

VERİ SIKLIĞININ SAYISAL FOTOGRAMETRİK ÇALIŞMALARDAKİ ÖNEMİ

H.G.K. - Ank.

1. GİRİŞ

Sayısal haritacılık faaliyetlerinin temelini sayısal arazi modellerinin oluşturulması teşkil etmektedir. Sayısal arazi modeli, arazi engebesinin sayısal olarak temsil edilmesidir. Başlangıçta yol yapımının değişik safhalarının otomasyonu için geliştirilmiş olan SAM (Sayısal Arazi Modeli) düşüncesi, artık şimdi modern haritacılık yöntemlerinin temelini oluşturmaktadır. İster sayısal harita yapımı, isterse analitik ortofoto harita üretimi olsun, birinci adım olarak SAM'ın elde edilmesi gerekmektedir. Yeteri doğrulukta oluşturulan SAM'dan bilgisayar teknolojisinin değişik olanaklarıyla hemen hemen her türden haritacılık bilgisinin elde edilmesi mümkün olmaktadır. SAM'dan türetilen bilgilerin doğru ve etkin olabilmesi, oluşturulan SAM'ın doğruluğu ve nokta sayısıyla doğrudan ilişkilidir; çünkü, veri toplama aşamasında kaybedilen bir ayrıntının en mükemmel hesaplama teknikleriyle bile yerine konulması mümkün değildir. Bu açıdan bakıldığında SAM temelde iki öğeden oluşmaktadır; bunlardan birisi araziye temsil eden örnekleme noktaları, ikincisi ise verilen bir planimetrik noktanın diğer noktalar aracılığıyla belirlenmesine yarayan hesaplama teknikleridir.

2. VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

Veri toplama işlemi, bütün işlemler arasında en çok zaman alan ve maliyeti en yüksek olan işittir. Bu nedenle SAM'ın ekonomisini ve doğruluğunu büyük ölçüde etkilemektedir ve konuyla ilgili ölçütler belirlenirken çok titiz davranılmalıdır. Veri toplama işleminde; sayısallaştırılacak noktalar, noktaların yoğunluğu, örnekleme şekli, ölçüm teçhizatı ve veri toplamanın kontrolü büyük bir öneme sahiptir.

Sayısallaştırılacak bilginin türüne göre sayısallaştırma yöntem ve teçhizatları da farklılıklar göstermektedir. Çok genelde aşağıdaki gibi bir grüplama yapılabilir.

a. Fotogrametrik Veri Toplama:

1. Eş yükselti eğrilerinin ve münferit noktaların sürekli sayısallaştırma yöntemleriyle ölçümü aşağıdaki konularda kullanılmaktadır.
 - (a) Şehir haritaları,
 - (b) Yeraltı boru hatları ve kablolarının ölçümü,
 - (c) Şehir planları,
 - (d) Şehri yeniden oluşturulabilir şekle koyma planı,
 - (e) Yol ve demiryolu yapım planları,
 - (f) Envanter çalışmaları,
 - (g) Mühendislik ölçmeleri,
 - (h) Tarım ve ormancılık amaçlı ölçmeler,
 - (i) Hidrografik çalışmalar ve su bilgileri,
 - (j) 1:5000, 1/10.000, 1:25000 ya da daha küçük ölçekli topoğrafik haritalar,

2. Yerel referans sistemi içindeki koordinatların belirlenmesi için nokta nokta ölçüm tekniğinin kullanıldığı yerler:
 - (a) Fotogrametrik nirengi,
 - (b) Sayısal arazi modelleri,
 - (c) Kadastral ve toprak dağıtım çalışmaları için sınır köşeleri ve topoğrafik noktalar,
 - (d) Profiller ve kesitler,
- b. Kartoğrafik Veri Toplama:
 1. Sürekli ve nokta nokta ölçüm;
 - (a) Mevcut haritaların sayısallaştırılması,
 - (b) Hava fotoğrafları, ortofoto ve foto mozaiklerin sayısallaştırılması,
 - (c) Diğer grafik dokümanların sayısallaştırılması.
 2. Etkileşimli görüntü işleyerek ölçüm;
 - (a) Hata düzeltme,
 - (b) Arazi bilgilerinin kontrol ve tamamlanması,
 - (c) Harita bilgileri ile kitabelerin uyumu,
 - (d) Sayısal haritaların güncelleştirilmesi,
 - (e) Haritadaki yazıların girilmesi ve düzenlenmesi,
 - (f) Otomatik çizime geçmeden önce harita içeriğinin kontrolü,
 - (g) Bilgisayar destekli genelleştirme ve yer değiştirme problemlerinin çözümü.

Sayısallaştırma yöntemi ve teçhizatı ne olursa olsun, kayıt işlemi iki şekilde yapılabilir.

Sürekli kayıt:

Sürekli kayıt genellikle zaman bazlıdır.

Operatörün çalışma hızını bağlı olarak saniyede 5-10 nokta kaydedilir. Karışık çizgilerde hız yavaşladıkça noktalar birbirine yaklaşacaktır.

Bazı aletlerde sürekli kayıt uzunluk bazlıdır.

Eşit mesafe artırımlarıyla kayıt yapılır.

Bir noktanın sayısallaştırılmasının ardından, önceden belirlenmiş bir uzunluktan sonraki nokta kaydedilir. Sürekli sayıya dönüştürme bilgisayar işlemleri açısından oldukça kolaydır. Ancak çok sayıda nokta kaydedileceği için depolama ve arşiv sorununun iyi organize edilmesi gerekmektedir.

Duraklı kayıt (zincir şeklinde sayısallaştırma):

Çizgi üzerinde geniş aralıklarla yerleştirilmiş noktaların sayısallaştırılmasıyla olur. Bunlar ya matematik olarak elde edilmeye çalışılır, ya da Kartoğraf tarafından analog olarak elde edilirler. Operatörün seçerek kayıt yaptığı noktaların ayırımı, çizginin eğriliği ve elemanın kod değişimine bağlıdır. Böyle bir sayısallaştırma özellikle büyük ölçekli topoğrafik haritaların sayıya dönüştürülmesi için uygundur. Arşivlenecek verinin azlığına karşın, sonraki aşamalarda fazladan işlem yapmak gerekebilir.

3. UYGUN VERİ SIKLIĞINI BELİRLEMEK İÇİN DENEME ÇALIŞMASI

3.1 Test Alanı ve Kullanılan Teçhizat ve Yazılım

a. Test Alanı

İş bölgesi	: Malatya K39-a-07-b
Çekim kamerası	: Wild
Kamera Odak uzaklığı	: 152.79 mm
Uçuş Yüksekliği	: 2800 m
Resim ölçeği	: 1:18000
Resim No.	: 3756/8608-8612
Harita ölçeği	: 1:5000
Harita boyutları	: 750 m x 1000 m.

b. Teçhizat ve Yazılım:

Sayıllaştırma	: PLANİCART-E3, ECOMAT-12 DTM-3, KENNDY mag. TEYP.
Hesaplama	: HP,1000 F mini bilgisayar
Yazılım	: HIFI program paketi ve ilave yazılımlar.

3.2 Denemelerde Kullanılan Yöntem:

Test çalışmaları Şekil 1 ve Şekil 2'de görülen orta engebeli ve kot farkı yaklaşık 170 metre olan bir arazide yapılmıştır. Arazinin seçiminde herhangi bir özel koşul öngörülmemiştir.

Fotogrametrik kıymetlendirme aletinde iç yöneltme ve karşılıklı yöneltme ampirik olarak yapılarak aşağıdaki bilgiler sayıllaştırılmış ve manyetik teybe yüklenmiştir.

a. Model içine giren nirengi noktaları:

Bu noktalar daha sonra model koordinat sistemindeki verilerin arazi koordinat sistemine dönüştürülmesi için kullanılmaktadır.

Dönüşüm işlemi üç boyutlu benzerlik dönüşümüyle yapılmaktadır. Bu nedenle kıymetlendirme aletinde mutlak yöneltme yapılması anlamsızdır ve bu tür çalışmalarda sadece iç ve karşılıklı yöneltme yeterli olmaktadır.

b. Belirli sıklıkta örnekleme noktaları

Denemeler için 10 m., 20 m., 30 m., 40 m. ve 50 m sıklıklarında profil noktaları ölçülmüştür.

c. Dere (break-line) noktaları:

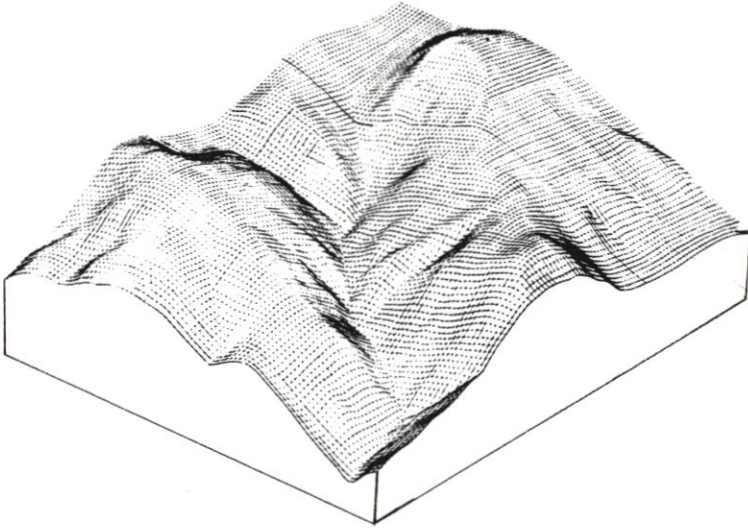
Enterpolasyon yüzeyinin oluşturulması sırasında yüzeyin derelere teğet olarak geçmesini sağlamak amacıyla dere noktaları ölçülerek hesaba sokulmuştur.

d. Test noktaları:

Oluşturulan sayısal arazi modelinin doğruluğunu tespit etmek amacıyla test noktaları ölçülmüş ve enterpolasyon yüzeyiyle bu noktalar arasındaki farklar belirlenerek istatistik testlere tabi tutulmuştur.

Beş grup halinde gerçekleştirilen profil sayıllaştırması, her biri kendi arasında beş test olmak üzere toplam yirmibeş testle denenmiştir. Bu denemelerde enterpolasyon aralığı her bir grup için ayrı ayrı olmak üzere 10 m., 20 m., 30 m., 40 m. ve 50 m. ola-

arak alınmıştır. Oluşturulan enterpolasyon yüzeyi önce, yüzeyin elde edilmesinde kullanılan örnekleme noktalarıyla olan farkları itibariyle istatistik testlere tabi tutulmuş, daha sonra da bu amaç için ilaveten ölçülmüş olan test noktalarıyla olan farklar itibariyle incelenmiştir. Elde edilen test sonuçları çizelgeler halinde mukayeseli olarak hazırlanmıştır.



MALATYA TEST ALANI

Xmin: 0.0

Ymin: 0.0

Xmax: 850.0

Ymax: 1100.0

azimuth: 158.1

vertical angle

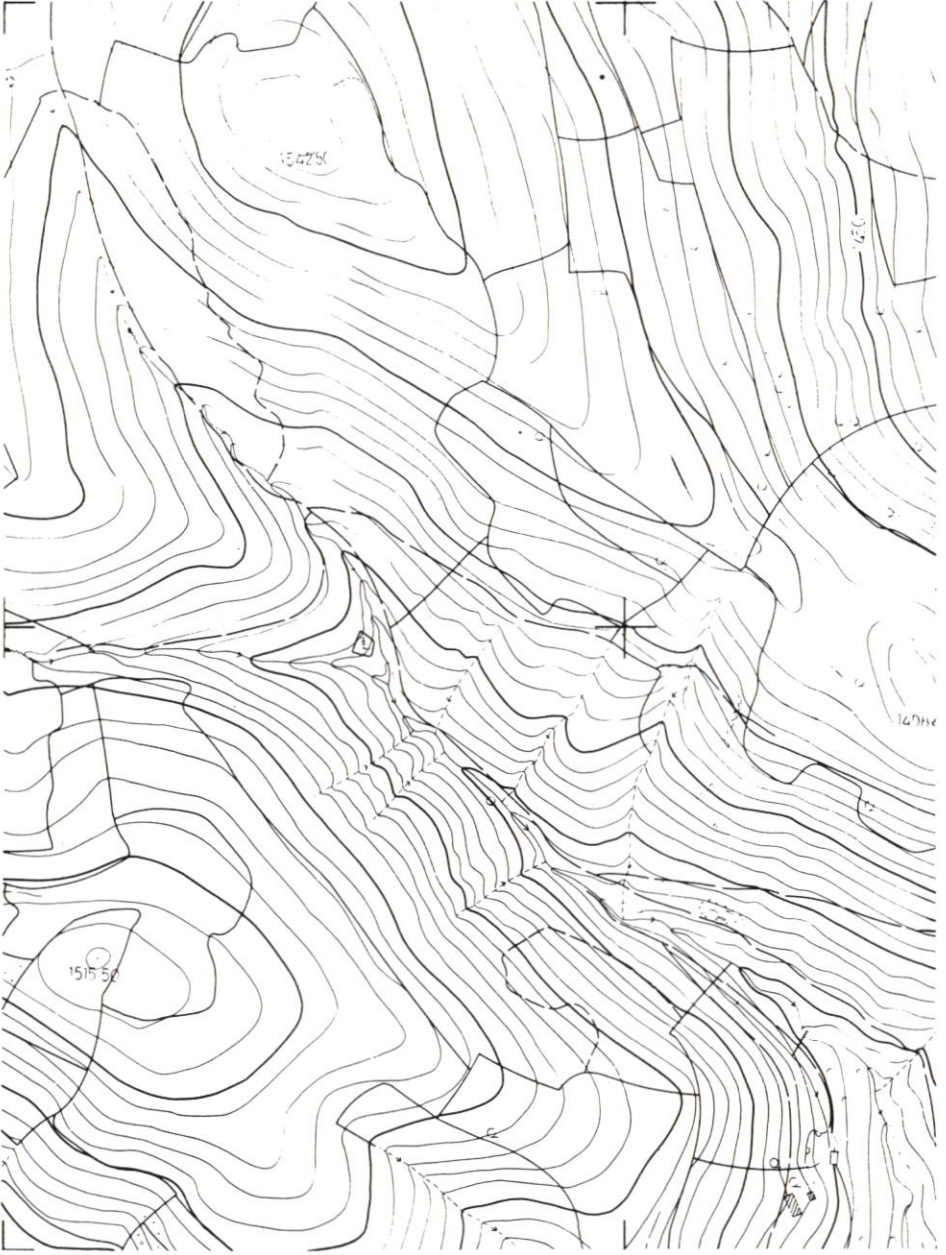
30.0

6950.7

vertical ratio: 2.0

step: 10.0

Şekil 1. Test alanının perspektif görüntüsü



ÖLÇEK : 1/5000

Şekil 2. Test alanının münhanisi

Bu araştırmada hem enterpolasyon yönteminin tutarlılığı hem de oluşturulan yüzeyin doğruluğu hakkında bazı bilgiler elde edilmiştir.

3.3. Deneme Sonuçları

Beş grup denemedeki toplam 25 adet testin sonuçları Çizelge 3, 4, 5, 6 ve 7'de görülmektedir.

Çizelgelerin birinci bölümünde örnekleme noktalarına ilişkin bilgiler, ikinci bölümünde enterpolasyon yüzeyinin örnekleme noktalarıyla kontrolü ve üçüncü bölümünde de test noktalarıyla kontrolüne ait bilgiler yer almaktadır.

NOKTA	VX (m.)	VY (m.)	VZ (m.)
101	-0,074	-0,124	0,144
110	-0,069	-0,152	0,195
86081	-0,073	-0,139	-0,078
86082	-0,077	-0,074	0,575
86083	0,073	-0,098	-0,636
86121	0,122	0,517	-0,431
86122	0,231	0,157	0,225
86123	0,163	-0,099	0,015
100005	-0,260	-0,210	-0,028
100009	-0,037	0,222	0,019
KARESEL ORT. HATA	0,138	0,216	0,322
SIGMA-0	0,272 m.		

Çizelge 1 Nirengi noktalarındaki artık hatalar

	PARAMETRE	HATA
X0	377 748.79	0.0859
Y0	4 312 861.15	0.0859
Z0	1 439.49	0.0859
OMEGA (X-EKSENİ)	-0.0001	0.0001
PHI (Y-EKSENİ)	-0.0005	0.0001
KAPPA (Z-EKSENİ)	0.0361	0.0001
ÖLÇEK FAKTÖRÜ	0.1000	0.0000

Çizelge 2. Yöneltilme Parametreleri ve hataları

D E N E M E S O N U Ç L A R I

BİRİNCİ GRUP DENEMELER					
	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
1.ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ÖLCÜM ARALIĞI (m.)	10	10	10	10	10
b. ENTERPOLASYON ARALIĞI (m.)	10	20	30	40	50
c. ÖLÇÜLEN NOKTA SAYISI	10357	10357	10357	10357	10357
d. ÖLÇÜM SÜRESİ (dak.)	690	690	690	690	690
e. HESAPLANAN NOKTA SAYISI	9546	2464	1140	667	414
f. HESAPLAMA SÜRESİ (dak.)	58	23	16	14	12
g. X-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	86	44	30	23	18
h. Y-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	111	56	38	29	23
i. DERE NOKTASI SAYISI	685	685	685	685	685
2. ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. SIGMA (m.)	0.282	0.492	0.651	0.810	1.012
b. SIGMA-0 (m.)	0.893	1.556	2.060	2.561	3.199
c. ORTALAMA HATA (m.)	0.314	0.436	0.528	0.633	0.797
d. MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	2.144	2.595	3.879	3.195	4.190
e. MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2.558	-3.006	-3.385	-3.470	-4.029
f. POZİTİF HATA SAYISI	4329	4174	4050	3857	3551
g. SIFIR HATA SAYISI	3	2	2	3	0
h. NEGATİF HATA SAYISI	4580	4376	4228	3945	3548
i. KULLANILAN NOKTA SAYISI	8912	8552	8280	7805	7099
j. 3*SIGMA DAN BÜYÜK SAYISI	126	120	105	92	62
k. 3*SIGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.41	1.40	1.27	1.18	0.87

3.TEST NOKTALARINDAKI HATALAR	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ORTALAMA HATA (m.)	0.538	0.544	0.601	0.709	0.867
b.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.357	1.228	1.502	1.979	1.999
c.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2.224	-1.932	-2.374	-2.609	-3.458
d.POZİTİF HATA SAYISI	270	243	248	273	287
e.SIFIR HATA SAYISI	0	0	0	0	0
f.NEGATİF HATA SAYISI	779	747	693	611	544
g.TEST EDİLEN NOKTA SAYISI	1049	990	941	884	831
h.3*SIGMA DAN BÜYÜK SAYISI	11	9	8	4	9
i.3*SIGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.05	0.91	0.85	0.45	1.08

Çizelge 3. 10 metrelik sayısallaştırma ile hata hesabı

D E N E M E S O N U Ç L A R I					
İ K İ N C İ G R U P D E N E M E L E R					
1.ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ÖLÇÜM ARALIĞI (m.)	20	20	20	20	20
b.ENTERPOLASYON ARALIĞI (m.)	10	20	30	40	50
c.ÖLÇÜLEN NOKTA SAYISI	5178	5178	5178	5178	5178
d.ÖLÇÜM SÜRESİ (dak.)	346	346	346	346	346
e.HESAPLANAN NOKTA SAYISI	9546	2464	1140	667	414
f.HESAPLAMA SÜRESİ (dak.)	58	23	16	14	12
g.X-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	86	44	30	23	18
h.Y-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	111	56	38	29	23
i.DERE NOKTASI SAYISI	685	685	685	685	685
2.ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.SIGMA (m.)	0.247	0.514	0.725	0.926	1.164
b.SIGMA-0 (m.)	0.780	1.624	2.291	2.929	3.600
c.ORTALAMA HATA (m.)	0.300	0.455	0.557	0.672	0.847
d.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.953	2.686	3.064	2.996	4.433
e.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2.044	-2.502	-2.895	-3.239	-4.565
f.POZİTİF HATA SAYISI	2163	2086	2038	1938	1768
g.SIFIR HATA SAYISI	0	3	1	0	0
h.NEGATİF HATA SAYISI	2295	2187	2102	1965	1778
i.KULLANILAN NOKTA SAYISI	4458	4276	4141	3903	3546
j.3*SIGMA DAN BÜYÜK SAYISI	65	56	49	47	36
k.3*SIGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.46	1.31	1.18	1.20	1.02
3.TEST NOKTALARINDAKİ HATALAR	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ORTALAMA HATA (m.)	0.541	0.559	0.634	0.751	0.921
b.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.164	1.331	1.536	2.220	2.102
c.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2.260	-1.946	-2.570	-2.771	-3.959
d.POZİTİF HATA SAYISI	276	250	264	296	291
e.SIFIR HATA SAYISI	0	0	0	1	0
f.NEGATİF HATA SAYISI	773	740	677	587	540
g.TEST EDİLEN NOKTA SAYISI	1049	990	941	884	831
h.3*SIGMA DAN BÜYÜK SAYISI	9	8	11	5	10
i.3*SIGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	0.86	0.81	1.17	0.57	1.20

Çizelge 4. 20 metrelik sayısallaştırma ile hata hesabı

D E N E M E S O N U Ç L A R I

Ü Ç Ü N C Ü G R U P D E N E M E L E R					
1.ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ÖLÇÜM ARALIĞI (m.)	30	30	30	30	30
b.ENTERPOLASYON ARALIĞI (m.)	10	20	30	40	50
c.ÖLÇÜLEN NOKTA SAYISI	2590	2590	2590	2590	2590
d.ÖLÇÜM SÜRESİ (dak.)	172	172	172	172	172
e.HESAPLANAN NOKTA SAYISI	9546	2464	1140	667	414
f.HESAPLAMA SÜRESİ (dak.)	58	23	16	14	12
g.X-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	86	44	30	23	18
h.Y-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	111	56	38	29	23
i.DERE NOKTASI SAYISI	685	685	685	685	685
2.ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.SIGMA (m.)	0,224	0,517	0,768	1,002	1,262
b.SIGMA-0 (m.)	0,707	1,636	2,429	3,170	3,991
c.ORTALAMA HATA (m.)	0,293	0,457	0,577	0,704	0,883
d.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1,631	2,192	2,550	3,381	3,706
e.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2,189	-2,833	-3,348	-3,738	-5,028
f.POZİTİF HATA SAYISI	1430	1405	1354	1302	1194
g.SIFIR HATA SAYISI	1	1	0	0	1
h.NEGATİF HATA SAYISI	1533	1448	1407	1304	1167
i.KULLANILAN NOKTA SAYISI	2964	2854	2761	2606	2362
j.3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	36	40	31	26	27
k.3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1,21	1,40	1,12	1,00	1,14
3.TEST NOKTALARINDAKİ HATALAR	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ORTALAMA HATA (m.)	0,562	0,584	0,663	0,798	0,978
b.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1,466	1,475	1,645	2,396	2,356
c.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2,575	-2,097	-2,620	-3,250	-4,861
d.POZİTİF HATA SAYISI	268	266	276	290	288
e.SIFIR HATA SAYISI	0	0	0	0	0
f.NEGATİF HATA SAYISI	781	724	665	594	543
g.TEST EDİLEN NOKTA SAYISI	1049	990	941	884	831
h.3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	9	7	8	7	9
i.3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	0,86	0,71	0,85	0,79	1,08

Çizelge 5. 30 metrelik sayısallaştırma ile hata hesabı

D E N E M E S O N U Ç L A R I

D Ö R D Ü N C Ü G U R U P D E N E M E L E R

1. ORNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. ÖLÇÜM ARALIĞI (m.)	40	40	40	40	40
b. ENTERPOLASYON ARALIĞI (m.)	10	20	30	40	50
c. ÖLÇÜLEN NOKTA SAYISI	1294	1294	1294	1294	1294
d. ÖLÇÜM SÜRESİ (dak.)	86	86	86	86	86
e. HESAPLANAN NOKTA SAYISI	9546	2464	1140	667	414
f. HESAPLAMA SÜRESİ (dak.)	58	23	16	14	12
g. X-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	86	44	30	23	18
h. Y-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	111	56	38	29	23
i. DERE NOKTASI SAYISI	685	685	685	685	685

2. ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. SİGMA (m.)	0.205	0.513	0.794	1.057	1.347
b. SİGMA-0 (m.)	0.647	1.622	2.512	3.342	4.261
c. ORTALAMA HATA (m.)	0.272	0.459	0.590	0.726	0.926
d. MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.398	2.635	3.004	3.105	4.814
e. MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-1.233	-1.814	-2.549	-3.105	-5.590
f. POZİTİF HATA SAYISI	1088	1035	1019	970	885
g. SIFIR HATA SAYISI	0	2	2	0	1
h. NEGATİF HATA SAYISI	1139	1102	1056	982	890
i. KULLANILAN NOKTA SAYISI	2227	2139	2077	1952	1776
j. 3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	31	23	26	20	20
k. 3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.39	1.08	1.25	1.02	1.13

3. TEST NOKTALARINDAKİ HATALAR	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. ORTALAMA HATA (m.)	0.590	0.614	0.704	0.838	1.027
b. MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.342	1.477	1.649	2.152	2.282
c. MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-2.901	-2.595	-2.884	-3.255	-5.067
d. POZİTİF HATA SAYISI	274	268	286	303	295
e. SIFIR HATA SAYISI	0	0	1	0	0
f. NEGATİF HATA SAYISI	775	722	654	581	536
g. TEST EDİLEN NOKTA SAYISI	1049	990	941	884	831
h. 3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	11	7	8	6	8
i. 3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.05	0.71	0.85	0.68	0.96

Çizelge 6. 40 metrelik sayısallaştırma ile hata hesabı

D E N E M E S O N U Ç L A R I

B E Ş İ N C İ G R U P D E N E M E L E R

1.ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ÖLÇÜM ARALIĞI (m.)	50	50	50	50	50
b.ENTERPOLASYON ARALIĞI (m.)	10	20	30	40	50
c.ÖLÇÜLEN NOKTA SAYISI	648	648	648	648	648
d.ÖLÇÜM SÜRESİ (dak.)	43	43	43	43	43
e.HESAPLANAN NOKTA SAYISI	9546	2464	1140	667	414
f.HESAPLAMA SÜRESİ (dak.)	58	23	16	14	12
g.X-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	86	44	30	23	18
h.Y-YÖNÜNDE HESAPLANAN NOKTA	111	56	38	29	23
i.DERE NOKTASI SAYISI	685	685	685	685	685

2.ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.SİGMA (m.)	0.187	0.505	0.808	1.093	1.403
b.SİGMA-0 (m.)	0.596	1.598	2.555	3.455	4.435
c.ORTALAMA HATA (m.)	0.238	0.450	0.589	0.743	0.945
d.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.360	2.023	2.621	3.004	3.998
e.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-1.134	-1.843	-3.266	-4.614	-5.643
f.POZİTİF HATA SAYISI	847	841	798	794	706
g.SIFIR HATA SAYISI	0	1	0	0	1
h.NEGATİF HATA SAYISI	935	867	835	781	714
i.KULLANILAN NOKTA SAYISI	1782	1709	1633	1575	1421
j.3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	17	20	15	18	12
k.3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	0.95	1.17	0.92	1.14	0.84

3.TEST NOKTALARINDAKİ HATALAR	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a.ORTALAMA HATA (m.)	0.658	0.680	0.750	0.893	1.082
b.MAKSİMUM POZİTİF HATA (m.)	1.661	1.790	1.799	2.580	3.105
c.MAKSİMUM NEGATİF HATA (m.)	-3.803	-3.249	-2.888	-3.782	-5.614
d.POZİTİF HATA SAYISI	296	280	294	313	306
e.SIFIR HATA SAYISI	0	0	0	0	0
f.NEGATİF HATA SAYISI	753	710	647	571	525
g.TEST EDİLEN NOKTA SAYISI	1049	990	941	884	831
h.3*SİGMA DAN BÜYÜK SAYISI	13	10	8	9	11
i.3*SİGMA DAN BÜYÜK YÜZDESİ	1.24	1.01	0.85	1.02	1.32

Çizelge 7. 50 metrelik sayısallaştırma ile hata hesabı

4. SONUÇLAR

- a. Çizelge 1 ve Çizelge 2'de görülen analitik yöneltme neticeleri fotogrametrik çalışmalarında kullanılan

$$(0.2/1000) \times \text{Uçuş Yüksekliği}$$

bağıntısıyla elde edilen 60 cm.lik duyarlılığa kıyasla oldukça iyidir.

- b. Ölçüm sıklığı ile hesaplama aralığının birbirine yakın olduğu durumlarda daha tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak dere noktaları gibi doğruluğu artırıcı ilave noktaların ölçülmesi durumunda ölçüm sıklığı, hesaplama aralığına oranla biraz daha geniş tutulabilmektedir.
- c. Duyarlılığı yüksek sonuçlar elde etmek için ölçüm aralığının olabildiğince küçük tutulması gerekmektedir. Buna karşılık sayısallaştırma için harcanan zaman karesel olarak artmaktadır. Aynı zamanda üretimin maliyeti de yükselmektedir.
- d. Yapılan denemelerde ölçüm duyarlığına yakın hesaplama duyarlığını veren nokta sıklıkları üretimin doğruluğunu, hızını ve ekonomisini optimize etmektedir. 1:5000 ölçekli harita için yapılan bu testlerde hassasiyeti artıran dere noktaları gibi ilave noktaların ölçümüyle 30 m.de bir sayısallaştırma yapıp, 30 m.de bir enterpolasyon işleminin yürütülmesi yeterli olmaktadır.
- e. Daha çok test bölgesinde ve değişik arazi gruplarında denemelerle optimum nokta sıklığı kesinlik kazanacaktır.
- f. Nokta sıklığının m; n hani çizimine etkisi de ayrıca araştırılmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

ALLAM, M.M. "DTM Application in Topographic Mapping", Presented Paper, ASP DTM symposium, May 9-11, 1978 St. Louis, MO.

ALLAM, M.M. "A Review of Data Acquisition Systems-Present and Future and Their Effect on Cartographic Information Systems", Presented Paper, 14th ISPRS Congress, Commission IV, Working Group 1, Hamburg 1980.

AYDEMİR, S. "Sayısal Arazi Modelleri ve Enterpolasyon Yöntemlerinin Doğruluğu, Master Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Trabzon 1982.

AYENİ, O. "Optimum Sampling for Digital Terrain Models: A Trend Towards Automation", Presented Paper, XIII ISP Congress, Commission V, Helsinki 1976.

EBNER, H., "Experience with Height Interpolation by Finite Elements", Photogram-

metric Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, No. 2, February 1984, pp. 177-182.

LEBRL, F., "Interpolation in Square Grid DTM", The ITC Journal, 1973-5.

MAKAROVIC, B. "A Digital Terrain Model System", The ITC Journal, 1976-1.

NAKAMURA, H. "On Digital Terrain Models", Xth ISP Congress, Commission V, Lausanne, Switzerland, July 1968.

PETRI, G. "Digitizing of Photogrammetric Instruments for Cartographic Applications", Invited Paper, ISP Congress, Commission II and IV, Ottawa, July 1972.

STEFANOVIC, P.-RADWAN, M.M. - TEMPFLI, K. "Digital Terrain Models: Data Acquisition, Processing and Applications", The ITC Journal, 1977-1.

WORKING GROUP PAPER, "A Review of the Present Status of the Application of Photogrammetry, Digital Terrain Model and Semiautomated Photogrammetric Technique to Highway and Railway Design and the Trend of Further Development", XII Congress of ISP, Commission IV, Working Group 1, Helsinki 1976.