

# TÜBİTAK UZAY'da Hiperspektral Görüntü İşleme Araştırmaları: 2012-2014

Ufuk Sakarya\*, Mustafa Teke, Can Demirkese, Onur Haliloğlu, Ali Ömer Kozal, Hüsne Seda Deveci, A. Feray Öztoprak, Behçet Uğur Töreyn, Sevgi Zübeyde Gürbüz

TÜBİTAK UZAY, ODTÜ Yerleşkesi, 06800, Ankara.

## Özet

*Hiperspektral görüntü işleme ülkemizde giderek önemi artan bir konu olmaya devam etmektedir. Hiperspektral sistemlerin geliştirilmesi ve kullanılması üzerine son zamanlarda ülkemizde önemli projeler başlatılmıştır. Bu bildiri 2012-2014 yılları arasında TÜBİTAK UZAY'da yapılan hiperspektral görüntü işleme araştırmalarının kısa bir özeti sunulmaktadır. Yapılan çalışmalardan birisi hiperspektral görüntü işlemenin tarım alanındaki uygulamalarının araştırılmasıdır. Bu konuda literatür araştırması yapılarak bir inceleme hazırlanmış ve sunulmuştur. Hiperspektral görüntü işleme konusundaki araştırma konularından birisi boyut indirgemedir. Bu konuda karşılaştırmalı deneyler yapılarak yapılan çalışmalar yayınlanmıştır. Bir başka üzerinde durulan araştırma konusu öznelik çıkarmadır. Hiperspektral verinin başka tipte veriler ile füzyonu üzerine de araştırma yapılmıştır. Bu konuda yapılan deneysel çalışmalar sunulmuştur.*

## Anahtar Sözcükler

TÜBİTAK UZAY, Hiperspektral Görüntü İşleme, Uzaktan Algılama

## 1. Giriş

Hiperspektral görüntü işleme ülkemizde giderek önemi artan bir konu olmaya devam etmektedir. Hiperspektral sistemlerin geliştirilmesi ve kullanılması üzerine son zamanlarda ülkemizde önemli projeler başlatılmıştır. Bu projelerden birisi içerisinde hiperspektral uydu kamerası alt yapısı geliştirmeyi de barındıran İMECE projesidir (Anonim 2014), (TÜBİTAK 2014). Bir diğer proje ise içerisinde yerli imkânlarla hiperspektral görüntüleme teknolojilerinin geliştirilmesi de amaçlanan TUYGUN projesidir (Anonim 2015). TÜBİTAK UZAY'da 2012'den beri süregelen hiperspektral görüntü işleme araştırmaları yapılmaktadır. Bu bildiri bu araştırmaların kısa bir özeti sunulmaktadır.

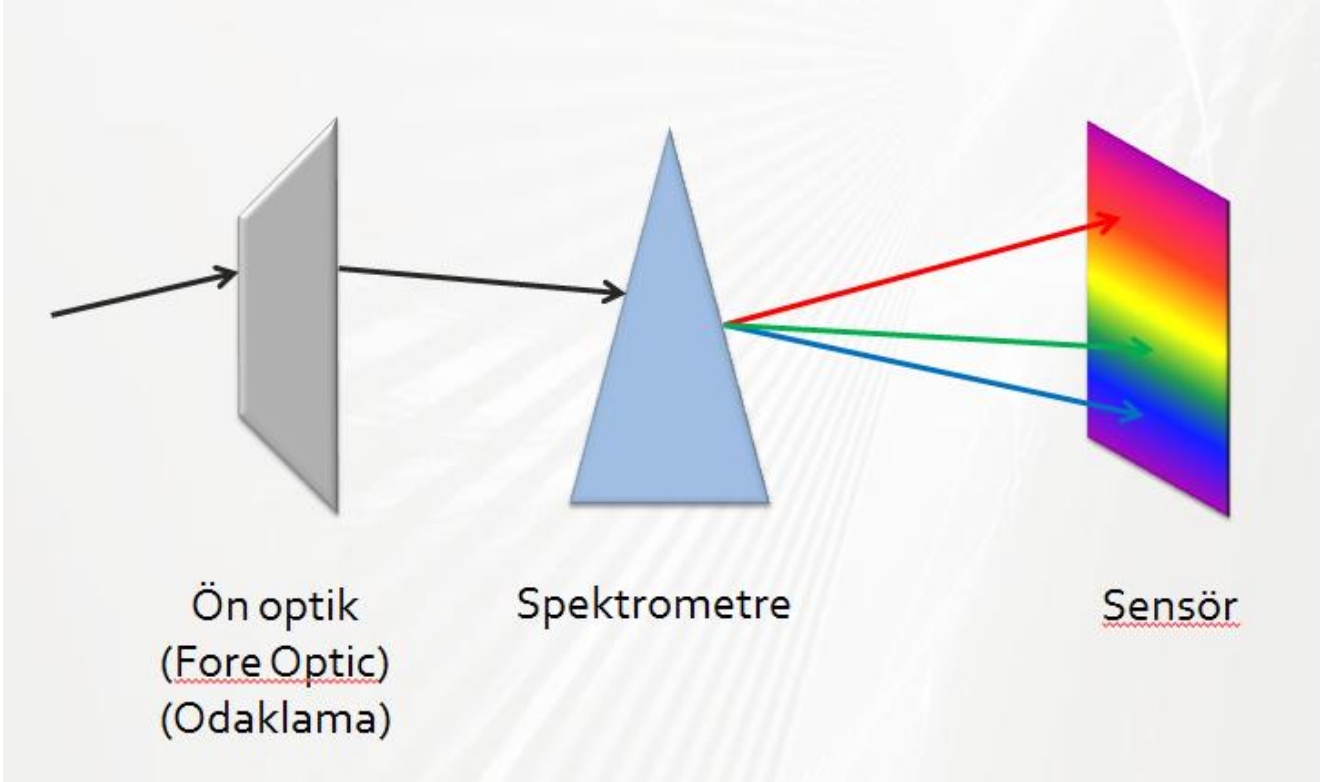
Hiperspektral görüntü işleme uzaktan algılamada önemli bir araştırma alanıdır. Nesne veya malzemelerin spektral imzaları ile geniş bir uygulama alanına sahiptir: Tarım, ormancılık, jeoloji, ekoloji gözlemi, afet gözlemi, vb. Çok bantlı görüntülerden farklı olarak hiperspektral görüntülerde bant genişlikleri çok daha dar olmakta ve böylece çok daha fazla sayıda bant bilgisi ile spektral boyutta çözünürlük artmaktadır. Böylece spektral çözünürlüğe göre ayırım yapılabilecek nesnelerin ayırt edilmesinde bir avantaj sağlanmaktadır.

Şekil 1'de temsili bir hiperspektral görüntüleme sistemi görülmektedir. Temel olarak 3 ana parçadan oluşmaktadır. Ön optik ışının odaklanmasını sağlar. Spektrometre ise gelen ışının spektral ekseninde tayfına ayrılarak sensör üzerinde farklı hücrelere düşmesini sağlar. Böylece sensör üzerinde okuma yapılarak hiperspektral veriye ulaşılabilir. Temsili sistemde aynı zamanda tek çekimle görüntü alınmaktadır. Zamanda ayrılmaya gidilerek farklı tipte hiperspektral görüntüleme sistemleri de olabilir, buna bir örnek olarak farklı dalga boyunu geçiren süzgeçlerden oluşan sistemler gösterilebilir. Sonuçta nasıl bir görüntüleme sistemi ile elde edilmiş olursa olsun, hiperspektral bir veri dendiğinde üç boyutlu bir veri küpünden bahsedilmektedir. Şekil 2'de örnek bir veri küpü gösterilmektedir. İlk iki boyut yersel bilgiyi gösterirken üçüncü boyut spektral bilgiyi göstermektedir. Bir noktadaki spektral veri incelendiğinde ortaya tek boyutlu bir işaret olan spektral işaret elde edilir. Şekil 2'de farklı sınıflara ait örnek spektral işaretler görülmektedir. Bu işaretlere bakılarak farklı sınıfların birbirinden ayırt edilmesine çalışılır.

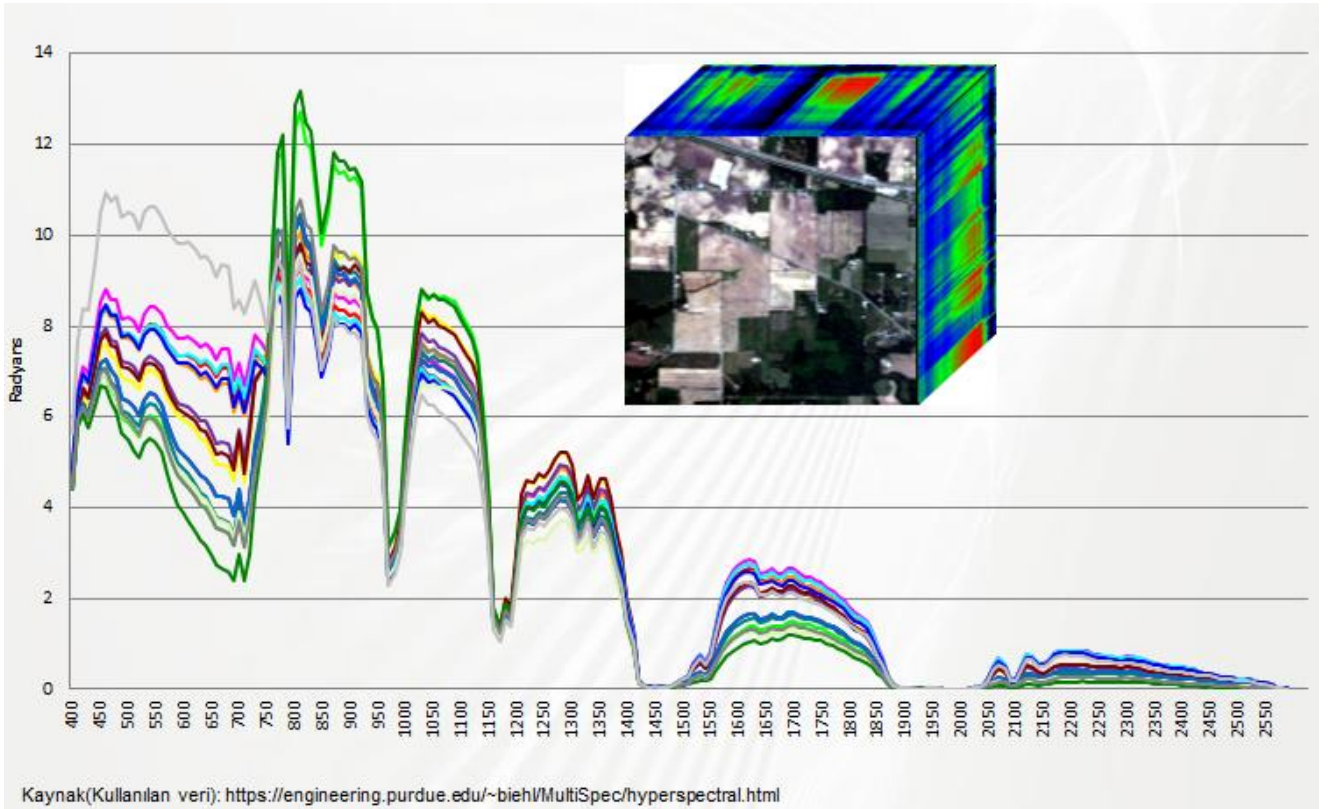
Bu bildiri 2012-2014 yılları arasında TÜBİTAK UZAY'da yapılan hiperspektral görüntü işleme araştırmalarının kısa bir özeti sunulmaktadır. TÜBİTAK UZAY'da yapılan hiperspektral görüntü işleme araştırmaları konusunda daha önceki zamanlara kadar yapılan çalışmalara ait özet sunumlar bulunmaktadır (Sakarya et al. 2013), (Sakarya, Teke et al. 2014). Yapılan çalışmalardan birisi hiperspektral görüntü işlemenin tarım alanındaki uygulamalarının araştırılmasıdır. Bu konuda literatür araştırması yapılarak bir inceleme hazırlanmış ve sunulmuştur (Teke et al. 2013). Hiperspektral görüntü işleme konusundaki araştırma konularından birisi boyut indirgemedir. Bu konuda karşılaştırmalı deneyler yapılarak yapılan çalışmalar yayınlanmıştır (Kozal et al. 2013a), (Kozal et al. 2013b), (Teke and Sakarya 2013), (Sakarya 2014). Bir başka üzerinde durulan araştırma konusu öznelik çıkarmadır (Haliloğlu et al. 2013), (Sakarya, Demirkese et al. 2014). Hiperspektral verinin başka tipte veriler ile füzyonu üzerine de araştırma yapılmıştır. Bu konuda yapılan deneysel çalışmalar sunulmuştur (Demirkese et al. 2013), (Demirkese et al. 2014). İleriki bölümlerde bu araştırma konuları üzerine özet bilgi verilecektir.

\* Sorumlu Yazar: Tel:(312) 210 13 10 Faks(312) 210 1315

E-posta:ufuk.sakarya@tubitak.gov.tr (UFUK SAKARYA)



Şekil 1: Temsili bir hiperspektral görüntüleme sistemi



Kaynak(Kullanılan veri): <https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/hyperspectral.html>

Şekil 2: Örnek bir hiperspektral veri küpü ve spektral imzalar

## 2. Tarım Alanındaki Uygulamalar Araştırması

Yapılan çalışmalardan birisi hiperspektral görüntü işlemenin tarım alanındaki uygulamalarının araştırılmasıdır. Bu konuda literatür araştırması yapılarak bir inceleme hazırlanmış ve sunulmuştur (Teke et al. 2013). Özet olarak,

Hiperspektral algılama teknolojileri konusunda bilgi verilmiştir.

Tarımda hiperspektral uzaktan algılama uygulamaları konusunda bilgi verilmiştir.

- Bitki hastalıklarının, böcek zararlılarının ve istilacı bitki türlerinin gözlenmesi,
- Ürün tahmini,
- Tarımsal ürünlerin sınıflandırılması konusunda bilgi verilmiştir.

Hiperspektral veri işleme teknikleri konusunda bilgi verilmiştir.

- Boyut indirgeme / bant seçme,
- Sınıflandırma / toplama (clustering),
- Spektral kütüphane,
- Radyometrik kalibrasyon / düzeltme konularından bahsedilmiştir.

Sonuç ve öneriler kısmında yorum yapılarak Türkiye’de hassas tarım uygulamaları konusunda hiperspektral görüntüleme teknolojisinin avantajları vurgulanmıştır.

## 3. Hiperspektral Veride Boyut İndirgeme Araştırması

Hiperspektral görüntü işleme konusundaki araştırma konularından birisi boyut indirgemedir. Bu konuda karşılaştırmalı deneyler yapılarak yapılan çalışmalar yayınlanmıştır (Kozal et al. 2013a), (Kozal et al. 2013b), (Teke and Sakarya 2013), (Sakarya 2014).

Kozal et al. hiperspektral görüntülerde doğrusal ve doğrusal olmayan boyut indirgeme yöntemlerinin karşılaştırmalı bir araştırmasını yapmışlardır (Kozal et al. 2013a). Hız ve performans göre karşılaştırmalı sonuçlar sunulmuştur. Ayrıca, Kozal et al. alt örnekleme hız ve performans açısından etkisini inceleyen bir çalışma yapmışlardır (Kozal et al. 2013b). Teke ve Sakarya hiperspektral görüntülerde geliştirilmiş Fisher ayraç kriteri (EFDC) temelli boyut indirgeme yönteminin kullanıldığı bir sınıflandırma yöntemi önermişlerdir (Teke and Sakarya 2013). Ayrıca, Sakarya hiperspektral görüntülerde bütünsel genel ve yerel doğrusal ayraç analizi (LDA) yöntemi (CGLDA) temelli boyut indirgeme yönteminin kullanıldığı bir sınıflandırma yöntemi önermiştir (Sakarya 2014).

## 4. Hiperspektral Veride Öznitelik Çıkarma Araştırması

Bir başka üzerinde durulan araştırma konusu öznitelik çıkarmadır (Haliloğlu et al. 2013), (Sakarya, Demirkesen et al. 2014). Haliloğlu et al. hiperspektral görüntü işlemede tek boyutlu alt bant ayırma temelli öğreticili öznitelik çıkarma yöntemini önermişlerdir (Haliloğlu et al. 2013). Bu yöntemde dalgacık dönüşümü kullanılarak tek boyutlu işaret alt bantlara ayrıştırılmıştır. Öğreticili bir şekilde alt bantlardan ağırlıklı toplam ile yeni tek boyutlu işaret oluşturulmuştur.

Sakarya et al. hiperspektral imzalar için uç koruyuculu maskeleyen süzgeci temelli gölgeden bağımsız öznitelik çıkarma yöntemi sunmuşlardır (Sakarya, Demirkesen et al. 2014). Bu çalışmada gölge içerisindeki spektral işaret ile gölge dışında kalan alandaki spektral işaretlerin önerilen yöntem öncesinde ve sonrasındaki benzerlik değerlerinin karşılaştırıldığı bir deneysel çalışma yapılmıştır.

## 5. Hiperspektral Veri ile Veri Füzyonu Araştırması

Hiperspektral verinin başka tipte veriler ile füzyonu üzerine de araştırma yapılmıştır. Bu konuda yapılan deneysel çalışmalar sunulmuştur (Demirkesen et al. 2013), (Demirkesen et al. 2014).

Hiperspektral görüntülerden yer yüzeyi ve yer kullanımı sınıflandırmasının başarımını artırmak amacıyla LİDAR tabanlı sayısal yükseklik modeli (SYM) ile kaynaştırılması için çok kipli bir mimari önerilmiştir (Demirkesen et al. 2014). Önerilen yöntem gölgeden bağımsız bir öznitelik çıkarma kabiliyetine sahiptir (Sakarya, Demirkesen et al. 2014). Bu sayede gölge ve gölge olmayan bölgeler ayrı ayrı işlenerek sınıflandırılmaktadır. SYM'nin bu mimaride kullanımı SYM'den çıkarılan özniteliklerle mümkün kılınmıştır. SYM'den sayısal arazi modeli kestirilmekte ve sahnedeki nesnelere yükseklikleri bu şekilde hesaplanmaktadır. SYM öznitelikleri arasında çoklu çözünürlük yöntemi ile bulunan eğim, eğrilik ve polinom tabanlı yüzey oturma öznitelikleri bulunmaktadır. Sınıflandırma sonrası işlemlerle başarımları artırılmıştır.

## Kaynaklar

- Anonim, (2014), “Çalıştay sonuç raporu”, Yer Gözlem Uydu Teknolojileri ve Veri Kıymetlendirme Çalıştayı, Ankara, 19-20 Mart 2014, <http://www.msb.gov.tr/anasayfa/phpscr/argelistay/index.html>, [19 Şubat 2015].
- Anonim (2015), İleri Görüntüleme Teknolojileri (TUYGUN) Projesi, <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/projeler/Sayfalar/proje.aspx?projeID=219>, [Erişim 19 Şubat 2015].
- Demirkesen C., Teke M., Sakarya U., (2013), A multi-modal landuse classification architecture based on hyperspectral-DEM fusion, APSCO 5th International Symposium on Satellite Remote Sensing and Geographic Information System Development in Asia-Pacific Region, Ankara, Turkey, 8-10 October 2013.
- Demirkesen C., Teke M., Sakarya U., (2014), Hyperspectral images and lidar based DEM fusion: A multi-modal landuse classification strategy, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2014 (IGARSS 2014), Quebec, Canada, 13-18 July 2014, pp. 2942-2945.
- Haliloğlu O., Sakarya U., Töreyn B.U., (2013), Sub-band decomposition based supervised feature extraction for hyperspectral image classification, MUSCLE International Workshop on Computational Intelligence for Multimedia Understanding, Antalya, Turkey, 3-4 October 2013.
- Kozal A.Ö., Teke M., Ilgın H.A., (2013a), Comparative analysis of hyperspectral dimension reduction methods, in: Proceedings of IEEE 21th Signal Processing, Communication and Applications Conference, Girne, KKTC, April 24-26 2013.
- Kozal A.Ö., Teke M., Ilgın H.A., (2013b), The effect of sub-sampling on hyperspectral dimension reduction, In: I. Zelinka, G. Chen, O.E. Rössl, V. Snasel, A. Abraham (eds.), Nostradamus 2013: Prediction, Modeling and Analysis of Complex Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 210, Springer International Publishing, pp. 529-537.
- Sakarya U., Teke M., Demirkesen C., Haliloğlu O., Kozal A.Ö., Deveci H.S., Töreyn B.U., Gürbüz S.Z., (2013), Hyperspectral image processing researches at TÜBİTAK UZAY, APSCO 5th International Symposium on Satellite Remote Sensing and Geographic Information System Development in Asia-Pacific Region, Ankara, Turkey, 8-10 October 2013, pp. 8-10.
- Sakarya U., Teke M., Demirkesen C., Haliloğlu O., Kozal A.Ö., Deveci H.S., Töreyn B.U., Gürbüz S.Z., (2014), Hiperspektral Görüntü İşleme Araştırmaları, Yer Gözlem Uydu Teknolojileri ve Veri Kıymetlendirme Çalıştayı, Ankara, 19-20 Mart 2014.
- Sakarya U., Demirkesen C., Teke M., (2014), Unsharp masking filter based shadow invariant feature extraction for hyperspectral signatures, IEEE 22nd Signal Processing, Communication and Applications Conference, Trabzon, Turkey, April 23-25, 2014, pp.293-296.
- Sakarya U., (2014), Hyperspectral dimension reduction using global and local information based linear discriminant analysis, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-7, 2014, ISPRS Technical Commission VII Symposium, Istanbul, Turkey, 29 September – 2 October 2014, pp. 61-66.
- Teke M., Sakarya U., (2013), Classification on hyperspectral images using enhanced Fisher discriminant criterion, in: Proceedings of IEEE 21th Signal Processing, Communication and Applications Conference, Girne, KKTC, April 24-26 2013.
- Teke M., Deveci H.S., Haliloğlu O., Gürbüz S.Z., Sakarya U., (2013), A short survey of hyperspectral remote sensing applications in agriculture, in: Proceedings of 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST 2013), İstanbul, Turkey, 12-14 June, 2013, pp. 171-176.
- TÜBİTAK , (2014), TÜBİTAK Bülten / Sayı 150 - Haziran 2014 - Sayfa 7, [http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/content\\_files/iletisim/edergi/S150\\_dosyalar/assets/basic-html/page7.html](http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/content_files/iletisim/edergi/S150_dosyalar/assets/basic-html/page7.html), [Erişim 19 Şubat 2015].