

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇAKÜ ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ORMANINDA GÖKTÜRK-2 UYDU
GÖRÜNTÜSÜ KULLANILARAK BAZI MEŞCERE PARAMETRELERİNİN
TAHMİN EDİLMESİ**

Rabia GÖGERÇİN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2017**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇAKÜ ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ORMANINDA GÖKTÜRK-2 UYDU GÖRÜNTÜSÜ KULLANILARAK BAZI MEŞCERE PARAMETRELERİNİN TAHMİN EDİLMESİ

Rabia GÖGERÇİN
Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ

Bu çalışmanın amacı, Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 uydu görüntüsü yardımıyla meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyunun tahmin edilmesidir. Toplam geçici 61 örnek alanda, yersel ölçümlerle meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu belirlenmiştir. Her bir örnek alan için Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinde parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri hesaplanmıştır. Uydu görüntüsünden elde edilen parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri ile meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu arasındaki ilişkiler çoğul regresyon analiziyle ortaya konulmuştur. Analizler sonucunda, uydu görüntüsünün bant 2 parlaklık değerleri ve SR ile EVI vejetasyon indisinin bağımsız değişken olarak yer aldığı regresyon denklemi ile meşcere hacmi arasında sırasıyla ($R^2 = 0.298$, $Sy.x = 45.61095$ ve $R^2 = 0.442$, $Sy.x = 37.03$) ilişkiler bulunmuştur. Uydu görüntüsünün bant 1 parlaklık değerleri ve SR vejetasyon indisinin bağımsız değişken olarak yer aldığı regresyon modelleri ile göğüs yüzeyi arasında sırasıyla ($R^2 = 0.352$, $Sy.x = 6.3739$ ve $R^2 = 0.363$, $Sy.x = 4.3472$) ilişkiler bulunmuştur. Uydu görüntüsünün bant 3 ve bant 4 parlaklık değerleri ve EVI ile NDVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişkenlerin yer aldığı regresyon modelleri ile ağaç sayısı arasında sırasıyla ($R^2 = 0.221$, $Sy.x = 172.918$ ve $R^2 = 0.292$, $Sy.x = 84.1182$) ilişkiler bulunmuştur. Uydu görüntüsünün bant 4 parlaklık değerleri ve EVI ile DVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişkenlerin yer aldığı regresyon modelleri ile meşcere orta çapı arasında sırasıyla ($R^2 = 0.114$, $Sy.x = 2.71347$ ve $R^2 = 0.266$, $Sy.x = 2.5406$) ilişkiler bulunmuştur. Uydu görüntüsünün bant 2 ve bant 3 parlaklık değerleri ve EVI ile DVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişkenlerin yer aldığı regresyon modelleri ile meşcere orta boyu arasında sırasıyla ($R^2 = 0.273$, $Sy.x = 0.4868$ ve $R^2 = 0.288$, $Sy.x = 0.4866$), ilişkiler bulunmuştur. Meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine ilişkin model sonuçları karşılaştırıldığında vejetasyon indislerinin bant parlaklık değerlerine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

2017, 40 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Meşcere parametreleri, Göktürk-2 uydu görüntüsü, Modelleme, ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı

ABSTRACT

MSc. Thesis

ESTIMATION OF SOME STAND PARAMETERS USING GÖKTÜRK-2 SATELLITE IMAGE: A CASE STUDY IN ÇAKÜ FACULTY OF FORESTRY RESEARCH FOREST

Rabia GÖGERÇİN
Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisors: Ass. Prof. Dr. Alkan GÜNLÜ

This study was carried out to estimate stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter and mean height with Göktürk-2 satellite image in Çankırı Karatekin University (ÇAKÜ) Faculty of Forestry Research forest. The stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter and mean height were measured at 61 temporary sampling plots observation plots. Brightness values and vegetation indices for the each sample plot were obtained from Göktürk-2 satellite image. Regression analyses were conducted to determine relationships between the brightness, vegetation indices and stand volume, basal area, number of trees, quadratic mean diameter and mean height. Linear combination of band 2, SR, and EVI predicted stand volume ($R^2=0.298$, $Sy.x=45.61095$ and $R^2=0.442$, $Sy.x=37.03$, respectively); of band 1 and SR predicted basal area ($R^2=0.352$, $Sy.x=6.3739$ and $R^2=0.363$, $Sy.x= 4.3472$, respectively); band 3 and band 4, EVI and NDVI predicted number of trees ($R^2=0.221$, $Sy.x=172.918$ and $R^2=0.292$, $Sy.x=84.1182$, respectively); band 4, EVI, and DVI predicted stand mean diameter ($R^2=0.114$ $Sy.x=2.71347$ and $R^2=0.266$ $Sy.x=2.5406$, respectively); band 2 and band 3, EVI, and DVI described stand mean height ($R^2=0.273$, $Sy.x= 0.4868$ and $R^2=0.288$, $Sy.x=0.4866$, respectively). There sults further showed that vegetation indices could predict the stand volume, basal area, and number of tree when better than other combinations of Göktürk-2 individual band brightness values.

2017, 40 pages

KeyWords: Stand parameters, Göktürk-2 satellite image, Modelling, ÇAKÜ Faculty of Forestry Research forest

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Göktürk-2 Uydu Görüntüsü Kullanılarak Bazı Meşcere Parametrelerinin Tahmin Edilmesi”adlı bu çalışma 2016-2017 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur. Bu tez çalışması, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince Lisansüstü Tez Projesi (Proje Kodu:OF090316L05) kapsamında desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın amacı, ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında yerleri sistematik olarak belirlenen örnek alanlara ilişkin yersel ölçümlerle elde edilen meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyunun belirlenmesi, Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinde her bir örnek alana ilişkin her bir bant için parlaklık değerlerinin bulunması ve her bir örnek alana ilişkin olarak her bir bant için bulunan parlaklık değerlerinden yararlanılarak bazı vejetasyon indislerinin hesaplanması ve böylece hesaplanan meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu ile Göktürk-2 uydu görüntüsünden örnek alanlara ilişkin olarak elde edilen parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri arasındaki ilişkilenin çoklu regresyon analizi ile modellenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, her türlü yardımını esirgemeyen, her zaman destekleyen ve inanılmaz bir anlayış gösteren değerli hocam Yrd.Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ’ ye sonsuz teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında yardım ve desteklerini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. İlker ERCANLI, Yrd. Doç. Dr. Muammer ŞENYURT, Arş. Gör. Sinan BULUT, Arş.Gör. Ferhat BOLAT’a, Arş. Gör. Seval SÜNAL’a, Arş. Gör. Özlem EKEN’e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca tezin değerlendirme aşamasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Sedat KELEŞ ve Yrd. Doç. Dr. Uzay KARAHALİL hocama sonsuz teşekkür ederim. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsünün temininde emeği geçen Orman Fakültesi Dekanlığına ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Rektörlüğüne, bununla birlikte uydu görüntüsünün temin edildiği Harita Genel Komutanlığına sonsuz teşekkür ederim. Tez çalışmaları kapsamında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen değerli arkadaşlarım Nesrin DİYAR, Halit KALKAN’a ,Merve AÇIKGÖZ BULUT, sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Rabia GÖGERÇİN
Çankırı, Mayıs 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Orman Envanteri	11
1.2.Ormancılıkta Uzaktan Algılama	13
1.2.Göktürk-2 Uydusu.....	14
2.MATERYAL VE YÖNTEM	15
2.1.Çalışma Alanının Tanıtımı	15
2.2.Materyal ve Yöntem.....	16
2.2.1.Materyal	16
2.3.Yöntem	16
2.3.1.Örnek Alana İlişkin Değerlendirmeler.....	16
2.3.2.Göktürk-2 Uydusuna İlişkin Değerlendirmeler	17
2.3.2.1.Göktürk-2 uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi	17
2.3.2.2.Göktürk-2 uydu görüntüsünden bant parlaklık değerlerinin elde edilmesi	18
2.3.2.3.Göktürk-2 uydu görüntüsünden vejetasyon indis değerlerinin elde edilmesi	19
2.4.İstatistiksel Analiz	20
3.BULGULAR	22
3.1.Örnek Alanlara İlişkin Bulgular	22
3.2.Göktürk-2 Uydu Görüntüsüne İlişkin Bulgular	22
3.3.Regresyon Modellerine İlişkin Bulgular	23
4.TARTIŞMA	31
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ	40

SİMGELER DİZİNİ

ASVI: Atmospheric and Soil Vegetation İndex
CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DVI: Difference Vegetation İndeks
ETM+: Enhanced Thematic Mapper plus
EVI: Enhanced Vegetation İndex
GPS: Küresel Konumlama Sistemi
Ha: hektar
IPVI: Infrared Percentage Vegetation İndex
ND: Normalized Difference
NDVI: Normalized Difference Vegetation İndex
RMS: Karesel Ortalama Hata
SR:Simple Ratio
SAVI: Soil Adjusted Vegetation İndex
TM: Thematic Mapper
UA: Uzaktan Algılama
YKN:Yer Kontrol Noktası

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.Çalışma alanının konumu.....	15
Şekil 2.2.Uydu görüntüsü üzerinde örnek alanlara atılan bufferzonlara ilişkin bir görünüm ..	19
Şekil 2.3.Kavramsal çerçeve	21
Şekil 3.1.Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi	24
Şekil 3.2.Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi	24
Şekil 3.3. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi	25
Şekil 3.4. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi	26
Şekil 3.5. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi	26
Şekil 3.6. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi	27
Şekil 3.7. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi	28
Şekil 3.8. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi	28
Şekil 3.9. Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi	29
Şekil 3.10. Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi.....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.Göktürk-2 uydusunun teknik özellikleri	14
Çizelge 2.1.Vejetasyon indis değerleri ve formülleri	19
Çizelge 3.1.Örnek alanlara ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerler	22
Çizelge 3.2.Örnek alanlara ilişkin bant parlaklık indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler	22
Çizelge 3.3.Örnek alanlara ilişkin vejetasyon indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler	23
Çizelge 3.4.Ağaç sayısını bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	23
Çizelge 3.5.Ağaç sayısını vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	24
Çizelge 3.6.Meşcere orta çapının bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	25
Çizelge 3.7.Meşcere orta çapının vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	25
Çizelge 3.8.Meşcere göğüs yüzeyinin bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	26
Çizelge 3.9.Meşcere göğüs yüzeyinin vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	27
Çizelge 3.10.Meşcere orta boyunun bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	27
Çizelge 3.11.Meşcere orta boyunun vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	28
Çizelge 3.12.Meşcere hacminin bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	29
Çizelge 3.13.Meşcere hacminin vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları	29

1.GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan bu yana yaşamını sürdürmek için birçok ihtiyacını doğal kaynaklardan sağlamaktadır. İnsanların; barınma, yiyecek ve içecek, su, ısınma ve temiz hava gibi birçok ihtiyacını karşılayan en önemli doğal kaynak ormanlardır. Ormanlar Dünya'nın kara alanlarının yaklaşık %30'nu, Türkiye'nin ise %28,6'sını kaplamaktadır(OGM 2015). İnsan hayatında önemli bir yere sahip olan ormanlardan geçmişten günümüze gereken ihtiyaçlar doğrultusunda çok çeşitli şekilde faydalanılmıştır. İnsanlar ormanlardan maddi olarak; odun üretimi, tarım ve hayvancılığa olan faydalarının yanında erozyon, heyelan, çığ ve sel gibi doğal afetlerin önlenmesinde de çok önemli bir yere sahiptir. Tüm bu faydalar ormanlarımızın varlığının insan hayatında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Artan nüfus, gelişen teknoloji ve insan yaşamının kalitesinin artmasıyla ihtiyaçlar da artarak çeşitlenmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda ormanlarımızdan bilinçsizce faydalanılmış ve erozyon, heyelan, iklim değişikliği, çevre kirliliği, biyoçeşitliliğin azalması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunların doğrultusunda ormanlarımız da canlı bir ekosistem olduğu göz önünde bulundurularak bilimsel yöntemlerle düzenli ve planlı şekilde ormanlarımızdan faydalanılmalıdır. Düzenli ve planlı şekilde faydalanmanın amacı ormanlarımızı koruma ve kullanma dengesini sağlamakla birlikte sürekli bir şekilde faydalanmamızı sağlamaktır. İnsanların ormanın sunmuş olduğu ürün ve hizmetlerden çok yönlü ve sürekli faydalanmasının temelinde orman amenajman biliminin ortaya çıkması yatmaktadır. Bu yüzden orman amenajmanı ve ormancılık; insanların ormanlarımızdan çok yönlü ve sürekli faydalanma prensibine bağlı olarak ortaya çıktığı söylenebilir(Çetin vd.1992; Ün 2006; Özgün 2014).

Ormancılık; toplumun ihtiyaçları doğrultusunda gerekli hizmeti sürekli ve en iyi şekilde karşılamak amacıyla biyolojik, teknik, sosyal, kültürel ve ekonomik çalışmalarla birlikte çok yönlü ve sürdürülebilir bir etkinliktir. Yapılan bu ormancılık çalışmalarında toplumun refahı düşünülerek ve ormancılığın diğer sektörlerle ilişkileri göz önüne alınarak bilinçli müdahaleler yapılmalıdır(URL-1 2010;İnce2011).Ormancılık faaliyetleri diğer ekonomik sektörlere göre daha geniş alanlarda ve daha uzun süren bir ekonomik faaliyettir. Bu yüzden ormancılık faaliyetleri diğer sektörlerle göre daha planlı yapılmalıdır(Eraslan 1982;

Bulut 2012).İnsanların ormanlardan çok yönlü ve sürdürülebilir şekilde faydalanılması amacıyla ortaya çıkan orman amenajmanı; faydalanılmayı orman amenajman planları çerçevesinde sunmaktadır. Planlama terimi; farklı bakış açılarıyla birçok tanımlanmıştır. Planlama; problemin belirlenmesi, problem için gerekli bilgilerin toplanması ve formüle edilmesi, çözümü için alternatiflerin oluşturulması ve en uygun seçeneğin belirlenmesi aşamalarından oluşan süreç olarak tanımlanabilir (Cohon 1978;İnce 2011).Ülkemiz ormanları da 10 ve 20 yıllık süreler için işletme şefliği bazında Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi başkanlığı tarafından yapılan amenajman planları doğrultusunda işletilmektedir.

Ormanların planlanması ile ilgili gelişmiş ülkelerin uyguladığı yöntemler incelendiğinde dört farklı yöntem kullanıldığı görülmektedir. Bu orman amenajman planlama yöntemleri sırasıyla; koruma amaçlı, sürekli hâsılat amaçlı, çok amaçlı kaynak kullanımı ve ekosistem tabanlı amenajman planlarıdır. Koruma amaçlı planlar; 19.yy sonlarında ortaya çıkmıştır ve amacı ormanın korunmasıdır. Orman ekosistemi hakkında yeterli bilginin olmadığı bu dönemde, yangın gibi doğal afetlere göre koruma sağlanmıştır. Sürekli odun hâsılatı elde etmek için uygulanan yöntemde; amaç ekonomik anlamda başarılı olmak adına, uzun dönemler boyunca en fazla yapacak odun elde etmektir. Ormanlardan çok amaçlı yararlanmada; odun üretiminin yanında odun dışı diğer ürünlerin de üretimi yapılmaktadır. Bu gelişmelerin ardından ekosistem alt yapısına dayanan planlama ağırlık kazanmaya başlamıştır. Orman ekosistemini iyi tanımak durumuna göre topluma sürekli üst seviyede mal ve hizmet sunmak amacıyla ortaya çıkan bir orman amenajman akımıdır. Yakın tarihe kadar ülkemiz ormanlarının büyük bir kısmı değişik çapta odun üretimi sağlamak amacıyla işletilmiştir. Ülkemizde geçmişte Bakanlar Kurulu kararı ile Milli Park ve Muhafaza Ormanları dışında kalan tüm ormanlar hiçbir özelliğine bakılmaksızın üretim ormanı kabul edilip bu düşünce çerçevesinde planlanmıştır. Planlama konusunda dünya da olan gelişmelere bağlı olarak ülkemizde de ön plana çıkan bir başka planlama sistemi de Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama(ETÇAP)'tır. ETÇAP: orman ekosisteminin sunmuş olduğu ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel fonksiyonlarını sayısal olarak tanımlayarak paydaşların katılımı ile istenilen talepler doğrultusunda oluşan işletme amaçları ve koruma hedeflerine karar verme teknikleri ve hedefe ulaşma sürecidir(Başkent vd., 2010). ETÇAP planlama sürecinin aşamaları; planlama hedeflerinin belirlenmesi, orman ekosistem envanteri, orman ekosistemlerinin sınıflandırılması, amaç ile orman

kuruluşu arasındaki bağın kurulması, ulusal ve uluslar arası yasa ve planlama ilkelerinin belirlenmesi, uygulanacak silvikültürel müdahale şeklinin belirlenmesi, alternatifler arasında en iyi seçeneğin belirlenmesi ve plan çıktılarının hazırlanmasıdır(Başkent vd., 2004).

Bu amenajman planlarında başarılı olmak için güncel ve güvenilir bilgiye sahip olunmalıdır. Amenajman planları için gerekli olan bu bilgiler orman envanteri ile elde edilmektedir. Planlama sürecinin en önemli aşaması olan orman envanteri plan için doğru, güvenilir ve gerekli ayrıntıda bilgi sağlanması ve planın başarıya ulaşmasında önemli bir basamak olduğu için orman amenajmanı açısından çok önemli bir yere sahiptir. Orman envanterinin amacı, istenilen doğrulukta mevcut maddi imkânlarla belirlenen zaman diliminde orman kaynakları ve fiziksel çevreleri hakkında nicel ve nitel bilgi toplamaktır. Asıl amaç ormanın mevcut durumunda zamanla değişim gösteren özelliklerinin ortaya konmasıdır. Çok amaçlı faydalanmaya bağlı olarak son yıllarda orman envanteri de çeşitlenmiştir.Ormancılıkta envanter verisi elde ederken ya yersel ölçümler yapılarak ya da uzaktan algılama verileri olan hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri kullanılır.Meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç hacmi gibi bazı meşcere parametreleri hakkında bilgi sahibi olmak için geniş alanlar için yapılacak envanter çalışmasında yersel ölçümler yapmak maddi açıdan çok pahalı olacağından ve belirlenen zaman dâhilinde tüm alanda envanter çalışması yapmak zordur(Özgün 2014). Bu nedenle geniş alanlarda yersel ölçümlerle birlikte uzaktan algılama verilerinin kullanılması hem maliyeti hem de iş yükünü azaltacaktır.

Ormancılıkta uzaktan algılama verisi olarak, geçmişte hava fotoğrafları kullanılırken, günümüzde ise hava fotoğraflarının yanında uydu görüntüleri de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ormancılık alanında ilk hava fotoğrafı 1887'de çekilmiş ve 1892 yılında Avusturya'da orman envanterinde kullanılmıştır. Özellikle planlı döneme geçtiğimiz 1963 yılından itibaren orman amenajman planlarının hazırlanmasında, taslak meşcere tipleri haritalarının yapımında kullanılmaya başlanan hava fotoğrafları günümüzde de uydu görüntüleri ile birlikte amenajman planlarının yapımında kullanılmaktadır. Meşcere tipleri; ağaç türleri, gelişim çağları ve tepe kapalılıkları dikkate alınarak belirlenmektedir. Hava fotoğraflarının yorumlanması ile elde edilen bilgiler yardımıyla taslak meşcere haritası

üretilmekte ve yersel ölçümlerle kombine edilerek kesinleşmiş meşcere haritası üretilmektedir.(Özkan 2009).

Uydu görüntülerinden ormancılık alanında ve birçok alanda faydalanmak için geçmişten günümüze birçok ülkeler tarafından uzaya uydular fırlatılmıştır. İlk olarak 4 Ekim 1957 yılında Sovyetler Birliği iyonosfer katmanında çalışmalar yapmak için ‘Sputnik’ isimli ilk uyduyu fırlatışlardır. Yine Sovyetler Birliği 3 Kasım 1957’de Sputnik-2 uydusunu fırlatmışlardır. Henüz uzaya uydu göndermeyen ABD uzay araştırmalarına devam ederken 1 Ocak 1958’de NASA’nın kurulmasıyla çalışmalarına hız vermiştir. 31 Ocak 1958’de ismi ‘Explorer’ olan uyduyu geliştirmek için çalışmalara başlamış ve 7 Ağustos 1959 tarihinde ‘Explorer-6 isimli uzaya fırlatılmış ve Dünya’nın ilk görüntüsü çekilmiştir. 1972 yılında ise ilk doğal kaynak izleyen uydu olma özelliği taşıyan Landsat-1 uzaya fırlatılmıştır(Bilgi 2007).

Dünya’da uydu teknolojisi adına bu gelişmeler yaşanırken Türkiye’nin uzayda yer alma fikri 1960’lı yıllarda oluşmaya başlamış ve 1985 yılında Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü’nün kurulması ile uydu teknolojilerine sahip olma fikri kesinleşmiş ve çalışmalar başlamıştır. Çalışmalar sonucunda BİLSAT uydusu 27 Eylül 2003 tarihinde uzaya Rusya’nın PlesetskKosmodrome üssünden fırlatılmıştır. 12 m siyah beyaz ve 26 m’ renkli görüntü sağlayabilen ülkemizin ilk doğal kaynak izleyebilen uydusu olan BİLSAT uydusu 2006 yılında pillerinin bitmesiyle devre dışı kalmıştır. İkinci doğal kaynak izleyen uydu olan RASAT uydusu için 2006 yılından itibaren çalışmalara başlanmış ve 17 Ağustos 2011 tarihinde uzaya fırlatılmıştır. Türkiye’de tasarlanan ilk yer gözlem uydusu olan RASAT 7,5 m siyah beyaz ve 15 m renkli yersel çözünürlüğe sahiptir. RASAT uydusu GÖKTÜRK-2 uydusunun 18 Aralık 2012 tarihinde uzaya fırlatılmasıyla devreden çıkmıştır. GÖKTÜRK-2 uydusu 2,5 m siyah beyaz ve 5 m renkli çözünürlüğe sahiptir. GÖKTÜRK-2 uydusu ile elde edilen görüntüler kamu kurum kuruluşlarına birçok yarar sağlamıştır(Çoban 2016).

Ülkemizde ve Dünya’da yapılan uydu teknolojileri çalışmaları sonunda birçok alanda uydu görüntülerinden yarar sağlanırken ormancılık çalışmalarında da birçok kullanım alanı bulmuştur. Ulusal orman envanterinde, özellikle ormancılığı gelişmiş ülkeler arasında, Kanada ve Finlandiya çoğunlukla uydu görüntülerinden faydalanmışlardır. Yapılan

çalışmalar sonucunda çoğu araştırmacıya göre Ulusal Orman Envanteri için ve diğer ormancılık çalışmalarında gerekli bilgiler için uydu görüntülerinden faydalanılabileceğine değinmişlerdir. Almanya'da yapılan çalışmalar doğrultusunda ulusal orman envanterinde uydu görüntüleri kullanarak yersel çalışmaların doğruluk ve güven düzeyi düşürülmeden azaltılabileceği söylenmiştir. Uydu görüntüleri amenajman planları yapılırken gerekli konumsal bilgileri elde etmede geniş alanlarda da kısa sürede bilgi edinmemizi sağlamaktadır. Ayrıca orman ekosistemi canlı bir varlık olduğu için herhangi bir değişimi uydu teknolojisi sayesinde en kısa zamanda gözlenerek gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktadır. Ormancılık çalışmalarında uydu görüntüleri sayesinde meşcere tiplerine ilişkin konumsal bilgiler edinilirken bir yandan da hacim, göğüs yüzeyi gibi bazı meşcere parametreleri hakkında bilgi sağlanmaktadır(Özkan 2003). Ülkemizde ve Dünya'da uydu görüntüleri ile meşcere parametrelerin tahmin edilmesi konusunda bazı akademik çalışmalar yapılmıştır.

Fraklin et al. (1993) SPOT ve Landsat TM uydu görüntüleri ile yaptıkları çalışmada; Landsat TM uydusunun verileriyle meşcere parametreleriyle ilişkisinin önemli fakat SPOT uydusu verilerinin spektral bantları ile meşcere parametreleri arasındaki ilişkinin iyi olmadığı tespit edilmiştir.

Dees et al. (1998) Almanya'nın güney batısındaki 16 işletme şefliğinden oluşan alanda yaptıkları çalışmada; meşcere hacmi ile Landsat TM'nin 6. bantının bağımsız değişken olarak yer aldığı regresyon modelinde R^2 değerini 0,40 olarak hesaplamışlardır.

Puhr et al. (2000) İskoçya'nın güney batısında bulunan iğne yapraklı plantasyonlarda, 52 meşcere tipiyle yapmış oldukları çalışmada; Landsat TM 3, 5 ve 7. bantlarına ait parlaklık değerleri ile göğüs yüzeyi arasında önemli bir ilişki ($R^2 \geq 0,77$) olduğunu bulmuşlardır.

Mohammadi (2007) yaptığı çalışmada ağaç sayısı ve hacim belirlenmesinde LandsatETM+ uydu görüntüleri kullanarak regresyon modeli geliştirmiştir. Hacim için geliştirdiği modelin R^2 'sini %43 ve hatasını $97.49\text{m}^3/\text{ha}$ bulmuş ve ağaç sayısının R^2 'sini %73, hatasını $170\text{adet}/\text{ha}$ olarak bulmuştur.

Naseri (2003) ve Khorrami (2004) yaptıkları çalışmalarda meşcere hacmi, sıklık, kapalılık gibi bazı meşcere parametrelerinin tahmininde regresyon modeli geliştirmek için sırasıyla Landsat TM ve Landsat7 ETM+ uydu görüntülerini kullanarak tahminlerde bulunmuşlardır.

Astola et al. (2004), yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile meşcere parametreleri tahmin etmek için karar destek sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen Forestime yazılımı ile yersel ölçümler kullanılarak meşcere parametreleri görüntülerini mikro meşcerelere ayırarak tahminlerde bulunmuşlardır. Hacim, orta çap, ağaç sayısı ve karışım oranının tahmin edildiği yazılımın RMSE% hatası hacim için %37, orta çap için %23, ağaç sayısı için %87 sonucu bulunmuştur.

Ülkemizde de bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Koç (1997) Landsat TM uydu görüntüleriyle yaptığı çalışmada; Mb3, Mc2, Md3, Kncd3, Çkb3, GnDyc3, Md1/GnDyc3, MGncb3, MGnab3, MKnnc3, KsGnab3, ÇkDicb3 meşcere tiplerini %88,69 doğrulukla ayırabildiğini belirtmiştir.

Yeşil vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada ise İstanbul-Gaziosmanpaşa orman işletme şefliğine bağlı Tayakadın ve Şamlar yöresinde; Çmc3, Çmbc3, MBt6, MBt11, KBt, Bkbt, ÇkMb3, BMbt meşcere tipleri ile arazi kullanım sınıfları %88 doğrulukla ayırt edildiği belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında ağaç serveti ile Landsat TM uydu verisinin 2, 3, 4 ve 5. kanallarının yansıma değerleri arasında bulunan ilişki çoklu regresyon analizi ile incelenmiş ve sonuç olarak belirtme katsayısı tüm alan için 0,59 olarak bulunmuştur.

Musaoğlu (1999) Landsat MSS, Landsat TM, ERS-2 ve JERS-1 uydu görüntüleri ile yaptığı çalışmada; Landsat TM 4. Ve 5. Bantları kullanarak Çm, Çk, MDy, GnDy, KsDy, KBt, kıyı, deniz, iskan arazi sınıflarını %90 doğrulukla ayırt ettiğini belirtmiştir. Landsat TM 4. Kanal, JERS-1 ve ERS-2 uydu görüntüleri ile elde edilen bilgiler doğrultusunda %73 doğruluk olduğu tespit edilmiştir.

Özkan (2003), Sarıyer orman işletme şefliği sınırları dahilinde sahilçamı ağaçlandırma çalışmalarında SPOT-5 uydu görüntüleri ile meşcere parametreleri arasındaki ilişki

regresyon analizi ile belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; amenajman planı yapmak için Spot-5 uydu görüntüsü kullanılarak meşcere tipi ayrımının yapılamayacağı anlaşılmıştır. Fakat sahilçamı meşcerelerinde SPOT-5 uydu verisi 4. Kanalının (1,58-1,75 µm), ağaç serveti ve göğüs yüzeyine duyarlı olduğu anlaşılmıştır. Bu yüzden sahilçamı plantasyonlarında, regresyon tahmini ile örnekleme yöntemi kullanılarak ağaç serveti tahmininin yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

İnan (2004) yapmış olduğu çalışmada; Minnaert yöntemiyle, topografik olarak düzeltilmiş Landsat TM ve ETM+ verileri ile yersel konumları GPS ile belirlenmiş olan örnek alanlardan elde edilen envanter karnelerini ilişkilendirmiştir. Meşcere parametreleri ile uzaktan algılama verileri arasındaki ilişkilerin incelenmesinde 25 vejetasyon indeksi ve 4 farklı tekstürün ölçümü 5 farklı pencere boyutunda test edilmiştir. Pearson korelasyon katsayısı, kademeli regresyon analizi, çoklu doğrusal regresyon modelleri, meşcere parametreleri ve uzaktan algılama verileri arasındaki ilişkilerin analizinde kullanılmıştır. Bu alanda ETM5 bandının tüm meşcere parametreleriyle güçlü ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Özdemir ve Mert (2007) aynı yaşlı ve tek katlı meşcerelerden oluşan Düzlerçamı yöresindeki Kızılçam ormanında yaptığı çalışmada; Qickbird uydu verisinden çıkan spektral ve mekânsal özellikleri ile hektardaki gövde hacmi arasındaki ilişkileri basit regresyon analizine göre araştırmış ve sonunda hacimle parlaklık değerleri arasındaki ilişkide ulaşılan en yüksek korelasyon katsayısı 0,40 olarak bulmuşlardır.

Ateşoğlu (2009), Bartın-Mugada örneği için yapılan farklı uydu görüntü verileri ile meşcere parametreleri arasındaki ilişkilerin araştırılması çalışmasında meşcere parametreleri ve uzaktan algılama verileri arasındaki ilişkileri incelemek için Landsat 7 ETM+, Spot HR-VIR ve Aster VNIR uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu çalışmada meşcere parametrelerinin tahmini için kademeli regresyon analizi (stepwise Selection) yöntemi kullanılmış ve çoklu doğrusal regresyon modelleri kurulmuştur. Bağımlı değişken olarak meşcere parametresi, bağımsız değişken olarak uydu görüntü verisi bantları ile vejetasyon indeksleri kullanılmıştır. Bu şekilde yapılan kademeli regresyon analizi sonuçları her bir bağımlı değişken için ayrı ayrı değerlendirilip sonuçları açıklanmıştır. Landsat görüntü verisi için çap bağımlı değişkenim %24'lük kısmı açıklanmış, %76'lık

kısmı modele dahil edilmeyen değişkenler tarafından açıklanmıştır. Göğüs yüzeyi için ETMtk2, ETM4, ETMalbedo, ETMndvi bağımsız değişkenleri ile oluşturulan göğüs yüzeyi bağımlı değişkenin %78'lik kısmının açıklandığı tespit edilmiştir. Boy bağımlı değişkeni için ETMtk2, ETM7, ETMlai, ETM3 bağımsız değişkenleri ile oluşturulan farklı regresyon modelleri ile en yüksek %65,3'lük kısmı açıklanabilmektedir. Hacim değişkeni için ETMtk2 bağımsız değişkeni ile %52'lik kısmı açıklanmaktadır. Spot uydu görüntü verisi ile yapılan çalışmada; ağaç sayısı bağımlı değişkeni için modele tek dahil olan SPOT3 bağımsız değişkeni tarafından %12'si açıklanmaktadır. Kapalılık bağımlı değişkeni SAVI ve SurfaceAlbedo değişkenlerinin modele eklenmesiyle %58'lik kısmı açıklanmıştır. Aster VNIR uydu görüntüsü için kapalılık bağımlı değişkenine ait modellerde sadece Aster3 değişkeni, %49'unu açıklarken, modele Asterolbedo, Aster2, ve AsterSAVI değişkenlerinin eklenmesiyle %66'sı açıklanmıştır.

Günlü vd. (2011), Kızılcasu Orman İşletme Şefliği için Landsat7 ETM+ uydu görüntüsü ile kontrollü sınıflandırma yaparak arazi kullanım sınıfları ve meşcere parametrelerinin(gelişim çağı ve kapalılık) tahmin edilmesi üzerine çalışmıştır. Sınıflandırma sonucunda; kapalılığın sınıflandırma başarısı %85 ve kapa değeri 0,94, gelişim çağının sınıflandırma başarısı %78 ve kapa değeri 0,72, arazi kullanımının başarısı %87 ve kapa değeri 0,83 bulunmuştur.

Günlü vd. (2013), Ayancık-Göldağ yöresine ait saf kayın meşcerelerinde; Qickbird ve Landsat7 ETM+ uydu görüntüleri ile 70 tane örnek alan verisi yardımıyla parlaklık değeri ve meşcere hacmi arasındaki ilişkiyi regresyon analizleriyle değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak; Qickbird uydu görüntüsünün 1., 2., 3. ve 4. Bant bağımsız değişkenleri ile oluşturulan regresyon denklemi ile meşcere hacmi arasında en iyi ilişki($R^2 = 0,70$ RMSE = 28,5m³/ha) bulunup, Landsat7 ETM+ uydu görüntüsü ise ETM2, ETM3 ve ETM4 bağımsız değişkenlerinde ($R^2 = 0,54$ RMSE = 53,1m³/ha) iyi ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Şenyurt vd. (2013) Karşıkent Orman İşletme Şefliği dâhilinde yer alan meşcerelerden alınan örnek alanların çeşitli meşcere özellikleri(meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı) ile Landsat8 uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerleri arasındaki istatistikî ilişkileri çoğul regresyon analizi ile modellemiştir. Göğüs yüzeyi ve ağaç

sayısına ilişkin modellerde 2. ve 4. bant bağımsız değişken olarak yer almış, model açıklayıcılığı ise sırasıyla; %65 ve %58 olduğu belirlenmiştir. Meşcere orta çapına ilişkin modelde; bant 2 bağımsız değişken olarak yer almış ve model belirtme katsayısı %49 olarak bulunmuştur.

Çil (2014), Kelkit ve İğdir planlama birimine ait seçilen 193 örnek alanla yapılan çalışmada Rasat, Göktürk-2 ve dijital hava fotoğrafları ile Landsat-8 ve Worldview-2 uydu verilerinden yararlanılarak ağaç sayısı, hacim ve göğüs yüzeyi gibi meşcere parametreleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen modeller içinden hacim ve göğüs yüzeyi bakımından en yüksek başarıyı Landsat-8 uydusu Kelkit araştırma alanı için %50 ve %49 oranında ve İğdir araştırma alanı için ise %48 ve %43 oranında sağlanmıştır. Ağaç sayısında Göktürk-2 uydusu ile Kelkit araştırma alanı için %20, Landsat-8 uydusu ile İğdir araştırma alanında %27 ile en başarılı tahminler elde edilmiştir. Kelkit araştırma alanı için b, bc ile c ve cd gelişim çağları için iki model oluşturulmuş ikinci grup için oluşturulan modelin hacmi %60 ve göğüs yüzeyi için %62 oranında tahminde bulunulmuştur. İğdir araştırma alanında bulunun GA ve GD meşcere tipleri için düzenlenen modellere bakıldığında, GA meşcere tipi için Landsat-8 uydusunun hacimde başarısı %60 ve GD meşcere tipi için %38 bulunmuştur.

Özgün (2014), Yapraklı Orman İşletme Şefliği örneğinde Landsat-8 uydu görüntüleri bant parlaklık değerleri ile parlaklık değerlerinden elde edilen vejetasyon indisleri ile yersel ölçümlerle elde edilen meşcere parametreleri arasındaki ilişkiyi çoğul regresyon denklemi kullanarak tahmin etmeye çalışmıştır. Sonuçlara göre meşcere hacmi için; bant parlaklık değerlerine göre TM 2 ve TM 7 bağımsız değişkenlerinin yer aldığı model en iyi tahmin sonucunu vermiştir ($R_{\alpha}^2=0.532$, $S_{y.x}=22.4857$). Meşcere hacmi için vejetasyon indis değerlerine göre en iyi tahmini ND32 bağımsız değişkenin bulunduğu model vermiştir ($R_{\alpha}^2=0.706$, $S_{y.x}=20.877072$). Meşcere göğüs yüzeyi için bant parlaklık değerlerine göre TM 2 ve TM 7 bağımsız değişkenlerin yer aldığı model en iyi tahminde bulunmuş ($R_{\alpha}^2=0.519$, $S_{y.x}=2.7001$) ve vejetasyon indis değerlerine göre ise ND32 bağımsız değişkeninin bulunduğu model en iyi tahmin etmiştir ($R_{\alpha}^2=0.575$, $S_{y.x}=2.24095$). Ağaç sayısı bant parlaklık değerlerine göre TM 3 ve TM 7 bağımsız değişkenlerinin bulunduğu model ($R_{\alpha}^2=0.631$, $S_{y.x}=86.81688$) ve vejetasyon indis değerlerine göre

NDVI, ND53, ND57, ND32, ASVI, MID57, IPVI ve RVI bağımsız değişkenlerinin bulunduğu model en iyi tahminde bulunmuştur($R^2_{\alpha}=0.781$, $Sy.x=80.01439$).

Kahrıman et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada Landsat TM uydusu görüntüsü kullanılarak, meşcere ağaç sayısı ve kapalılığı tahmin etmeye yönelik yaptıkları çalışmada, TM 1, TM 2 ve TM 4 bağımsız değişkenlerinin yer aldığı regresyon modelinde meşcere kapalılığı için $R^2=0.61$ ve TM1 bağımsız değişkeninin yer aldığı modelde ağaç sayısı için ise $R^2=0.613$ düzeyinde başarı elde etmişlerdir. Aynı çalışmada, SR ve DVI bağımsız değişkeninin yer aldığı modelde meşcere kapalılığı için $R^2=0.674$ ve DVI ile SAVI bağımsız değişkeninin yer aldığı model de ise ağaç sayısı için $R^2=0.702$ düzeyinde başarı tespit edilmiştir.

Günlü et al. (2014) Pan-sharpaned IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak yaptıkları çalışmada; bant parlaklık ve vejetasyon indis değerleri ile yersel ölçümlerle elde edilen meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve üst boyu verileri arasındaki ilişki çoklu regresyon yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmada, meşcere hacmi; Bant 1, Bant 2, Bant 3 ve Bant 4 bağımsız değişken olarak bulunduğu regresyon modelde $R^2=0.41$ olarak tespit edilirken, DVI ve EVI bağımsız değişkeninin bulunduğu modelde ise $R^2=0.55$ düzeyinde tespit edilmiştir. Meşcere göğüs yüzeyinde Bant 1, Bant 2, Bant 3 ve Bant 4 bağımsız değişkenlerin yer aldığı modelde $R^2=0.43$ tespit edilirken, DVI ve EVI bağımsız değişkeninin bulunduğu modelde ise $R^2=0.59$ olarak tespit edilmiştir. Meşcere üst boyunda Bant 2 ve Bant 4 bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modelde $R^2=0.45$ tespit edilirken, SAVI ve EVI bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modelde ise $R^2=0.57$ düzeyinde tespit edilmiştir.

Günlü et al. (2015) Spot-4 uydu görüntüsü kullanılarak meşcere hacmi ve ağaç sayısı tahmini yönelik yapılan başka bir çalışmada ise; meşcere hacmi için Bant 1, Bant 3, SR, DVI, SAVI, EVI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modelde $R^2=0.67$ düzeyinde bir başarı tespit edilmiştir. Ağaç sayısı için Bant 1, Bant 3, SR, DVI, NLI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modelde $R^2=0.62$ düzeyinde tespit edilmiştir.

Çil vd. (2015) Tetik Orman İşletme Şefliği sınırları içinden alınan 160 örnekleme alanından elde edilen (göğüs yüzeyi, ağaç sayısı ve hacim) meşcere parametreleri ile

çalışma yapmıştır. Bu çalışmada uzaktan algıma verisi olarak Göktürk-2, Rasat ve Landsat 8 uydu görüntüleri ile dijital kamera ile çekilmiş hava fotoğraflarını kullanarak elde edilen uydu görüntüsü piksel değerleri(DN) ve farklı vejetasyon indeksleriyle meşcere parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Sonuç olarak en iyi tahmin değerleri; ağaç sayısında 0.54 belirtme katsayısı ile Göktürk-2 uydusu en yüksek değeri, hacim ve göğüs yüzeyi Landsat8 uydusuyla sırasıyla 0.59 ve 0.67 değerleri bulunmuştur.

Bulut et al. (2016) Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak, meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısını tahmin etmeye yönelik yaptıkları çalışmada, meşcere hacmi ve göğüs yüzeyi için Bant 1, Bant 2, Bant 3 ve Bant 4 bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modellerde sırasıyla $R^2=0.61$ ve $R^2=0.50$ düzeylerinde bir başarı elde edilmiştir. Ağaç sayısına ilişkin ise Bant 1 ve Bant 2 bağımsız değişkenlerinin yer aldığı modelde $R^2=0.31$ düzeyinde bir başarı elde edilmiştir. Aynı çalışmada meşcere hacmi ve göğüs yüzeyi için IPVI ve DVI vejetasyon indisinin bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde sırasıyla $R^2=0.23$ ve $R^2=0.21$ düzeylerinde bir başarı elde edilmiştir. Ağaç sayısına ilişkin ise DVI bağımsız değişken olarak yer aldığı modelde ise $R^2=0.06$ olarak bulunmuştur.

Özkal (2017) tarafından, Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak meşe ve sahil çamı meşcerelerinde meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısının tahmin etmeye yönelik yapılan çalışmada; meşe meşcerelerinde meşcere hacmi için R^2 değerini 0.08, göğüs yüzeyi için 0.16 ve ağaç sayısı için ise 0.27 olarak bulurken, sahilçamı meşcerelerinde ise meşcere hacmi için R^2 değerini 0.36, göğüs yüzeyi için 0.27 ve ağaç sayısı için ise 0.42 bulunmuştur.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanında;Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin bant parlaklık değerleri ve bu değerlerden hesaplanan vejetasyon indisleri ile meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta boyu ve meşcere orta çapı arasındaki ilişkilerin çoklu regresyon analizi ile modellenmesi amaçlanmıştır.

1.1.Orman Envanteri

Orman amenajman planlarının yapılması için öncelikle plan yapılacak alanlarda bulunan ürünler hakkında gerekli bilgiler toplanmalıdır yani envanter çalışması yapılmalıdır.

Orman envanteri; planlama yapılacak alan hakkında belli bir süre dahilinde o alanda bulunan ağaçlı ve ağaçsız alanlar, hayvansal, bitkisel ve mineral menşeli tali ürünlerin belirlenmesi ve miktarları hakkında bilgi toplama işi olarak tanımlanabilir.(OGM 2011).

Doğaya zarar veren zirai ilaçlarla yapılan tarımsal ve ormancılık faaliyetleri ile küresel iklim değişikliği ile çevre kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, genetik bozulmalar gibi sorunlar artmaktadır. İnsanların ihtiyaçlarını karşılarken biyolojik çeşitlilik dikkate alınarak ve doğanın dengesine zarar vermeden ormanları planlamada katılımcılık yaklaşımı dikkate alınmalıdır. Tüm bunlar ise çok yönlü envanter ile sağlanmaktadır. ETÇAP yaklaşımında yer alan orman ekosistem envanteri; Ağaç serveti ve artım envanteri, yetiştirme ortamı envanteri, alan envanteri, biyolojik çeşitlilik envanteri, odun dışı orman ürünleri envanteri, fonksiyon envanteri, sosyo-kültürel envanter ve sağlık envanterinde oluşmaktadır. Bu envanter çeşitleri kısaca aşağıda açıklanmıştır(Günlü 2009).

Alan envanteri; plan biriminde bulunan ağaçların türü, gelişim çağı, kapalılıkları, fonksiyon ve bonitet gibi özelliklerinin farklılıkları bakımından meşcere tiplerine veya bölmeciklere ayrılması ile birlikte geriye kalan alanları da tarım alanları, ağaçsız orman toprağı, iskân alanı gibi uygun simgelerle isimlendirerek alan büyüklüğünün de harita üzerinde gösterilmesi işlemidir.**Yetiştirme ortamı envanteri;** plan ünitesinde bulunan verim gücü(bonitet) bakımından farklı alanlarla, uygulanacak silvikültürel işlemler bakımından benzerliği olan alanları belirlemek amacıyla; ekolojik üniteler ve bitki sosyolojisi haritalarının düzenlenmesi işlemlerini kapsar. Ekolojik üniteler haritası yetiştirme ortamı faktörlerinin tek tek incelenmesiyle bitki sosyolojisi haritası ise farklı orman topluluklarını ayırmak amacıyla yapılan ölçme ve gözlemlerle hazırlanır. Yetiştirme ortamı envanteri haritası ise bu iki haritanın birleşmesi ile oluşturulur. **Ağaç serveti ve artım envanteri** ise dikili ağaçların hacim ve hacim artımının ağaç türlerine, çap ve kalite bakımından dağılımının hacim veya ağırlık olarak belirlenmesidir. **Biyoçeşitlilik envanteri;** planlama alanında bulunan yaban hayvanları, bitkisel türler ve genetik çeşitlilik gibi konular hakkında sayısal veriler toplanarak dağılımlarının harita üzerinde gösterilmesi işlemlerini kapsar. **Odun Dışı Orman Ürünleri Envanteri;** plan alanında bulunan; sürgün, yaprak, reçine, sığla yağı, su, maden gibi mineral kökenli varlıkların miktar, alan ve hacim olarak dağılımlarının tespit edilmesidir. **Orman Ürün Dışı Fonksiyonlarının envanteri;** plan alanı içinde kendiliğinden oluşan fayda ve fonksiyonları bilimsel yöntemle ve sosyal

katılımcılıkla ortaya koymak için yapılan ölçme ve haritalanma işlemidir. **Sosyoekonomik Durum Envanteri**; plan alanında bulunan ormanların sosyoekonomik yönden sahip olduğu durumları ve kısıtlayıcı faktörleri tespit ederek amenajman planının uygulanması için işletme kaynaklarından ve diğer kaynaklardan bilgi toplama işlemlerini kapsar. **Sağlık Envanteri**; böcek zararlıları, yangın, çığ, don, heyelan gibi canlı ve cansız olaylardan meydana gelen zararlar hakkında bilgi toplama işini kapsar(OGM 2011).

1.2. Ormancılıkta Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, cisimlerden belli bir mesafede uzaklıkta olan ölçüm aletleri ile temas olmaksızın yapılan bilgi edinme bilimidir(Maktav/Sunar, 1991; Ateşoğlu 2003). Son dönemlerde hızla tükenen orman kaynaklarımız için ormanlarımızı daha iyi yönetip korumamız gerekmektedir. Bunun için de çok iyi planlama yapılmalıdır. İyi planlar için de gerekli bilgiler güvenilir olmalıdır. Ormancılık çalışmalarında gerekli olan bilgileri yersel ölçümlerle yapılabildiği gibi uzaktan algılama yöntemleri ile de yapılabilmektedir. Yersel ölçümler daha geniş alanlarda bilgi toplamak için maddi açıdan ve daha uzun zaman alacağı için uzaktan algılama yöntemleri tercih edilmelidir(Yener vd., 2006).

Geniş arazi parçaları hakkında bilgi sistemleri oluşturma aşamasında kullanılan ve hızlı bir veri toplama yöntemi olan uzaktan algılama verileri orman amenajmanına büyük katkılar sağlamaktadır. Arazi kullanım sınıflarının tespit edilmesinde; uydu verileri, hava fotoğrafları ve uçak tarayıcıları yardımı ile farklı doğruluk derecelerinde, değişik sınıflandırma yöntemleri yapılmaktadır. Ekosistem için bitki örtüsünü tespit etmek ne kadar önemliyse tespit edilen ağaç veya bitki türlerinin kendi aralarında zamanla olan değişim ve karışımların tespit edilmesi de önemlidir. Arazi örtüsü kendi içinde gruplara ayrılmakta ve gerektiğinde yapılacak analizlerde kolaylık sağlamaktadır. Uzaktan algılama süreci; problemin belirlenmesi, verilerin depolanması, verilerin analizi ve bilgi sistemlerine verilerin aktarılması aşamalarından oluşmaktadır. Çünkü amenajman planları için öncelikle konumsal veriler elde edilmeli ve bu verilerin çoğu da uzaktan algılama yöntemiyle elde edilmektedir. Örneğin; yeterli nitelikteki bir hava fotoğrafı sayesinde plan ünitesinde ormanlık alanlarla orman olmayan alanların tespiti, alanda ki ağaçların türü, gelişim çağları, bonitet ve kapalılık dereceleri gibi meşcere özellikleri tespit edilerek bu bilgiler doğrultusunda meşcere haritaları düzenlenebilmektedir. UA ve CBS birlikte kullanılarak

gerekli analizleri bilgisayar ortamında yapılmalıdır. UA' nın asıl görevi CBS ortamına veri sağlamak ve bu verilerin işlenmesiyle oluşan harita ve görüntüleri CBS ortamında değerlendirilmesini sağlamaktır. Oluşan haritalar güncellenip üzerinde analizler yapılabilmekte ve bu sayede doğal kaynaklara ait planlar sağlıklı yapılmaktadır (Köse vd., 2002).

1.2.1. Göktürk-2 uydusu

TÜBİTAK, UZAY, TAI işbirliği ile geliştirilen Göktürk-2 uydusu 18 Aralık 2012 tarihinde Çin'in Jiuquan Fırlatma Üssü'nden uzaya fırlatılmıştır. Yapımı Türk mühendislere ait olan uydu Türkiye'de yüksek çözünürlüklü görüntü alması için üretilen ilk uydudur(URL-2, 2017).Göktürk-2 uydusu bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 olmak üzere dört banda sahiptir. Uydunun teknik özellikleri detaylı olarak aşağıdaki çizelge 1.' de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Göktürk-2 Uydusunun Teknik Özellikleri(Atak vd., 2015)

Yörünge	Güneş eş zamanlı ve 98.2° eğimli yörünge
Yörünge Yüksekliği	685 km
Periyodu	98 dakika 20 saniye
Dünya etrafındaki günlük tur sayısı	14-15 adet
Yükseliş yerel zamanı	10.30(yerel zaman)
Günlük yer istasyonuna temas süresi	60 dakika(gece+gündüz)
Uydu kütlesi	409 kg
Depolama kapasitesi	8 GB
Mekansal çözünürlük	Siyah-beyaz: 2.5 m, Renkli(RGB):5 m, NIR:5 m
Radyometrik çözünürlük	11 bit
Zamansal çözünürlük	+/-5° çekim açısı 11 gün, +/-30° çekim açısı 2-3 gün
Spektral çözünürlük	Pan:0.42-0.75µm, Blue: 0.422-0.512µm Red:0.596-0.75µm, Green: 0.5-0.584µm NIR:0.762-0.894µm, SWIR: 0.8-1.7µm
Tasarlanan görev ömrü	5 yıl

2.2. Materyal ve Yöntem

2.2.1. Materyal

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde;

- Başlangıçta yerleri sistematik 200x200 metre aralık mesafe ile 90 adet örnek alan olarak belirlenen, ancak 2016-2017 yılında yapılan envanter aşamasında 29 adet örnek alanın bir kısmı bozuk ve bir kısmı açık alana düşmesi nedeniyle bu örnek alanlarda ölçüm yapılamaması nedeniyle alınan 61 adet örnek alana ilişkin envanter karnesi verileri ve örnek alana ilişkin diğer bilgiler
- ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı orman amenajmanı meşcere haritası
- 2014 tarihli Göktürk-2 uydu görüntüsü
- 1/25.000 ölçekli Çankırı G30c3 ve Çankırı H30b2 paftaları materyal olarak kullanılmıştır.

2.3. Yöntem

2.3.1. Örnek alanlara ilişkin değerlendirmeler

Çalışma alanında envanter aşamasında alınan toplam 61 örnek alana ilişkin envanter karneleri verilerinden yararlanılarak her bir örnek alana ilişkin olarak bazı meşcere parametreleri (meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu) örnek alan bazında hesaplanmıştır. Meşcere parametrelerine ilişkin olarak hesaplanan bu değerler örnek alan büyüklüğüne (400, 600 ve 800 m²) bağlı olarak hektara çevrilmiştir.

Örnek alanlarının hacminin belirlenmesinde; Şenyurt tarafından geliştirilmiş ve aşağıda denklemi yer alan tek girişli ağaç-hacim denklemi kullanılmıştır. Bunun için her bir örnek alandaki ağaçların hacimleri hesaplandı. Örnek alan içinde yer alan ağaçların hacimlerinin toplanmasıyla örnek alanın hacmi hesaplandı. Daha sonra hektara çevirme katsayısıyla çarpılarak hektardaki hacim hesaplandı.

$$(V = 0.0002918 \cdot d^{2.1513}) \quad (1)$$

Örnek alanların göğüs yüzeyinin belirlenmesinde ise aşağıda yer alan formül kullanılmıştır.

$$G = \frac{10000}{a} \cdot \frac{\pi}{4} \sum d_i^2 \quad (2)$$

Denklemden;

G=Göğüs yüzeyi(m²/ha)

A=örnek alan büyüklüğü (m²)

d_i=örnek alan içindeki her bir ağacın d_{1.30}çapı

Ağaç sayısını ilişkin veriler ise örnek alandaki ağaç sayısı hesaplanmış ve hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak bulunmuştur.

Örnek alanlara ilişkin orta çap, göğüs yüzeyi orta ağacının çapı olarak aşağıda formül ile hesaplanmıştır.

$$dg = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} \quad (3)$$

Formülde, dg; göğüs yüzeyi orta ağacının çapı, d; örnek alandaki her bir ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı ve N; örnek alandaki ağaç sayısı

Örnek alanlara ilişkin orta boy, göğüs yüzeyi orta ağacının boyu olarak hesaplanmıştır.

2.3.2. Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin değerlendirmeler

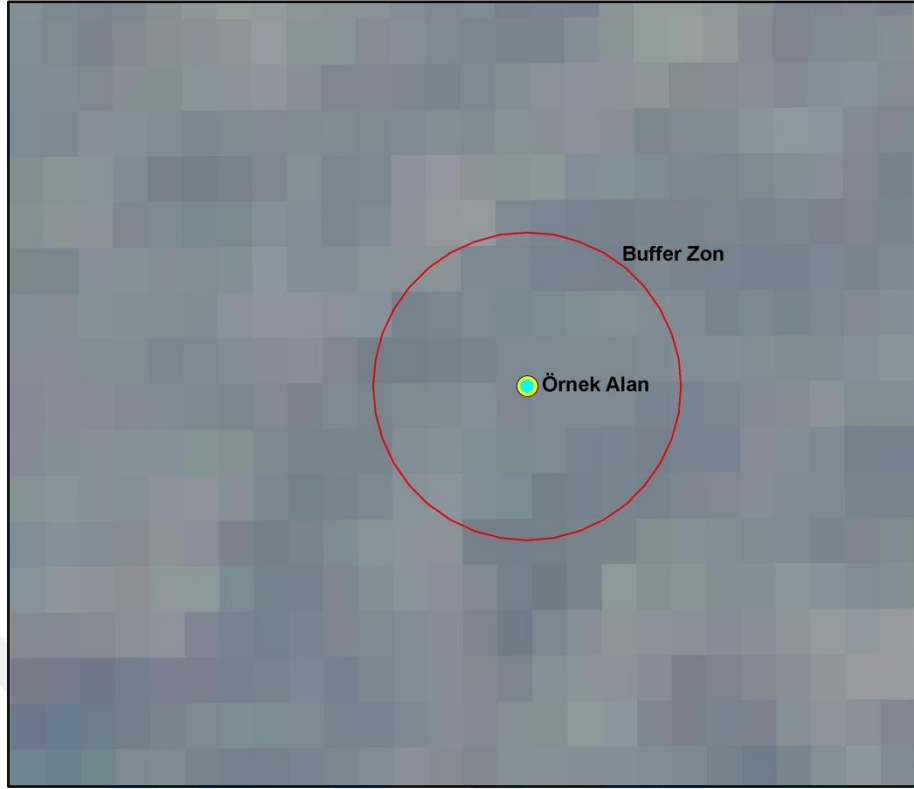
2.3.2.1. Göktürk-2 uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesi

Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinde çalışma alanı olarak seçilen ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanının kapladığı alan, sayısallaştırılmış sınırı kullanılarak gerekli geometrik düzeltmeler yapılmıştır. Geometrik düzeltme işlemi, orijinal uydu verisindeki eğilme bütümlerinin giderilerek harita düzeninde kullanımına yardımcı olmaktadır. Dijital ortamdaki uydu verileri, görüntü sistemi, uydu yörüngesi ve dünyanın dönmesinden

meydana gelen bozulmalardan dolayı analitik olarak tanımlanmış dönüşümlerle yapılamaz. Bu nedenle, dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile belirlenir. Bunu manuel(elle) olarak belirlenen ve hem görüntüde hem de çalışılan projeksiyon sisteminde çok sayıda kontrol noktalarına ihtiyaç duyulur. Bunlar yer kontrol noktaları(YKN) olarak adlandırılır. Geometrik düzeltme işleminin yapılabilmesi için öncelikle uydu görüntüsünün dönüştürüleceği koordinat sistemi için datum ve yer kontrol noktaları belirlenmelidir. Bu çalışmada yer kontrol noktaları Google earth üzerinden seçilmiştir. Bu işlem için yol kesişimleri, yol-dere kesişimleri gibiyapay detaylar YKN olarak seçilmiştir. YKN'lerinin seçiminde, noktaların görüntü üzerine homojen olarak dağılmasına dikkat edilmiştir. Uzaktan algılama verilerinin geometrik dönüşümünde maksimum karesel ortalama hata (RMS) miktarı 0.5 piksel olarak kabul edilir (Jensen 1996, Armstonet *al.* 2002, Çakır 2006). RMS hatası 1pikselden aşağı olacak şekilde Göktürk-2 uydu görüntüsünün geometrik düzeltmesi yapılmıştır.

2.3.2.2. Göktürk-2 uydu görüntüsünden bant parlaklık değerlerinin elde edilmesi

Göktürk-2 uydu görüntüsüne ait bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 bantları birleştirilerek görüntü bir bütün haline getirilmiştir. Uydu görüntüsü üzerine, x ve y koordinat değerleri girilerek sayısal hale getirilen örnek alanlar atılmıştır. Her bir örnek alana ilişkin olarak Göktürk-2uydu görüntüsünün ilgili bantlarındaki parlaklık değerleri hesaplanmıştır. Uydu görüntüsü üzerinde örnek alanlara ilişkin olarak parlaklık değerlerinin elde edilmesinde aşağıdaki yol izlenmiştir. Uydu görüntüsü üzerine örnek alan büyüklüğünün yarıçapı kadar büyüklükte buffer zonları atılmış ve bu bufferzonları içerisinde yer alan piksellerin ortalaması alınarak örnek alanlara ilişkin parlaklık değerleri hesaplanmıştır (Örneğin; örnek alan büyüklüğü 400 m² olan örnek alanlarda yarıçap uzunluğu=11.28 m'dir). Yapılan bu işlemin şekilsel olarak gösterimi Şekil2.2.'de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında ErdasImagine(2002) ve ArcGIS yazılım programlarından yararlanılmıştır.



Şekil 2.2 Uydu görüntüsü üzerinde örnek alanlara atılan buffer zonlara ilişkin bir görünüm

2.3.2.3. Göktürk-2 uydu görüntüsünden vejetasyon indis değerlerinin elde edilmesi

Göktürk-2 uydu görüntüsünün ilgili bantlarından elde edilen bant parlaklık değerlerinden yararlanılarak her bir örnek alana ilişkin vejetasyon indis değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan vejetasyon indis değerleri ve bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan formüller Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Vejetasyon indis değerleri ve formülleri

Vejetasyon İndisleri	Formül	Kaynak
NDVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3})$	Rouse et al. (1974)
SR	$(\text{Bant 4}) / (\text{Bant 3})$	Jordan (1969)
DVI	$(\text{Bant 4}) - (\text{Bant 3})$	Clevers (1988)
SAVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) * (1 + L) / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3} + L)$	Huete (1988)
IPVI	$\text{Bant 4} / (\text{Bant 4} + \text{Bant 3})$	Crippen (1990)
EVI	$(\text{Bant 4} - \text{Bant 3}) / (\text{Bant 4} + C1 * \text{Bant 2}) - (C2 * \text{Bant 2} + L) * (1 + L)$	Huete et al. (1999)

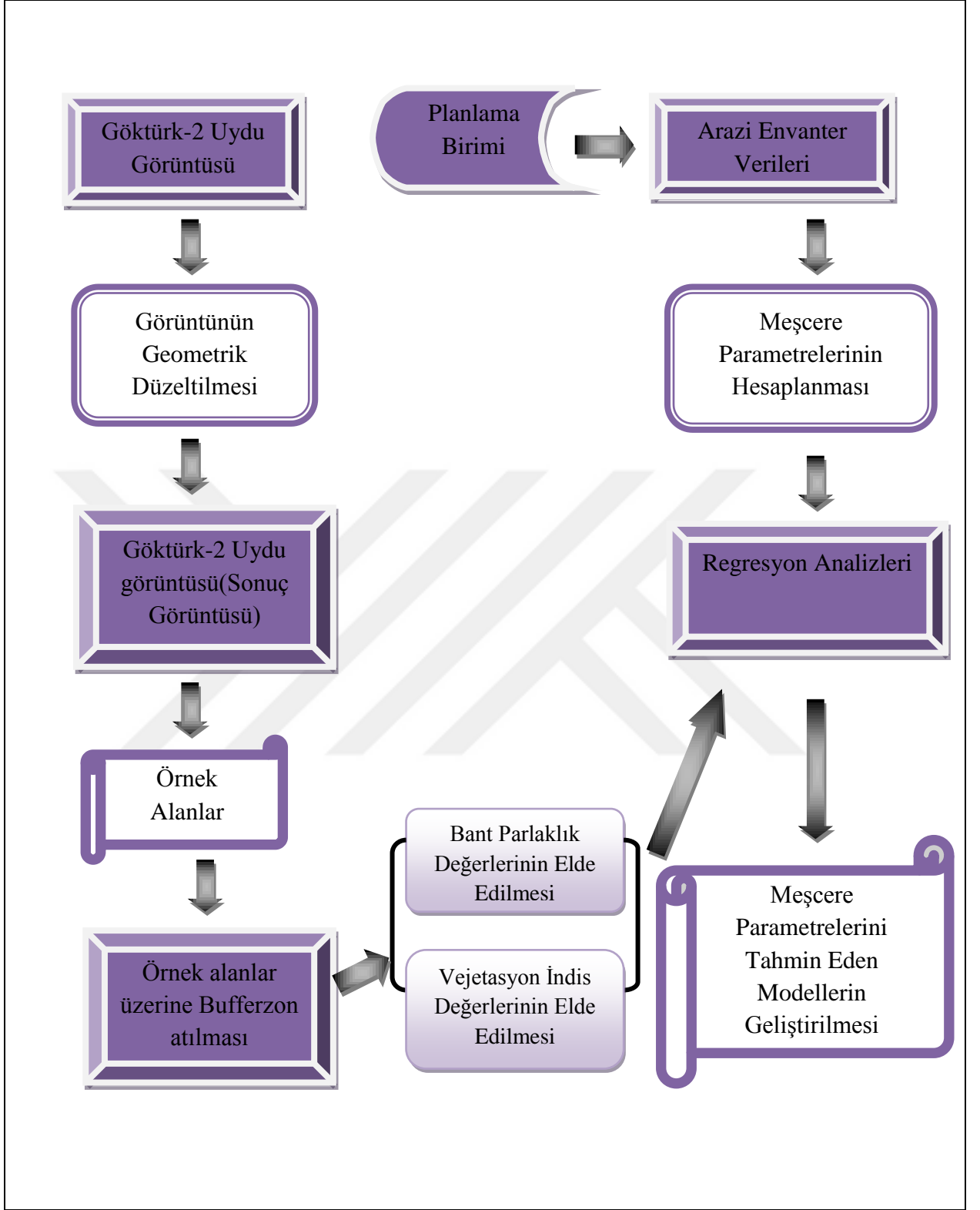
NDVI: Normalize Edilmiş Bitki İndeksi, NR: NIR-RED, DVI: Bitki Ayrım İndeksi, SAVI: Toprak Etkisi Azaltılmış Vejetasyon İndeksi, IPVI: Kızılötesi yüzde vejetasyon indeksi, EVI: Gelişmiş Vejetasyon İndeksi
L=0.5 C1=6.0 C2=7.5

2.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı ile Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin bant parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indis değerleri arasındaki istatistiksel ilişkileri modellemek üzere, çoğul regresyon analizi kullanılmıştır. Çoğul regresyon modellerinde; tahmin edilmek istenen bağımlı değişken; meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı iken, bağımsız değişken ise; Göktürk-2 uydu görüntüsüne ait dört bantın parlaklık değerleri (bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4) ile bu bantların kullanımıyla elde edilen vejetasyon indis (NDVI, SAVI, SR, DVI, EVI ve IPVI) değerleridir. Meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi ve ağaç sayısını çeşitli parlaklık değerlerine ilişkin bant ve vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden regresyon model yapısı aşağıda verilmiştir. Modellerin oluşturulmasında SPSS (15.0) istatistik paket programından yararlanılmıştır.

$$\text{Meşcere Parametreleri} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (4)$$

Denklemden $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ denklem parametreleri. X_1, X_2, \dots, X_n Göktürk-2 uydu görüntüsünden elde edilen parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indislerine ilişkin değerleri, ε ise model hatasını ifade etmektedir. Göktürk-2 uydu görüntü verisinde %95 güven düzeyi için farklı bantların ve vejetasyon indislerinin kombinasyonlarının üzerinden istatistiksel olarak anlamlı model seçenekleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Göktürk-2 uydu görüntüsü yardımıyla meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine yönelik çalışmada kullanılan kavramsal çerçeve Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Kavramsal Çerçeve

3. BULGULAR

3.1. Örnek Alanlara İlişkin Bulgular

Her örnek alana ait meşcere parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Örnek alanlara ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerler

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Dg	61	14.46	33.00	23.0410	4.95729
G	61	6.64	73.58	27.6809	12.48593
N	61	200.00	1500.00	686.6120	283.56620
V	61	38.95	451.71	169.2594	78.37001
Hg	61	8.66	12.17	10.4318	.93188

3.2 Göktürk-2 Uydu Görüntüsüne İlişkin Bulgular

61 örnek alan için Göktürk-2 uydu görüntüsünün ilgili bantlardaki parlaklık değerleri ve bantların kullanımı ile hesaplanan vejetasyon indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Örnek alanlara ilişkin bant parlaklık indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
Bant 1	61	188.00	277.00	222.0820	23.38610
Bant 2	61	173.00	224.00	193.2459	13.32373
Bant 3	61	306.00	358.00	325.0164	13.69975
Bant 4	61	469.00	692.00	562.7377	39.18754

Çizelge 3.3 Örnek alanlar için hesaplanan vejetasyon indis değerlerine göre tanımlayıcı istatistiki değerler

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
NDVI	61	0.30	0.51	0.4340	0.04924
SR	61	1.87	3.12	2.5591	0.29902
DVI	61	232.00	447.00	340.5738	44.13179
IPVI	61	0.65	0.76	0.7170	0.02462
EVI	61	-2.55	-0.76	-1.2813	0.28498
SAVI	61	0.60	1.03	0.8669	0.09836

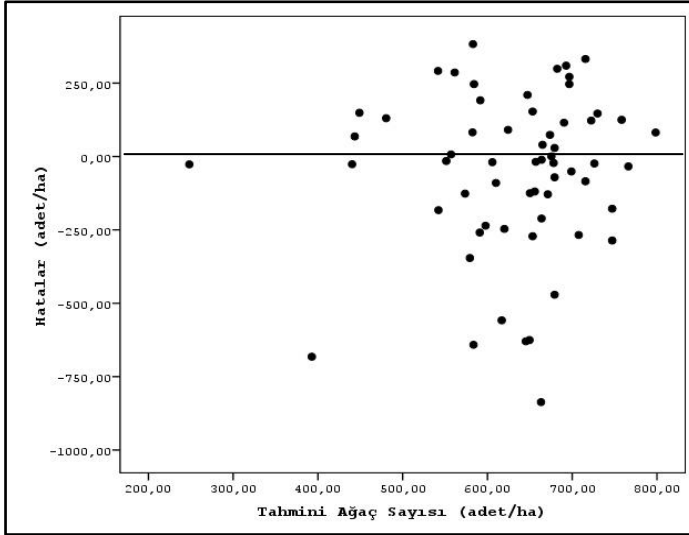
3.3 Regresyon Modellerine İlişkin Bulgular

Göktürk-2 uydu görüntüsünden her bir örnek alana ilişkin olarak elde edilen bant parlaklık değerleri ve bant parlaklık değerleri kullanılarak hesaplanan vejetasyon indis değerleri ile meşcere parametreleri arasındaki ilişkiler çoklu regresyon analizi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her bir meşcere parametresine ilişkin olarak hem bant parlaklık değerlerinden hem de vejetasyon indis değerlerinden elde edilen modeller Çizelge 3.4.–3.10.’da verilmiştir. Ayrıca her bir modele ilişkin olarak elde edilen hata grafikleri de Şekil 3.1–3.13’de verilmiştir.

Çizelge3.4 Ağaç sayısını bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	5658.245	4.410	0.000
Bant3	32.7284	-3.482	0.001
Bant4	29.0266	3.011	0.004
$R^2=0.221$ $Sy.x=172.918$			

Ağaç sayısını bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini ağaç sayısına göre değişimi Şekil 3.1’ de verilmiştir.

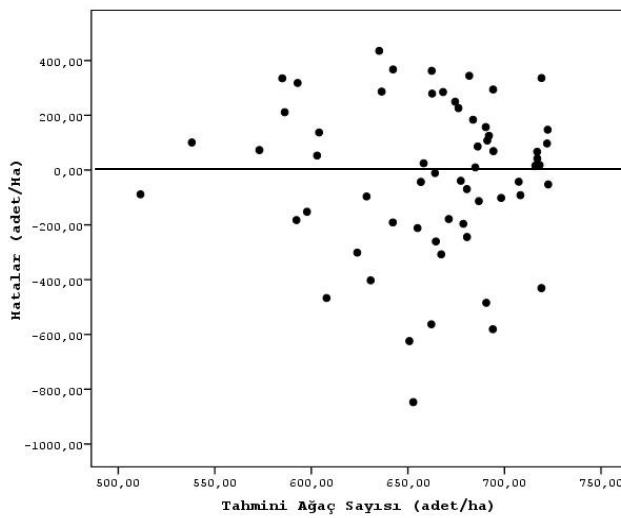


Şekil 3.1 Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi

Çizelge3.5 Ağaç sayısını vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	450.8477	2.423	0.024
EVI	150.2900	2.898	0.008
NDVI	929.0304	2.323	0.029
		$R^2=0.292$	$Sy.x=84.1182$

Ağaç sayısını vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini ağaç sayısına göre değişimi Şekil 3.2’ de verilmiştir.

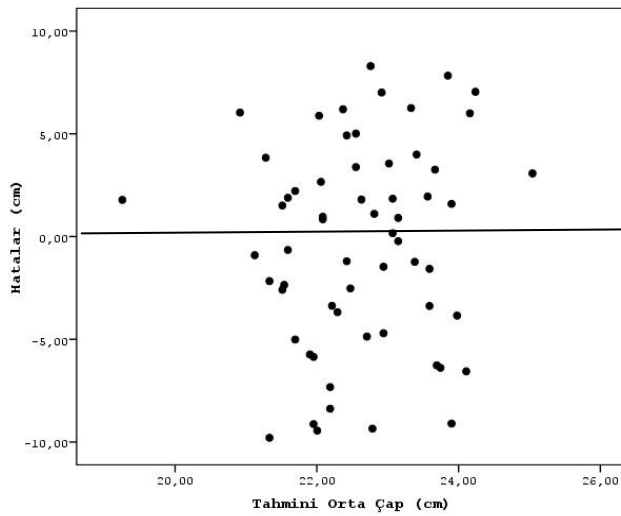


Şekil 3.2 Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini ağaç sayısı ilişkisi

Çizelge3.6 Meşcere orta çapının bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	37.2129	5.907	0.000
Bant4	-0.02595	-0.373	0.025
$R^2=0.114$ $Sy.x=2.71347$			

Meşcere orta çapının bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta çapına göre değişimi Şekil 3.3' de verilmiştir.

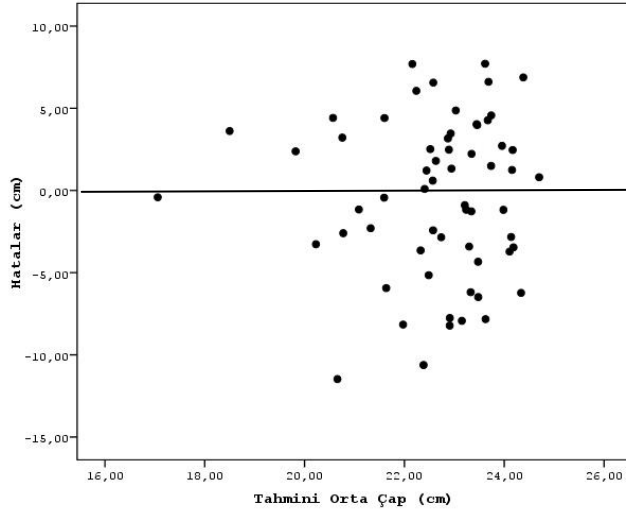


Şekil 3.3 Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi

Çizelge3.7 Meşcere orta çapının vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	18.0832	4.532	0.000
EVI	8.1043	3.753	0.001
DVI	0.04387	2.634	0.013
$R^2=0.266$ $Sy.x=2.5406$			

Meşcere orta çapının vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta çapına göre değişimi Şekil 3.4' de verilmiştir.

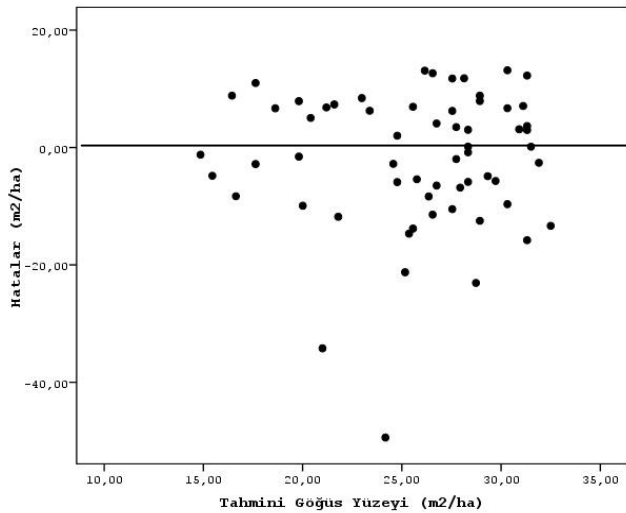


Şekil 3.4 Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta çap ilişkisi

Çizelge3.8 Meşcere göğüs yüzeyini bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	69.7703	7.662	0.000
Bant1	-0.19826	-4.882	0.000
$R^2=0.352$ $Sy.x=6.3739$			

Meşcere göğüs yüzeyinin bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere göğüs yüzeyine göre değişimi Şekil 3.5’ de verilmiştir.

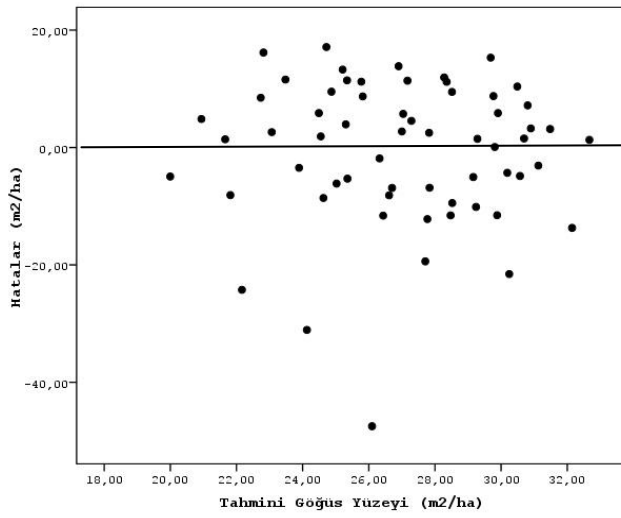


Şekil 3.5 Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi

Çizelge3.9 Meşcere göğüs yüzeyini vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	1.18203	0.183	0.024
SR	10.0865	4.049	0.000
$R^2=0.363$ $Sy.x= 4.3472$			

Meşcere göğüs yüzeyinin vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere göğüs yüzeyine göre değişimi Şekil 3.6' da verilmiştir.

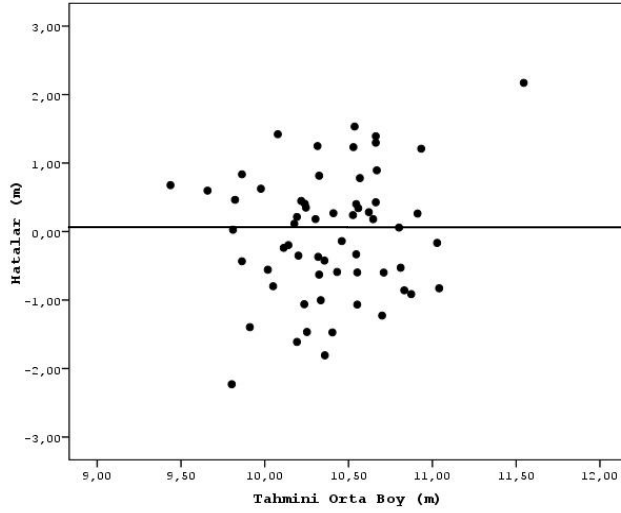


Şekil 3.6 Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini göğüs yüzeyi ilişkisi

Çizelge3.10 Meşcere orta boyu bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	-4.0153	-0.713	0.042
Bant2	-0.1483	-3.520	0.001
Bant3	0.13250	3.180	0.003
$R^2=0.273$ $Sy.x= 0.4868$			

Meşcere orta boyunun bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta boyuna göre değişimi Şekil 3.7' de verilmiştir.

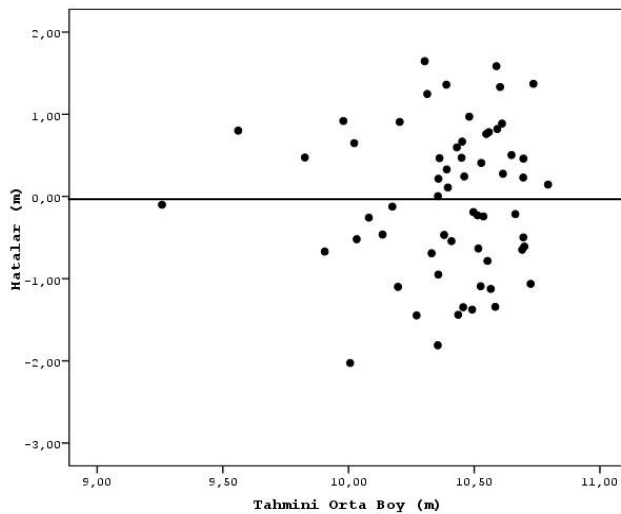


Şekil 3.7 Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi

Çizelge3.11 Meşcere orta boyu vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	9.5388	12.481	0.000
EVI	1.6219	3.924	0.000
DVI	0.00861	2.700	0.011
$R^2=0.288$ $Sy.x=0.4866$			

Meşcere orta boyunun vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere orta boyuna göre değişimi Şekil 3.8' de verilmiştir.

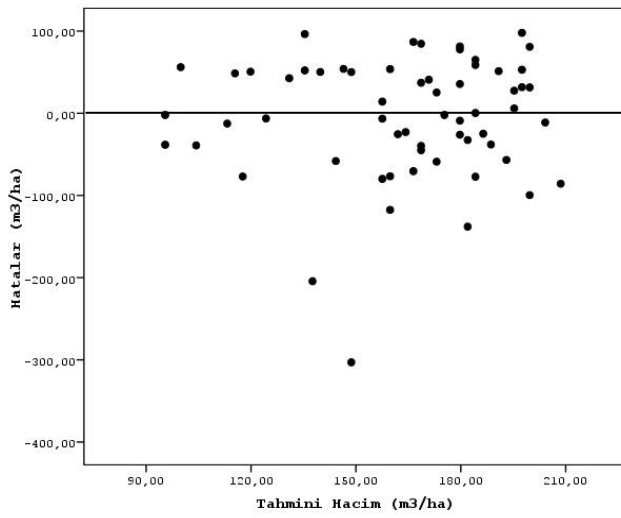


Şekil 3.8 Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini orta boy ilişkisi

Çizelge3.12 Meşcere hacmini bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	592.3121	6.274	0.000
Bant2	-2.2182	-4.581	0.000
$R^2=0.298$ $Sy.x=45.61095$			

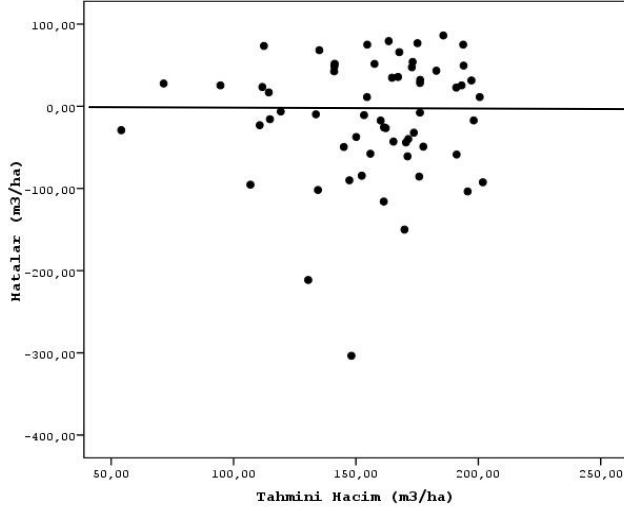
Meşcere hacminin bant parlaklık değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere hacmine göre değişimi Şekil 3.9' da verilmiştir.



Şekil 3.9 Bant parlaklık değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi

Çizelge3.13 Meşcere hacmini vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	t hesap	P
Sabit katsayı	30.1036	0.631	0.021
SR	100.5016	4.917	0.000
EVI	102.10778	4.864	0.000
$R^2=0.442$ $Sy.x=37.03$			



Şekil 3.10 Vejetasyon indis değerlerini esas alan modelle elde edilen hatalar-tahmini hacim ilişkisi

Meşcere hacminin vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden modelle elde edilen hataların, tahmini meşcere hacmine göre değişimi Şekil 3.10’ da verilmiştir. Şekil 3.1-10 incelendiğinde, hataların belirli bir trend göstermeyen, dengeli ve tesadüfi bir dağılım gösteren bir yapı sergilemektedir.

4. TARTIŞMA

Literatürde, meşcere parametrelerinin tahmin edilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde; yüksek ve orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin de kullanıldığı görülmektedir. Greenberg et al. (2005) tarafından yapılan çalışmada; IKONOS uydu görüntüsünden yararlanılarak elde edilen tepe gölgesi ile göğüs çapı arasındaki regresyon ilişkisinin korelasyon katsayısı 0.67 olarak bulunmuştur. Kayitakire et al. (2006) tarafından yaptığı çalışmada; IKONOS uydu görüntüsü kullanılarak, göğüs yüzeyi ile spektral özellikler arasında olan ilişkinin korelasyon katsayısı 0.59 bulunmuştur. Lebouefet et al. (2007) tarafından yapılan çalışmada; QuickBird uydu görüntüsü ile Kanada'da bulunan Kuzey Siyah ladin orman alanlarında ağaç gölge boyları ile biyokütle arasındaki ilişki regresyon teknikleri ile incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre $R^2 = 0.84$ değeri bulunmuştur. ASTER uydu verisi kullanılarak Gebreslasie et al. (2010) tarafından ağaçlandırma sahalarında yaptığı çalışmada meşcere parametrelerini (göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy) tahmin etmeyi hedeflemiştir. Göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy için sırasıyla R^2 değerleri; 0.67, 0.81 ve 0.52 olarak bulunmuştur. Worldview-2 uydu verisi kullanarak Özdemir and Karnieli (2011) yapmış oldukları çalışmada; ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve meşcere hacim değerlerini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, ağaç sayısı için $R^2 = 0.35$, göğüs yüzeyi için $R^2 = 0.54$ ve meşcere hacmi için $R^2 = 0.42$ değerleri bulunmuştur. QuickBird-2 uydu görüntüsü kullanılarak Gomez et al. (2012) tarafından yapılan çalışmada; sınıflandırma ve regresyon ağaç modelini kullanarak ortaçap, ağaç sayısı ve göğüs yüzeyi ile uydu görüntüsü arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma sonunda elde edilen model doğrulukları sırasıyla $R^2 = 0.8$, $R^2 = 0.46$ ve $R^2 = 0.7$ olarak bulunmuştur. Pan-sharpaned IKONOS uydu verisi kullanarak Günlü et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada; uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerleri ve vejetasyon indis değerleri ile yersel ölçümlerle elde edilen göğüs yüzeyi, meşcere hacmi ve üst boy değerleri arasındaki ilişkileri çoklu regresyon analizleri ile tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmanın sonucuna bakıldığında göğüs yüzeyi için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 bağımsız değişkenlerinin olduğu modelde $R^2 = 0.43$ bulunmuş, DVI ve EVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde $R^2 = 0.59$ değeri bulunmuştur. Meşcere hacmi için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 1, bant 2, bant 3 ve bant 4 bağımsız değişkenlerinin olduğu modelde $R^2 = 0.41$, DVI ve EVI vejetasyon indislerinin

bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde $R^2 = 0.55$ değeri bulunmuştur. Üst boy için uydu görüntüsünün bant parlaklık değerlerine göre bant 2 ve bant 4'ün bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde $R^2=0.45$, DVI, EVI ve SAVI vejetasyon indislerinin bağımsız değişken olarak bulunduğu modelde $R^2=0.57$ değerleri bulunmuştur.

Göktürk-2 uydusuyla yapılan bazı çalışmalarla bu çalışma arasındaki farklar aşağıda karşılaştırılmıştır.Çil (2014) sarıçam meşcerelerinin fazla olduğu Kelkit(Gümüşhane) ve göknar meşcerelerinin fazla olduğu İğdir(Kastamonu) orman işletme şefliklerinden seçilen alanlarda yapılan çalışmada; milli uydularımız Rasat, Göktürk-2 ve dijital hava fotoğrafları ile Landsat-8 ve Worldview-2 uydu verileri kullanılarak ağaç sayısı, hacim ve göğüs yüzeyi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucuna göre ağaç sayısı, hacim ve göğüs yüzeyi için oluşturulan modellerde en yüksek tahminleri veren uydu görüntüsü Landsat-8 uydusu olmuştur. Kelkit çalışma alanı için göğüs yüzeyi ve hacim için düzeltilmiş belirtme katsayıları sırasıyla 0.49 ve 0.50 bulunmuş, İğdir çalışma alanı için ise 0.43 ve 0.48 değerleri bulunmuştur. Spot-4 uydu görüntüsünün kullanarak Günlü et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada; uydu görüntüsü kullanılarak ağaç sayısı ve meşcere hacmi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ağaç sayısı için bant 1, bant 3, SR, DVI, NLI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin bulunduğu model $R^2=0.62$ bulunmuştur. Meşcere hacmi bant 1, bant3, SR, DVI, SAVI, EVI ve IPVI bağımsız değişkenlerinin olduğu model $R^2=0.67$ değeri bulunmuştur.

Bu çalışma kapsamında, Göktürk-2 uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerlerini kullanarak meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısına ilişkin elde edilen model sonuçları ile Çil(2014) tarafından yapılan çalışmada(Göktürk-2 uydu görüntüsü ilişkin)bant parlaklık değerlerini kullanarak elde edilen model sonuçları karşılaştırıldığında; elde edilen başarı oranlarının %50'nin altında olduğu görülmektedir. Çil (2014) tarafından yapılan çalışmada; Kelkit araştırma alanında ağaç sayısına ilişkin R^2 değerini 0.20 ve göğüs yüzeyi ile meşcere hacmine ilişkin R^2 değerini %10'un altında bulunmuştur. Diğer çalışma alanı olan İğdir araştırma alanında ise R^2 değeri 0.19 ve göğüs yüzeyi ile meşcere hacmine ilişkin R^2 değerini %10'un altında ve göğüs yüzeyine ilişkin R^2 değeri 0.14 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada Göktürk-2 uydu görüntüsü ile meşcere hacmi ve göğüs yüzeyi ilişkin elde edilen modellerin başarı oranının Çil(2014) tarafından yapılan çalışmada elde edilen modellerin başarı oranlarından yüksek olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte ağaç sayısına ilişkin model başarı oranlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Bulut et.al. (2016) tarafından Göktürk-2 uydu görüntüsünü kullanarak bazı meşcere parametrelerini tahmin etmeye yönelik yaptığı çalışmada; Göktürk-2 uydu görüntüsü bant parlaklık değerleri ile vejetasyon indis değerlerinin kullanılarak elde edilen tahmin sonuçlarına göre bant parlaklık değerleri ile elde edilen model sonuçları daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bant parlaklık değerlerine göre meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı için belirtme katsayıları sırasıyla 0.61, 0.50 ve 0.31 değerleri bulunmuştur. Yapılan bu çalışma da meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı vejetasyon indis değerlerine göre tahmin eden en iyi model sonuçlarına göre belirtme katsayıları sırasıyla 0.298, 0.352 ve 0.221 değerleri bulunmuştur. Bant parlaklık değerleri için karşılaştırma yaptığımızda bu sonuçlara göre Bulut (2016) da yapılan çalışmanın daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Çil vd. (2015) tarafından Tetik Orman İşletme Şefliği sınırları içinden alınan 160 örnekleme alanından elde edilen bazı meşcere parametreleri ile Göktürk-2, Rasat ve Landsat8 uydu görüntüleri ile dijital kamera ile çekilmiş hava fotoğrafları arasındaki ilişkiyi regresyon analizleri ile ortaya koymuştur. Göktürk-2 uydu görüntüsü piksel değerleri kullanılarak yapılan regresyon analizi sonucunda en iyi tahmin sonucunu veren değer 0.54 belirtme katsayısı ile ağaç sayısında olmuştur. Bu çalışmada ise ağaç sayısı için vejetasyon indis değerleri ile yapılan regresyon analizleri sonucunda en iyi tahmin sonucunu veren belirtme katsayısı 0.292 bulunmuştur.

Özkal (2017) tarafından, Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak meşe ve sahil çamı meşcerelerinde meşcere hacmi, göğüs yüzeyi ve ağaç sayısının tahmin etmeye yönelik yapılan çalışmada; meşe meşcerelerinde meşcere hacmi için R^2 değerini 0.08, göğüs yüzeyi için 0.16 ve ağaç sayısı için ise 0.27 olarak bulmuştur. Aynı çalışmada, sahilçamı meşcerelerinde ise meşcere hacmi için R^2 değerini 0.36, göğüs yüzeyi için 0.27 ve ağaç sayısı için ise 0.42 bulmuştur.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada Göktürk-2 uydu görüntüsü yardımı ile meşcere hacmi, meşcere göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu tahmin edilmeye çalışılmıştır. ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında alınan 61 örnek alanda, yersel ölçümlerle meşcere göğüs yüzeyi, meşcere hacmi, meşcere orta çapı ve meşcere orta boyu belirlenmiştir. Daha sonra alınan örnek alanların koordinat değerlerinden yararlanılarak Göktürk-2 uydu görüntüsü üzerinden parlaklık değerleri ile vejetasyon indis değerleri hesaplanmış ve meşcere parametreleri ile arasındaki ilişki çoğul regresyon analiziyle ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda en iyi tahmin sonucunu veren modeller aşağıda verilmiştir.

- ✓ Meşcere hacmi bant parlaklık değerlerine göre bant 2 bağımsız değişkeninin olduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.298$ $Sy.x=45.61095$)
- ✓ Meşcere hacmi vejetasyon indis değerlerine göre SR ve EVI bağımsız değişkenlerinin bulunduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.442$ $Sy.x=37.03$)
- ✓ Meşcere göğüs yüzeyi bant parlaklık değerlerine göre bant 1 bağımsız değişkeninin bulunduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.352$ $Sy.x=6.3739$)
- ✓ Meşcere göğüs yüzeyi vejetasyon indis değerlerine göre SR bağımsız değişkeninin olduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.363$ $Sy.x=4.3472$)
- ✓ Ağaç sayısı için bant parlaklık değerlerine göre bant 3 ve bant 4 bağımsız değişkeninin olduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.221$ $Sy.x=172.918$)
- ✓ Ağaç sayısı için vejetasyon indis değerlerine göre EVI ve NDVI bağımsız değişkenlerinin olduğu model en iyi tahmin sonucunu vermiştir. ($R^2=0.292$ $Sy.x=84.1182$)
- ✓ Meşcere orta çapı bant parlaklık değerlerine göre bant 4 bağımsız değişkeninin olduğu model en iyi tahmin etmiştir. ($R^2=0.114$ $Sy.x=2.71347$)
- ✓ Meşcere orta çapı vejetasyon indis değerlerine göre EVI ve DVI bağımsız değişkeninin olduğu model en iyi tahmin etmiştir. ($R^2=0.266$ $Sy.x=2.5406$)
- ✓ Meşcere orta boyu bant parlaklık değerlerine göre bant 2 ve bant 3 bağımsız değişkenlerinin olduğu model en iyi tahmin etmiştir. ($R^2=0.273$ $Sy.x=0.4868$)

- ✓ Meşcere orta boyu vejetasyon indis değerlerine göre EVI ve DVI bağımsız değişkenlerinin olduğu model en iyi tahmin etmiştir. ($R^2=0.288$ $Sy.x=0.4866$)

Bu çalışmada; Göktürk-2 uydu görüntüsünden elde edilen bant parlaklık değerleri ve bu bant parlaklık değerlerinin kullanılmasıyla elde edilen vejetasyon indisleri kullanılarak meşcere parametrelerinin tahminine ilişkin modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin başarı düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ağırlıklı olarak parlaklık değerleri yerine yansıma değerlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak söz konusu bu çalışmalarda kullanılan uydu görüntülerine ilişkin yansıma değerlerinin elde edilmesinde yararlanılan yazılım programlarında ilgili modüller yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan ErdasImagine 2014 yazılım programında belli başlı uydu görüntüleri için bu modülü söz konusudur. Diğer bir ifadeyle Göktürk-2 uydu görüntüsüne ilişkin modül yer almamakta ve buna bağlı olarak da bu görüntüye ilişkin atmosferik düzeltme yapılamamaktadır. Bunun sonucunda da yansıma değerleri doğru bir şekilde elde edilememektedir. Gelecek yıllarda bu sorunun ortadan kalkması durumunda yapılacak çalışmalarda yansıma değerlerinin kullanılmasıyla birlikte model başarılarının artırılabilir. Söz konusu bu çalışma karaçam plantasyon sahalarında gerçekleştirilmiş bir çalışmadır. Bu nedenle bu gibi çalışmaların ülkemizin farklı orman ekosistemlerinde yapılarak artırılması gerekmektedir. Bunun sonucunda elde edilecek sonuçlar ışığında Göktürk-2 uydu görüntüsünün ormancılık çalışmalarında özellikle de meşcere parametrelerinin tahmin edilmesinde ne derece başarılı olabileceği sonucu daha ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- Astola. H., Bounsaythip. C., Ahola. J., Häme. T., Parmes. E., Sirro. L. ve Veikkanen. B. Highforest-forestparameterestimationfromhighresolutionremotesensingdata. Proc. 20th ISPRS Congress. Temmuz 2004. Istanbul. Turkey. Bildiriler Kitabı: 335-340.
- Armston, J., D., Danaher, T.J., Goulevitch, B.M. and Byrne M. I. 2002. Geometric correction of Landsat MSS, TM, and ETM+ imagery for mapping of woody vegetation cover and change detection in queenlands, <http://www.nrm.gld.gov.au/slats/pdf/0078anav.pdf>.
- Atak, V.O., Erdoğan, M. ve Yılmaz, A. 2015. Göktürk-2 Uydu görüntüsü testleri(GOKTURK-2 Satellite Imagery Tests). Harita Dergisi, 153.
- Ateşoğlu, A. 2003. Bartın yöresi arazi kullanımındaki değişimin uzaktan algılama verileriyle belirlenmesi. Yüksek lisans tezi.Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Zonguldak
- Ateşoğlu, A. 2009. Farklı Uydu görüntü verileri ile meşcere parametreleri arasındaki ilişkilerin araştırılması(Bartın-Mugada Örneği). Doktora tezi. Bartın Üniversitesi, Başkent. E.Z.. Köse. S.. Kaya. Z..Altun. L.. Terzioğlu. S.. Başkaya Ş.. ve Esser. T., 2004. GEF II.Biyocoşunluluk ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi. Türkiye'de biyocoşunluluğun orman amenajman planlarına entegrasyonu strateji ve tasarımın geliştirilmesi. Trabzon. Son Rapor. 59.
- Başkent. E.Z..Kadıoğulları. A.İ.. Kırış. R.. 2010. Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama(ETÇAP) modelinin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin denetlenmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. Artvin. Bildiriler Kitabı. Cilt:I. 326-336.
- Bilgi. S.. 2007. Fotogrametri ve uzaktan algılamada veri elde etme yöntemlerinin gelişimi ve kısa tarihçeleri.Jeodezi Jeoinmorfasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi. Sayı 96.
- Bulut, A. 2012. Ormanların karbon depolama kapasitesinin üç farklı uydu görüntüsü kullanılarak uzaktan algılama yöntemi ile belirlenmesi(Alacadağ Orman İşletme Şefliği Örneği). Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon
- Bulut. S.. Günlü. A. ve Keleş. S. Estimation of some stand parameters using Göktürk-2 satellite image. Ist International Symposium of Forest Engineering and Technologies(FETEC 2016). 02-04 June 2016. Bursa, Turkey.
- Clevers, J.G.P.W. 1988. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area Index. Remote Sensing of Environment, 25:53-70.doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90041-7](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(88)90041-7).
- Crippen R.E. 1990. Calculating the Vegetation Index Faster. Remote Sensing of Enviroment.34:71-73.doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(90\)90085-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(90)90085-Z).
- Cohon, J.L., 1978. Multiobjective programming and plannig. Academic pres, Inc., ISBN: O-12-178350-2,333 pages, San Diego, California, U.S.A.
- Çakır, G., 2006. Orman amenajman planlanmasında gerekli bilişimin sağlanması için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tekniklerinden yararlanılması, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Çetin. N.. Efendioğlu. M.. ve Zık. T. 1992. Türkiye'de orman amenajmanın dünü ve bugünü. Ormancılığımız da orman amenajmanın dünü bugünü ve geleceğimize ilişkin genel görüşme. 16-19 Kasım. Ankara. Bildiriler Kitabı. 17-28.
- Çil. B., 2014. Bazı meşcere parametrelerinin farklı uydu görüntüleri yardımıyla tahmin edilmesi.Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü.Trabzon.

- Çil, B., Karahalil, U. ve Karlı, F.. Uzaktan algılama verileri yardımıyla bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesi: Kütahya/Tetik planlama birimi örneği. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu. 21-23 Mayıs 2015. Konya.
- Çoban. H.. O.. 2016. Türkiye'nin yer gözlem uydu sistemleri ve ormancılık uygulamalarında kullanılabilirliği. Türkiye Ormancılık Dergisi. 17(1):99-107.
- Dees. M., Pelz. D.R., Koch. B. 1998: Integrating satellite Based forest mapping with Landsat TM in a concept of a Large Scale forest Information system. Photogrammetrie. Fernerkundung. Geoinformation s. 209-220.
- Eraslan, İ., 1982. Orman Amenajmanı, İ. Ü. Basımevi, İstanbul, Dördüncü Baskı, 582.
- Erdas (2002) –*Six the dition*. Erdas LLC, Atlanta, Georgia.
- Fraklın. S.E.:McDermid. G.J. 1993: Empirical relation between digital Spot HRV andcaşispectralresponseandlodgeopolepine(Pinuscontorta) forest stand. Parameters. International Journal of Remote Sensing. 14(12).s.2553-2557.
- Gebreslasie, M.T., Ahmed, F.B. and Van Aardt, J.A.N. 2010. Predicting forest structural attributes Using ancillary data and Aster satellite data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12:23-26.
- Gomez, C., Wulder, M.A., Montes, F. And Delgado, J.A. 2012. Modeling forest structural parameters in the mediterranean pines of central Spain Using QickBird-2 imagery and Classification an regression tree analysis(CART). Remote sensing, 4:135-159.
- Göl, C., Yılmaz, H., ve Ediş, S. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman fakültesi araştırma ve uygulama ormanı topraklarının bazı özellikleri ve sınıflandırması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs 2010. Çankırı. 3:941-952
- Greenberg, J.A., Dobrowski, S.L. and Ustin, S.L. 2005. Shado wallometry: Estimating tree structural parameters using hyperspatial image analysis, Remote sensing of Environment 97, 15-25.
- Günlü. A.. 2009. Yetiştirme ortamı envanterinin doğrudan. Dolaylı ve uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi ve karşılaştırılması. Doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Günlü. A.. Ercanlı. İ.. Başkent. E.Z.. Şenyurt. M.. 2013. Qickbird ve Landsat 7 ETM4 uydu görüntüleri kullanılarak Ayancık-Göldağ Kayın(Fagus Orientalis Lipsky) meşcerelerinde hacim tahmini. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*. 14. 24-30
- Günlü. A.. Ercanlı. İ.. Sönmez. T. and Başkent. E.Z. 2014. Prediction of some stand parameters Using pan-sharpened Ikonos Satellite image. *European Journal of Remote Sensing*. 47:329-342.
- Günlü. A.. Ercanlı. İ.. Keleş. S. and Anlara. H.C. 2015. Modelling of stand Volume and tree density using Spot-4 satellite image: a case Study in Devrez Planning unit. *Int. J. Global Warming*. 7(4): 454-465.
- Günlü. A.. Keleş. S.. Kadioğulları. S.:ve Başkent. E.Z.. Landsat 7 ETM+ uydu görüntüsü yardımıyla arazi kullanımı. Meşcere gelişim çağı ve meşcere kapalılığın tahmin edilmesi; Kastamonu-Kızılcaşu İşletme Şefliği Örneği. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. 26-28 Ekim 2011. Kahramanmaraş. Bildiriler Kitabı: 660-667
- Huete, A.R. 1988. A soil Adjusted vegetation index(SAVI). *Remote Sensing of Environment*. 25:295-309. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X.
- Huete, A.R., Justice, C., van Leeuwen, W. 1999. MODIS Vegetation Index(MOD13) algorithm the oretical basic document(ATBD) version 3.0, EOS Project Office, NASA goddard space flight center, Greenbelt, MD, p.2.
- İnce. K.. 2011. Uzaktan algılama yöntemiyle karbon miktarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- İnan. M. 2004. Orman varlığının saptanmasında uzaktan algılama verileri. Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul

- Jensen, R. J. 1996. Introductory digital image processing, A Remote Sensing Perspective, 2nd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, ISBN 0-13-205840-5, USA, 318s.
- Jordon, C:F. 1969. Derivation of leaf area Index from quality of light on the forest flor. Ecology, 50:663-666.doi:http://dx.doi.org/10.2307/1936256.
- Kahrman. A.. Günlü. A. and Karahalil. U. 2014. Estimation of crown closure and tree density using Landsat TM satellite images in mixed forest stands. 'Journal of the Indian Society of Remote Sensing'. Indian Society of Remote Sensing' Indian Society of Remote Sensing. DOI 10.1007/s12524-013-0355-3.
- Kayitakire, F., Hamel, C. And Defourny, P. 2006. Retrieving forest structure variables Based on image texture analysis and Ikonos-2 imagery. Remote Sensing of Environment, 102:390-401.
- Khorrami. K.R. 2004. Investigation of the potential of Landsat7 ETM+ data in Volume estimating of Beech forest stand(case study: Sangdeh area in north of Iran). M.Sc. Thesis.University of Tehran.Faculty of Natural Resources. 80.
- Koç, A., Yener, H., Yılmaz, O.Y ve Erdin, K. 1997. Yersel çalışmalar ve görüntü işleme teknikleri ile belirlenen arazi kullanımlarının karşılaştırılması, III. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Mayıs, Bursa.
- Lebouf, A.,Beaudoin, A., Fournier, R.A., Guindon, L. Luther. J. E. and Lambert, M.C. 2007. Remote sensing support for National forest inventories. Remote Sensing of Environment, 110(4):488-500.
- Maktav, D., Sunar, F.(1991).Uzaktan algılama-kantitatif yaklaşım,İstanbul.429 s.
- Mohammadi. J. 2007 Investigation on estimation of some Quantitative characteristics using Landsat ETM+ satellite data.M.Sc. Thesis.Gorgan Universty of Agriculture Sciences and Naturel Resources. 78 p.
- Musaoğlu. N.. 1999: Elektro-optik ve aktif mikrodalga algılayıcılarından elde edilen uydu verilerinden orman alanlarında meşcere tiplerinin ve yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenme olanakları.İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Doktora Tezi. İstanbul
- Naseri. F. 2003. Classification of forest type and estimation of Their quantities parameters in arid and semi-arid Region using satellite data(case study: National Park of Khabr-Kerman Province).Ph.D.Thesis.University of Tehran.Faculty of Naturel Resources. 202 s.
- O.G.M.. 2015. Türkiye orman varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara.
- O.G.M.. 2011. Ormancılığın temeli.Orman amenajman planı yapılması.Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- Özgün. M.. 2014. Landsat TM uydu görüntüsü yardımıyla bazı meşcere parametrelerinin tahmin edilmesi.Yüksek lisans tezi.Çankırı Karatekin Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü.Çankırı.
- Özkan. U.. Y.. 2009. Çok kaynaklı orman envanterinin bölgesel bazda uygulanması. Doktora tezi. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.İstanbul.
- Özkan. U.. Y.. 2003. Uydu görüntüleri yardımıyla meşcere parametrelerinin kestirilmesi ve orman amenajmanında kullanılması olanakları.Yüksek lisans tezi.İstanbul Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü.İstanbul.
- Özdemir. İ. ve Mert. A.. 2007. Düzlerçamı kızılçam ormanında Qickbird uydu verileri kullanılarak gövde hacminin tahmini.SDÜ Orman Fakültesi Dergisi. 2. 107-118.
- Özdemir, İ. and Karnieli, A. 2011. 'Predicting forest structural parameters Using the image texture derived from Worldview-2 multispectral imagery in a dryl and forest,

- Israel.' International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 13 701-710.
- Özkal, M.K., 2017. Models of forest inventory for Istanbul forest using air borne Lidar and space borne imagery. Michigan Technological University. Master of science.
- Ün, C., 2006. İstanbul ili orman kaynaklarında meydana gelen zamansal değişimin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Puhr, C.B.;Donoghue, D.N.M.. 2000: Remote Sensing of Upland Conifer Plantations using Landsat TM Data: A case Study from Galloway. South-West Scotland. International Journal of Remote Sensing. Volume 21.Number 4. s. 633-646
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., Harlam, J.C. 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of Natural Vegetation. NASA/GSFC type III. Final report, Greenbelt, MD.
- Köse, S., Çakır, G., Sönmez, T., Sivrikaya, F., 2002. Orman amenajmanında kavramsal açılımlar ve yeni hedefler. Sempozyum Prof. Dr. Bekir Sıtkı Evcimen'in anısına. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. İstanbul.
- SPSS (2007) - *SPSS Base 15.0 User's Guide*. Institute Inc.
- Şenyurt, M., Günlü, A., Ercanlı, İ. Ve Yılmaz, C., 2013. Landsat 8 Uydu görüntüsü kullanılarak Karşıkent Orman İşletme Şefliği meşçere özelliklerinin tahmin edilmesi. ormancılıkta sektörel planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu. Kasım. Antalya. Bildiriler Kitabı: 497-503
- URL-1 <http://www.nenedir.net/nedir/ormancılık/944-ormancılık-nedir.html>. 22 Eylül 2010.
- URL-2 (2017) <https://tr.wikipedia.org/wiki/Göktürk-2> 14 Nisan 2017.
- Yener, H., Koç, A. Ve Çoban, H.O. 2006. Uzaktan algılama verileri ve teknik özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. B. 56. 1.
- Yeşil, A., Asan, Ü., Coşkun, G., Örmeci, C., Kaya, Ş. 1999. Static Modelling and Stand Type Forest Mapping Selected Area around Istanbul using Landsat-TM and spot data. proceeding of the International Symposium on Remote Sensing & Integrated Technologies. s. 1551-162. İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Rabia GÖGERÇİN

Doğum Yeri : Bozyazı/Mersin

Doğum Tarihi : 07/04/1991

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Adres : Kaledibi mahallesi.1022 sokak. No:9. Bozyazı/MERSİN

Tel: 0506 965 24 68

E-posta :rabiagogercin@outlook.com

Eğitim Durumu

Lise: Bozyazı Çok Programlı Anadolu Lisesi

Lisans: 2013-2014 Çankırı Karatekin Üniversitesi

Orman Mühendisliği