraların aldığı görüntülere long et al 2006 da 082 kriter (Li et al. 2011) kullanılan yöntemi tüm hava durumlarında en iyi bulutluluğun verdiği belirlenmiştir.

## 2. SONUÇLAR

Sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

UZAYMER'de tüm gökyüzü kamera sistemi kurulmuş ve düzenli olarak veri almaktadır.

Alınan görüntülerde güneş etkisinin çıkarılmasında en iyi sonucun Yamashita et al. 2004 yöntemi ile belirleneceği bulunmuştur.

DSLR fotoğraf makinası ile alınan görüntülere (RGB) 10 farklı algoritma uygulanarak hassas bulutluluk belirlenmesine çalışılmış ve bu tip kameralar için en uygun yöntemin (long et al 2006) 0.82 kriterinin en iyi sonuç verdiği bulunmuştur.

RGB görüntülerde G bandı verisi ve Otsu kümeleme yöntemi kullanılarak bulutluluğun belirlenebileceği ilk kez bu çalışmada ortaya konulmuştur.

Bu konudaki çalışmalar yapay zekâ algoritmaları kullanılarak devam edecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar projeleri birimi tarafından FBA-2015-4076 ve FBA-2016-6092 nolu projeler tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

**Blazek, Martin,; Pata, Petr,** 2015, Colour transformations and K-means segmentation for automatic cloud detection *Meteorologische Zeitschrift Vol. 24 No. 5* (2015), p. 503 – 509.

**Heinle, A., Macke, A., Srivastav, A.,** 2010. Automatic cloud classification of whole sky images. *Atmos. Measur. Technol.* 3, 557-567.

**Kazantzidis, A., Tzoumanikas, P., Bais, A. F., Fotopoulos, S., Economou, G.,** Cloud detection and classification

with the use of whole-sky ground-based images, *Atmos. Res.*, 113, 80–88, 2012.

**Koehler, T. L., R. W. Johnson, J. E. Shields**, 1991: Status of the whole sky imager database. Proc. Cloud Impacts on DOD Operations and Systems—1991 Conference, El Segundo, CA, Department of Defense, 77–80.

**M. A. Krinitskiy,; A. V. Sinitsyn**, 2016, Adaptive Algorithm for Cloud Cover Estimation from All-Sky Images over the Sea, *Oceanology*, 2016, Vol. 56, No. 3, pp. 315–319

**Li, Z., M. C. Cribb, F.-L. Chang, A. P. Trishchenko**, 2004., Validation of MODIS-retrieved cloud fractions using whole sky imager measurements at the three ARM sites. *Proc. 14th ARM Science Team Meeting, Albuquerque, NM, Atmospheric Radiation Measurement Program 6*, 2-6.

**Li, Q., Lu, W., Yang, J.**, 2011: A Hybrid Thresholding Algorithm for Cloud Detection on Ground-Based. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 28, 1286–1296

**Long, C. N., Sabburg, J., Calb' o, J., Pag` es, D.**, 2006. Retrieving cloud characteristics from ground-based daytime color all-sky images. *J. Atmos. Ocean. Tech.* 23, 633-652.

**Otsu, N.**, 1979, A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 9, No. 1, pp. 62-66.

**Singh, M.; Glennen, M.** 2005, Automated ground-based cloud recognition, *Pattern Anal. Appl.*, 8, 258–271.

**Souza-Echer, M., Pereira, E., B., Bins, L., Andrade, M.**, A simple method for the assessment of the cloud cover state in high-latitude regions by a ground-based digital camera, *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 23, 437–447, 2006

**Sylvio, L. M. N., A. V. Wangenheim, E. B. Pereira, E. Comunello**, 2010: The use of Euclidean geometric distance on RGB color space for the classification of sky and cloud patterns. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 27, 1504–1517

**Yamashita, M., Yoshimura, M., Nakashizuka, T.**, 2004. Cloud coverestimation using multi-temporal hemisphere imagieries. *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 35 (7), 826–829

**Yang, J., L. Weitao, M. Ying, Y. Wen, L. Qingyong**, 2009: An automatic ground-based cloud detection method based on adaptive threshold (in Chinese). *J. Appl. Meteor. Sci.*, 20, 713–721.

**Yang, J., Min, Q., Lu, W., Yao, W., Ma, Y., Du, J., Lu, T., Liu, G.** 2015, An automated cloud detection method based on the green channel of total-sky visible images, *Atmos. Meas. Tech.*, 8, 4671–4679, doi:10.5194/amt-8-4671-2015.