UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ KULLANILARAK TÜRKİYE GENELİNDE BULUTLULUK ANALİZİ

Zühal KURT¹, Nazım AKSAKER², Ravide Kezban SEYHAN³, Mehmet Akif ERDOĞAN⁴,
Gülnehal Kurt⁵

¹Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, z.kurt@student.cu.edu.tr

²Doç.Dr. Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, naksaker@cu.edu.tr

³Yüksek Lisans Çukurova Üniversitesi Fizik rvdsyhn@gmail.com

⁴Öğr.Gör.Dr. Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, maerdogan@cu.edu.tr

⁵Lisans, Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı, gulnihalkurt@gmail.com

ÖZET

Bulut örtüsü, fotosentezden yağış miktarına kadar birçok olayı etkileyen ve uzaktan algılama yöntemleri ile doğru bir şekilde belirlenebilen bir olgudur. Bu çalışma, Türkiye genelinde açık gökyüzü alanlarının tespit edilmesi için yapılmıştır. Çalışmada, küresel ölçekli analizlerde mekânsal çözünürlüğü (500m) ile avantaj sağlayan MODIS cihazı tercih edilmiştir. Bulut örtüsü hazır ürün olarak düşük çözünürlüklü olarak sunulmaktadır. Bu çalışma ile bu ürünün yerel çözünürlük değerleri yüksek bulut örtüsü belirlenmiştir. MODIS'in 2012-2018 yıllarını kapsayan veri arşivi, çalışmanın zaman periyodunu oldukça güncel kılmaktadır. Sonuç olarak Türkiye genelinde son altı yılda Trabzon ve Rize'nin 0.88 bulutluluk ortalaması değeri ile en yüksek, Mersin'in ise 0.070 bulutluluk ortalaması değeri ile en düşük ortalama bulutluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar meteoroloji verileriyle karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: bulut örtüsü, görüntü işleme, MODIS, uzaktan algılama

ABSTRACT

CLOUDINESS IN TURKEY USING REMOTE SENSING DATA ANALYSIS

Cloud cover is a phenomenon that affects many phenomena from photosynthesis to rainfall amount and can be accurately determined by remote sensing methods. In this study, Turkey is made to identify the general area in the open sky. In the study, MODIS device, which gives advantage with spatial resolution (500m) in global scale analysis, is preferred. Cloud cover is available in low resolution as ready-made product. In this study, the local resolution of this product was determined to be high cloud cover. The actual data archive covering MODIS 2012-2018 has made the period of time work quite effective. As a result, Turkey's Trabzon and Rize 0.88 cloudiness throughout the last six years, with the highest average value, with the value of 0.070 cloudiness mean Mersin has been identified as having the lowest average cloudiness. The results were compared and interpreted with meteorological data.

Keywords: cloud cover, image processing, MODIS, remote sensing

1. GİRİŞ

Bulutlar Dünya'nın enerji sisteminde ve su döngüsündeki ana bileşenlerdir. (Kiehl ve Trenberth, 1997; Trenberth vd., 2009). Bulut örtüsünün; bulut katmanlarının gösterdiği değişiklikler, küresel ısınmanın iklim değişikliğine olan etkileri, hava tahminleri ve yağış gibi atmosferik ve meteorolojik alanların yanı sıra; açık hava koşuluyla astronomik gözlem kalitesi açısından da oldukça önemli bir faktördür. (Aksaker vd.,2015).

Bulutluluğun, küresel ve iklimsel etkileri göz önüne alındığında, bulut araştırmaları için meteorolojik gözlemlerden çıkarımlar yapılsa da uzay kaynaklı platformların artan kullanımı da dikkat çekmektedir. (Kaufman vd., 2002; King vd., 2003) Yüksek çözünürlüklü yeryüzü gözlemi çağına girildikçe uzaktan algılama verileri büyük patlama yaparak artış göstermiştir. (Yan Ma vd., 2010) Uydu görüntüleri kullanımındaki bu artışla birlikte bulut algılama ve bulut özellikleri elde etme adına bulut maskeleye algoritmaları ve aynı zamanda hizmet ettikleri sonuç ürününe bağlı olarak çeşitli eşik testleri geliştirilerek yöntemler çeşitlendirilmiştir. (Ackerman vd., 1998; Platnic vd., 2003; Dybbroe vd., 2005; Luo vd.,2008)

Bulutlar görünür ışığı güçlü bir şekilde bloke eder ve böylece uzay tabanlı çalışmalar için uydu sensörlerinden gelen sinyallerin kullanımını ciddi şekilde etkilemektedir. Bu bağlamda bulut piksellerinin doğru bir şekilde tanımlanması ve maskelenmesi gerekmektedir. Şu anda çeşitli maskeleye algoritmaları

mevcuttur; yakın kızılötesi eşik, kısa dalga kızılötesi eşik, uzamsal değişkenlik eşik ve spektral değişkenlik eşik. Bu algoritmaların herhangi biri gerçek bulut piksellerinin neredeyse tamamını belirleyebilir. (Shugou Chen ve Thinglu Zhang, 2015)

Bu bağlamda uzay kaynaklı platformlarından elde edilen ve işlenen sonuçların diğer meteorolojik ve istatistiksel sonuçlarla eş güdümlü olmasıyla birlikte uydu görüntüleri kullanımı geniş veri arşivi ile daha da avantajlı bir hâle gelmiştir. Dört mevsim ve yedi iklimin yaşandığı, matematiksel konum olarak da iklimsel etkilere elverişli olan Türkiye’de ortalama bulutluluğun incelenmesi iklimsel bağlantılar ve etkiler açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada da uydu görüntüleri kullanarak Türkiye geneli 2012-2018 yılları ortalama bulut örtüsü analizi yapılmıştır. Kullanılan verilerin güncelliği, uzamsal ve zamansal çözünürlük açısından yüksek oluşu bu analizin sonuçlarını oldukça etkin kılmaktadır.

1.1 Veri

Türkiye geneli için yapılan bu çalışmada, 2012-2018 yıllarını kapsayan güncel veri seti incelenip, Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) (MODIS) verileri kullanılmıştır. MODIS, küresel ve bölgesel ölçekli uygulamalar için en gelişmiş cihazlardan biridir. (Salomonson ve arkadaşları, 1989) Geometrik çözünürlüğü; 250 m (2 bant), 500 m (5 bant) ve 1000 m (29 bant) spektral çözünürlüğü; 0,415 µm ve 14,235 µm arasında 36 bant ve zamansal çözünürlüğü 16 gün olan MODIS 1-2 günde tüm dünyayı kaplayacak şekilde küresel geçiş sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada AQUA ve TERRA polar yörüngeli uydusu üzerinde yer alan ve günlük hdf formatında 288 görüntü üreten MODIS bulut ürünü olan, 250m çözünürlüğe sahip, MYD35_L2/MOD35_L2 (61) veri seti kullanılmaktadır. Küresel kapsama alanında 5 dakika için granül boyutu 2030 x 1354 pikseldir. Toplamda yaklaşık olarak 6.500 hdf dosyasına ait 1.5 terabyte veri işlenmiştir. MODIS verilerine <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/> adresinden erişilebilir.

Uydu verilerinin yanı sıra Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün resmî web sitesindeki, ulusal ve uluslararası iklim istatistiklerinden oluşan yıllık iklim raporları ve yıllık meteorolojik analiz raporlarından faydalanılmıştır. Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesine <https://www.mgm.gov.tr/> adresinden erişilebilir.

1.2 Yöntem

MODIS veri seti, hdf formatında olduğundan ilk adım olarak veriler HDFView programı kullanılarak, sonraki aşamalar için, veri yapısı incelenmiştir.

Açık kaynak kodlu Python yazılımı içerisindeki gdal, numpy, matplotlib gibi kütüphaneler yardımıyla veriler geotiff hâle dönüştürülüp CBS ortamına uygunlaştırılmış, ardından Türkiye koordinatları ekseninde birleştirilmiştir. Her güne ait ortalama bir geotiff görüntü oluşturularak elde edilen tüm bu günlük görüntüler yıllık ve son olarak da 2012-2018 için yıllık tekrardan birleştirilerek maksimum, minimum ve ortalama bulutluluk değeri elde edilmiştir.

Görüntü işleme kısmında ARCGIS (ESRI) yazılımı kullanılmıştır. Verilerin görüntü konumları yer konumlarına iz düşümlendirilerek geometrik düzeltmesi yapılmıştır. Bu aşamadan sonra veriler, Türkiye Siyasi Sınır çerçevesinde kesilerek ve alansal olarak standartlaştırılarak veri aralığına göre renk kodlarıyla ölçeklendirilmiştir. Diğer referans öğeleri (pusula, ölçek vb.) eklenip görüntü formatına (JPEG) aktarılmıştır.

2. Türkiye Geneli 2012-2018 Yılları Ortalama Bulutluluk Analizi

Türkiye, Dünya üzerindeki konumu ve coğrafi yapısı gereği birçok iklime ve mevsime ev sahipliği yapmaktadır. Dolayısıyla bu değişken yapıya sahip bu coğrafya üzerinde iklim parametrelerinin bulutluluğa bağlı etkileri değişkenlik göstermektedir. Türkiye'nin bulutluluğunu etkileyen ana sistemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Deniz kaynaklı polar hava kütleleri, Türkiye'nin kuzeyinde yoğun bulutluluğa neden olmaktadır.
- Güneybatı yukarı hava hareketleri ile gelen cephesel Akdeniz siklonları Türkiye'nin batı kısmını etkilemektedir.
- Ayrıca doğu Akdeniz havzası siklonları, Türkiye'nin güneydoğusu ve güneyindeki bulutluluk için önemlidir.
- Bazı yerel dikine aktiviteler bulutluluk üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.
- Kuzey Afrika ve Arap çöllerinden gelen karasal tropik hava akımları bulutluluk üzerinde, özellikle Türkiye'nin güney-doğu bölgesi, kısmen orta Anadolu ve doğu kısmı için negatif etkiye sahiptir. (Aksoy, B., Incecik, S.)

Tüm bu doğa olaylarının uzay tabanlı verilerle bir bütün olarak elde edilip incelenmesi daha doğru ve kesin sonuçlar ortaya koyacaktır. Uzaktan algılama verileri kullanılarak yapılan 2012-2018 yıllarını kapsayan analiz sonucu **Şekil 1**'de verilmiştir. Tüm yılların görüntülerinin birleştirilmesinden elde edilen bu görüntü 0-1 arasında normalize edilerek standartlaştırılmıştır. "1" değeri bulutluluğu "0" değeri de açık gökyüzünü ifade etmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde en yüksek seviyeye ulaşan ortalama bulutluluk piksel değeri, Orta Karadeniz Bölgesi'ne doğru gidildikçe azaldığı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Ege Bölgesinde ve Orta Akdeniz'de yerini kısmen açık gökyüzüne bıraktığı gözlenmiştir. 0.89 değeri ile ortalama en bulutlu ve 0.070 değeri ile en açık gökyüzüne sahip iller **Şekil 1.** de gösterilmiştir.

Şekil 1. 2012-2018 yılları arası Türkiye Ortalama Bulutluluk Haritası.

2.1. Türkiye Geneline Yıllık Bulutluluk Analizi ve Meteorolojik Verilerle Uydu Verilerinin Karşılaştırılması

ARCGIS (ESRI) yazılımında bulunan piksel değerlerine göre; 2012-2108 yıllarına ait maksimum ve minimum bulutluluk değerleri **Tablo 1.**'de verilip **Şekil 2.**'de haritalandırılmıştır.

Yıllar	Bulutluluk Değerleri	İller
2012	Max: 0.872	Trabzon- Rize
	Min: 0.042	Mersin
2013	Max: 0.890	Trabzon- Artvin- Rize
	Min: 0.072	Antalya
2014	Max: 0.891	Trabzon
	Min: 0.041	Antalya
2015	Max: 1.000	Trabzon- Rize
	Min: 0.073	Mersin
2016	Max: 0.830	Rize
	Min: 0.090	Mersin
2017	Max: 0.970	Trabzon- Artvin- Rize

	Min: 0.022	Mardin- Şanlıurfa
2018	Max: 0.978	Trabzon- Artvin- Rize
	Min: 0.021	Mersin

Tablo 1. Türkiye 2012-2018 yılları arası standart ölçekte maksimum ve minimum bulutluluk değerleri ve bu değerlerin gözlemlendiği iller.

Şekil 2. Türkiye 2012-2018 Yıl Bazlı Ortalama Bulutluluk Haritası.

2.1.1 Bulutluluk ve Güneşlenme Süresi ile Karşılaştırılması

Bir bölgede, güneşin gökyüzünde görünebildiği süreye güneşlenme süresi denir. Bir yerin güneşlenme süresi ne kadar fazla olursa sıcaklık değeri de o kadar fazla olmaktadır. Güneşlenme süresini mevsim, bakı, enlem gibi faktörlerin

yanı sıra bulutluluk oranı da önemli ölçüde etkilemektedir. Gökyüzünün bulutlu olması durumunda güneş ışınlarının yer yüzüne düşmesi engellenir, sıcaklık değerleri düşer ve güneşlenme süresi kısalmaktadır.

Türkiye güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Yıllık ortalama güneş enerjisi 1315 kWh/m² ve Türkiye'nin tüm yüzeyine gelen enerji miktarı 1025-1012 kWh değerleri arasında değişen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Ülkemizin yıllık güneşlenme süresi ortalama olarak 2640 saattir. (Kumbur.H. vd.,2005)

Türkiye ortalama güneşlenme sürelerinin 1985-2017 yılları arasındaki dağılımı Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim raporlarından alınan, Türkiye Ortalama Günlük Toplam Güneşlenme Süresi Dağılımı Haritası **Şekil 3**' de verilmiştir. Uydu verilerinden elde edilen güncel ortalama bulutluluk sonuçları ise **Şekil 1** 'de verilmiştir. Açıkça görülmektedir ki Rize ilindeki ortalama 4.2-5.2 günlük güneşlenme süresi ile ortalama bulutluluk arasında bir ilişki olduğu doğrulanmaktadır. İklim raporlarından elde edilen sonuçlar ve yapılan ortalama bulutluluk analizi **Grafik 1**'de verilmiştir. **Grafik 1**'e göre minimum bulutluluğun en yüksek olduğu 2016 yılında en uzun güneşlenme süresi yaşanmıştır. Buna bağlı olarak bulutluluk ve güneşlenme süresi arasında bölgesel olduğu gibi genel ölçekte de doğru orantılı bir ilişki vardır. 2018 yılına ait iklim raporu henüz oluşturulmadığından **Grafik 1**'e 2018 yılı dahil edilmemiştir.

Grafik 1. Türkiye 2012-2017 Bulutluluk ve Güneşlenme Süresi(g) Grafiği.

Şekil 3. Türkiye ortalama günlük toplam güneşlenme süresi dağılımı.

2.1.2. Bulutluluk ve Yağış ile Karşılaştırılması

Türkiye’de yağışın yıllık dağılışı bakımından büyük farklılıklar görülmektedir. Nitekim Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yıllık yağış tutarı 2500 mm’yi geçerken, dağlarla çevrili bazı depresyonlarda bu değer 250 mm’nin altına inmektedir. Türkiye’yi üç yönden çevreleyen denizlerin buharlaşma kaynağı olarak yağış koşulları üzerindeki etkisi büyüktür. Kıyı bölgelerine ulaşan nemli hava kütleleri Kuzey Anadolu Dağları’nın kuzey, Torosların güney yamaçları boyunca yükselerek kıyı kuşağı ve bu dağların yamaçlarına bol yağış bırakır. Buna karşılık dağları aşır iç bölgelere inen nemini büyük ölçüde yitirmiş hava kütleleri bu bölgelere daha az yağış bırakır. Bu nedenle iç bölgelerde yağış kıyı bölgelerine oranla daima azdır (Koçman, 1993). Yıllık ortalama yağış miktarlarının dağılışı açısından Torosların batısı ile Batı ve Doğu Karadeniz bölümlerinde bu değer 1000 mm’nin üzerindedir. En yüksek yağış değerleri Samsun’dan doğuya doğru olmak üzere Doğu Karadeniz Bölümü’ndedir. (Rize 2300 mm). (Ölgen M.Kirami, 2010)

Yağmur ölçümlerinin gerçek yağışa yakın olduğu düşünülse de doğrulama için uzaktan algılama tabanlı tahminlere ve model çıktılarına ihtiyaç vardır. (Sungmin O. vd., 2016) Bu ihtiyacı karşılamak için bu çalışmada hem meteorolojik veriler hem uydu verileri karşılaştırılmıştır. Yıllık iklim raporlarından alınan istatistiksel sonuçlar ve bulutluluk analizi sonuçları **Grafik 2’**de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Maksimum bulutluluğun en yüksek olduğu 2015 yılında maksimum yağışın en yüksek değeri almadığı görülmektedir. Buna bağlı olarak bölgesel ölçekte uyum gösteren yağış ve bulutluluk farklı parametrelerin etkisiyle genel bakışta uyum göstermemektedir.

Bulutlar devamlı değişiklik gösteren bir oluşum sergilemektedirler. Bulutların bu tipik şekillerinin sınıflandırılması cinsler (genera), türler (species) ve çeşitlenmeler (varieties) olarak tespit edilmiştir. Bu bulutlardan bazıları (Nimbostratus) yağmur oluşumuna sebep olurken bazıları (Cirrus) ise oluşan yağışın yeryüzüne inmeden buharlaşması ile gökyüzünde bulut şeklini almaktadır. (Köksal S.,2007)

MODIS bulut maskesi, sadece bulutlu / bulutsuz tanımlayıcısından daha fazladır. Çeşitli kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlandığından her türlü bulut varlığına karşı çok duyarlıdır. Yalnızca bazıları ince cirrus kontaminasyonunu tolere edebilir veya düzeltebilir, diğerleri için ise bu gözardı edilir. (Strabala K.)

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda yapılan bu çalışmada elde edilen ortalama bulutluluk sonuçları, hem yağış oluşumunu etkileyen hem de yağış oluşumunu doğrudan etkilemeyen bulut piksellerinin tümünü kapsamaktadır. Genel bulutluluk ortalaması alındığında yağış getiren bulutlar ve diğerleri de bu ortalamanın içinde olduğundan yağış ve bulutluluk arasındaki ilişki **Grafik 2’** de de görüldüğü gibi uyumluluk göstermemektedir.

2018 yılına ait iklim raporu henüz oluşturulmadığından **Grafik 2’**ye 2018 yılı dahil edilmemiştir. Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan iklim istatistiklerine dayanarak oluşturulan Türkiye Yıllık Toplam Yağış Dağılımı Haritası **Şekil 4** ‘te gösterilmektedir. Türkiye Yıllık Toplam Yağış Dağılımı Haritasında 1970-2017 yılları arasındaki yağış miktarına göre Rize nin 2.2001-2.400 mm ile en çok yağış alan şehri olduğunu görülmektedir. **Şekil 1**’ deki Türkiye bulutluluk haritası ile karşılaştırdığımız zaman yine Rize’nin 2012-2018 yılları arasında en bulutlu üç ilden biri olduğunu ve toplam yağış ile bulutluluk arasındaki ilişkinin bölgesel ölçekte doğru orantılı olduğunu, uydu görüntüleri ve meteorolojik verilerden faydalananarak söylenebilir.

3. SONUÇLAR

Türkiye bulutluluk analizine göre son altı yılda Trabzon ve Rize'nin 0.88 değeri ile en yüksek, Mersin'in ise 0.070 değeri ile en düşük ortalama bulutluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Güneşlenme süresi ve bulutluluk arasındaki ilişki ile yağış ve bulutluluk arasındaki ilişki incelenerek yorumlanmıştır. Maksimum güneşlenme süresi ve minimum bulutluluk arasında uyumlu bir ilişki görülürken, maksimum yağış ve maksimum bulutluluk arasında Türkiye genelinde uyumlu bir ilişki görülmemektedir. Bunun nedenlerinin bulut çeşitliliği ve kullanılan uydunun bulut algoritması olduğu düşünülmektedir ancak daha detaylı bir analiz için farklı bulut belirleme algoritmaları ile bulut türleri belirlenmeli, bu bulut türlerinin yağış ile ilişkisi incelenmelidir.

Uzaktan algılama verilerinin geniş veri arşivinden yararlanılabilirliği geçmişe yönelik analizler yapılmasında ve geleceğe yönelik daha kesin tahminler yapılmasında büyük avantaj sağlamaktadır. İlerleyen çalışmalarda bu avantajlar kullanılarak daha geniş veri setiyle daha geniş bölgelerde analizler yapılarak iklimsel öngörüler üzerinde çalışılması planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışma sırasında bilgisini ve desteğini esirgemeyen Dr. Kazım Kaba'ya ve bu çalışmaya sağlanan desteklerden dolayı TÜBİTAK 117F309 no'lu projeye teşekkürü bir borç bilirim.

KAYNAKLAR

Ackerman, S. A., Strabala, K. I., Menzel, W. P., Frey, R. A., Moeller, C. C. ve Gumley, L. E., 1998. Discriminating clear sky from clouds with MODIS. *Journal of Geophysical Research*, 103: 32141-32157.

Ackerman, S. A., Strabala, K. I., Menzel, W. P., Frey, R. A. Moeller, C. C., Gumley, L. E., Baum, B. A., Schaaf, C. ve Riggs, G., 1997. Discriminating clear-sky from cloud with MODIS algorithm theoretical basis document (MOD35). *EOS ATBD Home Page*, 125.

Aksaker, N., Yerli, S.K., Erdoğan, M.A., Erdi E., Kaba, K. ve Ak, T., 2015. Astronomical site selection for Turkey using GIS techniques. *Experimental Astronomy* ,39: 547-566

Bar-Or, R. Z., Altaratz, O. ve Koren, I., 2011. Global analysis of cloud field coverage and radiative properties, using morphological methods and MODIS observations. *Atmospheric Chemistry And Physics*, 11: 191-200.

Chen, S., Zhang, T., 2015. An improved cloud masking algorithm for MODIS ocean colour data processing. *Remote Sensing Letters*, 6(3): 218-227.

Chu, A., K. I. Strabala, R. Song, S. Platnick, M. Wang and S. Matoo, 1997. MODIS Atmosphere Quality Assurance Plan. MODIS Home Page, 44.

Justice, C.O., Townshend, J.R.G., Vermote, E.F., Masuoka, E., Wolfe, R.E., Saleousc, N., Roy, D.P. ve Morisette, J.T. 2002. An overview of MODIS Land Data Processing and Product Status. *Remote Sensing Of Environment*, 83:3-15.

Frey, R., 2010. *Collection 6 Updates to the MODIS Cloud Mask (MOD35)*, MODIS/VIIRS Science Team Meeting. 19 Sayfa.

Khlopenkov, K.V., Trishchenko, A.P. ve Luo, Y., 2008. Implementation and Evaluation of Concurrent Gradient Search Method for Reprojection of MODIS Level 1B Imagery. *IEEE Transactions on Geoscience And Remote Sensing*, 46(7): 2016-2027.

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. ve Avcı, E., 2005. *Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yenilenebilir Enerji Kaynaklar Sempozyumu ,7 Sayfa.

Koçman, A., 1993. Türkiye’de Yağış Yetersizliğine Bağlı Kuraklık Sorunu. *Ege Coğrafya Dergisi*. 7:77- 88.

Koçman, A., 1993. Türkiye İklimi, *Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, 72.

Köksal S., 2007. Bulutlar, *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*

King, W., Menzel, P., J. Kaufman, Y., Tanre, D., Platnick, S., Ackerman, S., Lorraine, A., Pincus,R. ve Hubanks, P., 2002, Cloud and Aerosol Properties, Precipitable Water, and Profiles of Temperature and Water Vapor from MODIS, *IEEE Transactions On Geoscience and Remote Sensing*

Kirami, Ö., 2010, Türkiye’de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı, *Ege Coğrafya Dergisi*, 19(1):85-95

Luo. Y., Trishchenko. A.P. ve Khlopenkov. K.V., 2008. Developing clear-sky, cloud and cloud shadow mask for producing clear-sky composites at 250-meter spatial resolution for the seven MODIS land bands over Canada and North America, *Remote Sensing of Environment*, 112(12): 4167-4185

Platnick, S., King M. D., IEEE, Ackerman, S., Menzel, P. ve Bryan, A., 2003. The MODIS Cloud Products: Algorithms and Examples From Terra, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(2):459-473

Ricciardelli. E., Romano. F. ve Cuomo. V., 2010. A Technique for Classifying Uncertain MOD35/MYD35 Pixels Through Meteosat Second Generation-Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager Observations.", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48(4): 2137-2149.

Sezen, I., Sakarya, S., Topçu, S., Aksoy, B. ve Incecik, S., 2013. *Türkiye'nin Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Açık Günlere Ait Global Radyasyon Değişiminin Açıklık İndeksi İle İncelenmesi*, MGM Araştırma-Atmosfer Modelleri. 9 Sayfa.

Strabala, K., 2004. *MODIS Cloud Mask User's Guide*. 32 Sayfa.

Zhang, R., Sun. D., Li.S. ve Yu. Y., 2013. A Stepwise Cloud Shadow Detection Approach Combining Geometry Determination and SVM Classification for MODIS Data, *International Journal of Remote Sensing*, 34(1): 211-226.