

SAYISAL ARAZI MODELLERİ

Y.Müh.Davut KOYUNCU
K.D.M.M.A

1. GİRİŞ

Sayısal Arazi Modelleri (SAM) geçen yirmi yıl boyunca özellik-
le mühendislik uygulamalarında plânlama amacına yönelik olmak
üzere ve sanayi dalında geniş ölçüde uygulama alanı bulmuştur.SAM
haritacılık mesleğinde önceleri büyük ölçekli olmak üzere yakın
zamanda da orta ve küçük ölçekli alanlara uygulanarak tam otoma-
tik harita üretimi çabalarına temel oluşturmaktadır.

Sayısal Arazi Modelleri için üç ana işlem söz konusudur.Bunlar
sırasıyla ;

- .Verilerin elde edilmesi
- .Verilerin işlenmesi
- .Uygulama

işlemleridir.

Sınırlı sayıda dayanak noktası seçerek bunların x,y,z koordi-
natlarının ölçümü ve uygun bir interpolasyon işlemi ile bu daya-
nak noktaları yardımıyla diğer istenen noktaların koordinatları-
nın belirlenmesi SAM nin iki önemli özelliğini oluşturmaktadır.

Nakamura ilgili yazısında (Nakamura, H 1968) mühendislik ça-
lışmalarında yükseklik bilgilerinin elde edilmesine yönelik SAM
için aşağıdaki gereksinimleri zorunlu görmüştür.

- a) SAM olabildiğince az sayıda dayanak noktasından oluşturul-
malıdır.
- b) Arazi bilgilerinin işlenmesi verimli bir biçimde yapılmalı-
dır.
- c) SAM arazinin topoğrafyasını yeteri incelikte bir yaklaşımla
temsili etmelidir.
- d) İnterpolasyonla yükseklikleri elde edilen noktalar için
hesaplama süresi çok fazla olmamalıdır.

Yukarıda belirtilen gereksinimleri etkileyen başlıca üç faktör
vardır. Bunlar ;

- 1) Arazinin tipi
 - 2) Ölçü (dayanak) noktalarının dağılımı ve nokta sıklığı
 - 3) İnterpolasyon yöntemi
- İleriki bölümlerde bu faktörler üzerinde ayrıca durulacaktır.

2. SAM'İN TANIMI

Literatürde SAM için pek çok tanım bulmak mümkündür. Sayısal arazi modellerinin elde edilmesinde söz konusu olan hemen her adımda bilgisayar kullanımı gerektiği için biz aşağıdaki tanımı esas alacağız.

SAM, yeryüzünün bilgisayarla yapılacak işlemlere esas olmak üzere sayısal olarak temsil edilmesidir. Bu tanımla belirlenen SAM için yalnızca koordinatları ile bilinen noktalar değil, fakat uygun bilgisayar programları da gerekli olmaktadır. Yukarıdaki SAM tanımı ; pratikte en yaygın kullanılan ve planimetrik bilgiler yanında yükseklik bilgilerini de içeren geniş anlamdaki SAM tanımı ile, yalnızca yükseklik bilgilerini içeren dar anlamdaki SAM tanımlarının her ikisini de kapsamı içine almaktadır.

3. SAYISAL ARAZİ MODELLERİNİN UYGULAMA ALANLARI VE YÖNELİMLER

SAM topoğrafik (mühendislik uygulamaları) ve topoğrafik olmayan (sanayi,tıp,kimya v.b.) amaçlarla uygulanabilmektedir. Topoğrafik amaçlı SAM'inden uygun bilgisayar programları yardımıyla başka bilgiler de (örneğin boy kesitler, en kesitler, perspektif görünüm v.b.) üretilebilmektedir. Biraz daha geniş çerçevede belirtmek gerekirse günümüzde sayısal arazi modelleri ; otomatik düzeç eğrisi (veya stereo düzeç eğrisi çifti) üretiminde, genelleştirme işlemlerinde eğim haritaları yapımında, otomatik ortofoto üretimi için veri hazırlamada, tek resimlerin sayısal değerlendirilmesinde, değişik kesitlerin hazırlanmasında, gerek kara ve gerekse demiryolu geçki (güzergâh) lerinin tespitinde, yolların sayısı ve özellikleri hakkında bilgi gereksinimlerinde, kanal ve baraj inşaatlarında, havaalanı yapımı projelerinde, arazi düzenleme çalışmalarında, su toplama, su taşıma problemlerine yönelik toprak analizlerinde, özellikle büyük ölçekli haritaların revizyonu ve ortofoto haritaların yenilenmesi amacıyla sayısal bilgi bankalarının (databank) oluşturulmasında önemli bir potansiyele sahip bulunmaktadır.

4. SAYISAL ARAZİ MODELLERİ İÇİN ARAZİ SINIFLANDIRMALARI

Sayısal arazi modellerinin niteliği, temsil ettiği arazi çeşidine bağımlı olarak değişir. Bu nedenle belirli kriterlere dayanan bir arazi sınıflandırması yapıp SAM'nin değerlendirilmesi de buna göre yürütülmelidir.

Değişik arazi sınıflandırmaları yanında F.Silar tarafından aşağıda belirtilen kriterler kullanılarak araziler başlıca dört gruba ayrılmıştır. (Jıwalai.W.1972)

Silar'ın kullandığı kriterler :

- Birbirine dik iki doğrultuda arazi yüzeyinin eğimi.
- Belirlenecek yüzeyin pıısı, örneğin bir düzlemde olan sapmanın büyüklüğü

- Arazide yerel yükselip alçalmaların ve kırık çizgilerin sayısı, özellikle yerel sivrilikler ve çukurlukların sayısı
- Arazinin düzgünlüğü

Silar'a göre arazi grupları :

Grup 1. Düzenli, düzlem yüzeyler (Şekil 1)

Bu gruptaki araziler yatay veya eğik düzlemlerden yahut yavaş değişen eğimli düzgün yüzeylerden oluşur. Kırık çizgi sayısı hektarda 10 dan azdır.

Grup 2. Düzenli değişen yüzeyler (Şekil 2)

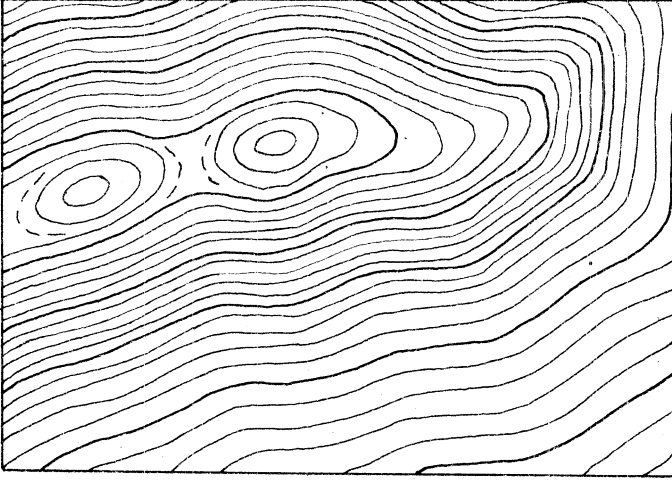
Bu gruptaki araziler çok fazla oval şekilli yüzeylerden oluşurlar. Kırık çizgi sayısı hektarda 10 ilâ 20 arasındadır.

Grup 3. Düzensiz yüzeyler (Şekil 3)

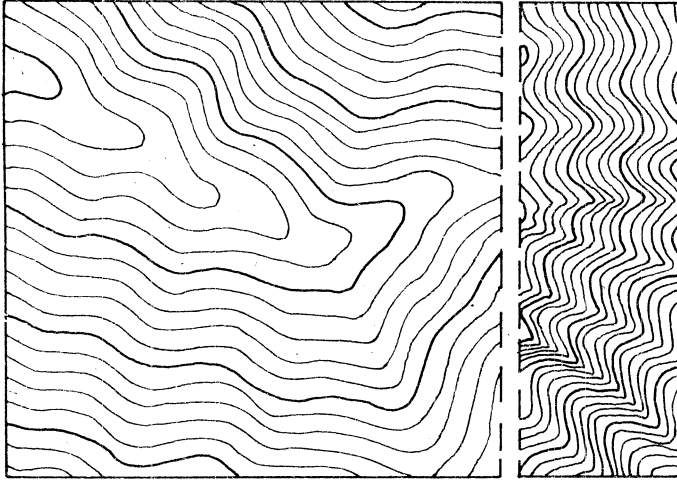
Düzgün düzensiz eğrisel yüzeylerden oluşan bir arazi grubudur. Kırık çizgi sayısı hektarda 20 den fazladır.

Grup 4. Yapay yüzeyler (Şekil 4)

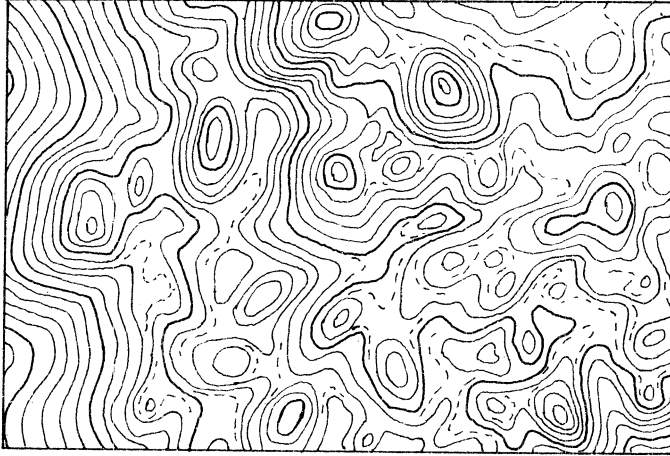
Çok sayıda bölgesel alçalıp yükselmeler görülüp insan tarafından oluşturulan yüzeylerdir.



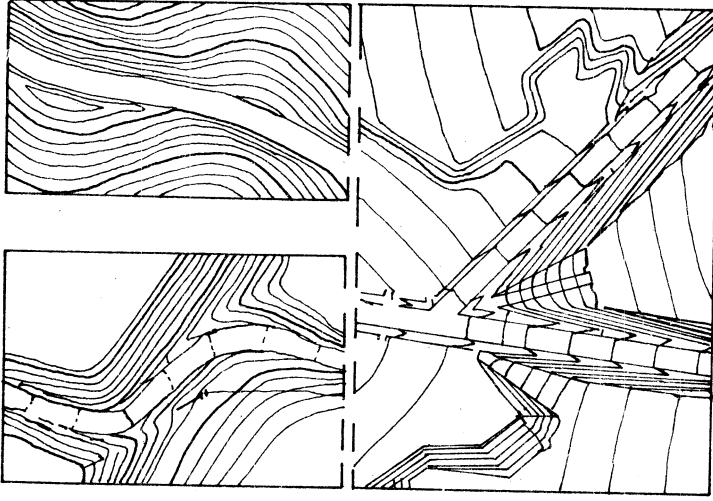
Şekil 1.1 - Arazi Grubu I



Şekil 1.2 _ Arazı Grubu II



Şekil 1.3 - Arazı Grubu III



Şekil 1.4 - Arazi Grubu IV

5. SAYISAL ARAZİ MODELLERİ İÇİN İŞLEM SÜRECİ

Önceki paragraflarda da kısaca değinildiği gibi uygulama aşamasına gelmeden önce SAM için iki önemli işlem süreci söz konusudur ve bunlar ;

- a) Verilerin elde edilmesi
- b) Verilerin işlenmesi

olarak isimlendirilmektedirler.

SAM için söz konusu olan başlıca elemanlar ve SAM evrelerini gösterir akış diyogramı Şekil 5 de gösterilmiştir. Genel anlamda dayanak noktalarının seçilen ölçü sistemindeki koordinatlarından ibaret olan ve çeşitli nedenlerle doğabilen kaba hatalara da konu olabilen ilk veriler diyagramda gösterildiği gibi çeşitli yollarla elde edilmiş olabilirler. (Örneğin, fotogrametrik yolla, yersel ölçülerle, topoğrafik haritalardan sayısal kayıtlarla veya bunların karışımlarından)

Bu noktaların x, y, z koordinatları önceden belirlenen bir koordinat sistemine dönüştürüldükten sonra; amaca göre ya planimetrik koordinatları (x, y) ile bilinen yeni noktaların yükseklik değerlerini hesaplamak, ya da belirli yükseklikteki noktaların planimetrik koordinatlarını hesaplamak (düz eğrisi üretimi) için yeniden bilgisayara verilirler.

Bilgisayar, seçilen bir interpolasyon yöntemi yardımıyla yeni noktaların istenen koordinatlarını hesaplar. Bu yeni noktalarda (dayanak noktalarından türetilmiş) birlikte dayanak noktaları da başka bilgi sistemleri için ön veri olarak kullanılabilirler.

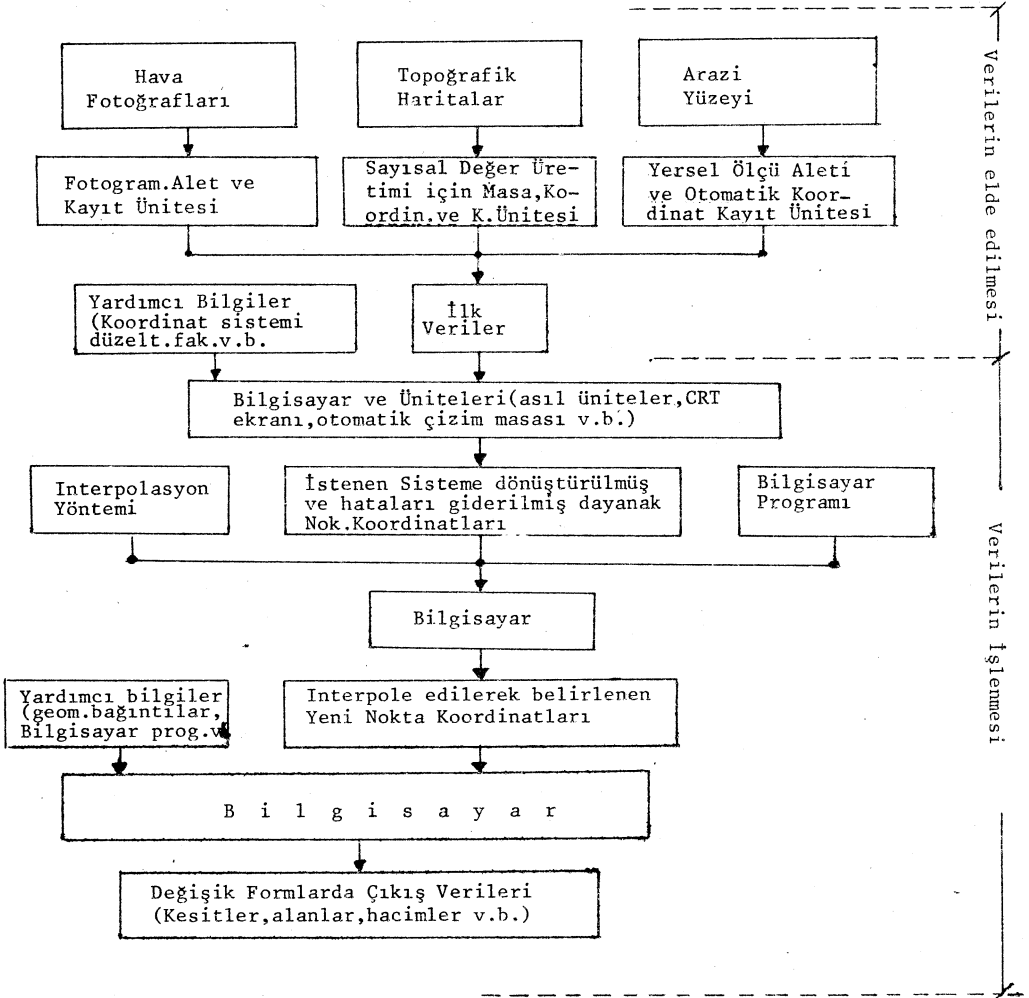
5-1. Verilerin elde edilmesi

SAM için ilk veriler değişik yöntemler uygulanarak elde edilebilirler. Aşağıda farklı özellikleri ile veri elde etme yöntemleri incelenecektir.

5-1.1. Verilerin toplandığı kaynak esas alınarak sınıflandırma SAM verileri;

- a) Yersel ölçülerle doğrudan
- b) Topoğrafik harita ve plânlardan dolayı
- c) Fotoğrametrik ölçülerle dolaylı

olmak üzere başlıca üç yöntemle elde edilebilirler.



Şekil.5 - SAYISAL ARAZI MODELLERİ için Akış Diyagramı

5-1.1.1. Yersel ölçülerle veri elde etme

Bu yöntemle veriler arazide doğrudan yapılan ölçülerle elde edilirler. Ölçü doğruluğu yüksek ve fakat veri elde etmek için harcanan zaman fazladır. Bunun sonucu olarak bu yöntem ya çok hassas çalışmalar, ya başka yöntemin uygulanmadığı durumlar veya arazi kontrolleri için uygulanır.

5-1.1.2. Topoğrafik haritalardan veri elde etme

Topoğrafik haritalardan veri elde etme yöntemi, otomatik kaydediciler olduğu taktirde en ekonomik yöntem olarak ortaya çıkar. Tamamen sayısal harita üretimine geçen kuruluşlarda mevcut bilgilerin (haritalar, plânlar) sayısal olarak değerlendirilmesi için izlenmesi gereken bir adımdır.

5-1.1.3. Fotogrametrik ölçüler yardımıyla veri elde etme

Teorik olarak bu amaçla komparatörler, mekanik stereo-değerlendirme aletleri veya sayısal değerlendirme aletleri (analytical plotters) kullanılabilirler. Pratikte komparatörlerle veri elde etmede pek çok güçlüklerle karşılaşmaktadır. Komparatörlerin bu amaçla kullanılmasının başlıca iki güçlüğü vardır. Bunlar;

1. Y, paralaksının her nokta için ayrıca giderilmesi zorunluluğu (stereo_komparatörlerde)

2. Veri toplamadan sonraki hesaplamalar

Fotogrametrik yöntemle oluşturulan SAM için ana hata kaynaklarının (Radwan MM. 1978), a) Arazinin kendisi b) Fotoğrafın kalitesi c) Sınırlı sayıda dayanak noktasının varlığı olduğu düşünülürse; veri toplama amacıyla komparatörler yerine mekanik stereo-değerlendirme aletlerinin kullanılması, toplam doğruluktan (hassasiyet) fazla bir şey kaybedilmeyeceği sonucuna götürür.

SAM'nin, koordinatları ile bilinen binlerce noktadan oluştuğu dik-kate alınırsa, otomatik kaydedicilerin gerekliliği kendiliğinden ortaya çıkar. Aksi taktirde bu kadar çok sayıdaki noktanın bilgisayarla işlenmek üzere verilebilmesi olası pek çok hatalar nedeniyle olanaksız hale gelir.

Otomatik kayıt edicilerin eklendiği mekanik stereo-değerlendirme aletleri, günümüzde yaygın halde kullanılmaktadırlar. Bu sayede veri elde etmede büyük hız kazanılmış ve hata yapma olasılığı azaltılmış olmaktadır. Öte yandan sayısal değerlendirme aletleri yardımıyla da gene üç boyutlu modellerden bilgisayar programları yardımıyla çok değişik şekillerde veri elde etmek ve bunları çok kısa sürede işlemek mümkün olmaktadır. Bu aletlerle elde edilen sayısal arazi modellerinin doğruluk derecesi mekanik aletlerle elde edilenden daha fazla olacağı beklenebilir. Fotogrametrik yöntemle elde edilen veriler öncelikle manyetik teyplere kaydedilip daha sonra işlenirse hem işlemden hız kazanılmış ve hem de daha ekonomik bir yol izlenmiş olur.

5-1.2. Uygulanan nokta seçimi yöntemi esas alınarak sınıflandırma.

Fotogrametrik yöntemle veri toplamada nokta seçimi ve seçilen noktaların koordinatları ile kaydedilmesi başlıca dört yolla yapılabilir.

lir. (Makarovič B.1976)

a) Seçerek (Selective): Koordinatları ile kaydedilecek noktalar veri toplamadan önce ya da veri toplama sırasında seçilirler.

b) Uyum sağlayarak (adaptive): Fazladan seçilmiş noktalar ya bilgisayar devrede iken veri toplama işlemi sırasında, veya bilgisayar devre dışı iken veri toplama işleminden sonra ayıklanarak atılırlar.

c) Geliştirerek (Progresive): Bu yöntemle veri toplama ve toplanan verilerin analizi işlemleri biri diğerini izleyerek tekrarlanır ve bu işlem bilgisayar devrede iken yürütülür.

d) Karışım Yöntemi (Composit): Uyum sağlama ve geliştirme düşüncelerinin karışımı olarak tanımlanır.

5-1.3. Veri toplamada otomatize esas alınarak sınıflandırma

SAM için veri elde etmede en çok yeri olan fotogrametrik yöntemle veri toplama işlemi sırasında ,koordinatları ile kaydedilmek istenen noktaları dolaşma işlemi, bu işlemin otomatize derecesine göre başlıca üç yolla yapılabilir. Bunlar;

a) Noktalara ulaşmak için gerekli tüm hareketlerin alet operatörü kontrolü ile gerçekleştirildiği elle kontrol yöntemi

b) Bazı yönlerdeki hareketlerin (örneğin önceden belirlenen eksen boyunca) otomatik kontrolü ve bir kısmının gene operatör tarafından gerçekleştirildiği yarı-otomatik yöntem.

c) Tüm gerekli hareketlerin otomatik kontrolü ve operatörün ancak otomatik sistemin çalışmadığı durumlarda devreye girmesi durumu olan otomatik yöntem.

Yukarıda belirtilen yöntemlerden ilki bağıl olarak yavaş ve hata yapmaya elverişli bir yöntem, ikincisi daha hızlı, güvenilir ve yeterince hassas bir yöntemdir. Otomatik yöntemle veri elde etmek ise çok hızlı olabilmekle birlikte daha az hassas bir yöntem olarak ortaya çıkar.

5-1.4. Dayanak noktalarının dağılımı ve nokta yoğunluğu

Dayanak noktaları arazinin temsil edilmesinde önemli bir et-kendir, izlenen kayıt yöntemine göre farklılık gösterir. Bu bölümde SAM'inde nokta dağılımı tiplerini gösteren genel anlamda bir sınıflandırma üzerinde durulacaktır. (Şekil 6) da gösterildiği gibi nokta dağılımı; sürekli veya nokta nokta kaydediliş şekillerine göre önce iki gruba ayrılarak her grup kendi içinde çeşitlilikler göstermektedir.

Arazi bilgilerinin gerçeğe yakın ölçüde elde edilebilmesi sürekli kayıt yönteminin üstünlüğü olarak bilinmekle birlikte hassasiyetinin nokta nokta kayıt yöntemine göre düşük olduğu araştırmalar sonucu belirlenmiştir.

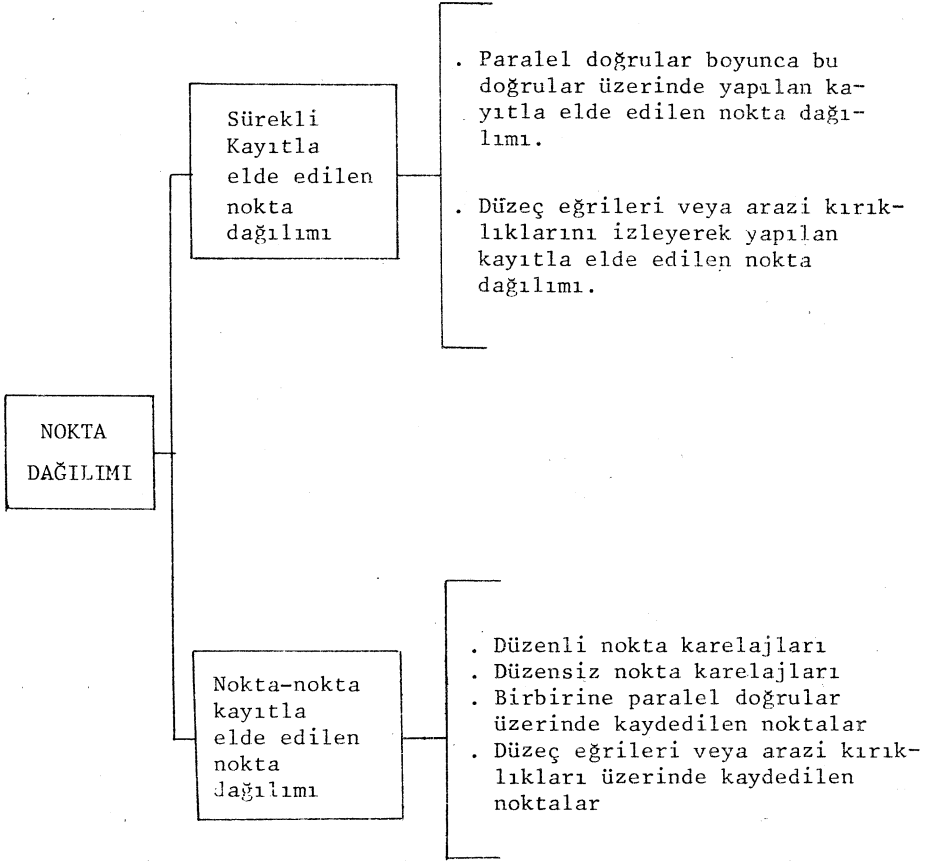
Nokta nokta kayıtle elde edilen nokta dağılımı göreceli olarak daha yavaş bir yöntem olup, hassasiyeti yüksektir. Fazladan toplanan veri miktarı daha az olup verilerin işlenmesi bilgisayar devrede iken daha kolaydır.

Veri elde etme aşamasında toplanan nokta yoğunluğu arazinin yapısına, amaca, ölçeğe bağlılığı yanında büyük ölçüde seçilen nokta dağılımı yöntemine bağlı olup, pratikte büyük farklılıklar göstermektedir.

Bir rakamla ifade etmek gerekirse nokta yoğunluğu, hektarda 25-2500 nokta arasında değişebilmektedir.

5-2. Verilerin işlenmesi ve dönüşüm işlemleri

SAM üretimi amacıyla gerek fotogrametrik ve gerekse diğer ölçülerle toplanan veriler bu işlemten sonra başlıca şu iki işlemten daha geçerler;



Şekil.6- Nokta dağılımı tipleri

a)Ön işleme

b)Esas dönüşüm işlemleri

Uygulamada ön işleme ve esas dönüşüm işlemleri amaca bağlı olarak kapsamları yönünden farklılık gösterir. Genel olarak dönüşüm işlemleri çok sayıda sayısal verinin bilgisayar programları yardımıyla bir takım koordinat dönüşümlerinden geçirilmesi işlemleridir.

5-2.1. Ön işleme

Ön işleme ile verilerin, esas dönüşüm işlemlerine hazırlanması amacı güdülür. Bu toplanan verilerin taşıdığı kaba hatalar giderilip, koordinat dönüşümü, kenar çakıştırması, veri sıklaştırması, boyut dizim ve kodlama gibi dönüşümler yerine getirilebilir.

5-2.2. Esas dönüşümler

Ön işlemiden geçmiş olan SAM verileri kullanma amacına yönelik olarak ve değişik interpolasyon yöntemlerinden seçilen birinin uygulanması ile çizgisel veya yüzeysel veriler haline dönüştürülürler. Daha sonra gerekirse tekrar koordinat dönüşümleri ve diğer dönüşümler uygulanarak SAM verileri daha büyük bir birime eklenerek esas dönüşüm işlemleri tamamlanır. Bundan sonra bu veriler uygulama amacıyla kullanılmaya hazırdırlar.

6_Sonuç

Sayısal Arazi Modellerinin çok genel anlamda tanıtılması ve bu bazı kavramların kısaca verilmesine yönelik bu yazı hiç kuşkusuz, bu konu ile yakından ilgilenenlerin pek çok sorusuna cevap veremeyecek eksikliklerle doludur. Seçilen kavramlar sistematik bir yaklaşım izlemeye çalışılarak verilirken sayısal arazi modelleri kavramı ile birlikte ortaya çıkan ve çıkması olası problemlerin çözümü yazının kapsamı dışında tutulmuştur.

Günümüzde tanımından öteye bazı uygulamalarında gerçekleştirildiği sayısal arazi modelleri konusu matematiksel anlamda basit ve fakat uygulama yönünden güçlüklerle karşılaşılacak bir uğraşı dalıdır.

Henüz yeni sayılabilecek bir teknolojinin(bilgisayar teknolojisi) kullanılması sonucu yeni bir sisteme gereksinim duyulacağı nedeniyle, ülkemizde SAM'nin üretiminde uygulamaya geçirilmesinden önce bu sistemin elemanlarını ve aralarındaki ilişkileri iyice saptayıp sistemin gereksinim duyduğu teknik insan gücünün (üreticiler ve kullanıcılar olarak) niceliği ve niteliğini ortaya koymak gerekmektedir.

Sistemin geliştirilmesi kadar işler halde tutulması ve gelecekte ortaya çıkacak yeni gereksinimlere cevap verebilecek şekilde yeniliklere açık olması önemle üzerinde durulması gereken konulardandır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Nakamura, H
1968
"On Digital Terrain Models"
ISP Comission V, Lausanne, 1968
- Jiwalai, W
1972
"Digital Terrain Models"
M.Sc.Thesis, Enschede
- Makarovič, B
1976
"Digital Terrain Model System"
ITC Journal 1976/1. Enschede
- Stefanovič, P, Radwan,M.M
Tempfli, K
1977
"Digital Terrain Models:Data acquisition
processing and applications"
ITC Journal 1977/1, Enschede
- Makarovič, B
1979
"Sayısal Arazi Modelleri (DTM)
Ders notları"
M.Sc.Programı,Enschede
- Güler, A
1978
"Sayısal Arazi Modellerinde
İnterpolasyon Yöntemleri"
Harita Dergisi, Sayı:85 S:53-70
- Radwan, M.M
1978
"Sayısal Arazi Modelleri"
B.Sc.Programı, Enschede