Harita Dergisi

Ocak 2017
Sayı 157

ISSN 1300-5790

Küçükpehlivan G, DOĞRU A Ö: **Bisiklet Yolu Güzergâhlarının AHY ile Kullanıcı Odaklı Olarak Belirlenmesi** (User-Oriented Bicycle Route Determination by using AHP)

Çölkesen İ: **Fonksiyonel Ağaçlar ile Obje-Tabanlı Sınıflandırma: WorldView-2 Uydu Görüntüsü Örneği** (Object-Based Classification with Functional Trees: A case study of Worldview-2 Imagery)

Erdoğan B, Hekimoğlu S, Durdağ U M, Öcalan T: **Jeodezik Ağlarda Orijinal Ölçüler İçin Klasik Uyuşumsuz Ölçü Yöntemlerinin Güvenilirliğinin Araştırılması** (Investigation on The Reliability for the Tests for Outliers for Original Observations in Geodetic Networks)

Tanrıkulu M: **Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri** (Origin of Portolan Maps, Features and Effects)

Aydınoğlu A, Öcalan T: **Coğrafi Bilgi Sistemleri Ulusal Meslek Standartları ve Yeterliliklerinin Uluslararası Beklentiler Kapsamında İrdelenmesi** (Examining Geographic Information Systems National Occupational Standards and Qalifications in the Scope of International Expectations)

Koç Z, Demirel H, Kada M, Wichmann A: **3B Bina Modellerinde Güvenlik Etkili Çoklu Detay Seviyesinde Modelleme** (Privacy Enabled Multi-LoD Modelling in 3D Building Models)

HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI, ANKARA
www.hgk.msb.gov.tr

HARİTA DERGİSİ
Ocak 2017
Yıl : 83 Sayı : 157

ALTI AYDA BİR YAYIMLANIR.
HAKEMLİ DERGİDİR.
YEREL SÜRELİ YAYINDIR.

Sahibi
Harita Genel Komutanlığı Adına
Dr. Müh. Alb. Osman ALP

Sorumlu Müdür
Harita Yük.Tek.Ok.K.lığı Adına
Dr. Mühendis Albay Mustafa KURT

Editörler
Müh.Alb.Erdem PARMAKSIZ
Müh.Bnb.Selçuk CEYLAN

Yönetim Kurulu
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (Bşk.)
Dr.Müh.Alb.Mustafa ATA
Yük.Müh.Alb.Hüseyin ÇELİK
Müh.Alb.Erdem PARMAKSIZ
Doç.Dr.Müh.Alb.Hasan YILDIZ

Yönetim Yeri Adresi
Harita Genel Komutanlığı
Harita Yüksek Teknik Okulu
Harita Dergisi Yönetim Kurulu
Başkanlığı
06100 Cebeci / ANKARA

Tel : (312) 5952120
Faks: (312) 3201495
e-posta: haritadergisi@hgk.msb.gov.tr

Basım Yeri
Harita Genel Komutanlığı Matbaası
ANKARA

ISSN 1300 – 5790

Dergide yayımlanan makalelerin bilimsel içerik, dili ve sorumluluğu yazara aittir.

TÜBİTAK-ULAKBİM Mühendislik ve Temel Bilimler Veri Tabanında (TÜBİTAK MTBVT) taranmaktadır.

İ Ç İ N D E K İ L E R

Bisiklet Yolu Güzergâhlarının AHY ile Kullanıcı Odaklı Olarak Belirlenmesi (User-Oriented Bicycle Route Determination by using AHP)

Gizem KÜÇÜKPEHLİVAN
Ahmet özgür DOĞRU 1 - 8

Fonksiyonel Ağaçlar ile Obje-Tabanlı Sınıflandırma: WorldView-2 Uydu Görüntüsü Örneği (Object-Based Classification with Functional Trees: A case study of Worldview-2 Imagery)

İsmail ÇÖLKESEN 9 - 21

Jeodezik Ağlarda Orijinal Ölçüler İçin Klasik Uyuşumsuz Ölçü Yöntemlerinin Güvenilirliğinin Araştırılması (Investigation on The Reliability for the Tests for Outliers for Original Observations in Geodetic Networks)

Bahattin ERDOĞAN
Şerif HEKİMOĞLU
Utkan Mustafa DURDAĞ
Taylan ÖCALAN 22 - 28

Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri (Origin of Portolan Maps, Features and Effects)

Murat TANRIKULU 29 - 38

Coğrafi Bilgi Sistemleri Ulusal Meslek Standartları ve Yeterliliklerinin Uluslararası Beklentiler Kapsamında İrdelenmesi (Examining Geographic Information Systems National Occupational Standards and Qalifications in the Scope of International Expectations)

Arif Çağdaş AYDINOĞLU
Taylan ÖCALAN 39 – 51

3B Bina Modellerinde Güvenlik Etkili Çoklu Detay Seviyesinde Modelleme (Privacy Enabled Multi-LoD Modelling in 3D Building Models)

Zehra KOÇ
Hande DEMİREL
Martin KADA
Andreas WICHMANN 52-58

Bilim Kurulu

Prof.Dr.Ahmet Tuğrul BAŞOKUR (AÜ)
Prof.Dr.Ahmet KAYA (KTÜ)
Prof.Dr.Ali KOÇYİĞİT (ODTÜ)
Prof.Dr.Ayhan ALKIŞ
Prof.Dr.Bahadır AKTUĞ (AÜ)
Prof.Dr.Cankut ÖRMECİ (İTÜ)
Prof.Dr.Çetin CÖMERT (KTÜ)
Prof.Dr.Cevat İNAL (SÜ)
Prof.Dr.Orhan ALTAN
Prof.Dr.D.Zafer ŞEKER (İTÜ)
Prof.Dr.Fatmagül KILIÇ (YTÜ)
Prof.Dr.Ferruh YILDIZ (SÜ)
Prof.Dr.A.Filiz SUNAR (İTÜ)
Prof.Dr.Gönül TOZ (İTÜ)
Prof.Dr.Haluk ÖZENER (BÜ)
Prof.Dr.Hakan Şenol KUTOĞLU
Prof.Dr.M.Onur KARSLIOĞLU (ODTÜ)
Prof.Dr.Mustafa TÜRKER (HÜ)
Prof.Dr.Naci YASTIKLI (YTÜ)
Prof.Dr.Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ)
Prof.Dr.Necla ULUĞTEKİN (İTÜ)
Prof.Dr.İ.Öztuğ BİLDİRİCİ (SÜ)
Prof.Dr.Rahmi Nurhan ÇELİK(İTÜ)
Prof.Dr.Sıtkı KÜLÜR (İTÜ)
Prof.Dr.Semih ERGİNTAV (BÜ)
Prof.Dr.Şerif HEKİMOĞLU
Prof.Dr.Taşkın KAVZOĞLU (GTÜ)
Prof.Dr.Uğur DOĞAN (YTÜ)
Prof.Dr.Zübeyde ALKIŞ (YTÜ)
Doç.Dr.Ali KILIÇOĞLU
Doç.Dr.Aydın ÜSTÜN (KÜ)
Doç.Dr.Cemal Özer YİĞİT (GTÜ)
Doç.Dr.Fevzi KARSLI (KTÜ)
Doç.Dr.Hande DEMİREL (İTÜ)
Doç.Dr.Hakan MARAŞ (ÇÜ)
Doç.Dr.Melih BAŞARANER (YTÜ)
Doç.Dr.Onur LENK
Doç.Dr.Uğur ŞANLI (YTÜ)
Doç.Dr.Müh.Alb.Hasan YILDIZ (HGK)
Yrd.Doç.Dr.Ali ERDİ (SÜ)
Yrd.Doç.Dr.Hakan AKÇİN (BEÜ)
Dr.Coşkun DEMİR
Dr.Müh.Alb.Osman ALP (HGK)
Dr.Müh.Alb.Mustafa KURT (HGK)
Dr.Müh.Alb.Mustafa ATA (HGK)
Dr.Müh.Alb.Oktay EKER (HGK)
Dr.Müh.Alb.Mustafa ERDOĞAN (HGK)
Dr.Müh.Alb.Yavuz Selim ŞENGÜN (HGK)
Dr.Müh.Alb.Altan YILMAZ (HGK)

Harita Dergisinin kapak tasarımı Hrt.Tekns.Kd.Bçvş.Selim ŞENDİL tarafından yapılmıştır.

Pirî Reis, Kitab-ı Bahriye, İzmir Körfezi, Çeşme Yarımadası
(Kaynak: Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.62)

Pirî Reis, Kitab-ı Bahriye[1,2], İzmir Körfezi, Çeşme Yarımadası

Pirî Reis eşsiz bir kartograf ve deniz bilimleri üstadı olmasının yanı sıra Osmanlı deniz tarihinde izler bırakmış bir amiral ve Mısır kaptanıdır. Dünya haritaları ve denizcilik kitabıyla tanınmıştır. Doğum tarihi kesin olarak bilinmiyor. 1465-1470 arasında Gelibolu'da doğdu. 1554'de Kahire'de öldü. Asıl adı Muhiddin Pirî'dir. Piri Reis'in babası Karamanlı Hacı Mehmet, amcası ünlü Osmanlı denizcisi Kemal Reistir.

Venedik üzerine sefer hazırlığına girişen II. Beyazıt Akdeniz'de bulunan denizcileri Osmanlı Donanması'na katılmaya çağırması üzerine 1494'te amcası ile birlikte donanmanın resmi hizmetine girdiler. Piri reis, Osmanlı donanmasında, gemi komutanı olarak, 1495-1510 yıllarında, Akdeniz'de yapılan birçok deniz seferlerinde görev almıştır. Piri Reis, 1511'de amcasının bir deniz kazasında ölümünden sonra Gelibolu'ya yerleşti. Barbaros Kardeşlerin idaresi altındaki donanmada halaoğlu Muhittin Reis ile Akdeniz'de bazı seferlere çıktıysa da daha çok Gelibolu'da kalıp haritaları ve kitabı üzerinde çalıştı. Bu haritalardan ve kendi gözlemlerinden yararlanarak 1513 tarihli ilk dünya haritasını çizdi.1516-1517 yıllarında tekrar donanmada görev aldı. 1533'de Tümamiral olmuş, 1546'dan sonra Umman denizi, Kızıl deniz ve Basra Körfezi'nde Osmanlı Donanmasının Mısır Kaptanı olarak görev yapmıştır.

Kitab-ı Bahriye, Osmanlı amirali Piri Reis'in hazırladığı Akdeniz kıyılarına ait ayrıntılı bir harita-kılavuzdur. Kitap, denizcilere Akdeniz kıyıları, adaları, geçitleri, boğazları, körfezleri fırtına halinde nereye sığınılacağı, limanlara nasıl yaklaşılacağı hakkında bilgiler, ayrıca limanlar arasında gitmek için kesin rotalar verir.

Kitab-ı Bahriye'nin iki sürümü vardır. Birincisi 1521 tarihlidir ve denizcilerin kullanımı için yapılmıştır. İkincisi 1526'da Kanuni Sultan Süleyman için hazırlanmış daha ayrıntılı ve süslü bir eserdir. Birinci sürümde 135-140 ikinci sürümde 223 harita mevcuttur.

Kitab-ı Bahriye'nin kopyaları Avrupa'nın çeşitli kütüphanelerinde, İstanbul'da Topkapı Sarayı'nda, Nurosmaniye, Süleymaniye ve Köprülüzade Fazıl Ahmed Paşa Kütüphanelerinde bulunur.

Katip Çelebi "Tuhfetü'l Kibar fi Esfarül Bihar " adlı eserinde (1656) Kitab-ı Bahriye'yi "Bu Piri Reis Bahriye adlı kitap yazıp Akdeniz'i anlatmıştır. İslamların bu konuda başka kitapları olmadığından denizde gezenler ona başvururlar." ifadesiyle anlatmaktadır.

[1]Kemal Özdemir, Osmanlı Haritaları, s.58

[2]http://tr.wikipedia.org

Bisiklet Yolu Güzergâhlarının AHY ile Kullanıcı Odaklı Olarak Belirlenmesi

(User-Oriented Bicycle Route Determination by using AHP)

Gizem KÜÇÜKPEHLİVAN[1], Ahmet Özgür DOĞRU[2]
[1]İzmir Kemal Paşa Belediyesi, 35000, Kemalpaşa, İzmir
[2]İTÜ İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul
gizemkucukpehlivan@gmail.com

ÖZ

Yapılan çalışmanın amacı çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modeli oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle bisiklet yolu güzergâhı belirlenmesini etkileyen faktörler; fiziksel, çevresel ve görsel faktörler olarak sınıflandırılmıştır. Oluşturulan senaryolar doğrultusunda, bu ölçütlerin bisiklet yolu tasarımını hangi ölçüde etkileyeceği Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. CBS ortamında uygulanan model kullanılarak Bursa İli Nilüfer İlçesinin bir kısmını kapsayan çalışma bölgesi için bisiklet yolu güzergâhları belirlenmiştir. Bu kapsamda sırasıyla fiziksel ve çevresel ölçütlerin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu iki farklı senaryo belirlenmiştir. Güzergâhlar incelendiğinde; fiziksel ölçütün ağırlıklı dikkate alındığı senaryoda belirlenen güzergâhların yol genişliklerinin, eğimin ve yolların fiziksel koşullarının uygun olduğu yerlerden geçtiği gözlemlenmiştir. Çevresel ölçütlerin önemli olduğu senaryoda ise güzergâhların kullanıcı yoğunluğunun fazla olduğu, kamusal alanlar, ticaret alanları ve yeşil alanların bulunduğu yerlerden geçtiği gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre oluşturulan modelin verimli bir şekilde çalıştığı değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Bisiklet yolu, coğrafi bilgi sistemleri, çok ölçütlü karar verme yöntemleri, analitik hiyerarşi yöntemi (AHY)*

ABSTRACT

The main goal of this study is to design and implement a user-oriented model for planning bicycle routes based on multi-criteria decision making method. In this context, firstly, criteria for planning bicycle roads were identified and considered as physical, environmental and visual aspects. Secondly, hierarchy of identified criteria was established by the use of analytical hierarchy process method. The model were implemented in GIS environment and run using sample data of study area representing a part of Nilüfer district in Bursa. Two different scenarios were used in implementation. The first scenario considered the physical criteria as most important factor while environmental criteria were assigned as the most important factor in the second scenario. When output bicycle routes were examined, it is outlined that routes determined in first scenario were mostly cover the wider roads with better physical conditions and routes of second scenario selected as the roads surrounded with public and green areas as parks. This result confirmed the efficiency of implemented model.

Keywords: *Bicycle route, GIS, multi criteria decision making, analytic hierarchy process*

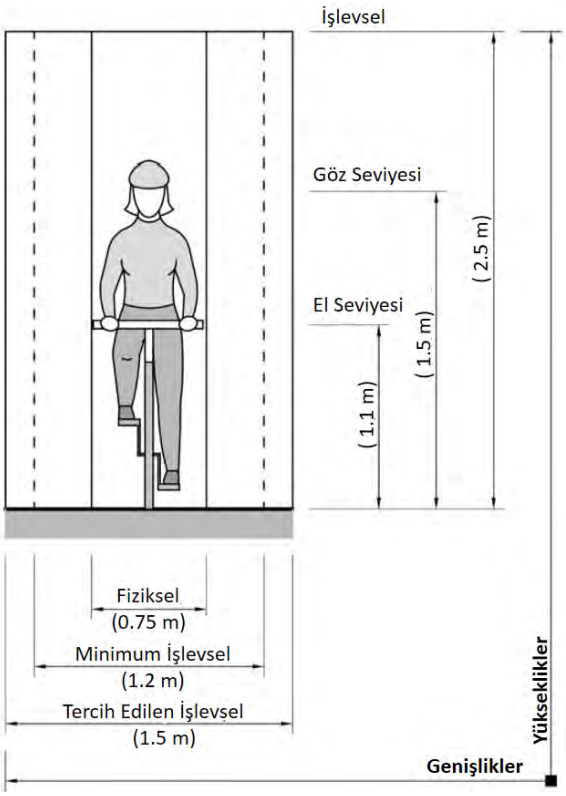
1. GİRİŞ

Bisiklet; iki tekerlekli, motorsuz, yakıt kullanmadan sürücünün mekanik gücü ile pedal yardımıyla ilerleyen bir ulaşım aracıdır (TS 9826, TSE1992). 1600'lü yılların ilk yarısında patenti alınmış olan bisiklet bir oyun aracı olarak üretilmiş olup ulaşım aracı olarak kullanımı konusunda Amerika Birleşik Devletleri (ABS) ve Avrupa ülkelerinde motorlu taşıtların üretilmesinden sonra farklı süreçler izlenmiştir. ABD'de motorlu taşıt ve bisiklet kullanımı bir arada görülmeden hızla motorlu taşıt kullanımına geçilirken, Avrupa ülkelerinde uzun yıllar karma kullanımı devam etmiştir. Türkiye'de bir spor aracı olarak bisiklet kullanımı 1890 yılında Fenerbahçe Spor Kulübü aracılığıyla gerçekleşmiş, bir ulaşım aracı olarak etkin kullanımı ise gerekli önemin verilmemesi ve altyapı yetersizliği nedeni ile hala istenilen seviyeye ulaşamamıştır (Çalışkan, 2013).

Günümüzde temiz ulaşımın en temel araçlarından biri olarak özellikle birçok Avrupa ülkesinde yaygın bir şekilde kullanılan bisikletin ülkemizde de bir ulaşım aracı olarak kullanımı için öncelikle güvenli ulaşım için gerekli altyapının hazırlanması gerekmektedir. Bu kapsamda atılması gereken en önemli adım kentlerde bisiklet yollarının belirlenmesi ve inşa edilmesidir.

Bisikletle güvenli bir şekilde gezmek, seyahat etmek ve diğer bisiklet kullanım amaçları için sağlanması gereken bütün alt ve üst yapı donanımlarına bisiklet yolu denmektedir. Bisiklet yollarının tipleri konusunda pek çok sınıflandırma olmasına rağmen tüm bu sınıfları; karışık trafikte bisiklet yolları, motorlu taşıt ve yayalardan tamamen ayrılmış olan tam ayrımlı bisiklet yolları ve kısmi ayrımlı bisiklet yolları olarak üç ana başlıkta toplamak mümkündür. Tam ayrımlı sınıfta bisiklet yolları, bisiklet bulvarları; kısmi ayrımda bisiklet şeritleri ve banket bisiklet yolları bulunurken karışık trafik olarak adlandırılan sınıfta genişletilmiş trafik şeritleri ve karışık trafikte bisiklet vardır (Uz, 2004; Karaşahin, vd., 2011). Söz konusu bisiklet yollarının tamamında bisikletin fiziksel ve kullanım güvenliği için gerekli olan minimum boyut ve ölçüler göz önünde bulundurularak tasarım kıstasları belirlenmiştir. Bir bisikletin güvenli kullanımı için gerekli olan

minimum ölçüler Şekil 1'de gösterilmektedir (Toole, 2010).



Şekil 1. Bisiklet ölçüleri. (Toole, 2010)

Bisiklet yolu planlanması aşamasında uyulması gereken bazı kurallar olmasına rağmen ülkemizde bu konuda Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) öngördüğü birkaç standart dışında (T.S. 10839, T.S. 11782, T.S. 9826 ve T.S. 7249) kapsamlı bir standart geliştirilmemiştir. Bazı Avrupa ülkelerinde ve ABD'de konu ile ilgili özellikle AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) tarafndan geliştirmiş olduğu gibi oldukça kapsamlı ve ayrıntılı bisiklet yolları standartları belirlenmiştir. Bisiklet yollarının planlanmasında kara yolları planlamasında olduğu gibi yatay kurb, görüş mesafeleri vb. ortak yönler olmasına karşın yatay ve düşey açıklık gereksinimi, boyuna eğim ve kaplama yapısı gibi bazı özellikler açısından bisiklet karakteristikleri motorlu araçlardan oldukça farklıdır. Dolayısı ile bu konulara planlama aşamasında özellikle dikkat edilmelidir (Küçükpehlivan, 2015; Çolakoğlu, vd., 2014).

Bisiklet yolları genellikle iki yönlü ve iki şeritli olarak planlanmaktadır. Örneğin bir bisiklet şeridi park şeridiyle motorlu taşıt şeridi arasında yerleştirildiği ve motorlu taşıt park alanlarının işaretlendiği durumda, bisiklet şeridi genişliği en az 1,5 m olmalıdır. Park hacminin yüksek ve dönüşlerinin fazla olması durumunda 0,3-0,6 m genişlik artırılması uygun görülmektedir. Bisiklet şeritleri kaldırım ile park şeritleri arasında olmamalıdır. Çünkü bu durum bisikletliler ile motorlu taşıtlar arasındaki karışıklığın artmasına ve kavşaklarda bisikletlerin diğer taşıtlar tarafından görülebilirliğinin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bu tür durumlarda bisikletlilerin sola dönüş yapmak istemeleri halinde, bisikletliler motorlu taşıtlar tarafından engellenecektir (Uz, 2004). Farklı yol yapılarına uygun bisiklet yollarının tasarımına ilişkin kurallar, tamamlanmış tez çalışmaları ve yayınlanmış makalelerde detaylı olarak ele alınmıştır (Uz, 2004).

Bisiklet yolu güzergâhı seçimindeki önemli hususlardan biri; bisiklet kullanıcısının fiziksel gücünü etkileyen yolun boyuna eğimidir. Bisiklet yolları için önerilen maksimum boyuna eğim %5'tir. Sürekliliği olan ve çok uzun mesafede devam eden bisiklet yolları için eğim %2'yi geçmemelidir. Kısa mesafede daha dik eğimler kabul edilebilir. %5'i geçen eğimlerde, eğimin uygulanabileceği maksimum mesafeler Tablo1'de verilmiştir (Uz, vd., 2004).

Tablo 1. Boyuna eğime göre yol uzunluğu.

Yol Eğimi	Yol Uzunluğu (m)
< %5	uzunluk önemli değil
%5-6	< 240
%7	< 120
%8	< 90
%9	< 60
%10	< 30
%11	< 15

Sonuç olarak bisiklet yolu tasarım ve uygulaması tüm bileşenleri ile mekânsal karar verme problemidir. Bu aşamadaki mekânsal konu kent içi ulaşımda geometrik tasarım ve güvenli kullanım şartlarını sağlayan zevkli kullanım olanaklarını da dikkate alarak sürdürülebilir bisiklet yollarının güzergâhlarının belirlenmesidir. Bu gibi yer belirleme problemlerine Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) sağladığı olanaklar ile etkin çözümler üretilebilmektedir. Bu kapsamda çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak yerleşim yeri seçimi, güzergâh belirleme, planlama, afet risk değerlendirmeleri ve doğal kaynak yönetimi gibi birçok mekânsal karar verme süreçlerinde etkin sonuçlar alınabilmektedir (Bank vd., 1994; Jankowski, 1995; Eastman, vd., 1998; Chen, vd., 2001; Giove, vd., 2008; Ozturk, vd., 2011).

Çok ölçütlü karar verme amacıyla yaygın olarak tercih edilen yöntem Analitik Hiyerarşi

Yöntemidir (AHY). AHY, karmaşık karar problemlerinin analizleri için Thomas L. Saaty tarafından ilk olarak 1970'li yıllarda ortaya konmuş olup, problemi amaç, ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler düzeyinde hiyerarşik olarak modelleyen, çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir (Saaty, 1980). Yöntemde oluşturulan hiyerarşi; genel amaç, ölçütler ve seçenekler olarak üç ana bölümde özetlenebilir (Saaty, 1980; Öztürk vd., 2010). Mekansal veriler için seçenekler katmanlar olarak düşünülebilir ve bu katmanlar vektör veri yapısında nokta, çizgi ve poligonlarla, raster veri yapısında ise piksellerle ifade edilir (Yılmaz, 2014). AHY'nin temel uygulama adımları hiyerarşinin kurulması, ikili karşılaştırmaların yapılarak tutarlılık oranlarının belirlenmesi ve bu oranları dikkate alarak en uygun kararın verilmesi olarak özetlenebilir (Saaty, 1980; Yılmaz, 1999, Küçükpehlivan, 2015).

Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından AHY kullanılarak CBS uygulamaları geliştirilmiştir. Bu yaklaşım karar verme süreçleri için benimsenen ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Erden, vd., 2003; Marinoni, 2004; Malczewski, 2006; Erden, vd., 2011; Ozturk, vd., 2011; Yıldırım, vd., 2013; Toraman, vd., 2014).

Bu çalışmanın amacı çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modelinin CBS destekli olarak oluşturulması ve uygulanmasıdır. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin amaca uygun düzenlenip sentezlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılmış ve kriterlerin hesaplanmasında çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak modele dahil edilmiştir.

2. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışma, AHY kullanarak bisiklet yolu güzergâhı belirlemek amacıyla;

- Model Tasarlama,
- Model Uygulama,
- Model Çalıştırma,
- Sonuçları Değerlendirme

aşamalarından oluşmuştur.

Tasarlanan modelin uygulaması ArcGIS 10.2 yazılımı ve Model Builder eklentisi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; Bursa İl'inin Nilüfer ilçesinde bulunan Karaman, İhsaniye, Esentepe, Barış, Cumhuriyet ve Ataevler mahallelerini kapsayan uygulama alanı verileri kullanılarak çalıştırılmıştır. Söz konusu veriler temelde çalışma bölgesine ait imar planı verileridir. Vektör yapıdaki bu veriler yollar ve yapı adalarını içermektedir. Çalışma kapsamında ayrıca bir metre aralıklı yükseklik eğrileri verisi kullanılarak önce düzensiz üçgen ağları oluşturulmuş daha sonra da bu veriden sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Yapı adaları verisinin özniteliklerinden; arazi kullanım, kat yükseklikleri, kullanıcı yoğunluğu, metro durakları; yol verisinin özniteliklerinden ise yol genişlikleri elde edilmektedir. Modelin temel ölçütlerden biri olan boyuna eğim verisi yol parçaları için sayısal yükseklik modeli kullanılarak üretilmiştir.

a. Modelin Tasarlaması

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen model için öncelikle aşağıdaki temel varsayımlarda bulunulmuştur:

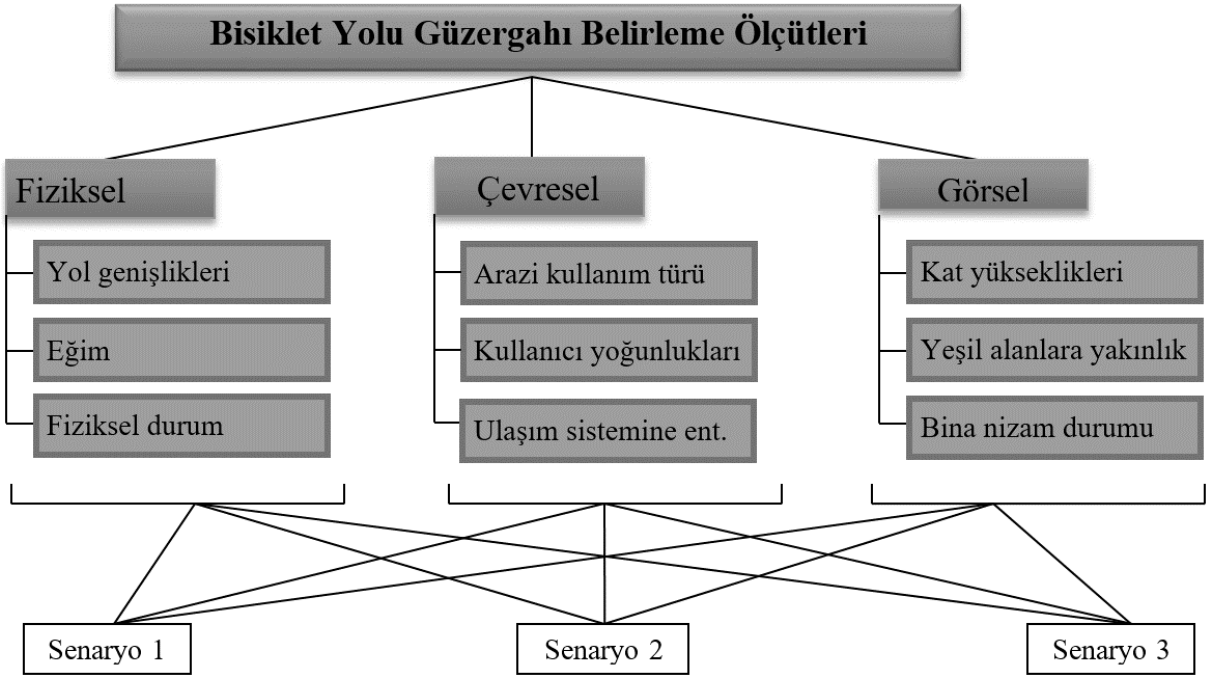
- Belirlenen bisiklet yolu için yol genişliğinin minimum 12 metre olması gerekmektedir.

- Çalışma kapsamında trafik yoğunluğu yol genişlikleriyle ilişkili olarak düşünülmüş yol genişlikleri arttıkça trafik yoğunluğunun artacağı varsayılmıştır. Trafiğin akış hızı değerlendirmeye katılmamaktadır.

- Çalışma kapsamında, oluşturulacak bisiklet yolunun mevcut ulaşım sistemleriyle entegrasyonunun değerlendirilmesi, metro duraklarına uzaklığı dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

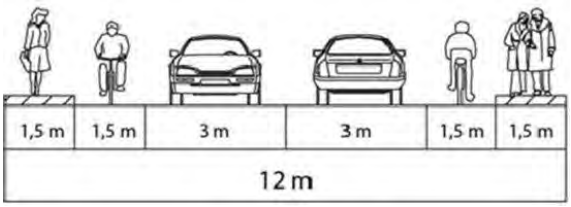
Varsayımların belirlenmesinin ardından model tasarlama sürecinin önemli adımlarından biri karar verme sırasında dikkate alınacak ölçütlerin belirlenmesidir. Bu süreçte yapılan kapsamlı kaynak taramasının sonucunda uygulanabilirliği de dikkate alarak fiziksel, çevresel ve görsel ölçütler belirlenmiştir (bkz. Şekil 2).

Fiziksel ölçütler yolun fiziki koşullarının; çevresel ölçütler kullanıcı sayısının, kullanım türü farklılıklarının, belirlenecek güzergâhın ulaşım sistemi ile bağlantısının; görsel ölçütler ise kullanıcının sürüş kalitesini, güvende hissetmesini ve çevresinde bulunan öğelerle ilişkisinin modele olan etkisini belirlemektedir. Fiziksel ölçütler ana başlığı altında eğim, yol genişlikleri ve yolun fiziki



Şekil 2. Ölçütlerin hiyerarşik gösterimi.

durumu dikkate alınmıştır. Şekil 3'de yola ilişkin genişlikler belirtilmiştir. Boyuna eğim ise %5 sınır değer belirlenerek çalışma içerisinde sınıflandırılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Modelde ayrıca, yol yüzeyinin kaplama türünün uygunluğuna göre puanlama yapılmaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen çevresel ölçütler arazi kullanımı, kullanıcı yoğunluğu ve ulaşım sistemine entegrasyon olarak belirlenmiştir. Kullanıcı yoğunlukları, konut alanlarında yaşayan kişi sayısı, diğer arazi kullanım türlerinde ise çalışan sayısının hesaplanıp alana bölünmesi ile bulunmaktadır. Ulaşım sistemine entegrasyonda ise bisiklet yolunun toplu taşıma ağı durak noktalarına uzaklıkları dikkate alınmıştır. Görsel ölçütler ana başlığı altında kat yükseklikleri, bina nizam durumu ve yeşil alanlara yakınlık ölçütleri belirlenmiştir.



Şekil 3. Modelde uygulanan bisiklet yolu kesiti boyutları.

Model tasarlama sürecinin en temel adımlarından biri hiç kuşkusuz belirlenen ölçütler arasındaki analitik hiyerarşinin kurulmasıdır. Çalışma kapsamında belirlenen ölçütler dikkate alınarak Şekil 2'de gösterilen hiyerarşi belirlenmiştir. Ölçütlerin amaca uygun olarak belirlenmesi ve kendi içlerindeki hiyerarşinin kurulmasının ardından bu ölçütlerin birbirlerine görece önemleri ikili karşılaştırma matrisleri ile hesaplanmıştır. Ölçüt ağırlıklarının belirlendiği bu yöntemde ağırlıklar doğrudan atama ile değil matristeki ölçüt çiftlerinin karşılaştırılması ile öz vektörden üretilen en uygun ağırlık kümesinin oluşturulması ile elde edilir (Saaty, 1980). Yöntemde iki ayrı elemana yönelik tercihleri ölçeklendirirken ölçütlerin önemini sayısal olarak ifade etmek için 9 birimlik ölçek esas alınır. Bu ölçekte: 1, 3, 5, 7 ve 9 değerleri sırasıyla; eşit olarak tercih edilme, biraz tercih edilme, tercih edilme, kuvvetle tercih edilme ve kesinlikle tercih edilmeyi ifade ederken 2,4,6 ve 8 değerleri ara değerler olarak kullanılmaktadır (Öztürk, vd., 2010).

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken terslik (reciprocal) kuralı uygulanmıştır. Bu kapsamda Şekil 4'de gösterildiği gibi bir ölçütün ikinci ölçüte göre 9 birimlik ölçek kullanılarak belirlenen önemi a_{ij} ise ikinci ölçütün birinci ölçüte göre önemi a_{ji}, $1/a_{ij}$ şeklinde hesaplanmıştır. İkili karşılaştırma matrisinin her bir elemanı sütün toplam değerine bölünerek normalize edilmiş ve her bir satırın aritmetik ortalaması hesaplanarak ağırlıklar belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisi elde edilen ağırlık vektörü ile çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör hesaplanmıştır. Buradan hareketle

tutarlılık oranı ve tutarlılık indeksi belirlenerek yapılan karşılaştırmalar sonucunda ağırlık vektörü üretilmiştir.

	A	B	C	D	E
1	**Ölçüt**	a_1	a_2	a_3	a_n
2	a_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{1n}
3	a_2	$1/a_{21}$	a_{22}	a_{23}	a_{2n}
4	a_3	$1/a_{31}$	$1/a_{32}$	a_{33}	a_{3n}
5	a_n	$1/a_{n1}$	$1/a_{n2}$	$1/a_{n3}$	a_{nn}

Şekil 4. İkili karşılaştırmalar matrisi.

Elde edilen ağırlık vektörü kullanılarak tutarlılık oranı Formül 1'deki gibi hesaplanmıştır. Formülde TO tutarlık oranını temsil ederken, Tİ ve Rİ sırasıyla tutarlılık indeksi ve rastgele indeksi temsil etmektedir ve rasgele olarak üretilmiş ikili karşılaştırmalar matrislerinin ortalama tutarlılık indeksini ifade eder. Rİ değerleri karşılaştırılan elemanların sayısına (n) bağlı olarak değişiklik gösterir (Saaty, 1980; Malczewski, 1999). Tablo 2'de Saaty (1980) tarafından belirlenen eleman sayısına bağlı olarak Rİ değerleri değişimi gösterilmiştir.

$$TO = \frac{T\dot{I}}{R\dot{I}} \quad (1)$$

Tablo 2. Rastgele indeks değerleri. (Saaty, 1980)

n	Rİ	n	Ri
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	1.49

Tutarlılık indeksi hesabında Formül 2 kullanılmıştır. Bu formülde λ_{max} ağırlık vektöründen elde edilen maksimum özdeğeri temsil eder ve ağırlıklar toplamının eleman sayısına oranı şeklinde hesaplanır. Formülde geçen (n) ise ölçüt sayısıdır.

$$T\dot{I} = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

AHP'de ölçütlerin tahmini ağırlıkları belirlendikten sonra tutarlılıklarının hesaplanması, karar verici tarafından verilen değerlerin doğruluğunun kontrol edilmesidir. Tam bir tutarlılığın elde edilmesi zor olduğundan belirli bir aralıkta tutarlılık değerine uyum sağlamış olması verilen değerlerin kabul edilebilir olduğunu gösterir. Yapılan hesaplamalar sonucu tutarlılık 0,1'den düşük çıkması durumda oran kabul edilir ve ağırlıklar belirlenmiş olur. Oluşturulan hiyerarşideki tüm katmanlar için aynı uygulama tekrarlanır.

b. Modelin Uygulanması

Çalışma kapsamında oluşturulan model ArcGIS yazılımı kullanılarak uygulanmıştır. Bu amaçla ilk olarak imar planındaki yapı adaları, yol orta çizgilerinden çoklu doğrular çizilerek oluşturulan CAD formatındaki yol verileri ve nokta veri formatındaki metro durakları CBS yazılımına aktarılmıştır. Daha sonra çizgisel veri olarak aktarılan yol verisine yeni öznitelik sütunları oluşturularak fiziksel koşullar ve yol genişliklerine dair öznitelik bilgileri CBS analiz özellikleri kullanılarak yol öznitelik tablosuna atanmıştır. İş akışı kapsamında tanımlanan tüm adımlar Model Builder eklentisi kullanılarak bütünleşik olarak çalışan bisiklet yolu güzergâhı belirleme modeli oluşturulmuştur.

c. Modelin Çalıştırılması

Uygulaması gerçekleştirilen model çalışma bölgesine ilişkin temel veriler kullanılarak çalıştırılmış ve modelin elverişliliği sayesinde aynı başlangıç ve bitiş noktasına sahip iki farklı senaryo oluşturulmuştur. Belirlenen ilk senaryoya göre yolun fiziksel ölçütlerinin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu bir güzergâh belirlenirken ikinci senaryoda yolun çevresel ölçütlerinin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu bir güzergâh belirlenmiştir. Yani ilk senaryoda bisiklet yolunun inşaatını kolaylaştıracak etmenler ön planda tutulurken ikinci senaryoda belirlenen güzergâhın kullanıcı odaklı olması planlanmıştır. Aynı senaryolar alanın doğu-batı ve kuzey-güney doğrultularında uygulanıp, çalışma alanı için alternatif 4 adet bisiklet yolu güzergâhı üretilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında belirlenen ölçütler ve hiyerarşileri karşılıklı olarak incelenmiş ve Tablo 3'de sunulan ikili karşılaştırmalar matrisi Bölüm 2'de anlatılan terslik kuralına bağlı olarak Şekil 3'de gösterildiği şekliyle hesaplanmıştır. Bu kapsamda matrisin a_{ij} değerleri (j ≥ i iken) birinci ölçütün ikinci ölçüte göre 9 birimlik ölçek kullanılarak belirlenen önem derecelerini ifade etmektedir.

Tablo 3. İkili karşılaştırmalar matrisi.

Ölçüt	Fiziksel	Çevresel	Görsel
Fiziksel	1	3	7
Çevresel	0,333	1	4
Görsel	0,143	0,250	1

Karşılaştırma matrisinin işlenmesi sonucunda hesaplanan tutarlılık oranı (0.028) 0.1'den küçük olduğu için modelde kullanılan ve Tablo 4'te belirtilen ana ölçüt ağırlık değerlerinin doğruluğu kanıtlanmıştır. Ağırlık değerleri Bölüm 2'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Bu işlem tüm alt ölçütler için uygulanarak her bir ölçüt ve alt ölçütün ağırlığı hesaplanmış ve modele dahil edilmiştir.

Tablo 4. Ölçütlerin ağırlıkları.

Ölçüt	Ağırlık
Fiziksel	0.656
Çevresel	0.265
Görsel	0.080

Oluşturulan modelin uygulama verileri kullanılarak çalıştırılması ile iki senaryo için belirlenen 4 güzergâhtan birinci senaryo için elde edilen iki harita kuzeye yönlendirilmiş olarak Şekil 5'de gösterilmiştir.

Belirlenen 4 güzergâh CBS analizleri kullanılarak incelendiğinde; güzergâhların uzunlukları Senaryo 1 için, doğu-batı yönünde 3960 m, kuzey-güney yönünde 3142 m; Senaryo 2 için, doğu-batı yönünde 4550 m, kuzey-güney yönünde ise 3780 m olarak hesaplandığı görülmüştür. Farklı senaryolarda ölçütlere ve alt ölçütlere verilen ağırlıklar değiştiği için güzergâh uzunlukları da farklılaşmaktadır.

Çalışma kapsamında belirlenen güzergâhlar, çevresel ve fiziksel ölçütlere göre en fazla ağırlığa sahip olan arazi kullanım türü ve yol genişlikleri alt ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Arazi kullanım türüne göre yapılan değerlendirme sonucunda her iki senaryo için doğu-batı ve kuzey-güney akslarında her bir güzergâhın arazi kullanımlarından geçen bölümlerinin uzunlukları Tablo 5'deki gibi belirlenmiştir. Aynı güzergâhların ne kadarının hangi genişlikteki yollardan geçtiği ayrıca incelenmiş ve sonuçlar Tablo 6'da özetlenmiştir.

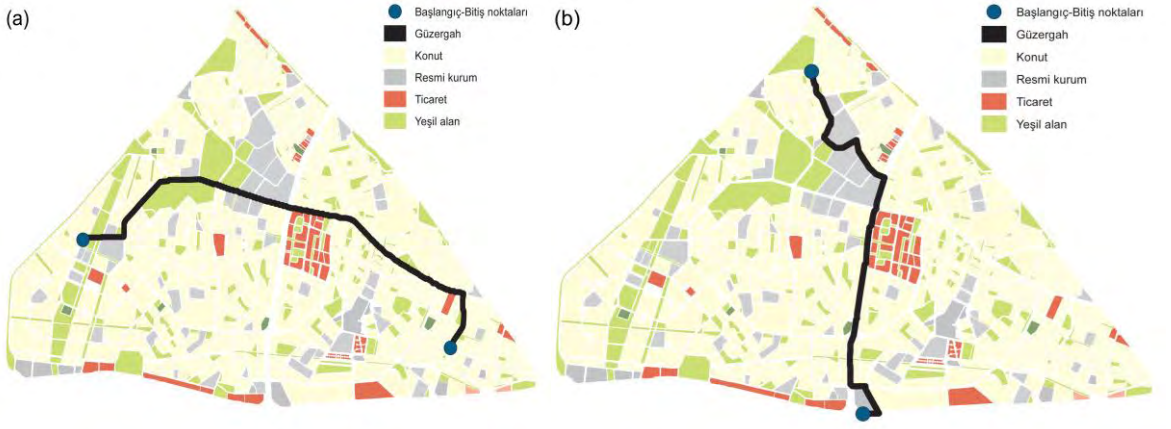
Tablo 5. Güzergah uzunluklarının arazi kullanımına göre dağılımı (m).

Senaryolar	Yol Genişlikleri			
	Konut	Yeşil Alan	Ticaret	Resmi Kurum
S1 (Doğu-Batı)	1012	1978	372	598
S1 (Kuzey-Güney)	1152	381	281	1328
S2 (Doğu-Batı)	798	1823	857	1068
S2 (Kuzey-Güney)	776	2046	0	958

Tablo 6. Güzergâh uzunluklarının yol genişliklerine göre dağılımı (m).

Senaryolar	Yol Genişlikleri				
	12m	15m	21m	50m	60m
S1 (Doğu-Batı)	0	968	2992	0	0
S1 (Kuzey-Güney)	450	940	122	1514	116
S2 (Doğu-Batı)	596	1611	2339	0	0
S2 (Kuzey-Güney)	1100	1343	739	486	112

Tablolar incelendiğinde; modelin Senaryo 1'de oluşturduğu güzergâhların yol genişliklerinin fazla olduğu yerlerden geçtiği, Senaryo 2'de ise oluşturulan güzergâhların yol genişliklerinden çok arazi kullanım türlerine bağlı olarak özellikle yeşil alanlardan ve kamusal alanlardan (Resmi Kurumlar) geçtiği görülmektedir.



Şekil 5. (a) Doğu-Batı (b) Kuzey-Güney doğrultularında belirlenen güzergâhlar.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modelinin oluşturulması ve uygulanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çok ölçütlü karar verme yöntemleri, birden fazla ölçütün farklı oranlarda etkilerinin modele dahil edilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları dikkate alındığında, oluşturulan modelin farklı senaryolar için senaryo içeriğine uygun sonuçlar ürettiği görülmüştür. İleri aşamalarda model sonuçları üzerinde erişilebilirlik analizleri yapılarak modelin çalışma veriminin daha detaylı olarak incelenmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, modelin farklı çalışma bölgeleri için çalıştırılarak sonuçların karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Çalışma ile CBS teknolojilerinin mekânsal karar destek sistemi olarak kullanılmasının sağladığı olanaklar bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Özellikle fosil yakıt kullanımı nedeniyle trafik kaynaklı hava kirliliğinin artarak devam ettiği günümüzde kent içi ulaşımının bisiklet gibi çevreci ulaşım yöntemleri ile sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda halkın bisiklet kullanımına özendirilmesi gerekmekte, bunun için de kent içi bisiklet yollarının tercih edilebilir özelliklerde planlanarak inşa edilmesi kilit rol oynamaktadır. Bu gibi çalışmaların kent içi bisiklet yollarının kullanıcı odaklı olarak belirlenmesinde katkılar sunacağı değerlendirilmektedir.

K A Y N A K L A R

Bank, E., Taştan H., (1994). **Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Türleri**, Harita Dergisi, 122, 1-25.

Chen, K., Blong, R., Jacobson, C., (2001). **MCE-RISK: Integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards,** Environmental Modelling & Software 16 (2001) 387–397.

Çalışkan, A., (2013). **İstanbul İli, Sarıyer İlçesi, Zekeriyaköy-Uskumruköy-Kilyos Koridorunda Bisiklet Yolu Uygulaması ve Kavşaklarda Güvenli Geçişe İlişkin Alternatiflerin Değerlendirilmesi,** Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çolakoğlu, A., Küçükpehlivan, G., (2014). **Kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirlenmesi için karar destek modeli önerisi**. VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu, İzmir, İYTE.

Eastman, J.R., Jiang, H., ve Toledano, J., (1998). **Multicriteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS,** in Multicriteria Analysis for Land-Use Management, eds. E. Beinat and P. Nijkamp (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht), pp. 227–252.

Erden T., İpbüker C., (2003). **Karar Destek Sistemi Olarak Mekansal Analiz ve CBS**, Harita Dergisi, 130, 1-11.

Erden, T., Coşkun, M.Z., (2011). **Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla itfaiye istasyon yer seçimi,** TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.

Giove, S., Brancia, A., Satterstrom F.K., ve Linkov, I., (2008). **Decision support systems and environment: Role of MCDA,** in Decision Support Systems for Risk-Based Management of Contaminated Sites, eds. A. Marcomini, G. W. Suter II and A. Critto (Springer, New York, 2008), pp. 53–73.

Jankowski, P., (1995). **Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods,** International Journal of Geographical Information Systems 9 (1995) 251–273.

Karaşahin, M., Terzi, S., (2011). **Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Isparta-Antalyaburdur Karayolunun Kara Nokta Analizi,** Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 9(3).

Küçükpehlivan, G., (2015). **Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Kullanıcı Odaklı Bisiklet Yolu Güzergâh Belirleme Modeli.** Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı.

Malczewski, J., (1999). **GIS and multicriteria decision analysis:** John Wiley & Sons.

Malczewski, J., (2006). **Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: The ordered weighted averaging (OWA) approach**, International Journal of Environmental Science and Technology 6, 7–19.

Marinoni, O., (2004). **Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS**, Computers and Geoscience 30, 637–646.

Öztürk, D., Batuk, F. (2010). **Analytic Hierarchy Process for Spatial Decision Making**. Sigma, 28, 124-137.

Öztürk, D., Batuk, F., (2011). **Implementation Of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis With VB in ArcGIS**. International Journal of Information Technology & Decision Making Vol. 10, No. 6 (2011) 1023–1042.

Saaty, T., (1980). **The Analytic Hierarchy Process**, McGraw-Hill, New York.

Toole, J., (2010). **Update of the AASHTO Guide for the Planning**, Design, and Operation of Pedestrian Facilities. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC.

Toraman, D., Demirel H., (2014) **Multi-Criteria Decision Analysis: A Spatial Approach For Sustainable Urban Transport,** Fresenius Environmental Bulletin, Volume 23 – No 12. 3088-3094.

Uz, V.E., (2004). **Bisiklet yollarının geometrik planlama esasları ve uygulaması,** Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Uz, V.E., Karaşahin, M., (2004). **Kentiçi Ulaşımda Bisiklet,** Türkiye Mühendislik Haberleri, Kentiçi Ulaşım, Sayı: 429.

Yıldırım, V., Yomralıoğlu, T., (2013), **Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Çizgisel Mühendislik Yapılarında Güzergâh Optimizasyonu: Doğalgaz İletim Hattı Örneği**, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(1), Afyon.

Yılmaz, E., (1999). **Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü**, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Tarsus.

Yılmaz, Ç.D., (2014). **Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İstanbul Metropoliten Alanında Toplu Taşıma İle Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi**, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fonksiyonel Ağaçlar ile Obje-Tabanlı Sınıflandırma: WorldView-2 Uydu Görüntüsü Örneği

(Object-Based Classification with Functional Trees: A Case Study of Worldview-2 Imagery)

İsmail ÇÖLKESEN
Gebze Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli
icolkesen@gtu.edu.tr

ÖZ

Son yıllarda, metre altı mekânsal çözünürlük sağlayan yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin varlığı ile birlikte sınıflandırma işlemi geleneksel piksel-tabanlı görüntü analizinden obje-tabanlı görüntü analizine yönelmiştir. Herhangi bir sınıflandırma probleminde olduğu gibi, uygun bir sınıflandırma algoritmasının seçilmesi obje-tabanlı tematik harita üretimi işleminin başarısı içinde oldukça önemlidir. Karar ağaçları (KA) ve özellikle KA türevleri (örneğin rastgele orman ve rotasyon orman) hem piksel hem de obje tabanlı sınıflandırmada başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bağlamda, çoklu lojistik regresyon ve KA algoritmalarının birleşimine dayalı fonksiyonel ağaçlar (FA) birçok örüntü tanıma probleminde etkili bir şekilde kullanılan ancak uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması için oldukça yeni bir sınıflandırma algoritmasıdır. Bu çalışmada, yüksek çözünürlüklü WorldView-2 uydu görüntüsünün obje-tabanlı yaklaşımla sınıflandırılması probleminde FA algoritmasının sınıflandırma performansı incelenmiştir. Algoritmanın performansı geleneksel KA ve KA'nı temel sınıflandırıcı olarak kullanan hızlandırma algoritmasının (Adaboost) performansı ile karşılaştırılmıştır. Sınıflandırma sonuçları, FA algoritmasının segmente edilmiş görüntü objelerinin sınıf etiketlerinin tahmin edilmesinde geleneksel KA algoritmasından daha başarılı olduğunu ve hesaplanan sınıflandırma doğruluğundaki iyileşmenin yaklaşık %3 olduğunu gösterirken, algoritmanın karar ağaçlarını esas alan hızlandırma algoritması ile aynı performansı sergilediğini göstermektedir. Hızlandırma algoritmasında temel sınıflandırıcı olarak FA kullanılması durumunda, sınıflandırma doğrulukları arasındaki farkların KA ve KA'nı esas alan hızlandırma algoritması için %4 ve %2 olarak hesaplandığı görülmüştür. Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre algoritmaların sınıflandırma performansındaki bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Fonksiyonel ağaçlar, karar ağaçları, hızlandırma, Worldview-2, obje-tabanlı sınıflandırma.*

ABSTRACT

During the recent years, with the availability of very high resolution of satellite imagery providing sub-meter spatial resolution, the image classification process has been shift from conventional pixel-based to object-based image analysis. As in any classification problem, selection of suitable classification algorithm is also crucial for the success of the object-based thematic mapping process. Decision trees (DT) and especially its derivatives (e.g. random forest and rotation forest) have been successfully applied for both pixel-based and object-based classification task. In this context, functional trees (FT) based on the combination of multiple logistic regression and DT algorithms have been effectively used in many pattern recognition problems but relatively new for classification of remotely sensed imagery. In this study, the classification performance of the FT and was investigated for object-based image analysis of high resolution WorldView-2 imagery. Its performance was compared with conventional DT and its widely-used variant boosting (Adaboost) in which DT is used as the base classifier in the ensemble. Classification results show that FT algorithm produced similar performances with boosted-DT while it outperformed conventional DT algorithm in predicting segmented image objects labels and improvement in the estimated classification accuracy was about 3%. When the FT was used as a base classifier in boosting algorithm, it was observed that the difference in accuracies was calculated as 4% and 2% for DT and boosted-DT, respectively. The improvements in the performances of the algorithms were also found to be statistically significant considering the Wilcoxon's signed ranks test results.

Keywords: *Functional trees, decision trees, boosting, WorldView-2, object-based classification.*

1. GİRİŞ

Uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması yeryüzüne ait arazi örtüsü ve arazi kullanımına ilişkin bilgilerin elde edilmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Son yıllara kadar, söz konusu bilgilerin çıkarılmasında piksel-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı standart yöntem olarak kabul edilirken, özellikle yüksek çözünürlüklü görüntülerin (1m ve daha yüksek çözünürlük) kullanıma sunulması ile birlikte obje-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ön plana çıkmış ve obje-tabanlı yaklaşım ile sınıflandırma doğruluğunda önemli derecede artış sağlandığı birçok çalışmada vurgulanmıştır (Blaschke, 2010; Myint, vd., 2011; Colkesen vd., 2017). Bunun temel nedeni, yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerindeki doğal arazi örtüsü ve kullanım sınıflarının kendi içerisindeki spektral değişkenlikleri ve sınıfların birbirleri arasında spektral benzerlikleri nedeniyle piksel-tabanlı yaklaşımların sınıfların birbirinden ayırt edilmesi

noktasında yetersiz kalması ve dolayısıyla düşük sınıflandırma doğruluğu elde etmesidir (Myint, vd., 2011; Johnson, 2013).

Obje-tabanlı sınıflandırma yaklaşımında temel düşünce benzer spektral özelliklere sahip görüntü piksellerinden oluşan homojen yapılı görüntü objelerinin oluşturulması ve objeler için tanımlanan spektral, istatistiksel, doku ve geometrik özellikler dikkate alınarak görüntü objelerinin sınıflandırılmasıdır (Baatz, vd., 2000; Belgiu, vd., 2014). Obje-tabanlı görüntü analizinde, görüntü segmentasyonu, obje özelliklerinin belirlenmesi (spektral, geometrik veya ilişkisel) ve segmente edilen görüntü objelerinin belirli arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflarından birine sınıflandırılmasını içeren üç temel işlem adımı mevcuttur (Belgiu, vd., 2014; Kavzoglu, vd., 2015). Obje-tabanlı yaklaşımda da sınıflandırma işleminde kullanılacak algoritma seçimi sınıflandırma doğruluğunu etkileyen önemli bir işlem adımıdır. Bu nedenle, son yıllarda en yakın komşuluk algoritması gibi klasik sınıflandırma algoritmaları yerine piksel-tabanlı sınıflandırmada etkinliği kabul edilen makine öğrenme algoritmalarının obje-tabanlı görüntü analizindeki kullanımı uzaktan algılamada önemli bir araştırma konusu olarak ortaya çıkmıştır (Heuman, 2011; Ghosh and Joshi, 2014; Qian et al.,2015; Kavzoglu vd., 2015).

Karar ağaçları (KA) literatürde yaygın kullanımı olan bir sınıflandırma ve örüntü tanımlama algoritmasıdır (Rogan, vd., 2008; Kavzoğlu, vd., 2010). Algoritma bir sınıflandırma problemini hiyerarşik veya çok aşamalı bir yapıya dönüştürerek hedef sınıfların birbirinden ayırt edilmesi prensibini esas almaktadır (Swain, vd.,1977; Mather, vd., 2011). Diğer bir ifadeyle, uzaktan algılanmış görüntüleri de içerisine alan karmaşık yapıdaki veri setlerinin sınıflandırılması problemini aşamalı bir hale getirerek basit bir karar verme işlemi gerçekleştirir (Safavian vd., 1991). Bu özelliği sayesinde KA, uzaktan algılama alanında hem piksel hem de obje-tabanlı sınıflandırma problemlerinin çözümünde yaygın bir kullanıma sahiptir (Heuman, 2011; Cordeiro vd., 2015, Low vd., 2015).

Matematiksel olarak kolay ifade edilebilen ve programlanabilen yapısı nedeniyle KA, ağaç yapısını esas alan yeni nesil algoritmaların geliştirilmesinde veya birden fazla algoritmanın bir arada kullanıldığı hibrit yapılı sınıflandırma modellerinin oluşturulmasında tercih edilen algoritmaların başında gelmektedir. Birden fazla karar ağacı yapısının bir araya getirilmesi ve her bir KA tahmininden yola çıkılarak sonuç tahminlerin yapılması esasına dayanan rastgele orman algoritması KA'nı esas alan algoritmalara örnek olarak gösterilebilir (Pal, 2005). Bunun dışında literatürde sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde başarıyla kullanılan hızlandırma, torbalama ve rastgele orman gibi toplu öğrenme algoritmalarının kullanıldığı uygulamalarda genellikle temel sınıflandırıcı olarak KA tercih edilmektedir (Kavzoglu vd., 2013). Son yıllarda farklı örüntü tanıma problemlerinin çözümünde kullanılan fonksiyonel ağaçlar (FA), KA ile çoklu lojistik regresyon algoritmalarının bir arada kullanıldığı hibrit yapılı sınıflandırma algoritmalar arasındadır. Uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması probleminde performansı henüz test edilmeyen fonksiyonel ağaç yapıları, literatürde raster ve vektör yapılı veri modellerinin entegrasyonu, kanser vakalarının ayırt edilmesi, astronomik gözlemlerin sınıflandırılması, istenmeyen elektronik postaların tespiti, hiperspektral veriler ve dijital görüntülerin sınıflandırması olmak üzere bir çok çalışmada kullanılan bir algoritmadır (Vasconcellos, vd., 2011; Grandchamp, 2012; Ozcift, vd., 2013; Akçetin, vd., 2014; Popescu, vd., 2014; Hu, vd., 2016). FA, ağaç yapısı oluşumunda genellikle tek değişkenli sınıflandırmalar kullanan basit bir KA yapısını, çoklu lojistik regresyon algoritması yardımıyla çok değişkenli sınıflandırmalar yapabilmesine imkan sağlamaktadır (Gama, 2004; Witten, vd., 2011).

Bu çalışmada, yüksek çözünürlüklü WorldView-2 uydu görüntüsünün obje-tabanlı yaklaşımla sınıflandırılması ve tematik harita üretiminde FA ve FA'ı esas alan hızlandırma algoritmasının kullanımı ele alınmıştır. Algoritmanın sınıflandırma performansının karşılaştırılması ve objektif olarak analiz edilmesi amacıyla geleneksel KA ve KA'nı esas alan hızlandırma algoritması da değerlendirmeye alınmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİ

Kocaeli iline bağlı Darıca ilçesini içerisine alan yaklaşık 280 hektarlık bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 1). İlçe mavi bayraklı plajları, kumsalları, çeşitli rekreasyon alanları ve birçoğu yazlık evlerden oluşan yapısıyla Marmara bölgesinin en önemli turizm merkezlerinden birisi durumundadır. Sahip olduğu doğal özelliklerle bir cazibe merkezi konumunda olan çalışma alanı yoğun yapılaşma baskısı altında doğal hayatı koruyabilmiş ender alanlardandır.

2013 Mayıs ve Haziran aylarında gerçekleştirilen saha çalışmaları neticesinde

Şekil 1. Çalışma alanı ve konumu

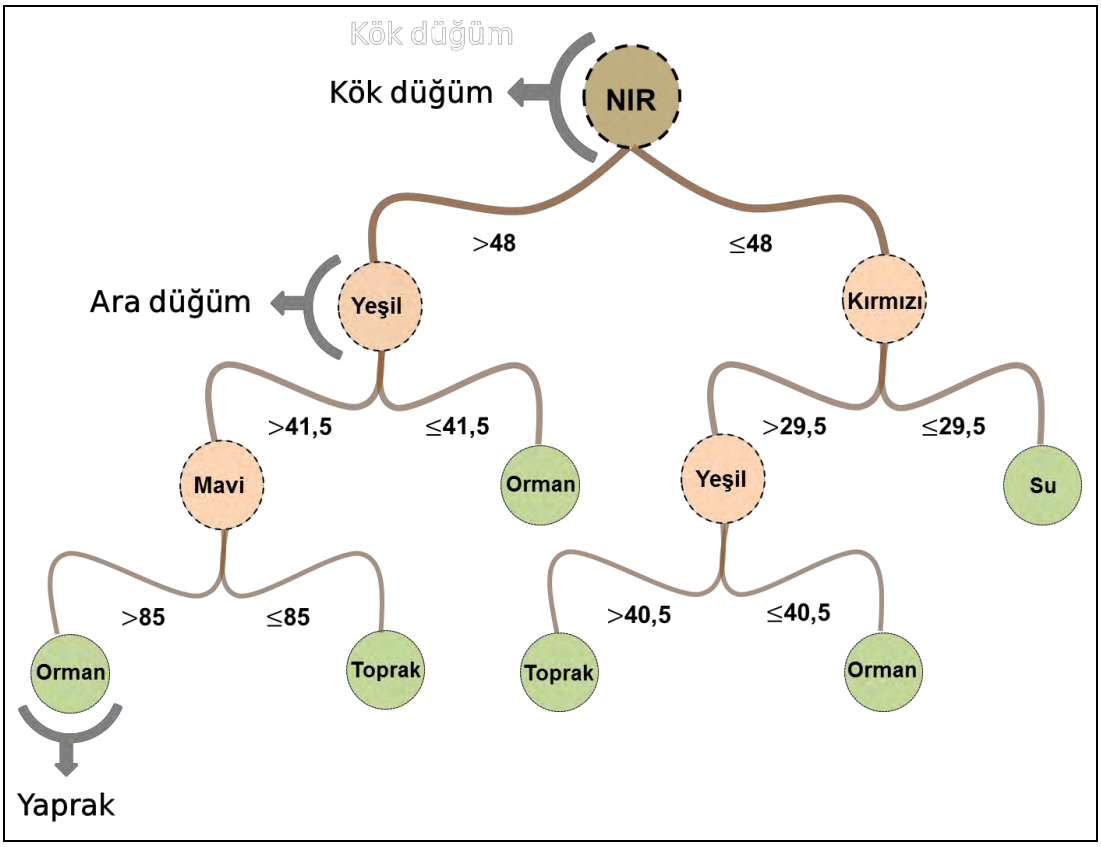
çalışma bölgesinde 10 farklı arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfının varlığı tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde su, toprak, bozkır, yol, geniş ve iğne yapraklı ağaçlar olarak tanımlanan temel arazi örtüsü sınıflarının yanı sıra çatıların yapımında kullanılan malzemenin türüne göre bina sınıfları yer almaktadır. Çalışma alanında betonarme kaplamaya sahip olan bina çatıları bina-beyaz, kiremit kaplamaya sahip bina çatıları bina-kırmızı ve gri renkli kiremit veya metal malzemeyle kaplanan bina çatıları ise bina-gri olarak kendi içerisinde sınıflandırılarak her biri arazi kullanım sınıfı olarak tanımlanmıştır. Bu sınıflara ilave olarak, gölge probleminden kaynaklanabilecek sınıflandırma hatalarının azaltılması amacıyla gölge sınıfı da uygulamada değerlendirmeye alınmıştır.

3. SINIFLANDIRMA ALGORİTMALARI

a. Karar Ağaçları

Birçok sınıflandırma probleminde, veri seti ile sınıflar arasındaki ilişkinin bir bütün olarak değil de aşamalar halinde ele alınması farklı ölçeklerde veya farklı detay seviyelerindeki nesneler arasındaki ilişkilerin daha kolay bir şekilde ortaya koyulmasına imkan sağlamaktadır. Akış şemalarına benzeyen yapılarıyla karar ağaçları farklı seviyelerdeki sınıflandırmaları ayrı hiyerarşik seviyelerde gerçekleştirmektedir. Söz konusu hiyerarşik sınıflandırma mekanizması çok bantlı bir uydu görüntüsü açısından ele alınırsa, karar ağacı yapısının oluşturulmasında veri setinin içerisindeki her bir sınıfın kendi içerisindeki spektral özellikler ve diğer sınıflarla olan spektral ilişkiler esas alınmaktadır. Kara-kutu (black-box) algoritmalar olarak bilinen yapay sinir ağları ile karşılaştırıldığında, ağaç yapısının görsel olarak kolay yorumlanabilmesi ve sınıflandırma işleminde kullanılan karar kurallarının anlaşılabilir ve sade olması nedeniyle karar ağaçları beyaz-kutu (white-box) algoritmalar olarak bilinmektedirler (Mather and Koch, 2011).

Şekil 2'de kırmızı, yeşil, mavi ve NIR bantlar kullanılarak orman, su ve toprak sınıflarının ayırt edilmesi amacıyla oluşturulan örnek bir KA modeli gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere basit bir ağaç yapısı düğüm, dal ve yaprak olarak adlandırılan üç temel kısımdan oluşur. Bu ağaç yapısında her bir öznitelik (uydu görüntüsü için bant değeri) bir düğüm tarafından temsil edilir. Dallar ve yapraklar ağaç yapısının diğer elemanlarıdır. Ağaçta en son kısım yaprak en üst kısım ise kök olarak adlandırılır. Kök ve yapraklar arasında kalan kısımlar ise dal olarak ifade edilir (Quinlan, 1993). Eğitim verilerine ait öznitelik bilgilerinden yararlanılarak bir ağaç yapısı oluşturulmasında temel prensip verilere ilişkin bir dizi sorular sorulması ve elde edilen cevaplar doğrultusunda hareket edilerek en kısa sürede sonuca gidilmesi olarak ifade edilebilir. Bu şekilde



Şekil 2. Üç sınıfa sahip dört bantlı veri seti için oluşturulan karar ağacı yapısı.

karar ağacı sorulara aldığı cevapları toplayarak karar kuralları oluşturur. Ağacın ilk düğümü olan kök düğümünde verilerin sınıflandırılması ve ağaç yapısının oluşturulması için sorular sorulmaya başlanır ve dalları olmayan düğümler ya da yapraklar bulunana kadar bu işlem devam eder (Pal, vd., 2003). Şekildeki örnek ağaç yapısı göz önüne alındığında, sınıf etiketi belli olmayan bir pikselin, kızılötesi banttaki spektral parlaklık değeri 48'den küçük veya eşitse ve aynı pikselin kırmızı banttaki parlaklık değeri 29,5'den küçük veya eşitse söz konusu piksel su sınıfındadır sonucuna ulaşılır.

Karar ağaçlarının oluşturulmasındaki en önemli işlem adımı ağaçtaki dallanmanın hangi kritere göre yapılacağı ya da hangi bant değerlerine göre ağaç yapısının oluşturulacağıdır (Mather ve Koch, 2011). Karar ağacı oluşturulmasında kullanılan en temel algoritma Hunt algoritmasıdır (Hunt, 1962). Bu algoritmanın en önemli eksikliği dallanmaya esas olacak özelliklerin rastgele seçilmesidir. Literatürde bu eksikliğin giderilmesi ve dallanmaya esas olacak özelliklerin belirli bir kıstas göz önüne alınarak tespit edilmesi amacıyla çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi Quinlan (1987) tarafından geliştirlen ID3 algoritması olup, bu algoritma dallanma için seçilecek özelliğin entropi ölçütüne göre belirlendiği bir algoritmadır. Bu algoritma ile ağaç oluşumunda entropi'ye dayalı bilgi kazancı hesaplanarak en yüksek değere sahip özellik dikkate alınarak karar ağacı oluşumu ve dallanması gerçekleştirilir. ID3 algoritmasının geliştirilmiş hali olan ve günümüzde karar ağacı oluşumunda standart yaklaşım olarak kabul edilen C4.5 algoritması yine entopi ölçütüne dayalı bir algoritma olup bilgi kazancı yerine kazanç oranı kriteri kullanarak dallanmaya esas olacak özelliği belirlemektedir (Quinlan, 1993, Kavzoğlu vd., 2010).

b. Hızlandırma

Toplu öğrenme yaklaşımı tek bir sınıflandırıcı yerine birden çok sınıflandırıcıyı içerecek şekilde bir sınıflandırıcı kümesinin oluşturulması ve küme içerisindeki sınıflandırıcıların tahminlerinden yola çıkılarak sınıf etiketi belli olmayan örneklerin sınıflandırılması esasına dayanmaktadır (Dietterich, 2000). Günümüze kadar toplu öğrenme algoritması olarak başta hızlandırma, torbalama, rastgele orman ve dönüşümlü orman olmak üzere birçok algoritma geliştirilmiştir (Du, vd., 2012; Kavzoglu, vd., 2013; Xia, vd., 2014).

Hızlandırma algoritması eğitim veri setindeki her bir örneğe ağırlık verilmesi esasına dayanmaktadır (Freund, vd., 1996; Tso, vd., 2009). Eğitim veri seti içerisindeki her bir örneğin ağırlıkları başlangıçta eşit olarak alınır. Daha sonra toplu öğrenme kümesi içerisindeki her bir sınıflandırıcı için eğitim verisindeki örneklere ait sınıf etiketleri tahmin edilir. Tahmin edilen sınıf etiketleri ile bilinen sınıf etiketleri karşılaştırılarak, eğitim veri seti içerisinde hangi örneğin hatalı sınıflandırıldığı tespit edilir. Bir sonraki adımda eğitim veri seti içerisinde hatalı sınıflandırılan bu örneklerin ağırlığı arttırılarak sınıflandırma işlemi tekrar edilir. Hatalı sınıflandırılan örneklerin ağırlıklarının arttırılması ile sınıflandırıcıların bu örnekler üzerine odaklanması sağlanır. Hızlandırma algoritması bu iteratif yaklaşımla eğitim veri seti içerisinde doğru sınıflandırılan pikseller yerine hatalı sınıflandırılan piksellere yoğunlaşarak sınıflandırma doğruluğunu arttırılmasını amaçlamaktadır.

Literatürde hızlandırma yöntemiyle sınıflandırıcıların birleştirilmesinde en çok tercih edilen algoritma Adaboost algoritmasıdır (Tso vd., 2009; Canty, 2014). Adaboost toplu öğrenme kümesi içerisindeki her bir sınıflandırıcının eğitiminde kullanılacak örneklerin seçiminde iki yaklaşım kullanır. Bunlardan birincisi örneklerin olasılıklarına dayalı olarak eğitim setinin oluşturulmasıdır. İkincisi ise, basit bir biçimde tüm örneklerin ve ağırlıklarının kullanılmasıdır. Bu yöntemin ana düşüncesi her bir örneğin hatasının o örneğin olasılığı ile belirlenmesidir. Adaboost yönteminde başlangıçta her bir örneğin olasılığı *1/N* olarak kabul edilir. Daha sonra eğitilen her bir sınıflandırıcının ürettiği sonuçlar dikkate alınarak hatalı sınıflandırılan pikseller ile ilgili olasılıklar tekrar hesaplanır. Eğitimden sonra, her bir sınıflandırıcının ağırlıklı oyu kullanılarak birleşime ait tahminler yapılır. Her bir sınıflandırıcıya ait ağırlıklar, sınıflandırıcıların eğitiminde kullanılan ağırlıklı örneklerden elde edilen doğruluğa göre hesaplanır.

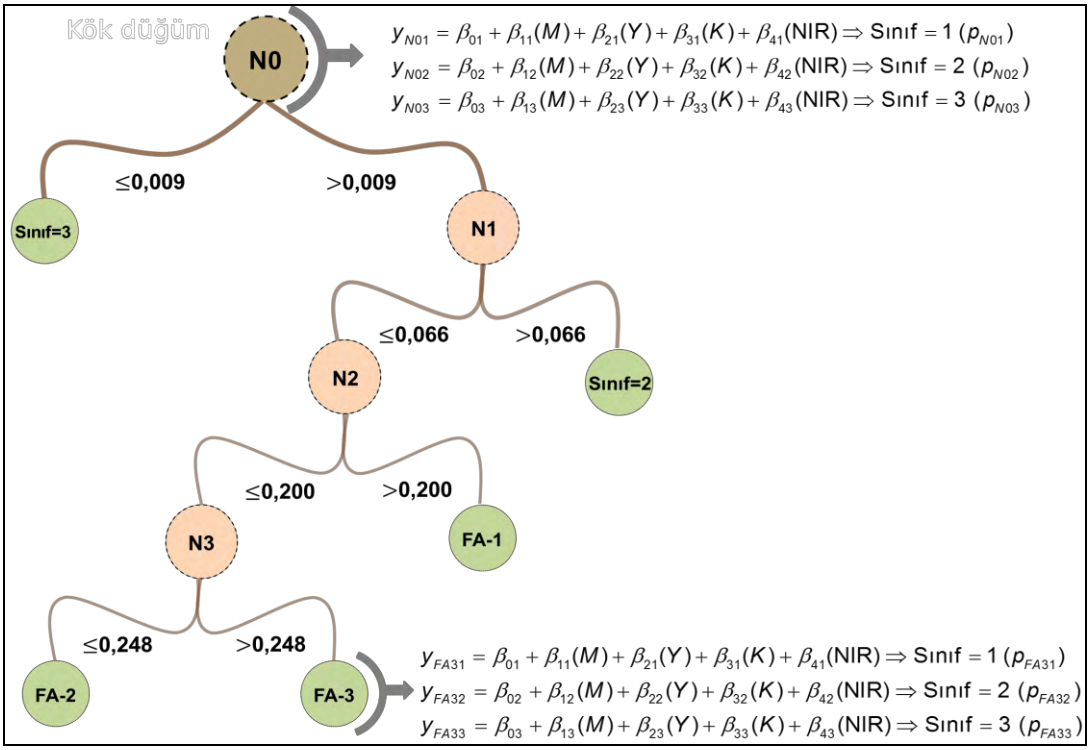
c. Fonksiyonel Karar Ağaçları

Karar ağaçlarının kullanıldığı bir sınıflandırma probleminde genelde çoklu kararlar ara düğümlerde alınırken, regresyon problemlerinde ağacın yaprak kısmında çoklu kararlar alınmaktadır. Fonksiyonel karar ağaçları bu iki yaklaşımın bir birleşimi olarak düşünülebilir. Diğer bir ifadeyle, fonksiyonel ağaçlar (FA) hem ara düğümlerde hem de yapraklarda tüm girdi özelliklerine (bantlara) ait bilgileri kullanır (Gama, 2004). Tek değişkenli karar ağaçları bir düğüm noktasında sadece tek bir öznitelik değerini (spektral bant değerini) dikkate alarak ağacın bölünmesi veya dallanması işlemini gerçekleştirirken, FA hem yaprakta hem de ara düğümlerde mevcut tüm öznitelik değerlerinin kullanılmasına imkan sağlar (Vascocellos, vd., 2011).

FA oluşumunda kullanılan algoritma ağaç oluşumunda yukarıdan-aşağıya tekrarlamalı bölünme stratejisini kullanmaktadır. Ağacın her bir düğümünde bölünme tekil olmasına karşın, hem veri setindeki orijinal özellikler hem de bir özellik oluşturucu fonksiyon (çoklu lojistik regresyon) kullanarak üretilen yeni özellikler dikkate alınır. Her bir yeni özelliğin değeri düğüm noktasına ulaşan her bir örnek için regresyon fonksiyonun tahmininden elde edilir (Landwehr, vd., 2005). Ağaç yapısı oluşturulduktan sonra, aşağıdan-yukarıya yaklaşımı ile budama işlemi gerçekleştirilir. Yaprak olmayan her bir düğüm noktasında üç durum söz konusudur. Bunlardan ilki, ağaç yapısında budama yapılmamasıdır. İkincisi, düğüm noktasının tek bir sonucu veya sabit değeri içeren bir yaprakla yer değiştirmesidir. Üçüncüsü ise, düğüm noktasının bir fonksiyonu (örneğin lojistik regresyon) içeren bir yaprakla yer değiştirmesidir (Gama, 2004).

FA ile sınıf etiketi belli olmayan bir örnek için, ağacın kök düğümünden başlayıp yaprak düğümüne doğru ilerlenmesi ile tahmin işlemi gerçekleştirilir. Ağacın her bir karar düğümünde ayrı bir regresyon fonksiyon kullanılır. Bu fonksiyon ile özellik sayısı arttırılır ve elde edilen olasılıklara göre ağaç içerisinde hangi yoldan devam edeceğine karar verilir. Eğer bir yaprağa ulaşılırsa, bu örnek ya bir sabit olarak sınıflandırılır ya da yapraktaki diğer bir regresyon fonksiyonuna ulaşır. Şekil 3'de Landsat TM uydu görüntüsünün kırmızı (K), yeşil (Y), mavi (M) ve NIR bantları kullanılarak üç farklı arazi örtüsü sınıfının ayrıt edilmesi problemi için oluşturulan örnek bir fonksiyonel ağaç yapısı modeli gösterilmiştir.

FA algoritması ile sınıflandırma veya sınıf etiketlerinin tahmini şu şekilde gerçekleştirilir: Öncelikle eğitim veri seti kullanılarak ağaç yapısı oluşturulur. Sınıf etiketi belli olmayan bir örnek ağacın kök noktasından modele girer ve bir yaprağa ulaşıncaya kadar ağaçta ilerler. Ağaç yapısındaki her bir iç düğümde (iç karar düğümünde) örneğe ait tüm öznitelikler (spektral bant değerleri) bu düğümde eğitim veri setindeki sınıf sayısı kadar ayrı ayrı oluşturulan çoklu regresyon modeline uygulanır. Söz konusu piksel için regresyon modellerden elde edilen olasılıklar dikkate alınarak örneğin ağaçta hangi yoldan



Şekil 3. Üç sınıfa sahip dört bantlı veri seti için oluşturulan fonksiyonel ağaç yapısı.

devam edeceğine karar verilir. Ağacın herhangi bir yaprağına ulaşıldığında sınıf etiketi belli olmayan bir örneğin hangi sınıfa ati olduğu iki şekilde belirlenebilir. Eğer ulaşılan yaprakta belirli bir sınıf var ise pikselin o sınıfa ait olduğuna karar verilir. Eğer ulaşılan yaprakta yeni çoklu regresyon model varsa, örneğe ait spektral bant değerleri regresyon modellerine uygulanır ve modelden çıkan olasılık sonuçlarına göre örneğin ait olduğu sınıf belirlenir (Landwehr, vd., 2005; Rodriguez, vd., 2010; Ozcift, vd., 2013).

FA algoritmasının temel yapı taşlarından biri olan lojistik regresyon analizi birçok örüntü tanıma probleminde kullanılan popüler bir algoritmadır (Witten, vd., 2011). Lojistik regresyon analizi, ikili sonucu olan ve tek bir bağımsız değişkene sahip regresyon problemlerinin çözümünde kullanılırken, ikili sonucu olan ve birden fazla değişkenin olduğu problemlerde çoklu lojistik regresyon algoritması kullanılır. Lojistik regresyon algoritmasının sonucu genelde 0 ve 1 olarak kodlanır. Burada 1 ilgi duyulan olayın var olduğunu gösterirken 0 ilgi duyulan olayın olmadığını göstermektedir.

Bir regresyon probleminde *p* sayıda bağımsız değişkenin (uzaktan algılamada bant sayısı) olduğunu ve bu değişkenlerin $X = (x_1,...,x_p)$ şeklinde bir vektörle gösterildiği düşünülsün. Bu durumda çoklu regresyon için logit fonksiyonu $y(x)$ Eşitlik (1)'de gösterildiği şekilde ifade edilir.

$$y(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + ... + \beta_p x_p \quad (1)$$

Bu durumda lojistik regresyon modeli

$$p(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + ... + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + ... + \beta_p x_p}} \quad (2)$$

şeklindedir. Bu eşitlikte, $p(x)$ model sonucuna ilişkin olasılığı, $x_1,...,x_p$ bağımsız değişkenleri ve $\beta_0, \beta_1..., \beta_p$ ise regresyon modeline ilişkin katsayıları göstermektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Uygulama kapsamında temel veri kaynağı olarak 2013 tarihinde kaydedilen 0.5m pankromatik ve 2m mekânsal çözünürlüklü 8 multispektral banda sahip Worldview-2 (WV-2) uydu görüntüsü kullanılmıştır. WV-2 uydusu klasik kırmızı (630-690 nm), yeşil (510-580 nm), mavi (450-510 nm) ve yakın kızılötesi (770-895 nm) bantlarına ilave olarak kıyı (400-450nm), sarı (585-625 nm), kırmızı-kenar (705-745 nm) ve ikinci bir kızılötesi (860-1040 nm) bantta görüntüleme yapmaktadır. Çalışmada değerlendirmeye alınan WV-2 görüntüsüne ait

işlem düzeyi 2A (level2A) olup, görüntü tedarikçi firma tarafından radyometrik ve geometrik olarak düzeltilmiş ve UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon sisteminde WGS84 (World Geodetic System 1984) datumunda tanımlanmıştır. WV-2'nin 0.5m pankromatik ve 2m multispektral görüntülerin kaynaştırılmasında Gram-Schmidt algoritmasından yararlanılmış ve kaynaştırma sonucu elde edilen görüntünün yeniden örneklemesinde literatürde yüksek çözünürlüklü görüntülerin kaynaştırılmasında görüntü netliği ve detayların korunması açısından bir çok çalışmada tercih edilen Bilineer enterpolasyon tekniği kullanılmıştır (Palubinskas, 2013; Jawak vd., 2013; Ghosh vd., 2013).

Çalışma kapsamında, WV-2 uydu görüntüsünün obje-tabanlı yaklaşımla sınıflandırılmasında üç temel işlem adımı takip edilmiştir. İlk olarak uydu görüntüsünün segmentasyon işlemi gerçekleştirilerek görüntü objeleri elde edilmiş ve söz konusu görüntü objelerine ilişkin özellikler tanımlanmıştır. İkinci aşamada, bölge içerisindeki arazi örtüsü ve kullanım sınıflarını temsil eden örnekleme alanları tespit edilerek görüntü objeleri ile ilişkilendirilmiş ve sınıflandırma modellerinin oluşturulmasında kullanılmak üzere eğitim ve test veri setleri oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada ise çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan sınıflandırma algoritmaları için en uygun sınıflandırma modelleri oluşturulmuş ve segmente edilen görüntünün tamamı söz konusu modeller ile sınıflandırılarak tematik harita üretimi gerçekleştirilmiştir.

WV-2 görüntüsünün segmente edilmesi ve görüntü objelerine ait özelliklerin tanımlanması işlemleri eCognition Developer 9.0 yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Segmentasyon işlemi için literatürde yaygın olarak kullanılan çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritması kullanılmıştır (Baatz vd., 2000). Algoritma ile segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan ölçek parametresinin tespitinde Drăguţ, vd. (2010) tarafından önerilen ESP yazılımından yararlanılmıştır. ESP yazılımının çalışma prensibi, kullanıcı tarafından belirlenen bir parametre aralığında ve ön görülen artış miktarına göre görüntünün iteratif bir şekilde segmentasyonunun yapılması ve her iterasyon sonucunda lokal varyans değerlerinin (görüntü objeleri arasındaki standart sapmaların ortalaması) hesaplanması esasına dayanmaktadır. Lokal varyans değerleri arasındaki değişim oranları içerisinde ani artışların görülüğü parametre değerlerinin optimum ölçek parametresi olarak kullanılabilecek aday ölçek parametreleri olduğu ifade edilmektedir (Drăguţ, vd. 2010).

Bu çalışmada, ESP yazılımında ölçek parametre değer aralığı minimum 10 ve maksimum 100 olarak belirlenmiş ve ölçek parametresindeki artış miktarı 1 olarak seçilmiştir. ESP yazılımı tarafından hesaplanan lokal varyans değişim oranlarının analizi neticesinde WV-2 görüntüsü için dört aday ölçek parametre değeri (19, 29, 37 ve 59) olduğu tespit edilmiştir. Yazılım tarafından belirlenen aday ölçek parametreleri kullanılarak ayrı ayrı segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve ölçek parametresinin 19 olarak seçilmesiyle arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının temsili ve birbirinden ayırt edilmesi noktasında daha anlamlı görüntü objelerinin elde edildiği görülmüştür. Belirlenen bu ölçek parametresi yardımıyla segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve sonuçta 125.350 görüntü objesi elde edilmiştir. Çoklu çözünürlük segmentasyonu ile segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde WV-2 görüntüsünün tüm bantları değerlendirmeye alınmış ve her bandın ağırlığı eşit alınmıştır.

Segmentasyon sonucu üretilen görüntü objelerine ilişkin ortalama spektral parlaklık değerleri hesaplanmış ve sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde objelerin bu özelliklerinden yararlanılmıştır. Görüntü objelerine ilişkin özelliklerin tanımlanmasının ardından, tematik harita üretimine esas teşkil edecek sınıflandırma modellerinin oluşturulması amacıyla öncelikle gerçekleştirilen saha çalışmaları, bölgeye ilişkin mevcut hâlihazır haritalar ve Google Earth veri tabanında servis edilen farklı tarihli yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri yardımıyla örnekleme alanları tespit edilmiştir. Segmentasyon neticesinde elde edilen görüntü objeleri, belirlenen örnekleme alanları ile ilişkilendirilerek çalışma alanındaki arazi örtüsü ve kullanım sınıflarını temsil eden toplam 3.187 referans görüntü objesi belirlenmiştir. Elde edilen referans objeleri içerisinden rastgele örnekleme prensibinden hareketle ayrı ayrı eğitim ve test veri setleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak sınıflandırma işleminde kullanılmak üzere her bir sınıf için yaklaşık eşit sayıda görüntü objesi içerecek şekilde toplam 1.805 referans obje eğitim verisi olarak belirlenirken, aynı prensipten hareketle yaklaşık eşit sayıda görüntü objesi içerecek şekilde toplam 1.382 referans obje test veri seti olarak belirlenmiştir. Segmente edilen görüntünün sınıflandırılması işlemleri açık kaynak kodlu Java programlama dilinde hazırlanmış Weka 6.0 yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işleminde çalışma amacına uygun

olarak fonksiyonel ağaçlar (FA), karar ağaçları (KA) ve söz konusu iki algoritmanın ayrı ayrı temel sınıflandırıcı olarak kullanıldığı Adaboost sınıflandırma algoritmaları değerlendirmeye alınmıştır.

Değerlendirmeye alınan sınıflandırma algoritmalarının performanslarının karşılaştırılması ve analizinde öncelikli olarak genel sınıflandırma doğruluklarından yararlanılmıştır. Bu değerlendirmelerin yanı sıra, arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının üretilen tematik haritalarda nicelik ve mekânsal olarak yerleşimler arasındaki farklılıkların analiz edilmesi amacıyla miktar ve yerleşim uyumsuzlukları ölçütleri kullanılmıştır. Miktar uyumsuzluğu (MU), üretilen harita üzerindeki sınıflara ilişkin niceliksel oranlarına ait hatanın bir ölçütü iken, yerleşim uyumsuzluğu (YU) tematik harita üzerinde sınıfların mekânsal olarak yerleşimindeki hatayı ifade etmektedir (Pontius vd., 2011). Diğer bir ifadeyle, hesaplanan MU ölçütünün yüksek değerler alması tematik harita üzerindeki sınıfların niceliksel toplamlarının olması gerekenden önemli derecede farklı olduğunu gösterirken, YU ölçütü yüksek değerler aldığında sınıfların mevcut mekânsal dağılımları ile tematik harita üzerindeki dağılımları arasında önemli derecede farklılıklar olduğunu ifade etmektedir (Warrens, 2015).

Değerlendirmeye alınan algoritmaların sınıflandırma performansları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlılığının tespiti amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testinden (Wilcoxon's signed ranks test) yararlanılmıştır. İki sınıflandırma algoritmasının performans farklılıklarının sıralanması esasına dayanan istatistik test, hesaplanan farkların pozitif (T_+) ve negatif (T_-) farklar olarak ayrı ayrı sıralanmasını ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılmasını esas almaktadır. Karşılaştırma yapılan örnek sayısı (n) 50'ye eşit veya küçükse Wilcoxon's işaretli sıralar dağılım tablosu dikkate alınırken, örnek sayısı 50'den fazla olduğunda veri setinin normal dağılımda olduğu kabul edilerek Eşitlik (3) yardımıyla istatistik hesaplama yapılır ve normal dağılım tablosundan yararlanılır (Japkowicz vd., 2011). Hesaplanan test istatistiği (z), belirlenen güven aralığında kritik tablo değerinden büyük olduğunda değerlendirmeye alınan iki sınıflandırma sonucu arasında istatistik olarak anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılır (Japkowicz vd., 2011).

$$z = \frac{\min(T_+, T_-) - \frac{1}{4}n(n+1)}{\sqrt{\frac{1}{24}n(n+1)(2n+1)}} \quad (3)$$

5. UYGULAMA

Uygulama kapsamında, segmentasyon sonucu elde edilen görüntü objeleri için WV-2 görüntüsünün sekiz spektral bandına ait ortalama parlaklık değerleri hesaplanmış ve sınıflandırma işleminde söz konusu özellikler kullanılmıştır. Karar ağaçları ile sınıflandırma işleminde tek değişkenli karar ağacı algoritmalarından C4.5 algoritması kullanılmıştır. KA modeli oluşturulmasında dallanmaya esas olacak özniteliklerin seçiminde kazanç oranı kriteri, oluşturulan karar ağacının sadeleştirilmesi ve sınıflandırma doğruluğunun arttırılması amacıyla ön budama yöntemi kullanılmıştır. C4.5 algoritması ile oluşturulan ağaç modelinde toplam 129 düğüm, 65 yaprak bulunmakla birlikte ağacın kök düğümünde dallanmaya esas olacak özellik olarak WV-2'nin kırmızı bandı için hesaplanan ortalama değerin seçildiği görülmüştür. Oluşturulan karar ağacı yapısında, kök düğümden sonraki ikinci düzey bölünmelerde ise WV-2'nin kızılötesi-2 bandı ve mavi bandı yardımıyla hesaplanan ortalama değerlerin seçildiği görülmüştür. Diğer taraftan, FA yardımıyla ağaç yapısı oluşumunda hem ara hem de yapraklarda çoklu lojistik regresyon algoritması kullanılmıştır. Eğitim veri seti kullanılarak oluşturulan FA modelinin kök düğümünde çoklu lojistik regresyon algoritmasının yer aldığı toplam 21 düğüm ve 11 yapraktan oluştuğu görülmüştür. Oluşan FA modeli, KA ile oluşturulan modele göre daha sade bir yapıdadır. FA modelinde kök düğümden sonraki ikinci düzey düğümlerin birinde WV-2'nin kızılötesi-1 bandı yardımıyla hesaplanan ortalama değerlerin seçildiği, diğer düğümde ise lojistik regresyon modelinin yer aldığı görülmüştür. Bu yapısı ile oluşturulan FA modelinin KA modeline göre daha sade bir yapıda olduğu ifade edilebilir.

Toplu öğrenme algoritması olarak literatürde yaygın bir kullanımı olan Adaboost algoritması kullanımında iterasyon sayısı olarak bilinen ve toplu öğrenme modeli içerisinde kaç adet ağaç kullanılacağını gösteren parametrenin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak çapraz doğrulama yaklaşımı yardımıyla hem KA'nı hem de FA'ı esas alan Adaboost modelleri için en uygun parametre değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Eğitim veri seti

kullanılarak gerçekleştirilen çapraz doğrulamalar sonucunda en yüksek sınıflandırma doğruluğunu veren iterasyon parametresinin KA'nı esas alan modelde 70, FA'ı esas alan modelde 50 olduğu tespit edilmiştir.

Eğitim veri seti yardımıyla oluşturan sınıflandırma modellerinin performansları, test veri seti için hesaplanan doğruluk ölçütleri kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 1). Tablo incelendiğinde, algoritmalar içerisinde en düşük genel sınıflandırma doğruluğunun standart KA sınıflandırıcısıyla %89,87 (Kappa değeri 0.89) olarak elde edildiği görülmektedir. FA ile oluşturulan sınıflandırma modeli için hesaplanan genel doğruluk %92,26 (Kappa değeri 0.92) olup, KA ile karşılaştırıldığında sınıflandırma doğruluğunda %2,39 oranında artış olmuştur. KA ve FA için hesaplanan hata matrislerindeki toplam hatayı ifade eden ve tabloda toplam uyumsuzluk olarak ifade edilen değerler incelendiğinde, FA algoritmasının daha düşük hataya sahip olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, test verisindeki (referans harita) görüntü objelerine ait bilinen sınıf etiketleri ile FA tarafından söz konusu objeler için tahmin edilen sınıf etiketleri (üretilen tematik harita) arasında yüksek bir uyum (benzerlik) olduğu ifade edilebilir. Toplam hatayı oluşturan Miktar uyumsuzluğu (MU) ve yerleşim uyumsuzluğu (YU) değerleri incelendiğinde, FA'nın daha düşük daha düşük hata değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Obje-tabanlı sınıflandırma sonuçları.

	KA	FA	KA*	FA*
Genel doğruluk (%)	89,87	92,26	92,62	93,85
Kappa değeri	0,89	0,92	0,91	0,93
MU	38	18	23	17
YU	102	89	79	68
Toplam hata	140	107	102	85

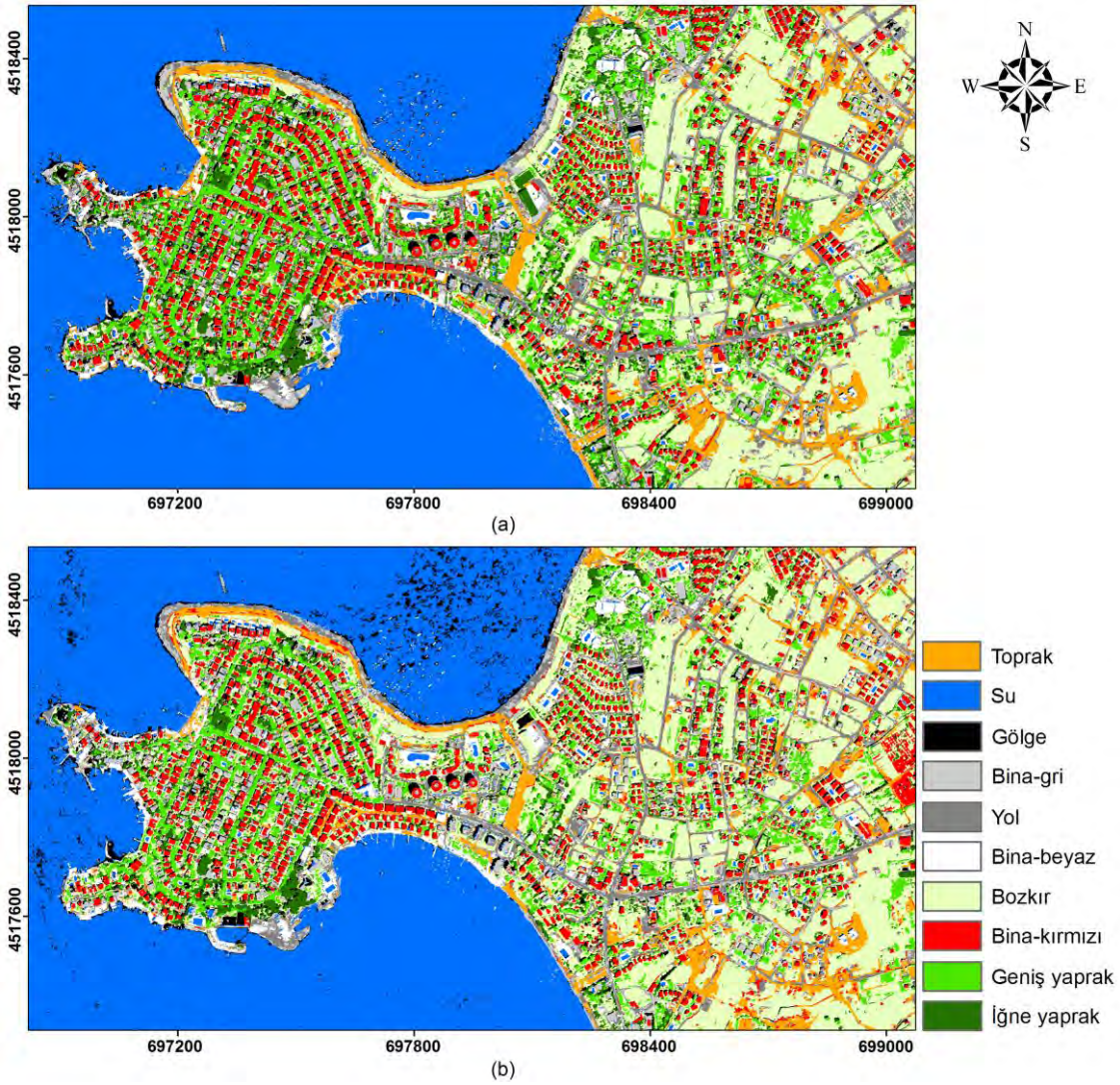
KA ve FA algoritmalarının toplu öğrenme algoritmasında temel sınıflandırıcı olarak kullanılması durumunda elde edilen sınıflandırma sonuçları da Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere Adaboost algoritmasında FA temel sınıflandırıcı olarak kullanıldığında (FA*) %93,85 genel doğruluğa ulaşılırken, KA temel sınıflandırıcı olarak kullanıldığında (KA*) hesaplanan genel doğruluk %92,62'dir. Elde edilen bu sonuç hızlandırma algoritmasında FA kullanımı ile genel sınıflandırma doğruluğunda %1,23 düzeyinde bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte söz konusu iki algoritmanın, hızlandırma algoritması ile birlikte kullanılması durumunda genel sınıflandırma doğruluğunda KA'nın tekil kullanımına göre %2,75 ve FA'nın tekil kullanımına göre %1,59'luk artış hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle, KA'nın ve FA'ın tekil kullanımı yerine, hızlandırma algoritması ile birlikte kullanımı genel sınıflandırma doğruluğunu önemli derecede arttırırken, hesaplanan hata değerleri (MU ve YU) ve dolayısıyla hata matrislerindeki toplam hata oranı önemli derecede azalmıştır.

Sınıflandırma performansları arasındaki farklılıkların anlamlılığı Wilcoxon testi yardımıyla istatistiksel olarak analiz edilmiş ve algoritmaların ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen istatistiksel değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere, FA ile KA'nı esas alan hızlandırma algoritması (KA*) arasındaki doğruluk farklılığının anlamlılığı için hesaplanan istatistik değer $(z = 0{,}513)$, %95 güven aralığında kritik tablo değerinden $(z_{\%95} = 1{,}96)$ düşüktür. Bu sonuç, iki algoritmanın istatistiksel olarak benzer sınıflandırma performansı gösterdiğini ifade etmektedir. Bunun haricinde tablodaki diğer tüm ikili karşılaştırmalar için hesaplanan istatistiki değerler kritik tablo değerinden büyük olup istatistiksel olarak algoritmaların sınıflandırma performanslarının birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle söz konusu algoritmalar ile elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak birbirlerinden farklıdır.

Tablo 2. Wilcoxon işaretli sıralar test sonuçları.

	FA	KA*	FA*
KA	2,976	4,098	5,268
FA		0,513	2,593
KA*			2,018

Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan tüm algoritmalara ilişkin sınıflandırma sonuçları bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek doğruluğun FA algoritmasının hızlandırma algoritmasında temel sınıflandırıcı olarak kullanıldığı sınıflandırma modeli ile %93,85 olarak elde edildiği görülmüştür. Söz konusu sınıflandırma modeli, diğer modeller ile karşılaştırıldığında, en düşük toplam hata, MU ve YU değerlerine sahiptir. Diğer bir ifadeyle, FA'ı esas alan Adaboost modeli tarafından üretilen tematik haritada ilgi duyulan arazi örtüsü ve arazi



Şekil 4. (a) FA* ve (b) KA algoritmaları ile üretilen tematik haritalar.

kullanım sınıflarını temsil eden görüntü objelerinin gerçekte olması gereken mekânsal konum ve dağılımlara yüksek doğrulukta sınıflandırılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan tüm sınıflandırma modelleri segmente edilen görüntüye uygulanarak ayrı ayrı tematik haritalar üretilmiştir. Söz konusu haritalara örnek olarak FA'ı esas alan Adaboost modeli ve standart KA ile üretilen tematik haritalar Şekil 4'de gösterilmiştir. Tematik haritalar incelendiğinde KA ile üretilen haritada (Şekil 4b) arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfları arasındaki hatalı sınıflandırmaların fazla oluşu nedeniyle haritanın gürültü oranı yüksektir. Buna karşın FA'ı esas alan toplu öğrenme (sınıflandırma) modeli (FA*) ile üretilen haritada (Şekil 4a) sınıflar arasındaki karışıklık oranı daha az olduğundan haritada bir süreklilik söz konusudur. Dolayısıyla sınıflar arasındaki ayırım artarak, kolay yorumlanabilir hale gelmiştir. Bu durum özellikle benzer spektral özelliklere sahip sınıfların ayırt edilmesinde FA algoritmasının daha başarılı olduğunu destekler niteliktedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Obje-tabanlı görüntü sınıflandırma özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinden bilgi çıkarımı ve tematik harita üretiminde başarıyla kullanılan bir görüntü analiz yaklaşımıdır. Obje-tabanlı yaklaşımda segmentasyon sonucu elde edilen görüntü objelerinin belirlenen arazi örtüsü veya kullanım sınıfına atanması neticesinde tematik harita üretimi söz konusudur. Bu nedenle sınıflandırma işleminde kullanılacak algoritma obje-tabanlı görüntü analizi ile üretilen tematik harita doğruluğunu direkt olarak etkilemektedir. Bu çalışmada, KA ve çoklu lojistik regresyon algoritmalarının bir arada kullanıldığı FA sınıflandırıcısının obje-tabanlı görüntü analizinde

kullanımı incelenmiş ve sınıflandırma performansı standart KA algoritması ile karşılaştırılmıştır. Bu temel performans karşılaştırmasının yanı sıra toplu öğrenme algoritmasında her iki karar ağacı modelinin (KA ve FA) ayrı ayrı temel sınıflandırıcı olarak (Adaboost) kullanımı da ele alınmış ve sınıflandırma performanslarındaki farklılıklar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Çalışma sonuçlarının analizi neticesinde önemli bulgulara ulaşılmıştır. Bunlardan ilki yüksek çözünürlüklü WV-2 görüntüsünün obje-tabanlı yaklaşımla sınıflandırılması probleminin çözümünde standart KA algoritması yerine hibrit ağaç yapıları olarak ifade edilen FA kullanımıyla genel sınıflandırma doğruluğunda yaklaşık %3'lük bir iyileşme olduğu görülmüştür. Wilcoxon işaretli sıralar test sonuçları sınıflandırma doğruluğundaki bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu, dolayısıyla FA'ın daha üstün bir performans gösterdiğini doğrular niteliktedir. İkinci olarak, her iki algoritmanın Adaboost algoritmasında temel sınıflandırıcı olarak kullanımı neticesinde, FA algoritmasını esas alan sınıflandırma modelinin tematik harita doğruluğunda yine istatistiksel olarak anlamlı artışlara (yaklaşık %2) neden olduğu görülmüştür. Üçüncü olarak, KA ve FA sınıflandırıcılarının tekil kullanımı yerine toplu öğrenme algoritmalarında temel sınıflandırıcı olarak kullanılmasının algoritmaların performansını yaklaşık %2-3 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Wilcoxon test sonuçları da algoritmaların performanslarında bu düzeydeki iyileşmelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu desteklemektedir. Tüm çalışma sonuçları bir arada değerlendirildiğinde, FA algoritmasının uygulama kapsamında değerlendirmeye alınan veri seti ve sınıflandırma probleminin çözümü noktasında hem tekil kullanımının hem de toplu öğrenme modelinde temel sınıflandırıcı olarak kullanımının standart ağaç yapısına göre istatistiksel olarak daha üstün bir performans sergilediğini göstermektedir.

K A Y N A K L A R

Akçetin, E., Çelik, U., (2014). **İstenmeyen elektronik posta (Spam) tespitinde karar ağacı algoritmalarının performans kıyaslaması**, Internet Uygulamaları ve Yönetimi, 5(2),43-56.

Baatz, M., Schape, A., (2000). **Multi resolution segmentation-an optimization approach for high quality multi scale image segmentation, Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations verarbeitung,** Germany: Karlsruhe Institute of Technology, May 25-27.

Belgiu, M., Drăguţ, L., (2014). **Comparing supervised and unsupervised multiresolution segmentation approaches for extracting buildings from very high resolution imagery,** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 96,67-75.

Blaschke, T., (2010). **Object based image analysis for remote sensing,** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(1), 2-16.

Canty, M. J., (2014). **Image analysis, classification and change detection in remote sensing: With algorithms for ENVI/IDL and python,** Third Edition, Boca Raton (USA): CRC Press.

Colkesen, I., Kavzoglu, T., (2017). **The use of logistic model tree (LMT) for pixel- and object-based classifications using high resolution worldview-2 imagery,** Geocarto International,32, 71-86.

Cordeiro, C. L. D., Rossetti, D. D., (2015). **Mapping vegetation in a late Quaternary landform of the Amazonian wetlands using object-based image analysis and decision tree classification,** International Journal of Remote Sensing, 36(13), 3397-3422.

Dietterich, T. G., (2000). **An experimental comparison of three methods for constructing ensembles of decision trees: Bagging, boosting, and randomization**, Machine Learning, 40(2), 139-157.

Drăguţ, L., Tiede, D., Levick, S. R., (2010). **ESP: a tool to estimate scale parameter for multiresolution image segmentation of remotely sensed data,** International Journal of Geographical Information Science, 24 (6),859-71.

Du, P. J., Xia, J. S., Zhang, W., Tan, K., Liu, Y., Liu, S. C., (2012). **Multiple Classifier System for Remote Sensing Image Classification: A Review**, Sensors, 12(4), 4764-4792.

Freund, Y., Schapire, R. E., (1996). **Experiments with a new boosting algorithm, In: Saitta,** L. (Ed.), Proceedings of the Thirteenth International Conference on Machine Learning (ICML-96). Morgan Kaufmann, 148-156.

Gama, J., (2004). **Functional trees,** Machine Learning, 55(3), 219-250.

Ghosh, A., Joshi, P. K., (2013), **Assessment of pan-sharpened very high-resolution WorldView-2 images,** International Journal of Remote Sensing, 34(23), 8336-8359.

Ghosh, A., Joshi, P. K., (2014), **A comparison of selected classification algorithms for mapping bamboo patches in lower Gangetic plains using very high resolution WorldView 2 imagery,** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 26, 298-311.

Grandchamp, E., (2012). **Raster and Vector Integration for Fuzzy Vector Information Representation Within GIS**. INTECH Open Access Publisher.

Heumann, B.W., (2011). **An object-based classification of mangroves using a hybrid decision tree-support vector machine approach**, Remote Sensing, 3 (11), 2440-2460.

Hu, M.H., Dong, Q.L., Liu, B.L., (2016). **Classification and characterization of blueberry mechanical damage with time evolution using reflectance, transmittance and interactance imaging spectroscopy. Computers and Electronics in Agriculture**, 122, 19-28.

Hunt, E.B., (1962). **Concept learning: An information processing problem**. New York, USA:Wiley.

Japkowicz, N., Shah, M., (2011). **Evaluating learning algorithm: A classification perspective**, New York, USA: Cambridge University Press.

Jawak, S. D., Luis, A. J., (2013). **A comprehensive evaluation of pan-sharpening algorithms coupled with resampling methods for ımage synthesis of very high resolution remotely sensed satellite data**, Advances in Remote Sesning, 2, 332-344.

Johnson, B. A, (2013), **High-resolution urban land-cover classification using a competitive multi-scale object-based approach**, Remote Sensing Letters, 4(2), 131-140.

Kavzoglu, T., Colkesen, I., Yomralioglu, T. (2015), **Object-based classification with rotation forest ensemble learning algorithm using very-high-resolution WorldView-2 image**, Remote Sensing Letters, 6(11), 834-843.

Kavzoglu, T., Colkesen, I., (2013). **An assessment of the effectiveness of a rotation forest ensemble for land-use and land-cover mapping**, International Journal of Remote Sensing, 34(12), 4224-424.

Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ., (2010). **Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması: Kocaeli örneği,** Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 36-45.

Landwehr, N., Hall, M., Frank, E., (2005) **Logistic model trees**, Machine Learning, 59(1-2), 161-205.

Low, F., Conrad, C., Michel, U., (2015), **Decision fusion and non-parametric classifiers for land use mapping using multi-temporal RapidEye data**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 108, 191-204.

Mather, P.M., Koch, M., (2011), **Computer processing of remotely-sensed images: An introduction**, Fourth Edition, Chichester, UK: Wiley-Blackwell.

Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., Weng, Q. H., (2011). **Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery**, Remote Sensing of Environment, 115(5): 1145-1161.

Ozcift, A., Gulten, A, (2013). **Genetic algorithm wrapped Bayesian network feature selection applied to differential diagnosis of erythemato-squamous diseases**. Digital Signal Processing, 23(1), 230-237.

Pal, M., (2005). **Random forest classifier for remote sensing classification**, International Journal of Remote Sensing, 26(1), 217-222.

Palubinskas, G., (2013). **Fast, simple, and good pan-sharpening method,** Journal of Applied Remote Sensing, 7(1),1-12.

Pal, M., Mather, P. M., (2003). **An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification**, Remote Sensing of Environment, 86(4), 554-565.

Pontius, R. G., Millones, M., (2011). **Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment**, International Journal of Remote Sensing, 32(15), 4407-4429.

Popescu, M.C., Sasu, L.M., (2014). **Feature Extraction, Feature Selection and Machine Learning for Image Classification: A Case Study**. 2014 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (Optim), 968-973.

Qian, Y. G., Zhou, W. Q., Yan, J. L., Li, W. F., Han, L. J., (2015). **Comparing machine learning classifiers for object-based land cover classification using very high resolution imagery**, Remote Sensing, 7(1), 153-168.

Quinlan J.R., (1987). **Simplifying decision trees**, International Journal of Man-Machine Studies, 27, 221-234

Quinlan, J. R., (1993). C4.5: **Programs for Machine Learning**, San Mateo (CA): Morgan Kaufmann.

Rodriguez, J. J., Garcia-Osorio, C., Maudes, J., Diez-Pastor, J. F., (2010). **An experimental study on ensembles of functional trees**, Multiple Classifier Systems, 5997, 64-73.

Safavian, S. R., Landgrebe, D., (1991). **A survey of decision tree classifier methodology**, IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 21(3), 660-674.

Swain P.H., Hauska H., (1977). **Decision tree classifier - design and potential**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 15(3), 142-147.

Tso B., Mather, P. M., (2009). **Classification methods for remotely sensed data**. Second Edition, Boca Raton (FL): CRC Press.

Vasconcellos, E. C., de Carvalho, R. R., Gal, R. R., LaBarbera, F. L., Capelato, H. V., Velho, H. F. C., Trevisan, M., Ruiz, R. S. R., (2011). **Decision tree classifiers for star/galaxy deparation**, Astronomical Journal, 141(6), 1-17.

Warrens, M. J., (2015). **Properties of the quantity disagreement and the allocation disagreement**, International Journal of Remote Sensing, 36(5), 1439-1446

Witten I. H., Frank E., Hall M. A., (2011). **Data mining: practical machine learning tools and techniques**, Third edition, Burlington (MA): Morgan Kaufman.

Xia, J. S., Du, P. J., He, X. Y., Chanussot, J., (2014). **Hyperspectral Remote Sensing Image Classification Based on Rotation Forest**, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 11(1), 239-243.

Jeodezik Ağlarda Orijinal Ölçüler İçin Klasik Uyuşumsuz Ölçü Yöntemlerinin Güvenilirliğinin Araştırılması

(Investigation on The Reliability for the Tests for Outliers for Original Observations in Geodetic Networks)

Bahattin ERDOĞAN[1], Şerif HEKİMOĞLU[1], Utkan Mustafa DURDAĞ[1], Taylan ÖCALAN[1]
[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa Kampüsü, Esenler, İstanbul
berdogan@yildiz.edu.tr

ÖZ

Jeodezik ağlarda ölçü kümesi içerisindeki kaba hatalar, kestirilen parametreler ve bunlara ait standart sapmalar açısından bozucu etkiye sahiptirler. Bu etkileri azaltmak ya da elimine etmek amacıyla genellikle Baarda ve Pope test yöntemleri (klasik uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemleri) kullanılmaktadır. Jeodezik ağlarda ölçüler (uzunluk, doğrultu, yükseklik farkı vb.) genellikle tekrarlı olarak yapılır. Ağ dengelemesinde veya uyuşumsuz ölçü analizinde bu tekrarlı ölçülerin ortalama değeri kullanılır. Eğer, bu tekrarlı ölçülerden bir tanesi kaba hatalı ise analizlerde ortalama değer kullanıldığı için kaba hatalı ölçünün etkisi düşer. Bu durum ise uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemlerinin güvenilirliğini azaltır. Ayrıca, tekrarlı ölçülerin ikişerli farkları alınarak tek değişkenli örneklemler oluşturulabilir. Tek değişkenli modeller, çok değişkenli modellere göre daha basittir. Tekrarlı ölçüler tek değişkenli model içerisinde analiz edilebilirse, Baarda ve Pope test yöntemleri kullanılarak daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilir. Bunun yanında bağımsız tekrarlı ölçüler dengeleme modelinde, ortalama değer kullanmak yerine doğrudan dikkate alınabilirler.

Bu çalışmada, Baarda ve Pope testleri için en güvenilir yöntemi belirlemek amacıyla tekrarlı jeodezik ölçülerde klasik yaklaşım, tek değişkenli yaklaşım ve orijinal yaklaşım yöntemleri dikkate alınmıştır. Tek değişkenli ve orijinal yaklaşım yöntemlerinin güvenilirlikleri ortalama başarı oranı kavramı ile belirlenmiş ve klasik yaklaşım yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Yükseklik ağı yapay olarak üretilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre orijinal yaklaşım diğer yöntemlere göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Baarda ve Pope Testleri, Tek Değişkenli Model, Orijinal Ölçüler, Güvenilirlik*

ABSTRACT

The outliers in the observation have spoiling effect on the estimated parameters and standard deviation. To eliminate or reduce this bad effect, Baarda's and Pope's tests (Tests for Outliers) are used for outlier detection in geodetic networks. Generally, the quantities (distance, direction etc.) in geodetic networks are measured repetitively and the mean values are used for network adjustment or outlier detection. If one of the independent repetitive measurements has outlier, the effect of outlier decreases depending on the computing mean value. In this case, the reliability of the outlier detection method decreases. Also, a univariate sample can be formed by taking differences two by two of these repetitive measurements. Thus, the univariate case is simpler than multivariate case. If the repetitive observations are analysed as univariate model, more efficient results can be obtained for Baarda's and Pope's tests. Moreover, independent repetitive observations can may be considered in the adjustment model instead of the estimating mean value of them.

In this study, to find the most reliable approach for Baarda's and Pope's tests, the classical approach, the univariate approach and original approach are proposed for repetitive geodetic observations. The reliabilities of the univariate and original approaches are measured based on the mean success rate and compared with classical method. The leveling network was simulated and analyses were performed. The results of the methods show that original approach are more reliable than the others.

Keywords: *Tests for Outliers (Baarda's and Pope's Tests), Univariate Model, Original Observations, Reliability*

1. GİRİŞ

Jeodezik ağlarda her bir büyüklük (uzunluk, doğrultu, yükseklik farkı vb.) genellikle tekrarlı olarak ölçülür. Bu ölçüler rasgele değişkenler olarak adlandırılır. Daha sonra bu ölçülerin ortalaması jeodezik ağlarda bilinmeyen parametrelerin En Küçük Kareler (EKK) kestiriminde kullanılır. EKK ölçülerdeki rasgele hatalar normal dağılımlı olduğunda ve ölçü kümesinde herhangi bir kaba hatalı ölçü bulunmadığında en optimal sonuçları veren kestiricidir (Koch, 1999; Teunissen, 2000). Baarda ve Pope test yöntemleri EKK kestirimini kullanmaktadır. EKK modelden sapmalara (kaba hatalı ölçüler) karşı çok duyarlıdır (Hampel vd., 1986). Sadece kaba hatalı ölçüye ait düzeltmeleri değil, diğer iyi ölçülere ait düzeltmeleri de bozar (Hekimoglu vd., 2011; Hekimoglu ve Erdogan, 2012).

Baarda ve Pope testleri veya Robust yöntemler genellikle tekrarlı ölçülerden elde edilen ortalama değerlere uygulanırlar (Baarda, 1968; Pope, 1976; Koch, 1999; Hekimoglu ve Koch, 1999; Hekimoglu, 2000;Gui vd., 2007; Xu, 2005; Baselga, 2007 ve 2011; Lehmann 2012, 2013a ve

2013b; Koch ve Kargoll 2013). Buna karşın, kaba hatalı ölçüler esas olarak orijinal ölçülerde bulunmaktadır. Tekrarlı ölçüler kaba hata içerdiğinde, ortalama değerleri de etkilenecektir. Örneğin, yükseklik farkı ölçümlerinde gidiş ölçüsü h_{gi} ve dönüş ölçüsü h_{di} birbirlerinden bağımsız ölçülerdir. Ölçümlerde sadece gidiş ölçüsü, sadece dönüş ölçüsü veya her iki ölçünün de kaba hata içermesi olası durumlardır. Eğer gidiş ölçüsü veya dönüş ölçüsü kirletilirse, analizlerde kullanılacak ölçüye sadece kaba hatanın (*dh*) yarısı yansır ($(h_{gi} + h_{di})/2 + dh/2$). Kaba hatanın büyüklüğü (*dh*), (*dh*/2) olarak değişerek küçüldüğü için uyuşumsuz ölçü analizi ile yakalanması zorlaşmaktadır. Hekimoglu ve Koch (1999) ve Hekimoglu vd. (2014) çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre:

- Kaba hatanın büyüklüğü çok önemli bir faktördür. Büyük genlikli kaba hatalarda, kullanılan yöntemlerin güvenilirliği de yüksektir.

- Jeodezik ağın tasarımı (geometrisi) da uyuşumsuz ölçü analizinde önemli bir etkendir. Bu etki redundans matrisinde ortaya çıkar. Ağda serbestlik derecesi düştüğünde, uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemlerinin etkinliği azalmaktadır.

- Jeodezik ağlarda her büyüklük en az iki kere ölçülür ve bu değerlerin ortalaması analizlerde kullanılır. Bu nedenle uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemlerinin güvenilirliği azalır.

Uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemleri bazı durumlarda yukarıda sıralanan nedenlerden dolayı başarısız sonuçlar verirler.

Yukarıda bahsedilen ikinci ve üçüncü problemi çözmek amacıyla Hekimoglu vd. (2014) ağ tasarım etkisini yok edecek şekilde tek değişkenli yaklaşımı önermiştir. Ayrıca, üçüncü problemin çözümü için Erdogan (2014) orijinal ölçülerin analizlerde kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, jeodezik ağlarda Baarda ve Pope testleri için klasik yaklaşım, tek değişkenli yaklaşım ve orijinal yaklaşım modellerinin hangisinin daha güvenilir olduğu sorusu cevaplanmaya çalışılmıştır. Gidiş ve dönüş ölçülerini içeren bir yükseklik ağı yapay olarak oluşturulmuştur. Farklı genliklerde kaba hatalar üretilmiş ve iyi ölçülere eklenmiştir. Üç farklı yaklaşım bu kirletilmiş ölçülere uygulanmıştır. Yöntemlerin etkinliğini ölçmek için ortalama başarı oranı (OBO) kavramı kullanılmıştır (Hekimoglu ve Koch, 1999; 2000). OBO Monte-Carlo simülasyon yönteminde başarılı örneklem sayılarının tüm örneklem sayısına bölünmesi şeklinde hesaplanmaktadır.

2. JEODEZİK AĞLARDA DOĞRUSAL MODEL

Gauss-Markoff doğrusal modeli içerisinde, jeodezik ağlarda bilinmeyenlerin kestirilen değerleri ve sonsal varyans değeri aşağıdaki gibi verilir:

$$\mathbf{l} + \mathbf{v} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}, \mathbf{C_{ll}} = \sigma^2\mathbf{P}^{-1} \quad (1)$$

$$\hat{\mathbf{x}} = (\mathbf{A^T P A})^{+}\mathbf{A^T P l} \quad (2)$$

$$\mathbf{Q_{xx}} = (\mathbf{A^T P A})^{+} \quad (3)$$

$$\mathbf{Q_{vv}} = \mathbf{P^{-1}} - \mathbf{A Q_{xx} A^T} \quad (4)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\mathbf{v^T P v}}{f} \quad (5)$$

Burada **l** ölçü vektörünü (nx1 boyutunda), $\hat{\mathbf{x}}$ bilinmeyen parametreler vektörünü (ux1 boyutunda), **A** katsayılar matrisini (nxu boyutunda), **v** düzeltmeler vektörünü, **P** köşegen olarak ağırlık matrisini (nxn boyutunda), σ^2 birim ağırlıklı önsel varyans değerini, $\hat{\sigma}^2$ birim ağırlıklı sonsal varyans değerini, $\mathbf{C_{ll}}$ ölçülerin kovaryans matrisini, $\mathbf{Q_{xx}}$ bilinmeyen parametrelerin kofaktör matrisini, $\mathbf{Q_{vv}}$ düzeltmelerin kofaktör matrisini, n ölçü sayısını, u bilinmeyen parametrelerin sayısını ve f serbestlik derecesini ifade etmektedir.

3. TEK DEĞİŞKENLİ DURUMLAR İÇİN DOĞRUSAL MODEL

Tek değişkenli durumlar için Gauss-Markoff doğrusal modelinin formülleri aşağıdaki şekilde verilmektedir (**P=E**):

$$\mathbf{l} + \mathbf{v} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}} \quad (6)$$

$$\hat{x} = (\mathbf{A^T A})^{-1}\mathbf{A^T l} \quad (7)$$

$$\mathbf{Q_{xx}} = (\mathbf{A^T A})^{-1} \quad (8)$$

$$\mathbf{Q_{vv}} = \mathbf{E} - \mathbf{A Q_{xx} A^T} \quad (9)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\mathbf{v^T v}}{f} \quad (10)$$

Burada, **A** katsayılar matrisini ($\mathbf{A} = [1\,1\,1\,...\,1\,1\,1]^T$), **E** köşegen birim matrisi, $\hat{x}$ 1x1 boyutundaki bilinmeyen parametreyi ifade etmektedir. Önsel birim ağırlıklı varyans $2\sigma^{2}$' dir.

4. BAARDA ve POPE TESTLERİ

Jeodezide kullanılan uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemleri içerisinde Baarda (1968) ve Pope (1976)'nin önemli bir yeri vardır.

Uyuşumsuz ölçü kaba ölçü olarak adlandırılır ve beklenen değeri 3σ' dan büyüktür. Eğer l_i ölçüsü kaba hatalı ölçü ise, H_0 hipotezi ve alternatif hipotez

$$H_o: \delta l_i = 0 \qquad (H_1: \delta l_i \neq 0) \tag{11}$$

şeklinde oluşturulur. Birim ağırlıklı önsel varyans biliniyorsa, bu durumda test büyüklüğü;

$$w_i = \frac{|v_i|}{\sigma\sqrt{q_{vvi}}} = \frac{|v_i|}{\sigma_{vi}} \tag{12}$$

olarak hesaplanır. Burada, q_{vivi} $\mathbf{Q_{vv}}$ matrisinin i. köşegen elemanını, σ_{vi} i. ölçünün standart sapmasını ifade etmektedir. $w_i > z_{1-\alpha/2}$ olması durumunda i. ölçü uyuşumsuz ölçü olarak kabul edilir. Baarda testi için α değeri 0.001 seçilir (Baarda 1968).

Birim ağırlıklı önsel varyansın bilinmediği durumlarda, test büyüklüğü için birim ağırlıklı sonsal varyans kullanılır ve Pope testi adını alır (Pope 1976). Test büyüklüğü

$$\tau_i = \frac{|v_i|}{\hat{\sigma}_o\sqrt{q_{vvi}}} = \frac{|v_i|}{\hat{\sigma}_{vi}} \tag{13}$$

şeklindedir. α anlamlılık düzeyi tüm ölçüleri içerir. Her bir ölçü için anlamlılık düzeyi α/n olarak hesaplanır. Pope testinde α genellikle 0.05 seçilir (Koch 1999). Baarda ve Pope testleri iteratif yöntemlerdir. Her bir iterasyonda en büyük test büyüklüğüne sahip yalnızca bir ölçü test edilir. İlgili ölçünün test büyüklüğü sınır değeri geçerse, ölçü kümesinden çıkarılır ve dengeleme tekrarlanır. Bu işlem adımları ölçüler arasında kaba hatalı ölçü kalmayana kadar tekrarlanır (Schwarz ve Kok 1993).

5. SİMÜLASYON

Jeodezik ağlar kurulduktan sonra uzunluk, doğrultu ya da yükseklik farkı vb. büyüklükler en az iki defa tekrarlı olarak ölçülür. Yükseklik ağlarında yükseklik farkları gidiş h_{gi} ve dönüş h_{di} olmak üzere iki defa ölçülür. Analizler sırasında bu ölçülerin ortalaması kullanılır. Bu nedenle gidiş ya da dönüş ölçüsündeki kaba hatanın etkisi azalır veya bazı durumlarda gizlenir. Ayrıca, EKK kestirimi bir ölçüdeki kaba hatanın etkisini tüm ölçülere yayar. Eğer bu yayma etkisi elemine edilebilirse daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Bu iyileştirme, analizlerde ölçülerin ortalamalarını kullanmak yerine orijinal değerlerini kullanarak sağlanabilir.

Eğer Baarda ve Pope testleri için tekrarlı ölçülerin ortalamaları kullanılırsa bu yöntem klasik yaklaşım olarak adlandırılacaktır. Bunun yanında tekrarlı ölçülerin farkları alınarak analiz gerçekleştirilirse bu yaklaşım tek değişkenli yaklaşım olarak ifade edilecektir. Eğer tüm ölçüler dengeleme modelinde yer alırsa bu yaklaşım orijinal ölçüler yaklaşımı olarak adlandırılacaktır.

Tek değişkenli yaklaşım jeodezik ağlardaki geometri etkisini de elemine eder. Bu yaklaşımda kullanılacak ölçüleri elde etmek için tekrarlı ölçülerin farkları alınır (Hekimoglu vd. 2014):

$$d_i = h_{gi} - h_{di} \qquad \text{, i=1, 2, . . . ,n} \tag{14}$$

Burada elde edilen fark değerlerinin $N(\mu, 2\sigma^2)$ olduğu kabul edilir.

Üç yaklaşımı uygulamak için Şekil 1'de verilen yükseklik ağı yapay olarak oluşturulmuştur. Yükseklik ağı altı noktadan oluşmaktadır. Kesin yükseklikleri sırasıyla H_1=100.000 m, H_2=103.688 m, H_3=102.976 m, H_4=101.646 m, H_5=103.445 m ve H_6=103.084 m olarak verilmektedir. Ölçüler oluşturulurken hassasiyeti S km türünden nivelman yol uzunluğu olmak üzere, $\sigma_h = \sigma_0\sqrt{S}$ $(\sigma_0 = 1\ mm/\sqrt{1\ km})$ olarak belirlenmiştir. Şekil 1'deki ağda nivelman yol uzunlukları 1 km ile 1.4 km arasında değişmektedir. Rasgele hata içermeyen hatasız yükseklik farkları ($h_{d0i,}$ i=1, 2,. ..,n) kesin nokta yüksekliklerinden hesaplanmıştır. Hatasız yükseklik farklarından gidiş ve dönüş ölçülerini elde etmek için normal dağılımlı rasgele hatalar (e_{gi} ve e_{di}) üretilmiştir. Şekil 1'deki ağa ilişkin ölçüler aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

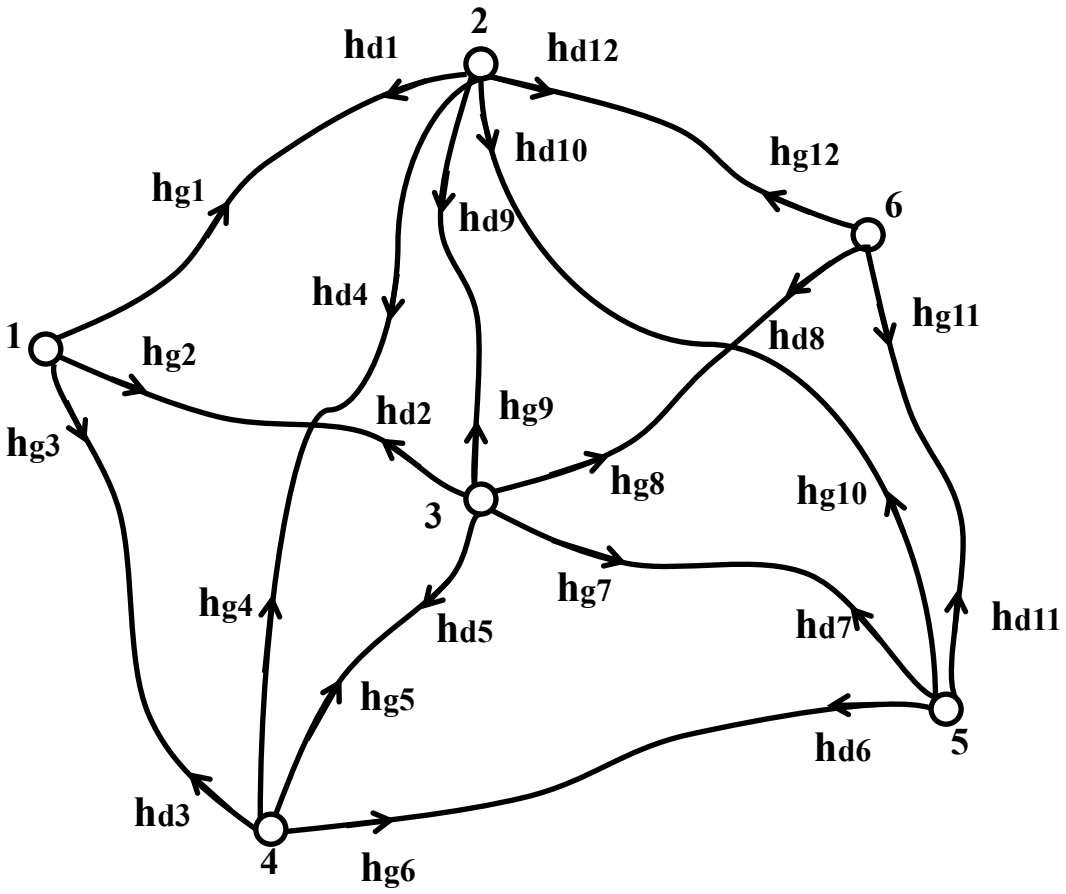
$$h_{gi} = h_{d0i} + e_{gi}, \qquad \text{i=1, 2,…,n} \tag{15a}$$

$$h_{di} = h_{d0i} + e_{di}, \qquad \text{i=1, 2, ,…,n} \tag{15b}$$

$$h_i = (h_{gi} + h_{di})/2 \tag{15c}$$

Kaba hata içeren yükseklik farkını $\bar{h}_i$ elde etmek için rasgele hata e_{gi} veya e_{di}, kaba hata dh_i ile yer değiştirmiştir:

$$\bar{h}_i = h_{d0i} + dh_i, \qquad \text{i=1 2, .., n} \tag{16}$$



Şekil 1. Simüle edilen yükseklik ağı

Baarda ve Pope testlerinin başarıları rasgele hatanın değişimine göre örnek kümeler arasında farklılık gösterirler (Hekimoglu ve Koch, 1999 ve 2000). Bu nedenle yöntemlerin başarısını ortaya koymak gerektiğinde tek bir örnek küme yeterli olmamaktadır. Ayrıca, kaba hatanın hangi ölçüde olduğu, kaba hatanın genliği ve işareti de yöntemlerin sonuçlarına etki etmektedir.

a. Baarda ve Pope Testleri için Klasik Yaklaşımın Uygulanması

Gidiş ve dönüş yükseklik farkları için Şekil 1' deki yükseklik ağı yukarıda açıklandığı şekilde oluşturulmuştur. Kaba hata sadece ya gidiş ölçüsüne ya da dönüş ölçüsüne eklenmiştir. 100 farklı rasgele hata vektörü oluşturulmuş, böylelikle 100 adet iyi yani kaba hata içermeyen ölçü kümesi elde edilmiştir. Daha sonra, her bir iyi ölçü kümesi için 100 farklı kirletilmiş ölçü üretilmiş ve bu şekilde 10000 farklı kirletilmiş örneklem yapay olarak oluşturulmuştur.

Baarda ve Pope test yöntemleri gidiş ve dönüş ölçülerinden elde edilen ortalama yükseklik farklarına uygulanmıştır. Yöntemlerin etkinliğini ölçmek amacıyla OBO kavramı kullanılmıştır.

Baarda ve Pope testleri için α değeri sırasıyla 0.001 ve 0.05 olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1 ve 2' de gösterilmektedir. Kaba hatalı ölçünün genliği düşük olduğunda yöntemlerin OBO değerleri düşmektedir. Bazı durumlarda "ağda kaba hatalı ölçü yoktur" şeklinde oluşturulan H_0 hipotezi doğru olduğu halde reddedilmektir. Tablolardaki ikinci satırdaki değerler H_0 hipotezi doğru olduğunda yöntemin başarılı olduğu durumları ifade etmektedir. Tablo 1 incelendiğinde bu değer %100 dür. Bu durum I. tür hatanın %0 olduğu anlamına gelmektedir. Tablo 2'de bu değer %2' dir. Bu değer ölçü kümesinde kaba hatalı ölçü bulunmadığı durumda, yöntemin %2 oranında iyi ölçüyü kaba hatalı olarak belirlediği anlamına gelmektedir.

Tablo 1. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Baarda Test Yönteminin OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	100	
1	1.2 ± 2.4	39.4 ± 9.8
2	0	8.1 ± 4.7

Tablo 2. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Pope Test Yönteminin OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	98	
1	12.9 ± 19.6	49.0 ± 31.8
2	0.2 ± 0.7	0.9 ± 1.8

Bazı durumlarda aynı yükseklik farkının hem gidiş ölçüsü hem de dönüş ölçüsü ters işaretli kaba hata içerebilir. Bu durum klasik yaklaşım için en kötü durumdur.

b. Baarda ve Pope Testleri için Tek Değişkenli Yaklaşımın Uygulanması

Bu yaklaşımda gidiş ve dönüş ölçülerinin farkları alınarak beklenen değeri "0" olan bağımsız ölçüler elde edilmiştir. (14) numaralı denklem ile elde edilen bu fark değerleri dengeleme modelinde ölçü olarak kullanılmıştır. Bu şekilde oluşturulan modelde ağdaki tasarım etkisi giderilmektedir. Analizlerde bölüm 5.a'daki aynı ölçüler kullanılmıştır.

Baarda ve Pope test yöntemleri için OBO ve standart sapmaları Tablo 3 ve 4' de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde tek değişkenli yaklaşımın klasik yaklaşımdan daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Baarda ve Pope test yöntemleri küçük genlikli tek kaba hatada yakın sonuçlara sahip olmalarına karşın; kaba hatalı ölçü sayısı arttıkça Pope test yönteminin başarısı düşmektedir. Baselga (2007) çalışmasında Pope test yönteminin sadece bir kaba hatalı ölçüyü güvenilir olarak ortaya çıkarabileceğini ispatlamıştır. Eğer aynı yükseklik farkına ait gidiş ve dönüş ölçüsü aynı işaretli kaba hatalı ölçülere sahiplerse, bu durum tek değişkenli durum için en kötü durumdur.

Tablo 3. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Baarda Yönteminin Tek Değişkenli Yaklaşımda OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	100	
1	18.4 ± 7.8	95.2 ± 4.2
2	2.9 ± 2.7	89.6 ± 7.9

Tablo 4. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Pope Yönteminin Tek Değişkenli Yaklaşımda OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	96	
1	21.6 ± 23.4	84.7 ± 17.5
2	0.2 ± 0.8	0.3 ± 0.8

c. Baarda ve Pope Testleri için Orijinal Yaklaşımın Uygulanması

Yükseklik farklarına ilişkin gidiş ve dönüş ölçüleri bağımsız ölçülerdir. Her iki ölçü de dengeleme modelinde dikkate alınabilir. Tüm bağımsız ölçüler dengeleme modeli içerisinde dikkate alındığında ortalama işleminin yayma etkisi giderilmiş olur. Analizlerde kullanılan tüm ölçü değerleri önceki yaklaşımlarla aynıdır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5 ve 6' da verilmektedir.

Orijinal yaklaşımdan elde edilen sonuçlar diğer iki yaklaşıma göre daha güvenilirdir. Sonuçlarda orijinal ölçüler dikkate alındığında modelde serbestlik derecesi artmakta ve ölçülerin denetlenebilirliği yükselmektedir. Bu durum uyuşumsuz ölçü yakalama yöntemleri açısından çok önemlidir.

Tablo 5. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Baarda Yönteminin Orijinal Yaklaşımda OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	98	
1	79.9 ± 13.6	97.7 ± 13.9
2	63.0 ± 13.5	97.7 ± 13.3

Tablo 6. 3σ - 6σ ve 6σ - 10σ Genlikli Kaba Hatalar için Pope Yönteminin Orijinal Yaklaşımda OBO Değerleri ve Standart Sapmaları

Kaba Hatalı Ölçü Sayısı	3σ - 6σ	6σ - 10σ
	OBO (%)	OBO (%)
0	97	
1	68.4 ± 22.6	95.4 ± 18.7
2	27.9 ± 23.1	85.2 ± 16.3

6. SONUÇLAR

Jeodezik ağlarda büyüklükler birden çok kez tekrarlı olarak ölçülür ve analizlerde bu ölçülerin ortalama değerleri kullanılır. Tekrarlı ölçülerden en az bir tanesi kaba hata içerdiğinde ortalama işlemi bu kaba hatayı yayar ve etkisini azaltır. Bu nedenle, uyuşumsuz ölçü analizi yöntemleri ortalama değerlere değil, orijinal ölçülere dayandırılmalıdır.

Bu çalışmadaki ana düşünce, orijinal yaklaşım, tek değişkenli yaklaşım ve klasik yaklaşım modellerinin Baarda ve Pope testi için güvenilirliklerini ortaya koymaktır. Tek değişkenli yaklaşım ve orijinal yaklaşım ortalama işlemini kullanmadan ölçülerin ilk halini kullanırlar. Tablolardaki sonuçlar incelendiğinde orijinal yaklaşımın diğer iki yaklaşıma göre daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmektedir. Baarda ve Pope test yöntemleri için orijinal yaklaşım tercih edilmelidir.

K A Y N A K L A R

Baarda W., (1968), **A testing procedure for use in geodetic Networks**, Netherlands Geodetic Com., Publications on Geodesy, 2/5, Delft, Netherlands.

Baselga S., (2007), **Critical limitation in use of T test for gross error detection**, Journal of Surveying Engineering, 133 (2), 52–55.

Baselga S., (2011), **Non Existence of Rigorous Tests for Multiple Outlier Detection in Least Squares Adjustment**, Journal of Surveying Engineering, 137 (3), 109-112.

Erdogan B, (2014), **An Outlier Detection Method in Geodetic Networks Based on the Original Observations,** Boletim de Ciencias Geodesicas, 20 (3), 578-589.

Gui Q., Gong Y., Li G., Li B., (2007), **A Bayesian approach to the detection of gross errors based on posterior probability**, Journal of Geodesy 81, 651-659.

Hampel F., Ronchetti E., Rousseeuw P., Stahel W., (1986), **Robust statistics: the approach based on influence functions**, Wiley, New York.

Hekimoglu S., Koch K. R., (1999), **How can reliability of therobust methods be measured?,** Third Turkish-German Joint Geodetic Days, Vol. 1, M. O. Altan and L. Gründige, eds., Istanbul Technical Univ., Istanbul, Turkey, 179–196.

Hekimoglu S., Koch K. R., (2000), **How can reliability of the test for outliers be measured?,** Allg. Vermes. Nachr., 107 (7), 247-254.

Hekimoglu S., Erdogan B., Erenoglu R. C., Hosbas R. G., (2011), **Increasing the Efficacy of the Tests for Outliers for Geodetic Networks**, Acta.Geod. Geophys. Hung., 46 (3), 291-308.

Hekimoglu S., Erdogan B., (2012), **New Median Approach to Define Configuration Weakness of Deformation Networks**, Journal of Surveying Engineering, 138 (3), 101-108.

Hekimoglu S., Erdogan B., Soycan M., Durdag U. M., (2014), **A Univariate Approach for Detecting Outlier in Geodetic Networks**, Journal of Surveying Engineering, 140 (2), 04014006-1-8.

Koch K. R., (1999), **Parameter estimation and hypothesis testing in linear models**, 2nd Ed. Springer-Verlag, Berlin.

Koch K. R., Kargoll B., (2013), **Expectation maximization algorithm for the variance-inflation model by applying the t-distribution**, Journal of Applied Geodesy, 7 (3), 217-225.

Lehmann R., (2012), **Improved critical values for extreme normalized and studentized residuals in Gauss–Markov models**, Journal of Geodesy, 86 (12), 1137-1146.

Lehmann R., (2013a), **On the formulation of the alternative hypothesis for geodetic outlier detection**, Journal of Geodesy, 87 (4), 373-386.

Lehmann R., (2013b), **3s-Rule for Outlier Detection from the Viewpoint of Geodetic Adjustment,** Journal of Surveying Engineering, 139 (4), 157-165.

Pope A. J., (1976), **The statistics of residuals and the outlier detection of outliers**, NOAA Technical Report, NOS 65, NGS 1, Rockville, MD.

Teunissen P. J. G., (2000), **Adjustment theory; an introduction, Series on Mathematical Geodesy and Positioning**, Delft, The Netherlands: Delft University Press.

Schwarz C. R., Kok J. J., (1993), **Blunder detection and data snooping in LS and robust adjustment**, Journal of Surveying Engineering, 119 (4), 128-136.

Xu P. L., (2005), **Sign-constrained robust least squares, subjective breakdown point and the effect of weights of observations on robustness**, Journal of Geodesy, 79, 146–159.

Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri

(Origin of Portolan Maps, Features and Effects)

Murat TANRIKULU
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Çankırı
mtanrikulu@karatekin.edu.tr

ÖZ

Haritacılığın ne zaman ortaya çıktığı, çizilen ilk harita örneklerinin ne olduğu ve hangi aşamalardan geçildiği gibi konularla birlikte portolan haritalar da bilim insanlarının her zaman ilgisini çekmiştir. Orta Çağdan günümüze zamanın yıpratıcı etkileri yaygın portolan örneklerinin bulunmasını zorlaştırsa da yeni bulgular ışığında araştırmaların devam ettiği ve edeceği muhakkaktır. Resimlerin ve şekillerin yer aldığı mevcut portolanların nasıl meydana getirildiği, Akdeniz ve bu denizden faydalanan devletler ve nihayet dünya için bu haritaların ne kadar önemli bir gelişme olduğu bilim insanlarınca araştırılan konulardan yalnızca birkaçıdır. Bu çalışmada da amaçlanan budur. Çalışmada portolan haritaların ortaya çıkışı üzerindeki tartışmalar, kullanım farklılıkları, teknik, ekonomik ve sosyal etkileri ortaya konmaya çalışılmış ve günümüze olan yansımaları üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada konu, tarihsel ve kavramsal bir yöntem uygulanarak ele alınmış, materyal olarak konuyla doğrudan ilgili olmayan daha önce yapılmış bilimsel çalışmalar incelenmiş, hedeflenen amaçlar tespit edilmiş ve ilgili konunun kavramları üzerinde durulmuştur. Harita, bilimsel bir meta olarak Paleolitik Zamandan beri insanın yaşamındadır. Bu nedenle kartografya ve haritayla ilgili tüm bilimler için haritacılık tarihi diğer bir ifadeyle kartografik geçmiş her zaman önemli bir konu olmuştur.

Anahtar kelimeler: *Orta Çağ, kartografya, harita, seyir haritaları, portolan.*

ABSTRACT

Mapping appeared when the first map, along with examples drawn from topics such as what are and what stage of the transition, portolan maps also scientists have always attracted attention. The effects of time from the Middle Ages to the present day, although it makes it more difficult to find examples of common portolan, research continues in the light of new findings, and it is certain that it will. How to present images and shapes of the pants assembled, and the beneficiary States from the Mediterranean Sea, and finally maps this to the world how important a development that is researched by scientists are just a few of the topics. This study is intended. The debate on the emergence of portolan maps in the study, differences in usage, technical, economic and social impact focuses on the repercussions of the present and has tried to find out. The subject of this study, a method taken up by applying the historical and conceptual material have been examined in earlier scientific studies that are not as directly related to the topic and the intended use been identified and the relevant concepts of the subject are emphasized. Map, scientific as a commodity of human life since the Paleolithic. Therefore all about the history of cartography and map cartography for the sciences, in other words, cartographic history has been always an important topic.

Keywords: *Midle Age, cartography, map, navigation map, portolan.*

1. GİRİŞ

Harita yapımı Paleolitik Zamanda ortaya çıkan bir uygulamadır. İlkel bir iletişim sistemi olarak bunun fonksiyonu, göç ve yiyecek temini gibi davranışları açıkça desteklemektir. Bu ihtiyaçları karşılamak için insanlar muhtemeldir ki kendi kendilerine düşünmüşler ve sonra bilgi ve stratejilerini anlatmak için harita benzeri grafik işaretlere başvurmuşlardır.

Paleolitik dönem insanının neredeyse tek amacı yaşamak için beslenmekti. Bu nedenle avlanma ve beslenme bölgeleri kendileri için çok önemliydi. Bu alanları belirlemek, korumak ve aidiyetlerini ortaya koymak için grafik işaretlerle ortak bir işaret dili oluşturmuşlar, bunları kaya yüzeylerine kazımışlardı. Böylece farkında olmaksızın kartografyanın temellerini atmışlardır.

Haritalar tarih öncesi dönemlerde düz kaya yüzeyleri, mağara duvarı, duvar gibi sabit yüzeyler veya çanak çömlek yüzeyi, deri, post, kemik gibi taşınabilir eşyalar üzerine çizilmiştir. Çizimler ya o dönemlerin bir tür yazısı olarak tanımlanabilecek olan, duygu ve düşünceleri resimle yansıtan bir pictographic/resim yazısı ya da taş, kaya gibi yüzeyler üzerine kazılmış petroglyphs/kazıma resimler biçimindeydi. İnsanların bu yolla iletişimi sözlü ve yazılı iletişimden çok daha eskilere dayanmaktadır. Günümüzde bilinen ve harita olarak kabul edilen en eski kaya kazımalarının tarihinin MÖ. 6200 olarak belirlenmesi, buna karşın yazının tarihinin MÖ. 3200 olarak kabul edilmesi bu tezi doğrulamaktadır (Wiegand, 2006).

Harita, insanın çevresini daha iyi tanıyabilme çabasının bir ürünüdür. Bu çaba, gelinen nokta göz önüne alındığında elbette başarılı olmuştur. “Bilim birikimli olarak gelişir, ilerler.” İlkesi gereği binlerce yıl önce başlayan basit yol tarifleri ve duvar resimlerinden günümüzün uzaktan

algılama yöntem ve uygulamalarına gelene kadar birçok aşamadan geçilmiştir. Bu önemli aşamalardan biri de Orta Çağın başından itibaren portolan haritaların kullanıma başlanmasıyla geçirilen aşamadır. Bu aşamaları ve portolan haritaları konu alan ulusal ve uluslararası çok sayıda çalışma mevcuttur. Ulusal kaynaklar arasında; Doğan Uçar'ın 1986'daki "Ali Macar Reis Atlası", Doğan Uçar ve Nejla Uluğtekin'in 1987'deki "Ali Macar Reis'in Ege Havzası Haritası" ve Muzaffer Şerbetçi'nin 1999'daki "Türk Haritacılık Tarihi" çalışmaları ile kaynakçada belirtilen diğer çalışmalar bunlar arasında sayılabilir. Julie Rehmayer'in Haziran 2014'te Discovery'de yayımladığı "The Mapmaker's Mystery" adlı makalesi, Tony Campel'in "The History of Cartography'nin birinci cildi ve 19. bölümünde yayımlanan "Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500" makaleleri ile kaynakçada belirtilen diğer çalışmalar, farklı uluslardan bilim insanlarınca yapılan çalışmalar arasındadır. Ancak en azından ulaşılan ve incelenen gerek ulusal gerekse uluslararası çalışmalar açısından bakıldığında, zikredilen çalışmaların konuyu burada ortaya konan yaklaşımla ele almadıkları görülmüştür. Bu da bu çalışmanın hazırlanmasının temel gerekçesini oluşturmuştur.

2. PORTOLAN HARİTALARINDAN ÖNCE AKDENİZ'DE TİCARET VE ULAŞIMIN GENEL DURUMU

Portus, Latince kökenli bir kelimedir ve liman, kapı anlamına gelmektedir. Portolan veya portulan haritalar, ada, liman, nehir ağızları, kayalıklar ve sığ yerleri gösteren, enlem ve boylam çizgileri yerine rüzgârgülü taşıyan deniz haritalarıdır. Portolan haritalardan önce bilinen dünyanın açık denizleri, denizciler için tehlikelerle doluydu. Denizciler, rota tayin edemedikleri için açık denizlere açılamıyorlar ve kıyıları yakın takip ederek ilerlemek zorunda kalıyorlardı. Bu da hem yolu çok uzatıyor, hem de ahşap gövdeli gemilerin karaya oturma, kayalıklara çarparak batma ve kolaylıkla korsanlar tarafından ele geçirilmelerine, mal ve can kayıplarına sebep oluyor, ticareti aksatıyordu. Portolan haritaların ortaya çıkışı bu sorunların çözülmesi bakımından haritacılık tarihinde önemli bir yer işgal eder. Portolan haritalarda önceleri sadece Akdeniz'de dar alanlar ve limanlar gösterilmiş, zamanla artan bilgiler ışığında diğer alanlar da yer almaya başlamıştır. Bu haritalar, denizciler tarafından görerek ve bilerek yapıldıklarından o dönemde çizilmiş diğer haritalara oranla daha fazla doğru bilgi içermekteydiler (Şerbetçi, 1999).

3. PORTOLANLARIN ORTAYA ÇIKIŞI

Portolanlar, Orta Çağın dikkate değer başarılarına örnek olarak verilebilir. Mükemmel ya da mükemmele yakın Akdeniz ve Karadeniz portolan haritalarının Avrupa kültür çevresinde tanınan en eskilerinin doğuş tarihi olarak XIII. yüzyıldan XIV. yüzyıla geçiş aralığını kabul edebiliriz. Kökeni hakkındaki soru ise yaklaşık 150 yıldır tartışılmaktadır. Bu tartışma bugüne kadar -bu haritaların el-İdrisi'nin haritalarıyla yakınlıkları olduğunu tespit eden bazı oryantalistler bir yana bırakılırsa- matematik ve coğrafya alanında Arap-İslam kültür dairesinde elde edilen başarılar hakkında hiçbir bilgi sahibi olunmadan yapılmıştır. Kendiliğinden anlaşılır ki, bu tartışmada, mesela Tanca ile Roma, Toledo ile Roma, Roma ile İskenderiye ve Roma ile İstanbul arasındaki doğu-batı boyutları ve mesafelerin daha önceleri bugünkü değerlere oldukça yaklaşan bir kesinlikle ve doğrulukla ölçüldüğü biliniyordu. Bu doğru veriler, el-İdrisi haritasındaki Akdeniz'in gerçeğe oldukça yakın formu ile çizgi ağlarıyla kaplı mükemmel portolan haritalarındaki belirgin form arasında ilerlemeyi açıklayabilen kesin unsurları oluşturmaktadır. Buradan hareketle portolanlar, farklı kültürlerin katkılarıyla hayat bulmuştur ki bu katkıların en yenisi Arap-İslam kültür dairesine aittir. Avrupa'da yeni bir dünya ve portolan haritaları modelinin görülmeye başladığı hemen hemen aynı zaman diliminde, o zamana dek Çinlilerin, Çin ve Doğu Asya'dan ibaret olan kartografyasının eski gelenekten ayrılması, dünya yüzünü yansıtma sınırlarının Atlantik kıyılarına ve Güney Afrika'dan merkez Rusya'ya kadar genişlemesi, bununla eş zamanlı olarak Akdeniz'in tam ve kesin şekli ile Afrika'nın üçgen formunun belirgin hale gelmesi gibi coğrafya tarihi bakımından son derece önemli olgular, portalan haritalarının doğuşuna ilişkin bilinen tartışmalarda bugüne kadar dikkate alınmamıştır (Sezgin, 2008).

Aranan bu ilk modellerin, İslam kültürünün bilimler tarihinde önder durumda olduğu dönem içerisinde bulunabileceğini kanıtlayan yeterli kartografik ve matematik-coğrafya dokümanlarını bize sadece İslam kültürü vermemektedir. Bu en yeni gelişim basamağının bize kadar ulaşan en eski Arapça dokümanı bir Mağrip haritasıdır. Bu harita İber Yarımadası'nın tam şekli ile Akdeniz'in batısını, İngiltere ve İrlanda'nın bazı kıyı kesimleri ile birlikte Avrupa'nın bütün batı kıyılarını göstermektedir. Muhtemelen bu Mağrip haritası şimdiye kadar bilinen ve doğuş tarihi 1300'ler civarı olarak kabul edilen portolan haritaların en eskisidir. Bu konuyu ele alarak ilk araştırmaları gerçekleştiren Gustavo Uzielli, haritanın yapılış

tarihinin kesin olmamakla birlikte VIII. yüzyıla kadar gidebileceğini belirtmektedir. Theobald Fischer ise sonraki yıllarda Orta Çağ dünya ve deniz haritaları çalışmaları çerçevesinde bu Mağrip haritasının doğuş zamanı olarak XIV. yüzyılın sonunu ileri sürmüştür. Ancak bu fikirlerin kabul edilmesiyle daha sonraki portolan haritalarının doğuşuna ilişkin bilimsel çalışmalar için çok önemli bir çıkış noktası gözden kaçırılıyordu. İslam dünyasının VII/XIII. yüzyıldaki kartografik gelişimine katkıda bulunan en önemli bilim insanlarından biri Kutbeddin eş-Şirazi'dir. Şirazi (1311), coğrafya problemlerini ele aldığı ve astronomi konusundaki *et-Tuhfe eş-Şahiyye fiel-Hey'e* isimli eserinde meskûn bölgelerin kartografik tasviriyle birlikte, bu tasvirlerde bulunması zorunlu detayların küçük boyutlarda gösterilmesinin zorluklarından söz etmektedir. Bu zorlukları aşmaya yönelik olarak da daha basitleştirilmiş ve grafik hale getirilmiş bir Akdeniz haritası oluşturmak için uygulanabilir bir metot önermektedir. Şirazi'nin metoduyla çizilecek bu haritada Akdeniz ve Karadeniz, 1200 kareden oluşan bir dikdörtgene yerleştirilmiştir. Boylamlar ve enlemler, derecelerle gösterilmek yerine karelerle ifade edilmiştir. Denizler ve kara parçaları açıkça değişik renklerle gösterilmiştir. XX. yüzyılın ilk yarısında birkaç oryantalist bu tarz bir haritayı Şirazi''nin aktardığı verilere dayanarak yeniden oluşturmuşlardır (bkz. İslam ve Bilim, C. 1). Haritada Kuzey Afrika, Akdeniz, Karadeniz ve Avrupa'nın tasvir edilen bölgelerinin kartografik şekilleri, tıpkı portolan haritalardaki gibi, Şirazi tarafından bilinmekteydi ve verilerini elinin altında bulunan bir haritadan almıştı. Çok yönlü bir bilgin olan Reşideddin (Ö. 718/1318) tarafından aktarılan bir haber bu fikri destekler mahiyettedir. Bu habere göre, Kutbeddin eş-Şirazi, Moğol hükümdarı Argün'e 13 Şaban 688 (01.09.1289) tarihinde detaylı bir Akdeniz haritası sunmuştur. Bu haritada, batıda ve doğuda bulunan kıyılar, körfezler ve şehirler, Bizans topraklarının bütün ayrıntıları gösterilmiştir. Şunu da kaydetmek gerekir ki, Kutbeddin eş-Şirazi'nin karelerle ortaya konmasını tavsiye ettiği harita konusunu içeren kitabı 681/1282 tarihini taşıyor. Bunun portolan haritalarının ortaya çıkış tarihi bakımından önemi gözden kaçırılmamalıdır (Sezgin, 2008).

Certeau'ya göre, kartografyanın bir bilim olarak ortaya çıkmasından önce yapılmış haritalar çoğunlukla, yapılan bir yolculuğun görsel bir günlüğünden başka bir şey değildir. Örneğin, Batlamyus Coğrafyası'nda veya on dördüncü-on sekizinci yüzyıllarda denizcilerin kullandıkları portolan ve deniz haritalarında olduğu gibi, bir kısmı gözleme, bir kısmı ise geleneksel kaynaklara dayalı olarak üretilen bu haritalar artık enlem ve boylama sahip kürenin izdüşüm çizgileriyle kusursuz bir şekilde kâğıda aktarılma deneyimini ifade eder. Dünyanın en inandırıcı, en sahici ve en hakiki görünüşleri olarak Keşifler Çağının bilimsel temelini oluştururlar. 'Yanlışsız konum ve rota' belirlemeye olanak veren bu yer küre izdüşümleri, pusula doğrultuları çizgilerle belirtilmiş, uzaklıkların işaretlendiği, dereceler, denizler, nehirler, yerleşim yerleri ya da dağlar gibi yerkürenin fiziksel özelliklerini betimleyen geometrik suretlerdir (Certeau, 1984).

Orta Çağda İslam uygarlığının ve Yeni Çağla birlikte Türklerin Kartografya ve diğer bilimlere katkıları ortada iken, Rus düşünür Bakunin "Devlet ve Anarşi (1873)" kitabında yaşadığı döneme kadar olan gelişmeleri Batı'ya mal etmektedir. Bakunin bu eserinde, "Bütün bir tarih, bilhassa tarihte ilerleme namına ne varsa çoğu, kıyı insanlarınca yapılmıştır. Uygarlığın yaratıcısı olan Yunanlıların ülkesi, baştanbaşa denizin kıyısındaydı. Eski Roma'nın güçlü bir Dünya devleti haline gelmesi ancak denizlere açıldığında mümkün oldu. Modern tarihte siyasal özgürlüklerin, toplumsal hayatın, ticaretin, sanatın, bilimin ilerlemesini tek kelimeyle, insanlığın rönesansını aynı Yunanistan gibi bir kıyı şeridinden ibaret olan İtalya'ya borçluyuz. İtalya'dan sonra dünya çapında ilerlemenin liderleri olan uluslar da hiç farklı değildir: Hollanda, İngiltere, Fransa ve nihayet Amerika (Bakunin, 2006)." demektedir. Bakunin'in bu yaklaşımı, tüm diğer alanlarda olduğu gibi portolan haritaların ilk olarak kimler tarafından üretildiği tartışmalarında da Batı yaklaşımının tipik bir örneğini sergilemesi bakımından önemlidir. Batı, tarihte uygarlık adına üretilmiş ne varsa kendine mal etmiş, diğer kültürlerin ve bu arada Türklerin uygarlığa katkılarını göz ardı etmiştir. Türk ulusu, birçok alanda olduğu gibi coğrafya, kartografya ve portolan haritaların üretim ve geliştirilmesine de önemli katkılarda bulunmuş, Piri Reis, Kâtip Çelebi, Seydi Ali Reis, İbrahim Müteferika gibi saygın bilim insanları yetiştirmiştir. Piri Reis, bilim dünyasının hala nasıl çizildiğini anlamaya çalıştığı hayranlık ve şaşkınlık uyandıran doğrulukta portolan haritalar çizmiştir.

Portolan haritalar, Orta Çağda Akdeniz hakkında coğrafi ve kartografik bilgilerin elde olduğunun açık bir göstergesidir. Bunun en önemli kanıtlarından biri, Katalan Dünya Haritası'dır. Katalan Dünya Haritası, 1375 yılında Majorca (Mayorka) Palma'dan Abraham Cresques'in bir çalışmasıdır. Abraham Cresques, iyi bir kartograf, harita yapımcısı ve ölçü aletleri

ustasıydı. Aynı zamanda Fransa Kralı V. Charles'in kurduğu harita komisyonunda çalışmaktaydı. Ürettiği haritanın batı kısmını daha önce çizilmiş portolan haritalar üzerinde temellendirirken doğu kısmını Batlamyus'un verileri üzerinde oluşturmuş ve özellikle doğuda daha geniş alanları göstermiştir. Katalan Dünya Haritası, orijinal olarak ortadan katlanarak kesilmiş ve her biri yaklaşık 65 cm'ye 50 cm ebatlarında olan altı parşömen yaprak elde edilmiştir. Bu yapraklar, ahşap kalıplara takılmış, sıkıştırılmış, kıvrılmış ve bu sayede göreceli olarak taşınabilir bir kitap formuna sokulmuş ve *atlas* olarak adlandırılan harita kitaplarının ilk örneklerinden birini oluşturmuştur. Katalan atlasının ilk iki yaprağı, zodyak sembolü ile birlikte üzerinde yazılarla bir erkek figürünü içermekte ve dönemin kozmololojik ve astrolojik çeşitliliğini ortaya koymaktadır. Kalan dört parşömen yaprak, atlası oluşturmuştur. Bu atlasta Anadolu beylikleri hakkında bilgilere de yer verilmiştir. Haritalar, atlar, hayvan sürüleri, denizkızları, gemiler, loksodromlar (Yerküre üzerinde tüm meridyenleri aynı açıyla kestiği varsayılan ve denizcilikte rota tayininde yaygın olarak kullanılan jeodezik eğri), önde gelen yerleşmelerin kuleli kasabaları, Afrika içinde görülen çok sayıda kral, prens ve prenses ile oldukça renkli bir yapıdadır (Şekil 1), (Edson, 2007) .

Şekil 1. Katalan atlasında Avrupa ve Kuzey Afrika. Kaynak: URL-1

4. PORTOLANLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Portolan haritalar, bu haritaları çizen denizci, coğrafyacı ya da haritacının yeteneğine ve bilgi düzeyine bağlı olarak belirgin özellikler taşımaktadırlar. Bu özellikler aynı zamanda döneminin haritacılık standartlarını oluşturması bakımından da önemlidir. Haritalarda bir veya birkaç noktadan yayılan yön çizgilerinin birleşme noktasında rüzgârgülü, pusulagülü veya pusula güneşi denilen genellikle bezemeli bir motif yer alır. Rüzgârgülleri, rüzgâr sayısına göre 8-32 köşelidir (Şekil 2, 3, 4, 5). Bazı Avrupa portolanlarında ise rüzgâr yönlerini gösteren pusula güneşi biçimindeki radyal hatlar (kerte) belirli merkezler etrafında 12, 16 veya 36 adet tali merkezde toplanmak üzere birbirini kesen tarzdadır (Hillendhrend, 1995). Bu özel noktaların seçilme ve bir pusula ya da rüzgargülüyle gösterilme nedenleri ise günümüze kadar tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır (Rehmayer, 2014). Bununla birlikte rüzgârgüllerindeki hatların 32 ya da 36 olması zorunluluğu da yoktur (Campbell, 1987). Bazılarında rüzgâr adlarının baş harfleri belirtilmiştir. Mutlaka bir ölçek göstergesi vardır ve bu gösterge genellikle rüzgârgülleri gibi bezemelidir (Şekil 2, 3, 4, 5). Portolan haritalarda bölge adları büyük harf, yer adları küçük harfle, kıyı çizgisine dikey tarzda ve kara tarafında siyah veya kırmızı ile yazılıdır. Kıyılar yeşil veya mavi ile çizilmiştir. Adalar farklı renklerdedir; kayalıklar siyah, sığ yerler kırmızı noktalarla belirlenmiştir. XV. yüzyıldan sonra yapılan bu tür haritalar arasında özenle bezenmiş olanları büyük sanat değeri taşımaktadır. Bunlar denizcilerin sefer sırasında kullanmalarından çok, yöneticilere ve ileri gelenlere sunulmak üzere hazırlanmışlardır. Rengarenk boyanmış bu haritalarda, çok süslü rüzgargüllerine, armalara ve özenle çizilmiş türlü gemi resimlerine yer verilmiştir. Portolanlarda karalar boş bırakılmış veya kraliyet armaları, bayraklar kral ve kraliçe resimleriyle süslenmiştir. Deniz haritalarında iç bölgelerin çizimine çok fazla önem verilmemiş ve özen gösterilmemiştir. Önemli kara yerleşimleri ender olarak belirtilmiştir. Bazen o ülkelerin yöneticileri taht üzerinde oturan figürlerle simgelenmiş, değişik ülkelerdeki bazı hayvanlar ve bitkilere yer verilmiştir (Şekil 2).

Portolan haritaların ilginç yönlerinden biri de zaman zaman önemli limanların resimlenmiş olmasıdır. Denizciler tarafından kullanılan ilk portolanlarda şehirler ve limanlar basit kule ve yapı kümeleriyle işaretlenirken, XVI. ve XVII. yüzyıl aralığında kullanılan portolanlarda ayrıntılı kent tasvirleri yer almıştır. Avrupa portolanlarında en çok resimlenen şehirler, ticareti dolayısıyla Venedik ve kutsallığı nedeniyle Kudüs olmuştur. Bunlara çoğu zaman Cenova, Marsilya, Barselona, Kahire ve ender olarak kimi Kuzey Afrika limanları eklenmiştir (Şekil 2). Avrupa'da hazırlanmış portolanlarda İstanbul çizimlerine ender olarak yer verilmiştir.

Şekil 2. Placido Oliva'nın portolanı (1575). Kaynak: URL-2

Kökeni antik döneme inen portolan deniz haritaları, XIII. yüzyıldan sonra pusula kullanımının yaygınlaşmasıyla gelişmiş ve en görkemli örnekleri XV-XVI. yüzyıl aralığında üretilmiştir. İster Avrupalılar, ister Araplar veya Türkler tarafından yapılsın, bu tür haritaların yapılışı XVII. yüzyıla kadar fazla bir değişiklik göstermemiştir. Haritalar, denizin tuz ve neminin bozucu etkisinden korumak amacıyla genellikle ceylan veya koyun derisi üzerine çizilmekteydi. Bazen iki ya da üç deri bir araya getirilerek büyütülürdü. Bazen de ufak parçalara kesilerek atlas haline getirilirdi. Bu yöntemle oluşturulan atlaslar, on iki yaprağı geçmezdi. Portolanlar genel olarak Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz kıyıları ile Batı Avrupa'nın Atlas Okyanusu kıyılarını, Britanya adalarını ve Kuzey Afrika'yı kapsamaktaydı. Boyutları çoğunlukla çizildikleri derinin boyutundadır ve 10×50 cm civarındadır. Portolanların çizildiği derinin üst tarafı kuzeyi, boyun kısmı ise batıyı göstermekle birlikte kuzey, rüzgârgüllerinde bir ok ucu ya da farklı süslemelerle de gösterilmektedir (Şekil 1, 2, 4, 6). Bu tutum, günümüz haritacılığının da temel ilkelerinden biridir.

Portolan haritalarda süslü kenar çerçeveler ile doğu ve batı, kuzey ve güney doğrultularında ölçekler bulunur. Ölçeklerde haneden haneye, noktadan noktaya yöntemi uygulanmıştır. Örneğin Piri Reis'in İkinci Dünya Haritası olarak tanıtılan ancak bir dünya haritası olmayan haritasında ölçek, haneden haneye 6 mil noktadan noktaya 12 mildir. Buna göre haritanın ölçeği 1/20 milyona denk gelmektedir. İtalyan portolanlarında da haneden haneye noktadan noktaya uygulaması kullanılır. Bu da bize o dönemde bu ve benzeri uygulamaların uluslararası bir standart olduğunu göstermektedir ve Türk haritacılar da bunları uygulamıştır (Şekil 2, 3, 4), (Ülkekul, 2014).

Şekil 3. Piri Reis'in Dünya Haritası'nın sağ üst parçası. Kaynak: URL-3

Şekil. 4. İtalyan kartograf ve denizci Vesconte Maggiolo'nun portolanı (1541). Kaynak: URL-4

Türkler tarafından çizilmiş portolanların bazılarında ve özellikle Bahriye'de; liman, koy ve körfezlerin büyüklükleri, buralara demirlemiş farklı tonaj ve türdeki gemi çizimleriyle gösterilmiştir. Ayrıca bu haritalarda farklı yönlerde, yelkenleri açık ve seyir halinde çizilen gemilerle bu yönün hâkim rüzgâr yönüne uygun olduğunu gösterilmiştir. Yelkenleri toplanmış ve demir atmış haldeki gemi çizimleriyle ise bu alanların demir atmaya ve beklemeye uygun (rüzgâr almayan) alanlar olduğu ifade edilmiştir (Şekil 5).

Şekil 5. Foça, İzmir ve Karaburun kıyıları.
Kaynak: Kitab-ı Bahriye

5. OSMANLI DENİZCİLERİ TARAFINDAN ÜRETİLEN VE KULLANILAN PORTOLANLAR

Osmanlıların XVI. yüzyılda Akdeniz´e açılmaları deniz coğrafyacılığını da beraberinde getirmiştir. Yavuz Sultan Selim'in Suriye ve Mısır seferlerinden sonra Kanuni Sultan Süleyman'ın Rodos´u kuşatması ve Kuzey Afrika'yı kontrol eden Türk kökenli korsanların işbirliği ile Akdeniz'e yayılması, Osmanlılara Ege ve Doğu Akdeniz´in egemenliğini sağlamıştı. Kanuni'nin Hint Okyanusu'na kadar uzanan ilgisi, güçlü bir donanmanın yanı sıra sağlam bir coğrafya bilgisi de gerektirmekteydi. Avrupa coğrafyacılığı ve haritacılığı Portekizlilerin daha XV. yüzyılın sonlarında Ümit Burnu'ndan Hint Okyanusu'na, Atlas Okyanusu'ndan Amerika kıyılarına kadar açılmaları sonucunda gelişen yeni ticari ilişkilerle artan deniz trafiği nedeniyle ivme kazanmıştı. Kıyılar, limanlar ve adaları göstererek denizcilere rehberlik eden portolan (deniz atlası) ve isolario (adalar haritası) yapımı Katalan, Portekizli ve İtalyanların elinde çok gelişmişti (Sezgin, 2008). Osmanlılarda özellikle gemiciler harita yapmaya teşvik edilmekte ve ödüllendirilmekteydi. Bilinen portolanların en eskisi 1413-1414 tarihini taşıyan Ahmet bin Süleyman et-Tanci'nin, Karadeniz'i, Atlas Okyanusu'nun doğusundaki Avrupa ve Afrika sahillerini, İngiltere adalarını görüntüleyen deniz haritasıdır. Arapça tanzim edilmiş olan portolanda on iki ayın Latince isimleri kameri takvim içinde verilmiştir. Tancalı Ahmet'in Tunus'ta hazırladığı bu portolanda süslemeler ve bir takım figürler de bulunmaktadır (Sarıcaoğlu, 1998).

Bu döneme ait diğer bir deniz haritası Tunuslu İbrâhim (el-Mürsî-el-Kâtibî) tarafından Tunus'ta çizilmiştir(İstanbul Deniz Müzesi, Âsâr-ı atîka, nr. 882). Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Batı Avrupa kıyılarının gösterildiği 24 Haziran 1461 tarihli harita üzerinde yapılan incelemeler, iklim haritaları yoluyla intikal eden Arap haritacılığı geleneğine ait açık ve yaygın izler taşıdığını ortaya koymuştur. Batlamyus'un haritalarıyla Karadeniz'de bile dolaşmanın güç olduğu bir dönemde, İbrahim'in haritasının en azından Akdeniz'in ortalarına kadar gemicilere yardım ettiği aşikardır. Bu harita sayesinde, Batı etkisinin açıkça görüldüğü portolanlarda en azından o tarihe kadar Doğu haritacılığının ulaşmış olduğu seviye anlaşılırken, deniz haritalarında ölçek bulunmadığına dair görüşler de çürütülmüştür (Pala, 1993). Bazı araştırmalarda Tancalı Ahmed'in haritasıyla arasında bağlantı kurulmuş olan bu portolan da Arapça düzenlenmiştir ve yine bir gök haritasını ihtiva etmektedir.

Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphanesi (TSMK)'nde muhafaza edilen (el-) Hacc Ebü'l-Hasan'ın deniz haritası ise Avrupa, Afrika ve Osmanlı Devleti'nin üç kıtadaki yerlerini göstermektedir. Muhtemelen Kanuni Sultan Süleyman (1520-1566) dönemine ait olan haritada şehirler kalelerle resmedilmiş, vilayet adlandırması ile otuz altı değişik bölgenin isimleri ve bayrak suretleri verilmiştir (Konyalı, 1936). Haritada sonradan ilave edilmiş çizimlerin bulunduğu da belirlenmiştir (Sarıcaoğlu, 1998). Deniz haritası, Arapça olarak düzenlenmiştir. "Amel-i el fakir Hacc Ebu'l Hasan" imzalıdır. Merkezi rüzgârgülü Sicilya'nın kuzeyindedir. Çemberdeki güllerden dördü bezelidir. Kırmızı, siyah, yeşil, pembe renk ve altın yaldız kullanılmıştır. Derinin boyun kısmında daire biçiminde kameri takvim yer alır. Harita 15. yüzyıl Katalan portolanlarının kopyasıdır. Önemli şehir ve iç devletlere yer verilmiş, şehirler burçlu kaleler biçiminde gösterilmiştir. Afrika kıtası üzerinde de, çoğunlukla portolan haritalarda rastlanan çadırlar görülür. Kızıldeniz kırmızıyla, Atlas dağları, klasik biçimde taş sıraları halinde ve devlet sınırları bayraklarla belirtilmiştir. Avrupa'nın içlerine kadar Osmanlı bayraklarının yaygın olarak kullanılması, Kanuni Sultan Süleyman döneminde, 1560 civarında yapılmış

olduğu izlenimini uyandırmıştır. Haritanın orijinali dikdörtgen bir çerçeve içerisindedir. Kuzey ve güneyde bu sınırın dışında kalan çizimler, sonradan eklenmiş, ya da El Hac Ebu'l Hasan'ın yararlandığı kaynakta olmayan kısımlardır. Bu bölümlerde pusula çizgileri yoktur (Şekil 6).

Şekil 6. El Hacc Ebü'l-Hasan'ın portolanı.
Kaynak: URL-5

Osmanlı haritacılığının en çok tanınan temsilcisi Piri Reis (ö. 1554)'in Akdeniz'in tam bir portolanı olarak tarif edilen Bahriye adlı eseri, amcası Kemal Reis'le birlikte başladığı gemicilikteki müşahede ve tecrübelerini aktardığı bir eserdir. Kitabın oluşmasında bütün bilgilerin yalnız haritalarda verilemeyeceği düşüncesinin de payı vardır. Piri Reis 1521'de tamamladığı Kitab-ı Bahriye'nin ilk telifini 1524 Mısır Seferi'nde yanında bulunduğu Sadrazam İbrahim Paşa'nın temize çekilmesi ve padişaha takdim edilmesi arzusuna uyarak yeniden ele aldı. 1526'da İbrahim Paşa aracığıyla Kanuni Sultan Süleyman'a sunulan ikinci telifin manzum olan metni, Seyyid Muradi tarafından tertip edilmişti (Yurdaydın, 1952).

TSMK, Hazine, 642 numarayla kayıtlı bulunan eserde önce telif sebebiyle birlikte haritanın tarifi ve alametleri açıklanmakta, daha sonra bazı büyük denizler ve adaları, Sultaniye, Kilitbahir ve Bozcaada'dan itibaren Adalar Denizi, Mora, Adriyatik kıyıları, Venedik, Anadolu'nun batı kıyılarındaki ada ve limanlar hakkında ayrıntılı bilgiler verilmektedir. Piri Reis, anlattığı her limanı bir portolanla göstermiş ve oradaki önemli binaların resimlerini çizmiştir. Orijinalleri ele geçmeyen bu teliflerden Kanuni Sultan Süleyman'a sunulduğu sanılan nüsha 221 haritalıktır. Portolanlarda olduğu gibi Bahriye'de de sığ yerler, kumsallar, güvenli limanlar, kayalıklar, su kaynakları ve yerleşim merkezleri özenle belirtilmiştir. Kıyılarda ayrıca "soğuk sudur". "büyük sudur", "dikkat oluna" gibi bilgiler ve uyarılar da vardır. 1300'lü yıllardan başlayarak 1700'lü yıllara kadar süren devre içinde üretilen portolanların hemen hepsinde, ilgili haritanın gösterdiği bölgenin yaklaşık orta kesiminde bir noktadan itibaren eşit aralıklarla çizilmiş bir dizi doğrunun oluşturduğu grafik ağ mevcuttur. Ağın iskeletini oluşturan noktalar, farklı çaplardaki daireler veya rüzgârgülleriyle gösterilmiştir. Bu daire veya rüzgârgülleri, haritanın gösterdiği alan ortada kalacak şekilde, birleştirildiğinde daha büyük bir daireyi oluşturmaktadır (Şekil 3, 4, 5, 6). Piri Reis, Bahriye'de haritaların okunmasına ilişkin bilgi verirken, ağı oluşturan doğrultuların rüzgâr yönlerini gösterdiğini ve hatta hangi renkteki çizginin hangi rüzgâr doğrultusunun temsil ettiğini dahi açıklamaktadır. Zaten o devirde pusulaların bölümlendirilmesinde Kıble-Yıldız rüzgâr doğrultusu başlangıç olarak seçilir, yani bu doğrultu pusulanın kuzeyi kabul edilirdi (Şekil 2, 3, 4, 5, 6), (Uçar ve Uluğtekin, 1987).

Topkapı Sarayı Müzesi'nde bulunan haritalar içinde şüphesiz en değerli olanlardan biri Ali Macar Reis Atlası'dır. Atlas anılan kütüphanede H. 644 (Hazine 644) envanter numarası ile kayıtlıdır (Uçar ve Uluğtekin, 1987). Deniz haritacılarından olan ve hassa reisleri arasında adı geçen Ali Macar Reis'in Ağustos-Eylül 1567 tarihli atlası yedi parça haritadan meydana gelmektedir. Bunlar; (1) ~1: 4. 500. 000 ölçekli Karadeniz ve Marmara Denizi, (2-4) ~1: 4. 500. 000 ölçekli Doğu, Orta ve Batı Akdeniz, (5) ~1: 4. 500. 000 ölçekli Atlantik kıyıları ve İngiliz Adaları, (6) ~1: 3. 000. 000 ölçekli Ege ve Marmara Denizi ile (7) ~1: 80. 000. 000 ölçekli dünya haritalarıdır. Ali Macar Reis'in imzasının yalnızca Batı Akdeniz Haritası'nda görünmesi diğerlerinin daha sonra ilâve edilmiş olabileceği ihtimalinin öne sürülmesine yol açmışsa da bu durum ancak dünya haritası için kabul edilebilir. Öte yandan Atlas'ın İtalyan ve Katalan portolan tekniği düzenine uyması dolayısıyla İtalyan portolan haritacılarınca hazırlanıp, yer adları ihmal edilmiş olarak Osmanlılara ulaştığı ve Ali Macar Reis'in ise yer adları ve eksik yazılarını tamamladığı ileri sürülmektedir. Ancak bu resimleme tekniğinin Osmanlı nakkaş hanesinin yabancısı olmadığı bir tarzı gösterdiği de açıktır (Uçar, 1986). Ali Macar Reis Atlası, zamanının Akdeniz'i paftalar halinde gösteren en önemli yapıtlarından biridir. XV. ve XVI. yüzyılda bu tür haritalar tek bir pafta halinde (Mürsiyeli İbrahim, İbrahim Katibi, İbn Ben Zara ve Dulcert'in Akdeniz portolanları gibi) çizilirken Ali Macar Reis bunları münferit parçalar olarak tasarımlamıştır (Uçar ve Uluğtekin, 1987).

Portolanlar hakkında Hint Okyanusu için portolan mahiyetinde bulunan Seydi Ali b. Hüseyin Reis (ö. 970/1562)'in 1538'de Kanuni Sultan Süleyman'a takdim ettiği eseri, "Kitabu'l-Muhit fî ilmi'l-eflâk ve'l-ebhur", kısaca Kitab el-Muhit (Okyanus Kitabı) adıyla tanınmaktadır (Mutena nüshası TSMK, Revan Köşkü, nu. 1643'tedir). Harita ve papamonta/papamundilerin anlatıldığı eserin haritalarıyla birlikte sunulduğuna dair görüşler varsa da mevcut yazmalar bunları doğrulamamaktadır. Bu kitap tıpkıbasım olarak bilimsel araştırmaların sadece birkaç yıldır hizmetinde bulunmaktadır. Aslında Akdeniz'de çalışan Seydi Ali Reis, on beş Osmanlı donanma gemisini Basra'dan Süveyş'e götürme görevi (960/1553) sırasında Portekizlerin saldırıları yüzünden büyük kayıplar vermiş, filosunun geriye kalan gemileriyle Batı Hindistan'ın Suret limanına demir atmıştı. Buradaki ikametini takip eden Aḥmedabad ikameti (961/1554) esnasında yukarıda adı geçen kitabını yazdı. Bu eserde genel olarak İbn Macid ve Süleyman el-Mehri'nin birçok kitabını özetledi. Özellikle haritalara ayrılmış olan yedinci bölümün dört faslında da yaptığı açıklamalar, kat edilecek yolun hesaplanmasına ve yön belirlemesine dayanan bir deniz seferinin ne Akdeniz'de ne de Hint Okyanusu'nda, bu amaç için hazırlanmış haritalar kullanılmaksızın yapılamayacağı konusunda kuşkuya yer bırakmamaktadır. Seydi Ali Reis, üç tür haritadan söz etmektedir. Bu haritalar; Hint Okyanusu haritaları, Akdeniz haritaları ve dünya haritalarıdır. Bu konuda yaptığı açıklamalar genel olarak göstermektedir ki Seydi Ali Reis, harita denilince matematiksel olarak kapsanan yeryüzü resmini anlamaktadır. Seydi Ali Reis için bir deniz seferi ancak harita, pusula, pergel, usturlap ve quadrant tahtası (Astronomi ve denizcilikte kullanılan gözlem, ölçü ve hesap aletleri, diğer adıyla rubu tahtası) gibi araç-gereç ve aletler yardımıyla gerçekleştirilebilir (Sezgin, 2008).

6. PORTOLAN HARİTALAR ÜZERİNDE YÖN VE MESAFE TAYİNİ

Orta Çağda denizciler tarafından mevki ve yön belirlemede kullanılan temel yöntem, 'Dead reckoning (D.R) adı verilen metoddur. D.R, mantıklı çıkarım yaparak hesaplama, diğer bir ifadeyle hızını ölçebilen denizci nerde olduğunu bulabilir anlamına gelmektedir. Yöntem, gidilen yol uzunluğu, bu yolun gidilmesi için gerekli zaman ve pusulayı kullanmaktadır (yön, hız ve zaman). En basit tanımıyla Dead Reckoning belirli bir süre önce nerede olduğu kesin olarak bilinen bir taşıtın, şu an nerede olması gerektiğinin (ya da nerede olduğunun) hesabı şeklinde yürütülmektedir. Kristof Kolomb'un seyir defteri kayıtlarından ve güncelerinden bu yöntemi kullandığı açık olarak anlaşılmaktadır. Geminin kuzeye göre gidiş doğrultusu ise pusula ile belirlenmekte ve bu yol ve doğrultu haritada ucu uca eklenerek geminin açık denizde izlediği rota haritaya işlenmektedir. Hareket edilen noktadan batıya gidilen mesafe an be an kayıt edilmektedir. Böylece gidilen bu mesafeye göre yelkenlinin bulunduğu boylamı hesaplanabilmektedir. Log, seyir defteri ya da gemi günlüğünün doğru bir şekilde kullanılması da aynı zamana yani XIV-XV. yüzyıllarda görülür. Yön, hız ve zaman uyumuyla hesaplanan Dead reckoning kabaca şu şekilde uygulanıyordu: Üzerine belli aralıklarla *düğüm*/*knot (not)* atılan yüzen bir halat, ucuna bağlanan bir ağırlıkla denize bırakılır ve kum saatine bakılırdı. Belli bir zaman biriminde suya dalan düğüm sayısına göre teknenin hızı bulunur ve hız *knot* olarak ifade edilirdi. Bu uygulama günümüzde gemi hızlarını ölçmeye yarayan modern parakete aletlerinin ilkel örnekleri olarak da değerlendirilebilir. Denizciler çok uzun süreden beri güneş ve yıldızları kullanarak hangi enlemde olduklarını tayin edebiliyorlardı. Dead reckoning yöntemini kullanarak da hızlarını ve ne kadar doğu veya batıya gittiklerini bulabiliyorlardı. Burada vurgulanması gereken nokta İngilizcede düğüm anlamına gelen ve kavramlaşan *knot* kelimesidir. Bu kelime, modern elektronik aletlerin icadına ve tüm teknolojik gelişmelere rağmen günümüzde gemilerin hızını ifade etmek için bir ölçü birimi olarak kullanılmaya devam etmektedir.

7. PORTOLAN HARİTALARIN EKONOMİK, TEKNİK VE SOSYAL ETKİLERİ

XIII. yüzyıldan itibaren yapılmaya başlanan ve modern haritacılığın başladığı XVII. yüzyıla kadar yapımı devam eden portolan haritalar, insanlık tarihi açısından büyük gelişmelere kapı aralamıştır. Portolanlar sayesinde dünyanın o ana kadar bilinen dünya olmadığı görülmüş, etkileri günümüzde de devam eden zincirleme reaksiyonlara yol açmıştır. Bu etkileri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Yeryüzünün doğal görünümüne ait haritalar çizilmeye başladı. Portolanlardan önceki haritalar fikri haritalardır. Kitapta yazılanlara göre görmeden çizilmişlerdir. Kare veya daire biçimindedir.

- Harita üretimi sayısal olarak çok arttı. Pratik ve fiili yararları nedeniyle harita kullanımı yaygınlaştı.

- Haritacılık bir meslek oldu ve harita ticareti yapılmaya başladı.

- Haritacılık teknik açıdan ileri doğru hızlı bir sıçrama gerçekleştirdi. Ölçek, detaylı yön göstergesi (rüzgârgülü) ve karakteristik radyal ağı (deniz üzerinde görülebilen yollar) portolan haritalarla ortaya çıktı.

- Denizciler ve gemiler daha güvenli olarak sefere çıkabildiler. Harita üzerindeki kıyı bilgileri gemilerin sağ salim limanlara ulaşmasını sağladı. Gemi sahiplerinin kayıpları azaldı. Sermaye birikimi, armatörlüğün gelişmesini sağladı.

- Bir limandan diğerine gidiş ve geliş zamanı isabetli bir biçimde tahmin ve tespit edilmeye başladı.

- Sefer süresinin kısalması ile ticari malların Akdeniz'de dolaşımı hızlandı. Bir an önce tüketime sunulması gereken bozulabilir ürünler alıcılarına bozulmadan ulaştırıldı. Tüm bunlara bağlı olarak ticaret daha da gelişti.

- Gemilerin güvenle seyir olanağına kavuşması gemicilerin cesaretini artırdı. Bu durum bilinmeyen yerlere gidilmesini sağladı ve keşifler çağının başlamasına önayak oldu, Batı Hint Yolu'nun açılması ve ticaret yollarının değişimi bu sayede gerçekleşti.

- Çoğu denizci ülkenin, zenginleşerek denizci imparatorluklar kurmalarını sağladı ve sömürgeciliğin gelişmesinde etken oldu.

- İnsani açıdan bakıldığında forsalar limanlara erken ulaşabildiği için daha sık biçimde dinlenme olanağına kavuştular. Aynı zamanda korsan ve ticaret gemilerinin sayılarının artması forsa ihtiyacını da artırdı.

- Osmanlı haritacılığı ve haritalarının ortaya çıkması ve gelişmesini sağladı (Özdemir, 2013).

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, portolan haritalar Orta Çağın en önemli bilimsel gelişmelerinden biri olmuştur ve bu gelişmeye Avrupa ile birlikte Türk ve İslam medeniyetleri de önemli katkılar sağlamışlardır. Portolan haritaların ortaya çıkmasından önce insanların ilk kullandıkları ulaşım yollarından biri olan denizler, denizciler için güvensizdi. Bu haritalarla birlikte denizler, denizciler için daha güvenli bir hale gelmiş, korkusuzca denizlere açılabilmiş, Akdeniz limanları arasında ticaret gelişmiş ve hız kazanmıştır. Orta Çağın sonları ve Yeni Çağın başlarıyla birlikte portolan haritaların ölçekli ve daha ayrıntılı gelişmiş türleri yapılmıştır.

Kartografya alanındaki bu gelişmelere paralel olarak hem gemi yapım hem de dokuma tekniklerindeki gelişmeler sayesinde okyanuslara dayanıklı gemiler üretilmiş, yelkenler dokunmuş, harita ve pusula kullanımında becerikli cesur gemiciler yetişmiştir. Avrupalı denizci devletlerin, Osmanlı Devleti'nin kontrolündeki Baharat ve İpek yollarına alternatif yeni ticaret yolları aramaları da hem alternatif yolların bulunmasını sağlamış hem de yeni kıtaların keşfine yol açan Büyük Coğrafi Keşifleri, başlatmıştır.

Yeni yollar ve Coğrafi Keşifler, diğer kıtaların aksine, Avrupa'da zenginliği ve refahı artırmıştır. Bütün bu gelişmelere bakıldığında Avrupa'nın ekonomik ve askeri alanlarda diğer kıtalara olan üstünlüğünde haritacılık alanındaki gelişmelerin ne denli önemli bir payının olduğu kendiliğinden ortaya çıkan bir sonuç olarak görülmektedir. Denilebilir ki Avrupa, bugünkü seviyesine kartografik gelişmeler sayesinde ulaşmıştır (Tanrıkulu, 2013).

Buraya kadar söylenenlerin ışığında yapılabilecek öneriler ise şöyle sıralanabilir: Portolan haritalar ve genel olarak haritacılık tarihinde Müslüman devletlerin ve özellikle Türklerin yeri, yapılacak yeni araştırmalar ve bulgularla ortaya konmalıdır. Osmanlı haritacılığı üzerinde inceleme yapan bilim insanlarının dikkat çektikleri en önemli sorunlardan biri, Osmanlı Devleti'nin toprak genişliğine uygun bir malzeme ile karşılaştırmayı sağlayabilecek kataloglama çalışmalarının yetersizliğidir. Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphanesi ve yurt dışındaki kütüphanelerde mevcut olan ve değerli görülen haritalara dair ayrıntılı araştırmalar bulunmasına rağmen henüz birçok kütüphanede ve arşivde bu konu araştırılmamış ve bunların kataloglarında haritalar için bir yer ayrılmamıştır. Yapılacak araştırmalar önceki çalışmaların çoğunda olduğu gibi Piri Reis, Seydi Ali Reis, Katip Çelebi ile sınırlı kalmamalıdır. Araştırmalar projelendirilmeli, desteklenmeli, kapsamlı ve kurumsal mahiyette yapılmalıdır. Disiplinler arası bir alan olan haritacılık tarihi araştırmaları, ilgili disiplinlerin kartografya, coğrafya, tarih, sanat tarihi, bilim tarihi, arkeoloji ve diğer bilimlerin- işbirliği ile yürütülmelidir.

KAYNAKLAR

Bakunin, A. M., (2006), **Devlet ve Anarşi**, Çev. Murat Uyurkulak, 1. Basım, İstanbul.

Campbell, T., (1987), "**Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500**", Chapter 19 of The History of Cartography, Volume I. U. of Chicago Press.

Certeau, M., (1984), "**Walking in the City", Part III Spatial Practices, The Practice of Everyday Life**", Çev. S. Rendall, Berkeley & Los Angeles. University of California Press.

Edson, E., (2007), **The World Map, 1300-1492: The Persistance of Tradition and Transformation**, The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Hillendhrend, B., (1995), **Haritaların Gizemli Yeri**, Çev. Göktepeli M., Sayı 288, Ankara.

Konyalı, İ. H., (1936), **Topkapı Sarayında Deri Üzerine Yapılmış Eski Haritalar**, İstanbul.

Özdemir, K., (2014), "**Piri Reis Üzerine Yeni Bilgiler**", Uluslararası Piri Reis ve Türk Denizcilik Tarihi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TTK Yay., 1. Cilt, Ankara, 62-85.

Pala, İ., (1993), "**Eski Bir Akdeniz Haritası Üzerine Yeni Düşünceler**", Tarih ve Toplum, XIX/109, İstanbul, 20-25.

Piri Reis, (2011), **Kitab-ı Bahriye**, The Walters Art Museum, Baltimore.

Rehmayer, J., (2014), **The Mapmaker's Mystery, Science fort he Curious Discover**, June 2014, pp. 44-49, Waukesha, Wisconsin.

Sarıcaoğlu, F., (1998), **İslam Ansiklopedisi**, 16. Cilt, DİV Yayınları, İstanbul.

Sezgin, F., (2008), **İslam ve Bilim**, Cilt 1, İBB Yayınları, İstanbul.

Soucek, S.; Kaçar, M.; Uçar, D.; McIntosh, G. C.; Renda,G.; Ülkekul, C.; Şengör, A. M. C., (2013), **Pîrî Reis 1513 Dünya Haritası**, Boyut Yayınları, İstanbul.

Şerbetçi, M., (1999), **Türk Haritacılık Tarihi (Türk Haritacılığının 100. kuruluş yılı Anısına)**, İstanbul.

Tanrıkulu, M., (2013), **Haritaya Davet**, Yeditepe Yayınları, İstanbul.

Uçar, D., Uluğtekin, N., (1987), **Ali Macar Reis'in Ege Havzası Haritası**, Harita Dergisi, Sayı: 98, Ankara, 81-91.

Uçar, D., (1986), "**Ali Macar Reis Atlası**", Turkish and Islamic Science and Technology in the 16th Century (16. Yüzyılda Türk ve İslam Bilim ve Teknolojisi, Bildiriler), I, İstanbul 33-43.

Ülkekul, C., (2014), "**Piri Reis'in 1528 Tarihli Bölgesel Haritası**", Uluslararası Piri Reis ve Türk Denizcilik Tarihi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TTK Yay., 1. Cilt, Ankara, 183-210.

Wiegand, P., (2006), **Learning and Teaching with Maps**, New York.

Yurdaydın, H. G., (1952), "**Kitab-ı Bahriyye'nin Telifi Meselesi**", AÜ, DTCF Dergisi, X/1-2, Ankara, 143-146.

İnternet Kaynakları

URL-1:
http://www.britishmuseum.org/explore/themes/catalanatlas (17.05.2015).

URL-2:
http://www.loc.gov/resource/g5672m.ct003875 (17.05.2015).

URL-3:
http://www.atlasdergisi.com/kesfet/bilim/piri-reis-ve-haritasi.html (17.04.2016)

URL-4:
http://ux.ubimix.com/portolan-chart/index.html (17.04.2016).

URL-5:
http://aregem.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/1028,brosurpdf.pdf?0 (16.05.2016)

Coğrafi Bilgi Sistemleri Ulusal Meslek Standartları ve Yeterliliklerinin Uluslararası Beklentiler Kapsamında İrdelenmesi

(Examining Geographic Information Systems National Occupational Standards and Qalifications in the Scope of International Expectations)

Arif Çağdaş AYDINOĞLU[1], Taylan ÖCALAN[2]
[1]Gebze Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 41400 Gebze, Kocaeli
[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul
tocalan@yildiz.edu.tr

ÖZ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), günümüzün hızla değişen şartlarında kendini sürekli olarak yenilemek zorunda olan, coğrafi bilgi üretimi ve yönetimi ile ilgili birçok meslek disiplininde kullanılan bir alandır. Hayat boyu öğrenmeyi desteklemek olgusu kapsamında, Avrupa ile entegreli olarak Türkiye'de uygulanan ulusal mesleki yeterlilikler kapsamında, CBS alanında CBS Operatörü Seviye-4 ve Seviye-5, CBS Uzmanı Seviye-6 Ulusal Meslek Standartları (UMS) ve Ulusal Yeterlilikleri (UY) hazırlanarak yasallaşmıştır. Genel anlamda sınav ve belgelendirme süreci için esas olan CBS ulusal yeterlilikleri; iş sağlığı ve güvenliği, çevre koruma önlemleri, kalite yönetim sistemi ve iş organizasyonu konuları ile teknik organizasyon (yazılım ve donanımları hazır hale getirme, verileri düzenleme ve hazırlama, raporlama ve sunma, mesleki gelişim faaliyetlerine katılma vb.) başlığı altında ifade edilen öğrenme çıktılarından oluşmaktadır. CBS alanında ulusal olarak tanımlanan bu yeterliliklerin, özellikle CBS Uzmanlığı kapsamında irdelendiğinde uluslararası düzeyde kabul görmüş "GIS&T Body of Knowledge" içeriğine göre dikkate alınması gereken bazı hususlarının olduğunu gözlemlenmiştir. Bu irdelemede özellikle CBS alanındaki çok yönlü gelişmeler dikkate alındığında gelişen sektör ihtiyaçlarına ve çok disiplinli yapıya uyum, veri yönetimi ve web teknolojileri alanında farklılaşan yeterliliklerin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca CBS uzmanlığı için teorik ve performansa dayalı teknik yeterliliklerin yanısıra, eğitim ve mesleki deneyimin dikkate alınmasını ve detaylandırılmasını gerektiren hususların bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Ulusal Meslek Standardı (UMS), Ulusal Yeterlilik (UY), CBS Operatörü, CBS Uzmanı*

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) is a professional area that has to renew itself in today's rapidly changing conditions and is used in many disciplines related to the production and management of geographic information. On the scope of professional qualifications implemented in Turkey integrated with Europe to support lifelong learning, GIS Operator Level-4 and Level-5 and GIS Professional Level-6 National Occupational Standards (NOS) and National Qualifications (NQ) have been prepared and legalised in Turkey. In general, the basis of GIS national qualifications for examination and licencing prosedures covers several learning outcomes that may be listed as occupational health and safety, environmental protection precautions, quality management system and business organization, technical organization (to prepare the software and hardware, organizing, preparing, reporting and presenting the data, attending the professional activities). It has been observed that some issues of these qualifications in GIS described national wide should be examined and reviewed according to the content of the book named "GIS&T Body of Knowledge" accepted in the world. According to this review, when multiple developments especially in GIS are considered, it can be concluded that these qualifications regarding to the data management and web technologies should be enhanced for adapting to the multiple disciplinary structure and developing sectoral needs. Moreover, besides technical qualifications in GIS expertise based on theorical and performance matters, it has been determined that there are also some issues required that should be taken into consideration in educational and occupational experiments and should be detailed.

Keywords: *Geographic Information System (GIS), National Occupational Standard (NOS), National Qualification (NQ), GIS Operator, GIS Specialist*

1. GİRİŞ

Küreselleşme olgusuyla birlikte teknolojide yaşanan gelişim süreci, bilgiye ulaşmayı giderek kolaylaştırmıştır. Bu süreç, internetin yaygın hale gelmesi ve mobil teknolojiler kullanılarak iletişimin zaman ve mekan bağımsız olması, bilgi sistemlerinin karar vericiler için sağladığı olanaklarla bilimsel, sosyal ve ekonomik alanda önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Böylece bilgi toplumuna geçiş süreci hızlanmış ve "hayat boyu öğrenme" ilkesi sürdürülebir bir yapıya kavuşmuştur (Öcalan ve Pırtı, 2015).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hayat boyu öğrenme ile ilişkili olarak eğitim ve istihdam politikalarının gözden geçirilmesi, kalite güvencesi unsurlarıyla birlikte teminat altına alınması gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu nedenle her ülke bireysel gelişmeleri, toplumsal beklentileri ve uluslararası uygulamaları dikkate alarak ulusal öncelikleri arasına yeterlilik sistemlerinin kurulması ve yeniden yapılandırılmasını hedef

olarak koymuştur. Bu bağlamda, dünyadaki birçok ülkede eğitim ve istihdam sistemlerinin oluşturulmasına ve işleyişine önemli katkı sağlayacak olan ulusal yeterlilik çerçeveleri farklı yapı ve içeriklerde hazırlanmaktadır (URL-19; URL-20). Günümüzde 150'ye yakın ülke ulusal yeterlilik çerçevesini geliştirmiş veya geliştirme sürecindedir. Avrupa'da ise 2008 yılında Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından "Hayat Boyu Öğrenme İçin Avrupa Yeterlilikler Çerçevesine"ne ilişkin tavsiye kararı yayımlanmıştır. Bu karar uyarınca Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkeler ve üyelik sürecindeki ülkelerin kendi ulusal yeterlilik çerçevelerini geliştirmeleri istenmiştir (URL-20).

Ülkemizde bu sürece yönelik çalışmaların yürütülmesi amacıyla 2006 yılında 5544 sayılı kanun ile T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın ilgili kuruluşu olarak Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) kurulmuştur. MYK'nın temel görevi, Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) ile uyumlu Ulusal Yeterlilik Sistemini (UYS) kurmak ve işletmek, Ulusal Meslek Standartları (UMS) ve Ulusal Yeterliliklerin (UY) hazırlanması, ölçme, değerlendirme ve belgelendirme sisteminin kurulması ve Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin (TYÇ) oluşturulmasıdır (URL-16).

Bu görevler kapsamındaki çalışmalarını aktif şekilde yürüten MYK, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nin oluşturulması yönündeki çalışmalarını başta Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK) olmak üzere ilgili diğer paydaşların katılımıyla Aralık 2015 tarihinde tamamlamıştır. Böylece ülkemiz adına oluşturulan ulusal yeterlilik çerçevesi (TYÇ), 29581 sayı ve 02.01.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesine Dair Tebliğ ile yürürlüğe girmiştir. TYÇ, değişime uygun mesleklerin belirlenmesi, bu mesleklerde gereken standart bilgi ve beceri düzeylerini tespit eden sistemin geliştirilmesi ve sürdürülebilir olarak hayat boyu eğitimin desteklenmesini sağlamayı amaçlamaktadır (URL-20).

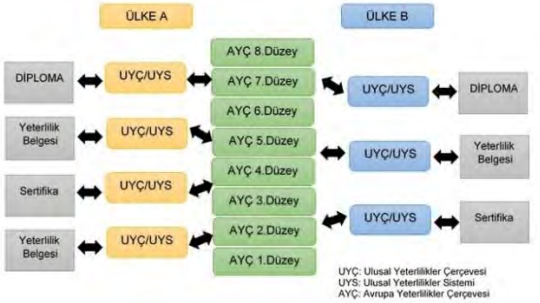
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise günümüzde hızla değişen şartlara karşın kendini sürekli olarak yenilemek zorunda olan, coğrafi bilgi üretimi ve yönetimine yönelik birçok meslek disiplini ile ilişkili olan bir alandır. CBS, veri toplama tekniklerinin gelişmesi ve konum bilgisi kullanımının hemen her sektörde artması sayesinde, planlamadan afet yönetimine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde verilerin/bilgilerin büyük bir kısmı coğrafi referanslı olup, sayısal ortamda entegrasyonu ve yönetimi CBS ile çok daha etkin hale gelmiştir. Dolayısıyla birçok karar-destek faaliyetini destekleyen CBS, sadece teknik değil, yönetişim ve politika ile ilgili ihtiyaç duyulan güçlü bir meslek alanı olmuştur (Aydınoğlu ve Öcalan, 2015). Bu bağlamda gerçekleştirilen bu çalışmada, gerek CBS alanında uluslararası boyutta yaşanan gelişmeler, gerekse ulusal yeterlilik sisteminin kurulmasında Türkiye'deki süreç ele alınmaktadır. Özelinde ise ülkemizdeki yürürlükte olan CBS operatörü ve CBS uzmanı ulusal meslek standartları ve yeterlilikleri ele alınarak, özellikle CBS uzmanlığı için dünyada bu alandaki gelişmelerle birlikte bir durum değerlendirmesi yapılmaktadır.

2. AVRUPA YETERLİLİKLER ÇERÇEVESİ

Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ)'nin gelişiminin arka planında, Avrupa Konseyi ile Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO) tarafından 11 Nisan 1997 tarihinde imzalanan "Lizbon Sözleşmesi" ve de Avrupa düzeyinde 29 ülkenin eğitim bakanları tarafından 19 Haziran 1999 tarihinde imzalanan "Bologna Deklarasyonu" yer almaktadır. Başta Yükseköğretim alanı olmak üzere, tüm eğitim kademelerini kapsayacak şekilde düzenlenen Bologna sürecinin, önemli çalışma ve eylem konularından biri de AYÇ'nin oluşturulmasıdır. Her iki süreç aynı hedef doğrultusunda ancak farklı yaklaşımlarla AYÇ ve bu çerçevelerle ilişkilendirilmiş "Ulusal Yeterlilikler Çerçeveleri"nin oluşturulması için temeldir (URL-17).

AYÇ'nin geliştirilmesi süreci, AB'ye Üye Devletler, sosyal taraflar ve diğer paydaşlardan gelen ortak taleple 2004 yılında başlamıştır. İlgili Komisyon, yeterliliklerin şeffaflığını arttırmak, taşınabilirliğine yardımcı olmak ve hayat boyu öğrenmeyi desteklemek için öğrenme çıktılarına dayalı 8 seviyeden oluşan bir çerçeve hazırlamıştır (Şekil 1). Bu seviyeler en temel öğrenme seviyesinden (Seviye 1) en üst düzey öğrenme seviyesine (Seviye 8) kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Genel olarak seviye ne kadar artarsa kişiden beklenen bilgi, beceri ve yetkinlikler de o oranda artmaktadır. AYÇ, hayat boyu öğrenmeyi geliştirmeye yönelik bir araç olarak, yükseköğretimin yanı sıra, genel ve mesleki eğitim ve öğretim sonucu elde edilen tüm seviyelerdeki yeterlilikleri içermektedir. AYÇ'de bir öğrenme çıktısı; öğrenen kişinin neleri bildiği, anladığı ve öğrenme sürecinin sonunda neleri yapabildiğinin ifadesi olarak tanımlanmaktadır (Öcalan ve Pırtı, 2015). Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 23 Nisan 2008 tarihinde "Hayat Boyu Öğrenme için Avrupa Yeterlilik Çerçevesi" ismiyle resmi olarak kabul edilen AYÇ, ulusal yeterlilik çerçevelerini ilişkilendiren ortak bir

çerçeve ve de hayat boyu öğrenme ilkesinin yaşama geçirilmesi ve sürdürülebilir olmasını sağlamak için yeni bir araçtır. Yeterliliklerin işverenlerce, bireylerce ve kurumlarca daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, işçilerin ve öğrencilerin kendi yeterliliklerini diğer bir ülkede kullanabilmesinin yolunu açmaktadır. Avrupa'daki farklı ülkeler ve sistemler arasında yeterliliklerin daha anlaşılır ve açık olmasını ve ülkelerin yeterlilik sistemlerinin birbirleriyle bağlantısını sağlayan ortak karşılaştırma aracı olan AYÇ'nin iki temel prensibi vardır. Bunlardan ilki vatandaşların ülkeler arasında hareketliliğini teşvik etmek, ikincisi ise hayat boyu öğrenmelerine yardımcı olmaktır. AYÇ'nin bu ilkeler ışığındaki 4 temel özelliği; kilit termilojinin tanımları, sekiz seviyeli yapı ve seviye tanımlayıcıları, Bologna Çerçevesi ile uyumluluk ve de ulusal sistemlerin AYÇ ile ilişkilendirilmesine yönelik ölçütlerdir (Öcalan ve Pırtı, 2015; URL-17).



Şekil 1. AYÇ ile UYÇ/UYS'nin ilişkilendirilmesi (URL-17)

AYÇ ile ilgili tavsiye niteliğinde çıkan Avrupa Komisyonunun 2008/C 111/01 sayılı kararında, ülkelerin ulusal yeterlilik çerçevelerini oluşturmaları, bu çerçevedeki ulusal yeterlilikleri 2010 yılına kadar AYÇ seviyeleri ile ilişkilendirmeleri ve de 2012 yılı itibariyle ülkelerin tüm yeterlilik belgelerinin AYÇ seviyelerine uygun bir referansa taşıması yönünde gerekli önlemleri alınması istenmiştir. Türkiye'de bu yöndeki çalışmaların yürütülmesi için MYK, AYÇ Ulusal Koordinasyon Noktası olarak belirlenmiştir. Ulusal Koordinasyon Noktalarının bu kapsamda ulusal yeterlilik sisteminin oluşturulması, ulusal yeterlilik sisteminde yer alan yeterliliklerin seviyelerinin AYÇ seviyeleri ile referanslamasının yapılması, referanslama sürecinde şeffaf bir yöntemin kullanılmasının temin edilmesi (kalite tedbirleri), UYÇ ile AYÇ arasındaki bağlantının nasıl yapıldığına ilişkin bilgi ve klavuza paydaşların erişiminin sağlanması, yeterliliklerin Avrupa düzeyinde karşılaştırılmalarında ve kullanılmalarında ilgili tüm paydaşların sürece katılımının sağlanması gibi görevleri bulunmaktadır (URL-17).

3. TÜRKİYE YETERLİLİKLER ÇERÇEVESİNİN GELİŞTİRİLMESİ SÜRECİ

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ), Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi ile uyumlu olacak şekilde tasarlanan ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim dâhil, meslekî, genel ve akademik eğitim ve öğretim programları ile diğer öğrenme yolları ile kazanılan tüm yeterlilik esaslarını içeren ülkemize özgü UYÇ'dir. 5544 sayılı kanunun 23/A maddesi (1) nolu bendi uyarınca, "*Ulusal Yeterlilik Çerçevesinin oluşturulmasına, geliştirilmesine ve güncelliğinin korunmasına ilişkin işlemler"* MYK tarafından yürütülmektedir (URL-16). Bu kanun maddesine dayanılarak MYK Ağustos 2010'da MEB, YÖK ve MYK temsilcilerinden oluşan ve TYÇ'nin oluşturulması için gerekli kararların alınmasından sorumlu UYÇ Hazırlama Komisyonunu kurmuştur. TYÇ Belgesi, AYÇ ile uyumlu olarak 2014 yılı içerisinde tamamlanmış ve T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından Bakanlar Kurulu'na sunulmak üzere Başbakanlığa iletilmiştir.

TYÇ'nin oluşturulmasına, geliştirilmesine, yönetilmesine ve güncelliğinin sağlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek üzere Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe girecek TYÇ Yönetmeliği hazırlanmıştır. Hazırlanan bu taslak *"Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik"* adıyla 19/11/2015 tarih ve 29537 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte genel, mesleki ve akademik eğitim ve öğretim programları ile diğer öğrenme ortamlarında kazanılan yeterliliklerin TYÇ'ye dâhil edilme esaslarına, yeterliliklerin kalite güvencesinin sağlanmasına, kalite güvencesini sağlayacak kurum, kuruluş ve yapıların belirlenmesine, önceki öğrenmelerin tanınmasına ve yeterlilikler arası geçişlere, ilgili kurum ve kuruluşların görev, yetki ve sorumlulukların belirlenmesine ilişkin usul ve esaslar yer almaktadır (URL-19). Bu Yönetmeliğin ardından ülkemiz adına oluşturulan UYÇ, "Türkiye Yeterlilikler Çerçevesine Dair Tebliğ" ile 02.01.2016 tarih ve 29581 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. TYÇ, ülkemizdeki yeterliliklerin sınıflandırılmasını sağlayan bütünleşik bir yapı olarak, MEB'in sorumlu olduğu yeterlilikler, MYK'nın sorumluluğundaki ulusal yeterlilikler, YÖK koordinasyonu ve denetiminde sunulan yükseköğretim yeterlilikleri başta olmak üzere diğer sorumlu kurum/kuruluşların sorumlu olduğu tüm yeterlilikleri kapsamaktadır. TYÇ' de yer alan

Tablo 1. TYÇ yeterlilik türleri, öngörülen seviyeleri ve sorumlu kurumlar (URL-20)

8	Yükseköğretim Kurumları	Doktora Diploması (Doktora, Sanatta Yeterlilik/Doktora ve Tıpta Uzmanlık)		Mesleki Yeterlilik Kurumu	8. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
7		Yüksek Lisans Diploması (Tezli) Yüksek Lisans Diploması (Tezsiz)			7. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
6		Lisans Diploması			6. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
5		Ön Lisans Diploması (Akademik) Ön Lisans Diploması (Mesleki)			5. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
4	Milli Eğitim Bakanlığı	Lise Diploması / Mesleki ve Teknik Eğitim Lise Diploması	Ustalık Belgesi		4. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
3			Kalfalık Belgesi[31]		3. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
		Ortaokul Öğrenim Belgesi			
2		İlkokul Öğrenim Belgesi			2. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi
1		Okul Öncesi Katılım Belgesi			

Şekil 2. TYÇ süreç adımları (Öcalan ve Pırtı, 2015)

8 seviye, seviye tanımlayıcıları aracılığıyla tanımlanmakta ve yeterlilik türleriyle desteklenmektedir (Tablo 1).

Yeterlilik türleri ise yeterlilik türü belirleyicileriyle tanımlanmaktadır. Temel görevi ülkemizde AYÇ ile uyumlu Ulusal Yeterlilik Sistemini kurmak ve işletmek, hayat boyu öğrenmeyi desteklemek olan MYK, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin oluşturulup, işletilmesinden sorumlu kuruluştur. Bu hizmetlerin sürdürülebilir olarak izlenmesini sağlamak için Ulusal Meslek Standartlarının (UMS) ve Ulusal Yeterliliklerin (UY) hazırlanması, Eğitim-Öğretim kurumlarının akreditasyonu, Ölçme, Değerlendirme ve Belgelendirme Sisteminin kurulması gibi çalışmaları yürütmektedir (Şekil 2). MYK bu temel görevlerin yerine getirilmesi amacıyla Temmuz 2016 tarihi itibariyle 644 UMS, 339 UY'nin oluşturulmasını sağlamıştır. Ayrıca Meslek Standartları Geliştirme, Mesleki Bilgi ve Beceri, Sınav ve Belgelendirme Merkezleri (VOC-TEST)'nin kurulmasına da öncülük ederek, bugüne kadar 47 Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşu tarafından 65402 kişinin Mesleki Yeterlilik Belgesi almasını sağlamıştır (URL-17).

Bu kapsamlı çalışmalar içerisinde CBS alanı için de operatörlük ve uzmanlık unvanları esas alınarak farklı seviyelerde UMS ve UY'ler hazırlanmıştır. İlgili MYK kanunu uyarınca en geç 5 yılda bir güncellenmesi gereken bu standart ve yeterliliklerin sayısının gün geçtikçe artması, çok disiplinli bir kullanıma sahip CBS alanı açısından dikkate alınması gereken bazı husus ve gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Öyle ki, ulusal nitelikte hazırlanan bu meslek standartları ve yeterliliklerin özellikle uzmanlık kapsamı açısından uluslararası boyutundaki beklentiler kapsamında irdelenmesi zorunluluğunu ortaya koymuştur.

4. CBS ULUSAL MESLEK STANDARTLARI VE ULUSAL YETERLİLİKLERİ

UMS, bir mesleğin doğru ve başarılı bir şekilde icra edilebilmesi için bireylerin sahip olması gereken bilgi, beceri, tutum ve davranışları belirleyen, iş ve eğitim dünyası gibi tarafların üzerinde uzlaştığı asgari normlardır. UMS, eğitim müfredatlarının oluşturulmasında ve bireylerin mesleki yeterliliklerinin belirlenmesinde temel girdi oluşturmaktadır. Temel anlamda UMS, meslek tanımı, mesleğin uluslararası sınıflandırmadaki yeri, meslekle ilgili mevzuat, çalışma ortamı ve koşulları, meslek profili (görevler, işlemler, başarı ölçütleri), kullanılan araç, gereç ve ekipman, bilgi ve beceriler, tutum ve davranışlar gibi başlıkları içermektedir.

UY ise bireyin sahip olması gereken bilgi, beceri ve yetkinlikler ile bunların nasıl

ölçüleceğine dair ölçme ve değerlendirme kriterlerini içeren ayrıntılı dokümanlardır. UY'ler, yetkilendirilmiş ilgili sektör kurum/kuruluşları tarafından ulusal veya uluslararası meslek standartlarına uygun olarak hazırlandıktan sonra MYK Yönetim Kurulu tarafından onaylanıp, UYÇ'ne yerleştirilirler.

Ulusal yeterlilikler, ulusal meslek standardının bulunduğu alanlarda bir veya birden fazla meslek standardı esas alınarak oluşturulur. Ulusal meslek standardının bulunmadığı alanlarda ise uluslararası meslek standartları içeriğinde tanımlanan uygulama yönteminde herhangi bir değişiklik yapılmadan belirlenirler. UY, sahip olunması gereken öğrenme çıktıları, ölçülmesi gereken başarı ölçütleri, belgenin elde edilmesinde uygulanacak ölçme ve değerlendirme yöntemleri, sınavı gerçekleştirecek değerlendiricilere ilişkin ölçütler, belge geçerlilik süresi gibi başlıkları içerir (URL-17).

Ülkemizde CBS alanında yukarıdaki tanımlamalar uyarınca Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi ile uyumlu sekiz ana seviye belirleyici sisteme göre tanımlanmış, ***"CBS Operatörü"*** *ve* ***"CBS Uzmanı"*** isimli ulusal meslek standartları ve ulusal yeterlilikler bulunmaktadır. Bu kapsamda yürürlüğe giren CBS ulusal meslek standartları ve yeterlilikleri Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmiştir.

CBS alanında ülkemizin ilk ulusal meslek standardı MYK Enerji Sektör Komitesince görüşülen ve 2009 yılında yayınlanan CBS Operatörü Seviye-5'dir (URL-10; URL-21). MYK kanunu uyarınca ulusal meslek standartlarının en geç 5 yılda bir güncellenmesi gerektiğinden, MYK tarafından revize edilmesi kararı alınmıştır. Bu revizyon çalışması özellikle 2014 yılında yayınlanan CBS Operatörü Seviye-4 standardı da dikkate alınarak MYK İnşaat Sektör Komitesince yürütülmektedir. Ekim 2016 tarihinde CBS Operatörü Seviye-5'in CBS Operatörü Seviye-4 ile tutarlılık sağlayacak şekilde ilk revizyonu tamamlanarak (Rev.01), Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. CBS Operatörü Seviye-4 ve CBS Uzmanı Seviye-6 meslek standartlarının her ikisi de CBS Genel Müdürlüğü sorumluluğunda hazırlandığından tutarlı içeriğe sahiptir (URL-2).

Tablo 4'deki karşılaştırma dikkate alındığında, CBS Uzmanı Seviye-6 ve CBS Operatörü Seviye-4 benzer görevlere sahip iken, başarı ölçütleri itibariyle farklılıklara sahiptir. CBS Operatörü Seviye-5'in revizyonunun da görevler ve başarı ölçütleri açısından diğerleri ile uyum sağladığı görülmektedir. Buna karşın CBS Operatörü Seviye-4 ve Seviye-5 arasında ayrıştırıcı belirgin seviye tanımlayıcı bulunmadığı gözlemlenmektedir. CBS Operatörlüğü'nden farklı olarak CBS Uzmanlığı için iş sağlığı ve güvenliği ile çevre koruma kapsamında işletme sorumluluğu verilmiş, iş organizasyonu için proje yöneticisi gibi başarı ölçütleri eklenmiştir. Böylelikle CBS Uzmanlığı, veri yönetimi açısından CBS Operatörlüğü ile benzer iken, veri analizi ve sunumu açısından daha kapsamlı olarak tanımlanmıştır.

Tablo 2. MYK CBS ulusal meslek standartları (URL-3, URL-4, URL-5, URL-6)

UMS Kodu	Resmi Gazete Yayın Tarih -Sayı	Ulusal Meslek Standardı Adı	Seviye	Sektör Komitesi	Hazırlayan Kuruluş(lar)
14UMS0425-4 **(Rev.00)**	06.06.2014 29022 (Mükerrer)	Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü	Seviye 4	İnşaat	CBS Genel Müdürlüğü Yrd.Kuruluş - Anadolu Üniversitesi
09UMS0009-5 **(Rev.00)**	25.08.2009 27330 (Mükerrer)	Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü	Seviye 5	Enerji	Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği Derneği (GAZBİR) Yrd.Kuruluş - UGETAM
09UMS0009-5 **(Rev.01)**	25.10.2016 29868 (Mükerrer)	Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü	Seviye 5	İnşaat	Güncelleyen: CBS Genel Müdürlüğü, GAZBİR, UGETAM
14UMS0426-6 **(Rev.00)**	06.06.2014 29022 (Mükerrer)	Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzmanı	Seviye 6	İnşaat	CBS Genel Müdürlüğü Yrd.Kuruluş - Anadolu Üniversitesi

Tablo 3. MYK CBS ulusal yeterlilikleri (URL-7, URL-8, URL-9)

UY Kodu	MYK Yönetim Kurulu Onay Tarihi ve Sayısı	Ulusal Yeterlilik Adı	Seviye	Sektör	Sınav-Belgelendirme Kuruluşu
16UY0254-4 **(Rev.00)**	25.05.2016 2016/30	Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü	Seviye 4	İnşaat	*! HenüzYok*
12UY0040-5 **(Rev.00)**	08.02.2012 2012/12	Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü	Seviye 5	Enerji	GAZBİR-GAZMER UGETAM
16UY0255-6 **(Rev.00)**	25.05.2016 2016/30	Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzmanı	Seviye 6	İnşaat	*! HenüzYok*

Tablo 4. CBS UMS görev, işlem ve başarı ölçütleri karşılaştırılması (URL-3, URL-4, URL-6)

CBS Operatörü Seviye-4 *(Rev.00)*	**CBS Operatörü Seviye-5** *(Rev.01)*	**CBS Uzmanı Seviye-6** *(Rev.00)*
A. İş sağlığı ve güvenliği ile çevre koruma önlemlerini uygulamak A1. İş sağlığı ve güvenliği konusundaki yasal ve işyerine ait kuralları uygulamak A2. Risk etmenlerinin azaltılmasına katkıda bulunmak A3. Tehlike durumunda acil durum prosedürlerini uygulamak A4. Tehlike durumunda acil durum prosedürlerini uygulamak A5. Doğal kaynakların tüketiminde tasarruflu hareket etmek	**A. İş sağlığı ve güvenliği ile çevre koruma önlemlerini uygulamak** A1. İş sağlığı ve güvenliği konusundaki yasal ve işyerine ait kuralları uygulamak A2. Risk etmenlerinin azaltılmasına katkıda bulunmak A3. Tehlike durumunda acil durum prosedürlerini uygulamak A4. Çevre koruma standart ve yöntemlerini uygulamak A5. Doğal kaynakların tüketiminde tasarruflu hareket etmek	**A. İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini almak** A1. Risk etmenlerini azaltmak A2. Çalışma alanında İSG önlemlerini almak A3. Çalışanlarla ilgili İSG önlemlerini almak A4. İşletmenin acil durum önlemlerini uygulamak **B. Çevre koruma önlemlerinin alınmasını sağlamak** B1. Çevresel tehlikeleri değerlendirmek B2. Çevre koruma önlemlerinin uygulanmasını sağlamak B3. İşletme kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak
B. Kalite yönetim sistemi dokümanlarına uygun çalışmak B1. İşe ait kalite gerekliliklerini uygulamak B2. Kalite sağlamadaki teknik prosedürleri uygulamak B3. Süreçlerde saptanan hata ve arızaları engelleme çalışmalarına katılmak	**B. Kalite yönetim sistemi dokümanlarına uygun çalışmak** B1. İşe ait kalite gerekliliklerini uygulamak B2. Kalite sağlamadaki teknik prosedürleri uygulamak B3. Yapılan çalışmaların kalitesini denetim altında tutmak B4. Süreçlerde saptanan hata ve arızaları engelleme çalışmalarına katılmak	**C.Kalite uygulamalarını yürütmek** C1. Yapılan çalışmaların kalitesini denetim altında tutmak C2. Süreçlerin iyileştirilmesi, saptanan hata ve arızaların engellenmesi çalışmalarını yürütmek
C. İş organizasyonu yapmak C1. Çalışma alanının özelliklerini belirlemek C2. Gerekli araç, gereç ve ekipmanı çalışmaya hazırlamak C3. Ofis ortamında çalışma gerekliliklerini uygulamak C4. İş bitiminde donanım ve iş alanı temizliğini yapmak	**C. İş organizasyonu yapmak** C1. Çalışma alanının özelliklerini belirlemek C2. Gerekli araç, gereç ve ekipmanı çalışmaya hazırlamak C3. Ofis ortamında çalışma gerekliliklerini uygulamak C4 İş bitiminde araç, gereç ekipman ve iş alanı temizliğini yapmak	**D. İş organizasyonu yapmak** D1. İş taleplerine göre iş programı yapmak D2. İş planlaması yapmak D3. Personel planlaması yapmak D4. Çalışılan alanın işe uygun düzenlenmesini sağlamak D5. Ofis ortamında çalışma gerekliliklerini uygulamak D6. Yapılan çalışmaların form ve kayıtlarının tutulmasını sağlamak D7. Sorumluluk alanı dışındaki işlemler için diğer meslek elemanları ile iletişim kurmak D8. Dijital arşivleme yapmak
D. Kullanılan yazılım ve donanımları hazır hale getirmek D1. CBS için gerekli olan donanım yapılandırmasını hazırlamak D2. CBS için gerekli olan yazılım yapılandırmasını hazırlamak	**D. Kullanılan yazılım ve donanımları hazır hale getirmek** D1. CBS için gerekli olan donanım yapılandırmasını hazırlamak D2. CBS yazılımlarının kurulumunu sağlamak	**E. Kullanılan yazılım ve donanımları hazır hale getirmek** E1. CBS için gerekli olan donanım yapılandırmanın hazırlanmasını sağlamak E2. CBS için gerekli yazılım yapılandırmanın hazırlanmasını sağlamak
E. Verileri düzenlemek ve hazırlamak E1. Temin edilen verileri düzenlemek E2. Verinin güncelliğini ve geçerliliğini sağlamak	**E. Veri İle İlgili İşlemleri Yapmak** E1. Temin edilen verileri tanımlamak E2. Temin edilen verileridüzenlemek E3. Verilerin güncelliğini, geçerliliğini ve uyumlaştırmasını ilgili mevzuata uygun olarak sağlamak	**F. CBS projesi ile ilgili işlemleri yürütmek** F1. Verilerin temin edilmesini sağlamak F2 Temin edilen verilerin düzenlenmesini sağlamak F3. Veriyi bilgiye çeviren yöntemleri belirlemek F4. Veri sorgulama ve analizi yapmak
F. Raporlama ve sunum yapmak F1. Raporlama yapmak F2. Verilerin sunumunu yapmak	**F. Temel Analiz, Raporlama ve Sunuma İlişkin İşlemleri Yürütmek** F1. Sorgulama yapmak F2. Raporlama yapmak F3.Verilerin sunumunu yapmak	**G. Raporlama ve sunuma ilişkin işlemleri yürütmek** G1. Raporlama yapmak G2. Verilerin sunumunu yapmak
G. Mesleki gelişim faaliyetlerine katılmak G1. Bireysel mesleki gelişimi konusunda çalışmalar yapmak G2. Konusu ile ilgili diğer çalışanlara mesleki eğitimler vermek	**G. Mesleki gelişime ilişkin faaliyetleri yürütmek** G1. Bireysel mesleki gelişimi konusunda çalışmalar yapmak G2. Diğer çalışanlara mesleki eğitimler vermek G3. Eğitim planlaması ve organizasyon çalışmalarını gerçekleştirmek	**H. Mesleki gelişim faaliyetlerini yürütmek** H1. Yanında çalışanlara eğitim vermek H2. Mesleki eğitimlere katılmak H3. Mesleki ve teknolojik yenilikleri takip etmek H4. Personelin eğitim almasını sağlamak H5. Personelin işbaşı eğitimine iştirak etmek

5. CBS MESLEK STANDARTLARI VE YETERLİLİKLERİ İÇİN ULUSLARARASI YAKLAŞIMLAR

CBS, birçok sektör tarafından kullanılan etkin bir analiz aracı olarak, günümüzde başta kamu kurumları olmak üzere askeri kurumlar, özel sektör ve araştırma kurumlarında oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle konumsal veriye ihtiyaç duyan birçok uygulamalı meslek alanında (arazi yönetimi, planlama, tarım, orman, peyzaj, inşaat, jeoloji, iklim, atmosfer, savunma, emniyet, turizm, arkeoloji, yerel yönetim, nüfus, eğitim, çevre, sağlık vb.) CBS fonksiyonları önemli bir araç haline gelmiştir. Bu önemli etki CBS için uluslararası standartların geliştirilmesinin yanısıra, CBS için yeterlilik tanımlayıcı eğitimlerin oluşturulmasını ve buna bağlı olarak uluslararası geçerliliğe ve etkinliğe sahip belgelendirme/sertifikalandırma süreçlerini oluşturmuştur.

a. GIS&T Body of Knowledge ve Yeterlilik Eğitimlerinin Değerlendirmesi

CBS ve teknolojisi ile ilgili temel doküman olarak, ABD'deki Coğrafi Bilgi Bilimi Üniversite Konsorsiyumu tarafından 2006 yılında hazırlanan ***"GIS&T Body of Knowledge (BoK)"*** (DiBiase vd., 2006) ABD'de CBS alanındaki temel otoriteler ve birçok Avrupa Birliği projesinde kabul görmüştür. Bu çalışma, uygulayıcıları arasında fazla bilinmese de, literatür ve örnek çalışmalar incelendiğinde CBS alanında eğitimin kapsamını belirleyecek kaynak doküman olarak kabul edilmektedir. GIS&T BoK'un içeriğinde CBS ile ilgili konular, 10 bölümde tanımlanan 74 konu başlığından oluşmaktadır (Tablo 5).

CBS ve ilişkili teknolojiler; devlet ve kamu kurumları, özel sektör, vatandaşlar, üniversite ve araştırma kurumları tarafından yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu anlamda, sadece CBS yazılımının ötesinde Coğrafi Bilgi Bilimi ve Teknolojisiyle ilişkili uygulamaya yönelik birçok alanı da kapsamaktadır. GIS&T BoK'da birbiriyle ilişkili ifade edilen üç alt çalışma alanı:

- Coğrafi Bilgi Bilimi olarak, çok disiplinli araştırmanın doğası gereği Harita/Geomatik Mühendisliği ve Coğrafya disiplininin yanı sıra, Bilgisayar Bilimleri, Matematik, İstatistik, Bölge/Şehir Planlama, Psikoloji vb. birçok araştırma alanıyla ilişkilidir.

- Coğrafi Bilgi Teknolojisi olarak, coğrafi verinin üretiminde kullanılan Ölçme Tekniği, Uzaktan Algılama ve Fotogrametri gibi teknolojilerin yanı sıra, veri analizinde kullanılan istatistik analiz ve modelleme yazılımları, görselleştirme ve çıktı yazılımları ve araçları ifade edilebilir.

- Coğrafi Bilgi Bilimi ve Teknolojileri Uygulaması olarak; afet yönetiminden savunma hizmetlerine, Kent Bilgi Sistemleri'nden doğal kaynak yönetimine kadar birçok alanda da etkin olarak kullanılmaktadır.

Tablo 5'de ifade edildiği gibi; AM-Analitik Metotlar ile coğrafi veritabanlarında veri sorgu ve işlemeye yönelik istatistik metotlar ifade edilmiştir. CF-Kavramsal Temeller ile coğrafi bilginin temeli ve doğası ifade ediliyor iken, CV-Kartografya ve Görselleştirme bölümünde veri sunum ve harita üretim teknikleri ifade edilmiştir. DA-Tasarım Konuları bölümünde veritabanı ve uygulama gibi tüm tasarım konu başlıkları ifade ediliyor iken, DM-Veri Modelleme bölümünde veri modelleri ve yapıları ve DN-Veri Manipülasyonu bölümünde veri genelleştirme ve dönüşüm kavramları tanımlanmıştır. GC-Geo-hesaplama bölümünde tüm hesaplama ve analiz yöntemleri ifade ediliyor iken, GD-Coğrafi Veri bölümünde coğrafi verinin geometrisi, projeksiyonu, datumu ve üretim yöntemleri belirlenmiştir. GS-Coğrafi Bilgi Sistem & Teknoloji ve Toplum bölümünde yasal, ekonomik ve etik boyutları ele alınıyor iken, OI-Kurumsal ve İdari bölümünde ise idari, işgücü ve koordinasyon yapısı tanımlanmıştır (DiBiase vd., 2006; URL-1).

GIS&T BoK dokümanı, geniş bir konu yelpazesi içermesine rağmen, yine de farklı disiplinlerde ve CBS uygulama alanlarında çalışanların ihtiyacını karşılayacak düzeyde değildir.

Bu kapsamda GI-N2K projesi girişimi, GIS&T BoK'u güncellemek ve gelişen beklentileri karşılayan eğitim politikasını belirlemek için sektörde Talep-Arz oluşturan kesimlerin beklentilerini analiz etmektedir. GI-N2K projesi sektör ihtiyacının belirlenmesi için yeterlilikler açısından mevcut eğitimlerin irdelenmesini amaçlamaktadır. Proje kapsamında CBS sektörü ve kullanıcılarını ifade eden Talep tarafında, eğitim veren Arz tarafından iki kat daha fazla olmak üzere toplam 50 kavramın GIS&T BoK'da olmadığı ve dikkate alınması gerektiği tespit edilmiştir. Arz ve Talep tarafında sadece üç ortak kavramın tanımlanması, beklentilerinin farklılığını ortaya koymaktadır (URL-12).

Tablo 5. GIS&T BoK bölümleri ve konu başlıkları (DiBiase vd., 2006, URL-1)

GIS&T BoK Bölümleri	Konu Başlıkları
AM- Analitik Metodlar*	AM-1 Akademik ve analitik temeller
	AM-2 Sorgu operasyonları ve dilleri
	AM-3 Geometrik ölçmeler
	AM-4 Temel analitik operasyonlar
	AM-5 Temel analitik metodlar
	AM-6 Yüzey analizleri
	AM-7 Konumsal istatistik
	AM-8 Geoistatistik
	AM-9 Konumsal Regresyon ve ekonometri
	AM-10 Veri madenciliği
	AM-11 Ağ Analizi
	AM-12 Optimizasyon ve yer-tahsis modelleme
CF- Kavramsal Temeller*	CF-1 Felsefe temelleri
	CF-2 Bilişsel ve sosyal temelleri
	CF-3 Coğrafi bilginin domainleri
	CF-4 Coğrafi bilginin elementleri
	CF-5 Ilişkiler
	CF-6 Coğrafi bilgide eksiklikler
CV- Kartografya ve Görsellestirme*	CV-1 Tarih ve eğilimler
	CV-2 Veri düşünceleri
	CV-3 Harita tasarım prensipleri
	CV-4 Grafik sunum teknikleri
	CV-5 Harita üretimi
	CV-6 Harita kullanımı ve değerlendirme
DA- Tasarım Konuları*	DA-1 CBS&T sistem tasarım konusu
	DA-2 Proje tanımlama
	DA-3 Kaynak planlama
	DA-4 Veritabanı tasarımı
	DA-5 Analiz tasarım
	DA-6 Uygulama tasarımı
	DA-7 Sistem uygulama
DM- Veri Modelleme*	DM-1 Temel depolama ve veri çıkarma
	DM-2 Veritabani yönetim sistemleri
	DM-3 Raster veri modelleri
	DM-4 Vektör ve nesne veri modelleri
	DM-5 Modelleme, 3B, Zamansal-Belirsiz olay
DN- Veri Manipulasyonu*	DN-1 Sunum-dönüşüm
	DN-2 Genelleştirme ve Toplama
	DN-3 Coğrafi veride akış yönetimi
GC-Geo-hesaplama	GC-1 Geo-hesaplama ortaya çıkışı
	GC-2 Geo-hesaplama yönleri
	GC-3 Hücresel Automata (CA) modelleri
	GC-4 Heuristics
	GC-5 Genetik algoritmalar
	GC-6 Ajan-tabanlı modeler
	GC-7 Simulasyon modelleme
	GC-8 Belirsizlik
	GC-9 Bulanık kümeler
GD- Coğrafi Veri*	GD-1 Yeryüzü geometrisi
	GD-2 Bölümleme sistemleri
	GD-3 Geo-referanslama sistemleri
	GD-4 Datumlar
	GD-5 Harita Projeksiyonları
	GD-6 Veri kalitesi
	GD-7 Haritacılık Ölçme Tekniği ve GPS
	GD-8 Sayısallaştırma
	GD-9 Arazi veri toplama
	GD-10 Fotogrametri
	GD-11 Uzaktan Algilama
	GD-12 Metaveri, standartlar ve altyapılar
GS- Coğrafi Bilgi Sistem & Teknoloji ve Toplum	GS-1 Yasal boyutlar
	GS-2 Ekonomik Boyutlar
	GS-3 Coğrafi bilginin kamu sektöründe kullanımı
	GS-4 Coğrafi bilgi pazarlaması
	GS-5 Coğrafi bilginin yayılması
	GS-6 Coğrafi bilgi ve teknolojisinin etik boyutları
OI- Kurumsal ve Idari	OI-1 Coğrafi bilgi sistem ve teknoloji orjinleri
	OI-2 CBS operasyonları ve altyapı yönetimi
	OI-3 İdari yapılar ve prosedürler
	OI-4 CBS&T işgücü temaları
	OI-5 Kurumsal ve kurumlararası açılar
	OI-6 Kurumların koordinasyonu (ulusal ve uluslararası)
**GISCI Geospatial Core Technical Knowledge Exam® kapsamında soru sorulan bölümler*	

Şekil 3. Talep analizine göre CBS alanında eğitim ihtiyacı alanlar kelime bulutu (URL-12)

CBS alanında Talep tarafının mevcut ve gelecek ihtiyaçları, Şekil 3'deki gibi öncelikler büyük boyutta olmak üzere kelime bulutu ile ifade edilmiştir. Analiz sonucuna göre, başta mobil ve web uygulamalarında olmak üzere coğrafi veri yönetiminde belirgin bir eksiklik söz konusudur. Programlama, sahip olmak istenen öncelikli alanlardan olmasına rağmen farklı bir meslek disiplini olarak da kabul edilebilir. Benzer anlamda talep edilen birçok kavramın, CBS eğitiminin içinde değil farklı meslek disiplini içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca CBS'nin kurumsal ve idari boyutu, tasarım boyutu, analiz metotları ve veri manipülasyonu konu başlıklarıyla ilgili eğitime daha fazla talep olduğu görülmektedir. Avrupa boyutuyla da irdelendiğinde Avrupa Konumsal Bilgi Altyapısı (INSPIRE) girişimi kapsamında beklentiler öne çıkmaktadır (Rip vd., 2014; Wallentin vd., 2014).

CBS alanında güncel gelişmeler ışığında, uluslararası eğitim içeriklerinin ve yeterlilik düzeylerinin belirlenmesi için GI-N2K girişimi (URL-12), LINKVIT (URL-15) ve GeoSkills+ (URL-11; Rip, 2014) projeleri incelenmiştir. GI-N2K, 25 ülkedeki akademik ve sektör temsilcilerinin oluşturduğu ağda, CBS ile ilgili mevcut eğitimleri irdeleyerek yeterlilikler açısından sektör ihtiyacını belirlemektedir. LINKVIT, Coğrafi Bilgi ve INSPIRE Direktifinin uygulanması alanında VESTA-GIS isimli Avrupa Leonardo da Vinci projesi kapsamında kurulan eğitim portalıdır. Proje INSPIRE yasal çerçevesi kapsamında CBS uzmanlarının taleplerine cevap verebilmek için eğitim materyalinin uyarlanmasına odaklanmıştır. GeoSkills+ ise, Avrupa'daki pazar ihtiyacını karşılamak için inovasyon transferi ve en iyi uygulamaların paylaşımını destekleyen Avrupa Leonardo da Vinci projesidir. Bu kapsamda mevcut CBS eğitimi ve yeterliliklerin durumu değerlendirilecek olursa;

- CBS eğitimi ile ilgili yeni içerik ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. GIS&T BoK'da mevcut olmayan, veri, programlama ve web ilişkili alanlar potansiyel eksiklikler olarak belirlenmiştir.

- Veritabanları ve verilerin birlikte çalışabilirliği kavramları, önemini gelecek yıllarda arttıracaktır. Büyük veri, açık veri, veri madenciliği, gerçek-zamanlı veri ve algılayıcılardan otomatik veri işleme konuları irdelenmesi gereken yeni konulardır.

- Konumlandırma ve Veri Üretimi, ilişkili üç bağımsız sektörden biri olarak kabul edilebilir. Manuel veri girişi ve sayısallaştırma, halen popüler veri üretme yöntemleri arasındadır. "*Volunteered GI*" ve "*Crowdsourcing*" olarak da ifade edilen veri üretiminde halk katılımının sağlanması, "LiDAR" yöntemi, algılayıcı verisi ve çeşitli kaynaklardan gerçek-zamanlı veri üretimi teknikleri; geleneksel yöntemlerin yanı sıra yeni veri üretim metotları olarak kullanılmalıdır.

- Programlama, ikinci ilgili alan olarak belirlenmiştir. Doğrudan programcı olmak değil de, uygulamaya yönelik program araçları ve scriptlerin geliştirilmesi, öğrenme araçları arasında kabul edilebilir.

- Web/mobil, CBS kapsamında öncelikli ilişkili alanlardan olduğu belirlenmiştir. Böylelikle genellikle Masaüstü CBS kullanımına yönelik eğitim içerikleri; Servis-odaklı Mimari, Bulut-tabanlı hizmetler vb. yaklaşımların ötesinde yeniden tasarlanmalıdır.

- Sayısal dünya ve web haritacılık ortamı, birçok farklı alanda çözüm ve uygulama sunabilecek yapıda gelişmiştir. Böylelikle farklı alanlarda birlikte çalışabilirlik için ontoloji tabanlı araçlar geliştirmeye odaklanma söz konusudur.

- Müfredat geliştirilmesi için üniversiteler ile endüstri arasında işbirliği olmalıdır. CBS endüstrisi ve ilgili kurumlar tarafından üretilen yazılımlar ve çözümler için müfredat geliştirmede eğitimciler desteklenmelidir.

- Verilen CBS eğitimi ile CBS endüstrisinin beklentileri arasında dengesizlik söz konusudur. Özellikle okul sonrası sektör ihtiyacını karşılayacak yeterliliklerin geliştirilmesi için hayat boyu öğrenme programları uygulanmalıdır.

- CBS ile ilgili eğitim programları genellikle belirli çalışma alanlarına odaklanmıştır. Ancak günümüzde endüstrinin çok disiplinli ve geniş beklentilerini karşılayacak eğitim içeriğine ihtiyaç vardır.

- Ulusal ve uluslararası düzeyde eğitim içerikleri arasında tutarsızlık söz konusudur. Ortak geliştirilen müfredat ile benzer/eşit yetenekler ve bilgi düzeyi hedeflenmelidir.

- Üniversite/araştırma kurumları, araştırmalar, sektörler ve CBS çalışanlarının yanı sıra, CBS endüstrisindeki tüm paydaşlar arasında işbirliğini sağlamak ve farkındalığı artırmak için web tabanlı platform ve iletişim çoklu ortam desteği sağlanmalıdır.

b. GISCI - GISP Sertifikasyonu

CBS Sertifikasyon Enstitüsü (GISCI-GIS Certification Institute); 2004 yılında kurulmuş, vergiden muaf ve kar amacı gütmeyen, CBS uzmanlığı için en kabul görmüş sertifika programını yöneten ve ayrıca CBS Uzmanları (GISPs-GIS Professionals) arasında etik davranışı teşvik eden kurumdur. GISCI, CBS mesleğinde uzmanlar ve işverenlerin gelişen değerini belirleyen bir metot sağlar. GISCI, tüm dünyada 7000'in üzerinde GISP sertifikası vermiştir ve iş ilanlarında artan düzeyde tercih edilen sertifika programı olmuştur.

GISCI'nin üye organizasyonları; Amerikan Coğrafyacılar Birliği (AAG-Association of American Geographers), Coğrafi Bilgi ve Teknoloji Birliği (GITA-Geospatial Information & Technology Association), Ulusal Eyaletler Coğrafi Bilgi Konseyi (NSGIC-National States Geographic Information Council), Coğrafi Bilgi Bilimi Üniversite Konsorsiyumu (UCGIS- University Consortium for Geographic Information Science), Kent ve Bölgesel Bilgi Sistemleri Birliği (URISA-Urban and Regional Information Systems Association) ve Coğrafi Arazi ve Bilgi Topluluğu (GLIS- The Geographic Land and Information Society) 'dur.

CBS alanında çalışan bir birey GISP sertifikasyon işlemine kariyerinin herhangi bir zamanında başlayabilir. GISP, başka bir ifadeyle CBS Uzmanı olmak isteyen bireyler için aşağıdaki unsurların sağlanmasını istemektedir. Bunlar (URL-13):

- Dört yıl CBS sektörü deneyimine sahip olması,

- Portföy gereksinimlerini karşılaması (eğitim, deneyim ve katkılarda minimum puan gereksinimi),

- GISCI Coğrafi Temel Teknik Bilgi Sınavına (GISCI Geospatial Core Technical Knowledge Exam®) girmesi ve geçmesi,

- Başvuru sürecinden başlayan altı yıl içinde tüm gereksinimleri tamamlanması,

şeklindedir.

Bu şartları yerine getirerek gereksinimleri karşılayan herkes 3 (üç) yıl için sertifikalandırılır ve de devam eden üç yıl için sertifika yenilemesi gerekir. GISCI, portföy değerlendirme başvurusunun değerlendirmesi yanı sıra teknik bilgi sınavı yapmaktadır. Sınavın içeriği; GIS&T BoK ve Coğrafi Teknoloji Yetenek Modeli'nde (GTCM) belirlenen 4 yıllık deneyim düzeyindeki CBS çalışanında olması gereken yetenekler analiz edilerek belirlenmiştir. Sınav ve Portföy gereksinimleri tamamlandığında CBS Uzmanı (GISP) sertifikası alınabilir. Sınav soruları Tablo 5'de ifade edilen GIS&T BoK bölümlerine göre; CF-Kavramsal Temeller (%12), CV-Kartografya ve Görselleştirme (%14), AM-Analitik Metotlar (%17), DA-Tasarım Konuları ve DM-Veri Modelleme (%29), DN-Veri Manipülasyonu (%15) ve GD-Coğrafi Veri (%13) kapsamındaki konu başlıklarından oluşur (Jackson, 2013).

c. CBS'de Standardizasyon

Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu olan ISO'nun ISO/TC olarak isimlendirilen Teknik Komiteleri, küresel düzeyde açıklık, saydamlık, ortak karar ve teknik tutarlılığı destekleyen çalışmalar yapmaktadır. ISO/TC211 Teknik Komitesi, birçok ülkeden üyeye sahip, dijital ortamda coğrafi veri yönetiminde yöntem ve araçları, farklı kullanıcılar arasında dijital ortamda coğrafi verinin elde edilmesi, işlenmesi, analizi, erişimi ve sunumu için standartlar belirlemektedir. ISO/TC211 Teknik Komitesinin çalışma amaçları; coğrafi bilginin anlaşılabilirliğini ve kullanımını desteklemek, coğrafi bilgiye erişimi, bilgi bütünleştirme ve coğrafi bilgi kullanan bilgisayar

sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini olanaklı hale getirmek, konumsal veri altyapılarının kurulumunu kolaylaştırmak ve sürdürülebilir gelişime katkı sağlamak olarak sıralanabilir (URL-14).

Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (*OGC-Open Geospatial Consortium*) ise 1994 yılında kurulmuş olup, coğrafi verinin web tabanlı paylaşımı ve kullanımı konusunda teknik standartlar belirlemektedir. OGC, coğrafi veri konusunda standartlaşma sağlamak için belirli normlar oluşturmuştur. Bu normlar, ağırlıklı olarak web üzerinden bilgi paylaşan coğrafi web servislerinin belirli standartlarda bilgi üretmesine, bu servislerin kullanımının kolaylaştırılmasına ve yaygınlaştırılmasına yol açmakla birlikte CBS ile de veri paylaşımı sağlanmasına çalışmaktadır (URL-18).

Coğrafi/Konumsal Veri Altyapısı (KVA) kavramı ile farklı idari düzeylerdeki coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan politikalar, standartlar ve teknolojilerin belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu standart altyapının oluşturulmasında ISO/TC211 ve OGC standartlarının kullanımı önem arz etmektedir. Gelişmiş birçok ülke ulusaldan yerel düzeye KVA kurulmasına yönelik CBS stratejisi geliştirmektedir. Avrupa Konumsal Bilgi Altyapısı kurulması girişimi olan INSPIRE ile 2007'de yürürlüğe giren yönergeyi temel alarak tüm Avrupa ülkelerinde coğrafi veri setleri ve servislerinin birlikte çalışabilirliği için altyapı geliştirilmektedir.

Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) kurulması eylemleri de KVA kavramına uygun vizyon ile coğrafi bilgi yönetiminde etkin yaklaşımların belirlenmesini hedeflemektedir. TUCBS kapsamındaki tüm paydaşların, farklı içerikteki coğrafi veri setleri ve servislerinin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, coğrafi veri ile çalışan kamu kurumlarında, özel sektör ve araştırmacı kuruluşlarda gelişmelere uyumlu CBS yeterliliğine sahip kişilere ihtiyaç duyulmaktadır.

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

CBS'nin farklı sektör uygulamalarında kullanılabilirliği için teknolojik gelişmeler paralelinde yeterli kalitede insan kaynağı gereksinimi ortaya çıkmıştır. CBS yeterliliği için sektör beklentilerine uyumlu, disiplinlerarası ve eğitim programları arasında eşgüdümlü eğitim müfredatlarına ihtiyaç vardır. Bu kapsamda CBS alanında kamu, özel sektör ve akademik çalışanlar bir araya getirilerek gereksinimlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Geliştirilen yeterlilik çerçevesine uyumlu üniversite eğitimi ve meslek içi eğitim içerikleri geliştirilmelidir. Bu bağlamda gerçekleştirilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Üniversitelerde gerçekleştirilen CBS eğitimleri, genellikle geleneksel CBS yaklaşımları veya yazılımlarının çalışma esaslarına bağlı kalmıştır. Algılayıcılar ve mobil ortamlar ile veri üretim yöntemlerinin gelişmesi sayesinde, farklı kaynaklardan gelen bilgilerin veri tabanlarında bütünleştirilmesi ve işlenerek analizi için yeni yaklaşımlara ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Verinin sunumu ve paylaşımı için ise web ve mobil platformlarda uygulama geliştirilmesi gerekmektedir.

KVA kurulması girişimleri kapsamında, coğrafi veri setleri ve servislerinin birlikte çalışabilirliğini sağlayacak uluslararası organizasyonların (ISO ve OGC) tanımladığı standartların kullanımı, gelişen servis-tabanlı mimari ve bulut tabanlı altyapıları hakkında yeterli bilgi düzeyine ihtiyaç vardır. Ayrıca kurum içi ve kurumlar arası coğrafi veri yönetimi konularında, kurumsal idari ve politika boyutu ile ilgili kavramların da dikkate alınması gerekmektedir. ISO/TC211 ve OGC standartlarının belirlediği teknik yaklaşımlar ile CBS endüstrisinde yazılım-donanımdan bağımsız ortak çözümler geliştirilmektedir. Bu nedenle üniversiteler ve de meslek içi eğitimlerde oluşturulacak müfredatta, bu standartlarda belirlenen kavram ve teknolojiler temel alınmalıdır.

Dünyadaki CBS yeterlilik gereksinimlerinin yanı sıra, Türkiye'de yerel yönetimlerde CBS/KBS kurulmasının zorunlu hale gelmesi ile çeşitli belediyecilik uygulamalarında, tapu ve kadastro, adres, çevre, enerji, orman, nüfus vb. alanlardaki e-devlet projelerinde uzmanlaşmış, ileri seviyede yeterliliğe sahip CBS çalışanı ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

CBS çalışanları, uygulayıcı ve geliştirici boyutuyla farklı yeterliliklere sahip olabilir. Zira başta Harita/Geomatik Mühendisliği disiplini olmak üzere birçok disiplin farklı donanım ve tekniklerle (total station, GPS/GNSS, lazer tarayıcı-LiDAR, insansız hava araçları, uydu görüntüleri vb.) farklı ortamlarda veri toplanmasını sağlamaktadır. Bu nedenle CBS'nin geliştirilmesinde, CBS veri tabanı uzmanı ve CBS web/masaüstü uygulama yazılımı geliştiricisi gibi farklı uzmanlıkların birlikte çalışması gerekmektedir. CBS, içerdiği meslek disiplinleri itibariyle geliştiricisi ve uygulayıcısı boyutuyla ele alınmalıdır.

Ulusal meslek standartları ve yeterlilikler irdelenirse CBS operatörü; farklı kaynaklardan gelen verileri kullanabilmeli ve düzenlemeli, veri tabanlarında bütünleştirmeli, uygulamasında sorgulama ve analiz yapabilmeli ve ihtiyaca göre haritalandırabilmelidir. Ülkemizde mevcut CBS yeterliliklerinin kapsamı, coğrafi bilgi bilimi ve teknolojisindeki gelişmeler ışığında geliştirilmelidir.

Seviye-4 ve Seviye-5 olarak farklı yeterliliklerde kabul edilen CBS Operatörlüğü için teknik düzeyi itibariyle coğrafi veri üreten veya kullanan bölümlerden en az ön lisans düzeyi mezunu olması gereklidir. CBS Operatörlüğü yeterlilikleri arasında seviye farkından söz edilecekse, CBS Operatörlüğü Seviye-5'in, CBS Operatörlüğü Seviye-4 standart ve yeterliliklerine ek olarak Enerji, Kent Bilgi Sistemleri ve Tarım vb. gibi ilgili sektörlere yönelik ek yeterlilikleri karşılaması gerekmektedir. Her bir CBS operatörü; veri toplama, düzenleme, işleme, veri tabanında yönetme ve temel sorgu ve analiz yeterliliğine sahip olmalıdır. Örneğin, enerji sektöründe çalışan bir CBS operatörünün çizgisel mühendislik yapıları için ağ analizi fonksiyonlarını öğrenmesi gerekirken, KBS sektörü çalışanı bir operatörün adres ile ilgili yönetmelik ve teknik gereksinimleri öğrenmesi gerekmektedir. Ayrıca CBS operatörlüğünde Türkiye'deki e-devlet uygulamaları ile kamu kurumlarında yaygın kullanılan CBS otomasyon uygulamalarının kullanımına yönelik içerik sağlanmalıdır.

CBS Uzmanı Seviye-6 ulusal yeterliliği irdelenirse; birçok uygulama alanında çalışabilmesi, iş sürecini yönetebilmesi, veri tabanı tasarlayıp kurması, problem çözümüne yönelik analiz işlem araçları kullanması, karar destek sağlaması ve uygulama yazılım arayüzü geliştirilmesi gibi niteliklere sahip olmalıdır. Tabii ki belirtilen CBS uzmanlık konularını tek yeterlilik formasyonunda tanımlamak zordur. Bu nedenle CBS'de uzmanlık tanımı içerisinde ihtisaslaşma olması gerekmektedir. CBS Uzmanlığı için belirlenen seviyenin daha kapsamlı ele alınmasının yanı sıra, CBS uygulama yazılımı, veritabanı uzmanı ve analizcisi gibi yeterliliklerin de tanımlanması gerekmektedir.

Ayrıca CBS Uzmanlığı yeterliliği için sertifika eğitimi ve sınavının yanı sıra, adayın yaptığı CBS projeleri, yayınları ve ürünleri ile yeterli mesleki deneyime sahip olması dikkate alınmalıdır. CBS Uzmanlığı için yeterlilik unsurlarının geliştirilmesi ile uluslararası normları taşıyan bir CBS Uzmanı kavramı ortaya çıkacaktır. Böylece ülkemizde ulusal nitelikte CBS uzmanı meslek standartları ve yeterliliklerinin tanımlanması ile uluslararası beklentiler de karşılanacaktır.

K A Y N A K L A R

Aydınoğlu, A.Ç. ve Öcalan, T. (2015), **Coğrafi Bilgi Sistemleri Eğitimlerinin Ulusal Meslek Standartları ve Ulusal Yeterlilikler Açısından İrdelenmesi**, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart 2015, Ankara.

DiBiase. D., DeMers, M., Johnson, A., Kemp, K., Luck, A.T., Plewe, B., Wentz, E. (2006), **Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge**, First Edition, University Consortium for Geographic Information Science, the Association of American Geographers, Washington, DC.

Jackson, R.D. (2013), **GIS Certification Institute (GISCI) Certification (Exam) Update**, The NC GIS 2013 Conference, February 7-8, Raleigh, North Carolina.

Rip, F.I. (2014), **GeoSkills+**, Geo-Info 2014-4, p.36-37. (In Dutch)

Rip, F.I., Lammeren, R.J.A.van, Bergsma A.R. (2014), **GI-N2K Supply survey, An exploratory survey about teaching geo-information in 28 European countries**, Wageningen University CGI report 2014-2, Wageningen, the Netherlands.

Öcalan, T. ve Pırtı, A. (2015), **Ulusal Mesleki Yeterlilik Sisteminin Harita Sektörüne Getirdikleri ve Durum Analizi**, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart 2015, Ankara.

Wallentin, G., Hofer, B. and Traun, C. (2014), **GI-N2K. Analysis of the demand for geospatial education and training (Task 1.1)**, Project Deliverable 1.1.1. University of Salzburg, Interfaculty Department of Geoinformatics – Z_GIS.

URL-1:BoK-Usability Body of Knowledge web site (2015), **<http://www.usabilitybok.org>** Son erişim: 1 Mart 2016

URL-2:Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, (2016), **<http://www.csb.gov.tr/gm/cbs/>** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-3:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzmanı (Seviye-6) Ulusal Meslek Standardı** (14UMS042-6), T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 06.06.2014, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 29022 (Mükerrer) **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-4:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü (Seviye-4) Ulusal Meslek Standardı** (14UMS0425-4), T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 06.06.2014, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 29022 (Mükerrer) **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-5:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü (Seviye-5) Ulusal Meslek Standardı** (09UMS0009-5), T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 25.08.2009, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 27330 (Mükerrer) **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-6:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü (Seviye-5) Ulusal Meslek Standardı Revizyon (Rev.01)**, T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 25.10.2016, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 29868 (Mükerrer) **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Kasım 2016

URL-7:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü (Seviye-5) Ulusal Yeterliliği** (12UY0040-5), 08.02.2012 tarih ve 2012/12 sayılı MYK Yönetim Kurulu kararı onaylı. **< http://www.myk.gov.tr/>** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-8:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Operatörü (Seviye-4) Ulusal Yeterliliği:** (16UY0254-4), 25.05.2016 tarih ve 2016/30 sayılı MYK Yönetim Kurulu kararı onaylı. **<http://www.myk.gov.tr/>** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-9:**Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzmanı (Seviye-6) Ulusal Yeterliliği** (16UY0255-6), 25.05.2016 tarih ve 2016/30 sayılı MYK Yönetim Kurulu kararı onaylı. **<http://www.myk.gov.tr/>** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-10:GAZMER (Doğal Gaz Enerji Eğitim Belgelendirme ve Denetim Teknolojik Hizmetler Ltd. Şti.) (2016). **<http://www.gazmer.com.tr/>** Son erişim: 25 Haziran 2016.

URL-11:Geoskills+, **<http://www.geoskillsplus.eu>**. Son erişim: 1 Mart 2016

URL-12:GI-N2K (2015), **<http://www.gi-n2k.eu>.** Son erişim: 1 Mart 2016

URL-13:GIS Certification Institute web site (2015), **<https://www.gisci.org/>.** Son erişim: 1 Mart 2016

URL-14:ISO/TC211 Geographic Information /Geomatics (2010). **<http://www.isotc211.org/>**. Son erişim: 1 Mart 2016

URL-15:LINKVIT- Leveraging INspire Knowledge into Vocational Innovative Training (2015). **<http://www.linkvit.eu/en/>.** Son erişim: 1 Mart 2016

URL-16:Meslekî Yeterlilik Kurumu Kanunu (Kanun No: 5544), T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 7.10.2006, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 26312, **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-17:MYK (Mesleki Yeterlilik Kurumu) (2016). **<http://www.myk.gov.tr/>** Son erişim: 1 Temmuz 2016.

URL-18:OGC- Open Geospatial Consortium (2010). **<http://www.opengeospatial.org/>**. Son erişim: 1 Mart 2016

URL-19:Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin (TYÇ) Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik**,** T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 19/11/2015, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 29537, (TYÇ, 2015), **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-20:Türkiye Yeterlilikler Çerçevesine (TYÇ) Dair Tebliğ ve eki Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi**,** T.C. Resmi Gazete Yayımlandığı Tarih: 02/01/2016, T.C. Resmi Gazete Sayısı: 29581, **<http://www.resmigazete.gov.tr>,** Son erişim: 1 Temmuz 2016

URL-21:UGETAM (İstanbul Uygulamalı Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik Sanayi Ticaret A.Ş.) (2016). **<http://www.ugetam.com.tr/>** Son erişim: 25 Haziran 2016.

3B Bina Modellerinde Güvenlik Etkili Çoklu Detay Seviyesinde Modelleme

(Privacy Enabled Multi-LoD Modelling in 3D Building Models)

Zehra KOÇ[1], Hande DEMİREL[1], Martin KADA[2], Andreas WICHMANN[2]

[1] İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

[2] Institute of Geodesy and Geoinformation Science (IGG), Technische Universität Berlin, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany {martin.kada, andreas.wichmann}@tu-berlin.de

eng.zehrakoc@gmail.com, hande.demirel@itu.edu.tr

ÖZ

3B şehir modelleri, günümüzde pek çok alanda mekânsal bilginin görselleştirilmesi amacıyla kullanılmakta, kişi ve kurumların mekân ilişkili bilgi sistemlerine görsel atlık verisi sunmaktadır. 3B modellerin teknolojik ilerlemeler ile birlikte gelişmesi ve yaygınlaşması, kişisel bilgilerin erişilebilirliğini arttırmış fakat bununla birlikte kişisel ve kurumsal gizlilik ile ilgili güvenlik sorunlarını da ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmada, 3B bina modelleme teknikleri incelenerek kişisel gizliliğin korunduğu modellerin nasıl oluşturulabileceğine dair bir yaklaşım geliştirilmiştir. Seçilen alanda dört ayrı detay seviyesinde bina modellemesi yapılmış, binalar her detay seviyesinde bloklar oluşturacak şekilde parçalara ayrılmıştır. Ardından, güvenlik gereksinimlerine göre farklı detay seviyelerinden seçilen blokların birleştirilmesi yoluyla yeniden oluşturularak modellenmiştir. Çalışmanın sonucunda oluşturulan çoklu detay seviyesine sahip modeller, 3B şehir modellerinde kişisel gizlilik ve güvenlik sorunlarına bir çözüm önerisi olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *3B bina modelleme, detay seviyesi, kişisel gizlilik*

ABSTRACT

Nowadays, 3D city models are being used in various applications to visualize spatial data and they serve as the visual spatial base of spatial information systems used by persons and institutions. Improvements and wide usage of 3D models, with technological developments, have increased the accessibility of personal information, however; personal and institutional privacy matters have arisen in the meantime as well. In this study, a framework has been proposed on how to produce the models while personal information is being preserved. The selected region has been modelled in four different detail levels and the buildings have been decomposed to create blocks in every detail level. Buildings have been remodelled by combining selected blocks from different detail levels according to privacy requirements. In conclusion, produced Multi-LoD models have been presented as a solution proposal to personal privacy and security matters.

Keywords: *3D building modelling, level of detail, personal privacy*

1. GİRİŞ

Son yıllarda bilgisayar ve internet teknolojilerindeki gelişime paralel olarak veri toplama, düzenleme, analiz etme ve görselleştirme eskiye oranla çok daha yaygın bir kullanıma sahip olmuş, veri tabanlarının kapasite ve işlevselliği genişlemiş, kullanıcı ara yüzleri daha açık ve anlaşılır bir devinime uğratılmıştır. Bilgi teknolojilerinin gelişmesi, bilimsel ve toplumsal alanda sağladığı pek çok avantaja rağmen, aynı anda bilginin herkes tarafından ulaşılabilir bir hale gelmesini mümkün kıldığından kişisel verilerin güvenliği açısından toplum için bir risk faktörü oluşturmaya başlamıştır. Mekânsal bilgi için düşünüldüğünde, günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) hem mekânsal hem mekânsal olmayan bilgileri bir arada depolayarak iki ve üç boyutlu görsel veriler sunmaktadır. Bu durum, kişisel bilgilerin görselleştirmesini ve analiz edilebilmesini mümkün kılmakta ancak kişisel gizliliği ve güvenliği de tehdit etmektedir.

Görsel verilerin dijital ortamlardaki sunumu günümüzde pek çok teknik ile geliştirilerek çeşitli uygulamalar haline getirilmektedir. Özellikle şehir merkezlerinin hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak görselleştirme teknikleri ile altlık haritalar üzerine eklenmesi, pek çok uygulama örneğinde olduğu gibi (Google Street View, belediyelerin 3B kent bilgi sistemi yazılımları vb.) kişisel bilgilerin son kullanıcılar tarafından görünür olmasına yol açmaktadır. Bu uygulamalarda, kişilerin bina numaraları, araba plakaları, yüzleri, bazı alanlarda camlar aracılığıyla evlerinin içi dahi ayırt edilebilir durumdadır. Açıkça görünen özel şirket tabelaları istenmeyen reklamlara yol açabilmektedir. Bununla birlikte özellikle çocukların bulunduğu eğitim kurumlarının 3B görünürlüğü, kötü niyetli bilgi toplamayı kolaylaştırabilme ihtimaliyle endişe yaratmaktadır.

3B şehir modellerinde gerekli görsel bilgileri korurken aynı zamanda kişisel verileri de gizleyen modeller oluşturabilmek bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar daha çok geometrik modellerin genelleştirilmesi ve kullanılan fotoğrafların görsel perdeleme ile belirli alanlarda görsel kalitesinin düşürülmesi, piksellerin

bulanıklaştırılması yaklaşımlarıyla çözümlenmiştir. Bu yaklaşımlar genel olarak araba plakaları, insan yüzleri gibi nesnelere odaklanmış ve perdeleme, bulanıklaştırma vb. tekniklerin sonucunda kişisel bilgileri gizlemeyi hedeflerken daha geniş alanlarda bilgi kayıplarına neden olmuştur. Öndeki nesneler gizlenirken arkadaki model de aynı oranda kaybedilebilmektedir. Ayrıca görüntü bulanıklaştırma gibi yöntemlerle gizlenen bilgiler, profesyonel incelemelerle ayırt edilebilir özelliklerini korumaya devam etmektedir.

Bertino vd. (2008), görselleştirilmiş şehir modellerinde güvenliği sağlamaya ve kişisel bilgilerin erişilebilirliğini kısıtlamaya yönelik kontrollü erişim yöntemleri önermişlerdir. Bir başka çalışmada, çoklu fotoğraf tekniği kullanılarak resimlerin gereksinimlere göre farklı açılardan çekilen fotoğraflarla gerekli gizlemeler sağlandıktan sonra yeniden oluşturulması ve modellemelerde kullanılması karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu yöntem, pencereler aracığıyla evlerin içinin görünürlüğü konusunda geçerli bir çözüm sunmamaktadır (Kada vd., 2009). Gerçekliğin azaltılarak animasyon çizimlerle üretilen 3B bina modelleri ise kişisel gizliliğin korunmasına yönelik sunulan çözüm önerilerinden biri olmuştur (Döllner ve Buchholz, 2005).

Bu yaklaşımlara ek olarak, kartografik genelleştirme ve basitleştirme teknikleri pek çok kez güvenlik sorunlarıyla başa çıkma yöntemi olarak benimsenmiştir. Bina bloklarının tipikleştirilmesi ve gereksinimler doğrultusunda bir araya toplanması şeklindeki bir öneri Kada vd. (2009) tarafından sunulmuştur. Tek tek binalardansa çok binalı site alanları için uygun bir yöntem olabileceği belirtilmiştir.

Filippovska vd. (2016), 2B ve 3B modellerde kişisel gizliliğin korunmasına yönelik uzay bölümlendirme tekniğini önermişlerdir. Örnek çalışmada binalar uzay birimlere parçalanmış ve Boole (Boolean) fonksiyonları uygulanarak gizlilik koşullarına göre yeniden oluşturulmuştur.

İncelenen bu çalışmalarda, 3B şehir modellerinde ve özellikle bina seviyesindeki modellemelerde kişisel bilgilerin gizlenmesine yönelik problemlerin tanımlandığı, fakat henüz yeterli çözümlerin sunulmadığı görülmüştür. Genelleştirme ve basitleştirme yaklaşımları veya bulanıklaştırma teknikleri kullanılarak fazla veri kaybı ile sonuçlanan çalışmaların günümüzdeki güvenlik ihtiyacını karşılayamadığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, kişisel bilgilerin gizlenmesini gerçekleştirmek üzere çoklu detay seviyelerini modelleyen bir yaklaşım önerilmektedir. Çalışmanın amacı, erişilebilir görsel verilerdeki güvenlik ihtiyacını karşılayabilecek uygun bir modelleme yaklaşımının geliştirilmesidir. Önerilen yaklaşım ile binalar pek çok detay seviyesinde ayrı ayrı modellenmiş, güvenlik ihtiyaçlarına göre bu modellerin çeşitli kombinasyonlarından oluşan çoklu detay seviyesinde bina modelleri üretilmiştir. Böylece kişisel veriler korunurken modellerde veri kaybının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

2. 3B ŞEHİR MODELLEME

3B şehir modelleri temel olarak arazi modeli, bina modeli, yeşil alan modeli, yol modeli ve ulaşım sistemleri modellerinin çok katmanlı birleştirilmesiyle meydana gelen, görünen coğrafyanın görsel bir sunumu niteliğindeki şehir ölçekli karmaşık modellerdir (Döllner vd., 2006).

Bu modeller doğal ve yapay unsurları bir arada sunar. 3B şehir modelleri şehir planlama, afet yönetimi, sivil savunma, enerji planlama, çevre yönetimi, taşınmaz bilgisi, trafik yönetimi, görsel turizm gibi pek çok alanda kullanılmakta ve gerekli uygulamaların tasarımına imkân vermektedir (Schulze, 2007).

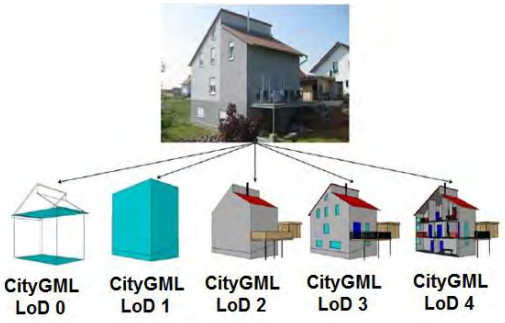
3B şehir modelleri genel olarak otomatik teknikler (otomatik, yarı-otomatik, manuel) ve veri giriş teknikleri (fotogrametrik yöntemler ve lazer tarama yöntemleri) olmak üzere iki farklı şekilde oluşturulabilir. Fotogrametrik teknikler hava ve uydu fotoğraflarından bina ve yol gibi bilgilerin çıkartılması yoluyla uygulanmaktayken, bugün mobil haritalama yöntemlerinin de gelişmesiyle lazer tarayıcılar, yüksek kalitede kameralar, GPS/INS üniteleri ile donatılmış mobil araçlarla 3B derinlik ve doku bilgileri de taşıyan koordinatlandırılmış fotoğraflar elde edilebilmektedir. Video akış teknikleri ile mobil haritalama işlemi daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Günümüzde şehir modellerinin mobil araçlar yardımıyla 3B ve panoramik olarak anında ve iyi çözünürlükte üretilmesi mümkündür.

3. DETAY SEVİYESİ KAVRAMI VE ÇOKLU DETAY SEVİYESİNDE MODELLEME

Detay Seviyesi (LoD-Level of Detail), 3B şehir modellerinde genelleştirme içeriğini belirleyen bir kavramdır. LoD derecesinin artması, 3B geometrinin detay içeriğinin zenginleşmesi anlamına gelir. LoD azaldıkça genelleştirme yoluyla detay seviyesi düşük geometrik görseller

elde edilir. Böylece ihtiyaç doğrultusunda ayrıntılandırılmış mekânsal veriler üretilerek maddi anlamda tasarruf sağlanırken aynı zamanda ideal veri üretimi ile zamandan tasarruf edilir ve kullanıcılar için daha işlevsel modeller elde edilebilir.

Bugüne dek çeşitli detay seviyesi tanımlamaları yapılmıştır. Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından belirlenen standartlara göre City Geography Markup Language (CityGML) dili kapsamında beş ayrı LoD tanımlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. CityGML'de detay seviyesi tanımları. (Löwner vd., 2012)

Bu tanımlamada en düşük seviye olan LoD0, 2.5B sayısal arazi modelinden oluşur. Bu model hava fotoğrafı veya harita ile de desteklenebilir. LoD1, çatı yapısı ve doku içermeyen blok modeldir. LoD2'de çatı yapıları ve dokular görünür durumdadır. Yeşil alanlar ile birlikte sunum da mümkündür. LoD3, duvar ve çatı yapılarıyla, balkon, cumba ve izdüşümler gibi mimari detaylarla zenginleştirilmiş bir detay seviyesidir. Yapılar, yüksek çözünürlüklü dokularla detaylandırılabilir, detaylı yeşil alan ve ulaşım modelleri eklenebilir. LoD4 ise LoD3'ün iç mimari ile detaylandırılmış modelini temsil eder. Odalar, iç kapılar, mobilyalar, merdiven gibi detaylar eklenerek en yüksek detay seviyesinde modeller oluşturulur (Kolbe vd., 2005).

OGC tarafından belirlenen CityGML standartlarındaki beş detay seviyesinin üretilecek olan modele yönelik ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda, modeller için farklı şirket ve kuruluşlar tarafından farklı LoD tanımlamaları da yapılmıştır. Bir geomatik şirketi olan BLOM, blok modellerden oluşan dört ayrı detay seviyesi tanımlamıştır. NAVTEQ, çatı şekillerine yükseklik bilgisi ekleyerek oluşturduğu 3B modelleri için tek modelde aynı anda gösterilen dört LoD tanımlayarak yalnızca müze, anıt gibi önemli görsel şehir yapıları için foto-gerçekçi görseller kullanmış, diğer yapıları ise dokular kullanarak görselleştirmiştir. Benzer bir şirket olan Vertex Modelling, ürettikleri Londra şehir modelini kendilerinin tanımladığı toplam dört ayrı LoD seviyesi ile oluşturmuştur (Biljecki vd., 2013).

Anlık dinamik görselleştirmeler için CityGML'de tanımlanan LoD seviyelerinin yetersiz bulunduğu durumlarda detay seviyelerinin çok sayıda tanımlanması ve aynı anda birçok detay seviyesinde modellerin üretilebilmesi ise bir diğer yaklaşım olarak önerilmiştir. Bu yaklaşım için ilerlemeli veri kaydı ve veriler arası düzenli geçişlerin yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Kada, 2014).

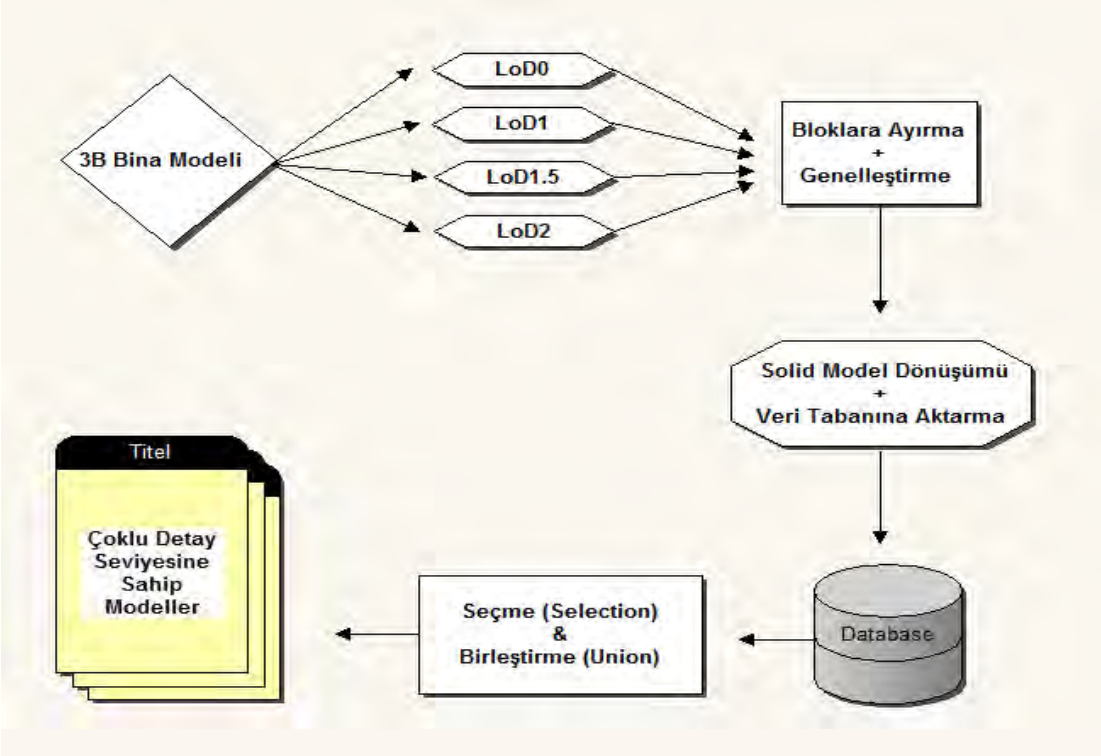
Bu çalışma kapsamında üretilen modellerde de kişisel veriler düşük detay seviyeleri ile korunurken ticari kısımlar gibi veri korunumunun önemli olmadığı alanlarda yüksek detay seviyelerinin kullanılması için çok LoD'lu bir yaklaşım belirlenmiş ve güvenlik ihtiyaçlarının gerektirdiği şekilde örnek bir model üzerinde CityGML'de tanımlanan standartlardan farklı olarak dört ayrı detay seviyesi tanımlanmıştır. Sonuç ürünler bu detay seviyeleri kullanılarak oluşturulmuştur. Tanımlanan detay seviyeleri ile ilgili ayrıntılı bilgi, çalışmanın Uygulama bölümünde yer almaktadır.

4. ÇALIŞMA ALANI

Çoklu detay seviyesinde 3B bina modelleme çalışması için uygulama alanı olarak, farklı görsel detaylara ve farklı çatı tiplerine sahip binalardan oluşan site görünümünde bir alana gereksinim duyulmuştur. Bu amaçla, çalışmanın gereksinimleri karşılayan niteliklerde bir yerleşim birimi olan, Berlin – Mitte bölgesinde bulunan Siegmunds Hof öğrenci yurdu alanı seçilmiştir.

Seçilen yurt alanının 10 binayı kapsayan bir bölümü belirlenerek 3B modelleme çalışması kapsamında örnek alınmıştır (Şekil 2).

Şekil 2. Çalışma alanının Google Earth ekran görüntüsü.



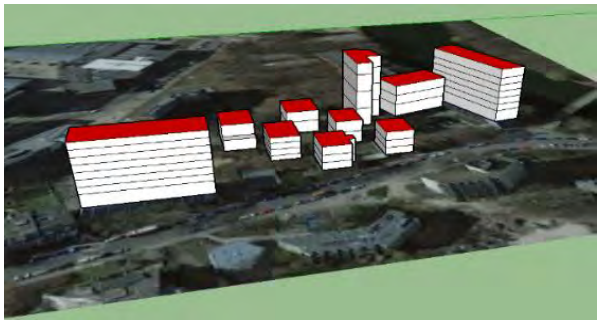
Şekil 3. Çoklu detay seviyesine sahip modellerin üretim şeması.

5. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama aşaması şemada ifade edildiği gibi (Şekil 3), belirlenen detay seviyelerinde 3B bina modellerinin oluşturulması, her detay seviyesindeki bina modellerin katı bloklara ayrılması, üretilen katı blokların kullanılan veri tabanında depolanması ve farklı detay seviyelerinden güvenlik gereksinimlerine göre seçilen blokların veri tabanından çağrılarak birleştirilmesi yoluyla çoklu detay seviyesinde yeni 3B bina modellerinin oluşturulması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Modeller öncelikle üç ayrı detay seviyesinde oluşturulmuş (LoD0, LoD1 ve LoD2) ve çoklu detay seviyesindeki modellerin üretim aşamasında bunlara LoD1 ve LoD2 arasında tanımlanan LoD1.5 detay seviyesi eklenmiştir.

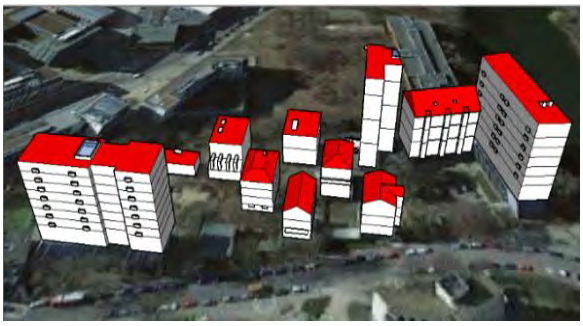
a. 3B Bina Modellerin Oluşturulması

3B bina modelleri, ilerlemeli olarak dört farklı detay seviyesinde oluşturulmuştur (LoD0, LoD1, LoD1.5 ve LoD2). Çalışma süresince 3B modelleme programlarından biri olan SketchUp yazılımından yararlanılmıştır. Öncelikli olarak bölgenin Google Earth ekran görüntüsü, SketchUp yazılımına coğrafi koordinatları ile eklemiş ve eklenen görüntü üzerinde, binaların Google Earth yazılımı aracılığıyla ölçülen yükseklik bilgilerinden (bina yükseklikleri ve kat yükseklikleri) yararlanılarak LoD0 detay seviyesindeki ilk model üretilmiştir (Şekil 4). Üretilen bu seviye, binaların en genel hatlarıyla görselleştirildiği ve ayrıntıların içerilmediği, modelin en düşük detay seviyesi olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. LoD0 – en düşük detay seviyesi.

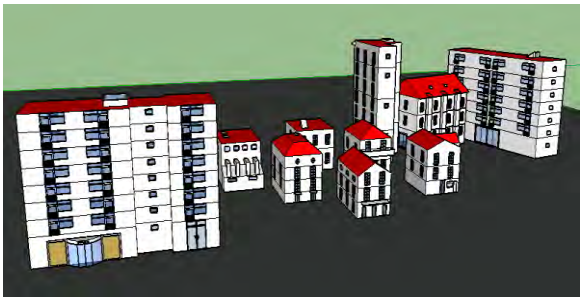
LoD1, orta seviye model olarak tasarlanmış ve bu seviyede binaların dış kolonları, çatılar, bacalar, tenteler, güneş panelleri, merdivenler ve detaylandırılmamış haliyle balkonlara yer verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. LoD1 – orta detay seviyesi.

Güvenlik etkili çoklu detay seviyesinde bina modellerinin üretimi için, üç ayrı detay seviyesinde oluşturulan modellere LoD1.5 olarak tanımlanan, LoD2'nin detaylarını kısıtlı olarak içeren bir detay seviyesi daha eklenmiştir. Bu seviyede LoD2'de yarı görünür halde bulunan pencereler saydamlaştırılmış ve pencere detayları görüldüğü halde içeriyi göstermeyen bir güvenlik etkili detay seviyesi tanımlanmıştır.

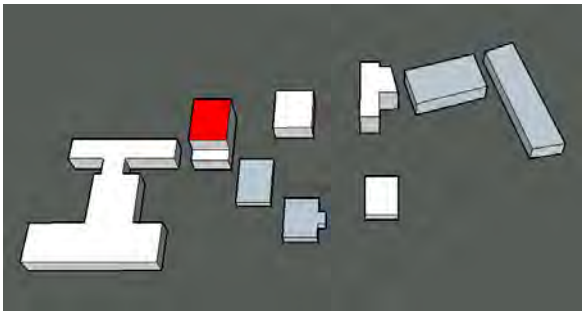
LoD2 ise en yüksek detay seviyesi olarak tasarlanmış ve mimari detaylar ile modellenmiştir. Pencere ve kenarlıklar, detaylandırılmış balkon şekilleri, ana kapı ve girişler gösterilmiştir (Şekil 6).



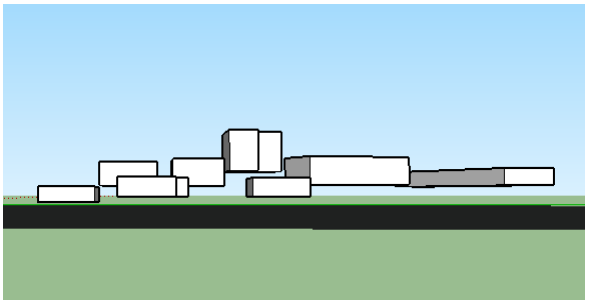
Şekil 6. LoD2 – en yüksek detay seviyesi.

b. Bina Bloklarının Oluşturulması ve Saklanması

Oluşturulan modellerin her detay seviyesinde bloklara ayrılarak mekânsal veri tabanında saklanması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında mekânsal veri tabanı olarak Oracle Spatial kullanılmıştır. Veri tabanında saklanan bina bloklarının ihtiyaca göre çeşitli detay seviyelerinden seçilerek birleştirilip güvenlik etkili çoklu detay seviyesinde yeni bina modellerinin üretilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda bina blokları, her bir binanın tek bir katı bir blok oluşturulacak şekilde tasarlanmış ve binalar her detay seviyesinde katlarına ayrılmıştır. Her kat tek hacimli bir blok oluşturacak şekilde yeniden modellenmiş ve veri tabanına aktarılmıştır (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. LoD0'ın 1. katlarının blok modelleri (LoD0-1).



Şekil 8. LoD0'ın 2. katlarının blok modelleri (LoD0-2).

Blokların veri tabanına aktarılması aşamasında mekânsal veri tipleri arasında format dönüşümleri sağlayan bir dönüştürücü program olan FME (Feature Manipulation Engine)'den yararlanılmıştır. Veri dönüşümü işlemi sırasında üretilen modellerin veri tabanına katı cisim (solid) olarak tanıtılmasını sağlamak için ise dönüşüm işlemi sırasında FME programının katı cisim dönüştürücüsü (SolidBuilder) kullanılmıştır.

c. Çoklu Detay Seviyesinde Bina Modellerinin Oluşturulması

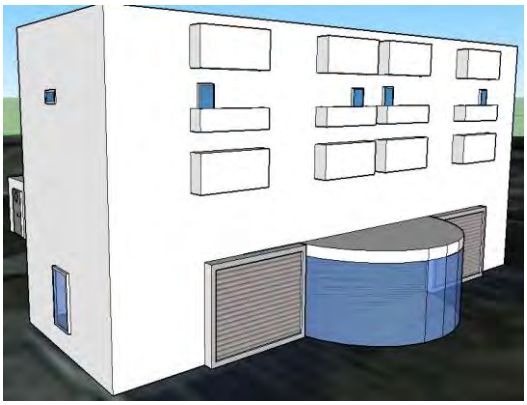
Çoklu detay seviyesinde bina modellerinin veri tabanı içerisinde Boole (Boolean) fonksiyonları kullanılarak oluşturulması hedeflenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda 3B mekânsal veriler ile ilgili yararlanılan veri tabanı içerisinde kesişim, filtreleme, tampon analizi, alan hesabı gibi birçok coğrafi işlemin hızlı ve pratik bir şekilde gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Fakat çoklu detay seviyesinde bina modellerinin üretimi için birleşim (union) fonksiyonunun kullanılması gerekmektedir. Veri tabanında yapılması düşünülen üretim işlemi aşağıdaki gibidir:

$$\mathrm{Dc} = (\mathrm{LoD2} - 1) \cup (\mathrm{LoD0} - 2) \cup (\mathrm{LoD1} - 3) \cup (\mathrm{LoD1.5} - 4) \cup (\mathrm{LoD1} - 5) \quad (1)$$

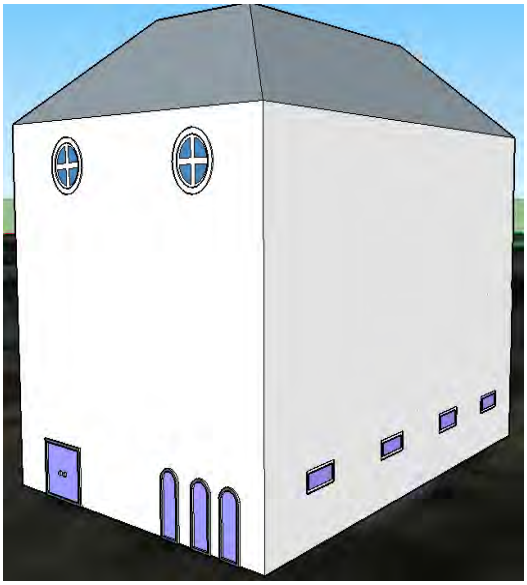
Dc çoklu detay seviyesinde model, LoD2-1 LoD2'nin 1. katı, LoD0-2 LoD0'ın 2. katı, LoD1-3 LoD1'in 3. katı, LoD1.5-4 LoD1.5'in 4. katı, LoD1-5 LoD1'in 5. katıdır.

Bu fonksiyon ile model üretimi için gerekli olan birleşim (union) işlemi, çalışmada kullanılan mekânsal veri tabanında 3B geometriler için desteklenmediğinden çoklu detay seviyesinde modeller 3B modelleme programı aracılığıyla, el ile oluşturulmuştur.

Üretilen çoklu detay seviyesinde bina modelleri için birinci katlar LoD2'den, ikinci katlar LoD0'dan, üçüncü katlar LoD1'den, dördüncü katlar LoD1.5'ten ve beşinci katlar LoD1'den seçilen kat blokları birleştirilerek üç bina modeli oluşturulmuştur (Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11). Oluşturulan güvenlik etkili modeller, seçilen katı cisim şeklinde kat bloklarının birleşimi halindeki tek hacimli ve yine katı cisim olan binalardır.



Şekil 9. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -1.



Şekil 10. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -2.

Şekil 11. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -3.

Üretilen üç çoklu detay seviyesinde bina modeli için birleştirilen blokların seçimi, modelleme alanı olarak seçilen ve şehir içinde merkezi bir konumda bulunan öğrenci yurdunun kişisel gizlilik ve güvenlik gereksinimleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Birinci katlarda genellikle giriş ve danışma bölümlerinin yer aldığı var sayılarak bina içerisindeki ilgili birimlere dair göstergelerin bulunduğu ve bunların görünür olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle birinci katlar için modelin en yüksek detay seviyesinden alınan bloklar kullanılmıştır (LoD2). İkinci katlarda bina yönetimi bulunduğu var sayılarak bu alanların daha güvenli olabilmesi için modelin en düşük detay seviyesinden alınan bloklara yer verilmiştir (LoD0). Üçüncü ve beşinci katların yurtta konaklayan küçük yaştaki öğrencilerin yaşam alanı olduğu var sayılarak bu katlar için modelin orta detay seviyesi olarak tanımlanan LoD1'den alınan bloklar kullanılmıştır. Dördüncü katlar için ise daha büyük yaştaki öğrencilerin konakladığı var sayılmış ve genel anlamda şehir içi kişisel yaşam alanları için uygun olabileceği düşünülen, LoD2'deki camların opaklaştırılması yoluyla elde edilen modelin LoD1.5 ara detay seviyesi kullanılmıştır.

Modellerin üretimi için birleştirilen katı bloklar ve bu katı blokların alındığı detay seviyelerindeki modellerin görselleri ile ilgili detaylı bilgiler, Kaynaklar bölümünde verilen yüksek lisans tez çalışmasında yer almaktadır (Koç, 2016).

6. SONUÇLAR

3B şehir modelleme ve görselleştirme tekniklerinin gelişmesi ile birlikte kişisel bilgiler herkes tarafından erişilebilir boyuta ulaşmış ve bu durum çeşitli güvenlik problemlerini de beraberinde getirmiştir. 3B modellerin birçok detay seviyesinde modellenmesi bu çalışmada bir çözüm önerisi olarak sunulmuştur. İhtiyaçlar doğrultusunda kişisel gizlilik gerektiren bölümler için düşük detay seviyelerinden ve ayrıntı gerektiren bölümler için ise daha yüksek detay seviyelerinden seçimler yapılarak çok LoD'lu 3B bina modellerinin oluşturulması güvenlik problemlerine veri kaybına sebep olmadan çözüm getirebilmektedir. Örneğin, genellikle ticari amaçlarla kullanılan birinci katlar, müşteriler açısından daha çok detay içeren bir seviyede tasarlanmalıyken; ikinci ve diğer katlar genellikle kişisel alanlardan oluştuğu için daha az detay gerektirmektedir. Bu nedenle detay seviyelerinin güvenlik ihtiyaçlarına göre tasarlanması, gerek duyulan durumlarda yeni detay seviyelerinin tanımlanması veya ara detay seviyelerinin üretilmesi yararlı olacaktır. Çok LoD'lu 3B modeller ile farklı ayrıntılardan oluşan birleşik modeller üretmek mümkündür.

Çok LoD'lu 3B bina modellerinin seri ve pratik olarak üretilebilmesi için üç boyutlu verileri saklayabilen, görselleştirebilen, bu verilerle kesişim, birleşim gibi işlemleri gerçekleştirebilen mekânsal veri tabanlarının geliştirilmesinin, çalışmanın geleceği açısından faydalı olduğu düşünülmektedir.

K A Y N A K L A R

Bertino, E., Thuraisingham, B., Gertz, M., Damiani, M.L., (2008). **Security and Privacy for Geospatial Data: Concepts and Research Directions,** Proceedings of the International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS (SPRINGL '08), pp. 6-19.

Biljecki, F., Zhaoa, J., Stotera, J., Ledouxa, H., (2013). **Revisiting the Concept of Level of Detail in 3D City Modelling**, ISPRS 8th 3DgeoInfo Conference.

Döllner J, Buchholz H., (2005). **Expressive Virtual 3D City Models,** Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference, Spain.

Döllner, J., Baumann, K., Buchholz, H., (2006). **Virtual 3D City Models as Foundation of Complex Urban Information Spaces,** Proceedings of the 1th international conference on Urban Planning and Spatial Development in the Information Society (REAL CORP). CORP – Competence Center of Urban and Regional, Planning, pp. 107–112.

Filippovska, Y., Wichmann, A., Kada, M., (2017). **Space Partitioning for Privacy Enabled 3D City Models,** Proceedings of the 3D Geoinfo 2017. (kabul edildi)

Kada, M., Peter, M., Fritsch, D., Siemoneit, O., Hubig, C., (2009). **Privacy-Enabling Abstraction and Obfuscation Techniques for 3D City Models,** Proceedings of the 2nd SIGSPATIAL ACM GIS International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS, pp. 53-57.

Kada, M., (2014). **Progressive Transmission of 3D Building Models Based on String Grammars and Planar Half-Spaces,** Proceedings of ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. II-2, pp. 9–14.

Koç, Z., (2016). **A Multi-LOD Approach for Privacy Enabled 3D Building Model,** İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Kolbe, T. H., Gröger, G., Plümer, L., (2005). **CityGML-Interoperable Access to 3D City Models,** Proceedings of the First International Symposium on Geo-Information for Disaster Management GI4DM, Delft, Netherlands. LNCS, Springer Verlag, Berlin.

Löwner, M. O., Benner, J., Gröger, G., Gruber, U., Häfele, K.-H., Schlüter, S., (2012). **CityGML 2.0 – ein internationaler Standard für 3D-Stadtmodelle, Teil 1: Datenmodell. CityGML 2.0 – an international standard for 3D city models, part 1: Data model,** Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, pp. 340-349.

Schulze-Horsel, M., (2007). **3D Landmarks – Generation, Characteristics and Applications.** CyberCity_3DLandmarks_3DARCH2007.

YAZIM ESASLARI

1. Harita Dergisinde Yayımlanabilecek Yazılar

a. Haritacılık bilim dalları (Jeodezi, fotogrametri, kartografya, astronomi, jeofizik, kamu ölçmeleri ve mühendislik ölçmeleri) ve haritacılık ile ilgili diğer disiplinlerde (yerbilimleri, uzay teknolojileri, temel bilimler vb.) alanlarda olmak üzere, bir araştırma çalışmasını bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan orijinal bilimsel makaleler; yeterli sayıda bilimsel makaleyi tarayarak, konuyu bugünkü bilgi düzeyinde özetleyen, değerlendirme yapan, bulguları karşılaştırarak eleştiren bilimsel derleme yazılar; orijinalliği ve bilimsel değeri bakımından çok önemli yabancı dilden çeviri bilimsel makaleler Harita Dergisi'nde yayımlanabilir.

b. Harita Genel Komutanlığı tarafından yılda iki kez (Ocak-Temmuz) yayımlanan hakemli bir dergidir. Yayımlanan yazılardaki fikirler yazarlarına aittir. Harita Genel Komutanlığını ve dergiyi sorumlu kılmaz. Dergideki yazı ve resimlerin her hakkı saklıdır.

c. Harita Dergisinde yayımlanmak üzere gönderilen yazılar, değerlendirme ve seçme işlemine esas olmak üzere, konularında uzman en az üç Bilim Kurulu Üyesi tarafından incelenir. Bilim Kurulunca "yetersiz" bulunan yazılar, dergide yayımlanmaz.

2. Harita Dergisine Yazı Hazırlama Esasları

a. Sayfa büyüklüğü A4 (210x297 mm) standardında olmalı; her sayfanın sağ kenarından 2 cm diğer kenarlarından 3'er cm boşluk bırakılmalıdır. Yazı toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Yazı, bilgisayarda Microsoft Word formatında Arial Türkçe fontu bir satır aralığı ile yazılmalıdır.

b. Makale adı, Türkçe ve İngilizce olarak kelimelerin ilk harfleri büyük olacak şekilde 12 punto büyüklüğünde sayfanın üst ortasına gelecek şekilde yazılmalı ve iki satırı geçmemelidir. Makale adı, makale içeriğini en fazla ölçüde yansıtmalı; makale içeriğinde anlatılan konuların büyük çoğunluğu, makale adı ile doğrudan ilgili olmalıdır. Makale adından sonra bir satır boşluk bırakıp ortalayarak yazar adı ve soyadı koyu (bold) ve 10 punto harf büyüklüğünde yazılmalıdır (Soyadı büyük harflerle). Yazar adının altına ortalayarak adres ve elektronik posta adresi 9 punto harf büyüklüğünde yazılır.

c. Yazı; Öz, Anahtar Kelime, Abstract (İngilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler), Giriş, Bölümler, Sonuç ve Kaynaklar şeklindeki ana bölümlerden oluşur. Bu bölümlerin tamamı sayfada iki sütün olacak şekilde yazılır. Sütunlar arasında 0,5 cm boşluk bırakılır. Her ana bölüm ve alt bölüm başlığı öncesi ve sonrası bir satır boşluk bırakılır.

Öz bölümünde, yapılan çalışma tanıtılarak kullanılan yöntemler ve sonuçlar kısaca belirtilmeli; abstract bölümü, özün doğru ve eksiksiz tercümesini içermelidir. Giriş bölümünde, çalışmanın amacı ve konuyla ilgili diğer çalışmalar anlatılmalıdır. Ara bölümlerde, kullanılan yöntemler ve veriler açıklanmalı; sonuç bölümünde, bulgular başka araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmalı, yazarın yorumu belirtilmeli ve ayrıca bulgulardan çıkan sonuçlar ve varsa öneriler yazılmalıdır. Öz, abstact, anahtar kelimeler ve key words, 9 punto büyüklüğünde italik harflerle yazılmalıdır. Diğer bölümler 10 punto harf büyüklüğünde normal yazılır.

Ana bölüm başlıkları büyük harflerle koyu (bold) olarak ve alt bölümlerin başlıkları kelimelerin ilk harfleri büyük diğerleri küçük ve sadece birinci düzey alt bölümlerin başlıkları koyu (bold) olarak yazılmalıdır. Yazının geri kalan kısmı normal baskıda yazılmalı, italik ya da altı çizgili karakterler kullanılmamalıdır. Öz, Anahtar Kelime, Abstract (ingilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler) ve kaynaklar ana bölümleri dışındaki ana bölüm başlıkları 1., 2., 3.; alt bölüm başlıkları a., b., c.; (1), (2), (3); (a), (b), (c); (ı), (ıı), (ııı); (aa), (bb), (cc) şeklinde hiyerarşik düzeyde numaralandırılmalı; ardışık düzeylerin numaraları arasındaki dikey fark 0.5 cm olmalıdır. Numaralandırılan bölümlerin başlıkları, numaralarının başlangıç hizasından 0.5 cm içeriden; bir alt satıra devam eden bölüm başlıkları sayfa başından; tüm paragraflar sayfanın 0.5 cm içerisinden başlamalıdır.

Noktalama ve imlâ için Türk Dil Kurumu tarafından en son yayımlanan İmlâ Kılavuzu ve Türkçe sözlüğüne, Haritacılık ile ilgili Yönetmeliklerde kullanılan deyimlere uyulmalıdır. İfadelerde üçüncü şahıs kullanılmalı; her sembol ilk geçtiği yerde tanımlanmalı; her kısaltma ilk geçtiği yerde parantez içinde yazılmalı (örneğin, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)); kelime ikiye bölünmemelidir. Noktalama işaretlerinden sonra bir karakter boşluk bırakılmalı; sayfa numaralama yapılmamalıdır.

ç. Tablo isimleri, tablonun üstüne sol üst köşesinden itibaren yazılmalı (örneğin, Tablo 1. Karesel ortalama hatalar.); şekil isimleri, şeklin altına ortalanarak yazılmalı (örneğin, Şekil 1. CBS tasarımı.); tablo isimlerinden ve şekillerden önce, şekil isimlerinden ve tablolardan sonra bir satır boşluk bırakılmalı; tablolar ve şekiller sayfaya ortalanmalıdır. Tablolar ve şekillerin boyutu tek sütundan büyük olduğu durumlarda, sayfanın tamamına ortalı olarak yazılabilir.

d. Denklemlere verilen numaralar, kendi hizalarına ve sayfa sağ kenarına çakışacak şekilde parantez içinde (1),(2),(3),… şeklinde yazılmalıdır. Metin içerisindeki denklemlerin kendi aralarında ve metin ile aralarında bir satır boşluk bırakılır.

e. Kaynaklardan yapılan alıntılar, metin içinde geçtikleri her yerde, kaynak hakkında ( ) parantez içinde bilgi verilir. Parantez içine yazılacak bilgiler sırası ile kaynağı kaleme alan yazarın soyadı, yazarın ilk adı/adlarının baş harfleri ve kaynağın basım tarihidir (Yılmaz, 1997), birden fazla yazar için (Arpat, vd., 1975). Kaynaklar sıralanırken numaralandırma yapılmaz ve kaynaklar arası bir satır boşluk bulunur. Öz ve abstract bölümlerinde kaynak atıfı yapılmamalıdır.

f. Kaynaklar ana bölümü başlığı birer aralıklı büyük harflerle koyu (bold) ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Kaynaklar yazar soyadına göre alfabetik sırada sıralanır. Aynı yazarın birden fazla yayını varsa önce yeni tarihli kaynaktan başlanır. Kaynaklar sayfasında yazarın soyadı ve adı 0,5 cm. asılı olarak sol taraftan başlayarak yazılır. Basım tarihi, yazar isminden hemen sonra gelir, parantez içerisinde ve sadece yıl olarak yazılır. Kitap veya yayının ismi koyu harflerle yazılır. Yabancı yazarların isimleri belirtilirken Latin imlâ kurallarına uyulur. (Örneğin; MİTTAG yerine MITTAG). İnternetten alınan kaynakların gösteriminde web adresinden sonra mutlaka kaynağın bu adresten alındığı tarih yazılır.

g. Makaleler, “MAKALE ÖRNEĞİ”nde sunulan boşluk ve yapılandırmalara uyularak; Şekil, Tablo ve Denklemler tek sütunda olacak ise metin aralarına konularak; iki sütuna yayılan bir bütün halindeki metin bloğundan sonra veya önce sayfanın alt veya üstünde olacak ve okuma akıcılığını bozmayacak şekilde yazılır.

3. Makalelerin Gönderilmesi

Makaleler, “haritadergisi @ hgk.msb.gov.tr” adresine e-posta ile gönderilir.

(MAKALE ÖRNEĞİ)

Xxxxxxxx Xxxxxxxxx Xxxxxx (Makale Başlığı-Türkçe)

(Xxxxxx Xxxxxxxxx Xxx) (Makale Başlığı- İngilizce)

(1 satır boşluk)

Xxxx XXXX (Yazar ismi)
Xxxxx Xxxx Xxxx, Xxxxx Xxxxx (Adres)
xxxxxxxx@xxxxxx (e-posta)

(1 satır boşluk)

ÖZ

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxx; xxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx.

(1 satır boşluk)

***Anahtar Kelimeler**: xxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx*

(1 satır boşluk)

ABSTRACT

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx xxxxxxx xx xxxxxxxxxxxxx. Xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxx.

(1 satır boşluk)

***Keywords**: xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx.*

(1 satır boşluk)

1. GİRİŞ

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxx xx xxxx xxxxxx /1/.

(1 satır boşluk)

a. Xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxx xxxx xxxxxx xxxxx xxxx xxxx

(1 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxx

(1) Xxxxxxx Xxx Xxxx Xxxxxxxxx Xxxxxxx Xxxx Xxxxx Xxxxx Xxxx.

(2 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

2. XXXXX XXXXX XXXX (Ana bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

a. Xxxxxxxxxxx Xxxxxx Xxxxx Xxxxxxxx Xxxxxxxx

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

(1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

(1 satır boşluk)

(1) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx Xxxxxxx Xxxxxx Xxxxxxx

(2 nci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx.

(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)

(1 satır boşluk)

(a) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx x xxxxxxxxxxxxx.

(1 satır boşluk)

(I) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx

(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx

(1 satır boşluk)

(aa) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxxxx

(5 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx

(1 satır boşluk)

b. Xxxxxxxxxx Xxxxxx

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

Xxxxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxx xxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

(1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

3 cm

0.5 cm

2 cm

1.25 cm

3 cm

xx

(MAKALE ÖRNEĞİ)

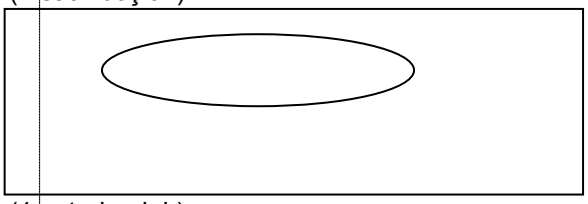
(1) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxxxxxxxx.
(2 nci düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
Xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xXxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxx.
(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)
(1 satır boşluk)

(a) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx
(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
Xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx x xxxxxxxxxxxxxx.
(1 satır boşluk)
(b) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx
(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
Xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx xxxx xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxxxxx x xxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx.
(1 satır boşluk)
(I) Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx Xxxx
(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
Xxxx xxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxx xxxxxx xxxxxxxx xxx xxxx.
(1 satır boşluk)

Tablo 1. Xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx
(1 satır boşluk)
Xxxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxx xxxxx.
(1 satır boşluk)

$$KOH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i - x_{i(RASAT)}}{n}} \qquad (1)$$

(1 satır boşluk)
Xxxxxxx xxxxx xxxx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxx xxxxxxxxxx xxxxx xxx xxxxx xxxxx .
(1 satır boşluk)



(1 satır boşluk)
Şekil 1. Xxxxxx xxxx xxxxxxxx xxxxxx
(1 satır boşluk)
Xxxxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxx xxxx xx xxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxx.
(1 satır boşluk)

3. SONUÇ

(1 satır boşluk)
Xxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxx xxxx xxx xxxxxxxxxxxx xxxxx xxxxxx xxxxx xxxxx.
(1 satır boşluk)

K A Y N A K L A R

(1 satır boşluk)

Soyad, A., Dergi Basım Yılı, Bildiri Adı, Dergi Adı, Cilt:16, Sayı: 116, Sayfa Aralığı.
(1 satır boşluk)
Soyad1, A., Soyad2, B., Kitap Basım Yılı, Kitap Adı, Yayımcı Adı, Yayım Yeri, ISBN: xxxxxxx.
(1 satır boşluk)
URL-1 : http://xxxxxxxxxxxxxxxxxxx.xxx
Erişim Tarihi.

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI KÂĞIT BASKI HARİTALARIN
2017 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cmxcm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (₺)	
						KDV HARİÇ	KDV DÂHİL
1	1/250.000	TÜRKİYE KARA (JOG-G) TOPOĞRAFİK	70x55	Muhtelif	PAFTA	14,96	17,50
2	1/250.000	TÜRKİYE HAVA (JOG-A) TOPOĞRAFİK	70x55	Muhtelif	PAFTA	14,96	17,50
3	1/250.000	TÜRKİYE ALÇAK İRTİFA ÖZEL HAVA (TFC) TOPOĞRAFİK	70x55	Muhtelif	PAFTA	14,96	17,50
4	1/500.000	TÜRKİYE KARA (1404 SERİSİ) TOPOĞRAFİK	70x60	Muhtelif	PAFTA	15,83	18,50
5	1/500.000	TÜRKİYE ÖZEL HAVA HARİTASI	70x60	Muhtelif	PAFTA	15,83	18,50
6	1/1.000.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ	177x91	2014	3 PARÇA	9,68	11,50
7	1/1.850.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ	96x52	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
8	1/1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	177x91	2014	3 PARÇA	9,68	11,50
9	1/1.850.000	TÜRKİYE FİZİKİ	96x52	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
10	1/3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER SİYASİ	192x132	2010	4 PARÇA	10,12	12,00
11	1/3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	192x132	2010	4 PARÇA	10,12	12,00
12	1/3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224x96	2009	4 PARÇA	11,44	13,50
13	1/1.500.000	KAFKASLAR SİYASİ	98x68	2015	1 PARÇA	13,20	15,50
14	1/1.500.000	KAFKASLAR FİZİKİ	98x68	2015	1 PARÇA	13,20	15,50
15	1/1.800.000	ORTADOĞU SİYASİ	111x77	2015	2 PARÇA	10,56	12,50
16	1/1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	111x77	2015	2 PARÇA	10,56	12,50
17	1/30.000.000	DÜNYA SİYASİ	137x90	2015	2 PARÇA	13,20	15,50
18	1/30.000.000	DÜNYA FİZİKİ	140x75	2015	2 PARÇA	13,20	15,50
19	1/42.500.000	DÜNYA SİYASİ	82x49	2011	TEK PARÇA	7,04	8,50
20	1/42.500.000	DÜNYA FİZİKİ	82x49	2011	TEK PARÇA	7,04	8,50
21	1/3.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	190x131	1993	4 PARÇA	7,92	9,50
22	1/12.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU	95x65	1993	TEK PARÇA	3,96	4,50
23	1/2.200.000	BALKANLAR SİYASİ	70x85	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
24	1/2.200.000	BALKANLAR FİZİKİ	70x85	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
25	1/9.000.000	AVRUPA SİYASİ	75x56	2013	TEK PARÇA	8,36	10,00
26	1/9.000.000	AVRUPA FİZİKİ	75x56	2013	TEK PARÇA	8,36	10,00
27	1/1.800.000	TÜRKİYE COĞRAFİ BÖLGELER FİZİKİ	96,5x50	2011	TEK PARÇA	6,16	7,50
28	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA SİYASİ	74x54	2012	TEK PARÇA	11,88	14,00
29	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA FİZİKİ	74x54	2012	TEK PARÇA	11,88	14,00
30	1/2.500.000	AFGANİSTAN SİYASİ	68x46	2012	TEK PARÇA	11,88	14,00
31	1/2.500.000	AFGANİSTAN FİZİKİ	68x46	2012	TEK PARÇA	11,88	14,00
32	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE SİYASİ	87x60	2013	TEK PARÇA	7,92	9,50
33	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE FİZİKİ	87x60	2013	TEK PARÇA	7,92	9,50
34	1/1.500.000	IRAK SİYASİ	70x75	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
35	1/1.500.000	IRAK FİZİKİ	70x75	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
36	1/1.800.000	SURİYE-IRAK SİYASİ	78x58	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
37	1/1.800.000	SURİYE-IRAK FİZİKİ	78x58	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
38	1/2.750.000	İRAN SİYASİ	80x70	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
39	1/2.750.000	İRAN FİZİKİ	80x70	2015	TEK PARÇA	7,04	8,50
40	1/12.000.000	AVRUPA-AFRİKA SİYASİ	70x100	2015	TEK PARÇA	9,68	11,50
41	1/12.000.000	AVRUPA-AFRİKA FİZİKİ	70x100	2015	TEK PARÇA	9,68	11,50
42	1/50.000	ÇANAKKALE MUHAREBELERİ	70x100	2016	TEK PARÇA	9,68	11,50
43	1/200.000	SARIKAMIŞ MUHAREBELERİ	92x58	2015	TEK PARÇA	9,68	11,50

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler)

SATIŞ BÜROSUNDAN SATIŞI YAPILAN TASNİF DIŞI PLASTİK KABARTMA HARİTALARIN
2017 YILI SATIŞ FİYAT LİSTESİ

S. NU.	ÖLÇEK	CİNSİ	BOYUT (cm x cm)	BASKI TARİHİ	ÖZELLİKLERİ	FİYATI (TL)	
						KDV HARİÇ	KDV DÂHİL
44	1/250.000	TÜRKİYE KARA (JOG SERİSİ) TOPOĞRAFİK	65x61	Muhtelif	PAFTA	55,87	66,00
45	1/1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	172x90	2014	3 PARÇA	172,91	204,00
46	1/1.850.000	TÜRKİYE FİZİKİ	96x52	2015	TEK PARÇA	36,95	43,50
47	1/3.500.000	TÜRKİYE FİZİKİ	56x30	2004	TEK PARÇA	12,71	15,00
48	1/8.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	15x24	2014	TEK PARÇA	4,40	5,00
49	1/1.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	354x218	2007	16 PARÇA	896,63	1058,00
50	1/3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	224x96	2009	4 PARÇA	224,38	265,00
51	1/4.250.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	164x114	2011	4 PARÇA	224,38	265,00
52	1/1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	115x81	2016	2 PARÇA	111,75	132,00
53	1/25.000.000	DÜNYA FİZİKİ	162x85	2015	3 PARÇA	167,19	197,50
54	1/2.000.000	KAFKASLAR FİZİKİ	77x54	2010	TEK PARÇA	25,52	30,00
55	1/2.700.000	BALKANLAR FİZİKİ	60x70	2015	TEK PARÇA	25,52	30,00
56	1/14.000.000	AVRUPA-AFRİKA FİZİKİ HARİTASI	60x85	2016	TEK PARÇA	52,80	62,50
57	1/50.000	ÇANAKKALE MUHAREBELERİ	70x100	2016	TEK PARÇA	30,80	36,50
58	1/850.000	ÇANAKKALE KARTPOSTALI	25x16	2015	TEK PARÇA	4,40	5,00
59	1/200.000	SARIKAMIŞ MUHAREBELERİ	92x58	2015	TEK PARÇA	30,80	36,50

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler)

HARİTA İNCELEME BEDELLERİ

SIRA NO.	ÖLÇEK	CİNSİ	SÜRE	FİYATI (₺/SAAT) KDV Dâhil
1	Muhtelif	a. Basılı ve sayısal her tür harita, b. Küre, c. İçerisinde Kent Planı, Harita ve Plan ihtiva eden Broşür, Atlas ve Dokümanlar.	1 Saat	43,50

(1) Açıklamalar:

(a) DVD, CD-ROM, disket vb. gibi sayısal ortamdaki incelemeler için, bu materyaller ile birlikte, incelenecek harita ve harita bilgisi ihtiva eden bölümlerinden, Harita Genel Komutanlığınca talep edilmesi halinde, istek sahibi tarafından üç suret renkli kâğıt çıktı gönderilir.

(b) Yurt içinde üretilecek veya yurt dışından ithal edilecek harita, atlas, küre ve benzeri doküman için, evsafına göre, içinde bulunulan yıl için geçerli olan Harita ve Harita Bilgileri Satış ve Kullanım Bedelleri Fiyat Listesi'nden yararlanarak hesaplanacak inceleme bedeli, ilgili kuruluştan talep edilir.

(c) Harita inceleme, ülke menfaatlerine aykırı olabilecek coğrafi isimler ve ülke sınırlarının kontrolü amacıyla yapılmakta/yaptırılmakta ve farklı uzmanlık alanları gerektirebilmektedir. Haritalarda, Harita Genel Komutanlığının uzmanlık alanı dışında yabancı kökenli isimler ve gösterimlerin kullanılması veya tarihi sınırların gösterilmesi vb. tematik haritalar söz konusu olduğunda, bu haritalar Harita Genel Komutanlığınca ve bedeli karşılığında ilgili kurum/kurumlara incelettirilir ve inceleyen kurum tarafından talep edilen bedel, inceleten kurum kuruluş veya gerçek ve tüzel kişiden talep edilir.

(ç) Basım ve ithal uygunluk onayı istenen her ürün için inceleme bedeli, inceleme memurunun ürünü inceleme için harcadığı saat esas alınarak hesaplanır. İnceleme 1 (bir) saatten az sürmesi halinde asgari 1 (bir) saat olarak alınır.

TASNİF DIŞI TOPOĞRAFİK RASTER VERİLER

SIRA NO.	ÖLÇEK	CİNSİ	BİRİMİ	İZDÜŞÜM (PROJEKSİYON)	DATUM	FORMAT	FİYATI (₺) KDV DÂHİL
1	1/250.000	TÜRKİYE KARA (JOG-G)TOPOĞRAFİK	PAFTA	UTM[(1)] Coğrafi[(2)]	WGS-84	GEOTIFF	17,50
2	1/250.000	TÜRKİYE HAVA (JOG-A)TOPOĞRAFİK	PAFTA	UTM[(1)] Coğrafi[(2)]	WGS-84	GEOTIFF	17,50
3	1/250.000	TÜRKİYE ALÇAK İRTİFA ÖZEL HAVA (TFC) TOPOĞRAFİK	PAFTA	UTM[(1)] Coğrafi[(2)]	WGS-84	GEOTIFF	17,50
4	1/500.000	TÜRKİYE KARA (1404 SERİSİ) TOPOĞRAFİK	PAFTA	Lambert[(1)] Coğrafi[(2)]	WGS-84	GEOTIFF	18,50
5	1/500.000	TÜRKİYE ÖZEL HAVA HARİTASI	PAFTA	Lambert[(1)] Coğrafi[(2)]	WGS-84	GEOTIFF	18,50

[(1)]Pafta kenar bilgileri (lejant) bulunmaktadır.
[(2)]Pafta kenar bilgileri (lejant) bulunmamaktadır.

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler)

TASNİF DIŞI TEMATİK RASTER VERİLER

SIRA NO.	ÖLÇEK	CİNSİ	BİRİMİ	İZDÜŞÜM (PROJEKSİYON)	DATUM	FORMAT	FİYATI (₺) KDV DÂHİL
1	1/1.000.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	11,50
2	1/1.850.000	TÜRKİYE MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
3	1/1.000.000	TÜRKİYE FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	11,50
4	1/1.850.000	TÜRKİYE FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
5	1/3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,00
6	1/3.500.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,00
7	1/3.000.000	TÜRKİYE VE ÇEVRE ÜLKELER FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	13,50
8	1/1.500.000	KAFKASLAR SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	15,50
9	1/1.500.000	KAFKASLAR FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	15,50
10	1/1.800.000	ORTADOĞU SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,50
11	1/1.800.000	ORTADOĞU FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,50
12	1/30.000.000	DÜNYA SİYASİ	PAFTA	Robinson	WGS-84	GEOTIFF	15,50
13	1/30.000.000	DÜNYA FİZİKİ	PAFTA	Plate Carree	WGS-84	GEOTIFF	15,50
14	1/42.500.000	DÜNYA SİYASİ	PAFTA	Robinson	-	GEOTIFF	8,50
15	1/42.500.000	DÜNYA FİZİKİ	PAFTA	Robinson	-	GEOTIFF	8,50
16	1/3.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU(1)	PAFTA	-	-	TIFF	9,50
17	1/12.000.000	OSMANLI İMPARATORLUĞU(1)	PAFTA	-	-	TIFF	4,50
18	1/2.200.000	BALKANLAR SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
19	1/2.200.000	BALKANLAR FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
20	1/9.000.000	AVRUPA SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	10,00
21	1/9.000.000	AVRUPA FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	10,00
22	1/1.800.000	TÜRKİYE COĞRAFİ BÖLGELER FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	7,50
23	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	14,00
24	1/800.000	BOSNA HERSEK-KOSOVA FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	14,00
25	1/2.500.000	AFGANİSTAN SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	14,00
26	1/2.500.000	AFGANİSTAN FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	14,00
27	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	9,50
28	1/1.000.000	LÜBNAN VE SURİYE FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	9,50
29	1/1.500.000	IRAK SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
30	1/1.500.000	IRAK FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50

SIRA NO.	ÖLÇEK	CİNSİ	BİRİMİ	İZDÜŞÜM (PROJEKSİYON)	DATUM	FORMAT	FİYATI (₺) KDV DÂHİL
31	1/1.800.000	SURİYE-IRAK SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
32	1/1.800.000	SURİYE-IRAK FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
33	1/2.750.000	İRAN SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
34	1/2.750.000	İRAN FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	8,50
35	1/12.000.000	AVRUPA-AFRİKA-SİYASİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	11,50
36	1/12.000.000	AVRUPA-AFRİKA FİZİKİ	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	11,50
37	1/6.000.000	TÜRK CUMHURİYETLERİ SİYASİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,50
38	1/6.000.000	TÜRK CUMHURİYETLERİ FİZİKİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	12,50
39	1/300.000	KIBRIS ADASI SİYASİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	5,50
40	1/300.000	KIBRIS ADASI FİZİKİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	5,50
41	1/5.000.000	ARAP YARIMADASI SİYASİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	10,00
42	1/5.000.000	ARAP YARIMADASI FİZİKİ[(2)]	PAFTA	Lambert/ Coğrafi	WGS-84	GEOTIFF	10,00
43	1/2.200.000	TÜRKİYE FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
44	1/4.300.000		A3	-	-	JPEG	3,00
45	1/6.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00
46	1/2.200.000	TÜRKİYE MÜLKÎ İDARÎ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
47	1/4.300.000		A3	-	-	JPEG	3,00
48	1/6.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00
49	1/1.800.000	KAFKASLAR FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
50	1/3.700.000		A3	-	-	JPEG	3,00
51	1/5.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00
52	1/1.800.000	KAFKASLAR SİYASİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
53	1/3.700.000		A3	-	-	JPEG	3,00
54	1/5.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00
55	1/2.500.000	BALKANLAR FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
56	1/5.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
57	1/7.500.000		A4	-	-	JPEG	2,00
58	1/2.500.000	BALKANLAR SİYASİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
59	1/5.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
60	1/7.500.000		A4	-	-	JPEG	2,00
61	1/2.500.000	ORTADOĞU FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
62	1/5.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
63	1/7.500.000		A4	-	-	JPEG	2,00
64	1/2.500.000	ORTADOĞU SİYASİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
65	1/5.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
66	1/7.500.000		A4	-	-	JPEG	2,00
67	1/1.100.000	LÜBNAN SURİYE FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
68	1/2.300.000		A3	-	-	JPEG	3,00
69	1/3.200.000		A4	-	-	JPEG	2,00
70	1/1.100.000	LÜBNAN SURİYE SİYASİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
71	1/2.300.000		A3	-	-	JPEG	3,00
72	1/3.200.000		A4	-	-	JPEG	2,00
73	1/1.800.000	IRAK FİZİKİ[(3),(4)]	A1	-	-	JPEG	5,50
74	1/4.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
75	1/6.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00

SIRA NO.	ÖLÇEK	CİNSİ	BİRİMİ	İZDÜŞÜM (PROJEKSİYON)	DATUM	FORMAT	FİYATI (₺) KDV DÂHİL
76	1/1.800.000	IRAK SİYASİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
77	1/4.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
78	1/6.250.000		A4	-	-	JPEG	2,00
79	1/3.250.000	İRAN FİZİKİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
80	1/7.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
81	1/11.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
82	1/3.250.000	İRAN SİYASİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
83	1/7.250.000		A3	-	-	JPEG	3,00
84	1/11.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
85	1/9.800.000	TÜRK CUMHURİYETLERİ FİZİKİ[2],[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
86	1/21.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
87	1/31.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
88	1/9.800.000	TÜRK CUMHURİYETLERİ SİYASİ[2],[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
89	1/21.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
90	1/31.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
91	1/9.000.000	AVRUPA FİZİKİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
92	1/18.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
93	1/26.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
94	1/9.000.000	AVRUPA SİYASİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
95	1/18.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
96	1/26.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
97	1/50.000.000	DÜNYA FİZİKİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
98	1/110.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
99	1/150.000.000		A4	-	-	JPEG	2,00
100	1/42.500.000	DÜNYA SİYASİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
101	1/87.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
102	1/125.000.00		A4	-	-	JPEG	2,00
103	1/14.000.000	AVRUPA AFRİKA FİZİKİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
104	1/30.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
105	1/14.000.000	AVRUPA AFRİKA SİYASİ[3],[4]	A1	-	-	JPEG	5,50
106	1/30.000.000		A3	-	-	JPEG	3,00
107	1/850.000	KIBRIS ADASI FİZİKİ[3],[4]	A3	-	-	JPEG	3,00
108	1/850.000		A4	-	-	JPEG	2,00
109	1/850.000	KIBRIS ADASI SİYASİ[3],[4]	A3	-	-	JPEG	3,00
110	1/850.000		A4	-	-	JPEG	2,00
111	1/4.400.000	AFGANİSTAN FİZİKİ[3],[4]	A3	-	-	JPEG	3,00

[1]Koordinatsızdır.

[2]Üretimini müteakip satışa sunulacaktır.

[3]Çeşitli ülkeler ve ticari firmalar tarafından internet sitelerinde ücretsiz kullanıma sunulan haritalarda, kasten veya bilinçsizce yapılan tanımlamalar nedeniyle, millî menfaatlere aykırı hususlarla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bunun önüne geçilebilmesi için Harita Genel Komutanlığınca hazırlanmış olan çeşitli tür ve ölçekte haritalar (bu ürün dâhil), kullanımın yaygınlaştırılması amacıyla, yerli ve yabancı kullanıcıların kolayca erişebilecekleri şekilde sayfamızda ücretsiz olarak sunulmaktadır. Telif hakları Hrt.Gn.K.lığında saklı kalmak kaydıyla; haritaların isteyen her kullanıcı tarafından ticari faaliyetler dışında serbest kullanımı ve dağıtımı yapılabilir. Yukarıda belirtilen bedeller ürünlerin satış fiyatı olmayıp, ticarî kullanım söz konusu olduğunda telif ve iktibas bedelinin belirlenmesine esas olacak bedellerdir.

[4]Bu haritalardan yanında A1 yazanlar A1 kâğıt ebadında, A3 yazanlar A3 kâğıt ebadında, A4 yazılı olanlar A4 kâğıt ebadında çıktı alacak şekilde düzenlenmiştir.

(www.hgk.msb.gov.tr/urunler)