

# INSAR SYM Referanslığında Farklı Tekniklerle Üretilmiş SYM'lerin Doğruluk Analizleri

**Umut Güneş SEFERCİK**

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Zonguldak  
ugsefercik@hotmail.com

## ÖZET

*Bilindiği gibi günümüzde 1:25000'lik standart topografik memleket haritaları halen güncelliğini korumakta, bir çok uygulama alanında temel altlık olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi bünyesindeki sayısal yükseklik modeli gerektiren çalışmalar 2005 yılı sonlarına kadar bu haritalardan kontur sayısallaştırmayla elde edilmiş sayısal yükseklik modellerini referans alarak gerçekleştirildi. Fakat 2005 yılı içerisinde Zonguldak Belediyesi tarafından özel bir şirkete yaptırılan fotogrametri amaçlı uçuş sonucunda Zonguldak iline ait 1/1000 ölçekli ortofotoların üretimi ile Zonguldak ilinin yeni bir sayısal yükseklik modeli üretildi.*

*Bu çalışmanın amacı, Zonguldak ili için 2005 yılı sonlarına doğru fotogrametrik yöntemle üretilen bu yeni sayısal yükseklik modeli ile 1: 25000 ölçekli standart topografik memleket haritalarından üretilmiş sayısal yükseklik modelinin radar interferometri tekniğini kullanmış SRTM uydusu verilerinden üretilmiş sayısal arazi modelini kullanarak kıyaslamalı doğruluk analizlerini yapmaktır. Kıyaslamada, SRTM X-band'ın bölge için ürettiği sayısal arazi modeli referans olarak alınmış hem açık ve düz hemde ormanlık alanlar için ayrı ayrı analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda Fotogrametrik yöntemle üretilen sayısal yükseklik modelinin 1: 25000 ölçekli standart topografik memleket haritalarından üretilen sayısal yükseklik modeline göre hem açık ve düz hemde ormanlık alanlar için daha yüksek doğrulukta olduğu açık şekilde görülmüştür.*

**Anahtar Sözcükler:** SRTM, Radar İnterferometri Tekniği (INSAR), Sayısal Yükseklik Modeli, Topografik harita, Doğruluk

# ***Accuracy Analyses of DEMs Generated by Various Techniques on Basis of Reference INSAR DEM***

## **ABSTRACT**

*As known, at present, 1:25000 scale standard topographic maps are daily and they are used as references in large variety of application areas. So, the applications had been made by contour vectorizing of these topographic maps and selecting digital elevation models as references derived by this method in Zonguldak Karaelmas University up to the end of 2005. But, in 2005 a new digital elevation model (DEM) of Zonguldak city was generated with producing 1:1000 scale ortophotos of the city by a photogrammetric flight project had been made by a cooperation of a private company and Zonguldak Municipality.*

*The aim of this study, for Zonguldak city, comparison of the new digital elevation model derived from photogrammetric flight project against the old reference digital elevation model generated from 1:25000 scale standard topographic maps and analyse the accuracies using digital surface model derived from SRTM data obtained using radar interferometry technique. At the comparison, digital surface model derived from SRTM X-band has been used as a reference and separate analysis has been made for both open and flat areas and forest areas. At the result of the study, it had been clearly seen that the new reference DEM generated in 2005 by photogrammetric flight project has better accuracy against the old reference DEM generated from 1:25000 scale standard topographic maps for both open and flat and forest areas.*

**Keywords:** *SRTM, Radar Interferometry Technique (INSAR), Digital elevation model, Topographic map, Accuracy*

## **Giriş**

Bilindiği gibi günümüzde 1:25000 ölçekli standart topoğrafik memleket haritaları halen güncelliği korumakta birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle henüz kadastralaması yapılmamış veya bitirilememiş yerlerde veya kadastrusu yalnızca mevzi sistemde yapılmış ve memleket sistemine bağlanmamış olan alanlarda gerçekleştirilmesi gerekli haritacılık işlemlerinde 1:25000'lik memleket haritaları referans teşkil etmektedir.

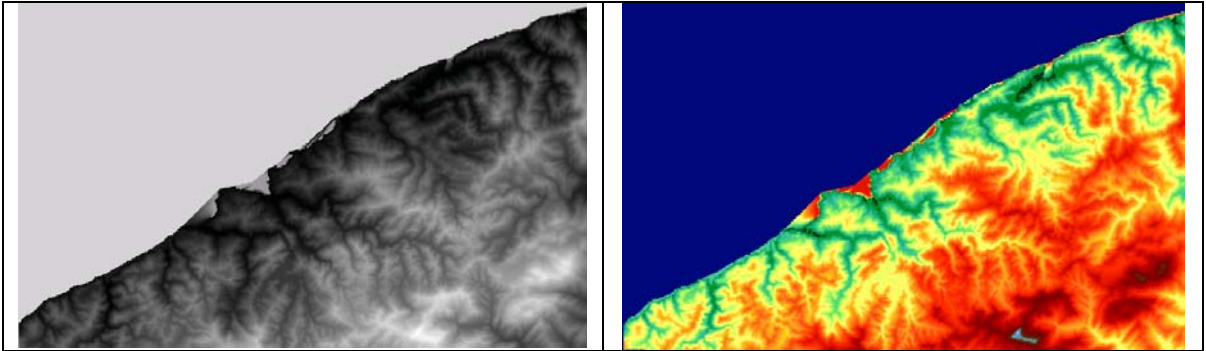
Bilindiği üzere ülkemizde iki boyutlu (x,y) kadastrumuzun bitirilmesi yönündeki çalışmalara 2005 yılı içerisinde hız verilmiş ancak henüz tam olarak sonuçlandırılmamıştır, konumlama işleminin üçüncü boyutu olan yükseklik ise birçok bölgemizde büyük bir eksiklik olarak kendini göstermektedir. Bu noktada da yükseklik bilgisi de içermesi nedeniyle 1:25000 ölçekli memleket haritaları yine referans teşkil etmektedir. Yapılmış olan bu çalışmanın amacı birçok projede yükseklik bilgisinde referans olarak kullanılan 1:25000 ölçekli memleket haritalarından üretilen Zonguldak ili merkezine ait sayısal yükseklik modeli ile aynı bölgeye ait fotogrametrik yöntemle üretilen sayısal yükseklik modelinin doğruluk kıyaslamasını yapmaktır. Bu kıyaslamayı yapabilmek içinde tek-geçişli interferometrik radar ölçme tekniği kullanarak bölgeye ait hassas sayısal arazi modeli üretmiş olan SRTM uydusunun X-band verileri kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda fotogrametrik yöntemle üretilmiş sayısal yükseklik modelinin 1:25000'lik memleket haritasından üretilene nazaran 4-6m daha fazla doğruluğa sahip olduğu görülmüştür.

## TEST ALANI VE KULLANILAN VERİ SETLERİ

Test alanı olarak kullanılan Zonguldak oldukça eğimli ve dağlık bir topoğrafyaya sahiptir (figür 1). İldeki maximum denizden yükseklik 1646m ve ildeki ortalama arazi eğimi %23'tür, test alanı için eğim dağılımı figür 5'te görülebilir. Zonguldak ili merkezine ait 1:25000'lik standart topoğrafik memleket haritasından üretilen sayısal yükseklik modeli (SYM) figür 2'de görülmektedir. Bu SYM memleket haritasının kontur çizgilerinden faydalanarak üretilmiş ve 40m grid aralığına sahiptir. Bu SYM bu çalışma boyunca SYM25000 olarak ifade edilecektir.

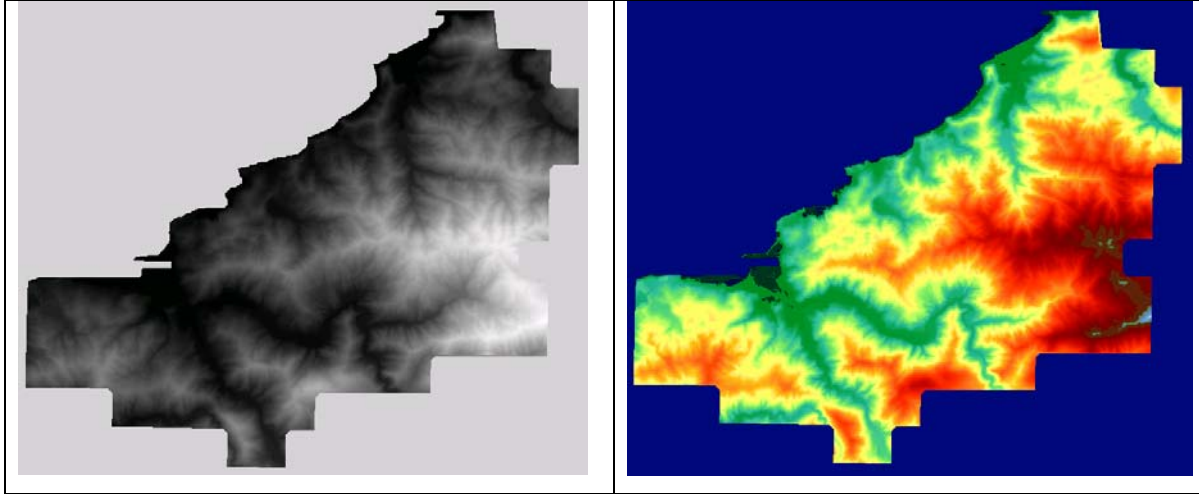


*Figür 1. Zonguldak merkez ve yakın çevre topoğrafyası (Orbview-3 image)*



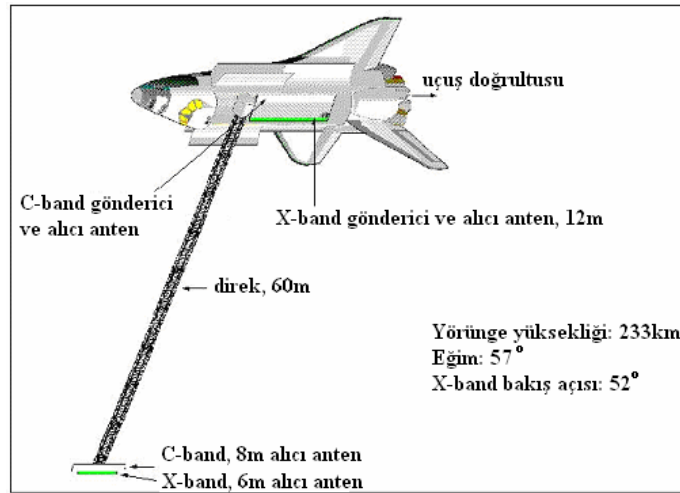
*Figür 2. SYM25000'nin gri değerli ve renk kodlu gösterimi*

Zonguldak Belediyesi'nin 2005 yılı içinde gerçekleştirip sonuca ulaştırdığı bir proje kapsamında il merkezine ait fotogrametrik uçuşlar yapılmış, yükseklik verileri elde edilmiş ve elde edilen bu yükseklik verilerinden Zonguldak iline ait yeni bir sayısal yükseklik modeli üretilmiştir (figür 3). 2005 yılı ağustos ayında üretilen bu SYM'nin grid aralığı 10m'dir ve bu SYM bu çalışma boyunca SYM2005 olarak ifade edilecektir.



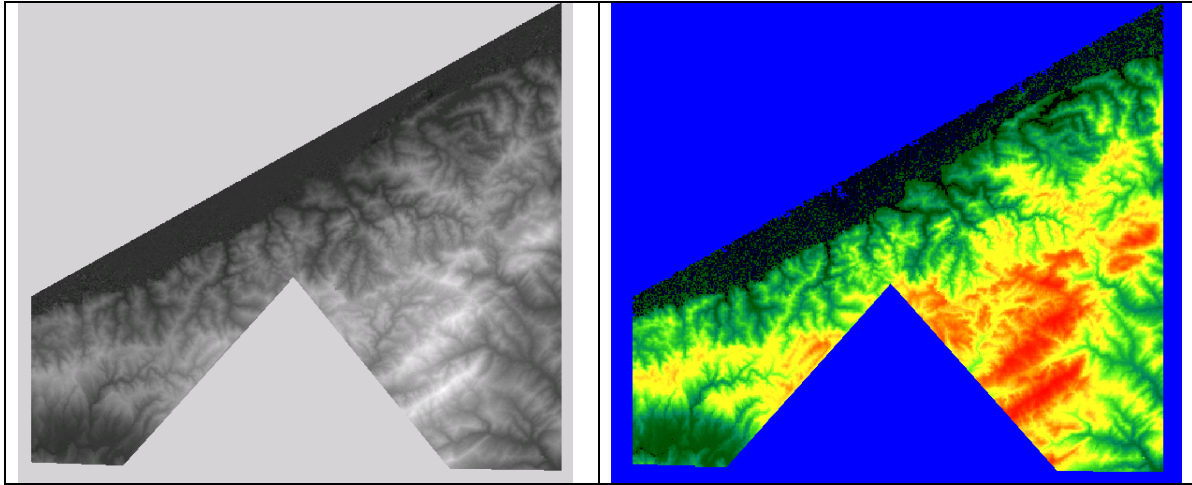
**Figür 3.** SYM2005'in gri değerli ve renk kodlu gösterimi

Çalışmada test alanına ait 1:25000'lik memleket haritasından üretilen SYM ile fotogrametrik yöntemle üretilen SYM'nin kıyaslamasını yapabilmek için bölgeye ait tek-geçişli interferometrik radar tekniğiyle hassas sayısal arazi modeli üretmiş SRTM uydusunun X-band Sayısal arazi modeli kullanılmıştır. SRTM uydusu radar interferometri tekniği ile yer topoğrafyasını modellemek amacıyla 11 Şubat 2000 tarihinde yörüngeye yerleştirilmiş ve 11 gün süren misyonunu 22 Şubat 2000 tarihinde başarıyla tamamlamıştır. Uyduda iki adet anten sistemi bulunmaktadır. Bunlardan ilki uydunun kargo bölümünde yer alan radar sinyalinin gönderici ve dönen sinyali alıcı özelliği olan esas anten, ikincisi ise uydudan dışarı doğru uzatılmış 60m boyundaki direğin uç kısmında yer alan ve yalnızca sinyal alıcı özelliği bulunan antendir (figür 4). Uydunun bu çift anten konfigürasyonu ile aynı bölgeden tek bir geçiş sonucunda stereo alım yaparak bölgeye ait 3 boyutlu veri edebilmektedir. SRTM uydusunun kullandığı bu teknik tek-geçişli radar interferometri tekniği olarak adlandırılmaktadır. SRTM uydusu çift bantta veri toplamıştır, bunlardan ilki Amerikan yapımı C-band ve ikincisi Alman-İtalyan ortak yapımı olan X-banddir (figür 4).



**Figür 4.** SRTM geometrisi

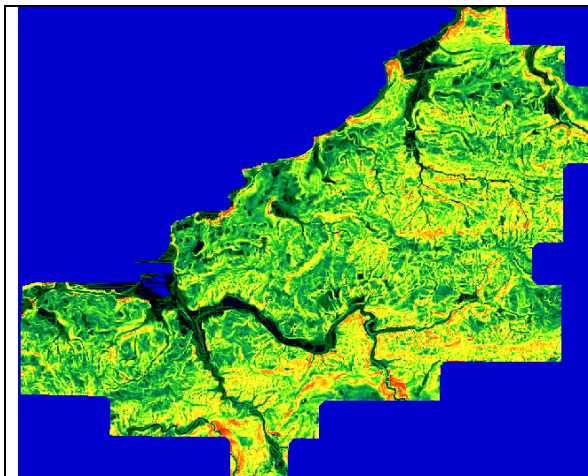
Amerikan C-band 11 gün boyunca ScanSAR modu olarak adlandırılan yaklaşık global görüntüleme yeteneğiyle  $60^{\circ}.25$  kuzey ile  $56^{\circ}$  güney enlemleri arasında geçtiği bölgeleri 225km'lik sarım genişliğinde tarayarak veri toplamıştır ve topladığı verinin grid aralığı 3 arcsec yani yaklaşık 90m'dir. Alman-İtalyan ortak yapımı X-band ise ScanSAR yeteneğine sahip olmayıp baklava dilimi şeklinde veri elde edemediği boşluk alanlar vardır ancak topladığı verinin grid aralığı 1 arcsec yani yaklaşık 30m'dir. X-band 45km'lik sarım genişliğinde tarama yapmıştır. Çalışmada kullanılmış, kıyaslanan iki SYM ile ortak alanları kapsayan SRTM X-band sayısal arazi modeli figür 5'te görülebilmektedir.



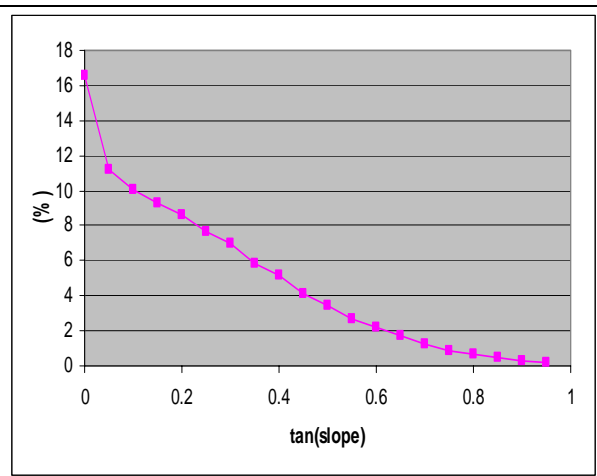
**Figür 5.** SRTM X-band SAM'in gri değerli ve renk kodlu gösterimi

Figür 5'te SRTM X-band sayısal arazi modelindeki üçgen şeklindeki alan uydunun veri toplamadığı bölümdür ve test alanı dışında kaldığından bu çalışmada bir önemi bulunmamaktadır.

Zonguldak ilinin çok eğimli ve dağlık topoğrafyasıda Sayısal yükseklik modellerinin doğrulukları üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Figür 6'te ilin eğim haritası SYM2005 üzerinde renkli olarak gösterilmiştir, figür 7'de ise eğim dağılımı grafiksel olarak ifade edilmiştir.



**Figür 6.** Zonguldak ilinin renkli eğim haritası  
mavi= az eğimli, kırmızı=çok eğimli



**Figür 7.** Zonguldak ili eğim grafiği

## Sonuçlar

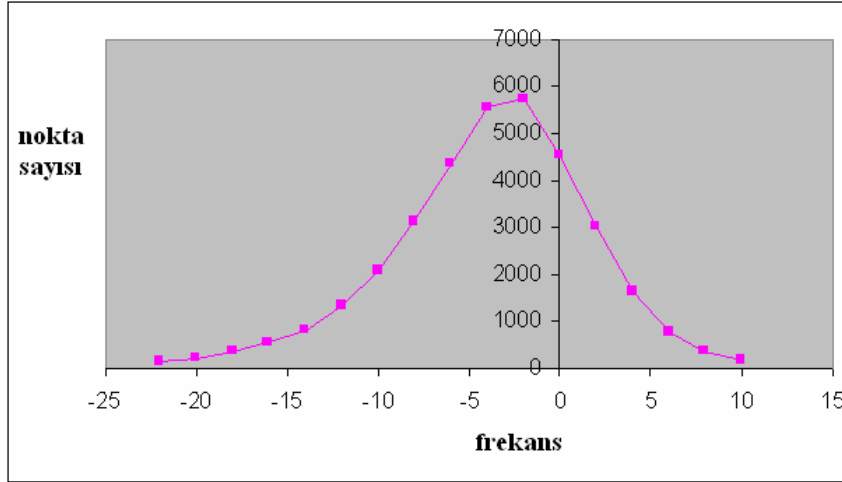
Bu çalışmada Sayısal yükseklik modellerinin kıyaslanması için Almanyanın Hannover Üniversitesinde Dr. Karsten Jacobsen tarafından geliştirilmiş bir analiz programı olan DEMANAL kullanılmıştır. Bu program dahilinde herbir analiz için 2 iterasyon işlemi yapılmış, 1.iterasyonda ilk sonuçlar, ikinci iterasyonda ise sistematik hatalardan kaynaklanan etkiler elemine edilmiş sonuçlar ortaya konmuştur. Her iki SYM için de hem açık hem ormanlık alanlardaki doğruluk analizleri yapılmıştır.

### - SYM2005 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (Açık alanlar için)

Tablo 1’de SYM2005 ile SRTM X-band SAM’ının açık alanlar için yapılan analiz sonuçları görülmekte ve bu analize ilişkin yükseklik farklarının frekans dağılımı da figür 8’de görülmektedir.

**Tablo 1.** SYM2005 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (açık alanlar)

SYM	X-band		Ortak alan
	1.iterasyon	2.iterasyon	
	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	
SYM2005 Açık alanlar	$4.55+10.577*\tan(\text{eğim})$	$4.01+7.937*\tan(\text{eğim})$	74.76%



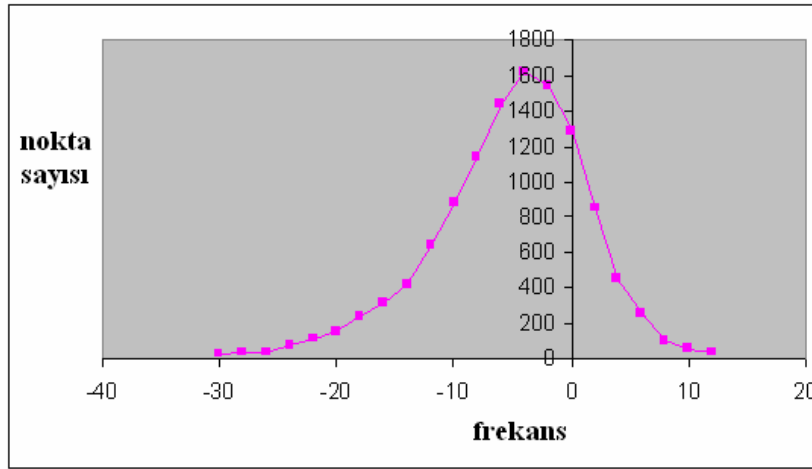
**Figür 8.** Yükseklik frekans dağılımı

### - SYM2005 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (Ormanlık alanlar için)

Tablo 2’de SYM2005 ile SRTM X-band SAM’ının ormanlık alanlar için yapılan analiz sonuçları görülmekte ve bu analize ilişkin yükseklik farklarının frekans dağılımı da figür 9’da görülmektedir.

**Tablo 2. SYM2005 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (ormanlık alanlar)**

SYM	X-band		Ortak alan
	1.iterasyon	2.iterasyon	
	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	
SYM2005 Ormanlık alanlar	$5.73+13.050*\tan(\text{eğim})$	$4.47+10.775*\tan(\text{eğim})$	25.24%



**Figür 9. Yükseklik frekans dağılımı**

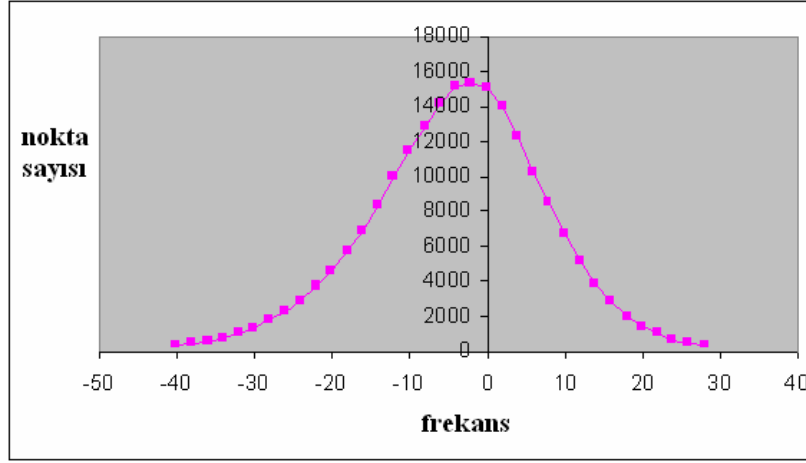
**- SYM25000 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (Açık alanlar için)**

Tablo 3’de SYM25000 ile SRTM X-band SAM’ının açık alanlar için yapılan analiz sonuçları görülmekte ve bu analize ilişkin yükseklik farklarının frekans dağılımı da figür 10’da görülmektedir.

**Tablo 3. SYM25000 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (açık alanlar)**

SYM	X-band		Ortak alan
	1.iterasyon	2.iterasyon	
	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	
DEM25000 open areas	$10.35+8.974*\tan(\text{eğim})$	$9.74+8.014*\tan(\text{eğim})$	55.63%





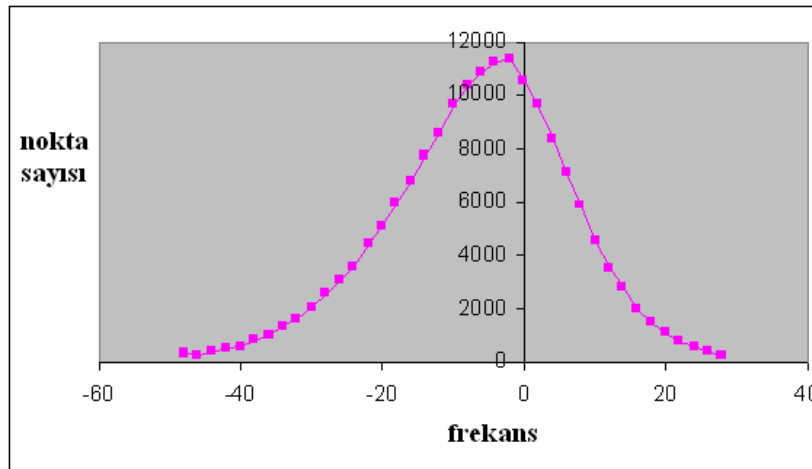
**Figür 10.** Yükseklik frekans dağılımı

**- SYM25000 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (Ormanlık alanlar için)**

Tablo 4’de SYM25000 ile SRTM X-band SAM’ının açık alanlar için yapılan analiz sonuçları görülmekte ve bu analize ilişkin yükseklik farklarının frekans dağılımı da figür 11’de görülmektedir.

**Tablo 4.** SYM25000 ile SRTM X-band SAM kıyaslaması (ormanlık alanlar)

SYM	X-band		Ortak alan
	1.iterasyon	2.iterasyon	
	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	$SZ=A+B*\tan(\text{eğim})$	
DEM25000 forest	$13.30+8.888*\tan(\text{eğim})$	$11.19+8.191*\tan(\text{eğim})$	44.37%



**Figür 11.** Yükseklik frekans dağılımı

Tablo 5’te, yapılan tüm analizlerin sonuçları birleşik şekilde görülmektedir.



**Tablo 5. Genel kıyaslama sonuçları ( $\alpha$ )=eğim**

SYM	X-band	
	1.iterasyon	2.iterasyon
	$SZ=A+B*\tan(\alpha)$	$SZ=A+B*\tan(\alpha)$
SYM2005 Açık alanlar	4.55+10.577* $\tan(\alpha)$ 74.76%	4.01+7.937* $\tan(\alpha)$ 74.76%
SYM2005 Ormanlık alanlar	5.73+13.050* $\tan(\alpha)$ 25.24%	4.47+10.775* $\tan(\alpha)$ 25.24%
SYM25000 Açık alanlar	10.35+8.974* $\tan(\alpha)$ 55.63%	9.74+8.014* $\tan(\alpha)$ 55.63%
SYM25000 Ormanlık alanlar	13.30+8.888* $\tan(\alpha)$ 44.37%	11.19+8.191* $\tan(\alpha)$ 44.37%

## Sonuç Yargı

Yapılan analizlerin sonuçlarına dayanarak Zonguldak ili için 2005 yılı içerisinde fotogrametrik yöntemle üretilen sayısal yükseklik modelinin 1:25000 ölçekli memleket haritası kontur çizgilerinden üretilene göre açık ve eğimin az olduğu alanlarda yaklaşık 5.75m, ormanlık ve arazi eğiminin fazla olduğu alanlarda ise yaklaşık 6.75m daha fazla doğruluğa sahip olduğu söylenebilir. Bu sonuçtan yola çıkarak artık günümüzde 1:25000 ölçekli standart topoğrafik memleket haritalarının gelişen teknoloji karşısında yavaş yavaş güncelliğini kaybetmeye başladığı ve hassasiyet gerektiren projelerde daha teknolojik yöntemler kullanılarak yükseklik verisi elde edilmesi gerektiği söylenebilir. Ancak yüksek hassasiyet gerektirmeyen projelerde 1:25000 ölçekli memleket haritalarından elde edilen yükseklik verileri daha teknolojik yöntemlere kıyasla az doğrulukta olmasına karşın kullanılabilirliğini sürdürmektedir.

## Kaynaklar

**Jacobsen, K.,** (2004). Analysis of Digital Elevation Models based on Space Information: *EARSEL Symposium*, Dubrovnik, 2004

**Sefercik, U.G., Jacobsen, K.,** (2006). Analysis of SRTM Height Models, *Türk-Alman Jeodezi Günleri*, Berlin 2006

**Sefercik, U.G.,** (2006). Accuracy Assessment of Digital Elevation Models Derived From Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), *Master Tezi*, ZKÜ-Hannover Üniversitesi, Hannover 2006