

**İSVEÇ'TE UZAKTAN DUYARLANMA "REMOTE SENSİNG"
ÇALIŞMALARI**

Yazan: Mats FORSELL
Çeviren : İlhami TÜZEL
Harita Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ :

İsveç'te ; son 40 yıl boyunca klâsik harita yapımı, orman-cılık çalışmaları, askeri ve jeomorfolojik araştırmalar amacıyla kullanılmış bulunan hava fotoğrafçılığı, şimdi uzaktan duyarlanma teknolojisinin kuvvetli bir organı durumuna gelmiştir. 1945 den önce Carl Mannerfelt ha-va fotoğrafçılığının bu alandaki potansiyel değerini ortaya koymuştu. An-cak hava fotoğrafçılığının sivil amaçlar için geliştirilmesi, sadece İsveç Coğrafya Departmanı (Geographical Survey Office) tarafından yürütülmüştür.

Dikkatimizi bu konunun günümüzdeki gelişmiş teknolojisine çevirir-sek, konunun yürütme organlarını daha da kuvvetlendirmek gereği ortaya çıkmaktadır. Araştırma gruplarının sayısı azdır, ancak bu durum 1969 da "Ulusal Uzaktan Duyarlanma Komitesi"nin kuruluşundan buyana değişmiş bu-lunmaktadır. Bu yazıda kısa olarak Uzaktan Duyarlanma Teknolojisinin uygu-lamaları gözden geçirilmektedir.

2. İSVEÇTE UZAKTAN DUYARLANMA ARAŞTIRMALARINA YÖNELİK ÇALIŞMALARIN DAĞILIMI :

a. TERMOGRAFIK ÇALIŞMA : İsveç Millî Savunma Bakanlığı Araştırma Enstitüsü tarafından 1960 yılında havadan hassas termik kaydedici (Thermal Scanner) bir araç geliştirilmişti (Referans: 1-2 **). İnfrared ışınlarla karşı hassas bir dedektör (IR yoğunluk dedektörü) sıvı helyum krostatı i-çersine yerleştirilip bir DC-3 uçağına monte edildi. Işık gücü (koyuluğu) kuvvetlendirilmiş dedektör sinyalleri ile kontrol edilen kor halindeki bir tüp, aracın görülebilir kısmında bulunmakta ve hareket eden film üzerine bir nokta şeklinde resmedilmektedir. Bu resmedilme işi, senkronize olarak dönen bir yuvarlak (drum) aynanın her iki yüzünde bulunan dönen iki mikros-kop merceği yardımıyla oluşmaktadır. Kaydedici dönecinin her bir devri, film hareket doğrultusuna dik iki çizgi ile film üzerinde belirlemektedir.

Ölçülerin yapılmasında İnfrared (IR)- bölgesinde atmosfere açık iki pencerenin kullanılabilmesine rağmen, ölçüler çoğunlukla 8-14 µm dalgaboyu bandında yapılmıştır. Arazi yüzeyi için geometrik veri yaklaşık 2 milirad-yan olmasına karşılık, daha büyük bir dedektör sahası kullanıldığından, su yüzeyi için bu veri 20 miliradyana düşürülmüştür. Sıcaklık verisi yer gö-rünümünde (Imagery) yaklaşık derecenin ondebiri kadar, su görünümünde ise yaklaşık bunun 0,1 nisbetinde yükseltilmiştir.

İsveç Hidroloji ve Meteoroloji Enstitüleri ile yapılan sıkı işbir-liği sonucu, Stockholm ve Lund Üniversiteleri Coğrafya Departmanları, şe-hircilik, doğal kaynaklar ve nüfus problemleri ile uğraşan değişik kuru-luşlar; Millî Savunma Bakanlığı Araştırma Enstitüsündeki Termal haritacı-

** Referans olarak verilen araştırmalar yazının sonunda listelenmiştir.

lık tekniğinin muhtemel aplikasyonları üzerinde araştırma yapmakta ve cisimlerin radyasyon imkânları ve geçmişleri hakkında genel bir bilgi sahibi olma yolunda uğraşmaktadırlar.

Su konusu ile ilgili çalışmalar, Öresund sahilinde kurulmuş bulunan bir nükleer araştırma merkezi ile bağlantılı olarak yürütülmekte ve geniş ısınmış su kütlelerinin sebep olduğu değişikliğe ait, geleceğe dönük çalışmalar başlangıç noktası alınarak, sudaki mevcut termal şartlarla ilgili bilgi toplanmasına çalışılmaktadır. Diğer çalışmalar da nehir kirlilerinin karışımı ve sahil haritalarının yapılma imkânını ispatlamış durumdadır.

1969 Yılında, Savunma Bakanlığı Araştırma Enstitüsü ve Lund Üniversitesi Coğrafya Departmanı araştırmacıları birlikte bir ortak proje başlatmışlardır (Referans: 3-6). Birkaç yıl içerisinde, referans bir materyalin toplanabileceği ve değişik Uzaktan Duyarlanma teknolojisinin uygulanabileceği bir test alanı seçilmiştir. Bu amaçla Güney İsveç'te Kullaberg yarımadası seçilmiş ve alanın seçiminde, Lund Üniversitesi çalışma grubunun bölgesel iklim çalışmalarına uygun düşecek gereklilikler ve arazi bilgilerinin kolayca alınabilmesi göz önüne alınmıştır. Termal kaydedici ile yapılan çalışmalarda takip edilen özel amaç ; test alanının bütün görünümünde günlük ve mevsimlik değişimleri inceleme ve hava etkisi parametrelerini araştırmaktır. Projedeki diğer uzaktan duyarlanma tekniği ise, infrared renkli filmler ve klâsik fotoğrafçılık çalışmaları içinde kalmaktadır.

Birbaşka müşterek çalışma da Baltık denizinde Öland adasında yapılmıştır. Öland adasındaki test alanında, Lund Üniversitesi araştırma grubunca yapılan fotoğrafik çalışmadan bazı çok elverişli materyal elde edilmiş ve bunlar toplanmıştır. 1969'un kuru yaz mevsiminde elde edilen bir termal görüntüde (thermal imagery) çok sayıda nokta şeklinde soğuk objeler keşfedilmiştir. Bunların 0,5 m² yüzeyinde, 8^o-10^oC ısıda ve saniyede 0,2-3 litre su akıtan kaynaklar olduğu anlaşıldı. Araştırma sırasında normal hava ısısı yaklaşık 20^oC idi.

İsveçte geliştirilmiş bir başka alet de AGA termovizyon (ısı ölçen) aletidir. Bu alet genellikle kısa mesafe aleti olarak kullanılır. Aletin başlıca tatbikatları ilâç ve endüstri teknolojisindedir. Elektrik devrelerinin ısı kaynağının araştırılmasında ve binalarda ısı kaçıran noktaları saptamada yararlanılmıştır. Bu alet aynı zamanda Lund Üniversitesi Coğrafya Departmanı tarafından bölgesel iklim araştırmalarında da kullanılmıştır (Referans: 4-7). Yine bu aletle yapılan bir araştırma denemesinde; bir hava alanına bir kasaba modeli yapılmış ve bu modelde değişik meteorolojik şartlar altındaki ısı dağılımı incelenmiştir (Referans-8). Yapılan bu model kasaba ısı kapasitesi, yansımaya ve ısıyı dışarı sızdırma konularında aynı sonuca ulaşılması bakımından gerçek binalardaki yapı kalitesine uygun ve homojen bloklar halinde yapılmış olduğundan sonuçta, bina projelerinin yapımında ve şehir plânlamasında kayda değer ümitler elde edilmiştir.

AGA-termal harita yapıcı şimdi yine İsveç Coğrafya Departmanı tarafından 680 FL Aero Commander uçağına yerleştirilerek kullanılmaktadır.

İsveç Kraliyet Ormancılık Koleji ile yapılan çalışmalarda, alçak

bitki örtüsündeki bölgesel iklim şartları incelenmiştir. İsveç Meteoroloji ve Hidroloji Enstitüsü, kirlı suların diğer sulara karışma hacmini ve su akımını incelemeye yönelik bilgiler almak için, ısınmış sularda izo-termler çizme amacıyla termal resimleri kullanılmaktadır. Aynı amaç için ve ayrıca su akıntılarını, kaynakları ve maden alanlarındaki yarıkları saptamada bazı danışman firmalar da termogramlar kullanmaktadırlar.

b. FOTOĞRAFİK ÇALIŞMA :

Askerlerin, haritacıların ve coğrafyacıların hava fotoğrafçılığındaki ilk çalışmaları klâsik ve infrared renkli fotoğrafların interpretasyon imkânının geniş şekilde araştırılmasına etkili bir dayanak olmuştur. Bölgemizin karakteri yönünden, yakın bir geçmiştenberi, hava fotoğrafçılığın tatbikatındaki büyük ilgi, göl haritacılığına dönüşmüş bulunmaktadır. Deniz yosunu ve diğer su bitkilerinin dağılımlarının incelenmesinde yararlanılabileceği ispatlanmıştır.

Stockholm Üniversitesi Coğrafya Departmanı Uzaktan Duyarlanma konusunda çok aktif durumdadır. Diğer enterasan çalışmalardan bazıları; tek büyük kayaların dağılım haritaları ve yer yüzüne çıkmış büyük kayaların dağılım haritaları ve yer yüzüne çıkmış büyük kaya yataklarının araştırılmasına yönelik durumdadır. Bu iki ilginç konu jeomorfolojiyi yakından ilgilendirmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarından anlaşılmıştır ki; büyük ve küçük kaya parçalarının sayısının tesbiti amacını taşıyan infrared fotoğraflardan yapılmış haritalar, aynı ölçekteki normal fotoğraflardan yapılanlara nazaran daha çok detayı gösterebilmektedir. Suni renk (false-color) 1/13000 ölçekli fotoğraftan elde edilen sonuçlar, Referans-9 daki özel bir örnekte de görüleceği gibi, 1/7000 ölçekli pankromatik fotoğraf-taki kadar iyidir.

Stockholm Üniversitesi Araştırma grubunun devam eden çalışmaları, renkli filitrelerin gereğince kullanılması suretiyle ladin ve çam ağaçları arasındaki farklı belirlenliği hava fotoğraflarında tesbite yöneliktir. Bu tür ekonomik öneme sahip bir başka araştırma çalışması da rengeyiği meralarının havadan tesbitine yönelmiş bulunmaktadır.

Lund Üniversitesi Coğrafya departmanı da klâsik ve infrared fotoğrafları, ilmi araştırmalarda, kısmen Savunma Araştırma Enstitüsünün ter-mik kaydedicisini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. (Referans-10)

Coğrafya Departmanında, değişik tip filmlerden ve değişik yüksekliklerden kartografik objelerin interpretasyonuna yönelik, derinlemesine bir çalışma son zamanlarda tamamlanmış bulunmaktadır.

c. MULTİSPEKTRAL ÖLÇÜLER :

İlim adamları ve teknolojistler arasındaki önemli bir müşterek çalışma örneği; bataklık ve sazlık haritalarının yapımında infrared fotoğrafı ve termografinin kullanılması imkânını araştırıran projedir. (Referans-12) Bu çalışmaya, Savunma araştırma Enstitüsü, Stockholm Tabiat Tarihi Müzesi-nin Biodata grubu ve Uppsala Üniversitesi Bitki Biyolojisi Departmanı katılmaktadır.

Bu amaçla, orta İsveçte jamtland uygun test alanı olarak seçilmiştir. Fotoğraflar, bir ana taban üzerine yerleştirilmiş 4 Hasselblad kamerası taşıyan DC-3 uçağı ile çekilmiştir. Önceki konularda belirtilen Ter-

mal tarayıcı yine kullanılmış ve ilk sonuçlar göstermiştikki, bataklıkla-
rın haritalarının yapımında infrared renkli fotoğraflar ve termografi çok
mükemmel birer yardımcı olmaktadırlar. Özellikle infrared fotoğraf dire-
naj bölgesinin biyolojik etkisinde ve bitkilerde, termografi ise hidrolo-
jik araştırmada daha iyi sonuçlar vermektedir.

Bataklık haritaları yapımı projesine bağlı olarak, Savunma Araş-
tırma Enstitüsü tarafından bir başka renkli projektör geliştirilmiştir. Bu
alet; suni renkli fotoğrafların değişik kombinasyonlarının tanımlanması
(İnterpretasyon) ile yapılan denemelere imkân vermekte ve böylece incelen-
mesi güç olabilecek detayların analizini kolaylaştırmaktadır.

Göl sistemlerimizin çabucak kirlenme durumu İsveçte geniş sahaya
etkili olmaktadır. Ulusal Çevre Korunma Kurulu, Uppsala Üniversitesi Lim-
noloji (Tatlı suların fizik ve biyolojik durumunu tetkik ilmi) Departmanı
ile birlikte geniş bir göl haritacılığı çalışması organize etmektedir. Bu
çalışmaların ilginç bir sonucu; normal ve infrared fotoğrafların kullanı-
lması ile deniz yosunu ve diğer su bitki alanlarının haritalarının yapıla-
bilme imkânını vermiştir. Bu teknik imkân canlı yüzeylerin ölçümüne çok
kuvvetli bir yardımcı araç durumundadır. Bu amaçla Coğrafya Departmanında
4 senkronize Hasselblad-500 EL kamerası kullanılmaktadır.

Bu dörtlü takım kamerayı kullanarak 1970 ve 1971 yıllarında yakla-
şık 3300 fotoğraf çekilmiştir. Stockholm Üniversitesi Coğrafya Departman-
lığında bitki türlerini ayırtma konusunda geniş bir çalışma yapılmakta-
dır. Yine Devlet Orman Mühendisliği Koleji de bitki çalışmalarında Has-
selblad resimlerini kullanmaktadır. Ayrıca Lund Üniversitesi Ekolojik Bo-
tanik Bölümü, Skone vilayetinin içme suyu ihtiyacında kullanılması düşü-
nülen Bolmen gölünün bitkilerini tetkik etmekte Hasselblad resimlerini
kullanmaktadır.

Ulusal Seyrüsefer ve Gemicilik Örgütü, güney İsveç'te Skanör-Fals-
terbo sahil bölgesinin su altı kum tabakasının hareketlerini incelemek i-
çin Hasselblad resimleri kullanmışlardır.

Umeo Üniversitesi araştırma grubu, 4 filitreli foto dedektör kana-
lı kombinasyonu kullanarak, spektral radyasyon yayılım biçimini belirtmek
amacıyla bir cihaz geliştirmeye çalışmaktadır. Amaç, ekolojik ve okyanus
altı ilmi (oceanography) çalışmalarındaki istekler için değişik bitkile-
rin görüntülerini ölçmek olacaktır.

d. RADAR IŞINLARIYLA ÇALIŞMA :

Savunma Araştırma Enstitüsünün bir araştırma grubu, 10 cm.lik
bir radar yardımı ile atmosferik seslendirme konusunda aktif çalışmalar
yapmaktadır. Bu "Angels" diye adlandırılan radar üzerindeki çalışmalar
bir taraftan da meteorolojik informasyona bağlanmıştır. Bu sayede atmosfer-
rik fiziksel ve açık hava turbülansının daha gelişmiş biçimde anlaşılma-
sının mümkün olacağı umulmaktadır. (Referans-13)

Stockholm Üniversitesi Fiziki Coğrafya Bölümünden Dr. Ostrem, rada-
rın oldukça değişik bir biçimde kullanılışı ile buzulların ve buz tabaka-
larının 35-500 Mhz arasında frekans kullanarak kalınlıklarının ölçüle-
bileceğini göstermiştir. (Referans-14).

e. LASER IŞINI İLE ÇALIŞMA:

İsveçte son iki projede de laser ışını tekniği kullanılmaktadır. Lund Üniversitesi araştırma grubu laser ışını kullanarak yansıyan ışın ölçümü sayesinde arazi yüzeyindeki çığ formunda bulunan nemin durumunu saptama çalışmaları yapmaktadır. Ümit edilmektedir ki, bu metot ile arazi deki nem durumu haritası çabucak yapılabilecektir. Bu tür haritalar, su toplama ve su buharlaşması konularıyla ilgili hidrolojistler ve ayrıca mikroklimatolojistler için önem taşımaktadır.

Mevcut başka bir proje, ayarlanabilir bir laser aleti yapımıdır. Bu konu Savunma Araştırma Enstitüsünce yürütülmektedir. Bu alet sayesinde atmosferik kirler içerisindeki CO, CO₂i, hidrokarbonları, kurşun birleşiklerini nitrojen ve birleşiklerini, ozon, sülfirik bileşikleri ve değişik aerosoller ve bunların geriye bıraktıkları etkilerin durumunu tetkik etmek imkân dahiline girebilecektir. Enstitü ayrıca laser tekniği ile görüş alanı ölçüleri (visibility measurement) üzerinde araştırmalar yapmaktadır

f. FOTOĞRAFİK GÖRÜNTÜ SAĞLAMA (Image processing)

Fotoğrafik bilgilerin Fourier transformasyonlarını geliştirmek için kullanılan uygun optiksel, metot Uppsala Üniversitesi Coğrafya Bölümü ve Savunma Araştırma Enstitüsü Uzmanları tarafından yer bilimi fotoğrafik görüntüsüne uygulanmaktadır. İyice bilinmektedirki optiksel proses, hava fotoğraflarındaki linear biçimleri açıklamada yardımcı olabilmektedir (Referans-15).

3. İSVEÇ UZAKTAN DUYARLANMA KOMİTESİ :

1969 da Ulusal Teknik Gelişme Kurulu, araştırma gruplarından ve hükümet yetkililerinden oluşan bir uzaktan duyarlanma komitesi kurmaya karar verdi. Böyle bir komite kurmanın ana gayesi çevresel düzenleme çalışmalarındaki gelişmiş ölçü tekniklerine olan ihtiyaçtan doğmuştur.

Stockholm'da çok başarılı bir sempozyum yapıldı (Referans-16). 1970-1971 mali yılı içerisinde komite, uzaktan duyarlanma gelişimi açısından hükümet ve endüstri kuruluşları arasındaki işbirliği ihtiyacının geliştirilmesi konusunda, iki endüstri kuruluşunu (AGA ve Saab-Scania) da içine almak suretiyle, büyük bir gelişme ve aktif bir faaliyet göstermiştir. Komitenin 80.000 dolarlık bütçesinin yüzde ellisi, dört endüstri şirketi tarafından yürütülen bir çalışmaya ayrılmıştır. 1971 Ekiminde bitirilmesi planlanan çalışmanın amacı üç yönlüdür.

a. Mevcut koşullar ve tatbikat sahası imkânlarının gerçek yönlerini belirtmek suretiyle uzaktan duyarlanma teknolojisinin durumu ortaya konacak. Bu iş aslında elde bulunan literatürün derinliğine incelenmesi şeklinde yürütülecektir.

b. Uzaktan duyarlanma teknolojisinin mümkün olan yardımcı uygulamaları üzerinde keşifler yapılacak ve bu çalışmalar, potansiyel kullanıcılar ile endüstriyel üyeler arasında çok sayıda karşılıklı kişisel münasebetlerle yürütülecektir. Gayet açıktır ki; mevcut bütün kullanıcıların listesini çıkarmak onların bilgi ihtiyaçlarını tesbit etmek, kullandıkları metotları ve maliyetlerini saptamak ve ayrıca uzaktan duyarlanma tek-

niğinden sağladıkları potansiyel avantajları belirtmek oldukça büyük bir çabayı gerektirir.

c. Uzaktan duyarlanma teknolojisini en iyi şekilde faydalı kılma çabası üzerine özel tavsiyeler verecek bir çalışmanın yapılması. 1970-1971 döneminde yapılan bir başka önemli çalışma ise atmosfer konusunda uzaktan duyarlanma çalışmaları alt komitesinin kurulması olmuştur. Uzaktan Duyarlanma Komitesi Sekretaryası 1 Ocak 1971 denberi İsveç Uzay Araştırma Komitesinin Uzay Teknoloji Grubu tarafından organize edilmiş ve yürütülmektedir (Referans-17)

YAZIDA ADI GEÇEN REFERANS ARAŞTIRMALAR :

1. Fagerlund, E.Kleman, B,Sellin,L,Svensson, H:"Physical Studies of Nature by Thermal Mapping", FOA Reprints.1970/71:3
2. Sellin,L and Svensson,H:"Airborne Thermography" FOA Rerints,1970/71:21
3. Svensson,H:"Remote Sensing",AFCRL-70-0277,May 1970,Translations,No.79
4. Mattsson,J.: "Infrared Thermography-A New Technique in Microclimatic Investigations",Weather,Vol.24,No.3.March 1969
5. Mattsson,J,O:"Thermal Patterns in the Landscape Recorded with Infrared Technique and Simulated in Model Experiments",Lund Studies in Geography Ser.A.Physical Geography,No.46 (1969),The Royal University of Lund, Sweden "Microclimatic Conditions in Forest Areas Studied with infrared Technique", Oikos 21:174-184, Copenhagen 1970
7. "Some Microclimatic and Optical Effects Recorded with infrared Television", Zeitschrift für Meteorologie, Band 21,Heft 8,1970
8. Lindqvist,S:"Climatological Studies of Built-Up Areas",Meddelande från Lunds universitets geografiska institution, Avhandlingar LXI,Lund 1970 (Doctoral Thesis)
9. Wastenson,L:"Geological and Geomorphological Mapping by Means of Air Photo Interpretation",Remote Sensing Symposium,Stockholm 24.11.1969 Swedish Board for Technical Development
- 10.Eriksson,C.G:Vegetationskartering blir enklare med IR-fargfilm,Forskning och Framsteg, Hafte 5,1971
- 11.Ehne,Erik,Minnus Elmar and Welander Erik P:"Studies of Cartographic Photo Interpretation in Different Kinds of Aerial Photographs",Svensk Lantmäteritidskrift,No.2,1972
- 12.Björkback,F,Marklund,E,Sellin,L,Wallin,L,Agren,C H:Myrkartering med hjälp av flyfoto och termografi",Fauna och Flora,Nummer 6,December 1970,Argang 65 (In Swedish)
- 13.Ottersten,H:"Radar Angels and Their Relationship to Meteorological Factors",FOA Reports,Vol.4,No.21970
- 14.Ostrem,G."Radio Echo Sounding on Glaciers and Ice Sheets",Remote Sensing Symposium, Stockholm 24.11.1969,Swedish Board for Technical Development

15. Nyberg, S, Orhaug, T, Svensson, H: "The Use of Optical Processing for Investigating Pattern Properties", FOA 2 Rapport C2411-52, July 1970
16. "Remote Sensing Symposium", Stocholm 24.11.1969, Swedish Board for Technical Development
17. Zenker, Stefan: "Remote Sensing Activities in Sweden", AB Teleplan Report RTB 425:U05 301, April 1971

NOT : Bu yazı Eylül 1974 Stockholm de yapılan ISP VII.Kom.Toplantısından alınmıştır.