
SERİ

B

CİLT

35

SAYI

2

1985

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



UZAKTAN ALGILAMA VE ORMANCILIK

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU¹

K ı s a Ö z e t

Fotogrametri, yerden, havadan ve uzaydan olmak üzere 3 kısma ayrılmaktadır. Geniş alanlarda yapılan çalışmalarda havadan ve uzaydan çekilen fotoğraflardan yararlanılmaktadır. Son zamanlarda uçaklardan veya uydulardan, karanlıkta veya çok bulutlu ve sisli havalarda fotoğraf çekme olanağı sağlandığı gibi, fotoğraf çekmeden de, arazi inceleme olanağı sağlanmıştır. Yeryüzünden gelen ışınlar, dalga boylarına göre, gruplara ayrılmakta ve yorumları yapılmaktadır. Bu yöntemler savaşta da büyük yararlar sağladığından, bütün uluslar, bu konular üzerinde önemle durmakta ve sık sık uluslararası kongreler düzenlemektedirler.

Mayıs 1985 yılında Norveç'te düzenlenen kongreye ilginç bildirimler sunulmuştur. Bu bildirimlerden çok önemli olan bir kaç tanesinin özeti yazıya alınmış ve gerekli açıklamalar yapılmıştır. Bildirimlerde orman yollarının hava fotoğraflarından yararlanılarak nasıl planlandığı, amenajman planlarının nasıl yapıldığı açıklanmıştır.

Arazileri uzaktan inceleme amacile «Özel Uzaktan Algılama Uyduları» yapılmıştır. Bu uydular yardımıyla toplanan son bilgiler, evvelkilere kıyasla çok daha ayrıntılıdır. Hem harita yapımında, hemde yorumlamada çok daha yararlı olmaktadır. Bu yeni olanaklarla, İsveç, Norveç ve Finlandiya'nın Ormanları incelenmekte ve entansif işletmeye dayanak olacak özellikte amenajman planları yapılmaktadır. Özel ormanların vergileride, bu planlara göre toplanmaktadır.

Polonya ormanlarında, yangunların, hava kirliliğinin ve diğer etkenlerin yaptığı zararlar, geliştirilmiş olan uzaktan algılama tekniğinden yararlanılarak saptanmaktadır. Aynı yöntem çevredeki ülkelerde de uygulanmaya çalışılmaktadır. Rusya'daki ormancılık çalışmalarında da Uydulardan geniş çapta yararlanılmaktadır. Bu çalışmalar kongrede ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

GİRİŞ

Ormanlar genellikle engebeli ve geniş alanları kapladığından, içersinde dolaşmak zordur. Ormanla ilgili bilgilerin toplanmasında, büyük güçlüklerle karşılaşılır.

¹ I.Ü.O.F. Geodezi ve Fotogrametri Bilim Dalı.

maktadır. Son yıllarda büyük gelişmeler sağlayan Fotogrametri ve Uzaktan Algılama teknikleri ormanlara ait bilgilerin süratli ve hatasız bir şekilde toplanmasında büyük yararlar sağlamıştır.

Fotogrametri yerden ve havadan olmak üzere 3 kısma ayrılmaktadır. Yerden fotogrametri genellikle endüstride ve küçük alanlara ait bilgilerin toplanmasında kullanılmaktadır. Örneğin arkeolojide ve mimarlıkta olduğu gibi. Havadan fotogrametri uçaklardan ve uydulardan çekilen fotoğraflarla yapılmakta ve geniş alanlara ait bilgilerin toplanmasına yaramaktadır. Örneğin Landsat isimli Amerikan uydusu her 18 günde bir Türkiye üzerinden geçmekte ve oldukça büyük ölçekli fotoğraflar çekmektedir. 18 günlük süre içerisinde, yanarak yok olan ormanlar, bu fotoğraflar yardımıyla kolaylıkla saptanabilmektedir. Aynı şekilde, ülkemizle ilgili daha bir çok bilgi, bu fotoğraflar yardımıyla kolaylıkla ortaya çıkarılabilmektedir. Her akşam televizyonda gördüğümüz, meteorolojiye ait fotoğraflar, çok yüksekte çekilmektedir, çok küçük ölçeklidir. Bir fotoğrafa bütün Türkiye girmektedir. Bu fotoğraflar, araziye ait bilgi veremezler, örneğin yanmış ormanları gösteremezler. Landsat uydusunun çektiği fotoğraflar, meteoroloji fotoğraflarından çok farklıdır ve oldukça ayrıntılı bilgi vermektedirler. Bir fotoğraf ancak bir ilimizi göstermektedir.

Landsat uydusunun çektiği fotoğrafları Amerikalılar bütün dünyaya satmaktadırlar, asla gizli tutmamaktadırlar. Ülkemizdeki çeşitli kamu kurumları, bu fotoğrafları getirterek kullanmaktadır, örneğin MTA ve üniversiteler.

Son zamanlarda, uçaktan veya uydudan karanlıkta veya bulutlu havada fotoğraf çekme olanağı sağlandığı gibi fotoğraf çekmeden de, arazi inceleme olanağı sağlanmıştır. Yeryüzünden gelen ışınlar, dalga boylarına göre gruplara ayrılmakta ve yorumları yapılmaktadır. «Uzaktan Algılama» değiminin içersine hem bu yeni yöntem, hem de Fotogrametri girmektedir. Uzaktan Algılamanın batı dillerindeki karşılığı «Remote Sensing» dir.

Uzaktan Algılama, savaşta da büyük yararlar sağladığından, bütün uluslar bu konu üzerinde önemle durmaktadırlar. Bu yeni tekniğe sahip olan ülkeler, düşmanlarına ait bütün bilgileri kolaylıkla elde etmektedirler. Örneğin ısı farklarını saptayan özel filimlerle çekilen fotoğraflar sayesinde, Orman içersine gizlenmiş bir birliğin yeri kolaylıkla bulunabilmektedir.

Uzaktan Algılama tekniği ormancılıkta da büyük yararlar sağlamaktadır. Uzmanlar 3-5 senede bir toplanarak, yeni gelişmeleri görüşmektedir. 28-31 Mayıs 1985 günlerinde İsveç'te, «Uzaktan Algılama ve Ormancılık» isimli bir seminer düzenlenmiştir. Türkiye'den hiç kimsenin katılmadığı bu seminere sunulan bildirimlerden çıkartığımız bazı özeler, aşağıya alınmıştır. Ayrıca taban sularının bulunması için yapılan çalışmalar verilmiştir.

Norveç'te, Dağlık Arazideki Yol Şebeke Planlarının Yapılmasında, Topografik Haritalardan ve Hava Fotoğraflarından Sağlanan Faydalar

Bu bildiri, Norveç Tarım Üniversitesine bağlı bulunan Orman İşletme Enstitüsü ile uygulamada çalışanların birlikte çalışmasıyla hazırlanmıştır, orijinali İngilizcedir.

Norveç'teki dağlık arazi eğim bakımından 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; Ortalama eğimi % 20 den az olanlar, % 20 - 33 arasında olanlar ve % 33 den fazla olanlardır. Bir arazide, traktörle sürütmeler için en uygun ortalama uzaklığın 500 m. kablo ile ormandan çıkartmalar için de 125 m. olduğu araştırmalarla saptanmıştır. Yamaç yolları arasındaki uzaklığın 800 m. olması kararlaştırılmıştır. Buralarda traktörle sürütme daima aşağıya doğru yapılmakta ve en fazla 800 m. olmaktadır. Aynı yolların arasında kablo ile taşıma yapıldığı zaman uzaklık 400 m. olarak alınmaktadır. Yamaç yolları büyük yamaçlarda yapılmaktadır.

Açıklanan bu kurallara uyularak son yıllarda Norveç'de 20 000 Km. orman yolu yapılmıştır. Daha önce de aynı miktar yol vardı.

Yeni yapılan 20 000 Km. yol, topoğrafik haritalardan ve hava fotoğraflarından yararlanılarak planlanmıştır. Planlar aşağıdaki sıraya uyularak yapılmıştır :

- 1 — Yol planı yapılacak arazi, önce eğim durumlarına göre bölümlere ayrılır ve her bölümün yukardaki 3 eğim grubundan hangisine girdiği saptanır.
- 2 — Arazide, hangi transport yönteminin uygulanacağı kararlaştırılır.
- 3 — Hangi tip kamyon taşımacılığının yapılacağı saptanır.
- 4 — Anayollara ilave olarak yapılacak yollar planlanır.
- 5 — Sürütme yollarının planları yapılır.
- 6 — Hava hatları ile yapılacak taşımaların çeşitli alternatifleri saptanır ve hangisinin daha ekonomik olacağını meydana çıkarmak amacıyla bilgi sayarandan yararlanılır.
- 7 — Saptanan yolların yapımının kaç mal olacağı hesaplanır, yani yolun projesi yapılır.
- 8 — Taşımanın maliyeti hesaplanır.
- 9 — Aynı arazi için, çeşitli yol şebeke planları yapılır ve en uygununu seçebilmek için her birine ait fiyat analizleri yapılır ve en uygunu seçilir.

Kuzey Ülkelerindeki Ormanlık Çalışmalarında Uzaktan Algılama Tekniğinden Yararlanma

Bu bildiri İsveç Orman Genel Müdürlüğünce hazırlanmıştır, orijinali İngilizcedir.

Kuzey ülkeleri denilen İsveç, Norveç ve Finlandiya'da, Uzaktan Algılama tekniğinden ve bunun bir kolu olan Hava Fotogrametrisinden geniş çapta yararlanılmaktadır. Hava fotoğrafları hem harita yapımında hem de arazi ve üzerindeki varlıkların incelenmesinde (Yorumlama) kullanılmaktadır.

İsveç, Norveç ve Finlandiya'da, Orman envanterleri, hem bölgeler düzeyinde hem de; ülke düzeyinde yapılmaktadır. Bu ülkelerde Orman envanterine ve amenajman planlarına çok önem verilir ve aksatılmadan devamlı şekilde yapılır. Ormanla ilgili diğer çalışmalar da, örneğin topoğrafik haritaların yenilenmesi de (güncelleştirme), aksatılmadan yürütülür.

Uzaktan algılama tekniğinin, Ormanlık çalışmalarında kullanılması için bu ülkelerde, büyük bir istek vardır. Bu istek hem havadan, fotogrametriyi, hem de diğer yöntemleri, yani fotoğraf çekmeden uygulanan uzaktan algılama yöntemlerini

kapsamaktadır. Bu nedenle, Uzaktan Algılama yöntemlerinin uygulanması süratle artmaktadır.

Kuzey ülkelerinde entansif ormancılık yapılmaktadır, bu nedenle amenajman planlarının, hatasız ve ayrıntılı bilgilere dayanılarak hazırlanması zorunludur. Bilgi toplama yöntemlerinin bu istekleri karşılayacak özellikte, kullanılan haritaların da, toplanan bilgilerin işlenmesine elverişli büyüklükte olması gerekir. Orman amenajman planlarının yapımında kullanılan haritaların ölçeği genellikle 1/10 000 veya 1/20 000 dir. Bu haritalar üzerinde gösterilen en küçük bölmeler 0,5 hektara kadar, hatta bazen daha da küçük olmaktadır.

Orman amenajman planları yapılırken arazide çalışan ekipler, hem hava fotoğraflarını hem de; bu fotoğrafları incelemeye yarıyan büyüteçleri ve cep stereoskoplarını beraberlerinde gezdirirler, Ekipler, uygulayacakları iş planlarını, hava fotoğraflarını inceliyerek yaparlar. Norveç'de hava fotoğrafları daha fazla geliştirilmiştir, amenajman planlarının yapımında fotoğraflardan daha fazla yararlanılmaktadır. Kuzey Finlandiya ormanlarının amenajman planlarının yapılmasında da, hava fotoğraflarından geniş çapta yararlanılmaktadır.

Uzaktan algılama amacıyla, özel uydular yapılarak atılmış ve deneme çalışmalarına başlanmıştır. Kuzey Finlandiya'da, bu uydular yardımı ile toplanan bilgiler, Orman Taksasyonunun (Ölçmelerinin) yegane dayanağını oluşturmaktadır. İsveç'de geliştirilen yöntemler sayesinde, fotoğraflarda incelenebilen en küçük alan 0,5 hektara kadar indirilmiştir. Özel uydunun çektiği fotoğraflarla, Landsat uydusunun çektiikleri kıyaslanarak, daha geniş alanlar hakkında kararlar verilmektedir. 0,5 hektara veya daha büyük alanda traşlama kesim yapılmışsa veya fırtına devirmeleri olmuşsa, bunlar meydana çıkarılabilmektedir. Yeni yapılan yollar, yapraklı ve ibrelili ağaç ormanları arasındaki sınırlar, gene aynı fotoğraflar yardımı ile saptanabilmektedir.

Bazen havadan fotogrametri tekniğinin daha ileri yöntemleri uygulanarak, ormana ait daha ayrıntılı bilgiler alınmaktadır. Örneğin, kızılötesi renkli filimler kullanılarak, hastalıklı ve ölü ağaçlar saptanmaktadır.

Uydular aracılığı ile bilgi toplama ve bu bilgilerden yararlanma yöntemlerine, özel orman sahipleri de geniş çapta ilgi göstermektedirler, bu nedenle uygulanmakta olan yöntemler süratle gelişmektedir. Bugün uygulanmakta olan yöntemler, başlangıçta uygulananlara kıyasla çok ileridir. Her 3 ülkenin bütün ormancıları bu gelişmeleri yakından izlemektedirler.

Uzaktan algılama uyduları yardımı ile toplanan son bilgiler, evvelkilere kıyasla çok daha ayrıntılıdır. Hem harita yapımında hem de yorumlamada çok daha yararlı olmaktadırlar.

Uydu aracılığı ile yapılan uzaktan algılama tekniğinin ve yorumlamasının, daha ucuz ve daha yararlı hale gelmesini sağlamak için büyük çapta araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırma sonuçlarının, ormancılık çalışmalarına da çok yararlı olacağı kesindir.

Uzaktan Algılama Yöntemi ile Finlandiya Ormanlarında Taksasyon

Bildiri Finlandiya Orman Teşkilatı tarafından hazırlanmıştır, orijinali İngilizcedir.

Finlandiya'da, devlete ve özel kişilere ait ormanlarda verimi arttırmak amacıyla, araştırmalar ve çalışmalar yapılmakta, Orman Ölçmeleri (Taksasyon) titiz bir şekilde yürütölmektedir. Yakın zamana kadar uygulanan Taksasyon yöntemleri, yıllık ortalama artımı bulmayı ve buna göre vergi almayı amaçlamaktaydı, 1922 yılında kabul edilmişti. Finlandiya vergi toplama dairesinin, önemli görevlerinden birisi, Özel ormanlardan adaletli bir şekilde vergi tophyabilmektir. Finlandiya'da 450 tane komun (bucak) bulunmaktadır, buralardaki vergi dairelerinin, Özel ormanlardan aldıkları vergilerin, Ormanın verimi ile orantılı olması gerekir. Bunun için de ormanların bütün özelliklerinin hatasız bir şekilde saptanması gereklidir.

Ormanlar yıllık verimlerine göre, 5 bonitet derecesine ayrılmakta ve buna göre de vergileri alınmaktadır. Altıncı sınıf olarak hiç verimi olmayan ormanlar bulunmaktadır, bunlardan da hiç vergi alınmamaktadır. Bir ormanı meşcerelere ayırmak ve her meşcerenin hangi bonitet sınıfına girdiğini saptamak, buna göre de vergisini almak, vergi dairelerinin, dolayısıyla hükümetin önemle üzerinde durduğu konulardan biridir.

Güney ve Orta Finlandiya'da 40 yıldan beri, ormanlardaki bonitet derecelerinin saptanması işine, «vergi sınıflarının saptanması» denilmektedir. Kuzey Finlandiya'da, bu gün dahi bonitet derecesi saptanmamış yaklaşık 30 000 Km² Özel orman bulunmaktadır. Güney ve Orta Finlandiya'daki ormanların yarısından çoğundaki sınıflama ,günün koşullarına uymamaktadır. Buralarda, yeni yöntemler uygulanarak yıllık verim artırılmıştır. Vergiye esas olan bonitet derecesinin yükseltilmesi gereken, yükseltilmemiştir. Bu nedenle Finlandiya Vergi Dairesi, uygulamakta olduğu eski yöntemi değiştirmeye ve bugünkü gerçek verime uygun vergi toplama yöntemi aramaya başlamıştır. Finlandiya'daki 450 komun'un 350 tanesinde Özel orman bulunmaktadır ve bütün orman varlığının % 75'ini oluşturmaktadır. Özel orman sahiplerinin sayısı 350 000'i bulmaktadır, bunların adaletli bir şekilde vergiye bağlanması, önemli bir sorundur.

Ormanların bonitet derecelerini ve vergilerini saptamak amacıyla uygulanan klasik yöntem, tamamen arazi çalışmalarile yapılmaktaydı. Teknisyenler hava fotoğraflarını ve haritalarını alarak araziye çıkar ve devamlı çalışırlardı. Bu şekildeki çalışmayla, Güney Finlandiya'da bir iş gününde, 0,5 - 1 Km², kuzey Finlandiya'da ise 1,5 - 2 Km² ormanın ölçüsünü yaparlardı. Son 5 yıl içersinde, Landsat 2'nin verdiği görüntülerden ve kızılötesi renkli hava fotoğraflarından yararlanan yeni yöntemler geliştirildi. Bugün teknisyenler arazide çok az çalışmakta, topladıkları bilgileri, uydudan, renkli fotoğraflardan ve haritalardan aldıkları birleştirerek sonuca varmaktadırlar. Kuzey Finlandiya'da uygulanan, ormanların vergilerini saptama yöntemi, 4 kaynaktan elde edilen bilgilere dayanmakta ve KAUKO ismini almaktadır. 4 kaynak; uydu, renkli kızılötesi fotoğraflar, harita ve arazi çalışmalarıdır.

KAUKO yöntemi 2 yıl uygulandıktan sonra, eski yöntemle kıyaslanmış ve 3 kat daha hızlı olduğu, sistematik hatasının da bulunmadığı saptanmıştır. Yeni yöntemin orta hatası, eski yöntemle kıyasla biraz fazladır, fakat bunun sonuç üzerindeki etkisi yok denecek kadar küçüktür. Diğer bir deyimle hata, kabul edilebilecek sınırlar içersinde kalmaktadır. KAUKO yöntemi uygulanmakla masraflar % 25 azalmıştır, buna göre 15 yılda bir milyon Amerikan doları kadar ekonomi sağlanmaktadır. Özet olarak yeni yöntem eskiye kıyasla 3 defa daha hızlı ve % 25 oranında daha ekonomiktir.

Yeni yöntem, Finlandiya'nın kuzeyinde uygulanmakta fakat; güneyinde uygulanamamaktadır. Çünkü güney ormanlarında, ağaç tepeleri çok sıktır, uydulardan ve uçaklardan çekilen fotoğraflarda, orman içi ve alt tabakaları görülememektedir. Güney ormanlarında bonitet sınıfları çok sık değişmektedir, silvikültür amacile de daha fazla inceleme yapma zorunluğu bulunmaktadır. Güney ormanları kuzeydekilere kıyasla daha verimlidir, bu nedenle de güney ormanlarındaki ölçmelerin daha duyarlı bir şekilde yapılması gerekir. Yapılan bir hatanın oransal değeri, küçük olabilir fakat; sonuç üzerindeki etkisi, yani ekonomik önemi; büyük olmaktadır. Bu nedenle de, güney ormanlarının, kuzeydekilere kıyasla daha duyarlı ölçülmeleri gerekmektedir.

Özet olarak; Güney Finlandiya ormanlarının, kuzeydekilerden daha duyarlı ölçülmeleri gerekmektedir. Ağaç tepelerinin birbirleri içersine girmiş olmaları, ölçülmelerini bir kat daha güçleştirmektedir. Güney ormanları için 3 kademeli, ayrı bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde göre; kızılötesi renkli filimlerin ve haritaların tamamı incelenmekte ve yorumlanmakta % 30 - 50 oranında da arazi çalışması yapılmaktadır. VILMA ismi verilen bu yöntem 1984 yılında son olarak denenmiş ve 1985 yılından itibaren de, geniş çapta uygulamaya konulmuştur. Yapılan denemeler sonunda VILMA yönteminin, eski yöntem kadar duyarlı sonuç verdiği, arazi çalışmalarını % 50, genel giderleri de % 20 - 25 oranında azalttığı saptanmıştır. Bundan sonra güney ormanlarının bonitet derecelerinin saptanması (Taksasyonu) ve vergi değerlerinin bulunması VILMA yöntemine göre yapılacaktır.

Eski yöntemle; Finlandiya ormanlarının tamamının, bonitet derecelerine ayrılması ve vergilendirilmesi için 40 milyon dolar harcanması ve 15 - 20 yıl çalışılması gerekiyordu. Yeni yöntemlerin uygulanması masraf 10 milyon dolara, süre de 5 yıla inmiştir. Sağlanan fayda sadece bunlardan ibaret değildir. Asıl önemli fayda, ormanlardaki gerçek servetin ve yıllık artımın bulunması, ayrıca özel ormanların adaletli bir şekilde vergilendirilmesidir.

Polonya Ormanlarında, Yangınlarm, Hava Kirliliğinin ve Diğer Etkenlerin Yaptığı Zararların Saptanması

Bu bildiri Polonya Orman Araştırma İstasyonunda hazırlanmış, hükümetin onayından geçtikten sonra, seminere sunulmuştur, orijinali İngilizcedir.

Uzaktan algılama yöntemlerinin ormancılığa uygulanması, süratle gelişmektedir. Bu gelişmeler, hem Uzaktan Algılama Tekniğinin gelişmesinden, hem de ormana karşı ilginin artmasından, diğer bir deyimle; Orman ekonomisinin ilerlemesinden doğmaktadır. Son yıllarda Avrupa ormancılığında, büyük çapta değişiklikler ve gelişmeler oldu. Ötedenberi arazi çalışmalarile uygulanan klasik yöntemler, önemini kaybetti, yerlerini Uzaktan Algılama tekniğine dayanan, daha objektif ve daha süratli yöntemler aldı.

Amerikan Kodak Aerochrome IR No: 2443 filimlerle veya Rusya'nın SN serisindeki filimlerle çekilen fotoğraflardan yararlanılarak, ormanın neresinde ve hangi derecede bir hastalığın veya herhangi bir zararın olduğu kolaylıkla saptanmaktadır. Avrupa koşullarında, uydulardan çekilen fotoğraflardan yararlanarak, ormanlardaki zararları saptama yöntemi pek başarılı olmamaktadır. Uçaklardan çekilen fotoğraflardan yararlanılmakta ve Uzaktan Algılama Tekniği geniş çapta uygulanmaktadır.

Fotoğraf çekilmeden uygulanan Uzaktan Algılama Yöntemleri, özellikle geniş orman alanlarında yapılan araştırmalarda kullanılmaktadır. Bu yöntemler hem zararın olduğu yerin bulunmasında hem de, derecesinin saptanmasında çok yararlı olmaktadır. Arazideki ısı farklarını saptayan özel filimler, orman yangınlarıyla savaşta, çok yararlı olmaktadır.

Polonya ormanlarında, zararın olduğu yerlerin ve derecelerinin saptanmasında, kızılötesi renkli filimlerden çok yararlanılmaktadır. Bu yararlanmada, gün geçtikçe süratle artmaktadır. Evvelce bu iş için, Kodak Aerochrome IR No: 443 (70 mm lik band) kullanılmaktaydı, şimdi ise Rus yapısı SN serisindeki filimler kullanılmaktadır.

Kirli havanın, çam ormanlarına yaptığı zararın, yerini bulmak ve derecesini saptamak için, 1/8000 ölçeğinde hava fotoğraflarından yararlanılmaktadır. Bu fotoğraflar 8 veya 10 defa büyüten Stereocamparator aletlerine yerleştirilerek incelenmektedir (Yorumlanmaktadır). Zarar gören ağaçlar saptanırken, 2 değer üzerinde önemle durulmaktadır. Birincisi; hasta ağaçların her birindeki hastalık oranı, örneğin dalların yüzde kaçının kuruduğu. İkincisi de hasta ağaçların sıklık derecesi; bir hektarda kaç tane hasta veya ölü ağaç bulunduğu. Bu değerler, deneme alanları için bir defa fotoğraflar üzerinde bir defa da arazi çalışmalarile saptanır ve birbirile kıyaslanarak regresyon denklemleri kurulur. Yapılan çalışmalarda, regresyon denklemlerinin varyans kat sayılarının yüksek olduğu ($R=0,99$) yani fotoğraf yardımıyla yapılan saptamaların çok duyarlı olduğu ve arazideki gerçek durumu gösterdiği kanısına varılmıştır. Çok sayıda hastalıklı ağaç üzerinde inceleme yapıldıktan sonra, kirli havadan zarar görme derecelerine göre zonlara ayrılmakta ve sınırları çizilerek, ormanın zarar zonları haritası yapılmaktadır.

Polonya ormanlarında *Lymantria Monocha* isimli böcek yaşamakta ve bir hayli zarar yapmaktadır. Kodak Aerochrome IR No: 2443 filmi kullanılarak çekilen renkli fotoğraflardan yararlanılarak, bu böceğin yayıldığı yerler ve yaptığı zararlar saptanmaktadır. Bu saptama yapılırken ağaçların tepe çatılarındaki renk değişimi ile, asimlasyon (Özümseme) sistemlerindeki bozukluk derecesi arasında bir bağlantı kurulmaktadır. Renk değişimi hava fotoğraflarından asimlasyon sistemindeki bozukluklarda, arazi çalışmalarile elde edilmektedir. Deneme alanlarında 3 yıl süre ile bu çalışmalar yapıldıktan sonra, yeni çıkacak ibrelerin, ne derecede sağlıklı çıkacağı konusunda hatasız karar verme olanağı elde edilmektedir.

Sudety dağlarını kaplayan Ladin ormanlarının fotoğrafları, Rusya'nın SN serisindeki filimlerle çekilmiş ve bu fotoğraflar incelenerek, ormana zarar veren çok sayıdaki etkenin analizi yapılmıştır. Bu ormanlarda sağlıklı, hasta, ölmüş ve ölmek üzere olan ağaçlar bir arada bulunmaktadır. Hastalık ve ölüm nedenleri olarak; rüzgar devirmesi, mantar ve böcek zararları vardır. Yapılan çalışmalar sonunda ormanlar sağlıklı ve sağlıklı olarak 2 kısma ayrıldı ve 1/10 000 ölçekli haritalar üzerinde gösterildi. Sağlıklı ormanlar da, sıklık derecelerine göre kademelere ayrıldı. Ormanların ekonomik değerleri, yıllık verimleri ve uygulanacak silvikültür yöntemleri, bu temele dayanılarak saptandı.

Ladin ormanlarının fotoğrafları, optik aletlerle incelenirken, sıklık derecelerinin saptanması için, densitometrelerden veya mikrodensitometrelerden yararlanılmaktadır. Aynı çalışmalar sonunda, hava kirliliğinden zarar gören ormanların, gördükleri zararların dereceleri de ortaya çıkmaktadır.

Ladin ormanlarındaki zararların saptanması amacile yapılan, hava fotoğraflarından ve densitometrelerden yararlanılarak yürütülen yeni yöntem tamamiyle arazi çalışmalarile yürütülen eski yöntemle kıyaslandığında; çok daha başarılı, ekonomik ve duyarlı olduğu görülmektedir.

Orman yangınlarını kontrol altına almak için de, ısı farklarını saptayan filimlerden yararlanmak, faydalı olmaktadır.

Ormanlardaki zararların yerlerinin ve zarar derecelerinin saptanması için, Uzaktan Algılama Yöntemlerinin çok daha gelişeceği ve uygulamalara daha büyük faydalar sağlayacağı ümit edilmekte ve bu amaçla çalışılmaktadır.

Rusya'daki Ormancılık Çalışmalarında Uydudan Yararlanma

Rus hükümetince onaylanmış bildiridir, orijinali rusçadır.

Rusya'daki ormancılık çalışmalarında Uzaktan Algılama Yöntemleri geniş çapta uygulanmaktadır. 1970'li yılların başlangıcında, uydudan yapılan Uzaktan Algılama yöntemlerinin, Ormanların incelenmesinde ve haritalarının yapılmasında ne kadar faydalı olabileceğini saptamak amacile, geniş çapta araştırmalar yapıldı.

Ormanların ve kereste endüstrisinin bulunduğu yerler, ayrıntılı bir şekilde incelendi. Farklı dalga boyundaki ışınlar kullanılarak (Spektrumun farklı bölgelerinden yararlanılarak), 1/10 000 - 1/20 000 ölçekli renkli hava fotoğrafları çekildi. Bu fotoğrafların laboratuvarlarda incelenmesiyle elde edilen sonuçlar, arazi çalışmalarile birleştirilerek, Orman envanterleri yapıldı. Rusya'nın kuzeyinde, doğusunda ve çöllerin bulunduğu bölgelerde, ekstansif ormancılık yapılmaktadır. Buralardaki orman envanterleri, ağırlık hava fotoğraflarına ve uyduların topladığı bilgilere verilerek yapılmaktadır. Kaliteli ormanların bulunduğu yerlerde, farklı dalga boyundaki ışınlarla çekilen renkli fotoğraflar, çöl bölgelerinde de siyah - beyaz fotoğraflar kullanılmaktadır. Arazi çalışmalarının olabildiğince az olmasına, bilgilerin hava fotoğraflarından alınmasına gayret edilmektedir. Önce uydudan çekilen fotoğraflar incelenerek, Orman homojen bölümlere ayrılmaktadır. Daha sonra, her bölüme ait ayrıntılı bilgi, hava fotoğraflarından alınmaktadır. Bu bilgiler elde edilirken, fotoğraflarda alınacak deneme alanlarının yerleri saptanmakta, bunların bir kısmı da arazide bulunarak gerekli ölçü ve incelemeler yapılmaktadır. Deneme alanlarının, arazideki durumlarile, uçaklardan ve uydulardan çekilen fotoğraflardaki durumları karşılaştırılmakta, fotoğraflardan alınan bilgilerin, arazideki gerçek duruma, hangi oranda uyduğu, ortaya çıkarılmaktadır. Bu şekilde uygulanan orman envanter çalışmaları, ormanlar hakkında ayrıntılı bilgi elde edilmesini sağlamaktadır. Aynı şekilde, ormanların amenajman planları ve haritaları yapılmakta, ekonomik değerleri ortaya konulmakta, pratik amaçlara elverişli bilgiler elde edilmektedir.

Uydu fotoğraflarından yararlanılarak, 1/200 000 ve daha küçük ölçekli Tematik haritalar yapılmış ve denenmiştir. 3 kademeli envanter çalışmasının planları, bu tematik haritalar üzerinde yapılmaktadır. Kademeler şunlardır :

- a — Uydudan çekilen fotoğrafların, bir sıraya konularak incelenmesi
- b — Uçaktan çekilen fotoğrafların incelenmesi ve uygun yerlerin seçimi
- c — Arazi çalışmalarının yapılması ve uydudan çekilen fotoğraflara yardımcı

olacak bilgilerin elde edilmesi ve buna dayanarak, daha ayrıntılı bilgi veren haritaların yapılması.

Uydudan çekilen fotoğrafların ,daha ayrıntılı bilgi vermesi, diğer bir deyimle; daha küçük boyutlu objeleri göstermesi istenir. Bu istek fotoğrafın ve yapılacak haritanın ölçeği ile kalitesine bağlıdır. Uzaktan Algılama Tekniği, koruyucu orman şeritlerinin envanterinde de kullanılmaktadır, bu amaçla da, yeni yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca; kaliteli ormanları kontrol altına almak, ormancılık çalışmalarını planlamak, çalışmaların planlara uygunluk derecelerini saptamak gibi işlerde de Uzaktan Algılama Tekniğinden yararlanılmaktadır. Yakın zamana kadar uygulanmış olan ormancılık yöntemleri, son yıllarda uçaklardan ve uydulardan çekilen hava fotoğraflarının ortaya çıkmasıyla, Uzaktan Algılama Tekniğinin gelişmesiyle, büyük çapta değişmiştir. Orman envanteri ve harita yapma yöntemleri, süratle değişmekte ve daha iyiye doğru gitmektedir. Uçaklardan ve uydulardan çekilen fotoğrafların daha ayrıntılı bilgi vermesi, fotoğraf inceleme ve harita yapma işlerinin otomasyon haline getirilmesi, envanter ve haritacılık işleri için, bankalar kurulmasına çalışılmaktadır.

Farklı Boydaki Işınlardan Yararlanılarak Uydulardan ve Uçaklardan Çekilen Fotoğrafların, Yarımekanik Yöntemlerle İncelenmesi

Rus hükümetince onaylanmış bildiridir, orijinali rusça'dır.

Uydulardan ve uçaklardan çekilen orman fotoğraflarının yorumları yapılırken, kullanılan makinelerin ve operatörün, karşılıklı olarak birbirlerini nasıl etkilediğine çok önem verilir. Dalga boyu farklı ışınlarla çekilen uydu fotoğraflarından yararlanılarak, küçük ölçekli orman haritaları yapılırken, değişik arazi sınıfları ve farklı ağaç cinslerinin oluşturduğu ormanları ayırt etme olanağı vardır. Bu olanaktan yararlanmak amacıyla, yeni yöntemler ve aletler geliştirilmiştir. Yapılan deneme çalışmalarında, farklı görüntülerin yöntemi nasıl etkilediği ve hangi koşullarda Otomatik yorumun yapılabileceği saptanmıştır. Tek kademeli ve çift kademeli bir çok yöntem geliştirilmiştir. Fotoğrafların kalitesine, kullanılan makinelerin özelliklerine ve operatörün yorumlama gücüne göre, yöntem seçmek gerekmektedir. Yapılacak çalışmanın girdileri, amaçları, etkenler arasındaki karşılıklı etkilerin durumları, kontrol ve ayarlama işlemleri üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Renk sinyallerinden yararlanılarak, görüntüleri daha net hale getirmek için, aletlerde değişiklikler yapılmakta ve böylelikle daha gelişmiş aletler elde edilmektedir. Yorumlamanın birinci kademesinde, görüntünün kümeler halinde analizi yapılmaktadır, yani görüntü büyük gruplara ayrılmaktadır. İkinci kademe ise, ayrıntılara inilmektedir. Bazı yöntemlerde, görüntünün her bir parçası bir defa incelenir ve karara bağlanır, bazısında ise; inceleme bir kaç defa tekrarlanır. Aynı parça için her incelemede aynı karar veriliyorsa, kararların sağlıklı olduğu kanısına varılır. Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın, daima operatörün çok dikkatli olması gerekmektedir. Toprak sınıflarını saptamak amacıyla, otomatik yorumlama yapan sistem kurulmuştur. Bu sistemin daha sağlıklı kararlar vermesini sağlamak amacıyla, geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Arazide bir kare şebekesi kurulmuş, kare köşelerindeki topraklar incelenerek arazi sınıflaması yapılmış ve fotoğrafların verdiği sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonunda, fotoğraflar yardımıyla elde edilen

sonuçların % 85 - 90 oranında doğru olduğu saptanmıştır. Bulunan oranlar koşullara göre pek az değişmektedir.

Uzaktan Algılama Tekniğinin, Kuzey Amerika'daki Ormancılık Çalışmalarına Uygulanması

Bu bildiri, Kanada Orman Araştırma İstasyonunda hazırlanmış ve hükümetin onayından geçmiştir, orijinali İngilizce'dir.

Kuzey Amerika'da bugün uygulanan ve gelecek yıllarda da uygulanacak olan Ormancılık yöntemleri, Uzaktan Algılama tekniğinin sağladığı olanaklardan yararlanmayı, büyük bir sevinçle karşılamaktadır. Kuzey Amerika ormancılığı, Uzaktan Algılama tekniğinden 3 şekilde yararlanmaktadır. Bunlar envanter çalışmaları, orman hakkında daha ayrıntılı bilgi edinme ve özel amaçlı incelemelerdir. Böceklerin ve çeşitli hastalıkların incelenmesi, harita yapımı, ekolojik etkenlerin saptanması gibi konular, özel amaçlı incelemeler grubuna girmektedir. Uzaktan Algılama Tekniğinin gelecek yıllarda ormancılığa uygulanması konusunda, çeşitli eğilimler ve bu eğilimlere uygun gelişmeler bulunmaktadır. Bu eğilim ve gelişmelerin başlıcaları şunlardır :

1 — Orman İşletmelerini daha entansif hale getirmek.

2 — Coğrafya bilgilerini daha fazla geliştirerek, orman envanterlerinin daha geniş kapsamlı ve daha ayrıntılı olmasına olanak sağlamak.

3 — Teknik gelişmeler, incelenen ve özellikleri saptanan her arazi noktalarının koordinatlarının da bulunmasına olanak vermektedir. Uydular aracılığı ile yapılan bu saptamalarda yararlanarak, daha ayrıntılı kereste envanteri ve coğrafya bilgileri elde etmek.

4 — Bilgisayar sistemlerinin ve bilgi depolama işlemlerinin daha ekonomik hale getirilmesi.

Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Kanada'da uygulanan Orman envanterleri arasında önemli farklar bulunmaktadır. Kanada'da uygulanan Orman envanteri, yönetim envanteridir ve yerel yönetimlerle ilişkilidir. Hava fotoğrafları yardımıyla yapılmakta ve meşcere haritaları üzerine işlenmektedir. Meşcereler boy, sıklık ve yaş sınıflarına göre ayrılmakta, her meşcerenin üzerine bu özellikleri yazılmaktadır. Meşcerelerdeki ağaç hacimlerini bulmak için de, arazide deneme alanları alınmaktadır. Bölgesel ve ulusal orman varlıkları, bu envanterlerden yararlanılarak bulunmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan Orman envanterlerinde, meşcereler ayrılmamakta, eyaletlere (State'lere) ve rejonlara göre Orman envanterleri yapılmaktadır. Meşcere haritası yapılmamakta, örnekler alınmakta ve örneklerden yararlanılarak orman envanterleri yapılmaktadır.

Kanada'da yapılan orman envanterlerinde meşcere birim olarak alındığından, uydu aracılığı ile yapılan Uzaktan Algılamalar Kanada için pek yararlı olmamaktadır, fakat Amerika Birleşik Devletleri için yararlı olmaktadır. Uygulama alanına yeni çıkan, çok bantlı ve daha küçük boyutları saptayabilen (Resolution gücü yüksek) tarayıcı sistemlerin, meşcerelerin ayırımında ve özelliklerinin saptanmasında yararlı olup olmayacağı henüz kesin olarak bilinmemektedir. Arazideki noktaların

coğrafi özelliklerini, orman durumunu ve koordinatlarını, birlikte saptayan yeni sistemler, hava fotoğrafları üzerinde saptanan bilgilerin, haritalara aktarılması işlemini ortadan kaldırmıştır. Arazide deneme alanları almak, Orman envanterinde önemli giderlere sebep olmaktadır. Bunun yerine, büyük ölçekli fotoğraflardan yararlanılırsa, giderler çok azalmaktadır.

Ormanlardaki büyük değişikliklerden sonra, örneğin; yangın traşlama kesim, rüzgar devirmesi, geniş çaplı böcek veya hastalıktan sonra, gerçeği tam olarak bildiren raporların yazılması istenir, bu istek gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca; envanter yöntemlerini geliştirmek ve aynı yere ait envanter çalışmaları arasındaki süreleri arttırmak istekleri de vardır. Genel olarak ormanlarda seyrek envanter yapılması, sadece çok gerekli olan yerlerde, sık envanter yapılması düşünülmektedir. Uzaktan Algılama tekniği, ormanlardaki değişikliklerin, süratli ve doğru bir şekilde saptanmasında çok yararlı olmaktadır. Uydulara yerleştirilen algılama sistemleri geniş alanların ucuz bir fiyatla taranmasını sağlamaktadırlar ve bu amaçla geliştirilmişlerdir. Uydulardaki sistemlerin, traşlanmış veya yanmış orman alanlarını saptamada, ne kadar başarılı olduklarını, bulmak amacıyla, çok sayıda deneme yapılmıştır, sonuçları bilinmektedir. Bütün bunlara rağmen uydudaki sistemlerin kapasitelerinden geniş çapta yararlanılmamaktadır. Yakın bir gelecekte uydulardaki sistemlerin, çok gelişeceği ümit edilmekte ve geniş çaptaki uygulamalar için, bu gelişmeler beklenmektedir. Örneğin, uydu yardımı ile Tematik haritaların yapılması ve arazi noktalarının incelenmesi, beklenmekte olan gelişmeler içersindedirler.

Uzaktan Algılamanın, özel amaçla uygulanması konuları arasında, böceklerin ve çeşitli hastalıkların yaptığı zararların saptanması, önemli yer tutmaktadır. Uydulardan ve uçaklardan yapılan Uzaktan Algılama, bu konularda, orta derecede başarılı olmaktadır. Sadece büyük alanları kaplıyan geniş çaptaki zararlar, örneğin yaprak veya ibrelerin tamamen dökülmesi, veyahutta ağaçların ölmesi halinde, saptama yapılabilmektedir. U2 uydusundan çekilen, çok duyarlı fotoğraflar yardımı ile Kabuk böceklerinin (*Dendroctonus ponderosae*) ve Çingene Güvelerinin (*Lymantria dispar*) yaptığı geniş çaptaki zararlar saptanabilmiştir. Fazladan yapılacak giderlere katlanmak şartı ile, Uzaktan Algılama Tekniğinde değişiklikler yaparak bazı böceklerin ve hastalıkların yaptığı zararları saptayan özel amaçlı çalışmalar yapılabilmektedir. Özel amaçla yapılan diğer bir önemli çalışmada; uydu aracılığı ile Orman Tiplerini gösteren haritaların yapılmasıdır. Bu yöntemden yararlanılarak, Kanada'nın kuzeyindeki ve daha başka yerlerindeki ormanların haritaları yapılmıştır.

Uzaktan Algılama Tekniğinin, pratik çalışmalara uygulanması, gün geçtikçe artmaktadır, yakın gelecekte çok daha fazla artacağına kesinlikle inanılmaktadır. Ormancilık çalışmaları, Ormanla ilgili daha fazla ve ayrıntılı bilgi elde edilmesini zorunlu kılmaktadır. Coğrafya bilgileri ile ilişkili envanter çalışmaları, Uzaktan Algılamanın sayılaşdırılması ve diğer gelişmeler, Uzaktan Algılama Tekniğindeki son gelişmelerdir. Bu başarılarla bakılarak Uzaktan Algılamanın yakın bir gelecekte uygulama alanında, daha çok görüleceğine ve daha yararlı olacağına hükmedilmektedir.