

UZAKTAN ALGILAMA ALANINDAKİ GELİŞMELERİN HARİTA ÖRETİMİ VE ASKERİ ÇALIŞMALAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Y.Müh.Öyzb.Mustafa ÖNDER

1. GİRİŞ

Tarih kitaplarını incelediğimizde insanoğlunun yeryüzündeki geçmişinin 4 büyük çağda anlatılmaya çalışıldığını görürüz. Anımsanacağı gibi bu çağlar İlk, Orta, Yeni ve Yakın Çağ olarak adlandırılmakta olup her çağ yüzlerce yıllık evreleri kapsamaktadır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren diğer bir deyişle insanoğlunun iki büyük Dünya Savaşı sonrası teknolojiye göstermeye başladığı gelişime bir göz atacak olursak, eski tarihteki çağ anlayışının yüzlerce yıllık evrelerden, 10 yıllık kesitlere dönüştüğü gerçeği ile karşılaşmaktayız.

2000 yılına sadece 16 yıl kaldığı günümüzden yalnızca 30 yıl geriye gittimizde 1950 li yıllara "Atom çağı", 1960 lı yıllara "Uzay çağı", 1970 li yıllara ne denileceği, hele 1990 lı yılların neler getireceği ise tüm dünyanın merak ile izlediği konular arasındadır.

İnsan zekasının tüm bilim dallarında gösterdiği hızlı gelişim bir taraftan umutları arttırırken diğer taraftan kaygıları da peşinden sürüklemektedir. Bu umut ve kaygıların bütünleştiği konulardan birisi de uzaya fırlatılan milyarlarca liradır. 1959 yılında ilk kez bir sovyet uydusu olan Sputnik ile başlatılan uzay yarışı bugün için çığınca bir hızla devam etmektedir. Burada bu uzay yarışının belirli bir kesitini içine alan Uzaktan Algılama konusu, en önemli iki esas amacın umut ve kaygılarını oluşturan haritacılık ve askeri alanlardaki gelişimlerin ışığı altında ele alınmaya çalışılmaktadır.

2. UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE YORUMLANMASI

2.1 Enerji Kaynakları ve Radyasyon Esasları

Elektromanyetik enerji, "ışık hızında" sinüzoidal ve harmonik bir dalga şeklinde yol alan enerji olarak tanımlanır. Görünen ışık elektromanyetik enerjinin bir çok şekillerden sadece birisidir. Radyo dalgaları, ısı dalgaları, kızıl ötesi ışınlar, X- ışınları diğer enerji şekilleridir. Bir dalga tepesinden diğerine olan uzaklık "dalga boyu" olarak tanımlanır ve uzaktan algılamada elektromanyetik enerji dalgaları "elektromanyetik spektrum" adı verilen en küçük dalga boyundan en büyüğüne doğru bir sınıflandırma şekli ile ele alınırlar. Spektrum boyunca dalga boyunu ölçmede kullanılan en genel birim mikrometre (mikron) dir. Elektromanyetik enerjinin görülebilen bölümü spektrum içerisinde son derece küçük bir parça olup, insan gözünün spektral duyarlılığı 0,4-0,7 mikron arasındadır. Mor ötesi (ultraviole) ışınlar görülebilen bölgenin kısa dalga boyu tarafına, yakın kızıl ötesi (İnfrared) ışınlar ise uzun dalga boyu tarafına uzanır. Yakın kızıl ötesini termal kızıl ötesi ve mikrodalgalar izler. En genel algılama sistemleri; spektrumun bir veya çeşitli görülebilen, yakın kızıl ötesi termal kızıl ötesi veya mikrodalga bölümlerinde çalışır.

Güneş uzaktan algılama için elektromanyetik radyasyonun en belirgin kaynağıdır. Ancak, mutlak sıfır derecenin (0° K veya -273° C) üzerindeki ısı-lara sahip tüm maddeler devamlı olarak elektromanyetik radyasyon saçarlar. Bundan dolayı yeryüzü cisimleri güneşten önemli derecede farklı büyüklüğe ve spektral yapıya sahip olup birer radyasyon kaynağıdır. Her cismin yaydığı enerji miktarı cismin yüzey ısısının bir fonksiyonudur. Diğer bir deyişle bir cisim tarafından yayılan toplam enerji ısı ile değişir.

Elektromanyetik enerji en büyük radyasyon kaynağı olan güneşten yeryüzüne ulaştığında üç ana enerji etkilişimine uğrar. Bunlar; "yansıma", "yutulma", ve/veya "geçirilme" dir. Burada önemli olan konu; yansıyan, yutulan ve geçirilen enerji miktarının üzerine düştüğü cismin türü ve durumuna bağlı olarak farklı yeryüzü özellikleri için spektral değişiklikler arz etmesidir. Bu farklılıklar bize elde edilen görüntü üzerinde ayrı özellikleri sınıflandırma olanağı verecektir. Spektrumun görünen kısmındaki bu spektral değişimler "renk" olarak isimlendirilen görsel etki ile sonuçlanırlar.

Cisimlerin değişik renklerde görülmeleri, elektromanyetik enerjinin değişik dalga boylarını yansıtmasından dolaydır.

Diğer taraftan güneşten gelen radyasyon atmosferde yansıma ve yutulmalara uğradığı gibi yeryüzü cisimlerinden yansıyan, ya da yayılan radyasyonda aynı durum ile karşılaşır. Dolayısı ile uzayda uydu üzerine monte edilmiş algılayıcılar söz konusu radyasyonun ancak belirli dalga boyları arasında kalan kısmını algılayabilirler. 0,35 ila 14 mikron arasında dalga boyuna sahip algılanabilir özellikteki bu elektromanyetik spektrum aralığına "atmosferik pencere" adı verilmektedir.

2.2 Verilerin Elde Edilmesi

Buraya kadar; elektromanyetik enerjinin esas kaynakları, atmosfer aracılığı ile yayılımı ve yeryüzü özellikleri ile bu enerjinin etkileşimi konuları açıklanmaya çalışılmıştır. Bu faktörler birleştirilip elde edilen bilgiler özetlendiğinde, sonucun "enerji sinyalleri" nde düğümlendiği görülmektedir. Bundan sonra söz konusu sinyallerin incelenmesi, kayıt edilmesi ve yorumlanması yöntemleri ele alınacaktır.

Elektromanyetik enerjinin incelenmesi fotoğrafik ya da elektronik olarak sağlanmaktadır. Fotoğrafik işlemde, enerji değişimlerini araştırmak için ışığa duyarlı film yüzeyi üzerindeki kimyasal reaksiyonlar kullanılır. Fotoğrafik sistemler; göreli olarak basit ve ucuz olmaları, yüksek oranda uzaysal ayrındı ve geometrik doğruluk sağlamaları nedeniyle oldukça fazla kullanım alanı bulmuşlardır.

Elektronik algılayıcılar, orijinal resimdeki enerji değişimlerine karşılık gelen elektrik sinyallerini oluştururlar. Bir elektronik algılayıcıya en tipik örnek t levizyon kamerasıdır. Elektronik algılayıcılar fotoğrafik sistemlerden son derece karmaşık ve pahalı olmakla birlikte, daha geniş spektral alan duyarlılığı, geliştirilmiş kalibrasyon potansiyeli ve elektronik olarak görüntü verilerini iletme gibi bir çok yeteneklere sahiptir.

Filmin banyo edilmesi ile, araştırılan sinyallerin fotoğrafik kaydı elde edilir. Elektronik algılayıcı sinyalleri ise genellikle manyetik bant üzerine kayıt edilirler. Daha sonra sinyaller, verilerin TV-benzeri ekranda fotoğraflanır yada özel film kayıtları kullanılarak bir görüntüye d n şt r l rl r. Bu durumda fotoğrafik film sadece kayıt aracı olarak kullanılır.

Uzaktan algılamada "fotoğraf" terimi, film üzerine kaydedilenler için geçerlidir. Daha genel terim olan "görüntü", elde edilen verilerin her tür resimli gösterimi için kullanılır. Örnekleme gerekirse bir termal tarayıcıdan elde edilen resimli kayıt "termal fotoğraf" olarak değil "termal görüntü" olarak isimlendirilir. Çünkü film emülsiyonu ancak elektromanyetik enerjinin 0.35-1,2 mikron arasındaki dalga boylarına duyarlı olup, daha büyük ve küçük dalga boyları için algılama yapması olanaksızdır. Özetleyecek olursak her fotoğraf bir görüntüdür, ancak her görüntü bir fotoğraf olarak nitelendirilemez.

2.3 Verilerin Yorumlanması

Uzaktan algılamada veri yorumlama resimli (görüntü) ve/veya sayısal verilerin analizi şeklinde gerçekleştirilir. Resimli görüntü verilerinin görsel yorumlanması, uzaktan algılamanın en çok kullanılan bir şeklidir. Görsel Teknikler, bir resimdeki uzaysal örnekleri niteliksel olarak değerlendirmede insan zekasının üstün yeteneklerini kullanır.

Görsel yorumlama teknikleri gerçekte basit, ucuz ve büyük ölçüde bir eğitimi gerektirmeyen olanaklarının yanı sıra insan gözünün fiziksel yetenekleri ile sınırlıdır. Spektral özellikler, görsel yorumlama uğraşlarında çoğu kez tam olarak değerlendirilemez. Görüntü üzerindeki ton farklılıklarını ayırt etmek için göz yeteneğinin sınırlı olması ve aynı anda çok sayıda spektral görüntüleri analiz etmede bir yorumcu için ortaya çıkan zorluklar nedeniyle, bazı uygulamalarda yorumlama alanı dar bir çerçeve içinde kalabilmektedir. Spektral örneklerin örneklerin yüksek düzeyde bilgi verici olduğu uygulamada sayısal analiz daha çok yeğlenir. Bu durumda görüntü, resmi kaplayan ton farklılık değerlerinin sayısal olarak tanımlanması ile elde edilir ve bu değerlerin bilgisayarın kullanıldığı yöntemler yardımıyla analizi söz konusudur.

Bilgisayar destekli analiz teknikleri daha geniş dalga bandında araştırma yapma olanağı tanımakla birlikte sonuç ürünün gene bir görüntü olma zorunluluğu vardır. Bu görüntünün de spektral özelliklerini yorumlamak insan gözünün yetenekleri ile sınırlı olmaktadır. Bu nedenle görsel ve sayısal teknikler doğada birbirini tamamlayıcı bir özellik arz etmekte ve en iyi sonuçun her ikisinin de kombinasyonu ile elde edilebileceği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

3. ALGILAYICILAR

Uzaktan algılamada veri toplama aşamasının temel bileşeni durumunda olan algılayıcılar platform adı verilen taşıyıcı sistemler üzerine monte edilmiş olup aktif ve pasif sistemler olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

a) Aktif sistemler : Bu tür sistemlerde yapay bir radyasyon kaynağı mevcuttur. Radyasyon kaynağından gönderilen elektromanyetik enerji yeryüzünden yansarak geri döner ve bu yansıyan sinyaller platformdaki algılayıcılar tarafından kaydedilir. Radyasyon kaynağı vericiler ve laserlerdir. Bütün radar sistemleri aktif sistemler olup bunlara örnek olarak SLAR (yan bakışlı radar), LIDAR, altimetre/scatteometre sayılabilir.

b) Pasif Sistemler : Doğal olarak bulunan elektromanyetik enerjiyi diğer bir deyişle yeryüzünden gelen radyasyonu kayıt eden sistemlerdir. Fotoğrafik sistemler, çok bantlı tarayıcılar (MSS), kızıl ötesi tarayıcılar, televizyon sistemleri ve mikrodalga radyometreleri pasif algılayıcılara tipik örneklerdir.

Aktif ya da pasif sistemleri en belirgin şekli ile tanımlamak istersek, bir fotoğraf makinasının gece flaş yardımı ile kullanılması durumunda aktif algılayıcı, gün ışığında kullanılan durumunda ise pasif algılayıcı olmasıdır.

4. YAPAY UYDU SİSTEMLERİ

Normal fotogrametrik yöntemler ile topoğrafik ve çeşitli amaçlı uygulamalar için fotoğraf alımı yaklaşık 4-10 km. yükseklikten yapılmaktadır. Ölçeğin büyümesi oranında ayrıntı seçimi kolaylaşmakta ve amaca uygun çalışmalar kolaylıkla yapılabilir. Ancak periyodik olarak görüntü alımının zorunlu olduğu durumlarda, ya da çok geniş alanların fotoğraflanmasında veya fotoğraf alımı sırasında gerçekleştirilmesi kesin gerekli koşulların yoğun olması, askeri istihbarat faaliyetlerini zorlayıcı etkenlerin yoğunluk kazanması durumunda maliyet, hız, doğruluk temel faktörlerinin uyum içinde olması yapılacak uygulamayı engelleyici bir yapı gösterebilir.

Yukarıda sadece bir kaçını sıralamaya çalıştığımız teknik nedenlerden dolayı insanı uzaya adımını atmış ve çalışmalarını sürdürebileceği uzay istasyonlarını yani yapay uydularını kullanmaya başlamıştır. Ancak insanlığı uzay

duraklarına çıkışının iki ana amacı asla gözardı edilmemelidir. Bunlardan biri uzayın barışçıl amaçlar ile kullanımı adı altında ama gerçekte yeni yeryüzü doğal kaynaklarını saptayarak bir ekonomik güç oluşturma düşüncesi, diğeri ise askeri güç dengesini koruyabilme endişesidir.

Bu başlık altında bu gün için uzayda yüzlercesi dolaşan yapay uyduların bazı teknik özellikleri açıklanmaya çalışılacaktır.

Uydular yükseklik, hız ve yön bakımından çok iyi düzeyde planlamaları gerektirirler. Uydu yörüngeleri elipsoidik karakterde olup yeryüzünün tümünün görüntülenmesi amaçlanıyorsa kutupsal bir yapıdadır. Elipsoidik yapısı nedeniyle uyduların yeryüzünden itibaren nominal yörünge yüksekliği 900 km. civarındadır. 160 km.den daha alçak bir yörünge yüksekliği düşünülemez. Yükseklik azaldıkça uydu ömrüde azalacaktır. Örnekleme yapmak gerekirse 160 km. yükseklikte bir uydu ömrü bugünün tekniklerine göre yaklaşık bir hafta iken, 900 km.lık yükseklik için bu süre ortalama 5 yıl olmaktadır.

Uydunun hızı ortalama 6-8 km/sn. olup, bir saatte yaklaşık 30000 km.yol almaktadır. Uydu yörüngesi üzerinde çizgisel bir yol izlemeyip yaklaşık çapı 10 km. olan tünel içinde hareket etmekte dolayısıyla elde ettiği görüntülerde ölçek değişimlerine neden olmakta, daha da önemlisi güneş uydularda zamanlama sorunlarını ortaya çıkarmaktadır.

Yörünge yüksekliği ortalama 900 km., hızı 6,5 km/sn. olan kutupsal yörünge hareketli bir uydu yeryüzü etrafındaki bir turunu yaklaşık 103 dakikada tamamlar ve bu hareket bir gün içinde 14 kez yinelenir. Her yeni gün için uydu yörüngesi bir önceki güne göre bir miktar batıya doğru ilerler. Böylece uydu yörünge/yer dönme ilişkisi yardımıyla bir önceki gün ile bindirilmiş görüntülerin elde edilmesi sağlanır. Batıya doğru bu yörünge ilerleyişi sonucu başlangıçtaki yörüngesine gelme süresi ortalama 18 gündür. Diğer bir deyişle yılda 20 kez tüm yeryüzü görüntülenmiş olur.

Uydular daima ekvatordan aynı yerel "güneş" zamanında geçerler. Bu durum güneş uyumlu yörünge olarak bilinir. Örneğin Landsat uyduları, ekvatordan her geçişi yerel güneş saati 9:24 olacak şekilde yörüngelerine yerleştirilmiş olup, yörüngesel perturbasyonlar nedeni ile bu geçiş zamanı bir miktar değişir. Bu saat, günün diğer saatlerine göre sabahın erken saatinde gökyüzünün genellikle daha açık olduğu görüşüyle seçilmiştir. Sistemin yörünge hızı

sabit olduğundan, yörüngedeki diğer tüm noktalardan güney yarımkürede 9:42 den biraz önce, kuzey yarımkürede ise biraz sonra göreceli olarak sabit güneş zamanlarında geçeceklerdir.

Uyduların güneş-uyumlu yörüngelerinde aydınlatma durumu yer ve mevsime göre değişen özellikler gösterir. Yani güneş ışınları yeryüzüne, enlem ve zamanın her ikisinin de bir fonksiyonu olarak değişen güneş yükseklik açılarındadır gelirler. Diğer taraftan güneş aydınlatmasının azimut yönü mevsim ve enleme bağlı olarak da değişik değerler alır. Kısacası uydu yörüngesi, güneş yüksekliği, azimut veya ışık şiddetindeki değişiklikleri gidermez.

Uyduların ağırlıkları 350 kg. ile 2 ton arasında değişebilir. Örneğin bir Landsat uydusunun ana gövdesi 3 m. boyunda ve 1-1,5 m. çapında olup, ortalama 4 m. genişliğindeki güneş panelleri ile donatılmıştır. Yaklaşık ağırlığı ise 815 kg. olup 1984 de atılması düşünülen SPOT uydusunda bu ağırlık 1750 kg. dır.

Bugün için bir uydunun maliyeti ortalama 25 milyon dolar civarında olup bu maliyeti ucuzlatma çalışmalarına devam edilmektedir.

5. DİĞER PLATFORMLAR

Bilindiği gibi uzaktan algılama algılayıcı sistemlerin yerleştirildiği platformlar sadece uydular değildir. Uygulamanın özelliği ve amaca bağlı olarak yeryüzünde sabit ya da hareketli taşıyıcılar veya çeşitli uçaklar platform olarak yaygın bir şekilde kullanılırlar.

Uzaktan algılanmış verilerin yorumlanmasının esasını kıyaslama içerir. Kıyaslamadan amaç elde edilen verileri doğruluğu kuşku götürmez düzeyde olan dayanak (Referans) verileri ile karşılaştırmaktır. Dayanak verileri kullanılmaksızın uzaktan algılanmış verileri yorumlamak hemen hemen olanaksızdır.

Bu veriler çok çeşitli şekillerde elde edilebilir ve çeşitli kaynaklardan sağlanabilir. Bir toprak ölçme haritası, su analiz raporu, hava fotoğrafları, yereyde yapılan radyometrik ölçümler birer dayanak verisi niteliği taşır.

Dayanak verilerinin kullanılma amaçları şu şekilde özetlenebilir:

- Uzaktan algılanan verilerin yorumlanması ve analizine yardım etmek,
- Algılayıcıları kalibre etmek,
- Uzaktan algılanmış verilerden türetilen bilgileri kontrol etmek.

Dayanak verisi toplamının bir şekli, spektral karşılıklı modelleri belirlemek için yüzey meteryallerinin yansımaları ve/veya yayılmasının yer-bazlı ölçümleridir. Bu, "spektroskopi" esasları kullanılarak arazide veya laboratuvarında yapılabilir. Spektrometre adı verilen aletler ile yapılan ölçmeler ile, dalga boyunun bir fonksiyonu olarak, görüş alanı içindeki cisimden gelen enerji ölçülür ve çeşitli cisimler için spektral yansımaları eğrileri hazırlanır. Spektrometreler çoğu kez "cherry picker" adı verilen hareketli platformlar üzerine monte edilerek kullanılırlar. Bu tarzda monte edilmiş spektrometre ile, spektral karşılık ölçmelerinin çok uygun bir şekilde yapılabilmesi bir çok arazi bölgelerine gidilebilir. Bu ölçüler normal olarak arazi aracındaki bir otomatik veri kayıt edici ile kayıt edilebilir. Araç aynı zamanda ölçme işleminin taşınabilir bilgisayar ile veya dayanak verilerinin diğer şekillerini işleme ve elde etme kolaylıkları ile donatılabilir.

Değişik uygulama alanlarından özellikle askeri amaçlı uygulamalarda yoğun bir şekilde kullanılan platformlar uçaklardır. Bu amaçla kullanılan uçakları:

- a. Normal irtifa uçakları,
 - b. İstikşaf yada yüksek irtifa uçakları,
 - c. Özel amaçlı uçaklar
- olmak üzere üç grupta inceleyebiliriz.

Normal irtifa uçakları 4-10 km. yükseklikler arasında görev yapan uçaklardır. Fotogrametrik ve diğer özel amaçlı uygulamalarda kullanılırlar. Askeri istihbarat amaçları ile kullanımları çok zordur. Çünkü bugünün teknolojisi bu tür uçakları kolaylıkla belirleyebilecek teknik özelliklere sahip durumdadır.

İstikşaf yada yüksek irtifa uçakları 20 ila 30 km. yüksekliğe kadar çıkabilen uçaklardır. Günümüzde sık sık sözü edilen U-2 ve SR/71 türü uçaklar bu sınıflandırma içine girerler. Askeri istihbarat amaçları için yoğun bir şekilde kullanılmakla birlikte bugünün teknolojisi bu tür uçaklarında yerini belirleyebilme duyarlılığına erişmiştir.

Özel amaçlı uçaklar, 100 km. ye kadar çıkabilmeleri nedeniyle teknik özellikleri büyük bir gizlilik içinde korunan uçaklardır. Üzerinde bulunan algılayıcı sistemlerin teknik yapıları son derece duyarlı olup halen askeri gizliliğini korumaktadırlar.

6. YER İSTASYONLARI VE UZAKTAN ALGILAMA MERKEZLERİ

Uydulardan gönderilen sinyalleri almak amacıyla kurulmuş ve elde edilen sinyalleri fotografik ya da manyetik bant ortamlarına kaydederek kullanılabılır duruma getiren ve kullanıcılara pazarlayan yeryüzü istasyonlarıdır. Bir veya birden fazla uydu sistemlerini algılayabilirler. Gönderilen verilerin tüm yeryüzünü kapsayacak şekilde elde edilmesini sağlamak amacıyla dünyanın çeşitli bölgelerine kurulmuşlardır. Etki alanları, yererin topografik yapısı, kullandıkları anten sistemlerinin gücüne göre değişiklik arz eder. Çeşitli yer istasyonlarından toplanan bilgiler arşivlenmek ve değerlendirilmek üzere ana merkezlerde toplanırlar.

Haberleşme (Telekomünikasyon), meteoroloji veya uzaktan algılama verilerini toplayacak antenler yer istasyonunun temel elemanlarıdır. İstasyonlardaki bu antenler başlangıçta uydunun geleceği yöne çevrilirler. İlgili sinyal geldiğinde antenin yöneltme sinyalleri harekete geçer ve anten kontrol motorları çalışmaya başlar. Böylece anten sinyallerin geldiği yöne kilitlenerek yuduyu her geçişinde takip eder. Antenin algılanmış olduğu uydu sinyalleri bir bilgisayar aracılığı ile manyetik bantlara kayıt edilirler. Bu bantlar daha sonra bilgisayarlarda radyometrik ve geometrik düzeltmelere tabi tutularak bilgisayar uyumlu bantlara (CCT) dönüştürülürler.

Diğer taraftan elde edilen bu bantların arşivlenmesi için özel arşivleme sistemi mevcut olup en az iki yılda bir söz konusu bantların yeniden gözden geçirilip test edilmesi gerekmektedir.

Uzaktan algılama merkezleri yer istasyonları aracılığıyla elde edilen verileri inceleyen, araştıran ve yorumlayan bilim merkezleridir. Değişik uygulama alanlarından bir çok uzmanın bir araya geldiği bu merkezler aynı zamanda birer eğitim kurumu niteliğine sahiptirler. Yapılan çalışma ve araştırmaların sonuçları bilimsel raporlar halinde kamuoyuna sunulur ve böylece geniş bir bilgi iletişiminin ortaya çıkması sağlanır.

Uzaktan algılama merkezleri, genellikle ülkelerin yer bilimcilerini askeri uzmanlarını ve teknolojik alandaki türlü elemanı içeren ulusal yapıda kurumlardır. Bu tür merkezlerin maliyetlerinin son derece yüksek olması nedeniyle çoğu kez uluslararası bir yapıya bürünmektedirler. Avrupa Uzay Birliği (ESA), İnter-Cosmos gibi kuruluşlar bunun tipik örnekleridir.

7. GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMLERİ

Yukarıda kısaca açıklanmaya çalışılan yapıdaki Uzaktan Algılama Merkezlerinde veya buna benzer uygulama alanlarında elde edilen uzaktan algılanmış veriler çeşitli yöntemler ile analiz edilirler. Veri analiz sistemi yeryüzüne ait verileri asıl değerlendiricinin ilgilendiği bilgi şekline dönüştürür. Uzaktan algılanmış verilerden bilgi edinmek için, fotoğrafların basit bir şekilde incelenmesinden, manyetik bant ortamına aktarılmış görüntülerin ile-ri bilgisayar analiz yöntemleri ile incelenmesine kadar çeşitli teknikler uygulanabilir.

Analiz sistemlerini dört ayrı sınıfta toplayabiliriz.

a. Foto-yorumlama ve kıymetlendirme yöntemi : Bu yöntemde temel unsur yorumu ve kıymetlendirmeyi yapacak olan insandır. Basit ve ucuz bir yöntem olmasının yanı sıra bazı sınırlı uygulama alanlarında çok iyi sonuçlar alınabilmektedir. Fotografik görüntüler kağıt baskılı veya diyapozitif filmler şeklinde mono veya stereo değerlendirme aletlerinde analiz edilirler yada kıymetlendirilirler.

b. Genel amaçlı bilgisayarlarda veri analizi: Fotoğraflar sayısal analizler için pek kullanışlı değildirler. Bilgisayar uyumlu bantların (CCT) kullanıldığı bu tür bilgisayarlı sistemler genellikle büyük çaplı uzaktan algılama merkezlerinde kullanılırlar. Son derece büyük kapasiteli ve esnek olmaları dolayısıyla bir çok uygulama alanı içeren konularda kolay bir kullanım olanağı sağlar. Çok pahalı ve eğitimi uzun süren sistemler olup yeterli düzeyde yetişmiş çok miktarda uzman personel ister.

c. Özel amaçlı görüntü analiz sistemleri : Uzaktan algılama verileri tek bir amaç için kullanıldığında minibilgisayarlı sistemler ile daha hızlı çalışma yapılması sağlanabilir. Maliyetleri genel amaçlı bilgisayarlara kıyasla daha düşük olmaktadır.

d. Analitik değerlendirme aletleri yardımı ile sayısal görüntü korelasyonu: Haritacılık amaçlı çalışmaları yakından ilgilendirmesi ve son yıllarda sözü fazlasıyla edilen bir yöntem olması nedeni ile biraz genişletilerek anlatılmaya çalışılacaktır.

Sayısal veya analog görüntü korelasyonu yöntemi yeni bir yaklaşım olmayıp, özellikle uzaktan algılama ve analog aletlere takılan çevrimiçi (on-line) görüntü korelasyonlarına ilişkin çalışmalarda görüntülenmektedir. "Stuttgart Fotogrametri Enstitüsü" bu uygulamayı ilk kez klasik fotogrametri çalışmaları içerisinde aktarmayı planlamış olup, son 3 yıldır bu konularda araştırma yapmaktadır.

Sayısal görüntü korelasyonu ile sayısal olarak nokta aktarımı özellikle fotogrametrik nirengi ve uzaktan algılamada çeşitli çok bantlı görüntülerin birleştirilmesinde kullanılmaktadır. İlk uygulama HARRIS N 100 orta kapasiteli bir bilgisayar yardımı ve JOYCE LOEBL mikro densitometresi kullanılarak yapılmış ise de bu bilgisayarın yavaş olmasından dolayı bunun yerine HP 1000 minibilgisayarı ile C 100 analitik aleti kullanılmıştır. Bu çalışmada 1:9000-1:28000 ölçeğine kadar değişik ölçeklerde resimler kullanılmış olup, C 100 planicomp analitik aleti 2 adet HAMAMATSU SOLID STATE VIDEO KAMERASI C 1000 - 35 M ile donatılmıştır.

Yapılan araştırma sonunda göreceli paralaks hassasiyeti 0,5-1 mikron arasında elde edilmiştir. Bu duyarlılıkta bir paralaks belirleme hiç bir analog kıymetlendirme aletinde olası değildir. Beklenen mutlak doğruluğun ise 5-6 mikronu geçmeyeceği tahmin edilmektedir. Bu yönde yapılan çalışmalar Stuttgart Üniversitesi'nin yanı sıra Perdue Üniversitesi, Defense Mapping Agency ve ABD'nin diğer uzaktan algılama merkezlerinde, ayrıca İngiltere'de de sürdürülmektedir.

Sayısal görüntü korelasyonunda elde edilen bu büyük hassasiyetten dolayı, çok az bir masrafla analitik aletlere eklenecek mikrodensitometreler yardımıyla gerek uzaktan algılama verileri, gerekse hava fotoğrafları daha etkili ve hızlı bir şekilde klasik fotogrametri görevlerinde kullanılabilecektir. Özellikle son yıllardaki gelişmelere paralel olarak uzay görüntülerinden 1/50000 - 1/100000 ölçekli topoğrafik harita üretiminin bu tür sistemlerle yakın gelecekte sağlanabileceği görüşü ağırlık kazanmakta ise de, bu güne kadar bu ölçeklerde topoğrafik bir harita henüz üretilmemiştir.

8. TOPOĞRAFİK HARİTA ÜRETİMİ VE ASKERİ AMAÇLI ÇALIŞMALAR

8.1 Uzaktan Algılama Verileri ile Harita Yapımı :

1970 li yıllardan bu yana uzaya fırlatılan Uzaktan Algılama amaçlı Landsat, Soyuz gibi uyduların temel hedefi yeryüzünün orta ve küçük ölçeklerde topoğrafik harita serilerini yapmaktır. Gerçekte bugün için yeryüzünün 1/50000 ölçekli topoğrafik haritaları % 50 oranında mevcuttur. Bu haritaların üretiminin yanı sıra güncelleştirme çalışmaları da isteklerin oldukça gerisinde kalmaktadır. Uzaktan Algılama uydularının ilk kuşağı adını verebileceğimiz 1970-1982 arasındaki evrede elde edilen görüntülerden 1/250000 ve 1/500000 gibi küçük ölçekli topoğrafik haritaların üretimi oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır. Veri dağıtımındaki devamlılığın aksamaması, yetersiz metrik performans; gerekli stereo model eksikliği ve özellikle 1/50000 - 1/100000 gibi orta ölçekli çalışmalar için yeterli olmayan uzaysal ayırma gücü nedenleri ile harita yapımında beklenen atılım sağlanamamıştır. Özellikle insan yapısı cisimler, sadece uygun koşullar altında ve pikselden yani en küçük resim elemanından daha büyük olmaları durumunda, herhangi bir topoğrafik haritada ayrıntıların çoğunu oluşturmalarına rağmen nadiren tanımlanabilmektedir.

Bugün için uydulardan elde edilen görüntülerden harita üretiminde dört büyük sorun güncelliğini sürdürmektedir. Bunlar:

- a. Ayrıntıları tanımlamada uzaysal ayırma gücü,
- b. Kıymetlendirilen ayrıntıların geometrik ve planimetrik doğruluğu,
- c. Nokta yükseklik ölçümü ve eş yükselti eğrisi çizimi için yükseklik doğruluğu,
- d. Stereoskopik olarak görüntü gözleme olanağı.

Bu özellikler topoğrafik ve tematik harita yapımı için maksimum ölçeği belirler ve ortaya çıkacak ürünün türü ve kalitesi üzerinde büyük bir etkinliğe sahiptir.

8.2 İkinci Kuşak Uydular :

1970 li yılların, birinci kuşak uyduları olarak adlandırılan platformlardaki algılayıcılarının özellikle haritacılık amaçlı çalışmalarda bekleneni vermediği daha önce açıklanmıştır. 1980 li yılların başından itibaren plan-

lanan uydu sistemlerinde bir öncekilere kıyasla büyük gelişimler gözlenmektedir. Özellikle 1/50000 ile 1/100000 ölçekli haritaların seri bir şekilde üretimini ve güncelleştirmesini hedefleyen bu uyduların önemli düzeyde 8 tanesi ve ülke durumları şöyledir:

- a. LANDSAT-4 : NASA ve NOAA (A.B.D.), 16 Temmuz 1982
- b. SPOT : CHES (Fransa), Ocak 1985
- c. TERS : LAPAN (Endonezya) ve NIVR (Hollanda) 1980 li yılların sonunda
- d. MAPSAT : USGS ve İtek Optik sistemler Bölümü (A.B.D.), 1986 sonrası
- e. STEREO SAT : A.B.D. de 100 den fazla ulusal ve uluslararası doğal madde-leri işleme endüstrisi kuruluşları, 1985 sonrası
- f. LFC : NASA ve İtek (A.B.D.), Temmuz 1984
- g. ATLAS-A/B:ESA, Fransa ve Almanya/Zeiss, 1983-1987
- h. ATLAS-C : ESA ve Almanya/Zeiss-Hannover Üniversitesi, 1987 sonrası

Bu uydu sistemlerindeki gelişmelere ilişkin genel özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- a. Stereoskopik görüntü elde etme olanağı,
- b. Hava kameraları ve filmlerinde yüksek hassasiyetli gelişim,
- c. Çapraz tarama yönteminin yanında daha fazla doğruluk sağlayacağı düşünülen boyuna tarama yöntemlerinin gelişimi,
- d. Elde edilen görüntülerin ortofoto hassasiyetinde kullanıma olanak vermesi,
- e. Uydu ömrünün ortalama 5 yıldan, 10 yıla çıkartılması
- f. Ayırma gücünün 5-10 m. olarak hedeflenmesi,
- g. Daha alçak yörüngelerde daha iyi ayırma güçlü görüntüler elde etme olanağının araştırılması,

Algılayıcı teknolojisindeki gelişim, orta ölçekli harita yapımı için yeterli ayırma gücünü sağlayan uzay görüntüleri elde etme olanağına sahip yenilikler yönündedir. Doğrusal alanlı algılayıcılar, 0,4 ile 1,2 mikron dalga boyu arasındaki bölgede tarama yapıp, sonuçları elektrik şarjı ile iletme ve depolama yetenekli binlerce ışığa duyarlı silikon pilden oluşurlar. SPOT, TERS, MAPSAT ve STEREO SAT farklı şekillerdeki doğrusal alanlı algılayıcılarla donatılmışlardır.

Fotografik emülsiyon ve kameralardaki büyük teknolojik gelişim sonucu yüksek hızlı (high-speed) filimlerle ilgili yöndeki görüntü hareketlerini giderme mümkün olabilmektedir. Hava kameralarındaki 230 mm. olan maksimum format genişliği dikdörtgen şeklinde formatların kullanılmaya başlamasıyla büyük bir değişim içine girmiştir. Örneğin LFC de bu format 23x46 cm. olup elde edilen görüntülerin her türlü analog ve analitik aletle kullanılması söz konusu olabilecektir.

Planlanan bu 8 adet uydudan LANDSAT-4, SPOT ve LFC hariç diğerleri proje aşamasındadır. Dizayn, anşa ve uzaya gönderme çalışmaları için bir uyduda yaklaşık 5-7 yıla gereksinim vardır. Hal böyle olunca proje aşamasındaki bu uyduların gelecek yıllar içerisinde daha da büyük teknolojik gelişmeleri içereceği açıktır.

LANDSAT, SPOT, MAPSAT ve STEREOSAT uydularının yörünge yüksekliği 713-919 km. arasında değişmekte ve günlük tur sayısı yaklaşık 14 olarak belirlenmiş durumdadır. ATLAS A/B de bu 16, LFC de 15 tir.

TERS uydusu ekvatorial bir yörüngeye sahip olup 24 saatte tam 12 yörünge tamamlayacak ve doğuya doğru hareket edecek şekilde planlanmıştır. Stereo görüntü alanı bu uydu ile mümkün değildir.

LFC ve ATLAS A/B daha alçak yörüngelerde (300 ve 250 km) ve uzay mekiğindeki laboratuvarlarda çalışacaktır. Alçak yörüngeler sadece bir kaç haftalık kısa görevler için uygun olup, iyi ayırma gücüne sahip stereo görüntüler elde edilmesine olanak tanırırlar.

ATLAS-C için önerilen yörünge maksimum 500 km. minimum 200 km olan eliptik bir yapıya sahiptir. Uydu uzay mekiğinden fırlatılıp yörüngesine oturulduktan sonra sadece yeryüzüne yakın geçişlerinde (4000 km.lik bir şeritte) görüntü alımı gerçekleştirecektir. Yaklaşık 4-6 ay sonra uydu yeryüzüne en uzak olduğu noktadan itibaren yükseklik kaybedecek ve yörünge dairesel bir yapı alacaktır. Bu aşamada uzay mekiği film değiştirmek amacı ile uyduya kenetlenecek ve yeni film kasetinin takılması sonrası uydunun tekrar eski yörüngesine oturtulması sağlanacaktır.

İkinci kuşak uyduların tarayıcılarından elde edilen görüntülerin standart ölçüleri 1/250000, 1/100000 ve 1/50000 olacaktır. Tarama alanı ve piksel boyutları bu ölçeklerin en uygun şekli ile tanımlanmalarına olanak sağlayacak niteliktedir. Piksel boyutlarındaki küçülme nedeniyle uzaysal ayırma gücü son derece artmış olup, 10 m ve hatta daha küçük boyuttaki insan yapısı cisimleri belirlemek mümkün duruma gelecektir. Özellikle MAPSAT verilerinden 20 m. aralıklı eşyükselti eğrileri ile 1:50000 ölçeğinde haritaların üretilmesi amaçlanmaktadır.

1985 başında atımı planlanan SPOT uydusuna ilişkin yapılan simülasyon çalışmalarında 1/100000 ölçekli topoğrafik harita üretiminde oldukça ümit verici sonuçlar alınmış olması ve LANDSAT-4 verilerinin de aynı düzeyde görüntüler vermesi geleceğe yönelik umutları güçlendirici bir nitelik kazandırmaktadır.

8.3 Askeri Amaçlar Yönündeki Gelişmeler :

Eski yunan bilginlerinden Archimedes'in memleketi Siraküza'yı Romalıların kuşatmasında yeni bulduğu ışınlı bazı savaş araçları sayesinde üç yıl süreyle savunduğu anlatılır. Archimedes'in buluşu olan bu savaş araçlarından biri de dev içbükey aynalardır. Bu aynalar, odak noktalarında topladıkları yakıcı güneş ışınlarını, Roma gemilerine yansıtır, gemilerden biri kentin surlarına yaklaşacak olsa, alevler içinde kalarak batardı. Böylece Archimedes'in İsa'dan yaklaşık 200 yıl önce ilerde savaşlarda devrim yaratacak bir silahın ilkel biçimini gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. Bu silah laser ışınlı toptur. Geçen yıl Nisan ayında A.B.D. ce yapılan açıklamada, bu tür silahların uzaya yerleştirilerek, nükleer füzelere karşı kullanılabileceği belirtilmiştir. Bilindiği kadarı ile silahın amacı, insanlara zarar vermeden yalnızca savaş araçlarını ve silahları yok etmek düşüncesini taşımaktadır.

Diğer taraftan iki süper devlet Sovyet Rusya ve A.B.D.nin birbirlerinden askeri istihbarat amaçlı bilgi sızdırabilmek için günlük, hatta haftalık uydular fırlattıkları, uzayın barışçıl amaçlarla kullanımını hedefleyen çalışmaların birçok gizli askeri görevleri içerdiği bugün için herkes tarafından bilinen konular arasındadır. Son olarak geçen yıl içerisinde, Uzay Mekiki Apollo'nun yeryüzüne dönerken Sovyet Rusya'nın Kazakistan bölgesin-

deki bir uzay üssünü ortaya çıkarması, her iki ülkeninde uydusavar füzele-ri ile bu tür istihbarat faaliyetlerine karşı koymak amacıyla bir uzay sa-vaşı başlattıkları basının güncel haberlerinin başında gelmektedir.

Çılgınca devam eden bu uzay savaşı sırasında uzaktan algılama faaliyetleri-ni askeri istihbarat yönünde kullanmak ve bu amaca ulaşmak için her türlü yolu denemek olağan duruma gelmiştir.

Artık bugün için yeryüzünde devam eden savaşların gerçekte bir uydu sava-şı niteliğine dönüştüğünü söylemek yanlış bir şey olmayacaktır. Yakın geç-mişte yaşadığımız Falkland savaşı bunun en tipik örneğidir. Hedefler uydular aracılığı ile belirlenip, her türlü askeri faaliyet kolayca izlenebil-miştir. Böylece uydular topçular için bir ileri gözetleyici görevi üstlen-mişlerdir. Gerçekte de savaş komuta merkezlerinin uzayda görev yapacağına kesinleşmiş bir gözle bakılmaktadır.

Uzay çalışmalarına ilişkin son haberlerden birisi de, uzayda koloniler dev-rinin başlıyor olmasıdır. A.B.D. Kongresi'nin Teknoloji Değerlendirme Dai-resince hazırlanan bir raporda, Sovyetler Birliğinin Salyut Uzay Programı-nın gelecekte uzay kolonileri kurma çalışmaları konu edilmektedir. Raporda Salyut uzay programının Ay'da hatta Merih gezegeninde kalabalık koloniler oluşturmayı planladığı açıklanmaktadır. Raporun bir bölümünde; "Sovyet Uzay İstasyonları Programı, halkın uzayda kalabalık toplumlar halinde yaşa-masına olanak sağlayacak resmi devlet siyasetinin kilometre taşı olmuştur" şeklinde bir açıklama oldukça ilginç olarak nitelendirilmiştir. Bu arada uzay tıbbı, uzay biyolojisi yepyeni bilim dalları olarak ortaya çıkmaya başlamıştır.

Diğer taraftan A.B.D.'nin uzay kolonileri konusunda Sovyet Rusya'dan hiç de geri kalmak niyetinde olmadığı, hazırlanan bir projede bu amaç için 8 yılda 8 milyar dolar harcamasının öngörülmesiyle ortaya çıkmaktadır. Proje-de söz konusu uzay istasyonunun mali portresinin 30 milyar dolar olacağı konu edilmektedir. Koloni projesinin yanı sıra muhtemel düşman saldırıları-nı yok etmek amacıyla uzay üslü savunma ve saldırı sistemlerinin kurulma-sında planlanmaktadır. F-15 jetleriyle taşınan 6 m. boyundaki uydusavar fü-zeleri ile yapılan deneme çalışmalarının da oldukça başarılı geçtiği açık-lanan diğer haberler arasındadır.

9. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ :

Uzaktan algılamanın iyimserliği sınırlayıcı etkenlerini üç başlık altında toplayabiliriz :

- a. Gizlilik
- b. Güçlü ülkelerin tekelinde
- c. Pahalı.

Ne denli sınırlayıcı etkenlerle donatılmış olursa olsun gelişen teknolojiye ayak uydurmak bugün için bir zorunluluk haline gelmiştir. Ancak soruna salt teknolojik transfer gözüyle bakmakta hatalı bir davranış olacaktır. Bu nedenle hangi konuda olursa olsun üretime ilişkin bir teknolojik gelişme, mevcut bünyeye uyarlamadan önce kapsamlı bir araştırma yapmak gerçekten zorunludur. Bu araştırmada da önceliği alacak ilk soru o anda uygulanan üretim yöntemindeki dar boğazın ne olduğudur. Üretim dar boğazındaki gerçek neden somut olarak ortaya konduktan sonra sonuç bir teknolojik değişimi gerektiriyorsa ikinci soru olarak maliyet analizi gündeme gelmektedir.

Bilindiği gibi gelişen teknoloji insanı fiziksel uğraştan zihinsel uğraşa sürüklemektedir. Bu nedenle de üretimin bulunması gereken kademesindeki insanın yetiştirme maliyeti de artmaktadır. Diğer bir deyişle eğitim hem oldukça zaman alıcı, hem de masraflı bir şekle dönüşmektedir. Bu durumda yapılacak bir teknoloji transferinin temel sorunlarından birisi de eğitim olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu gün için son derece ilginç ve çağdaş bir bilim olması nedeniyle uzaktan algılama konusunun gelişmekte olan ülkelerdeki en önemli sorunları yukarıda özetlendiği şekli ile görülmektedir. Ancak özellikle harita üretimi konusundaki gelişmelere kayıtsız kalmak mümkün değildir. Eğitim sorununun çözümlenmesini takiben başlatılacak ufak çaplı uygulama çalışmaları kısa zamanda bu yöntemin yaygınlaşmasını ve daha sonra büyük çaplı proje girişimlerini destekler bir nitelik kazanmasını sağlayacaktır.

K A Y N A K Ç A

- LILLESAND/KIEFERE : Remote Sensing and Image Interpretation
- YAŞAYAN, Ahmet : Uzaktan Algılama Ders Notları
K.Ü.
- ERTUNG, Ö.-ÜLKER, B. : 15-26 Aralık 1982 tarihleri arasında İtalya, Fransa ve Hollanda'da Uzaktan Algılama Konusunda yapılan inceleme raporu.
- Haack N.BORRY : A comparison of visual and numerical analysis of Landsat data for grassland and forest inventories in Swaziland.
ITC Journal, 1983-1 Sa:6-11
- Hemperius, S.A. : Characteristics of Second Generation earth Observation Satellites.
ITC-Journal 1983-1 Sa: 21-33
- ÖNDER,M.-AYDEMİR,S. : Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar ve Uygulamalar.
Harita Genel Komutanlığı Konferansları.
- Ackkerman,F. : Digital Image Correlation 39 ncü Fotogrametrik Hafta Stuttgart No:27