

DEĞİŞİK ÖLÇEK TABANLI SAYISAL ARAZİ MODELLERİNDE DOKUSAL FARKLILIKLAR

Onur KÖSE, Erçin KASAPOĞLU, Tarkan EREN

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe-ANKARA

onur@jeo.hun.edu.tr, ercin@jeo.hun.edu.tr, tarkan@jeo.hun.edu.tr

ÖZET

Son çeyrek yüzyıla girildiğinden bu yana, ortaya konulan teknolojik gelişmelere paralel olarak, bilgisayarlar her alanda olduğu gibi askeri ve bilimsel çalışmalarda da yoğun bir kullanım potansiyeli bulmuştur. Günümüzde yürütülen projelerin büyüklüğü, ekonomi, hız ve zamanlama gibi gerekçeler bunu kaçınılmaz kılmıştır.

Bilgisayar ortamında, yeryüzü yükseklik değerlerini içeren işlenebilir veri dosyaları olup, Uzaktan Algılama çalışmalarında en az uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kadar önem taşıyan Sayısal Arazi Modelleri, özellikle topografik veri ihtiyacı duyulan Yerbilimlerine yönelik uygulamalarda ayrı bir yere sahiptir.

Sayısal arazi modelleri, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları üzerinden görüntü işleme teknikleri kullanılarak oluşturulabildikleri gibi, genellikle yaygın bir şekilde topografik haritaların sayısallaştırılmasıyla üretilirler. Jeoloji, Hidrojeoloji, Hidroloji, Maden, Çevre, Coğrafya gibi Yerbilimlerinin farklı disiplinlerinde yürütülen birbirinden farklı çalışmalarda kullanılan sayısal arazi modellerinin üretim ölçekleri ve çözümlemeleri de amaca bağlı olarak değişir.

Çalışmada, aynı bölge için farklı ölçeklerdeki topografik haritalardan, aynı çözümleme değeri ile üretilen sayısal arazi modelleri üzerinde önemli dokusal farklılıklar ve detay kayıpları gözlenmiştir. Sayısal arazi modelleri üzerinde farklı ölçek tabanına bağlı bu detay kayıplarının, özellikle hacim hesabı gerektiren uygulamalarda önemli yanlışlıklara neden olmaması için, ölçeğe bağlı üretilmesi gereken uygun çözümleme değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde Sayısal Arazi Modeli (SAM) oluşturmak için birçok değişik yöntem kullanılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak, stereo görüş özelliği taşıyan hava fotoğraflarından sonra pasif algılayıcılara ait uydu görüntüleri kullanılmaya başlanmış (Lliboutry, 1991; Thoué, 1993) ve son yıllarda da özellikle ERS-1, ALMAZ, JERS-1 gibi aktif algılayıcı uydulara veya özel donanımlı hava araçlarına ait (TOPSAR) radar görüntüleri üzerinden (Graham, 1974; Zebker and Goldstein, 1986; Massonet, 1993; Mauginis-Mark and Garbeil, 1993) SAM oluşturmaya yönelik yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca bu yöntemler kendi içlerinde, teknik gelişmelere bağlı olarak, orto-foto, orto-görüntü, interferometri (Zebker et al., 1992; Massonet, 1993) gibi farklı alt metodolojileri de kapsamaktadır. Bu yöntemlerle kıyaslandığında, hem çok daha az teknik donanım gerektirmesi, hem veri kaynağının kolay temin edimesi, hem de daha kolay metodolojilerle üretilebilmesi gibi sebeplerle, topografik haritaların sayısallaştırılması ile SAM üretilmesi yaygın şekilde tercih edilen bir yöntemdir. Söz konusu herhangi bir yöntemle oluşturulan sayısal arazi modellerinden itibaren, yerbilimlerinde jeofizik (Froger and Köse, 1993; Froger, 1996), jeoloji (Gökçeoğlu et al., 1996; Köse et al. 1996; Köse and Yürür, 1996), hidroloji, hidrojeoloji (Eren, 1997) ve diğer disiplinlere yönelik çok değişik amaçlı çalışmalar yapılabilmektedir.

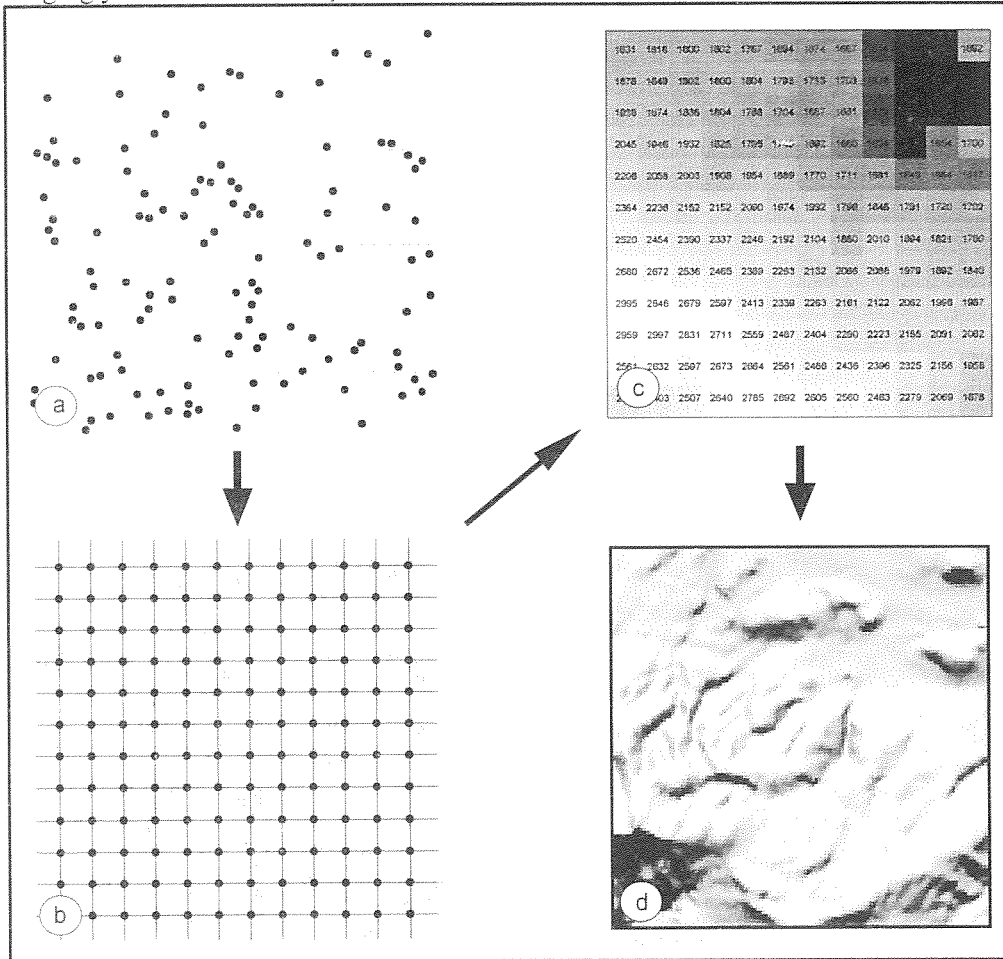
Değişik ölçekli topografik haritalardan arzu edilen herhangi bir çözünürlükte SAM üretmek mümkündür. Başka bir deyişle, 1:500000 ölçekli bir haritadan da, 1:25000 ölçekli bir haritadan da matematiksel olarak 50 m, 100 m, 200 m, 500 m gibi piksel çözünürlüklü SAM üretilebilir. Çalışmamızda, herhangi bir ölçek tabanından itibaren gerçekleştirilen bu SAM'ların, hangi çözünürlük değerleri aralığında kendine ait ölçek gerçeğini daha iyi temsil ettiğini belirlemeye çalıştık. Erzincan ili Kuzey Doğusunda, 36. UTM zonunun 572200-584950 Doğu ile 4400200-4412950 Kuzey koordinatları içersinde bulunan, gerek engebeli gerekse düzlük röliyef özellikleri taşıyan 162.5

km²'lik bir alan ele alınmış ve çalışmalar sırasıyla 1:25000, 1:100000 ve 1:250000 ölçek tabanlı topografik haritalardan itibaren gerçekleştirilmiştir.

SAYISAL ARAZİ MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI


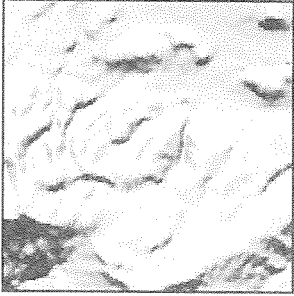
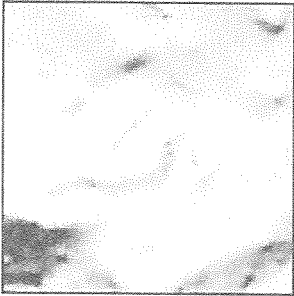

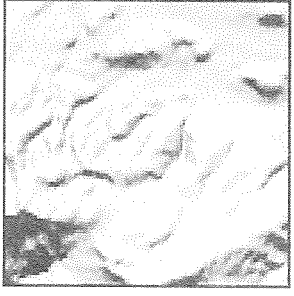
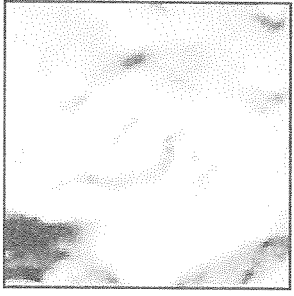
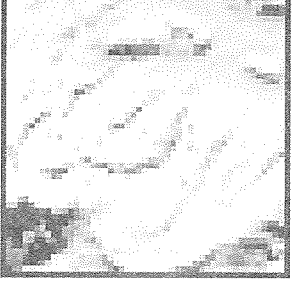

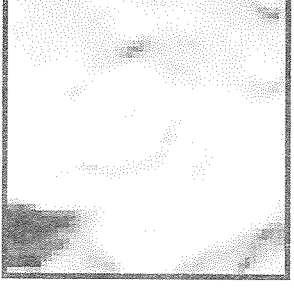
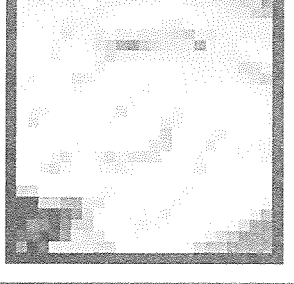
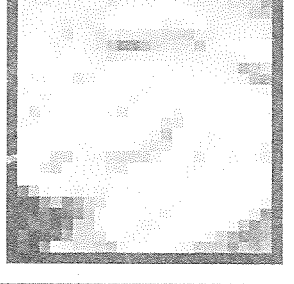
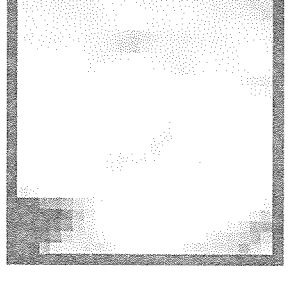
Topografik haritadan itibaren eşyükseklik eğrilerinin sayısal ortama aktarılması sırasında ortaya çıkabilecek insan kaynaklı hataların en aza indirgenmesi amacıyla, sayısallaştırma işlemleri aynı sayısallaştırıcı tablet üzerinde, aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Sayısallaştırmalarda, oluşturulacak SAM'ların alansal kayıplarını en aza indirmek için UTM sistemi kullanılmıştır. Ayrıca sayısallaştırma esnasında, değişik ölçekli tüm haritalar için sayısallaştırıcı tablet nokta giriş aralığı sabit tutulmuş, böylelikle de oluşturulan X, Y, Z (UTM boylam, UTM enlem, Yükseklik) formatlı ham veri dosyalarının ölçek bağlamında göreceli dokusal ilişkileri, oluşturulacak SAM dosyalarında korunmuştur.

Düzensiz bir dağılım gösteren noktalardan meydana gelen ve eşyükseklik eğrilerinin sayısal ortamdaki ifadeleri olan ham veri dosyalarından itibaren, her noktadaki yükseklik değerlerini tanımlayabilen sayısal görüntü dosyalarının yani SAM'ların oluşturulabilmesi için, dağınık veri değerleri üzerinden satır-kolon ilişkisinde düzenlenmiş yeni bir dosyanın hesaplanması ve oluşturulması (Şekil-1.) gerekir. Kısaca düzenleme (interpolasyon) diyebileceğimiz bu işlem için Kriging yöntemi kullanılmıştır.



Şekil-1. Bir sayısal arazi modelinin oluşturulması; a) topografik haritadan sayısallaştırılmış düzensiz ham veri noktaları ve oluşturulması düşünülen düzenek ağı, b) ham veri noktalarından itibaren hesaplanarak düzeneklendirilmiş (interpole edilmiş) noktaları içeren bir sayısal arazi modelinine ait veri ağı ve bunun ham veri noktalarıyla ilişkisi, c) oluşturulan sayısal arazi modelinin görüntüsü ve bünyesindeki görüntü hücrelerinin (piksel) sayısal yükseklik değerleri, d) oluşturulmuş sayısal arazi modelinden üretilen bir yapay ışıklandırma görüntüsü.

Başlangıçta, mineralleşmiş yatakların değerlendirilmesine yönelik uygulamalar için geliştirilmiş olan (Krige, 1966) bu jeostatistiksel yöntem, daha sonra Matheron (1969) tarafından geniş bir şekilde işlenerek açıklanmıştır. Günümüzde yaygın bir kullanım alanı bulunan Kriging yöntemi, düzensiz noktasal verilerden itibaren düzenekli veri oluşturmada, en iyi tahminleme yolu olarak (Journal and Huijbregts, 1978) bilinmektedir.

	1:25000 ölçek tabanı	1:100000 ölçek tabanı	1:250000 ölçek tabanı
piksel çözünürlüğü 100 m			
piksel çözünürlüğü 125 m			
piksel çözünürlüğü 250 m			
piksel çözünürlüğü 500 m			

Şekil-2. Aynı bölgeye yönelik olarak değişik ölçek tabanları için değişik çözünürlük değerleriyle üretilen sayısal arazi modellerinin, birbirleriyle göreceli ilişkisini ve dokusal görünümünü yansıtan yapay ışıklandırma (rölyef) görüntüleri (şekillerin yer aldığı düzlemin üst kesimi kuzey olarak kabul edildiğinde; görüntülerde yapay ışığın kuzeyle yaptığı açı: 0, yer normali ile yaptığı açı: 45, düşey abartı katsayısı:3).

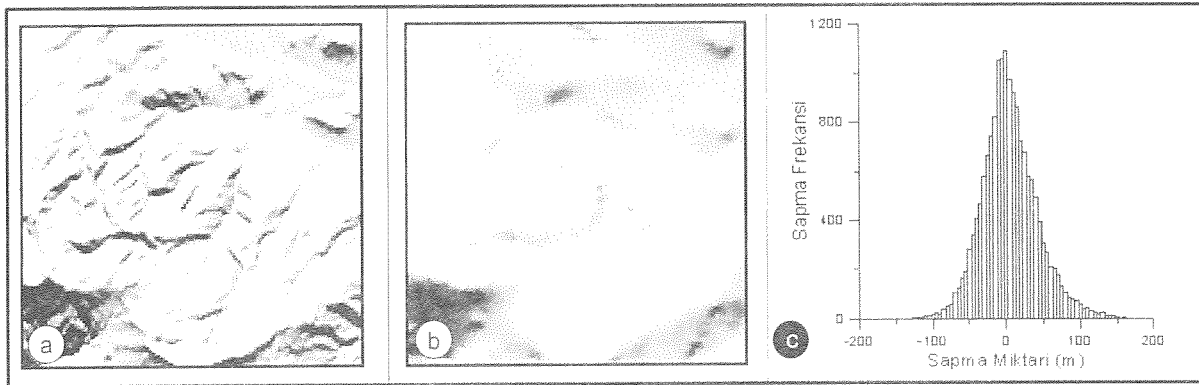
Çalışma alanı olarak seçilen bölgeye yönelik olarak, 1:25000, 1:100000 ve 1:250000 ölçek tabanlı ham veri dosyalarının her biri için basamaklı artış gösterecek şekilde değişik çözünürlüklü SAM'lar oluşturuldu ve bir kısmı Şekil-2' de sunuldu. Bunlardan, ham veri yoğunluğu en yüksek ve değerleri de gerçeğe en yakın olan 1:25000 ölçek tabanlı SAM'lar (Çizelge-1), diğer iki gruba ait SAM'ların değerlendirilmesinde gerçek değer referansı olarak ele alınmıştır.

Çizelge-1. SAM'lar üzerindeki birim alan için, değişik ölçek tabanlı ham veri dosyalarındaki nokta yoğunluğu.

Ölçek	Ortalama Nokta Yoğunluğu (nokta/km ²)
1:25000	512
1:100000	37
1:250000	4

1:250000 ÖLÇEK TABANLI SAM'LARIN DOKUSAL ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahasına yönelik 1:250000 taban ölçeğinden itibaren üretilen, sırasıyla 800, 650, 500, 400, 300, 250, 200, 125 ve 100 metre çözünürlüklü SAM'lara ait yükseklik değerlerinin, yer gerçeğine referans veri olarak kabul ettiğimiz aynı çözünürlükteki 1:25000 ölçek tabanlı SAM'ların yükseklik değerleriyle karşılaştırılması yapılmıştır. Veri dosyası (aynı çözünürlük değeri), koordinat ve piksel bazında bire bir yapılan bu karşılaştırmalarda, 1:250000 ölçek tabanlı SAM yükseklik değerlerinin gerçek yükseklik değerlerinden sapma miktarları belirlenmiştir (Şekil-3).



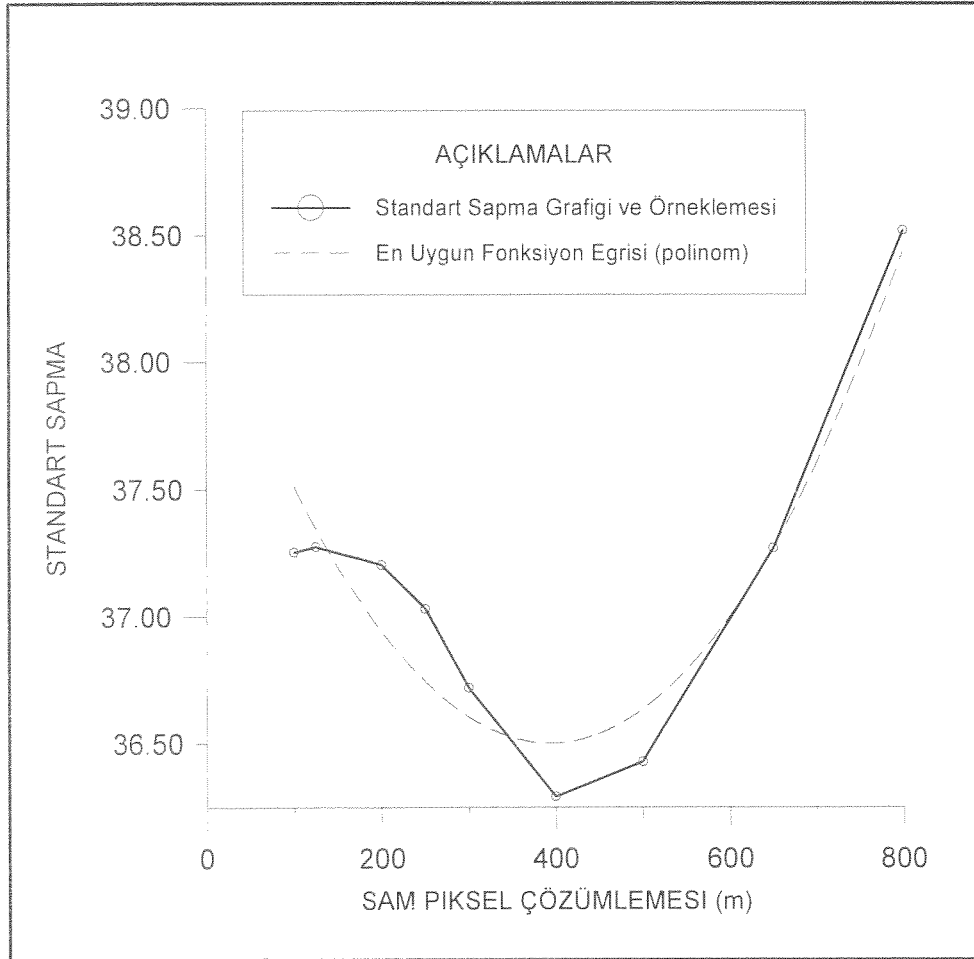
Şekil-3. a) 100 m çözünürlüklü yer gerçeği, b) ölçek tabanı 1:250000 olan eş çözünürlüklü SAM. c) Her iki SAM'ın arasındaki sapma değerleriyle piksel bazında frekans ilişkisini gösteren histogram.

Farklı çözümlenmeye sahip her bir SAM için Şekil-3'te verilen çalışma yapılmış ve istatistiksel sonuçları Çizelge-2'de sunulmuştur. Burada, SAM üzerindeki topografik değerlerin yer gerçeğinden yapacağı sapmaların, hem pozitif hem negatif yönlü olabileceği unutulmamalıdır. Başka bir deyişle, SAM üzerindeki topografik değerler, yer gerçeğiyle karşılaştırıldığında normalden hem daha çukur hem de daha yüksek bir rölyef sergileyebilir. Böyle bir durum, değişim değerlerinin istatistiksel ortalamasını (mean) nötrleştirmeye eğilimli olacağından bizim ele alacağımız kriter değişim değerlerinin standart sapması olacaktır. Basit bir örnek verecek olursak, 4 pikselden oluşturulan bir SAM'da yer gerçeğine göre değişim değerleri -1000 m, -500 m, 500 m ve 1000 m olsun. SAM dokusu için önemli sayılabilecek bu değişim değerlerinin ortalaması 0 (sıfır) çıkarken, standart sapması 912.87 olacaktır.

Çizelge-2. Ölçek tabanı 1:250000 olan SAM'lara ait yüksekliklerin, piksel bazında yer gerçeğine göre değişim miktarlarının istatistiksel değerlendirmeleri.

SAM Çözünürlük Değeri (m)	800	650	500	400	300	250	200	125	100
SAM Piksel Sayısı	256	361	625	1024	1764	2601	4096	10201	16384
İşlem Piksel Sayısı	256	360	620	1024	1760	2599	4093	10201	16384
Minimum Değişim	- 121.3	-99.3	-99.6	- 122.9	- 108.8	-119.4	-115.4	-136	-137.9
Maksimum Değişim	115.4	129.1	127.3	150.5	142.3	146.3	150.5	176.3	163.4
Ortalama Değişim	6.68	8.50	7.19	7.26	7.35	7.23	7.15	7.35	7.02
Değ. Std. Sapması	38.52 0	37.27 0	36.42 9	36.29 2	36.71 8	37.03 0	37.20 4	37.27 5	37.25 4

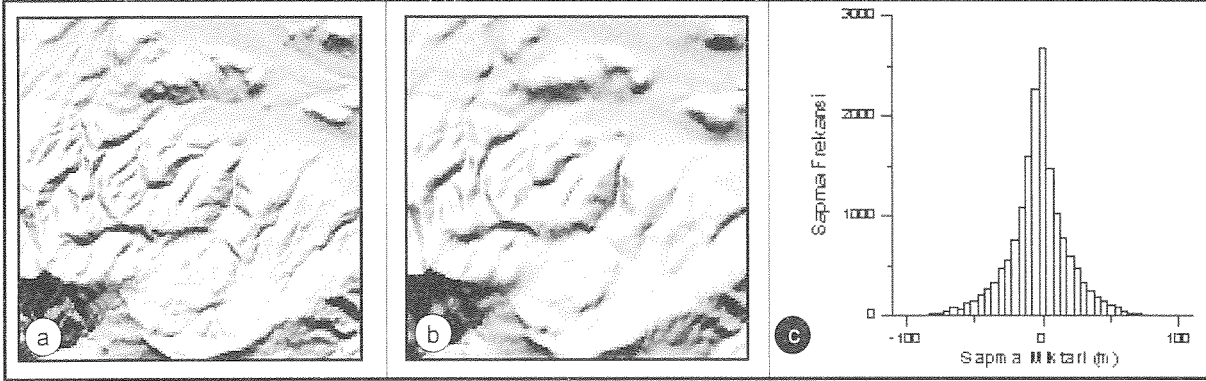
Ölçek tabanı 1:250000 olan değişik çözünürlüklü SAM'ların yer gerçeğine göre değişimlerinin standart sapmaları ele alındığında, bu ölçek tabanına en uygun çözümleme değerlerinin 400 m (300 m - 500 m) dolaylarında olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki ayrıca şekil-4'te grafiğe dökülmüştür.



Şekil-4. Ölçek tabanı 1:250000 olan SAM'lardaki yer gerçeğiyle olan değişim oranlarına ait standart sapma değerlerinin, SAM piksel çözümlemesi değeriyle ilişkisi.

1:100000 ÖLÇEK TABANLI SAM'LARIN DOKUSAL ÖZELLİKLERİ

Taban ölçeği 1:100000 olan ham sayısal verilerden itibaren üretilen, sırasıyla 500, 400, 300, 250, 200, 125, 100 ve 50 metre çözünürlüklü SAM'lara ait yükseklik değerlerinin, eş çözünürlükteki yer gerçeğiyle karşılaştırılması bir üst başlıkta bahsedildiği şekilde yapılmıştır (Şekil-5).



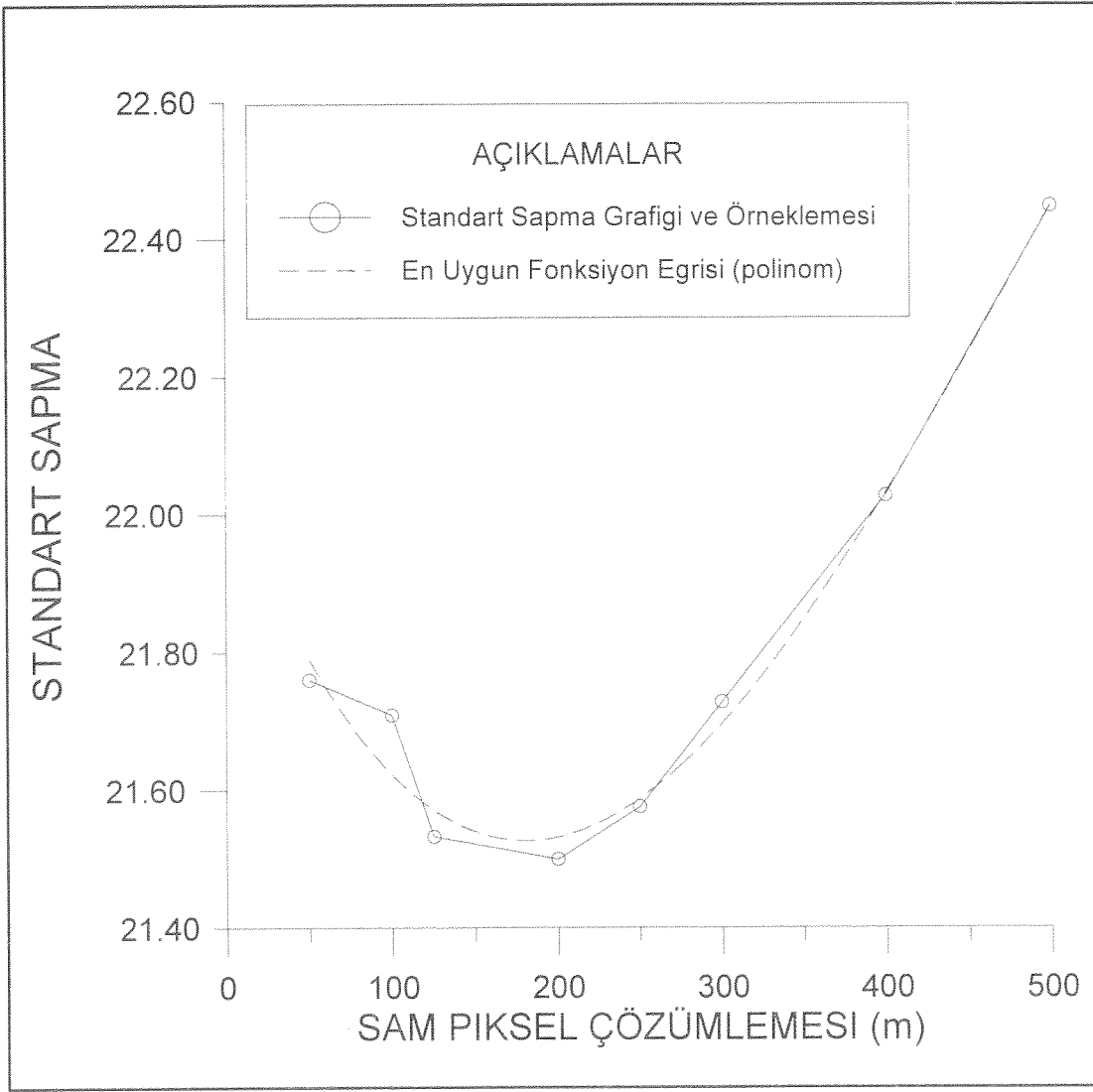
Şekil-5. a) 100 m çözünürlüklü yer gerçeği, b) ölçek tabanı 1:100000 olan eş çözünürlüklü SAM. c) Her iki SAM'ın arasındaki sapma değerleriyle piksel bazında frekans ilişkisini gösteren histogram.

Farklı çözümlenmelere sahip 1:100000 ölçek tabanlı her bir SAM için yapılan istatistiksel çalışmanın sonuçları Çizelge-3'te verilmiştir.

Çizelge-3. Ölçek tabanı 1:100000 olan SAM'lara ait yüksekliklerin, piksel bazında yer gerçeğine göre değişim miktarlarının istatistiksel değerlendirmeleri.

SAM Çözünürlük Değeri (m)	500	400	300	250	200	125	100	50
SAM Piksel Sayısı	625	1024	1764	2601	4096	10201	16384	65536
İşlem Piksel Sayısı	625	1024	1762	2601	4093	10201	16378	65536
Minimum Değişim	-76.1	-85.9	-88.8	-102.3	-85.9	-103.7	-90.6	-105.4
Maksimum Değişim	84.3	83	77.9	96.7	88.2	102.6	88.2	108.7
Ortalama Değişim	-0.23	-0.11	0.13	-0.15	-0.20	-0.04	-0.24	-0.77
Değ. Std. Sapması	22.44 8	22.02 7	21.72 8	21.57 5	21.49 9	21.53 2	21.70 9	21.76 0

Ölçek tabanı 1:100000 olan değişik çözünürlüklü SAM'ların yer gerçeğine göre değişimlerinin standart sapmaları ele alındığında ise, bu ölçek tabanına en uygun çözümlenme değerlerinin 200 m (125 m - 250 m) dolaylarında olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki şekil-6'da grafiğe dökülmüştür.



Şekil-6. Ölçek tabanı 1:100000 olan SAM'lardaki yer gerçeğiyle olan değişim oranlarına ait standart sapma değerlerinin, SAM piksel çözümüyle ilişkisi.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışmamızda, 1:100000 ve 1:250000 ölçekli topografik haritalardan itibaren üretilen değişik çözümüme değerlerine sahip SAM'ların dokusal özelliklerinin belirlenmesine yönelik piksel bazındaki analizler, kendilerine göre yer gerçeğine çok daha yakın değerlere sahip 1:25000 ölçek tabanlı eş çözünürlüklü SAM'larla karşılaştırılarak yapılmıştır.

Bu analizlerde, çizelge-2 ve çizelge-3'teki işlenen piksel sayılarına dikkat edilecek olursa, istatistiksel dağılımların genel yapısının çok dışına taşan bazı piksel değerleri (SAM dosyası bazında en çok 6 piksel) göz önüne alınmamıştır.

Bu çalışma sadece bir bölgenin değişik ölçek tabanlı sayısal arazi modelleri üzerinden gerçekleştirilmiş olup, değişik rölyef karakteristikleri taşıyan bir bölge özellikle seçilmiştir. Yapılacak diğer çalışmaların, eş yükseklik eğrilerinin çok daha seyrek geçtiği yumuşak eğimli, homojen rölyef özellikleri gösteren alanlarda da gerçekleştirilmesi gerekir.

Çalışmalarımız sonucunda, 1:250000 ölçek tabanlı ham sayısal verilerden itibaren yaklaşık 400 m, 1:100000 ölçek tabanlılardan itibaren ise yaklaşık 200 m civarında bir piksel çözümüme değeriyle SAM oluşturmanın daha uygun olacağı belirlenmiştir.

REFERANSLAR

- EREN Tarkan, 1997, "Bir Hidrolojik Sistemin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Tanımı", Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Mühendislik Tezi.
- FROGER Jean-Luc, 1996, "Apport Des Données Géophysiques Multi-Sources Pour L'Identification Des Caldeiras Du Plateau De Nevsehir, Anatolie Centrale, Turquie", These de Doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France.
- FROGER Jean-Luc and KÖSE Onur, 1993, "Etude Gravimétrique du Volcanisme Ignimbrétique de Cappadoce", Intern. Rap. of Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (France), Maden Tetkik ve Arama (Turquie), Université Blaise Pascal (France), Hacettepe Üniversitesi (Turquie).
- GÖKCEOGLU Candan, AKSOY Hüsnü, KASAPOGLU K.Erçin, 1996, "Preparation of Landslide Maps of Mengen Area (NW Turkey) Using GIS on PC", Proc. Of Eleventh Thematic Conference, Géologic Remote Sensing, 27-29 February, Nevada, USA, vol.II, pp 421-430.
- GRAHAM, L.C., 1974, "Synthetic Interferometer Radar for Topographic Mapping, Proceedings IEEE", Vol. 62, p. 763-768.
- KÖSE Onur, YÜRÜR Tekin, GUNDOĞDU M.Niyazi, CHOROWICZ Jean, 1996, "Les Risques d'Instabilité: Etude Géologiques d'une Région à Proximité d'une Faille Active en Turquie du Nord-Ouest", CONTACT Bulletin de Liaison du Groupement pour le Developement de Télédétection Aérospatial GDTA, Toulouse, France, p. 12.
- KÖSE Onur, YÜRÜR Tekin, 1996, "Cartographie des Risques d'Instabilités Géologiques d'une Région à Proximité d'une Faille Active, Turquie du Nord-Ouest", 28th International Geographical Congress, 4-10 August, The Hague, The Netherlands.
- LLIBOUTRY, L., 1992, Sciences Géométriques et Télédétection, Masson, 289 p.
- MASSONNET Didier, 1993, "Displacements Fields Mapped By Radar Interferometry", Proceedings of the CRCM, Kobe, December 6-11, p. 139-145.
- MASSONNET Didier and RABAUTE T., 1993, "Radar Interferometry: Limits And Potential", IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, Vol. 31, No. 2, p 455-464.
- MOUGINIS-MARK Peter J. and GARBEIL Harold, 1993, "Digital Topography Of Volcanoes From Radar Interferometry: An Example From Mt. Vesuvius", Bulletin of Volcanology, Vol. 55, p. 566-570.
- THOUE, F., 1993, "Quantification Par Imagerie Tridimensionnelle De L'Extansion Continentale Et Des Déplacements Associés: Exemples Au Kenya Et Au Yémen". Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier (Grenoble 1), 200 p.
- ZEBKER Howard A. and GOLDSTEIN R.M., 1986, "Topographic Mapping from Interferometric Synthetic Aperature Radar Observations", J. Geophys. Res. 91,4993-4999, 1986.
- ZEBKER, H.A., MADSEN, S.N., WHEELER, K.B., MILLER, T., LOU, Y., ALBAERTI, G., VETRELLA, S. And CUCCI, A., 1992, "The TOPSAR Interferometric Radar Topographic Mapping Instrument", IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, Vol. 30, No. 5, p 933-940.