



TUFUAB -MERSİN 2021

<https://tufuab2021.mersin.edu.tr/>



TanDEM-X Yüksek Çözünürlüklü Yükseklik Verisi Değişim Projesi (TReX) Kapsamında Üretilen Sayısal Yüzey Modelinden Sayısal Arazi Modeli Üretimi

Çağrı Kılınç*¹, Ali Coşkun Kiracı¹

¹ Harita Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Radar,
SYM,
SAM,
Filtreleme

ÖZ

TReX, Alman Havacılık ve Uzay Merkezi (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, DLR) ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Konumsal İstihbarat Kurumunun (National Geospatial Intelligence Agency, NGA) öncülük ettiği ve 2007-2010 yıllarında uzaya gönderilen TerraSAR-X ve TanDEM_X adlı radar uydularından elde edilen verilerin uluslararası işbirliği ile işlenmesi ile elde edilen ve radar interferometri yöntemi ile Sayısal Yüzey Modeli (SYM) üretme projesidir. TerraSAR-X ve TanDEM_X uyduları, İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar (Interferometric Synthetic Aperture Radar, InSAR) uydusu olup yörüngeleri birbirini ile keşismeyecek şekilde hareket ederek eşzamanlı interferometri sağlar. Üretilen Sayısal Yüzey Modeli, 12m (0,4 arcsecond) yer örnekleme aralığına, $\pm 5-10$ m yatay konum doğruluğuna ve ± 4 m mutlak yükseklik doğruluğuna sahiptir. Bu çalışmada TReX projesi kapsamında üretimi yapılan Sayısal Yüzey Modelinde bulunan ağaç, bina, elektrik iletim hatları gibi detaylar elimine edilerek Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen Sayısal Arazi Modelinin doğruluğunu araştırmak amacıyla şehir içi yerleşim yeri, kırsal alan ve zeminin neredeyse hiç görülemediği yoğun ormanlık alanlar seçilmiş ve 30 cm çözünürlüklü hava fotoğraflarından oluşturulan stereo modelden elde edilen referans kontrol noktaları kullanılarak üç ayrı test bölgesinde karesel ortalama hatalar (KOH) hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde yerleşim yeri ve kırsal alanda karesel ortalama hataların ormanlık alanlara göre daha az olduğu görülmüştür.

Digital Terrain Model Generation from the Digital Surface Model Produced Within the Scope of TanDEM-X High Resolution Elevation Data Exchange-TREX

Keywords:

Radar,
DSM,
DTM,
Filtering

ABSTRACT

TREX, is a project to produce a Digital Surface Model (DSM) with the radar interferometry method, which is obtained by processing the data obtained from the radar satellites. TerraSAR-X and TanDEM_X, which were sent into space between 2007-2010 to be completed by the German Aerospace Centre (DLR) and the US National Geospatial Intelligence Agency (NGA), with international cooperation. The two satellites are Interferometric Synthetic Aperture Radar. The Digital Surface Model has a spatial resolution of 12 meters (0,4 arc second), a horizontal position accuracy of $\pm 5-10$ meters and an absolute height accuracy of ± 4 meter. In this study the Digital Terrain Model was produced by editing the details such as tree, building, electrical transmission lines in the digital surface model produced within the scope of the TReX project. The accuracy of the produced digital terrain model was searched by calculating the Mean Square Errors in three separate test areas selected as residential area, countryside and forest area using the reference control points obtained from the stereo model created from 30 cm resolution aerial photographs. When the results were analysed, it was seen that the Square Mean Errors in the residential area and countryside are less than the forest areas. countryside and forest area using the reference control points obtained from the stereo model created from 30 cm resolution aerial photographs. When the results were analyzed, it was seen that the Square Mean Errors in the residential area and countryside are less than the forest areas.

* Sorumlu Yazar

(cagri.kilinc@hgm.tsk) ORCID ID 000-0001-8980-0239
(alicoskun.kiraci@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-7714-9060

Kaynak Göster;

Kılınç Ç & Kiracı A Ç (2022). TanDEM-X Yüksek Çözünürlüklü Yükseklik Verisi Değişim Projesi (TReX) Kapsamında Üretilen Sayısal Yüzey Modelinden Sayısal Arazi Modeli Üretimi. 11. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliđi (TUFUAB) Teknik Sempozyumu, 45-47, 12-14 Mayıs 2022, Mersin, Türkiye.

1. GİRİŞ

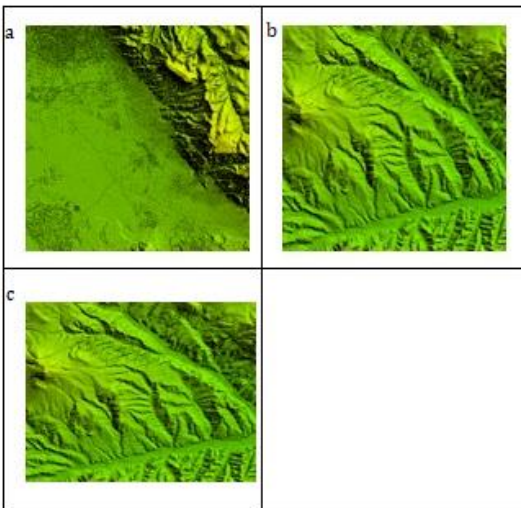
Sayısal Arazi Modeli (SAM), yersel ve uzaysal yeryüzü ölçmeleri ile elde edilen yükseklik ve konum bilgilerinden elde edilen, yalın topografyayı ifade eden üç boyutlu bir matematiksel modeldir. SAM, günümüzde ortofoto üretimi, coğrafi ve istatistiksel analizler, çeşitli mühendislik uygulamaları ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kurulumu ve işletilmesi gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. SAM günümüzde bazı yazılımlar kullanılarak otomatik olarak üretilse bile modelin kalitesini iyileştirmek için genelde manuel edit işlemine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bunun için SYM de bulunan insan yapımı objeler ile bitki örtüsü ve ağaçların elimine edilmesi gerekmektedir. Bu amaç için çeşitli yazılımlar yardımı ile filtreleme algoritmaları kullanılmaktadır. TerraSAR-X, 2007 yılında; TanDEM-X ise 2010 yılında uzaya gönderilen interferometrik yapay açıklıklı radar (InSAR) uydularıdır. Yapay açıklıklı radarlar aktif algıyıcı sistemler olup gece-gündüz ayırımı yapmadan ve her türlü hava koşullarında yeryüzünü görüntüleyebilir. TREX projesi kapsamında Sayısal Yüzey Modeli üretiminde ise uçuş yönüne dik olarak uygun baz mesafesine sahip TerraSAR-X ve TanDEM-X adlı yapay açıklıklı radar uydu görüntüleri kullanılır. Yönelmesi yapılmış SAR görüntülerinin arasındaki faz farkından yükseklik bilgisi elde edilir (Soergel vd.,2013).

2. YÖNTEM

Bu çalışmada TREX projesi kapsamında üretilmiş Sayısal Yüzey Modelinde (SYM) yer alan bina, ağaç, iletim hatları gibi topografyaya ait olmayan objeler PCI Geomatica programı yardımıyla elimine edilerek SAM üretilmeye çalışılmıştır. Bunun için programda DEM editing modülü kullanılarak yazılımın kod kütüphanesinde hazır bulunan filtreleme algoritmaları kullanılmıştır.

2.1. Uygulama Bölgesi

Uygulama alanları seçilirken farklı özelliklere sahip üç farklı alan seçilmiştir.



Şekil 1. a) Yerleşim yerine ait SYM b) Yerleşim yeri olmayan hafif eğimli alana ait SYM c) Ormanlık ve engebeli alana ait SYM

Seçilen alanlar; İç Anadolu bölgesinde bulunan şehir içi yerleşim yeri ve genel olarak düz bir bölge ile tek ağaç, elektrik ve telefon iletim hatlarının bulunduğu genel olarak da hafif eğimli kırsal alan ile Karadeniz bölgesinde zeminin neredeyse hiç görülemediği ve engebeli yoğun ormanlık alanlardır. Bu alanlardan her birinin büyüklüğü yaklaşık 146 km² ' dir. Seçilen alanlara ait SYM'ler Şekil 1'de gösterilmiştir.

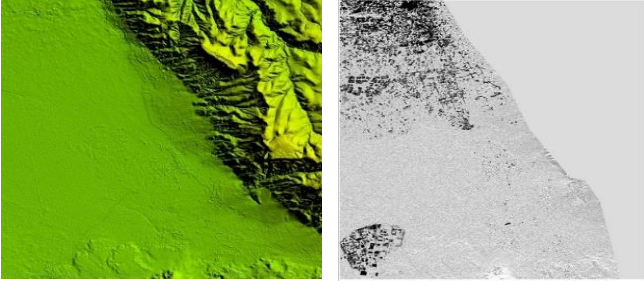
2.2. Sayısal Arazi Modeli Üretimi

SYM üzerinde bulunan ağaç, bina ve bitki örtüsü gibi objeleri yok etmek için filtreleme yöntemleri kullanılır. Dolayısıyla filtreleme işlemi yer yüzeyi ve diğer nesnelerin birbirinden ayırt edilmesini ifade eder. Günümüzde birçok araştırmacı farklı zemin filtreleme algoritmaları üretip geliştirmeye devam etmektedir. Çoğu filtrelemede algoritmalarında kullanılan en önemli özelliklerin başında eğim gelir. Çünkü zemini oluşturan noktalar ile zemin üstü objeler arasındaki eğim farklıdır. Bu özellikten yararlanılarak oluşturulan filtreleme algoritmaları kullanılarak zemin ve zemin üstü noktalar birbirlerinden ayırt edilebilir.

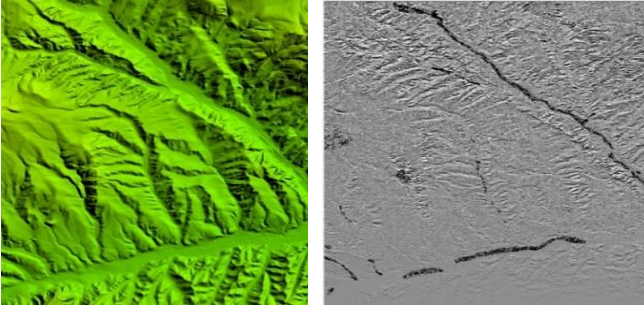
Çalışma kapsamında SYM'den SAM üretimi için PCI Geomatica programında bulunan hazır filtreleme algoritmaları kullanılarak operatör yardımı ile SYM editlenmiştir. Programda kullanılan filtrelemeler, arazi filtresi (terrain filter), tümsek silme (remove bumps), çukur doldurma (remove pits) ve medyan filtresidir. Arazi filtresi; SYM üzerinde bulunan bina, ağaçlık alanlar ile iletim hatlarının filtrelenmesi için kullanılır. Tümsek silme (remove bumps) filtresi SYM üzerinde herhangi bir nedenle oluşan araziye ait olmayan tümsek alanları ve arazi filtresinin yok edemediği tümsekleri silmek için kullanılır. Çukur doldurma (remove pits) SYM üzerindeki araziye ait olmayan çukurları doldurmak için kullanılır. Medyan filtresi ise yumuşatma için kullanılır. Arazi filtresi, tümsek silme ve çukur doldurma filtreleri için girdi olarak filtrelenecek alanın piksel cinsinden büyüklüğü ile maksimum eğim açıları kullanılmıştır. Bu değerlerin kaç olacağına, operatör tarafından filtrelenen alanın büyüklüğüne ve o alandaki arazinin eğimine göre karar verilmektedir. Uygulamada şehir içi yerleşim yerinde bulunan yoğun bina alanları ile ormanlık alanlarda arazi filtresi kullanılmıştır. Daha sonra bu alanlarda arazi filtresi ile yok edilemeyen veya araziye ait olmayan tümsek noktalar için tümsek silme filtresi kullanılmış ardından özellikle bina alanlarında filtreleme sonucu meydana gelen çukurları doldurmak için ise çukur doldurma filtresi kullanılmıştır. En son ise medyan filtresi kullanılmıştır. Tek ağaçlar, seyrek bina ile iletim hatları için de sadece tümsek silme (remove bumps) filtresi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

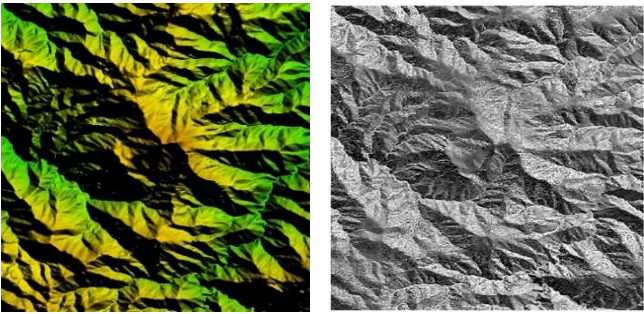
Çalışma bölgesi için seçilen yerleşim yeri, gayrimeskun alan ve ormanlık alanlara ait SYM'lerin PCI Geomatica programında DEM editing modülünde bulunan filtreleme algoritmaları ile editlenmesi sonucu oluşan SAM'lar ile bunların editlenen SYM'ler arasındaki fark görüntüleri oluşturulmuş ve bunlar Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Yerleşim yerine ait SAM (solda) ve SYM ile fark görüntüsü (sağda)



Şekil 3. Yerleşim yerine ait olmayan SAM (solda) ve SYM ile fark görüntüsü (sağda)



Şekil 4. Ormanlık alana ait SAM (solda) ve SYM ile fark görüntüsü (sağda)

Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4 incelendiğinde; uygulamada kullanılan arazi filtresi, tümsek silme ve çukur doldurma filtrelerinin yerleşim yerinde ve kırsal alanda bulunan binaları, ağaçları ve elektrik iletim hatları gibi objeleri elimine etmede başarılı olduğu görülmüştür. Ancak yüzeyin neredeyse hiç görülemediği sürekli ormanlık alanlarda kullanılan arazi filtresi ve tümsek silme filtrelerinin çok başarılı olmadığı görülmüştür.

Üretilen Sayısal Arazi Modellerinin doğruluğunu araştırmak için referans olarak Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından sayısal hava kamerası ile çekilmiş 30 cm çözünürlüklü bindirmeli hava fotoğraflarından oluşturulan stereo modelden okunan noktalar referans olarak kullanılmış ve uygulama için kullanılan SYM'ler ve bunlardan üretilen SAM'ların Karesel Ortalama Hataları (KOH) hesaplanmıştır. Hesaplanan Karesel Ortalama Hata sonuçları aşağıdaki Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Üç farklı alanda üretilen SYM ve SAM'ların Karesel Ortalama Hataları (KOH)

Alanlar	SYM KOH _z (m)	SAM KOH _z (m)	Referans Nokta Sayısı (Adet)
Yerleşim Yeri Bölgesi	1,84	1,03	200
Gayrı Meskun Alan	1,05	1	200
Ormanlık Alan	7,91	6,21	180

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada TReX projesi kapsamında üretilen Sayısal Yüzey Modelleri (SYM) editlenerek Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretimi gerçekleştirilmiştir. Uygulama için şehir merkezi, kırsal alan ve yoğun ormanlık alan olmak üzere üç alan seçilerek çalışmalar yapılmış ve sonuçlar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, yapılan filtreleme işleminin yoğun bina ve seyrek ağaçlık alanlar ile iletim hattı ve zemine ait olmayan diğer objeler üzerinde başarılı olduğu ve bu yöntemle üretilen sayısal arazi modelinin çeşitli uygulamalarda kullanılabileceği görülmüştür. Ancak zeminin hiç görülemediği yoğun ormanlık alanlarda üretilen sayısal arazi modelinin düşük doğruluk gösterdiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla ormanlık alanları editlemek için kullanılan filtreleme algoritmalarının tek başına yeterli olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak zeminin görülemediği yoğun ormanlık alanların olduğu bölgelerde üretilen Sayısal Arazi Modellerinin doğruluğunun iyileştirilmesi için ilave çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- AIRBUS (2018). WorldDEM Technical Product. <http://www.api.oneatlas.airbus.com/2018-07-WorldDEM-Technical-Product-Specification-Version2.4-I1.0.pdf=29>. [Erişim Tarihi:22.3.2021].
- Soergel U, Jacobsen K & Schack L (2013). The TanDEM-X Mission; Data Collection and Deliverables, Photogrammetric Week 13 proceedings, Stuttgart, 193-203.



© Author(s) 2022.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>