

ÖZET

Bu çalışma, Harita Genel Komutanlığı'nda kurulu ortofoto sisteminin yazılım paketini test ederek, sayısallaştırma sırasında kullanılan nokta sıklığının hız, doğruluk ve ekonomi yönünden en uygununu belirlemek amacıyla Harita Genel Komutanlığınca yaptırılmıştır.

Çalışmada sayısallaştırma teknikleri kısaca anlatılmış ve seçilen bir test alanında 5 gruptan oluşan toplam 25 denemenin sonuçları matematik istatistik yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Sayısal haritacılık çalışmalarının temelini sayısal arazi modellerinin elde edilmesi oluşturur. Sayısal arazi modeli (SAM), arazi engebesinin sayısal olarak temsil edilmesidir. Yeteri doğrulukta oluşturulan SAM'dan bilgisayar teknolojisinin değişik olanaklarıyla hemen hemen her türden haritacılık bilgisinin elde edilmesi mümkün olmaktadır. SAM'dan türetilcek bilgilerin doğru ve etkin olabilmesi, oluşturulan SAM'ın doğruluğu ve nokta sayısıyla doğrudan ilişkilidir. 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 araziyi 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 olanıştır. 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 donanımı ve veri toplamanın kontrolü büyük bir önem taşımaktadır.

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

* Fotogrametrik Veri Toplama :

- Eş yükselti eğrilerinin ve tek tek noktaların sürekli sayısallaştırma yöntemleriyle ölçümü aşağıdaki konularda kullanılmaktadır.

- . Şehir haritaları,
- . Yeraltı boru hatları ve kablolarının ölçümü,
- . Şehir planları,
- . Şehri yeniden oluşturulabilir şekle koyma planı,
- . Yol ve demiryolu yapım planları,
- . Envanter çalışmaları,
- . Mühendislik ölçmeleri,
- . Tarım ve ormancılık amaçlı ölçmeler,
- . Hidrografik çalışmalar ve su bilgileri,
- . 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000 ya da daha küçük ölçekli topoğrafik haritalar,
- Yerel referans sistemi içindeki koordinatların belirlenmesi için nokta nokta ölçüm tekniğinin kullanıldığı yerler :

- . Fotogrametrik nirengi,
- . Sayısal arazi modelleri,
- . Kadastral ve toprak dağıtım çalışmaları için sınır köşeleri ve topoğrafik noktalar,
- . Profiller ve kesitler,

* Kartoğrafik Veri Toplama :

- Sürekli ve nokta nokta ölçüm;

- . Mevcut haritaların sayısallaştırılması,
- . Hava fotoğrafları, ortofoto ve foto mozaiklerin sayısallaştırılması,
- . Diğer grafik dokümanların sayısallaştırılması.

- Etkileşimli görüntü işleyerek ölçüm;

- . Hata düzeltme,
- . Arazi bilgilerinin kontrol ve tamamlanması,
- . Harita bilgileri ile kitabelerin uyumu,
- . Sayısal haritaların güncelleştirilmesi,
- . Haritadaki yazıların düzenlenmesi,
- . Otomatik çizime geçmeden önce harita içeriğinin kontrolü,
- . Bilgisayar destekli genelleştirme ve yer değiştirme problemlerinin çözümü.

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

Sürekli Kayıt :

Sürekli kayıt genellikle zaman bazlıdır. Operatörün çalışma hızına bağlı olarak saniyede 5-10 nokta kaydedilir. Karışık çizgilerde hız yavaşladıkça noktalar birbirine yaklaşıacaktır.

Bazı aletlerde sürekli kayıt uzunluk bazlıdır. Eşit uzunluk artımlarıyla 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 çalışma özellikle büyük ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması için uygundur. Arşivlenecek verinin azlığına karşın, sonraki aşamalarda fazladan işlem yapmak gerekebilir.

3. UYGUN VERİ SIKLIĞINI BELİRLEMEK İÇİN DENEME ÇALIŞMASI

3.1. TEST ALANI VE KULLANILAN DONANIM VE YAZILIM

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	: 1:18.000
Resim No.	: 3756/8608-8612
Harita ölçeği	: 1:5.000
Harita boyutları	: 750 m. X 1000 m.

b. Donanım ve Yazılım :

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

3.2. DENEMELERDE KULLANILAN 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 empirik olarak yapılmış ve aşağıdaki bilgiler sayısallaştırılarak manyetik teybe yüklenmiştir.

- 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.

- Belirli sıklıkta örnekleme noktaları :

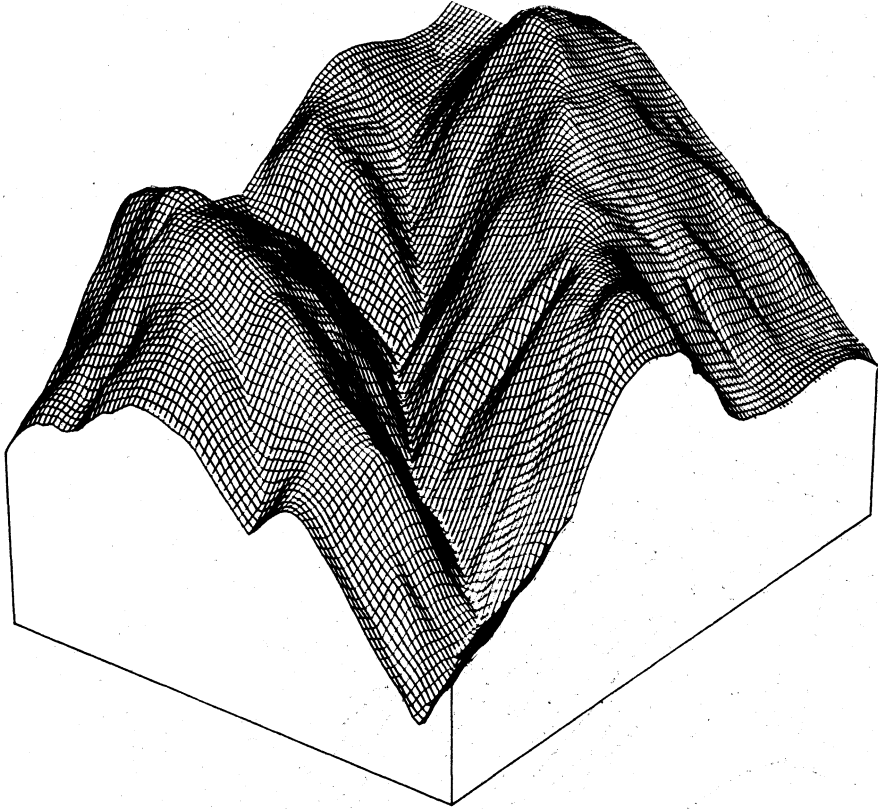
Denemeler için 10 m , 20 m , 30 m , 40 m ve 50 m sıklıklarında profil noktaları ölçülmüştür.

- Dere (break-line) noktaları :

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

- 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 sayısallaştırması, 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 olarak 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

STEP: 10.0

AZIMUTH: 158.1

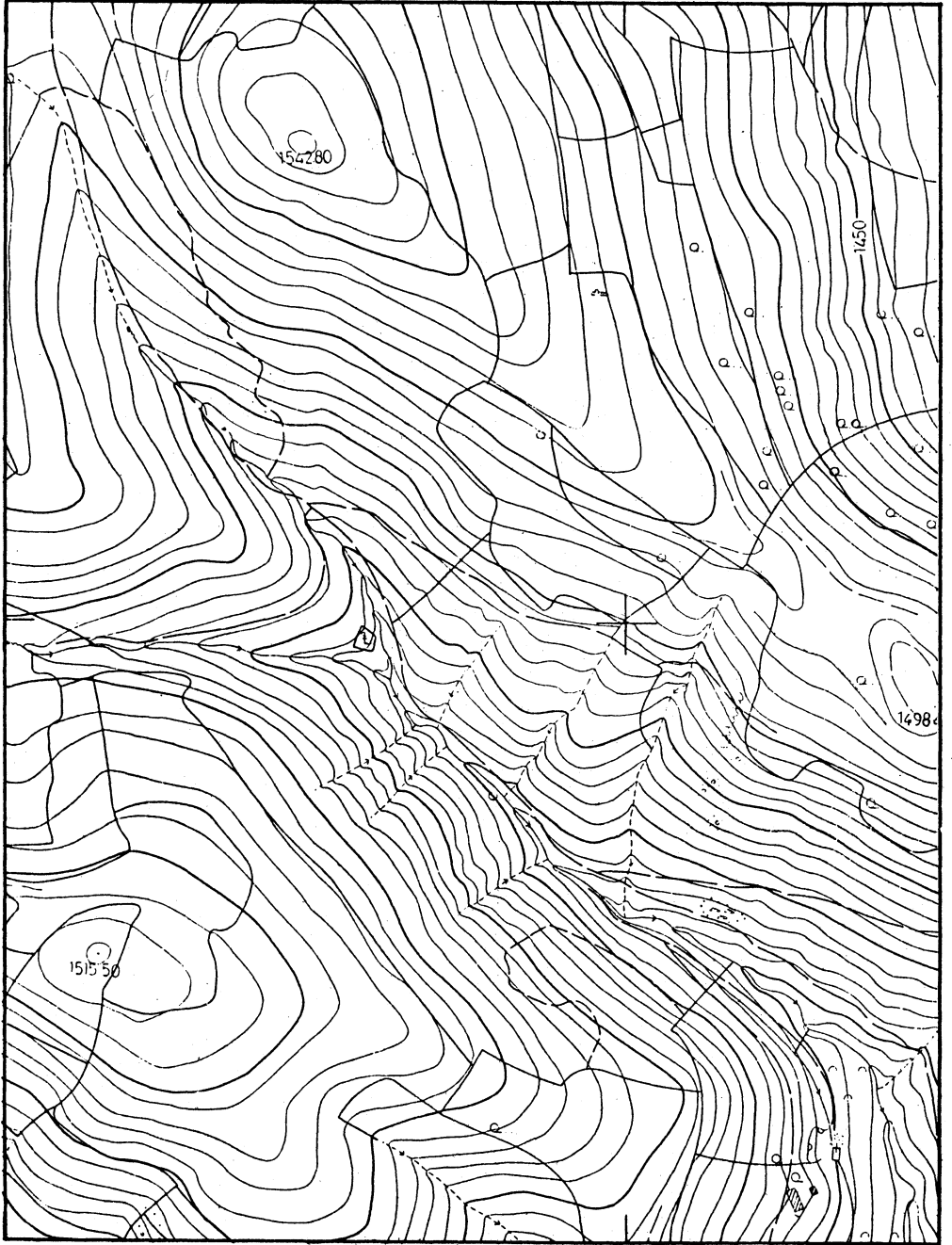
VERTICAL ANGLE: 30.0

DISTANCE:

6950.7

VERTICAL RATIO: 4.0

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 SONUÇLARI

Beş grup denemedeki toplam 25 adet testin sonuçları izelge-3, 4, 5, 6 ve 7 de görülmektedir.

izelgelerin birinci bölümünde örnekleme noktalarına ilişkin bilgiler, ikinci bölümünde enterpolasyon yüzeyinin örnekleme noktalarıyla kontrolu ve üçüncü bölümünde de test noktalarıyla kontroluna ait bilgiler yer almaktadır.

4. SONUÇLAR

a. Çizelge-1 ve izelge-2'de görülen analitik yöneltme neticeleri fotogrametrik çalışmalarda kullanılan

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

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

b. lm sıklığı ile hesaplama aralığının birbirine yakın olduğu durumlarda daha tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak dere noktaları gibi doğruluğu artırıcı ek noktaların ölçülmesi durumunda ölçüm sıklığı, hesaplama aralığına oranla biraz daha geniş tutulabilmektedir.

c. Duyarlılığı yüksek sonuçlar elde etmek için ölçüm aralığının olabil-diğince küçük tutulması gerekmektedir. Buna karşılık sayısallaştırma için harcanan zaman karesel olarak artmaktadır. Aynı zamanda üretim maliyeti de yükselmektedir.

d. Yapılan denemelerde ölçüm duyarlılığına yakın hesaplama duyarlılığını veren nokta sıklıkları üretim doğruluğunu, hızını ve ekonomisini optimize etmektedir. 1:5.000 ölçekli harita için yapılan bu testlerde hassasiyeti artıran dere noktaları gibi ek 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 eşyükselti eğrisi çizimine etkisi de ayrıca araştırılmalıdır.

NOKTA NO	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
SİGMA - 0	0.272 metre		

Çizelge-1 : Nirengi Noktalarındaki Artık Hatalar

	PARAMETRE	HATA
XO	377 748.79	0.0859
YO	4 312 861.15	0.0859
ZO	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

DENEME SONUÇLARI

BİRİNCİ GRUP DENEMELER

1. ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Ölçüm Aralığı (m.)	10	10	10	10	10
b. Enterpolasyon Aralığı (m.)	10	20	30	40	50
c. Ölçülen Nokta Sayısı	10357	10357	10357	10357	10357
d. Ölçüm Süresi (dak.)	690	690	690	690	690
e. Hesaplanan Nokta Sayısı	9546	2464	1140	667	414
f. Hesaplama Süresi (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 Noktası Sayısı	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	2.144	2.595	3.879	3.195	4.190
e. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.558	-3.006	-3.385	-3.470	-4.029
f. Pozitif Hata Sayısı	4329	4174	4050	3857	3551
g. Sıfır Hata Sayısı	3	2	2	3	0
h. Negatif Hata Sayısı	4580	4376	4228	3945	3548
i. Kullanılan Nokta Sayısı	8912	8552	8280	7805	7099
j. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	126	120	105	92	62
k. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	1.41	1.40	1.27	1.18	0.87

3. TEST NOKTALARINDAKİ 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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.357	1.228	1.502	1.979	1.999
c. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.224	-1.932	-2.374	-2.609	-3.458
d. Pozitif Hata Sayısı	270	243	248	273	287
e. Sıfır Hata Sayısı	0	0	0	0	0
f. Negatif Hata Sayısı	779	747	693	611	544
g. Test Edilen Nokta Sayısı	1049	990	941	884	831
h. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	11	9	8	4	9
i. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	1.05	0.91	0.85	0.45	1.08

Çizelge-3 : 10 Metrelik Sayısallaştırma İle Hata Hesabı

DENEME SONUÇLARI

İKİNCİ GRUP DENEMELER

1. ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Ölçüm Aralığı (m.)	20	20	20	20	20
b. Enterpolasyon Aralığı (m.)	10	20	30	40	50
c. Ölçülen Nokta Sayısı	5178	5178	5178	5178	5178
d. Ölçüm Süresi (dak.)	346	346	346	346	346
e. Hesaplanan Nokta Sayısı	9546	2464	1140	667	414
f. Hesaplama Süresi (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 Noktası Sayısı	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	3.680
c. Ortalama Hata (m.)	0.300	0.455	0.557	0.672	0.847
d. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.953	2.686	3.064	2.996	4.433
e. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.044	-2.502	-2.895	-3.239	-4.565
f. Pozitif Hata Sayısı	2163	2086	2038	1938	1768
g. Sıfır Hata Sayısı	0	3	1	0	0
h. Negatif Hata Sayısı	2295	2187	2102	1965	1778
i. Kullanılan Nokta Sayısı	4458	4276	4141	3903	3546
j. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	65	56	49	47	36
k. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.164	1.331	1.536	2.220	2.102
c. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.260	-1.946	-2.570	-2.771	-3.959
d. Pozitif Hata Sayısı	276	250	264	296	291
e. Sıfır Hata Sayısı	0	0	0	1	0
f. Negatif Hata Sayısı	773	740	677	587	540
g. Test Edilen Nokta Sayısı	1049	990	941	884	831
h. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	9	8	11	5	10
i. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	0.86	0.81	1.17	0.57	1.20

Çizelge-4 : 20 Metrelik Sayısallaştırma İle Hata Hesabı.

DENEME SONUÇLARI

ÜÇÜNCÜ GRUP DENEMELER

1. ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Ölçüm Aralığı	30	30	30	30	30
b. Enterpolasyon Aralığı (m.)	10	20	30	40	50
c. Ölçülen Nokta Sayısı	2590	2590	2590	2590	2590
d. Ölçüm Süresi (dak.)	172	172	172	172	172
e. Hesaplanan Nokta Sayısı	9546	2464	1140	667	414
f. Hesaplama Süresi (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 Noktası Sayısı	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.631	2.192	2.550	3.381	3.706
e. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.189	-2.833	-3.348	-3.738	-5.028
f. Pozitif Hata Sayısı	1430	1405	1354	1302	1194
g. Sıfır Hata Sayısı	1	1	0	0	1
h. Negatif Hata Sayısı	1533	1448	1407	1304	1167
i. Kullanılan Nokta Sayısı	2964	2854	2761	2606	2362
j. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	36	40	31	26	27
k. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.466	1.475	1.645	2.396	2.356
c. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.575	-2.097	-2.620	-3.250	-4.861
d. Pozitif Hata Sayısı	268	266	276	290	288
e. Sıfır Hata Sayısı	0	0	0	0	0
f. Negatif Hata Sayısı	781	724	665	594	543
g. Test Edilen Nokta Sayısı	1049	990	941	884	831
h. 3* Sigma'dan Büyük Sayısı	9	7	8	7	9
i. 3* Sigma'dan Büyük Yüzdesi	0.86	0.71	0.85	0.79	1.08

Çizelge-5 : 30 Metrelik Sayısallaştırma İle Hata Hesabı.

DENEME SONUÇLARI

DÖRDÜNCÜ GRUP DENEMELER

1. ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Ölçüm Aralığı (m.)	40	40	40	40	40
b. Enterpolasyon Aralığı (m.)	10	20	30	40	50
c. Ölçülen Nokta Sayısı	1294	1294	1294	1294	1294
d. Ölçüm Süresi (dak.)	86	86	86	86	86
e. Hesaplanan Nokta Sayısı	9546	2464	1140	667	414
f. Hesaplama Süresi (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 Noktası Sayısı	685	685	685	685	685

2. ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Sigma (m.)	0.205	0.513	0.794	1.057	1.347
b. Sigma-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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.398	2.635	3.004	3.105	4.814
e. Maksimum Negatif Hata (m.)	-1.233	-1.814	-2.549	-3.105	-5.590
f. Pozitif Hata Sayısı	1088	1035	1019	970	885
g. Sıfır Hata Sayısı	0	2	2	0	1
h. Negatif Hata Sayısı	1139	1102	1056	982	890
i. Kullanılan Nokta Sayısı	2227	2139	2077	1952	1776
j. 3 * Sigma'dan Büyük Sayısı	31	23	26	20	20
k. 3 * Sigma'dan Büyük Yüzdesi	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.342	1.477	1.649	2.152	2.282
c. Maksimum Negatif Hata (m.)	-2.901	-2.595	-2.884	-3.255	-5.067
d. Pozitif Hata Sayısı	274	268	286	303	295
e. Sıfır Hata Sayısı	0	0	1	0	0
f. Negatif Hata Sayısı	775	722	654	581	536
g. Test Edilen Nokta Sayısı	1049	990	941	884	831
h. 3 * Sigma'dan Büyük Sayısı	11	7	8	6	8
i. 3 * Sigma'dan Büyük Yüzdesi	1.05	0.71	0.85	0.68	0.96

Çizelge-6 : 40 Metrelik Sayısallaştırma İle Hata Hesabı.

DENEME SONUÇLARI

BEŞİNCİ GRUP DENEMELER

1. ÖRNEKLEME NOKTALARI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Ölçüm Aralığı (m.)	50	50	50	50	50
b. Enterpolasyon Aralığı (m.)	10	20	30	40	50
c. Ölçülen Nokta Sayısı	648	648	648	648	648
d. Ölçüm Süresi (dak.)	43	43	43	43	43
e. Hesaplanan Nokta Sayısı	9546	2464	1140	667	414
f. Hesaplama Süresi (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 Noktası Sayısı	685	685	685	685	685

2. ENTERPOLASYON HATA HESABI	1 TEST	2 TEST	3 TEST	4 TEST	5 TEST
a. Sigma (m.)	0.187	0.505	0.808	1.093	1.403
b. Sigma-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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.360	2.023	2.621	3.004	3.998
e. Maksimum Negatif Hata (m.)	-1.134	-1.843	-3.266	-4.614	-5.643
f. Pozitif Hata Sayısı	847	841	798	794	706
g. Sıfır Hata Sayısı	0	1	0	0	1
h. Negatif Hata Sayısı	935	867	835	781	714
i. Kullanılan Nokta Sayısı	1782	1709	1633	1575	1421
j. 3 * Sigma'dan Büyük Sayısı	17	20	15	18	12
k. 3 * Sigma'dan Büyük Yüzdesi	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. Maksimum Pozitif Hata (m.)	1.661	1.790	1.799	2.580	3.105
c. Maksimum Negatif Hata (m.)	-3.803	-3.249	-2.888	-3.782	-5.614
d. Pozitif Hata Sayısı	296	280	294	313	306
e. Sıfır Hata Sayısı	0	0	0	0	0
f. Negatif Hata Sayısı	753	710	647	571	525
g. Test Edilen Nokta Sayısı	1049	990	941	884	831
h. 3 * Sigma'dan Büyük Sayısı	13	10	8	9	11
i. 3 * Sigma'dan Büyük Yüzdesi	1.24	1.01	0.85	1.02	1.32

Çizelge-7 : 50 Metrelik Sayısallaştırma İle Hata Hesabı.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- /1/ ALLAM, M.M. : "DTM Application in Topographic Mapping" Presented Paper, ASP DTM symposium, May 9-11, 1978 St.Louis, MO.
- /2/ ALLAM, M.M. : "A Review of Data Acquisition Systems-Present and Future and Their Effect on Cartographic Information Systems", Presented Paper, 14 th ISPRS Congress, Commission IV, Working Group 1, Hamburg 1980
- /3/ AYDEMİR, S. : "Sayısal Arazi Modelleri ve Enterpolasyon Yöntemlerinin Doğruluğu", Master Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Trabzon 1982
- /4/ AYENİ, O. : "Optimum Sampling for Digital Terrain Models : A Trend Towards Automation", Presented Paper, XIII ISP Congress, Commission V, Helsinki 1976
- /5/ EBNER, H. : "Experience with Height Interpolation by Finite Elements", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.50, No 2, February 1984, pp.177-182
- /6/ LEBERL, F. : "Interpolation in Square Grid DTM", The Journal, 1973-5
- /7/ MAKAROVIĆ, B. : "A Digital Terrain Model System", The ITC Journal, 1976-1
- /8/ NAKAMURA, H. : "On Digital Terrain Models", X th ISP Congress, Commission V, Lausanne, Switzerland, July 1968
- /9/ PETRİ, G. : "Digitizing of Photogrammetric Instruments for Cartographic Applications", Invited Paper, ISP Congress, Commission II and IV, Ottawa, July 1972
- /10/ STEFANOVIĆ, P.
RADWAN, M.M.
TEMPFLI, K. : "Digital Terrain Models : Data Acquisition, Processing and Applications", The ITC Journal, 1977-1
- /11/ 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