

## **UYDU VERİLERİ KULLANILARAK MEŞCERE BOYU BELİRLENMESİNE YÖNELİK YENİ BİR YAKLAŞIM**

U. G. Sefercik<sup>a</sup>, A. Ateşođlu<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Mühendisliđi Bölümü, 67100, Merkez, Zonguldak ugsefercik@hotmail.com  
<sup>b</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Mühendisliđi Bölümü, Bartın, aatesoglu@yahoo.com

**ANAHTAR KELİMELEER:** Uydü görüntüsü, Meşcere orta boyu, ASTER GDEM, dijital yüzey/yükseklik modeli, nDSM

### **ÖZET:**

Bilindiği gibi uydü kaynaklı uzaktan algılama teknolojileri sürekli olarak ilerleme kaydetmekte, her geçen yıl daha gelişmiş görüntüleme düzeneklerine sahip uydular yörüngelerine oturtulmaktadır. Uydü kaynaklı uzaktan algılama sistemlerinin en büyük avantajı, hava platformlarına kıyasla çok daha yüksek irtifadan global ölçekte, süratli ve periyodik veri sağlayabilmeleridir. Bu veriler kullanılarak üç boyutlu (3B) global yüzey modelleri üretilmektedir. Bu modellerin son örneği ASTER görüntü çiftlerinden stereoskopi tekniği ile elde edilen dijital yüzey modellerinin mozaiklenmesi sonucunda yaratılan global yüzey modelidir (GDEM). ASTER GDEM'in üretimi 2009 yılı ilk çeyreğinde 30m grid aralıklı olarak tamamlanmış ve kullanıcılara sunulmuş, 2011 yılında ise güncellenerek ikinci versiyonu hizmete girmiştir. Uzaktan algılama teknolojilerinin tümünden elde edilen ilk 3B yeryüzü modelleri, çıplak topografyanın yanı sıra bina, bitki örtüsü, orman vb. gibi tüm yerüstü objeleri içeren dijital yüzey modelleridir. Bu çalışmanın ana hedefi, uydü verilerinden üretilen dijital yüzey modellerinden yalnızca çıplak yeryüzü topografyasını yansıtan dijital yükseklik modellerinin çıkartılması ile fark yükseklik modellerinin üretilmesi ve meşcere boyu belirlenmesindeki performansını ortaya koymaktır. Bu amaçla, Bartın ilinde yaklaşık 2000 ha ormanlık alanda, 41 deneme alanında (20m×20m) ağaç boyları ölçülmüş ve meşcere orta boyları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, fark yükseklik modeli üretilmiş ve test noktalarında elde edilen ortalama meşcere boyu ile fark yükseklik modeli kıyaslanarak ASTER GDEM'den elde edilen meşcere boyu standart sapması ±14.23 m olarak hesaplanmıştır. ASTER GDEM'in meşcere orta boylarının hesaplanmasında, birkaç deneme alanında arazi ile çok uyumlu sonuçlar vermesine rağmen, çalışmanın geneli değerlendirildiğinde yeterli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

---

\* Corresponding author. This is useful to know for communication with the appropriate person in cases with more than one author.

## 1. GİRİŞ

Uydu kaynaklı uzaktan algılama teknolojileri özellikle yirminci yüzyılın son çeyreğinde oldukça hızlı bir ivmeyle gelişim göstermiş ve bu teknolojiye elde edilen veriler, birçok meslek disiplini tarafından farklı nitelikteki çalışmalarda yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları, topoğrafyanın üç boyutlu (3B) haritalarının yaratılması (Fraser, 2003), coğrafi bilgi sistemi (CBS) kurulumu (Jenson and Domingue, 1988, Liu et al., 1999, Font et al., 2010), ortofoto üretimi, felaket izlenmesi ve yönetilmesi (Vassilopoulou et al., 2002, Ranganath et al., 2007), tarım (Thompson et al., 2001, Schmidt and Persson, 2003) ve ormancılık uygulamaları (Guindon et al., 1981, Stereńczak and Kozak, 2011) olarak sıralanabilir.

Ormancılık alanında uzaktan algılama verileri özellikle meşcerelerin tipleri, yayılım alanları ve boylarının belirlenmesine yönelik olarak kullanılmaktadır. Meşcerelerin tipleri ve yayılım alanlarının tespitinde tekil (mono) uydu görüntüleri yoğun şekilde tercih edilmektedir. Konu meşcere boylarının belirlenmesi olduğunda ise genel olarak uydu kaynaklı uzaktan algılama yerine hava fotoğrafları (Avery and Burkhart, 2002; Hall, 2003) ya da hava kaynaklı lazer tarama (Naesset, 1997; Coops et al., 2007) kullanılmaktadır. Ancak, bu iki yöntem de oldukça maliyetli ve uzun işlem zamanları gerektiren yöntemlerdir.

Bu çalışmada, meşcere boylarının hava kaynaklı metotlar yerine uydu kaynaklı uzaktan algılama ile belirlenebilmesine yönelik olarak geliştirilen yeni bir yaklaşım anlatılacaktır.

Belirlenen hedefler doğrultusunda çalışma 5 ana bölüme ayrılmıştır. Bölüm 2'de test alanı ile ilgili genel bilgiler ve uygulama için kullanılan ASTER Global yüzey modeli (GDEM) ve referans veri setleri verilmiştir. Bölüm 3'te meşcere boyu belirlemede kullanılan metodoloji ve işlem adımları anlatılmıştır. Bölüm 4'te elde edilen sonuçlar sergilenmiş ve irdelenmiştir. 5. bölümde ise, sonuç hükümler ortaya konmuş, çalışmanın daha ileri noktalara taşınması için gelecekte planlanan iş ve işlemler sunulmuştur.

## 2. TEST ALANI VE KULLANILAN VERİ SETLERİ

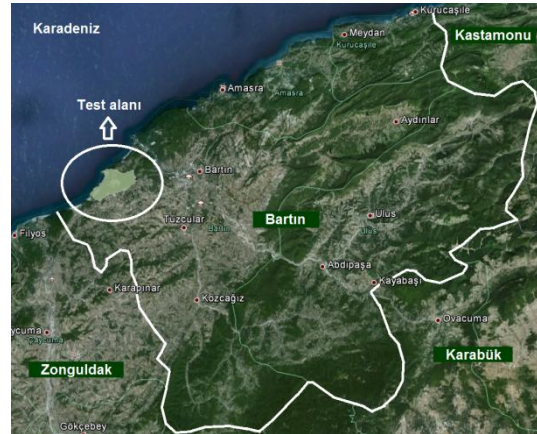
Çalışma alanı olarak Bartın ili sınırları içerisinde kalan ve orman varlığı bakımından içerisinde doğal Kayın (*Fagus orientalis* L.) meşceresinin ağırlıklı yer aldığı Mugada ve yakın çevresindeki havza seçilmiştir (Şekil 1).

Bartın, Türkiye'nin kuzeybatısında ve Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan yaklaşık yüzbin nüfuslu bir kıyı ilidir. Şehrin, bol yağışlı iklimi sebebiyle arazi örtüsünün oldukça yüksek bir oranı ormanlık alandır. Şekil 1 Türkiye haritası üzerinde Bartın ilini göstermektedir.

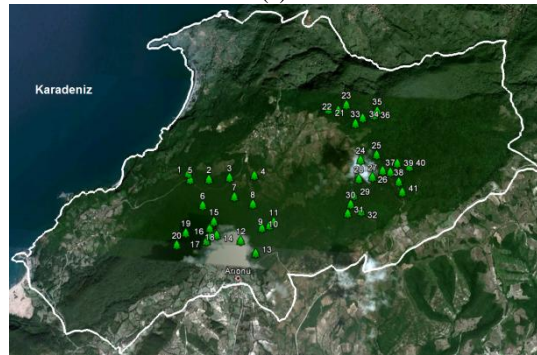


Şekil 1. Türkiye üzerinde Bartın ilinin konumu

Test alanı Bartın ilinin Kuzeybatı bölümünde Zonguldak il sınırına yakın kıyı kesiminde yer almaktadır. Bölgede, dağlar denize paralel şekilde uzanmakta, oldukça eğimli olan topoğrafik yapıda yükseklik, deniz seviyesinden 400m'ye kadar ulaşmaktadır. Test alanında çalışmanın gereksinimleri doğrultusunda 41 adet deneme alanı belirlenmiştir. Şekil 2, Bartın ili üzerinde test alanının konumunu (a) ve 41 deneme alanının dağılımını göstermektedir.



(a)



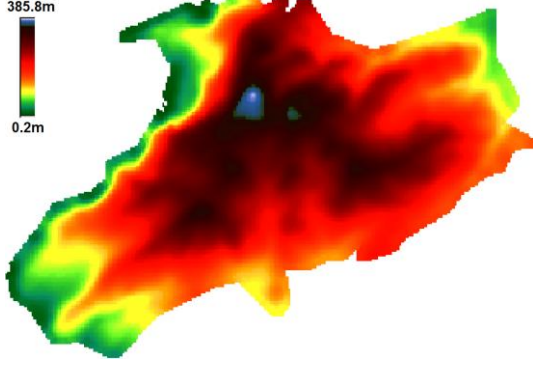
(b)

Şekil 2. Test alanının konumu(a) ve deneme alanları dağılımı(b)

## ASTER GDEM

Çalışmada, meşcere boyu tespitinde, along-track stereo alım yapabilme özelliğine sahip uzay kaynaklı optik görüntüleme uydusu ASTER'in (Advanced Space-borne Thermal Emission and Reflection Radiometer) verilerinden üretilmiş ASTER GDEM kullanılmıştır. ASTER GDEM, dünyayı  $\pm 83^\circ$  kuzey ve güney enlemlerinde kapsayacak şekilde ve 30m grid aralıklı

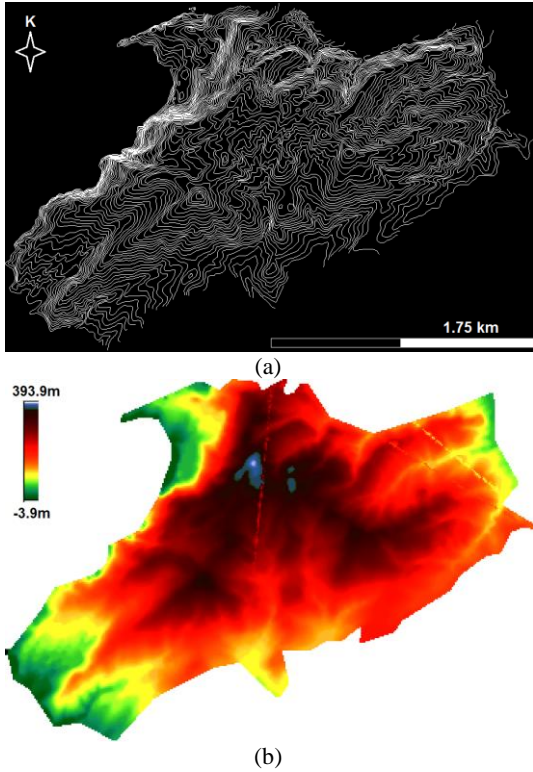
olarak üretilerek 2009 ve 2011 yıllarında iki versiyon olarak kullanıcılara sunulmuştur. Çalışmanın gereksinimleri doğrultusunda ASTER GDEM test alanı sınırlarından kesilmiş ve bilineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak 20m grid aralığına yeniden örneklenmiştir. Şekil 3, 20m'ye yeniden örneklenmiş ASTER GDEM'in renk skalalı (3B) halini göstermektedir. Skaladanda anlaşılacağı gibi beyaz ve mavi bölüm topoğrafyanın yaklaşık 400m'ye ulaştığı en yüksek kısmını, koyu yeşil bölüm ise deniz seviyesinde yaklaşık sıfır kotlu kısımları belirtmektedir.



Şekil 3. Test alanını kapsayan ASTER GDEM

#### REFERANS YÜKSEKLİK MODELİ

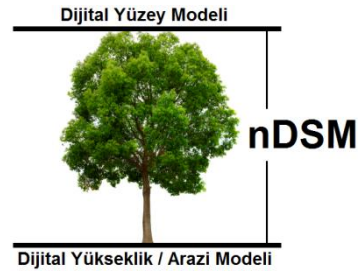
Çalışmada, çıplak topoğrafya kotunun belirlenmesinde 1/25000 ölçekli memleket haritalarından kontur vektörleştirme ile üretilen dijital yükseklik modeli (DYM) kullanılmıştır. Model çalışmanın gereksinimleri doğrultusunda, test alanını tamamen kapsayacak şekilde ve 20m grid aralıklı olarak üretilmiştir. Şekil 4 DYM üretiminde kullanılan konturları (a) ve üretilen 20m grid aralıklı DYM'yi (b) göstermektedir.



Şekil 4. Konturlar (a) ve Referans DYM (b)

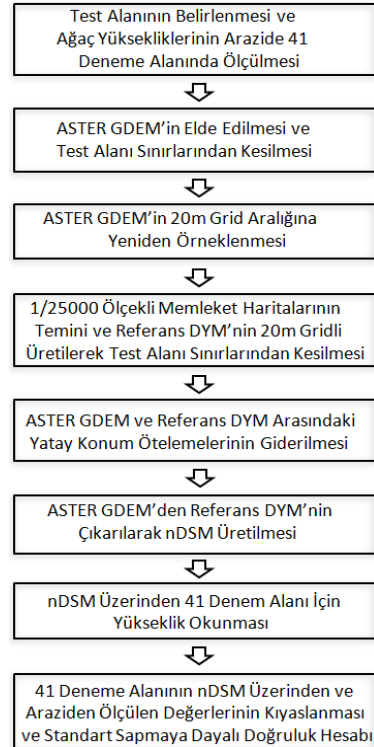
#### 3. METODOLOJİ

Çalışmanın giriş kısmında da belirtildiği gibi ormancılık alanında meşcere boyları dünya genelinde hava fotoğrafları ve hava kaynaklı lazer tarama verileri kullanılarak tespit edilmektedir. Ancak bilindiği üzere hava fotoğraflarıyla geniş alanlar üzerinde uygulama yapmak kıymetlendirme işlemi gerektirdiğinden oldukça meşakatli ve zaman alıcı bir işittir. Diğer yandan ülkemizde hava kaynaklı lazer tarama halen çok sınırlı şekilde kullanılmakta ve uygulamalar yalnızca büyük metropollerde gerçekleştirilmektedir. Bu etkenler göz önünde tutularak orman meşcere boyu tespitinde uzay kaynaklı yeni yaklaşımlar üretme ihtiyacı doğmuştur. Bu çalışmada sunulacak yaklaşım, yeryüzündeki 3B tüm nesnelere içeren dijital yüzey modellerinden yalnızca çıplak topoğrafyayı betimleyen dijital yükseklik veya arazi modellerinin çıkartılmasıyla "nDSM" üretimi ile meşcere boyu tespiti üzerine geliştirilmiştir. Şekil 4, nDSM'i tasvir etmektedir.



Şekil 4. nDSM

Obje yüksekliklerini ifade eden nDSM üretimi ve ASTER GDEM'in meşcere boyu belirlemedeki performansının belirlenebilmesi için geliştirilen 8 adımlı metodoloji Şekil 5'teki akış diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 5. İş akış diyagramı

#### 4. SONUÇLAR VE İRDELEMELER

Uydu verilerinden meşcere boyu tespiti amacıyla oluşturulan iş akışı doğrultusunda 2000ha'lık test alanının çeşitli yerlerinde herbiri 20m×20m (400m<sup>2</sup>) büyüklüğünde 41 adet deneme alanı içerisindeki ağaç yükseklikleri araziden ölçülmüştür. Tablo 1 her bir deneme alanı için ölçülen ağaç sayısını ve ortalama ağaç yüksekliklerini göstermektedir.

Alan no	Ağaç sayısı (Adet/ha)	Boy (m)	Alan No	Ağaç sayısı (Adet/ha)	Boy (m)
1	675	17	22	950	17,5
2	900	10	23	1375	12
3	1275	13	24	750	12
4	550	17,2	25	875	15
5	1225	13,5	26	1500	15
6	1100	17	27	650	20,5
7	1175	10,5	28	1225	13
8	375	8,5	29	1175	14
9	875	8	30	775	12
10	800	7	31	550	15
11	500	7,5	32	950	12
12	375	9	33	775	8
13	425	14	34	550	7
14	400	11	35	500	7
15	1525	9	36	625	7
16	700	8	37	1500	16
17	675	8	38	1200	15
18	450	10,5	39	1700	17
19	400	12	40	1525	15
20	1000	11	41	675	16
21	1200	13			

Tablo 1. 41 deneme alanındaki ağaç bilgileri

Arazi ölçümlerinin ardından, test alanının tümünü kapsayan ASTER GDEM 30m grid aralıklı olarak elde edilmiştir. GDEM, test alanı sınırlarından kesilerek her bir pikselinin 41 deneme alanıyla eşit büyüklükte olması amacıyla 20m grid aralığına yeniden örneklenmiştir (Şekil 3). Bu işlem sırasında arazinin topoğrafik koşullarında göz önünde bulundurularak bilineer enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır.

Referans DYM daha önce de bahsedildiği gibi 1/25000 ölçekli memleket haritalarından kontur vektörleştirme ile üretilmiştir. Konturlar, 10m kot aralıklı olarak CAD ortamında ardışık kotlandırma ile vektörleştirilmiş ve sonuç DYM, vector-raster dönüşümü ile 20m grid aralıklı olarak üretilmiştir (Şekil 4a, 4b).

Elde edilen 20m grid aralıklı ASTER GDEM ve referans DYM nDSM üretimi öncesinde tam olarak örtüşmeleri amacıyla üzerlerinde yatay öteleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Otomatik eşleştirme yöntemiyle gerçekleştirilen bu işlemde referans DYM sabit tutulmuş ve ASTER GDEM planimetrik olarak ötelenerek tam çakışma sağlanmıştır. Tablo 2, ASTER GDEM ve referans DYM arasındaki planimetrik öteleme değerlerini göstermektedir.

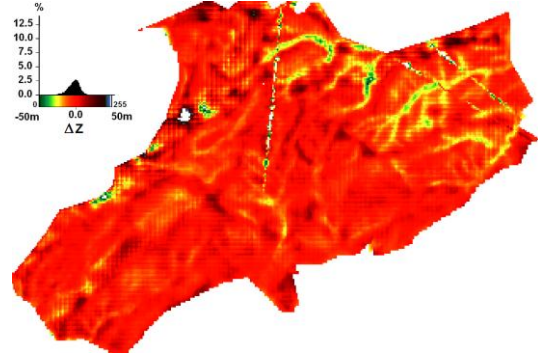
Referans Model	Ötlenen Model	X Yönünde Öteleme (m)	Y Yönünde Öteleme (m)
Referans DYM	ASTER GDEM	142.38	-18.85

Tablo 2. Planimetrik öteleme değerleri

Tablo 2'de açık şekilde görülebileceği gibi ASTER GDEM ile referans DYM arasındaki planimetrik ötelemenin büyük kısmı GDEM'in WGS84, referans DYM'nin ise ED50 datumunda

üretilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun dışında kalan öteleme miktarları ise ASTER GDEM'in stereoskopi tekniği ile üretimi sırasında kullanılan yer kontrol noktalarının (YKN) konumsal hatalarından kaynaklanmaktadır.

Referans model ve GDEM'in planimetrik ötelemelerinin gerçekleştirilip tam olarak çakıştırılmalarının ardından GDEM'den referans DYM'nin çıkarılması yöntemiyle nDSM üretilmiştir. Şekil 6, üretilen nDSM'i renk skalası ile birlikte ±50m'lik kot farkı aralığında göstermektedir.



Şekil 6. nDSM

Üretim sonrasında, nDSM üzerinden 41 deneme alanındaki kotlar tek tek ölçülmüştür. Tablo 3, deneme noktalarında araziden ölçülen kesin değerler ile nDSM üzerinden okunan değerleri ve ASTER GDEM'in bu noktalardaki performansını ortaya koyan standart sapmaya dayalı doğruluk değerini göstermektedir.

No	Boy (m)	nDSM	Fark	No	Boy (m)	nDSM	Fark
1	17	1.97	15.02	22	17.5	-9.08	26.51
2	10	3.15	6.85	23	12	5.11	6.89
3	13	3.93	9.07	24	12	-1.17	13.17
4	17.2	7.07	10.13	25	15	-7.83	22.83
5	13.5	-1.95	15.45	26	15	-3.13	18.13
6	17	-3.13	20.13	27	20.5	-5.09	25.59
7	10.5	-1.17	11.67	28	13	-1.95	14.95
8	8.5	0.01	8.49	29	14	3.93	10.07
9	8	9.81	-1.81	30	12	1.97	10.03
10	7	7.85	-0.85	31	15	0.01	14.99
11	7.5	0.01	7.49	32	12	1.97	10.03
12	9	0.01	8.99	33	8	1.19	6.81
13	14	-1.17	15.17	34	7	0.01	6.99
14	11	-1.17	12.17	35	7	7.85	-0.85
15	9	5.89	3.11	36	7	3.93	3.08
16	8	9.03	-1.03	37	16	-7.83	23.83
17	8	3.15	4.85	38	15	-7.05	22.05
18	10.5	-1.95	12.45	39	17	-3.91	20.91
19	12	1.19	10.81	40	15	-3.91	18.91
20	11	-7.83	18.83	41	16	7.07	8.93
21	13	-7.05	20.05				
<b>SZ(m)= ±14.23</b>							

Tablo 3. Arazi ile nDSM kot değerleri ve standart sapma

Tablo 3'de görüldüğü gibi nDSM üzerinden ölçülen kot değerleri ile araziden ölçülen kesin değerler arasında tabloda kırmızı olarak belirtilen birkaç deneme alanı haricinde genel olarak yüksek bir uyum görülmemiştir. Bu durum, aşağıda listelenmiş bir kaç ana maddeyle yorumlanabilir;

- ASTER GDEM'in orjinal grid aralığı gerçekleştirilen işlem için fazla büyüktür,

- ASTER GDEM grid aralığının çalışma gereksinimleri gözönünde tutularak 30m'den yeniden örnekleme ile 20m'ye düşürülmesi doğruluk kaybına neden olmuştur. Çünkü enterpolasyon, yükseklik modellerinin doğruluğunu düşüren bir uygulamadır (Sefercik, 2006; Sefercik ve Jacobsen 2007; Sefercik ve Alkan, 2012),
- 1/25000 ölçekli memleket haritalarından üretilen referans DYM'nin düşey doğruluğu böyle bir çalışma için düşük kalmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, orman meşcere boylarının fotogrametri veya hava kaynaklı lazer tarama teknikleri yerine uzay kaynaklı veriler kullanılarak tespit edilmesi hedeflenmiştir. Hedef doğrultusunda, Bartın ilinde ormanlık bir bölge test alanı olarak belirlenmiş ve bu alan içindeki 41 deneme alanında uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulama için ASTER GDEM ve 1/25000 ölçekli memleket haritalarından üretilen referans DYM kullanılmış, bu iki modelin farkından nDSM üretilerek 41 deneme noktasında araziden toplanan kesin meşcere boyları ile kıyaslama yapılmış ve uydu verilerinin performansı ölçülmüştür.

Yapılan uygulamalar sonucunda, bir kaç deneme noktası haricinde, nDSM verileri ile araziden ölçülen kesin verilerin uyumunun yüksek olmadığı sonucuna varılmış ve standard sapmaya bağlı olarak doğruluk  $\pm 14.23m$  olarak belirlenmiştir.

Bu sonuç göz önünde bulundurularak, gelecekte yapılacak çalışmalarda meşcere boyu tespitinde yüksek çözünürlüklü optik ve yapay açıklıklı radar (SAR) uydu görüntülerinin ve daha yüksek düşey doğruluklu referans modellerin kullanılması planlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde kullanılan ASTER GDEM verisini bizlere sağlayan NASA, METI ve Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC)'a ayrıca referans modelin üretiminde kullandığımız 1/25000 ölçekli memleket haritalarını üreten Türk Silahlı Kuvvetlerine teşekkürü bir borç biliriz.

## KAYNAKLAR

- Avery, T. E., Burkhart, H. E., 2002. *Forest Measurements*, McGraw Hill, Fifth Edition, Madison, WI
- Coops, N.C., Hilker, T., Wulder, M. A., St-Onge, B., Newnham, G., Siggins, A., Trofymow, J.A., 2007. Estimating canopy structure of Douglas-fir forest stands from discrete-return LiDAR. *Trees-Structure and Function*. 21, pp. 295-310.
- Font, M., Amorese, D., Lagarde, J. L., 2010. DEM and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: The Normandy intraplate area (NW France). *Geomorphology*, 119(3-4) pp. 172-180.
- Fraser, C.S., 2003. Prospects for mapping from high-resolution satellite imagery. *Asian Journal of Geoinformatics*, 4 (1), pp. 3-10.
- Guindon, B., Goodenough, D. G., Teillet, P. M., 1981. The role of digital terrain models in the remote sensing of forests. *LARS Symposia*. Paper 401, 9 pages (on CD-ROM).

Hall, R. J., 2003. *The roles of aerial photographs in forestry remote sensing image analysis* Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 47-76.

Jenson, S.K., Dominigue, J.O., 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), pp. 1593-1600.

*Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 52, pp. 49-56.

Liu, H., Jezek, K. C., Li, B., 1999. Development of an Antarctic digital elevation model by intergrating cartographic and remotely sensed data: Geographic information system based approach. *Journal of Geophysical Research*, 104(10) pp. 199-213.

Næsset, E., 1997a. Determination of mean tree height of forest stands using airborne laser scanner data. *ISPRS*

Ranganath, R., Naval Gund, V, J., Roy, P.S., 2007. Remote sensing applications: An overview. *Current Science*, 93(12) pp. 1747-1766.

Schmidt, F., Persson A., 2003. Comparison of DEM data capture and topographic wetness indices. *Precision Agriculture*, 4(2) pp. 179-192.

Sefercik U. G., Jacobsen K., 2007. Quality assessment of INSAR digital elevation models, 27th EARSeL Symposium "Geoinformation in Europe", Bolzano – Italy.

Sefercik, U.G., 2006. Accuracy Assessment of Digital Elevation Models Derived From Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), MSc Thesis, Bülent Ecevit Üniversitesi.

Sefercik, U.G., Alkan, M., 2009. Advanced Analysis of Differences Between C and X Bands Using SRTM Data for Mountainous Topography. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*.37(3), pp. 335-349.

Stereńczak, K., Kozak, J., 2011. Evaluation of digital terrain models generated in forest conditions from airborne laser scanning data acquired in two seasons. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(4) pp. 374-384.

Thompson, J.A., Bell, J.C., Butler, C.A., 2001. Digital elevation model resolution: Effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modelling. *Geoderma*, 100(1-2), pp.67-89.

Vassilipolou, S., Hurnia, L., Dietrich, V., Baltsavias, E., Pateraki, M., Lagios, E., Parcharidis, I., 2002. Orthophoto generation using IKONOS imagery and high-resolution DEM: a case study on volcanic hazard monitoring of Nisyros Island (Greece). *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*. 57 (3) pp. 24- 38.