FARKLI YÖNTEMLERLE SINIFLANDIRILMIŞ UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN BENZERLİK KARŞILAŞTIRMASI

Tolga BAKIRMAN[1]

[1]Arş. Gör., Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Davutpaşa, İstanbul, bakirman@yildiz.edu.tr

ÖZET

Gelişen uydu sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri, harita karşılaştırma metotlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Harita karşılaştırmaları, değişim analizi, zamansal değişim senaryoları ve arazi kullanımı doğrulama gibi işlemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, farklı yöntemlerle sınıflandırılmış Rapideye görüntüsünün, sınıflandırma haritaları karşılaştırılmıştır. Çalışma, İzmir'in Menemen Ovası'nda tarım arazilerinin yoğun olduğu bir bölgede gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında; mısır (I. ve II. evre), pamuk, bostan, yapay yüzeyler, çıplak yüzeyler ve su yüzeyi olmak üzere sahada belirlenen 7 farklı sınıf türü bulunmaktadır. Uydu görüntüsü, destek vektör makineleri, en yakın komşuluk ve radyal tabanlı fonksiyon sinir ağları yöntemleri ile kontrollü sınıflandırılmıştır. Destek vektör makineleri yönteminde, lineer kernel kullanılmıştır ve ceza parametresi (c) 1-100, γ parametresi ise 1-10 taranarak, en iyi sonucu veren parametrelerle, %92,34 ortalama sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir. En yakın komşuluk yönteminde, katsayı parametresi 1,5 ve 9 olarak denenerek, en iyi ortalama doğruluk katsayı 5 alındığında, %91,06 olarak elde edilmiştir. Radyal tabanlı sinir ağları yönteminde γ parametresi 0-10 arasında denenerek, en iyi ortalama sınıflandırma doğruluğu %90,64 olarak elde edilmiştir. Oluşturulan sınıflandırma haritaları, Hollanda Research Institute for Knowledge Systems tarafından geliştirilen ücretsiz Map Comparison Kit 3 (MCK) kullanılarak, çapraz olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yöntemi olarak Kappa, Fuzzy Kappa, Fuzzy Inference System, Kümelenmiş Hücreler ve Kategorik teknikleri kullanılmıştır. Elde edilen karşılaştırma sonuçları haritalar halinde sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Benzerlik, Harita Karşılaştırma, Rapideye, Sınıflandırma

ABSTRACT

COMPARISON OF SATELLITE IMAGES CLASSFIED BY DIFFERENT METHODS

Developing satellite systems and geographic information systems have led map comparison methods to emerge. Map comparisons are oftenly used in many applications such as change detection, temporal change scenarios and land use correction. In this project, classified Rapideye images which processed with different methods are compared. The project was applied in Menemen Plain in İzmir, where contains many agricultural lands. There are 7 different classes in the project area which are corn (1st and 2nd phase), cotton, garden, artificial surface, bare surface and water. Satellite image was classified using support vector machines, nearest neighbour and radial based function neural network supervised classification techniques. Linear kernel was used in the classification process with support vector machines. Cost parameter (c) and γ parametre were scanned between 1-100 and 1-10 respectively in classification process with support vector machines and the best average classification accuracy was achieved with 92,34%. In nearest neighbour method coefficient parameter was chosen as 1,5 and 9. The best average classification accuracy was 91.06% with the coefficient parameter taken as 5. While using radial based neural networks technique, γ parameter was scanned between 1 and 10 and the best average classification accuracy was achieved with 90.64%.Created classfication maps was compared using Map Comparion Kit 3 (MCK) which was developed by Research Institute for Knowledge System in The Netherlands. Kappa, Fuzzy Kappa, Fuzzy Inference System, Aggregated Cells and Per Category map comparison techniques were used. Obtained results maps are presented in the article.

Keywords: Bu bölümde çalışmaya ilişkin anahtar sözcüklerin İngilizce karşılıkları yer alacaktır.

1. GİRİŞ

Harita karşılaştırması, coğrafi bilgi sistemi ve çevresel araştırmalar için önemli bir araştırma alanıdır (Visser, H., Nijs, T.D., 2006; Foody, G.M., 2004) ve yüksek çözünürlüklü konumsal modeller, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılamanın gelişmesiyle, harita karşılaştırmasına olan ihtiyacı arttırmaktadır (Hagen, A., 2010). Harita karşılaştırma algoritmaları, iki harita arasındaki benzerliği sayısal olarak ifade etmek için kullanılmaktadır (Hagen, A., 2002). Harita karşılaştırmaları, bir bölgenin zaman içerisindeki değişimini bulmak veya alternatif yöntemlerle elde edilen kestirimlerin farklarını analiz etmek gibi amaçlara uygun bir araçtır (Hagen, A., 2006; Foody, G.M., 2007).

Çalışmada, üç farklı yöntem kullanılarak elde edilen sınıflandırılmış haritalar, Map Comparison Kit(MCK) (Visser, H., Nijs, T.D., 2006) yazılımı ile karşılaştırılarak, sınıflandırma yönteminin global ve sınıf bazında sınıflandırma sonunucuna etkisi incelenmiştir. Uydu görüntüsünü sınıflandırmak için en yakın komşuluk, destek vektör makinaları ve yapay sinir ağları metotları kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde MCK yazılımında kullanılan karşılaştırma yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ise, karşılaştırma sonucu elde edilen haritalar ve istatistiki veriler sunulmuştur. Son bölümde ise, çalışma sonucu elde edilen çıkarımlar özetlenmiştir.

2. KULLANILAN KARŞILAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması için 5 ayrı yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler Kappa, Fuzzy Kappa, Fuzzy Inference System, Kümelenmiş Hücreler(Aggreted Cells) ve Kategorik(Per Category) olarak sıralanabilir.

2.1 Kategorik

Kategorik karşılaştırma yöntemi, seçilen bir sınıf için hücre hücre karşılaştırma gerçekleştirir. Anlık olarak, seçilen sınıfın iki haritada bulunma durum bilgisi verir. Bu yöntem bütünleşik istatistiki sonuçlar vermektedir. Sınıflar bazında istatistiksel sonuçlar elde edinebilmek için Kappa yöntemi kullanılmalıdır.

2.2 Kappa

Kappa karşılaştırma yöntemi, her bir hücre çifti için karşılaştırma yaparak, çiftlerin eşit olup olmadığını saptamaktadır. Kappa istatistiği iki tip benzerlik kullanmaktadır: Miktar benzerliği ve konum benzerliği. Miktar benzerliği, her kategoride bulunan hücre sayısını, konum benzerliği ise farklı kategorilerin haritadaki dağılımına karşılık gelmektedir ve sırasıyla KHisto ve KLoc olarak ifade edilmektedir. Kappa istatistiği bu iki ifadenin çarpımı ile hesaplanmaktadır.

2.3 Fuzzy Kappa

Fuzzy Kappa yönteminin temel amacı, iki haritadaki hücre çiftleri arasında benzerlik derecesi olgusunu ele almaktır. Bu yöntemde hücrenin komşuları da göz önünde bulundurularak, hücreye 0 ve 1 arasında benzerlik derecesi verilmektedir.

2.4 Fuzzy Inference System

Fuzzy Inference System yönteminde, diğer yöntemlerden farklı olarak hücre hücre karşılaştırma yerine, poligon tabanlı bir karşılaştırma uygulanmaktadır. Bu karşılaştırma yönteminde üç etmen göz önünde bulundurulmaktadır: Kesişim alanı, uyuşmazlık alanı ve poligon boyutu.

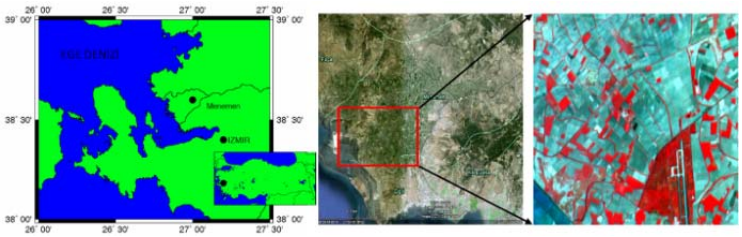
2.5 Kümelenmiş Hücreler

Kümelenmiş hücreler yöntemi, iki harita arasında ölçeğe bağlı benzerlik hesaplamayı amaçlar. Bu yöntemde ölçek, kümeleme seviyesine karşılık gelmektedir. Öncelikle bütün sınıfların pikselleri kümelenerek, daha kaba haritalar oluşturulur. Daha sonra oluşturulan haritalar üzerinden benzerlik hesabı gerçekleştirilir (Vlier, J.V., 2010).

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Çalışma alanı, İzmir Menemen Ovası'nın 7,5 × 6,7 km^2'lik bir alanını örten ve büyük kısmı tarım arazileri ile kaplı bir bölgede yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanında; mısır (I. ve II. evre), pamuk, bostan, yapay yüzeyler, çıplak yüzeyler ve su yüzeyi olmak üzere sahada belirlenen 7 farklı sınıf türü bulunmaktadır.

Çalışmada tarım, ormancılık ve sulak alanların harita üretiminde son zamanlarda tercih edilen ve sıklıkla kullanılmaya başlanan RapidEye uydu görüntüsü kullanılmıştır. RapidEye uydusu 2009 yılı Şubat ayından itibaren yer yüzeyine ait yüksek çözünürlüklü veri sağlamaktadır. RapidEye uydu görüntüsünü diğer çok bantlı uydu görüntülerinden ayıran en önemli özelliği standart bantların yanı sıra klorofil içeriğine duyarlı olan, elektromanyetik spektrumun 690-730 *nm* aralığında algılama yapan kırmızı kenar (redegde) bandına sahip ilk yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü olmasıdır. RapidEye firması müşterilerine, isteklerine bağlı olarak veri işleme seviyesine göre 1B ve 3A olmak üzere iki farklı seviyede veri sunmaktadır. Çalışmamızda geometrik, radyometrik ve yersel düzeltmeleri yapılmış 8 Ekim 2010 tarihli RapidEye ortogörüntüsü kullanılmıştır (Bakirman, T., vd., 2014).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Oluşturulan multispektral veri için eğitim ve test kümelerine ait sınıf bilgileri ve oluşturulacak olan sınıflandırma haritalarındaki sınıf renk bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sınıf Bilgileri

Sınıflar ve Harita Renkleri		**Örnekler**	
		Eğitim	**Test**
Mısır 1. Evre		241	30
Mısır 2. Evre		235	39
Pamuk		582	73
Su		280	13
Çıplak Alan		395	44
Yapay Alan		392	24
Bostan		268	12
Toplam Piksel Sayısı		2393	235

Eğitim örnekleri kullanılarak üç farklı kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılarak eğitim modelleri oluşturulmuştur: K en yakın komşuluk (K-EYK), radyal çekirdekli destek vektör makineleri (DVM) ve radyal tabanlı fonksiyon sinir ağları (RTF-YSA). K-EYK yönteminde K=1, 5 ve 9 değerleri denenmiş ve en iyi sınıflandırma sonucu için K=5 alınmıştır. DVM'nin ceza parametresi (c) 1-100 arasında, radyal taban fonksiyonunun γ parametresi ise 0-10 arasında taranarak en iyi modelleme parametreleri seçilmiştir. Çapraz geçerleme yöntemi ile de eğitim kümesini en başarılı şekilde sınıflayan parametreler seçilerek modeller oluşturulmuştur. Aynı şekilde RTF-NN için radyal taban fonksiyonunun γ parametresi 0-10 arasında taranarak sonuçlar elde edilmiştir.

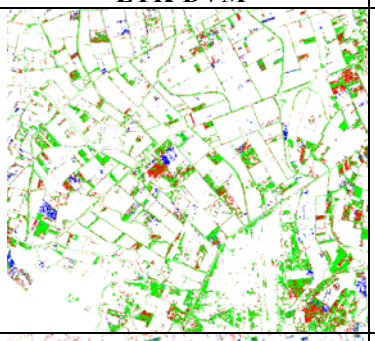
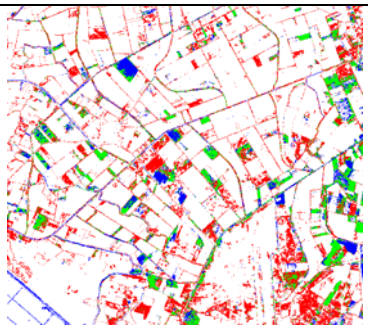
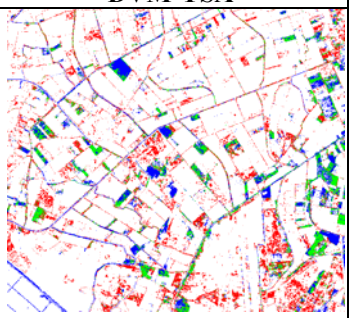
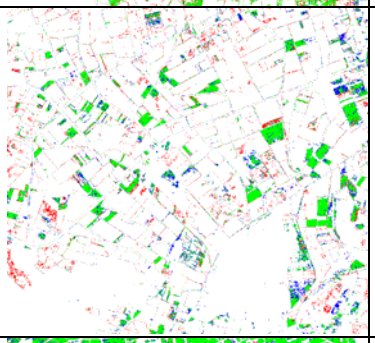
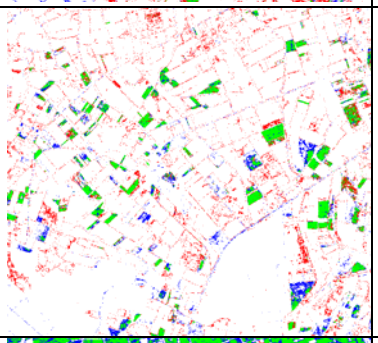
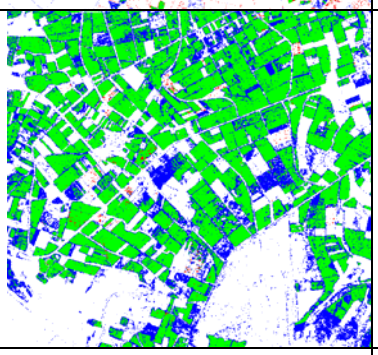
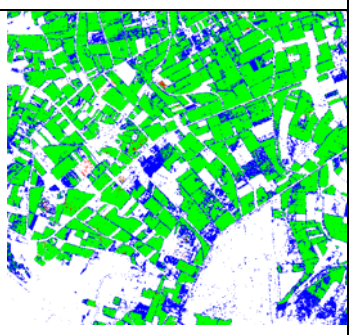
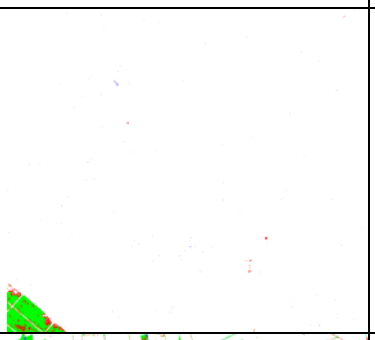
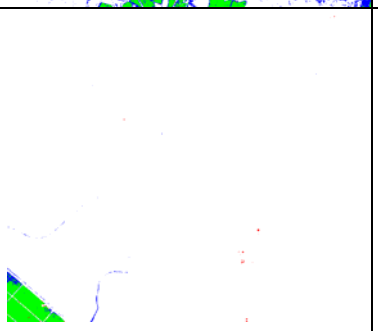
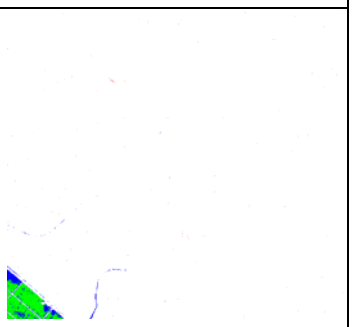
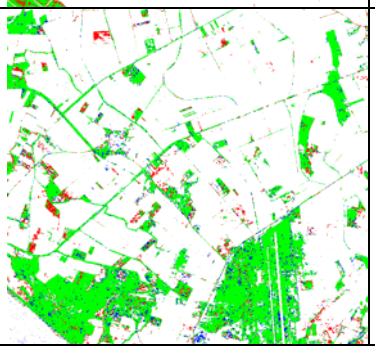
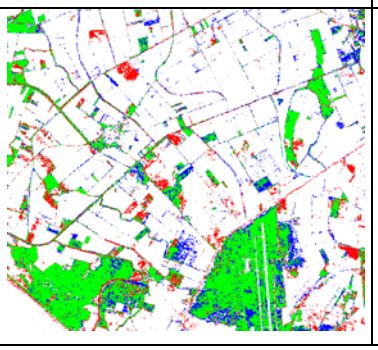
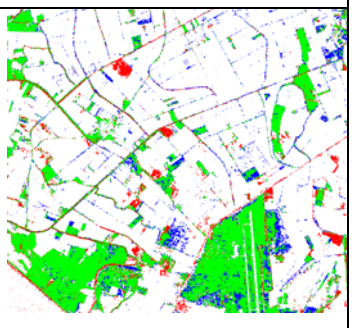
Uydu görüntüsünün EYK ile sınıflandırılmasıyla elde edilen ortalama doğruluk %91.06, DVM ile %92.34 ve YSA ile %90.64'tür. Elde edilen sınıflandırma haritaları Şekil 2'de görülebilmektedir.

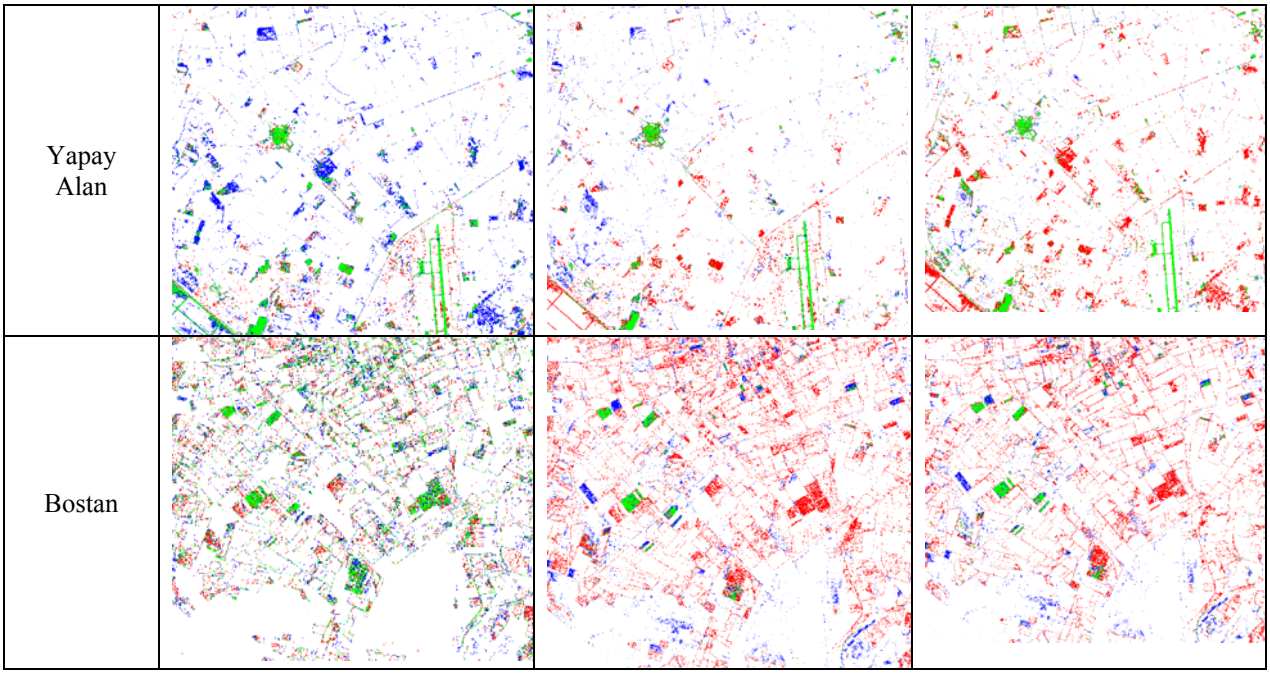
(a) (b) (c)

Şekil 2. (a) 5 En yakın komşuluk modeli için sınıflama haritası, **(b)** RTF çekirdekli DVM modeli için sınıflama haritası, **(c)** YSA için sınıflama haritası

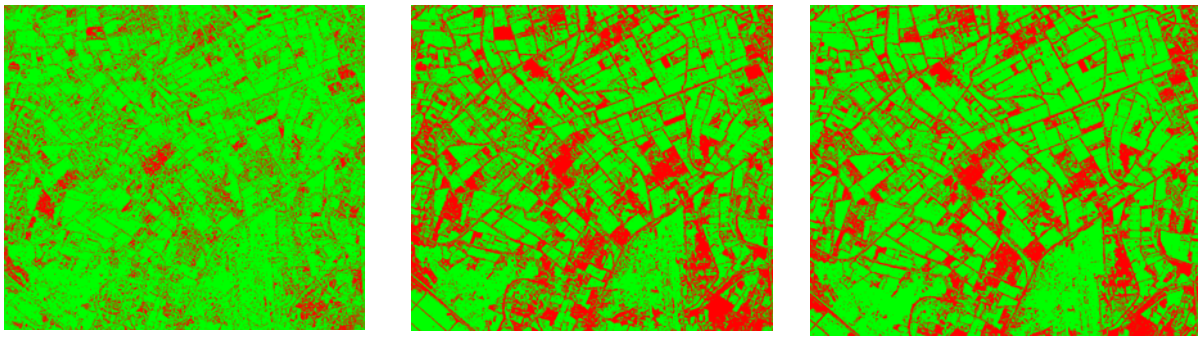
Elde edilen sınıflandırma haritaları MCK yazılımı kullanılarak, farklı yöntemlerle karşılaştırma işlemine tabi tutulmuştur. İlk olarak kategorik yöntemle karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu yöntemde her bir sınıf için ayrı ayrı karşılaştırma haritaları elde edilmiştir (Çizelge 2). Bu haritalarda beyaz piksel iki haritada da o sınıfın bulunmadığını, yeşil piksel iki haritada da o sınıfın bulunduğunu, kırmızı renk o sınıfın 1. haritada bulunduğunu 2. haritada bulunmadığını, mavi renk ise o sınıfın 1. haritada bulunmadığını 2. haritada bulunduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 2. Kategorik Yöntemle Karşılaştırma Haritaları

Sınıflar	EYK-DVM	EYK-YSA	DVM-YSA
Mısır 1. Evre			
Mısır 2. Evre			
Pamuk			
Su			
Çıplak Alan			



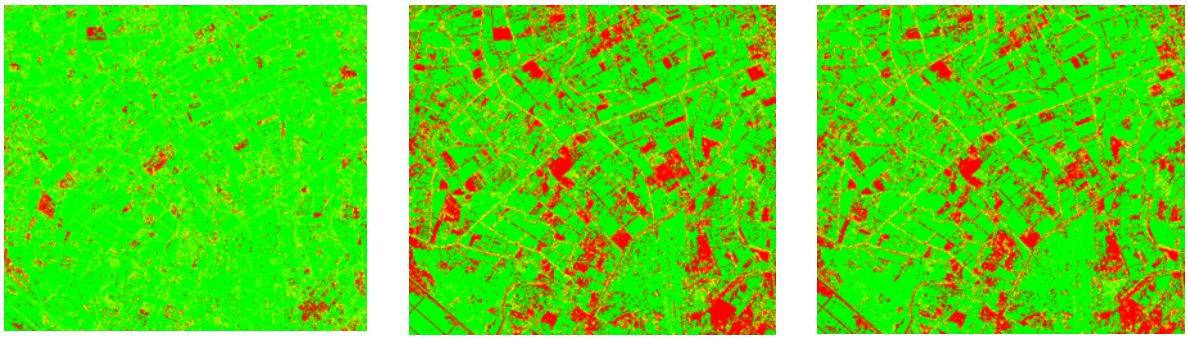
İkinci olarak uygulanan karşılaştırma yöntemi Kappa'dır. Bu yöntemde elde edilen haritalarda (Şekil 3), yeşil renk iki haritada aynı sınıfa ait pikseli, kırmızı renk iki haritada farklı sınıfa ait pikseli temsil etmektedir. Kappa değerleri EYK-DVM karşılaştırmasında 0.734, EYK-YSA karşılaştırmasında 0.505, DVM-YSA karşılaştırmasında ise 0.556 olarak elde edilmiştir.



(a) (b) (c)

Şekil 3. (a) EYK-DVM, **(b)** EYK-YSA, **(c)** DVM-YSA

Çalışmada üçüncü olarak Fuzzy Kappa karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde sonucunda oluşan karşılaştırma haritalarında her bir piksele 0 ila 1 aralığında benzerlik derecesi verilmiştir. Bu haritalarda (Şekil 4) yeşil renk 1 değerinin ifade eder ve piksellerin tamamen benzer olduğunu gösterir. Kırmızı renk ise 0 değerini ifade eder ve piksellerin hiçbir benzerliği olmadığını gösterir. Fuzzy Kappa değerleri sırasıyla 0.824, 0.559 ve 0.610 olarak elde edilmiştir. Ortalama benzerlik değerleri ise 0.878, 0.704 ve 0.742 olarak elde edilmiştir.

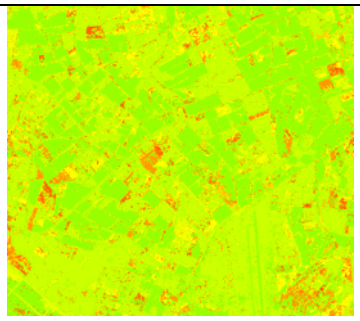
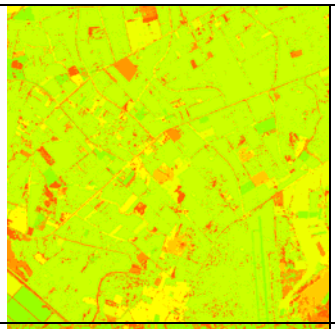
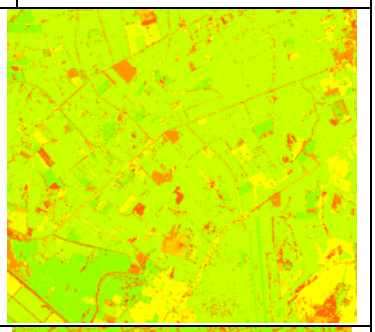
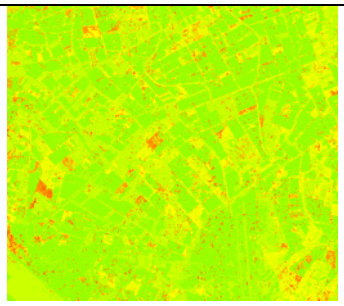
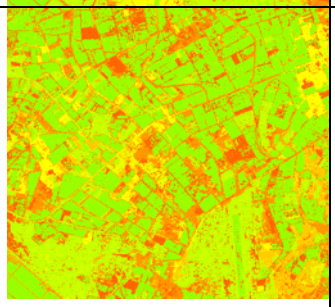
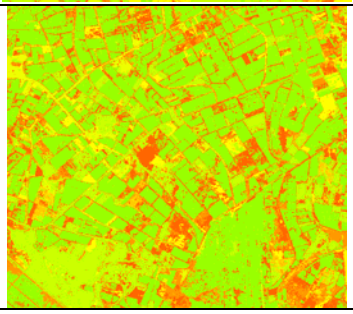


(a) (b) (c)

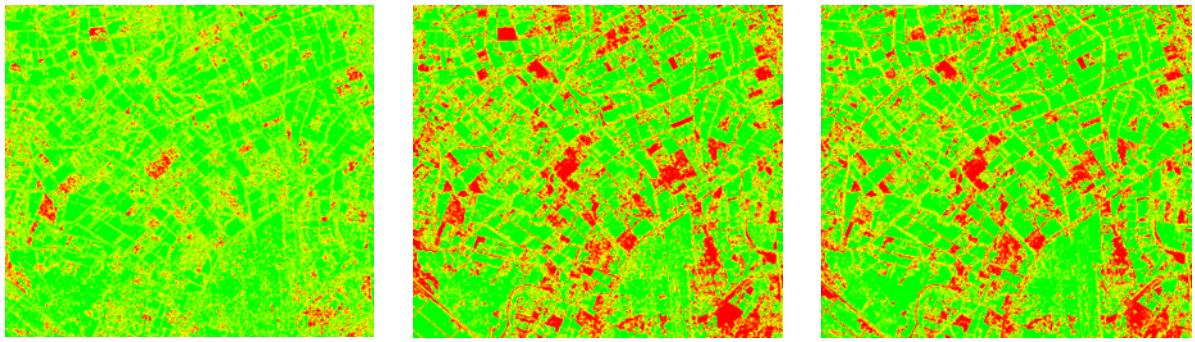
Şekil 4. (a) EYK-DVM, **(b)** EYK-YSA, **(c)** DVM-YSA

Fuzzy Inference System, bu çalışmada uygulanan dördüncü karşılaştırma yöntemidir. Bu yöntemde de Fuzzy Kappa yönteminde olduğu gibi piksellere benzerlik derecesine göre değerler verilir. Elde edilen haritalar ve istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Fuzzy Inference System Karşılaştırma Haritaları

Referans Harita	**EYK-DVM**	**EYK-YSA**	**DVM-YSA**
1. Harita			
2. Harita			
Global	0.690	0.620	0.640
Fuzzy	0.703	0.600	0.628

Çalışmada kullanılan son yöntem ise kümelenmiş hücreler yöntemidir. Bu yöntemde de piksellere benzerlik seviyesine bağlı olarak değerler atanmaktadır. Elde edilen haritalardaki (Şekil 5) ortalama benzerlik katsayısı sırasıyla 0.830, 0.672 ve 0.711 olarak elde edilmiştir.



(a) (b) (c)

Şekil 5. (a) EYK-DVM, **(b)** EYK-YSA, **(c)** DVM-YSA

4. SONUÇLAR

En yakın komşuluk, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları yöntemleriyle sınıflandırılmış görüntü, Kategorik, Kappa, Fuzy Kappa, Fuzzy Inference System, ve Kümelenmiş Hücreler teknikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Kategorik yöntemiyle karşılaştırılmış haritalar incelendiğinde, mısır 1. evre sınıfı için EYK ve DVM yöntemlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Mısır 2. evre sınıfı için üç sınıflandırma yönteminin de yakın performans sergilediği görülmüştür. Pamuk sınıfında EYK ve DVM yöntemleri yakın sonuçlar üretirken, YSA yöntemi diğerlerine göre daha fazla pamuk sınıfı ortaya çıkarmıştır. Su sınıfı kolay sınıflandırılabilen bir yüzey olduğu için, karşılaştırma haritalarında fark yaratacak bir bulguya rastlanmamıştır. Çıplak alan sınıfında en iyi performans EYK ve DVM karşılaştırmasında elde edilmiştir. Yapay alan sınıfı için çalışman alanında bulunan uçak pisti ve şehir merkezi dışında, sınıflandırma yöntemlerinin uyumsuzluğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde bostan sınıfının da karşılaştırmalarında sınıflandırma haritalarının birbirlerine uyumsuzluğu gözlenmiştir.

Kappa, Fuzzy Kappa, Fuzzy Inference System ve Kümelenmiş hücreler yöntemlerinde, en uyumlu sınıflandırma haritaları EYK ve DVM olarak gözlemlenmiştir. En uyumsuz sınıflandırma haritası çifti ise EYK ve YSA olarak ortaya çıkmıştır.

Arazi kullanımı belirleme ve doğrulama çalışmaları için sınıf türlerin doğru saptanması önemlidir. Bu çalışmada farklı yöntemler kullanılarak elde edilen sınıflandırma haritaları, MCK yazılımı kullanılarak farklı tekniklerle karşılaştırılarak, sınıflar ve global bazında uyumlulukları gözlemlenmiştir. Bu sayede, sınıfların doğru belirlenmesi ve sınıflandırma yönteminin etkileri üzerinde bulgular elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

Bakirman, T., Bilgin, G., Balık Şanlı, F., Uslu, E., Üstüner, M., 2014, Sentetik Açıklık Radar ve Multispektral Uydu Verilerinin Kaynaştırılması ve Sınıflandırılması, *IEEE 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference*, Trabzon, 754-757.

Foody, G.M., 2004, Thematic Map Comparison: Evaluating the Statistical Significance of Differences in Classification Accuracy, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(5), 627–633.

Foody, G.M., 2007, Map comparison in GIS, *Progress in Physical Geography*, 31(4), 439–445.

Hagen, A., 2002, Approaching Human Judgement in the Automated Comparison of Categorical Maps, *4th International conference on Recent Advances in Soft Computing.*

Hagen-Zanker, A., 2006, Map Comparison Methods That Simultaneously Address Overlap and Structure*, Journal of Geographical Systems*, 8, 165–185.

Hagen, A., 2010, Fuzzy Set Approach to Assessing Similarity of Categorical Maps, *International Journal of Geographical Information Science*, 17(3), 235–249.

Visser, H., Nijs, T.D., 2006, The Map Comparison Kit, *Environmental Modelling & Software*, 21, 346-358.

Vliet, J. V., 2010, MCK User Manual, *RIKS*, The Netherlands.