
SERİ

B

CİLT

38

SAYI

3

1988

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ



ORMANCILIK ÇALIŞMALARINDA ALTLIK HARİTA GEREKSİNİMİ

Ar. Gör. Necmettin ŞENTÜRK¹⁾

Kısa Özet

Çok yönlü mühendislik hizmetleri sunan ve 20.2 milyon hektar gibi büyük bir çalışma alanına sahip ormancılık sektörünün işlevlerini başarıyla yürütebilmesi için; çalışacağı alanın her türlü mülkiyet sorunlarından arındırılmış ve sınırlarının kesin olarak belirtilmiş olması yanında, yapacağı her türlü çalışmalarda kullanılabileceği yeterli duyarlılık ve etkinlikte, kolay güncelleştirilebilen altlık haritalara da sahip olması gereklidir. Aksi takdirde, yapılacak çalışma ve planlamalarda birtakım darboğazlar çıkacaktır.

Bu makalede, harita üretim tekniğinin gelişimi kısaca özetlendikten sonra, gereksinim duyulan altlık harita üretim olanakları açıklanmaya çalışılacaktır.

1. GİRİŞ

İnsanoğlular çevreyi tanıma, arazi sahiplenme, ulaşım gibi v.s. gereksinimlerini karşılamak için tarihin derinliklerinde başlayıp zamanın alet ve yöntemleriyle yer küreyi belirli duyarlılıkta ölçmeye ve kağıda aktarmaya çalışmıştır. Öte yandan hızla artan nüfus ve sanayileşme, doğal kaynaklara olan talebi de büyük ölçüde artırmıştır. Bu nedenle, doğal kaynakların daha iyi korunması, planlanması ve rasyonel bir şekilde işletilmesi olanaklarının araştırılması; yersel ölçümlerle başlayan harita üretim çalışmalarını hızlandırmış ve günümüzdeki aşamasına gelmesine neden olmuştur. Bu konudaki çalışmalar, özellikle son on yılda, bilgisayar teknolojisinde görülen gelişmelerden büyük ölçüde etkilenmiş ve harita ürünlerinin niteliği değişmiştir (Alkış, 1987). Günümüzde sayısal arazi modeli, ortofoto harita, sayısal harita gibi kavramlar ağırlık kazanmıştır.

Doğal kaynaklar içerisinde yenilenebilen ve doğadaki su ve toprağa özgü dengelerin korunmasında da çok önemli işlevler üstlenen ormanların korunması, çoğaltılması, rasyonel bir şekilde işletilmesi gibi görevleri bulunan, dolayısıyla çok yönlü mühendislik hizmetleri sunan ormancılık sektörünün başarılı olabilmesi için; her şeyden önce çalışacağı alanın her türlü mülkiyet sorunlarının çözülmüş, sınırlarının kesin olarak belirtilmiş ve yapılacak her türlü ormancılık çalışmalarında kullanılabilecek yeterli doğruluk ve etkinlikte, kolay güncelleştirilebilen altlık haritalara sahip olması gereklidir. Çünkü, orman amenajman planlarının yapılmasında ve uygulanmasında, orman yol şebekelerinin ha-

1) İ. Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı.

zırlanmasında ve aplikasyonunda, orman kadastrounun yapılmasında, orman yangınlarıyla savaşta ve diğer bütün ormancılık faaliyetlerinde bu haritalardan yararlanılmaktadır. Bu nedenle bu altlık haritalar bugünün gereksinimlerini karşılarken, gelecek için de kolaylıkla yararlanılabilecek nitelikte olmalıdır.

2. Harita Yapım Tekniğinin Tarihçesi

Güçlü birer devlet ve medeniyet sahibi olan Asurlular, Babililer ve Mısırlılar geometri bilgilerinden ve zamanın basit aletlerinden yararlanarak kendi arazilerini ölçmüşlerdir. Babililer, ölçümlerinde **parmak genişliğini** (≈ 2.15 cm) en küçük uzunluk birimi, 24 parmak genişliğini bir **elle** (≈ 51.6 cm) ve dört elle ise bir **klafter** (≈ 2.06) olarak kabul etmişlerdir (Aran, 1950).

Diğer yandan M.Ö. (275-194) yıllarında Eratosthenes İskenderiye ve Syene arasındaki uzunluktan yararlanarak, yer kürenin çevresini tahmin etmiştir. Bunun için Eratosthenes, İskenderiye ile Syene'i aynı meridyen üzerinde kabul edip, tam öğle zamanı İskenderiye ve Syene'de güneşin zenit açısını ölçmüştür. Bu ölçümde, İskenderiye'de zenit açısı $7^{\circ}12'$ olduğu halde, aynı anda Syene'de zenit açısı sıfırdır. Eratosthenes, bu iki yer arasındaki uzaklığı yaklaşık olarak 5000 stadia (Bir stadia = 185.18 m olduğuna göre; $5000 \times 185.18 = 925.000$ m) kabul edip, bu uzaklığın $7^{\circ}12'$ 'lik bir dilimin karşılığı olduğunu düşünerek; arz çevresinin dörtte birini $63.202.24$ stadia ($63.202.24 \times 185.18 = 11.703.790$ m) dolayısıyla arz çevresini de $252.808.96$ stadia ($252.808.96 \times 185.18 = 46.815.163$ m) olarak hesaplamıştır. Eratosthenes'den 200 yıl sonra **Posidonius**, Rodos adası ile İskenderiye arasını yine 5000 stadia (≈ 925.900 m) kabul ederek arz çevresinin dörtte birini 45.000 stadia ($\approx 8.333.100$ m) olarak hesaplamıştır (Aran, 1950). Bu iki değer in ortalaması alındığında gerçeğe çok yakın değerler çıkmaktadır. Bu da, o zaman yapılmış ölçülerin ne denli duyarlı olduğunu göstermektedir.

M.S. uzun bir süre astronomi ve geodezi ile ilgilenen ve bilgilerini, derecenin üçte biri duyarlılığında coğrafi mevki tayini yapabilecek kadar geliştiren Arapların, gerek astronomi ve gerekse matematikte kullandıkları kelimelerden bazıları (Alidat, Azimut, Zenit v.s.) günümüzde de kullanılmaktadır (Aran, 1950).

Tüm bu gelişmelere rağmen, bilimsel anlamda matematik ve geometriye dayalı harita yapımı, Rönesans devri ile gelişmeye başlamıştır. Alman Peter ve oğlu Filip, ilk olarak trigonometri ve geodezi yardımıyla Bavyera'nın haritasını yaptılar. Ancak, nirengiye dayalı ilk kartografik harita **SİNLEYÜS** tarafından 1615 tarihinde yapılmıştır (Aran, 1950; Doğan, 1977). Daha sonra taramalı harita çalışmaları Cassini tarafından gerçekleştirilmiş ise de, bugünkü anlamda eş yükselti eğrili il kartografik harita 1771 yılında Fransa'da Dupain-TRIEL tarafından yapılmıştır (Doğan, 1977).

Bu başlangıçtan sonra, gelişen hava fotogrametrisi ile, harita üretim çalışmalarını daha hızlı, daha duyarlı ve daha ekonomik olarak yürütmek mümkün olmuştur. Bilgisayar teknolojisinin devreye girmesiyle de harita ürünlerinin niteliği değişmiş ve sayısal arazi modeli, ortofoto harita, sayısal harita, topografik veri bankası gibi kavramlar gündeme gelmiştir.

3. Türkiye'de Harita Yapım Tekniğinin Tarihçesi

Tarihi incelediğimizde Türk denizcilerinin, haritacılık alanında zamanın koşullarına göre, çok iyi bir şekilde çalıştığını ve birçok değerli eserler bıraktığını görmekteyiz (Aran, 1950). Ancak, ülkemizde harita yapım çalışmaları; 1841 ve daha sonraki yıllarda, Anadolu'nun belirli yerlerinde, altı pafalık bir bölümün, **KIPERT** tarafından 1:400.000 ölçekli olarak yapımı ile başlamıştır. Uzunca bir ara verildikten sonra 1902'de çalışmalar tekrar başlamış, batıdan Orta Anadolu'ya kadar olan bölgenin haritası, Kipert'in oğlu tarafından 1:400.000 ölçekli olarak yapılmış ve bu haritalardan uzun bir zaman yararlanılmıştır (Ateş, 1958).

1909 yılında kurulan Harita Komisyonu, Genelkurmay Başkanlığı'na bağlı birşube olarak çalışmalarına başlamıştır. Bu kuruluş, 1925 yılında Harita Genel Müdürlüğü (Şimdiki Harita Genel Komutanlığı) adı ile Milli Savunma Bakanlığı'na bağlı bir kuruluş haline getirilmiştir.

Bu harita komisyonu, 1:200.000 ölçekli Bonn projeksiyon sistemi ile, haritaların yapımına 1911 yılında başlamış fakat, Birinci Dünya ve Kurtuluş savaşlarının araya girmesiyle çalışmalar 1929 yılında 124 pafta olarak tamamlanmıştır (Tüdeş, 1970, Doğan, 1977).

O tarihlerde ülkemiz haritalarının fotogrametrik yöntemle yapılması düşünülmüş ise de, araya Birinci Dünya ve Kurtuluş savaşlarının girmesiyle çalışmalara ancak 1926 yılında başlanmıştır ve 1927 yılında da yersel fotogrametri yöntemi ile uygulamaya geçilmiştir (Doğan, 1977). Hava fotogrametrisinin getirdiği hız ve ekonomik avantajlardan yararlanmak amacıyla 1937 yılında yersel fotogrametri yöntemi bırakılarak, 1/25000 ölçekli ve 10 m eş yükselti, eğrili ana topoğrafik haritaların yapımına başlanmıştır. Bu haritalar, 5564 pafta olarak 1968 yılında tamamlanmıştır.

Öte yandan, ülke içinde harita yapımındaki dağınık ve düzensiz çalışmaları önlemek amacıyla, 1961 yılında 203 sayılı kanun çıkarılmıştır. Bu kanuna göre, Harita Genel Müdürlüğü (şimdiki Harita Genel Komutanlığı) ile Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) dışındaki diğer kurumların harita yapım çalışmaları 1/2000 ve daha büyük ölçekli haritalarla sınırlandırılmıştır (Tüdeş, 1970; Yaşayan, 1973, Erđin, 1987).

Diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizdeki harita yapım çalışmaları da bilgisayar teknolojisinin gelişmesinden etkilenmiş ve son yıllarda birçok gelişmiş ülkede seri halinde üretilen ortofoto ve sayısal harita üretimi gündeme gelmiş ve seri halinde olmasa bile üretime başlanmıştır.

Harita Genel Komutanlığı'nda 1983 yılında çevrim dış üretim yöntemiyle çalışan iki adet ortofoto sistemi kurulmuştur. Bu sistemlerin her biri, mevcut Planimat D2 ve Planicart E3 analog değerlendirmeye aledlerine DTM3 Ecomat 12 ve Manyetik Teyp ünitelerinin bağlanmasıyla oluşturulmuştur. Ayrıca, üçer adet sayısallaştırma alt sistemi ile desteklenmişler (Çelebioğlu, 1987). HGK'nda kurulan bu sistemlerle, 1/2000 (GAP Projesi için) ve 1/5000 (Belediyeler, DSİ- Çukurova Metropolitan Projesi v.s.) ölçekli haritalar üretilmektedir. Zira, OGM'de Zonguldak Yenice ormanlarının bir kısmının 1/5000 ölçekli ortofoto haritasını HGK'na yapmıştır. Öte yandan İstanbul'un sayısal haritaları da özel bir şirket tarafından üretilmektedir.

Diğer taraftan, 31 Ocak 1988 tarihinde 19711 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği" haritaların tek tip, çok yönlü kullanıma uygun ve ülke nirengi ağına dayalı olarak yapılmasını öngörmekte ve bir bilgi sistemi oluşturulmasını da amaçlamaktadır. Yeni yönetmelik, önceki yönetmeliklerden temelde farklı hükümler içermektedir. Bunun nedeni de, hiç kuşkusuz teknolojinin sağladığı olanakları ülke genelinde ve bir bütünlük içinde, toplum yararına sunma ve üretilecek altlık haritaların çok amaçlı olarak kullanılmasını sağlamaktır (Koçak, 1988).

4- Ormancılık Çalışmalarında Altlık Harita Gereksinimi

Bilindiği üzere, çok yönlü mühendislik hizmetleri sunan ve 20.2 milyon hektar gibi büyük bir alanda çalışma zorunluluğu olan ormancılığımızın başarılı olabilmesi için, daha önce de belirtildiği üzere, her şeyden önce çalışacağı alanın her türlü mülkiyet sorunlarından arındırılmış, sınırlarının kesin olarak belirtilmiş ve yapılacak her türlü ormancılık çalışmalarında kullanılabilircek yeterli doğruluk ve etkinlikte kolay güncelleştirilebilen altlık haritalara gereksinim vardır. Çünkü, bu kadar büyük ve sınırları dağınık bir alanda açmacılık, maden, olatma gibi v.s. sorunların çözümünde ve yapılacak her türlü çalışma ve planlamada bu altlık haritalardan yararlanılmaktadır.

Ülkemizde ormanların korunması ve işletilmesi, 1937 tarih ve 3116 sayılı Orman Kanunu ile, devlet güvencesi altına alınmış ve gerekli çalışmaların yürütülmesi için de Orman Genel Müdürlüğü (OGM) kurulmuştur. İşte OGM'nin kuruluşundan sonra hızlanan ormancılık çalışmaları için;

—Orman kadastro haritası,

—Orman amenajman haritası

olmak üzere iki farklı türde harita üretilmektedir (Erdin, 1984). Bu haritaların üretilmesinde, yetkili kurumlar tarafından üretilen topoğrafik veya kadastral haritalardan altlık olarak yararlanılmaktadır. Ancak, üretimde farklı yöntemler kullanıldığı için, bu iki harita duyarlılık açısından birbirinden farklıdır. Çünkü, orman kadastro haritasının kadastral bir niteliği yoktur. İşte farklı yöntemlerle üretilen ve farklı duyarlılığa sahip olan bu iki haritanın uygulamada da farklı sonuçlar doğuracağı açıktır (Erdin, 1984).

Bu nedenle, tüm ormancılık çalışmalarında kullanılabilecek yeterli duyarlılık ve etkinliğe sahip, kolay ve ekonomik bir şekilde güncelleştirilebilen altlık haritalara gereksinim vardır.

4.1. Altlık Harita Üretim Seçenekleri

Bir işletme birimince sürdürülen çok yönlü çalışmaların tümünün izlendiği, güncelliği korunabilen bir harita olan altlık haritalar; arazi ölçülerine dayalı yersel, uydu kayıtlarına dayalı uzaktan algılama ve metrik fotoğraf ölçülerine dayalı fotogrametrik yöntemlerle sağlanabilir (Doğan ve Koyuncu, 1985).

Bunlardan arazi ölçümlerine dayalı olan yersel altlık harita üretim yöntemi; yüksek maliyet, fazla üretim zamanı ve derlenen bilgilerin güncel tutulmasındaki güçlükler gibi nedenler bu yöntemin, büyük alanlar için temel seçenek olma özelliğini engellemektedir. Uzaktan algılama kayıtlarına dayalı olarak hazırlanan altlıkların ayırma güçleri ve ölçekleri metrik bilgi gereksinimi için küçük kalmaktadır. Bu nedenle, bu kayıtlardan geniş ormanlık alanların sınırlandırılması, tanınması için yararlanılabilmektedir. Ancak, son yıllarda geliştirilmekte olan görüntü işleme sistemleri ve yöntemleri gelecek için umut vericidir (Erdin, 1983). Çünkü, uydu görüntülerindeki ayırma gücü, günümüzde 10 m'ye inmiştir (Tokmanoğlu, 1987).

Metrik fotoğraf ölçüsüne dayalı fotogrametrik yöntem ise;

— Çizgesel, fotoğrafik ve sayısal (analitik) değerlendirme ile üç türlü altlık harita üretimine olanak veren esnek bir yöntem olması,

— Ormancılık çalışmaları için gerekli olan metrik doğruluk ve yorumsal bilgilerin karşılanmasında etkin bir yöntem olması,

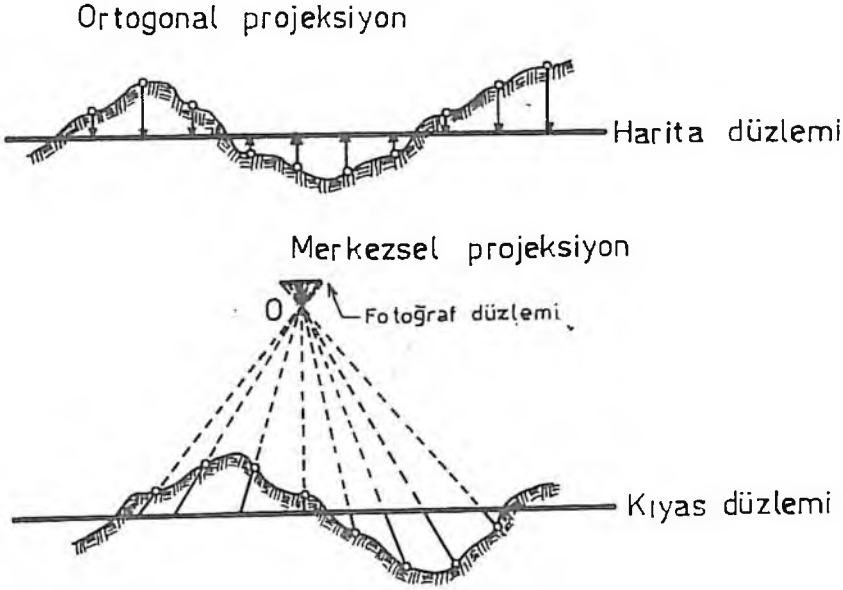
— Üretilen altlık haritaların, hızlı ve kolay bir şekilde güncelleştirilmesine olanak vermesi, gibi nedenlerden dolayı, gereksinim duyulan altlık haritaların üretilmesinde kullanılabilir (Doğan ve Koyuncu, 1985; Gürbüz, 1983).

Fotogrametrik yöntemde; çizgesel değerlendirme ile üretilen altlık haritalarda detay noksanlığı, yapım zamanı ve maliyetinin yüksek oluşu ve kaçınılmaz olarak bir takım hataların olması gibi nedenler bu haritalar yerine, fotoğrafik ve sayısal değerlendirme ile altlık haritaların yapılması fikrini doğurmuştur. Çünkü, fotoğrafik yöntemle üretilen ortofoto haritalarda, fotoğrafın detay zenginliği ile haritanın metrik doğruluğu bir araya getirilmiş ve haritaların çok amaçlı olarak kullanılması sağlanmıştır (Gürbüz, 1983). Zira, yapılan çalışmalar ortofoto haritaların sayısal olarak üretilmesinin de mümkün olduğunu göstermektedir (Örmeci, 1988).

4.1.1. Ortofoto Harita Üretimi

Ana hatları ile; stereoskopik modeli oluşturan resimlerden birisindeki görüntünün, küçük parçalar halinde fotografik olarak yeniden görüntülenmesi olan ve 1970'li yılların başından itibaren Dünya çapında giderek artan bir şekilde uygulanan ortofoto yöntemi, hava fotoğraflarının harita yerine kullanılıp kullanılmayacağına araştırılması ile ortaya çıkmış ve ilk defa 1927 yılında Fransız Mühendis R.Feber tarafından ortaya konulmuştur (Gürbüz, 1983).

Bilindiği üzere, alım anındaki tüm bilgileri hiçbir ayrıntı kaybı olmaksızın laboratuvara taşıma olanağı sağlayan hava fotoğrafları, merkezsel bir projeksiyon olduğu için (Şekil 1) yükseklik farklarından dolayı konum hatalarına neden olmaktadır. Bu konum hataları, diferansiyel yataylama aletleri ile giderilerek ortofotolar elde edilmektedir. Diğer bir deyimle merkezsel bir projeksiyon olan hava fotoğraflarının, diferansiyel doğrulama yöntemleriyle, ortogonal (dik) bir projeksiyon olan harita niteliğine dönüştürülmesiyle elde edilen ortofoto üzerine, eş yükselti eğrilerinin ve genel kadastral harita kenar bilgilerinin işlenmesiyle oluşan son ürüne ortofoto harita denilmektedir (Erdin, 1984).



Şekil 1. Yer yüzeyindeki noktaların, harita ve hava fotoğrafı üzerindeki konumları (Erdin, 1984'den).

Bu şekilde üretilen ortofoto haritalar, çizgesel haritaların kullanıldığı her yerde, amaca uygun bir şekilde kullanılabilirler (Çelebioğlu, 1987). Çünkü, bu haritalar hava fotoğraflarının bilgi kapsamını, haritanın geometrik doğruluğu ile özdeşleştirmektedirler. Diğer bir deyimle, hem harita hem de fotoğraf özelliğine sahiptirler. Bu nedenle de ortofoto haritalar, daima artan harita ihtiyacını karşılamada en ekonomik ve en hızlı çözümdür (Erdin, 1987; Örmeci, 1988). Çünkü, ortofoto haritalar ile çizgesel haritalar karşılaştırıldığında, ortofoto harita üretiminin % 30 daha ekonomik olduğu ve daha fazla bilgi içerdiği görülmektedir (Erdin, 1988).

Ortofoto haritalardaki konum hatalarının azaltılması için stereoskopik modelin uygun sıklıkta profillenmesi, uygun bir enterpolasyon yöntemiyle sayısal arazi modellerinin oluşturulması ve resimden ortofotoya olan büyüme miktarının 3-4 arasında olması gerekir (Çelebioğlu, 1987). Yapılan araştırmalardan, ortofoto haritaların duyarlılık sınırlarının $\pm 0.2 - 0.3$ mm arasında olduğu görülmektedir (Erdin, 1984). Zira, Selçuk Üniversitesi'nde bulunan ve sıfırinci dereceden yataylama yapan Topocart Orthophot B aletinde yapılan bir araştırmada da; belirsiz sınır noktalarında 0.3 mm belirli sınır noktalarında 0.21 mm olarak hesaplanmıştır (Yerci, 1979). Bu değerlerde, ortofoto harita ile gizgesel harita arasında duyarlılık yönünden önemli bir fark olmadığını göstermektedir. Bu nedenle ortofoto haritalar, ormancılık gibi, çalışmalarını geniş alanlara yayılmış ve arazinin konumundan çok üzerindeki doğal örtünün işletilmesiyle uğraşan teknik elemanlar için kaçınılmaz bir veri kaynağıdır. Çünkü, ortofoto haritalar çalışma alanını uygulayıcının gözü önüne getirerek, sağlıklı kararlar vermesine yardımcı olmaktadır.

Üretimi çizgesel haritalara göre % 25 daha hızlı ve % 30 daha ekonomik olan ortofoto haritaların;

- Orman kadastro,
- Orman amenajmanı,
- Orman yol planlaması,
- Silvikültür ve ağaçlandırma,
- Orman koruma ve
- Diğer tüm ormancılık çalışmalarının

yapılmasında ve gerekli bilgilerin işlenmesinde temel altlık olarak kullanılması, birimler arası bütünlüğü sağlayacaktır (Erdin, 1988).

Optik esasa göre çalışan ortofoto aletleri, üç boyutlu değerlendirme aletleri ile bağlantılı olarak çalışırlar. Bu sistemin bütünlüğüne göre de ortofoto harita üretimi, çevrim içi (Bağlı yöntem, doğrudan bağlantılı, on-line) ve çevrim dışı (Ayrık yöntem, dolaylı bağlantılı, off-line) olarak iki türlü gerçekleştirilir.

Ortofoto harita üretiminde, veri kaynağından değerlendirilen bilgiler anında ortofoto aletine aktarılıp üretim gerçekleştiriliyorsa çevrim içi (on-line), veri kaynağından değerlendirilen bilgiler bir ara ortamda (kayıt sisteminde) depolanıp, daha sonra ortofoto aletine verilmesi ile üretim gerçekleştiriliyorsa çevrim dışı (off-line) üretim yöntemi söz konusudur (Yerci, 1979; Erdin, 1984; Doğan ve Koyuncu, 1985; Örmeci, 1988).

Bu üretim yöntemlerinden çevrim dışı (off-line);

- Ortofoto haritanın sayısal olarak üretimine olanak vermesi. Diğer bir deyimle, sayısallaştırılan hava fotoğrafları ve bölgenin yükseklik bilgilerinden yararlanarak elde edilen sayısal modelin, tersine bir işlemle gri renk tonlarına dönüştürülüp, fotoğraf halinde ortofotoların üretilmesinin mümkün olması (Örmeci, 1988),
- Profilleme hatasının giderilmesi,
- Çevrim içi üretim yöntemine göre yaklaşık % 25 daha ekonomik olması (Doğan ve Koyuncu, 1985)

gibi nedenlerden dolayı, çevrim içi (on-line) üretim yöntemine göre daha fazla tercih edilmektedir.

Diğer bir ifade ile ortofoto üretiminde;

- Bölgenin mevcut yükseklik veya sayısal arazi modeli (SAM: Yeryüzünün bilgisayarlarla yapılacak işlemlere esas olmak üzere sayısal olarak temsil edilmesidir) bilgilerinden yararlanılmak,
 - Hazırlanmış mevcut profil bilgileri kullanılarak, aynı bölgenin ortofotosunun yeniden üretimi (güncelleştirilmesi),
 - Stereoskopik görüş sağlamak için ortofoto haritanın stereo çiftinin üretimi,
 - Ortofoto üzerindeki eş yükselti eğrilerinin duyarlı bir şekilde geçirilmesi,
- gibi işlerin yapılması isteniyorsa, çevrim dışı (off-line) üretim yönteminin kullanılması zorunludur (Doğan ve Koyuncu, 1985).

4.1.1.1. Ortofoto Aletlerinin Sınıflandırılması

Ortofoto üretiminde kullanılan aletlerin değişik özelliklerini dikkate aldığımızda ortofoto aletlerini;

- Görüntüyü taşıma yöntemlerine,
 - Çalışma yöntemlerine ve
 - Yataylamanın matematiksel prensiplerine
- göre üç ana bölümde toplayabiliriz (Gürbüz, 1978).

4.1.1.1.1. Görüntüyü Taşıma Yöntemlerine Göre

Ortofoto aletleri, hava fotoğraflarından foto harita altlığına görüntü taşıma işleminin yapılmasına göre;

- Doğrudan izdüşüm yapanlar,
 - Görüntüyü optik olarak taşıyanlar,
 - Görüntüyü elektronik olarak taşıyanlar
- olmak üzere üçe ayrılır.

4.1.1.1.1. 1. Doğrudan İzdüşüm Yapan Ortofoto Aletleri

Bu tür aletlerde, modelin karşılıklı ve mutlak yöneltmesi yapıldıktan sonra, izdüşüm masası üzerine emülsiyonlu bir altlık konulmakta ve slit (görüntüleme penceresi) üzerine düşürülen izdüşüm ışını ve altlık üzerinde görüntü meydana getirilmektedir.

Bu aletlerin ucuz olması yanında

- Odak uzaklığının sabit olması nedeniyle, sadece bir tür fotoğrafın kullanılabilmesi,
 - Fotoğraftan ortofotoya büyütme oranının sınırlı olması,
 - Çalışmaların karanlık odada ve yorucu olması,
 - Doğrudan bağlantılı olanlarda, enine eğim gibi hataların düzeltilmemesi,
- gibi sakıncaları vardır.

4.1.1.1.1.2. Görüntüyü Optik Olarak Taşıyan Ortofoto Aletleri

Bunlar, mekanik izdüşümlü aletlere bağlanabildiği gibi tek olarak da kullanılmaktadırlar. Sağ ve sol fotoğraftan gelen ve optik bir sistemle ikiye ayrılan ışınların, birisi gözelleme sistemine gelirken diğeri de ayrı bir yol izleyerek emülsiyon altlık üzerine düşmektedir.

Görüntü taşıyan ortofoto aletlerinin ikinci kademesini oluşturan bu aletlerin;

- Optik yolun uzatılıp kısaltılması ile geniş aralıklı büyütme olanaklarının sağlanması,
- Çalışmanın aydınlıkta ve rahat yapılabilmesi,
- Elde bulunulan bir değerlendirme aletine bağlanabilmesi,
- Renkli ve stereo ortofoto üretiminin yapılabilmesi,

gibi yararları vardır.

4.1.1.1.3. Görüntüyü Elektronik Olarak Taşıyan Ortofoto Aletleri

Bu tür aletler, otomatik yükseklik ayarlayıcısı ile birlikte çalışmaktadırlar. Ve bunlarda her alan birimi, arazinin topoğrafik yapısı dikkate alınarak, düzenlenen kapsamlı bir dönüştürme ile bilgisayar tarafından yataylanmaktadır. Bu nedenle diğerlerine göre,

- Birim olarak daha geniş alanların alınması ve dolayısıyla da tarama işleminin çok hızlı yapılabilmesi,

— Uygulanan dönüşüm nedeniyle, ortofotonun geometrik-kalitesinin yükselmesi gibi yararların yanında;

- Arazi yüzeyi ile bina, ağaç gibi yükseklikleri ayıramaması,
- Çok dik arazilerde, otomatik yükseklik ayarlayıcısının bazı sorunlar çıkarması,
- Renkli ortofoto üretilememesi

gibi sakıncaları da vardır.

4.1.1.1.2. Çalışma Yöntemlerine Göre

Çalışma yöntemlerine göre ortofoto aletlerini,

- Doğrudan bağlantılı (On-line) ve
- Dolaylı bağlantılı (Off-line)

olarak iki gruba ayırabiliriz.

4.1.1.1.2.1. Doğrudan Bağlantılı (On-Line) Ortofoto Aletleri

Bunlar, ayrı bir projektör veya ayrı bir aperey halinde, bir değerlendirme aletine bağlı olarak çalışmaktadır. Bu durumda, modelin taranması elle yapılmaktadır. Eş yükselti eğrileri ise ya bilinen yöntemle ya da dropline denilen değişik kalınlıktaki yükseklik çizgilerinin elle birleştirilmeleri ile çizilmektedir. Çizgisel harita yapımında kullanılan çift fotoğraf değerlendirme aletlerini, küçük bir yatırımla bu sisteme çevirmek mümkündür.

4.1.1.1.2.2. Dolaylı Bağlantılı (Off-Line) Ortofoto Aletleri

Bu aletlerin pahalı olmalarına karşın;

- Bağlanabilen herhangi bir değerlendirme aletiyle çalışabilmeleri,
- Birden çok aletin, aynı anda bir ortofoto aletine bağlı olarak çalışabilmesi,
- Profilleme hatasını giderebilmeleri,
- Ortofoto baskı işleminin maliyetini düşürmeleri,
- Derlenen bilgilerin, ilerdeki bir üretimde tekrar kullanılabilme olanağını sağlamaları,

gibi yararları vardır.

4.1.1.1.3. Yataylamanın Matematiksel Prensiplerine Göre

Yataylanmış fotoğrafta tam doğruluk sağlayabilmek için, görüntünün fotoğraftan ortofotoya nokta taşınması gerekir. Uygulamada böyle bir işlem söz konusu olmadığı için, yataylama birimi olarak ya diferansiyel doğru parçaları ya da diferansiyel alanlar kullanılmaktadır. Ancak, yataylamada kullanılan görüntüleme penceresinin eni çok küçük olduğundan, bir pencerelekgörüntü, birdoğru parçası olarak alınabilmektedir.

Ortofoto aletleri, ek yataylamanın yapıp yapılmadığına ve yapıyorsa matematiksel özelliğine göre;

- Sıfıncı dereceden yataylama,
- Birinci dereceden ek yataylama ve
- Daha yüksek ek yataylama yapanlar

olmak üzere üçe ayrılır.

Birim alan için ek bir yataylama yapılmıyorsa sıfıncı, yapılan ek yataylama doğrusal (affin) dönüştürme şeklinde ise birinci dereceden ek yataylamadır.

4.1.2. Sayısal Harita Üretimi

Son yıllarda bilgisayar teknolojisinde görülen gelişmeler, 1970'li yıllarda gündeme gelen, sayısal harita kavramının içerik yönünden büyük ölçüde değişmesine neden olmuştur. Çünkü, başlangıçta sadece arazinin geometrik verilerinin gösterimini amaçlayan sayısal harita üretimi, günümüzde farklı bir anlam kazanmıştır. Diğer bir ifade ile günümüzde sayısal harita üretimi denildiğinde; arazinin üç boyutlu geometrik ve anlamsal verilerinin sayısal yöntemler yardımıyla oluşumu anlaşılmaktadır (Alkış, 1987).

Sayısal harita üretiminde, bir arazinin tüm topografik özelliklerini uygun biçimde sınıflandırma, kodlandırma, verileri düzenleme ve arşivleme olanağı vardır. Arşivlenen bu bilgiler kullanıcının isteklerine bağlı olarak yeniden oluşturulabilir ve sonuçlar ölçeğe bağlı olmaksızın çizgesel olarak sergilenir. Bu nedenle, günümüzde araziye içeren herhangi kökenli (hava fotoğrafı, uydu kayıtları, mevcut haritalar v.s.) verilerin;

- Sayısal olarak kaydedilmesi,
- Manyetik band, disket gibi bilgisayar kayıt ortamlarında depolanabilmesi,
- Bilgisayar ekranında yeniden oluşturulabilmesi,
- Çizicide duyarlılık olarak çizdirilebilmesi,

gibi olanaklar vardır. Bu nedenle, kalkınmanın ilk adımını oluşturan kadastro, yol, şehir planlama gibi çalışmalarda gereksinim duyulacak bilgileri, bu sistemden her an elde etmek mümkündür.

Sayısal harita üretiminde duyarlılık, büyük ölçüde kullanılan aletin prezisyonuna, operatörün üç boyutlu görüş ve yorumlama yeteneğine; verim ise üretilecek ürünün niteliğine ve sayısal verilerin bütünlüğüne bağlıdır (Alkış, 1987). Daha önce de ifade edildiği üzere ülkemizde 31 Ocak 1988 tarihinde yürürlüğe giren "Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği"nin öngördüğü altlık haritaların üretilmesi için kamu ve özel kuruluşlarda yoğun çalışmalar başlamıştır. Zira, OGM'de bu haritayı kendi bünyesinde üretmek için, Kern DSR 11 (Digital Stereo Restitution Instrument) sistemini satın alarak, çalışmalarını başlamıştır.

4.1.2.1. Topoğrafik Veri Bankasının Oluşturulması

Araziye dayalı olarak yapılan tüm planlama ve çalışmalarda gereksinim duyulan verilerin sağlanmasında karşılaşılan yüksek masraflar; bir yandan verilerin elde edilmesinde en ekonomik yolların araştırılmasını, diğeryandan da elde edilen bu verilerin çeşitli çalışmalarda ve uzun bir zaman kullanılabilme olanaklarının araştırılmasını başlatmıştır. Bu araştırmalar bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile hızlanmış ve günümüzde araziye ait her türlü verilerin depolanabildiği bilgi bankaları oluşturulmuştur.

Topoğrafik veri bankası; sistematik olarak derlenen ve bilgisayar ortamında depolanan topoğrafik verilerden yararlanmak isteyen çeşitli kullanıcıların, gereksinimlerini uygun bir şekilde elde etmelerine yarayan bir sistem olarak tanımlanabilir (Alkış, 1987).

Sayısal harita üretimi için oluşturulan topoğrafik veri bankasının temelini oluşturan veri kaynakları;

- Mevcut haritalar,
- Farklı haritaların bütünleştirilmiş olanları,
- Hava fotoğraflarının değerlendirilmesi,
- Yersel çalışma sonuçları

olarak sıralanabilir (Erdin, 1987).

Sayısal veri kütüklerine dönüşmüş, topoğrafik veri tabanlarının oluşturulmasında mevcut çizimsel haritalar da güncel uygulamalar arasına girmiştir. Çünkü, duyarlılığı kabul edilen mevcut haritalar ilk veri kaynağını oluşturduğundan, bunların sayısallaştırılması ve bilgi sistemine sokulması en ekonomik yoldur. Ancak, şunu da unutmamak gerekir ki güncelliğini yitirmiş mevcut haritaların sayısallaştırılması yerine, güncel haritaların sayısal yöntemlerle üretilmesi daha rasyoneldir (Alkış, 1987). Türkiye genelinde % 50'yi aşan bilgi topluluğunun; oluşturulacak bilgi bankasına katkısını gerçekleştirmek amacıyla, mevcut harita bilgilerinin oluşturulacak sisteme uyarlanması zorunlu görülmektedir. Nitekim HAKAR (Harita Kadastro Reform Projesi) projesinde de bu husus temel ödevlerden birisi olarak ortaya koyulmuştur (Koçak, 1988).

Farklı bir şekilde üretilen ve duyarlılığı kabul edilen haritalar bütünleştirilip bir veri kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak sistemin oluşturulmasında en sağlıklı veri kaynağını, günümüzün teknolojik olanaklarından yararlanılarak istenilen duyarlılık ve nitelikte alınmış, hava fotoğrafları oluşturmaktadır. Bu nedenle, mevcut verilerin duyarlılığı yeterli değilse, ilk yapılacak iş, ölçüğü ve niteliği belirlenecek hava fotoğraflarının alınması olacaktır.

Oluşturulan topoğrafik veri bankası, depolanan verileri

- Kullanıcı hatalarına karşı güvence altına alması,
- Yetkisiz kişilerin ulaşmasına ya da düzeltilmesine karşı koruması,
- Çelişkilerden arındırması

gibi konular bakımından önem taşımaktadır.

Öte yandan, ormancılık sektöründe yapılan çalışmaların çoğu yersel çalışmalarla sürdürüldüğü için, bu çalışmalardan güvenilir olarak kabul edilenler, temel altlık harita üretecek sistemin oluşturulmasında kullanılırsa, bugüne dek sürdürülmüş çalışmaların devreye sokulmasından kaynaklanacak ekonomik kayıp engellenmiş olacaktır (Erdin, 1987).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çok yönlü olarak sürdürülen ormancılık hizmet ve uygulamalarının daha hızlı, daha ekonomik ve daha etkin bir şekilde yürütülebilmesi ve uygulayıcı birimler arasında gerekli koordinasyonun sağlanabilmesi için gereksinim duyulan altlık haritalara bir an önce sahip olunması gereklidir. Bunun için üretilecek altlık haritaların, bugün olduğu kadar gelecekte de yararlanılabilecek bir nitelikte olması gereklidir. Aksi takdirde üretilecek haritalarda, yeni gelişmeler (Yeni yerleşim yerleri, yollar, köprüler, kanallar, barajlar v.s.) sonucunda bir süre sonra güncelliğini yitirecektir.

Çalışma alanının hiçbir ayrıntısını kayıp etmeksizin, ölçülebilir bir şekilde uygulayıcının gözü önüne getiren ve çalışanın ölçme ve yorumlamasını bekleyen (Erdin, 1987); çok yönlü kullanıma olanak verecek görünüm ve içerikte olan ortofoto haritaların;

- Çizgesel haritalara göre % 25 daha hızlı ve % 30 daha ekonomik olması,
- Çevrim dışı (off-line) üretim yöntemiyle üretildiğinde, kolay ve hızlı bir şekilde güncelleştirilebilmesi,
- İçerdiği detay zenginliği nedeniyle toprak ve bitki örtüsüne ilişkin tüm çalışma ve projelendirilmelerde daha yararlı olması,
- Sayısal ortofoto üretiminde, operatörün katkısının ön hazırlık ve organizasyon çalışmalarıyla sınırlı olması nedeniyle, tam bir otomatik çalışmanın söz konusu olması (Örmeci, 1988),
- Yeterli yatay ve düşey prezisyonda olması nedeniyle, çizgesel haritalar gibi kullanılabilmesi gibi özellikleri de dikkate alınırsa, üretilecek altlık haritalar için alternatif olarak önerilebilir.

Sonuç olarak, tüm ormancılık çalışma ve uygulamalarında bugün olduğu kadar gelecekte de kullanılabilir nitelikte olan bir altlık harita üretimine karar vermeden önce, harita üretim sistem ve aletlerinin iyice incelenmesi ve ülkemiz koşullarına en uygun olanının seçilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

- ALKIŞ, A. 1987: *Sayısal Harita Üretimi ve Topografik Veri Bankası*, Prof. Dr. Burhan Tansuğ Fotogrametri ve Jeodezi Sempozyumu, 8-9 Ekim, İstanbul S. 165-176.
- ARAN, M. 1950: *Haritacının El Kitabı*. GM Yayınlarından, Sıra No: 96 , Seri No: 8, Ankara.
- ATEŞ, T. 1958: *Harita Tarihi ve Türkiye'de Harita İşleri*. Harita Dergisi, S. 16-43.
- ÇELEBİOĞLU, M. 1987: *Ortofoto Haritaların Ülke Harita İhtiyacının Karşılamaındaki Yeri ve Kalkınma Amaçlı Değişik Projelerde Uygulanması*, Prof. Dr. Burhan Tansuğ, Fotogrametri ve Jeodezi Sempozyumu, 8-9 Ekim, İstanbul, S. 177-191.
- DOĞAN, E. 1977: *Orman Yollarının Projelendirilmesinde İkinci ve Üçüncü Derece Aletlerinden (özellikle PG2 ve Steretop) Faydalanma Olanaklarının Araştırılması*. KTÜ Basımevi, Trabzon.

DOĞAN, E. KOYUNCU, D. 1985: *Günümüzde Ortofoto Tekniği ve Ormancılıkta Ortofoto Harita, Or. Müh. Dergisi, Sayı 4-5.*

ERDİN, K. 1983: *Ormancılıkta Uzaktan Algılama ve Kızılötesi Renkli Filmler İle Gaz Zararlarının Saptanması, I.Ü. Yayın No. 3139, Or. Fak. Yayın No: 336, İstanbul.*

ERDİN, K. 1984: *Sayısal Fotogrametrik Yöntemle Orman Haritalarının Üretimi, I.Ü. Or. Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 34, Sayı 1, S. 19-38.*

ERDİN, K. 1984: *Ortofoto Haritalar. I.Ü. Or. Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 1. S. 138-149.*

ERDİN, K. 1987: *Fotogrametri Öğretiminde Aşılamayan Engeller, Prof. Dr. Burhan Tansuğ. Fotogrametri ve Jeodezi Sempozyumu, 8-9 Ekim, İstanbul, S. 19-22.*

ERDİN, K. 1987: *Doktora Dersi Notları.*

ERDİN, K. 1988: *Ormancılık Çalışmalarında Temel Altlık Harita Sorunu ve Ortofoto Haritalar, Türkiye'de Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu, 9-10 Şubat, Ankara. S. 50-55.*

GÜRBÜZ, H. 1978: *Ortofoto Aletlerine Genel Bakış. I.T.Ü.*

GÜRBÜZ, H. 1983: *Büyük Ölçekli Mevcut Haritaların Yapımında Ortofoto Yöntemi, I.T.Ü.*

KOÇAK, E. 1988: *Büyük Ölçekli Mevcut Haritalar ve Bunların Yeniden Düzenlenmesi, Ülkemizin Kalkınmasında Mühendisliğin Rolü Sempozyumu, 20-24 Haziran, İstanbul, S. 415-421.*

ÖRMECİ, C. 1988: *Ortofoto Haritaların Sayısal Olarak Elde Edilmesi Üzerine Bir Çalışma. I.T.Ü. Cilt 46, No: 3, İstanbul.*

TOKMANOĞLU, T. 1987: *Sayısal Fotoğraf (Dijital Fotoğraf), I.Ü. Or. Fak. Dergisi, Seri B, Cilt 37, Sayı 2, S. 1-19.*

TÜDEŞ, T. 1970: *Türkiye'de Fotogrametrinin Karayolu Etüdlerine Tatbiki. K.T.Ü. Matbaası, Trabzon.*

YAŞAYAN, A. 1973: *Türkiye'de Hava Triangulasyonu Analiz ve Teklifler.*

YERCI, M. 1979: *1:5000 Ölçekli Standart Topoğrafik Harita Olarak Foto Harita, Selçuk Üniversitesi, Konya.*